
University Of Pittsburgh Memoirs in Latin American Archaeology No. 2

Prehispanic Chiefdoms in the Valle de la Plata, Volume 1
The Environmental Context of Human Habitation

Cacicazgos Prehispánicos del Valle de la Plata, Tomo 1
El Contexto Medioambiental de la Ocupación Humana



Edited by
Editado por

Luisa Fernanda Herrera
Robert D. Drennan
Carlos A. Uribe

University of Pittsburgh
Department of Anthropology

Departamento de Antropología
Universidad de los Andes

Pittsburgh

1989

Bogotá

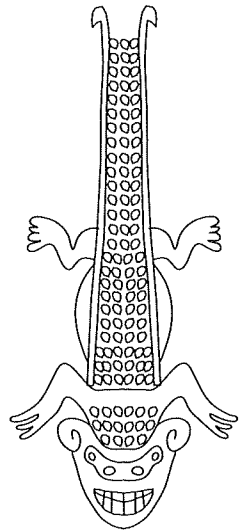
To make available to a broad scholarly audience in a timely and economical fashion the results of archaeological research in Latin America, the University of Pittsburgh Department of Anthropology publishes two series of bilingual monographs, generally co-published by a scholarly or research institution in the country where the work under consideration took place. **Memoirs in Latin American Archaeology** presents final reports of primary research; **Latin American Archaeology Reports** makes briefer contributions or reports preliminary findings. Authors' inquiries concerning publication are welcome.

El Departamento de Antropología de la Universidad de Pittsburgh publica dos series de informes bilingües sobre investigaciones arqueológicas en América Latina con objeto de divulgar de una manera oportuna y económica, los resultados de tales investigaciones. En general los volúmenes son co-publicados por una institución en el país donde las investigaciones se realizaron. **Memorias en la Arqueología Latinoamericana** constituyen informes finales de investigaciones arqueológicas de campo, mientras que **Reportes de la Arqueología Latinoamericana** son contribuciones más breves o de carácter preliminar. El comité editorial invita proposiciones por parte de autores interesados en publicar sus trabajos en estas series.

Robert D. Drennan James B. Richardson III Jeremy A. Sabloff
Editorial Committee—Comité Editorial

*Memoirs in Latin American Archaeology and Latin American Archaeology Reports
are supported in part by a grant from the Howard Heinz Endowment.*

University of Pittsburgh Memoirs in Latin American Archaeology



University Of Pittsburgh Memoirs in Latin American Archaeology No. 2

Prehispanic Chiefdoms in the Valle de la Plata, Volume 1
The Environmental Context of Human Habitation

Cacicazgos Prehispánicos del Valle de la Plata, Tomo 1
El Contexto Medioambiental de la Ocupación Humana



Edited by
Editado por

Luisa Fernanda Herrera
Robert D. Drennan
Carlos A. Uribe

University of Pittsburgh
Department of Anthropology

Pittsburgh

1989

Departamento de Antropología
Universidad de los Andes

Bogotá

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data

Prehispanic chiefdoms in the Valle de la Plata / edited by Luisa
Fernanda Herrera, Robert D. Drennan, Carlos A. Uribe = Cacicazgos
prehispánicos del Valle de la Plata / editado por Luisa Fernanda
Herrera, Robert D. Drennan, Carlos A. Uribe.
p. cm. -- (University of Pittsburgh memoirs in Latin American
archaeology ; no. 2)
English and Spanish.
Includes bibliographical references.
Contents: v. 1. The environmental context of human habitation.
ISBN 1-877812-01-3
1. Indians of South America--Colombia--Plata River Valley-
-Antiquities. 2. Human ecology--Colombia--Plata River Valley.
3. Paleoecology--Colombia--Plata River Valley. 4. Palynology-
-Colombia--Plata River Valley. 5. Plata River Valley (Colombia)-
-Antiquities. 6. Colombia--Antiquities. 7. Proyecto Arqueológico
Valle de la Plata. I. Herrera de Turbay, Luisa Fernanda.
II. Drennan, Robert D. III. Uribe, Carlos A. IV. Title: Cacicazgos
prehispánicos del Valle de la Plata. V. Series.
F2269.1.P53P73 1989
986.1'5--dc20

89-22702
CIP

©1989 University of Pittsburgh Latin American Archaeology Publications
Department of Anthropology
University of Pittsburgh
Pittsburgh, PA 15260

All rights reserved

Printed in the United States of America

ISBN 1-877812-01-3

List of Contributors—Lista de Contribuidores

Lys Aristide U.

Departamento de Biología
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Pedro José Botero

Subdirección de Docencia e Investigaciones
Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá

Robert D. Drennan

Department of Anthropology
University of Pittsburgh, Pittsburgh

Andrés Duque N.

Fundación Herencia Verde, Cali

Nohora Esperanza Espejo B.

Instituto de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Luisa Fernanda Herrera

Departamento de Antropología
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Jonás C. León P.

Subdirección de Docencia e Investigaciones
Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá

Gustavo Lozano C.

Instituto de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Julio César Moreno

Universidad Tecnológica de los Llanos Orientales, Villavicencio

Fernando Piñeros S.

Instituto de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

J. Orlando Rangel Ch.

Instituto de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

César Román

Instituto de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Carlos A. Uribe

Departamento de Antropología
Universidad de los Andes, Bogotá

Indice

Lista de Contribuidores	iii
Indice	iv
Indice de Figuras	viii
Indice de Tablas	xiii
Prefacio	xvi
<i>Carlos A. Uribe y Robert D. Drennan</i>	
Agradecimientos	xx
Introducción	xxii
<i>Luisa Fernanda Herrera y Robert D. Drennan</i>	
1. Suelos y Grandes Paisajes	2
<i>Pedro José Botero, Jonás C. León P. y Julio César Moreno</i>	
2. Clima	16
<i>J. Orlando Rangel Ch. y Nohora Esperanza Espejo B.</i>	
3. Vegetación Actual	
3.1. Inventario Florístico del Valle de la Plata	40
<i>Gustavo Lozano C. y J. Orlando Rangel Ch.</i>	
3.2. Análisis Fitosociológico de la Vegetación Paramuna del Parque Natural Puracé	70
<i>Andrés Duque N. y J. Orlando Rangel Ch.</i>	
3.3. La Vegetación Selvática y Boscosa del Valle de la Plata	96
<i>J. Orlando Rangel Ch. y Gustavo Lozano C.</i>	
3.4. Mesofauna del Estrato Rasante en Localidades del Valle de la Plata y Aproximaciones Ecoclimáticas	120
<i>J. Orlando Rangel Ch., Lys Aristide U. y César Román</i>	
4. Polen	
4.1. Paleoecología en el Valle de la Plata	132
<i>Luisa Fernanda Herrera</i>	
4.2. Análisis Palinológico de los Sitios de Pilimbalá (Perfil 15) y Laguna San Rafael (Perfil 16)	138
<i>Luisa Fernanda Herrera y Fernando Piñeros S.</i>	
4.3. Análisis Palinológico del Sitio Cabaña San Nicolás (Perfil 8) en el Parque Puracé	166
<i>Nohora Esperanza Espejo B. y J. Orlando Rangel Ch.</i>	
4.4. Análisis Palinológico del Sitio del Cráter de Merenberg (Perfil CMI)	190
<i>Fernando Piñeros S.</i>	

Contents

List of Contributors	iii
Contents	v
List of Figures	ix
List of Tables	xiii
Preface <i>Carlos A. Uribe and Robert D. Drennan</i>	xv
Acknowledgments	xix
Introduction <i>Luisa Fernanda Herrera and Robert D. Drennan</i>	xxi
1. Soils and Great Landscapes <i>Pedro José Botero, Jonás C. León P. and Julio César Moreno</i>	1
2. Climate <i>J. Orlando Rangel Ch. and Nohora Esperanza Espejo B.</i>	15
3. Modern Vegetation	
3.1. Floral Inventory of the Valle de la Plata <i>Gustavo Lozano C. and J. Orlando Rangel Ch.</i>	39
3.2. Phytosociological Analysis of the Páramo Vegetation of Puracé Natural Park <i>Andrés Duque N. and J. Orlando Rangel Ch.</i>	69
3.3. Forest Vegetation of the Valle de la Plata <i>J. Orlando Rangel Ch. and Gustavo Lozano C.</i>	95
3.4. Mesofauna of the Ground Stratum and Ecoclimatic Observations <i>J. Orlando Rangel Ch., Lys Aristide U. and César Román</i>	119
4. Pollen	
4.1. Paleoecological Study in the Valle de la Plata <i>Luisa Fernanda Herrera</i>	131
4.2. Pollen Analysis of Pilimbalá (Profile 15) and Laguna San Rafael (Profile 16) <i>Luisa Fernanda Herrera and Fernando Piñeros S.</i>	137
4.3. Pollen Analysis of Cabaña San Nicolás (Profile 8) in Puracé National Park <i>Nohora Esperanza Espejo B. and J. Orlando Rangel Ch.</i>	165
4.4. Pollen Analysis of Merenberg Crater (Profile CMI) <i>Fernando Piñeros S.</i>	189
4.5. Pollen Analysis of Palmira (Profile 6) and Barranquilla Alta (Profile 14) <i>Luisa Fernanda Herrera</i>	205

4.5. Análisis Palinológico de los Sitios de Palmira (Perfil 6) y Barranquilla Alta (Perfil 14)	206
<i>Luisa Fernanda Herrera</i>	
4.6. Correlación de las Reconstrucciones Paleoecológicas de los Varios Perfiles de Polen	222
<i>Fernando Piñeros S.</i>	
5. El Medioambiente y la Ocupación Humana	228
<i>Robert D. Drennan, Luisa Fernanda Herrera y Fernando Piñeros S.</i>	
Bibliografía	235

4.6. Correlation of the Paleoecological Reconstructions from the Different Pollen Profiles 221
Fernando Piñeros S.

5. Environment and Human Occupation 225
Robert D. Drennan, Luisa Fernanda Herrera and Fernando Piñeros S.

Bibliography 235

Índice de Figuras

0.1	Ubicación del Valle de la Plata en Colombia	xxi
0.2	Mapa del Valle de la Plata	xxiv
1.1	Mapa de los paisajes-suelos del Valle de la Plata	3
1.2	Gran Paisaje A1, Llanura Aluvial de Piedemonte (Tesalia-Paicol)	4
1.3	Gran Paisaje A1, Llanura Aluvial de Piedemonte (Tesalia-Paicol)	5
1.4	Gran Paisaje B1, Valles Erosionales de los Ríos Páez, La Plata, y Afluentes	6
1.5	Gran Paisaje C1, Altillanura Ignimbrítica	7
1.6	Gran Paisaje C2, Montañas y Colinas Estructural-Erosionales—Cañon del Río Aguacatal	8
1.7	Gran Paisaje C2, Montañas y Colinas Estructural-Erosionales—Depósitos de pie de ladera cercanos a La Argentina	9
1.8	Gran Paisaje D2, Mantos de Ceniza Volcánica	10
1.9	Gran Paisaje E, Páramo de la Laguna San Rafael	11
2.1	Mapa del transecto de estudio climatológico ubicando las estaciones meteorológicas	14
2.2	Factores climáticos, estación Santa Leticia	17
2.3	Factores climáticos, estación La Plata	19
2.4	Comportamiento de la precipitación y balance hídrico, estación Santa Leticia	21
2.5	Comportamiento de la precipitación y balance hídrico, estación La Plata	23
2.6	Marcha anual de precipitación, variación interanual y relación entre un año húmedo y uno seco, estación Páez-Paicol	25
2.7	Marcha anual de precipitación, variación interanual y relación entre un año húmedo y uno seco, estación Tesalia-El Hatillo	26
2.8	Marcha anual de precipitación, variación interanual y relación entre un año húmedo y uno seco, estación La Argentina	27
2.9	Marcha anual de precipitación, variación interanual y relación entre un año húmedo y uno seco, estación Belén	28
2.10	Marcha anual de precipitación, variación interanual y relación entre un año húmedo y uno seco, estación Merenberg	29
2.11	Marcha anual de precipitación, variación interanual y relación entre un año húmedo y uno seco, estación La Laguna	30
2.12	Marcha anual de precipitación, variación interanual y relación entre un año húmedo y uno seco, estación Pilimbalá	31
2.13	Marcha anual de precipitación, variación interanual y relación entre un año húmedo y uno seco, estación Loma Redonda	32
2.14	Marcha anual de precipitación, variación interanual y relación entre un año húmedo y uno seco, estación Puracé	33
2.15	Marcha anual de precipitación, variación interanual y relación entre un año húmedo y uno seco, estación Popayán	35
2.16	Concentración de la precipitación en las estaciones climatológicas del transecto	37
2.17	Resumen de la relación entre la precipitación y la altitud en el transecto	38
3.1	Dendrogramas de similitud (Jaccard) entre la mesofauna de los sitios investigados	123

List of Figures

0.1	Location of the Valle de la Plata in Colombia	xxi
0.2	Map of the Valle de la Plata	xxiv
1.1	Map of Soilscares in the Valle de la Plata	3
1.2	Great Landscape A1, Alluvial Piedmont Plain (Tesalia-Paicol)	4
1.3	Great Landscape A1, Alluvial Piedmont Plain (Tesalia-Paicol)	5
1.4	Great Landscape B1, Erosional Valleys of the Ríos Páez and La Plata and Their Tributaries	6
1.5	Great Landscape C1, Ignimbrite High Plain	7
1.6	Great Landscape C2, Structural and Erosional Mountains and Hills—Canyon of the Río Aguacatal	8
1.7	Great Landscape C2, Structural and Erosional Mountains and Hills—Deposits at the base of slopes near La Argentina	9
1.8	Great Landscape D2, Mantles of Volcanic Ash	10
1.9	Great Landscape E, Páramo at Laguna San Rafael	11
2.1	Map locating the meteorological stations along the transect studied	14
2.2	Climate variables, Santa Leticia station	17
2.3	Climate variables, La Plata station	19
2.4	Precipitation and hydrologic balance, Santa Leticia station	21
2.5	Precipitation and hydrologic balance, La Plata station	23
2.6	Annual march of precipitation, interannual variation, and relation between a wet year and a dry year, Páez-Paicol	25
2.7	Annual march of precipitation, interannual variation, and relation between a wet year and a dry year, Tesalia-El Hatillo	26
2.8	Annual march of precipitation, interannual variation, and relation between a wet year and a dry year, La Argentina	27
2.9	Annual march of precipitation, interannual variation, and relation between a wet year and a dry year, Belén	28
2.10	Annual march of precipitation, interannual variation, and relation between a wet year and a dry year, Merenberg	29
2.11	Annual march of precipitation, interannual variation, and relation between a wet year and a dry year, La Laguna station	30
2.12	Annual march of precipitation, interannual variation, and relation between a wet year and a dry year, Pilimbalá station	31
2.13	Annual march of precipitation, interannual variation, and relation between a wet year and a dry year, Loma Redonda station	32
2.14	Annual march of precipitation, interannual variation, and relation between a wet year and a dry year, Puracé station	33
2.15	Annual march of precipitation, interannual variation, and relation between a wet year and a dry year, Popayán station	35
2.16	Seasonality of precipitation at the meteorological stations along the transect	37
2.17	Summary of the relation between precipitation and altitude along the transect	38
3.1	Dendrograms of similarity (by Jaccard's coefficient) between mesofauna populations at the sample sites	123
3.2	Total number of individuals captured according to method and altitude	126

3.2	Número total de individuos capturados según método de muestreo y distribución altitudinal	126
4.1	Mapa ubicando los sitios de muestreo para el estudio palinológico	135
4.2	Diagrama palinológico—Pilimbalá (Perfil 15)	140
4.3	Diagrama palinológico—Laguna San Rafael (Perfil 16)	154
4.4	Cambios de clima y vegetación en la parte alta de la cordillera	161
4.5	Diagrama palinológico—Cabaña San Nicolás (Perfil 8)	168
4.6	Curvas de segregación ecológica—Cabaña San Nicolás (Perfil 8)	170
4.7	Corte fisionómico de las comunidades vegetales a lo largo del transecto estudiado	172
4.8	Reconstrucción probable de las franjas de vegetación alrededor de la Cabaña San Nicolás en tiempos de la zona de polen 1	177
4.9	Reconstrucción probable de las franjas de vegetación alrededor de la Cabaña San Nicolás en tiempos de la zona de polen 2	178
4.10	Reconstrucción probable de las franjas de vegetación alrededor de la Cabaña San Nicolás en tiempos de la zona de polen 3	181
4.11	Relación de los cambios en vegetación con el clima y comparación con otras localidades andinas	185
4.12	Región del Volcán Merenberg	191
4.13	Sitio de muestreo CMI en suelo turboso	191
4.14	Muestras minerales orgánicas analizadas, C14 y estratigrafía—Merenberg (Perfil CMI)	192
4.15	Diagrama palinológico—Merenberg (Perfil CMI)	194
4.16	Diagrama de segregación ecológica local—Merenberg (Perfil CMI)	198
4.17	Cambios del clima y de la vegetación a partir del tardiglacial en Merenberg	199
4.18	Reconstrucción de la vegetación local en tiempos de la zona de polen 1, Merenberg	200
4.19	Reconstrucción de la vegetación local en tiempos de la zona de polen 2, Merenberg	201
4.20	Reconstrucción de la vegetación local en tiempos de la zona de polen 3, Merenberg	203
4.21	Diagrama palinológico—Palmira (Perfil 6)	208
4.22	Diagrama palinológico—Barranquilla Alta (Perfil 14)	214
4.23	Concentración de polen en el perfil CMI	223
4.24	Correlación de diagramas palinológicos	224
5.1	Mapa del Valle de la Plata mostrando áreas de reconocimiento arqueológico	227
5.2	Cronograma de los perfiles de polen analizados para los últimos 3,000 años	228
5.3	Diagrama esquemático de asentamiento humano y cambios de clima durante los últimos 3,000 años	229
5.4	Resumen de evidencias de plantas cultivadas en los perfiles de polen analizados	230

4.1	Map locating pollen profiles	135
4.2	Pollen diagram—Pilimbalá (Profile 15)	140
4.3	Pollen diagram—Laguna San Rafael (Profile 16)	154
4.4	Climate and vegetation changes in the high part of the cordillera	161
4.5	Pollen diagram—Cabaña San Nicolás (Profile 8)	168
4.6	Ecological segregation curves—Cabaña San Nicolás (Profile 8)	170
4.7	Physiognomic cross section of the plant communities along the transect	172
4.8	Hypothetical reconstruction of vegetation around Cabaña San Nicolás at the time of pollen zone 1	177
4.9	Hypothetical reconstruction of vegetation around Cabaña San Nicolás at the time of pollen zone 2	178
4.10	Hypothetical reconstruction of vegetation around Cabaña San Nicolás at the time of pollen zone 3	181
4.11	Summary of vegetation and climate changes and comparison with other Andean localities	185
4.12	Region of the Merenberg volcano	191
4.13	Situation of Profile CMI in bog soils	191
4.14	Mineral and organic samples analyzed, C14 samples, and stratigraphy—Merenberg (Profile CMI)	192
4.15	Pollen diagram—Merenberg (Profile CMI)	194
4.16	Local ecological segregation diagram—Merenberg (Profile CMI)	198
4.17	Climate and vegetation changes from late glacial times at Merenberg	199
4.18	Reconstruction of local vegetation at the time of pollen zone 1, Merenberg	200
4.19	Reconstruction of local vegetation at the time of pollen zone 2, Merenberg	201
4.20	Reconstruction of local vegetation at the time of pollen zone 3, Merenberg	203
4.21	Pollen diagram—Palmira (Profile 6)	208
4.22	Pollen diagram—Barranquilla Alta (Profile 14)	214
4.23	Pollen concentration in Profile CMI	223
4.24	Correlation of pollen diagrams	224
5.1	Map of the Valle de la Plata showing areas of archeological survey	227
5.2	Chronological diagram of the pollen profiles analyzed for the past 3,000 years	228
5.3	Schematic diagram of human settlement and climate change during the past 3,000 years	229
5.4	Summary of evidence for cultivated plants in the pollen profiles analyzed	230

Indice de Tablas

2.1	Promedios multianuales de algunos parámetros climáticos en Santa Leticia	16
2.2	Promedios multianuales de algunos parámetros climáticos en La Plata	18
2.3	Balance hídrico, según Thornthwaite, en Santa Leticia	20
2.4	Balance hídrico, según Thornthwaite, en La Plata	22
2.5	Marcha anual de la precipitación en varias estaciones del transecto	24
3.1	Familias de plantas entre 1000 y 2000 msnm (región subandina)	41
3.2	Familias de plantas entre 2000 y 3000 msnm (región andina)	41
3.3	Familias de plantas entre 3000 y 4500 msnm (región páramo)	42
3.4	Inventario florístico del Valle de la Plata	43
3.5	Inventario florístico del Valle de la Plata—Líquenes	60
3.6	Inventario florístico del Valle de la Plata—Hepáticas	66
3.7	Inventario florístico del Valle de la Plata—Musgos	67
3.8	Composición florística de la asociación <i>Lachemillo pectinatae-Loricarietum colombianae</i> asoc. nov.	81
3.9	Composición florística de la asociación <i>Lupino alopecuroidis-Valerianetum microphyllae</i> asoc. nov.	83
3.10	Composición florística de la asociación <i>Agrostio boyacensis-Distichietum muscoidis</i> asoc. nov.	84
3.11	Composición florística de la asociación <i>Blechno loxensis-Espeletietum hartwegianae</i> asoc. nov.	84
3.12	Composición florística de la asociación <i>Blechno loxensis-Diplostephietum floribundi</i> asoc. nov.	86
3.13	Composición florística de la comunidad de <i>Swallenochloa tessellata</i>	88
3.14	Composición florística de la asociación <i>Calamagrostio effusae-Calamagrostietum macrophyllae</i> asoc. nov.	90
3.15	Composición florística de la asociación <i>Weinmannio brachystachyae-Miconietum cuneifoliae</i> asoc. nov.	92
3.16	Composición florística de la comunidad de <i>Myrica pubescens</i> y <i>Weinmannia subvelutina</i>	111
3.17	Composición florística de la comunidad de <i>Brunellia macrophylla</i> y <i>Clethra</i> aff. <i>revoluta</i>	112
3.18	Composición florística de la comunidad de <i>Hedyosmo-Quercetum</i> y <i>Alfaroo-Quercetum humboldtii</i>	113
3.19	Composición florística de la comunidad de <i>Quercetum humboldtii</i> Lozano & Torres ex Rangel & Lozano	115
3.20	Composición florística de la comunidad de <i>Euphorbia latazii</i> , <i>Cordia</i> sp., y <i>Miconia spicellata</i>	117
3.21	Composición florística de la comunidad de <i>Guarea guidonia</i> y <i>Perebea</i> sp.	118
3.22	Variaciones de la temperatura y de la luminosidad a lo largo del transecto	127
3.23	Mesofauna capturada según Berlesse	129
3.24	Densidad de actividad de la mesofauna (trampas Barber)	129
4.1	Sitios de muestreo de polen y muestras recolectadas	136
4.2	Cobertura de vegetación (V) y lluvia de polen (P)	164
4.3	Valores V/P calculados para seis levantamientos en la región del Puracé	171
4.4	Relación V/P para los elementos más abundantes en varias regiones de vida colombianas	171
4.5	Fechas de C14 de los perfiles 6 y CMI	221

List of Tables

2.1	Mean monthly values for climate variables in Santa Leticia	16
2.2	Mean monthly values for climate variables in La Plata	18
2.3	Hydrologic balance, by Thornthwaite's method, in Santa Leticia	20
2.4	Hydrologic balance, by Thornthwaite's method, in La Plata	22
2.5	Monthly precipitation at various localities along the transect	24
3.1	Plant families between 1000 and 2000 m above sea level (subandean region)	41
3.2	Plant families between 2000 and 3000 m above sea level (Andean region)	41
3.3	Plant families between 3000 and 4500 m above sea level (páramo region)	42
3.4	Floral Inventory of the Valle de la Plata	43
3.5	Floral Inventory of the Valle de la Plata—Lichens	60
3.6	Floral Inventory of the Valle de la Plata—Liverworts	66
3.7	Floral Inventory of the Valle de la Plata—Mosses	67
3.8	Floral composition of the association <i>Lachemillo pectinatae-Loricarietum colombianae</i> asoc. nov.	81
3.9	Floral composition of the association <i>Lupino alopecuroidis-Valerianetum microphyllae</i> asoc. nov.	83
3.10	Floral composition of the association <i>Agrostio boyacensis-Distichietum muscoidis</i> asoc. nov.	84
3.11	Floral composition of the association <i>Blechno loxensis-Espeletietum hartwegianae</i> asoc. nov.	84
3.12	Floral composition of the association <i>Blechno loxensis-Diplostephietum floribundi</i> asoc. nov.	86
3.13	Floral composition of the community of <i>Swallenochloa tessellata</i>	88
3.14	Floral composition of the association <i>Calamagrostio effusae-Calamagrostietum macrophyllae</i> asoc. nov.	90
3.15	Floral composition of the association <i>Weinmannio brachystachyae-Miconietum cuneifoliae</i> asoc. nov.	92
3.16	Floral composition of the community of <i>Myrica pubescens</i> and <i>Weinmannia subvelutina</i>	111
3.17	Floral composition of the community of <i>Brunellia macrophylla</i> and <i>Clethra</i> aff. <i>revoluta</i>	112
3.18	Floral composition of the community of <i>Hedyosmo-Quercetum</i> and <i>Alfaroo-Quercetum humboldtii</i>	113
3.19	Floral composition of the community of <i>Quercetum humboldtii</i> Lozano & Torres ex Rangel & Lozano	115
3.20	Floral composition of the community of <i>Euphorbia latazii</i> , <i>Cordia</i> sp., and <i>Miconia spicellata</i>	117
3.21	Floral composition of the community of <i>Guarea guidonia</i> and <i>Perebea</i> sp.	118
3.22	Variation in temperature and luminosity along the transect	127
3.23	Mesofauna captured by the Berlesse method	129
3.24	Density of mesofauna activity (Barber traps)	129
4.1	Pollen sample locations and samples collected	136
4.2	Vegetation coverage (<i>V</i>) and pollen rain (<i>P</i>)	164
4.3	<i>V/P</i> values for six collections near Puracé	171
4.4	<i>V/P</i> ratio for the most abundant elements in several Colombian life zones	171
4.5	C14 dates from Profiles 6 and CMI	221

Preface

In 1983 we began to plan an international collaborative archeological project with the aim of contributing to our understanding of the origins and processes of development of complex societies by investigating the chiefdoms that characterized much of Colombian prehistory. After considering a number of possibilities, we focused on a region suggested to us by Luis Duque Gómez, executive director of the Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales of the Banco de la República—the region defined by the Río La Plata and its tributaries, part of the archeological zone known as the Alto Magdalena at the headwaters of the Río Magdalena in the Department of Huila. With the official approval of the Instituto Colombiano de Antropología, the Proyecto Arqueológico Valle de la Plata came into existence.

The first season of fieldwork took place in the municipality of La Argentina during the months of May and June of the following year. This was an exploratory season in a number of respects. The investigators were new to the region, and a major objective for the first stage of the project was to conduct a systematic regional archeological survey of the zone. Although, such surveys had been conducted in other parts of the world (as in Mesoamerica, where one of us had experience with this kind of work), they had not been conducted in Colombia. Although the Alto Magdalena was hardly an unknown region, the information available had come from investigations focused at the level of the single site. We felt that the most important contribution the Proyecto Arqueológico Valle de la Plata could make was to focus explicitly at the regional level and provide detailed information about the regional social, political, and economic context in which the kinds of sites already investigated existed. Accordingly we made the Valle de la Plata, as a region, the object of study. Given this definition of the object of study, there was simply no substitute for the kind of detailed examination of substantial portions of the study area that systematic regional survey provides. We proceeded with this plan despite the advice of those who felt that the nature and dispersal of the archeological remains, the topography, or the character of vegetation cover and soils in the Alto Magdalena would make it impossible to conduct a regional survey. Much of the 1984 season, then, was dedicated to methodological experiment: developing and demonstrating systematic regional survey methodology that could cope with the conditions we encountered.

The 1984 season had another major thrust, of which the present volume is a result. Basic to the analysis of regional survey data is an understanding of the environment within

which the human occupation studied is distributed. The various components of such an environmental study require the collaboration in the field and laboratory of specialists in a number of disciplines, and we wished to provide, in the Proyecto Arqueológico Valle de la Plata, a framework in which such interdisciplinary work could be brought to bear on the archeological questions about the Alto Magdalena that we wanted to answer. The group of specialists, many represented among the authors of this volume, includes, in addition to archeologists, colleagues from paleoecology, palynology, botany, zoology, geology, and soil studies.

Also from the first field season in 1984, the Proyecto Arqueológico Valle de la Plata has sought to provide field training for archeology students in the context of an ongoing research project. Students in the undergraduate professional programs in archeology of four Colombian universities have participated in the Project's fieldwork as trainees and research assistants, and some have done their thesis work as part of the project as well. The four are the Universidad de los Andes (Bogotá), the Universidad Nacional de Colombia (Bogotá), the Universidad de Antioquia (Medellín), and the Universidad del Cauca (Popayán). Students from the University of Pittsburgh have also received field training and/or conducted doctoral dissertation research in the context of the Project in exactly the same way. The achievements of the Project, during 1984 and in all subsequent field seasons, owe a great deal to the dedicated and disciplined work of these students who have sacrificed vacations and passed up opportunities to earn genuine wages for their work in order to live and work under often difficult and uncomfortable conditions.

In 1985, we presented results of the 1984 field season in the volume *Regional Archeology in the Valle de la Plata, Colombia: A Preliminary Report on the 1984 Season of the Proyecto Arqueológico Valle de la Plata* (Drennan, ed., 1985). In 1985 and 1986 the regional survey continued in the lower portion of the Valle de la Plata, in the municipalities of Paicol and Tesalia. The focus returned to the middle elevations of the study area during the 1987 season. By this time the regional survey had covered a total of approximately 350 km². This Preface is written as the 1988 field season begins, a season during which we hope to finish survey in the middle elevations and extend coverage even more toward the higher elevations of the study area in the direction of the páramo of Puracé including the towns of Belén and Santa Leticia.

A number of institutions, in both the United States and Colombia, have provided the funding that has made possible

Prefacio

El Proyecto Arqueológico Valle de la Plata se comenzó a organizar desde 1983. Ese año, Robert D. Drennan del Departamento de Antropología de la Universidad de Pittsburgh, vino por primera vez a Colombia con el interés de estudiar el surgimiento y los procesos de cambio social de las sociedades complejas precolombinas. Su preocupación principal era la investigación de las sociedades cacicales, o cacicazgos, que caracterizan una buena parte de la prehistoria colombiana. Con el fin de realizar sus aspiraciones entró en contacto con Carlos A. Uribe, del Departamento de Antropología de la Universidad de los Andes en Bogotá. Después de examinar varias posibilidades, y gracias a la buena sugerencia de Luis Duque Gómez, director ejecutivo de la Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales del Banco de la República, los organizadores del proyecto se deciden por la región conformada por la cuenca del río La Plata, parte de la zona arqueológica del Alto Río Magdalena, en el Departamento del Huila. Acto seguido se obtuvo la aprobación oficial del Instituto Colombiano de Antropología, para poder dar luego curso a los trabajos.

Durante los meses de mayo y junio del año siguiente, tuvo lugar la primera temporada de investigación de campo en la zona del municipio de La Argentina. En esa ocasión el objetivo principal fue probar en el terreno la estrategia metodológica escogida en el Proyecto: el reconocimiento regional sistemático ya empleado con éxito en otras áreas, como es el caso del Valle de México. En este sentido, el Proyecto Arqueológico Valle de la Plata ha intentando introducir en la arqueología colombiana una forma de análisis antes no empleada. En efecto, casi toda la investigación arqueológica realizada hasta ahora sobre el pasado prehistórico colombiano, ha puesto el énfasis en el análisis de sitios arqueológicos específicos, o por lo menos en conjuntos de sitios situados relativamente próximos en el espacio. A partir del estudio de su evidencia arqueológica, lo usual ha sido llegar a conclusiones más generales que abarquen áreas geográficas o períodos temporales más amplios. Por el contrario, en este Proyecto, una región, el valle del río La Plata, definida en principio desde un punto de vista geográfico y ambiental y luego desde una perspectiva arqueológica, se constituye en el foco de toda la investigación. Los resultados del reconocimiento regional permiten de esta manera, hacer preguntas más pertinentes sobre lo que estaba pasando en una etapa dada en una parte del valle o en otra, y relacionar todo el conjunto con el resto de los procesos socio-culturales que incidieron en la formación, florecimiento y decadencia de las sociedades precolombinas del Alto Magda-

lena.

Hay otros dos propósitos que nos hemos planteado desde el período inicial de trabajos de campo. El primero de ellos, del cual este informe sobre el medioambiente del valle es un resultado, tiene que ver con el hecho que el Proyecto Arqueológico Valle de la Plata sirva de punto de convergencia de varios tipos de especialistas. En este volumen figuran como autores personas con formación en arqueología, paleoecología, botánica, zoología, geología y suelos, que han unido sus esfuerzos investigativos para producir un conocimiento integrado de la prehistoria en esta región del país. Se trata, entonces, de integrar una investigación multidisciplinaria centrada en problemas comunes, en una misma área de estudio, de tal forma que se produzcan resultados de una mayor significación de los que se producirían si se trabaja aisladamente.

El segundo propósito tiene que ver con el hecho que el Proyecto Arqueológico Valle de la Plata es tanto un programa de investigación como una escuela de arqueología de campo. Hasta la fecha han trabajado en el proyecto como auxiliares, cerca de cien estudiantes de pregrado en antropología pertenecientes a las universidades de Los Andes (Bogotá), Nacional de Colombia (Bogotá), de Antioquia (Medellín) y del Cauca (Popayán). Algunos de éstos han realizado con nosotros, inclusive, sus prácticas de terreno o sus tesis reglamentarias. Junto con ellos han participado en el Proyecto cinco estudiantes de doctorado en arqueología provenientes de la Universidad de Pittsburgh, encargados de aspectos más específicos del estudio, como el análisis de sección delgada del material cerámico o la tecnología lífica del Valle de la Plata, o de tramos sustanciales del reconocimiento regional. Tales trabajos representan parte de su entrenamiento profesional o de la fase de recolección de información para sus disertaciones doctorales. Sin lugar a dudas, los logros del Proyecto se deben en buena parte al trabajo dedicado y disciplinado de todo este grupo de personas, que sacrificando sus vacaciones o aceptando con paciencia su implantación en un medio cultural diferente, han contribuido con el proceso del estudio.

Después de la primera temporada de campo, se publicó en 1985 el volumen *Arqueología Regional en el Valle de la Plata, Colombia: Informe Preliminar sobre la Temporada de 1984 del Proyecto Arqueológico Valle de la Plata* (Drennan, ed., 1985). Ese mismo año, el Proyecto continuó con el reconocimiento en la parte inferior del Valle de la Plata, municipios de Paicol y Tesalia (Huila), área en la que así mismo se concentraron todos los esfuerzos durante la temporada de 1986. Durante el trabajo del año siguiente, el énfasis se puso en unir

the Proyecto Arqueológico Valle de la Plata. The Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales (FIAN) of the Banco de la República de Colombia provided a grant to Luisa Fernanda Herrera which formed the principal support for the environmental studies conducted during 1984, and the final results of those studies comprise the nucleus of this report. The general research program of the Project has been supported by the National Science Foundation (Grant No. BNS-8518290) and the National Endowment for the Humanities (Grant No. RO-21152-86), both of the United States, and by the Department of Anthropology and the Center for Latin American Studies at the University of Pittsburgh, and by the Department of Anthropology at the Universidad de los Andes. To all of these institutions, and to numerous individuals at them who have been especially helpful, we offer our sincere thanks.

This volume is the first of a series. Future volumes will present the results of stratigraphic excavations, descriptions of ceramics and other artifacts, detailed discussions of chronol-

ogy, and final results of systematic regional survey in the Valle de la Plata.

Finally, we would like to express our deepest appreciation to the people of all the communities, mostly in the Department of Huila, where we have worked. These people have made us feel welcome and have facilitated our work in ways too numerous to list, as have the civil, religious, military, and police authorities of the region. Our debt is greatest to the municipality of La Argentina where the project has had its headquarters and to Father Gabriel Arango Trujillo who was, until recently, its parish priest. We also thank the Instituto Huilense de Cultura for its interest in the work of the Project, which has always sought to contribute to the conservation of the archeological heritage of this part of Colombia.

Carlos A. Uribe

Robert D. Drennan

La Argentina, Huila
June, 1988

las áreas del reconocimiento de las porciones inferior y media del Valle, para completar de esta forma cerca de 350 km² de cubrimiento. En la presente temporada de investigación esperamos terminar con toda la parte media y comenzar el reconocimiento de la parte superior del Valle, hacia la zona del páramo de Puracé (inspección de policía de Belén, refugio ecológico de Merenberg y municipio de Santa Leticia).

Varias instituciones, tanto de los Estados Unidos como de Colombia, han aportado los recursos financieros necesarios para el desarrollo del Proyecto Arqueológico Valle de la Plata. La Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales del Banco de la República de Colombia (FIAN), por medio de la aprobación de un proyecto de investigación presentado por Luisa Fernanda Herrera, financió la parte principal de los estudios medioambientales realizados en la temporada de 1984, y que constituyen el núcleo de lo que se presenta en este informe. El programa general de investigación del Proyecto se financia con recursos provenientes de las siguientes organizaciones: la "National Science Foundation" (grant no. BNS-8518290), la "National Endowment for the Humanities" (grant no. RO-21152-86), el Departamento de Antropología y el Centro de Estudios Latinoamericanos de la Universidad de Pittsburgh y el Departamento de Antropología de la Universidad de los Andes. A todas estas instituciones, y a las personas que en ellas nos han cooperado, queremos darles nuestros

agradecimientos.

De otra parte, este libro es el primero de una serie. En el futuro saldrán varios otros volúmenes de informes para publicar descripciones de las excavaciones de sondeos estratigráficos y de la cerámica y la cronología y resultados definitivos del reconocimiento regional sistemático del Valle de la Plata.

Finalmente, queremos dejar por escrito nuestros profundos agradecimientos a todas las comunidades del Departamento del Huila en las que hemos trabajado, y que nos han brindado generosas su hospitalidad y ayuda, lo mismo que a las autoridades civiles, religiosas, militares y de policía tanto departamentales como municipales. Aquí queremos subrayar nuestra deuda especial con el municipio de La Argentina, y con el padre Gabriel Arango Trujillo quien hasta hace poco fuera su cura párroco. Agradecemos también al Instituto Huilense de Cultura por su interés en los investigadores. El Proyecto Arqueológico Valle de la Plata ha buscado, en la medida de sus posibilidades, contribuir en la defensa, preservación y difusión del patrimonio arqueológico de esta región de Colombia.

Carlos A. Uribe

Robert D. Drennan

La Argentina, Huila
junio de 1988

Acknowledgments

The researchers who participated in the work reported here express their gratitude to the Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales (FIAN) of the Banco de la República for the funding which made possible a great part of the work conducted in 1984; to the Instituto de Ciencias Naturales (Universidad Nacional de Colombia) for its collaboration and for making available the pollen laboratory where the slides from the profiles analyzed here were prepared; to the Laboratorio de Suelos of the Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) for the physiochemical analysis of soil samples; to the Subdirección Agrológica of the IGAC for its collaboration and aid in the agronomic studies; to Salomon Kroonenberg for making available some of the materials used in the physiographic study; to Peter Kuhry and Salomon Kroonenberg for providing the pollen samples col-

lected by coring at Merenberg; to the Hugo de Vries Laboratory of the University of Amsterdam for the preparation of some pollen samples; to the Centro Interamericano de Fotointerpretación (CIAF), now the Subdirección de Docencia e Investigación of the IGAC, for its help and collaboration; to Thomas van der Hammen for his useful comments on several preliminary versions; to Greg Alston for translating some chapters into English; to C.H. Langeback for his efforts in preparing illustrations; to the Departamento de Antropología of the Universidad Nacional for making time available to one of the authors for the research; to the people of the Valle de la Plata for facilitating the work in their towns and on their farms; and finally to the numerous students and other colleagues who collaborated in all aspects of the work.

Agradecimientos

Los investigadores que participan en la presente publicación expresan sus agradecimientos a la Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales (FIAN) del Banco de la República por la financiación otorgada durante el año de 1984, que hizo posible la realización de gran parte del presente trabajo; al Instituto de Ciencias Naturales (Universidad Nacional de Colombia) por su colaboración y por facilitar el laboratorio de palinología para la preparación de las placas de polen; al Laboratorio de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), por los análisis fisicoquímicos de suelos; a la Subdirección Agrológica del IGAC por su colaboración y ayuda en los estudios agrológicos; a Salomon Kroonenberg, por facilitar parte del material utilizado en el estudio de fisiografía; a Peter Kuhry y Salomon Kroonenberg, por haber cedido las muestras correspondientes a la perforación en Me-

renberg; al Laboratorio Hugo de Vries de la Universidad de Amsterdam, por la preparación de algunas de las muestras de polen; al Centro Interamericano de Fotointerpretación (CIAF), hoy Subdirección de Docencia e Investigación del IGAC, por su apoyo y colaboración; al Dr. Thomas van der Hammen por su ayuda e interés en la lectura y consejos a varios de los artículos preliminares; a Greg Alston por las traducciones de algunos capítulos; a C.H. Langebaek por su trabajo en los gráficos; al Departamento de Antropología de la Universidad Nacional, por haberle facilitado el tiempo a una de las autoras para dicha investigación; a las gentes de la región quienes facilitaron los trabajos en las distintas fincas; y, por último, a las demás personas que colaboraron en otros aspectos del trabajo.

Introduction

Luisa Fernanda Herrera
Robert D. Drennan

The Proyecto Arqueológico Valle de la Plata has as its most fundamental objective to contribute to our understanding of the processes of development of complex societies, especially those known as chiefdoms. Its general geographic context is the Alto Magdalena, the upper drainage of the Río Magdalena, where the earliest complex societies of the northern Andes developed (Fig. 0.1). One of the most fundamental characteristics of all complex societies is that they are regional in scope. That is to say, they are composed, not of a single settlement, but of a more or less well defined territory and the population that lives in that territory. The exploitation of the resources of that territory provides the economic base that sustains the society and underwrites the social, political, and economic relations between the members of the regional population that comprise the complex organization that integrates them into a single society. It is this regional aspect of the chiefdoms of the Alto Magdalena that is most in need of documentation if we wish to understand the processes of their development. For this reason the Proyecto Arqueológico Valle de la Plata has begun with a strong regional focus. The object of study is not a "culture" or an archeological site, but rather a region of some 1500 km² (Fig. 0.2). We aim to understand this region, its environment, the potential for human exploitation of its resources, and the ways in which this exploitation changed through time. Without understanding this economic base, we cannot possibly understand the sequence of societies that developed in the area during its 2500 years of sedentary human occupation.

In this sense, the environmental component is an essential part of the Proyecto Arqueológico Valle de la Plata. Through it we have come to know the landscape and physical environment that provided the raw material for the precolumbian economies of the area. The reasons for which prehistoric inhabitants chose particular locations for their settlements in different periods must first be considered in light of the basic geography of the region, and these reasons for settlement location are at the heart of any settlement pattern study. The questions we pose for ourselves in this study have to do with changing patterns of resource management through a series of periods; with the environmental impact of growing or shrinking regional population; with the nature and extent of various

cultivation practices; with the relations between the distributions of residences, fields, and other manmade features and the quality and types of soils, the climate, the topography, and other environmental variables.

Only through the integrated work of specialists in a variety of disciplines can we gain the information necessary to deal with such issues. In this volume we present the results of soil study, botany, palynology, and other biological sciences. Extremely useful data on the environmental and ecological subjects of this volume also come from plant and animal macroremains recoverable from archeological sites, as well as



Figure 0.1. Location of the Valle de la Plata in Colombia.
Figura 0.1. Ubicación del Valle de la Plata en Colombia.

Introducción

*Luisa Fernanda Herrera
Robert D. Drennan*

El Proyecto Arqueológico Valle de la Plata tiene como su objetivo más fundamental contribuir al conocimiento de los procesos de desarrollo de las sociedades complejas, especialmente los llamados cacicazgos. El contexto geográfico general del proyecto es el Alto Magdalena, o sea la parte superior de la cuenca del río Magdalena, región del desarrollo de las más antiguas sociedades complejas de los Andes nortefios. Toda sociedad compleja tiene como característica importante un aspecto regional. Es decir, que abarca no un solo asentamiento, sino un territorio más o menos bien definido y la población que vive en este territorio. La explotación de los recursos de este territorio proporciona la base económica que sostiene la sociedad, y las relaciones de tipo social, político, o económico entre los miembros de esta población regional que los integran en una sola sociedad de organización compleja. Es este aspecto regional de los cacicazgos del Alto Magdalena sobre el que más nos hace falta información para entender sus procesos de desarrollo. Por lo tanto, hemos iniciado el Proyecto Arqueológico Valle de la Plata con un fuerte enfoque regional. El objeto de estudio no es una cultura o sitio arqueológico sino una región de aproximadamente 1500 km² (Figura 0.2). Queremos entender esta región, su medioambiente, las posibilidades para la explotación humana de los recursos, y la forma como tal explotación cambió a través del tiempo. Sin conocer la dinámica de esta base económica, no hay posibilidad de entender la secuencia de sociedades que se desarrollaron en el área durante sus 2500 años de ocupación humana sedentaria. En este sentido, el componente medioambiental es uno de los aspectos fundamentales del Proyecto Arqueológico Valle de la Plata. A través de él se conoció el paisaje y el ambiente físico que proporcionaron la materia prima para las economías precolombinas del área. Sólo mediante el estudio detallado de la geografía, se puede llegar a una mayor comprensión de las motivaciones que los antiguos pobladores tuvieron para la escogencia de una área determinada, para la localización de sus asentamientos en los diferentes períodos de ocupación, y la forma de manejar los limitantes, tales como accidentes topográficos, suelos, etc. Queremos responder a interrogantes acerca del manejo de los recursos por el hombre en los diferentes estadios de su desarrollo social; de las modificaciones que pudieron registrarse en la región con el aumento

o disminución de la población; de las motivaciones que el hombre tuvo en la ubicación de sus poblados y, relacionado con esto, la localización de las áreas de vivienda y de sitios de cultivo. Por último, nos preocupa la relación existente entre los elementos culturales (viviendas, campos agrícolas, etc.) y la calidad o tipo de suelos, topografía, y demás factores ecológicos. Puesto que los objetivos del Proyecto se centran en el estudio de las comunidades humanas que ocuparon la región del Valle de la Plata y su evolución en el tiempo, se hace necesario describir la forma en que el hombre explotó los diferentes paisajes, y los cambios que se produjeron en el medioambiente con su intervención.

Sólo el trabajo integrado de varias disciplinas aporta el cuerpo necesario de datos que contribuyen al esclarecimiento de la serie de interrogantes mencionados anteriormente. Por ello, el arqueólogo debe trabajar con especialistas de disciplinas como la edafología, botánica, palinología y otras ciencias biológicas. Otras herramientas analíticas de gran ayuda son los análisis de macrorestos vegetales, fitolitos, y coprolitos, los cuales serán trabajados en la medida en que se puedan recuperar de las excavaciones arqueológicas, pero los estudios reportados en este volumen no cuentan con los productos de la aplicación de estas otras herramientas.

En el estudio ambiental, y con el fin de tener una visión general del área total de estudio, se trazó un transecto desde los 800 hasta los 4000 msnm siguiendo la carretera que conduce desde Neiva a Popayán (Figura 0.2). El transecto va desde la población de Tesalia, Huila, hasta la de Puracé, Cauca, situados en los dos extremos del Valle de la Plata. En los sitios que fueron identificados como más representativos de cada uno de los diferentes paisajes, se tomaron muestras de suelo para el análisis pedoecológico y paleoecológico. Los muestreos se hicieron tanto en áreas de directa intervención humana prehispánica como en áreas no intervenidas, con el fin de poder correlacionarlos y compararlos. Adicionalmente, se elaboraron levantamientos de vegetación para realizar censos detallados de la vegetación natural. Desafortunadamente, en el área de La Argentina, Huila, comprendida en la parte media del Valle de la Plata, no se logró realizar un estudio detallado de la vegetación natural debido a la alta intervención humana. Son muy escasos los bosques naturales que aún existen en la

from the study of such remains as phytoliths and coprolites, but we do not yet have any such results. Thus this volume concentrates on the study of fossil pollen, the necessary environmental and botanical foundation for such study, and its results.

The environmental study discussed here attempts to deal at a general level with the entire study area of the Proyecto Arqueológico Valle de la Plata. It is organized around a transect ranging from 800 to 4000 m above sea level along the road from Neiva to Popayán (Fig. 0.2). This transect runs from the town of Tesalia, Huila, at the eastern end of the Valle de la Plata up the eastern slopes of the central cordillera to the páramo at the Valle de la Plata's higher western end and continues part way down the western slopes of the central cordillera (beyond the Project's main study area) to the town of Puracé, Cauca. Soil samples for both soil and pollen analysis were collected in localities deemed representative of the various environmental zones. Samples were collected both in environmentally pristine locations and in areas subject to substantial human impact so as to make possible comparisons of the two. Botanical collections were made in a number of locations so as to have the necessary detailed censuses of modern vegetation upon which the interpretation of pollen profiles depends. Unfortunately, no location sufficiently devoid of human intervention was found in the middle elevations of the study area (the region of La Argentina), so the documentation of natural vegetation in this important portion of the Valle de la Plata remains less well documented than we would like. Natural forests are now restricted to higher mountain ridges as a result primarily of extensive clearing for cattle raising and intensive coffee cultivation.

This volume is divided into five chapters which present the results of four years' study of the environment of the Valle de la Plata. We have included not only results of direct archeological relevance, but also others, for two reasons. First, much soil and botanical information is necessary to establish the foundation upon which the palynological study is built. This palynological study is the major focus of the present volume and will continue to play an important role in the analysis and interpretation of the more strictly archeological studies which will form the contents of future volumes in the series. Second, the studies presented here, while conducted primarily for archeological reasons, have recovered information likely to be useful for other purposes and we do not wish needlessly to make it necessary for others to repeat them.

The first chapter discusses the physiography and soils of the Valle de la Plata. The series of great landscapes which form the backbone of environmental description of the zone is here defined. More detailed soil study will be involved in the analysis of results of archeological survey results, and much of this more detailed work has, in fact, already been accomplished. Details on the geology of the Valle de la Plata are not included here, since such descriptions were incorporated in the initial report of the 1984 field season which has already

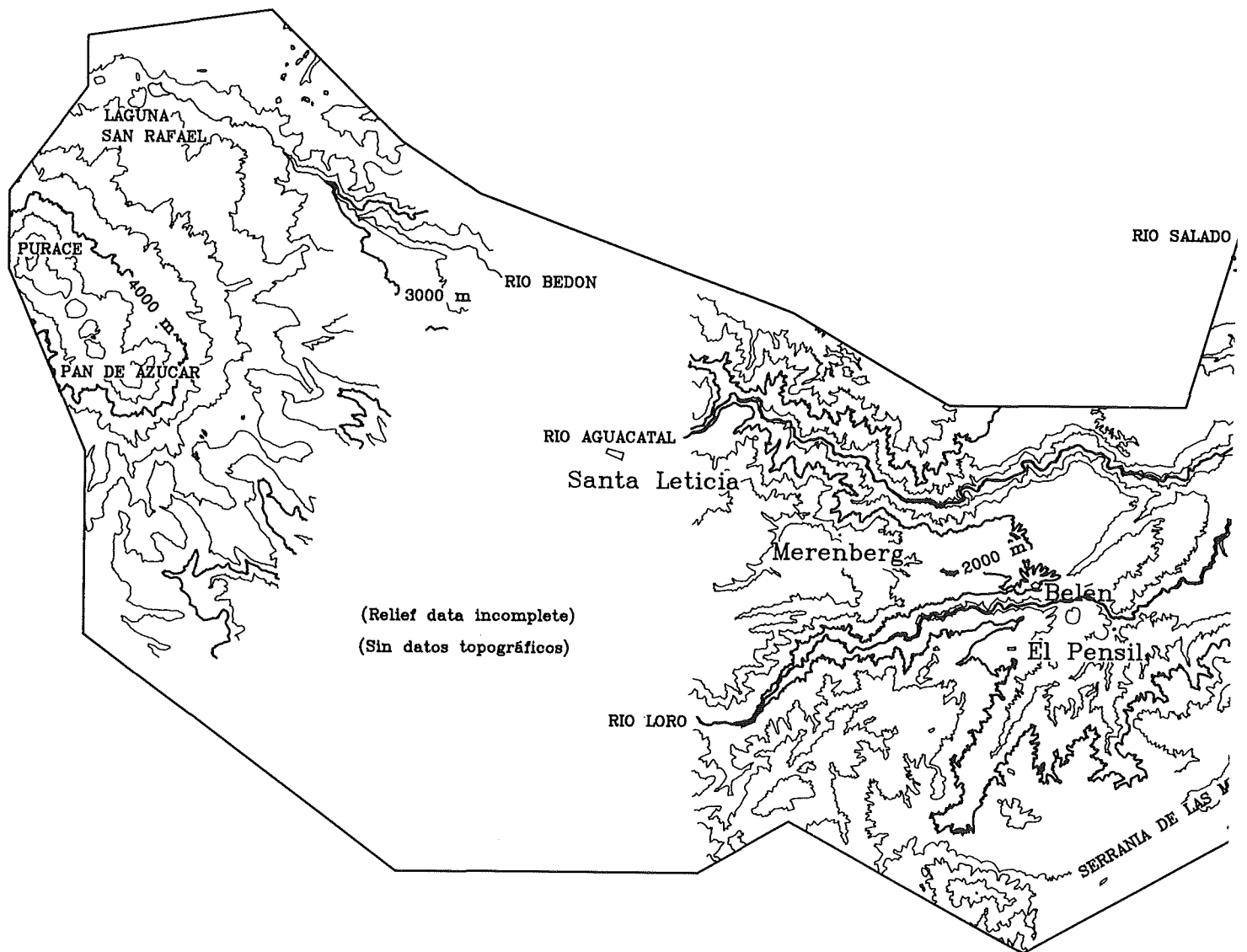
been published (Kroonenberg and Diederix 1985).

The second chapter concerns the climate of the valley and provides basic meteorological data collected by the Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología, y Adecuación de Tierras (HIMAT).

The third chapter outlines the different plant communities registered along the environmental transect and presents an inventory of plant species recorded in the region. These botanical studies lead directly to the palynological studies that follow them.

In the fourth chapter are the results of analysis of pollen recovered in the several stratigraphic soil profiles studied. These include both profiles showing little or no effect of human occupation as well as those strongly affected. It is thus in this fourth chapter that we first arrive at evidence that has directly to do with the long sequence of human occupation in the Valle de la Plata. The first three chapters, then, deal with the natural environment in its modern form. The fourth is concerned with change through time, both natural and human-induced.

Finally, in the fifth chapter, the results of the previous four are summarized and organized so as to relate directly to the patterns of potentials and problems that the environment of the Valle de la Plata presents to its human inhabitants. A sequence of human occupation and exploitation is postulated. We emphasize that the studies reported upon here, although they were conducted in the context of an archeological project and with the objective of contributing to the understanding of the archeological sequence of the region, are not, in the strictest sense, archeological. The truly archeological study to which this environmental research relates is the systematic regional survey, that is the systematic field by field inspection of a defined zone to record all traces of prehispanic occupation. The regional survey methodology we have developed for the Valle de la Plata has already been described (Drennan 1985). The principal result of such an archeological survey is a series of maps that represent the complete distribution of human settlement, period by period, in the survey area. These maps form the basis of the relations we finally seek to establish, at a regional level, between the environmental variables discussed here and the direct, archeological evidence of human occupation. These maps do not appear in the present volume. A part of the regional survey has already been completed, and the material and data recovered have been analyzed in preliminary form, but the presentation of final results of the survey remains for future volumes in the series (see Preface). Nevertheless, in the last chapter we have tried to present the conclusions of the environmental study and to relate them to some preliminary ideas that spring from the partial results of the archeological survey conducted up to now. The conclusions of this book, then, in addition to being results of environmental study, are at the same time lines of investigation that we are currently pursuing in the more strictly archeological work of the Project.



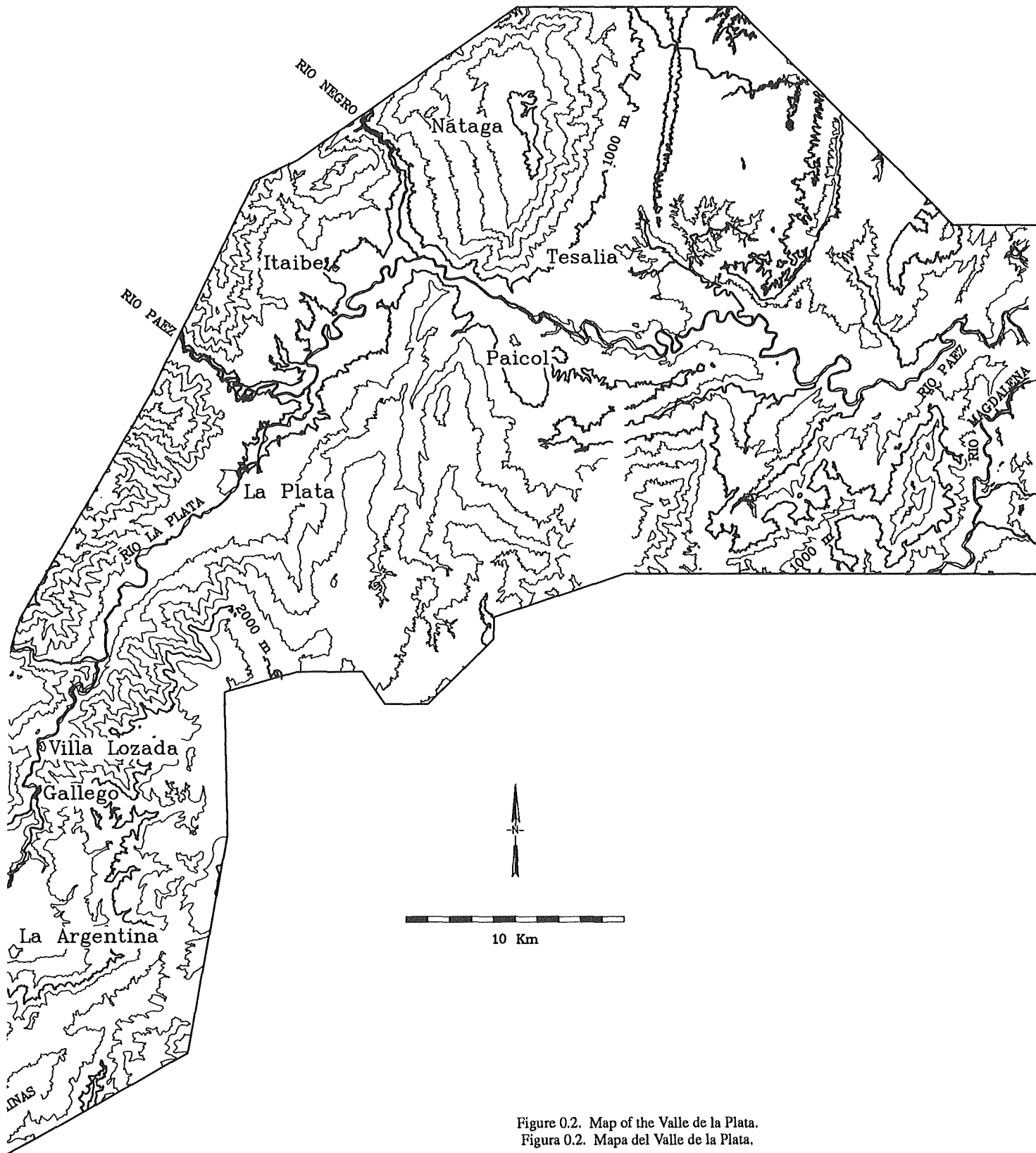


Figure 0.2. Map of the Valle de la Plata.
Figura 0.2. Mapa del Valle de la Plata.

zona, ya que muchos suelos están cubiertos de pastos para la ganadería de carne y leche, y otros se han dedicado a la agricultura intensiva de café, principalmente.

El presente volumen está dividido en seis capítulos que recopilan los resultados de cuatro años de investigación del Valle de la Plata en su aspecto medioambiental. Hemos incluido no sólo aquellos resultados de directo interés arqueológico, sino también los de otros estudios realizados, como los edafológicos y botánicos. Esto lo hicimos por dos razones. Primero, estos últimos forman la base sobre la cual se elaboró el estudio palinológico, foco principal del presente volumen, y sobre la cual se seguirán derivando conclusiones arqueológicas en futuros volúmenes de la serie. Segundo, porque estos trabajos pueden ser valiosos para otros fines, ajenos a los nuestros, y sus resultados merecen la publicación.

En el primer capítulo se hace un análisis de la fisiografía y la caracterización de los suelos del Valle de la Plata. En él se definen varios grandes paisajes que forman la columna vertebral de la descripción medioambiental de la zona de estudio. No se incluyó la geología ya que en el informe preliminar del mismo estudio, se hizo referencia a dicho aspecto en forma detallada (Kroonenberg y Diederix 1985).

El segundo capítulo se refiere al clima de la región, basado en los datos que se tienen del Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras (HIMAT).

El tercer capítulo da cuenta de las diferentes comunidades vegetales registradas en el área del transecto medioambiental y presenta un inventario de las especies que se han desarrollado en la zona. Estos trabajos botánicos proporcionan la base necesaria al estudio palinológico que sigue después.

El cuarto capítulo presenta los resultados obtenidos a partir del análisis de polen de varias columnas estratigráficas, ubicadas tanto en sitios donde se registró arqueológicamente la intervención humana como en sitios no alterados anteriormente. En este capítulo mostramos por primera vez evidencias que tienen que ver directamente con la larga secuencia de ocupación humana en el Valle de la Plata. Para recalcar, los capítulos anteriores construyen el fundamento para el estudio palinológico, con descripciones de varios aspectos del medioambiente

actual. Con la evidencia del polen vemos que este medioambiente ha sufrido cambios, tanto naturales como los producidos por la explotación humana.

Por último, en el quinto capítulo, se da un recuento de los principales resultados anteriores, conceptualizando el medioambiente del Valle de la Plata con atención especial a las posibilidades y limitantes que presenta para sus ocupantes humanos. Se plantea así una secuencia de ocupación y de actividad humana. Cabe enfatizar que las investigaciones que forman el objeto de este volumen, aunque se realizaron en el contexto de un proyecto arqueológico y con el fin de contribuir al conocimiento de una región desde este punto de vista, no son, *sensu estricto*, estudios arqueológicos. El estudio netamente arqueológico al cual se relacionan todos estos análisis medioambientales es un reconocimiento regional. El objeto de este último es la inspección sistemática, hectárea por hectárea, de la región definida, en busca de toda clase de evidencias de la ocupación prehispánica. Los métodos de reconocimiento regional que hemos desarrollado ya han sido descritos (Drennan 1985). El resultado principal de tal reconocimiento arqueológico regional es una serie de mapas que representan la distribución total del asentamiento humano, período por período, dentro del área registrada. Es con base en estos mapas que finalmente correlacionamos, a nivel regional, los aspectos del medioambiente discutidos aquí y las evidencias directas (arqueológicas) de la actividad humana. Dichos mapas no aparecen en el presente volumen. Una parte del trabajo de campo del reconocimiento regional ha sido realizado, y los materiales y datos recuperados ya han sido objeto de un análisis preliminar, pero la presentación de estos resultados queda para futuros volúmenes en esta serie (ver Prefacio). Sin embargo, en el último capítulo hemos tratado de presentar las conclusiones del estudio medioambiental, relacionándolas con unas ideas preliminares que provienen de los resultados parciales del reconocimiento arqueológico efectuado hasta el momento. Las conclusiones de esta obra, además de ser los resultados del estudio medioambiental, representan líneas de investigación que se desarrollan en el estudio arqueológico propiamente dicho.

Soils and Great Landscapes

*Pedro José Botero
Jonás C. León P.
Julio César Moreno*

Soil study in the Valle de la Plata was conducted to provide a basis for the interpretation of results obtained in archeological survey and excavation carried out by the Proyecto Arqueológico Valle de la Plata. Our aim was to place the soils of the region in context in a developing landscape, contributing directly to the reconstruction of changing environmental conditions in the region. Our descriptions focus especially on those aspects most relevant to an understanding of the resources available in the region for human exploitation. Thus the characterization of soils is in relation to the physiographic unit, or landscape, in which they occur. For each landscape, we discuss location, climate, erosion, modern land use, vegetation cover, and physical and chemical characteristics of the soil. Some of these characteristics point toward advantages for agricultural exploitation, while others constitute limitations.

Discussion of the basic geology of the study area is not included here, since we have nothing to add to the description already presented elsewhere (Kroonenberg and Diederix 1985).

Materials and Methods

The following materials were used in the soil survey:

1. Black and white aerial photographs:

<i>Band</i>	<i>Flight No.</i>	<i>Photo Nos</i>
1	M-1062	13,662–13,669
2	C-1587	28–35
3	C-1941	146–153
4	C-1707	261–264
5	C-1941	113–117
6	C-1587	109–116
7	C-1308	227–235
8	C-1904	13–22
9	C-1587	194–197
10	C-1937	021–026
11	C-1587	213–215
12	C-2062	035–037

2. Topographic maps from the Instituto Geográfico Agustín Codazzi at a scale of 1:25,000:

344-III-B	365-IV-D
344-III-C	366-I-A
344-III-D	366-I-B
344-IV-A	366-I-C
344-IV-C	366-II-A
365-II-D	366-III-A
365-IV-D	

3. Preliminary geological map of the south-central part of the Department of Huila, at a scale of 1:200,000, made by Hans Diederix and Salomon Kroonenberg in 1982.

4. Geomorphological map of the valley of the Río Páez (Baltissen and Geijer 1987).

5. Geomorphological map of the valley of the Río Páez, between La Plata and Paicol (Bos and Lansu 1987).

6. Soil map prepared by the Instituto Geográfico Agustín Codazzi during the project PROCAM-INDERENA, at a scale of 1:200,000 (Instituto Geográfico Agustín Codazzi 1984).

The methodology utilized in the soil survey is that proposed by the Centro Interamericano de Fotointerpretación (Elbersen, Benavides and Botero 1974) with fuller development of theoretical foundation and operational procedures by Botero (1985). The present study proceeds to a greater level of detail in that the smallest physiographic unit is the sublandscape. Since the detailed study is not yet complete and since the perspective of this volume is more general, the map (Figure 1.1) and the descriptions here are at a less detailed level, including only the great landscapes. Description of landscapes and sublandscapes will appear in future volumes of this series, where the subject of the relationship between the environment discussed in this report and its human occupation during different periods will be addressed. What follows, then, is a general look at the great landscapes of the Valle de la Plata, taking climatic provinces as a point of departure. (Detailed climate data are found in Chapter 2.)

Suelos y Grandes Paisajes

Pedro José Botero
Jonás C. León P.
Julio César Moreno

El estudio de los suelos proporciona abundante información relacionada con la evolución del paisaje, e indica un estadio en la historia geomorfológica, en cuanto que el desarrollo de ellos implica un período de formación determinado. Además, la naturaleza de los suelos puede ser un indicador de la existencia de épocas de estabilidad entre ciclos de erosión y sedimentación, así como es un indicador de las condiciones del medioambiente durante el período de su formación. En ellos se pueden encontrar indicios de la actividad humana, para estudiar cómo los seres humanos aprovecharon los recursos de la tierra y las relaciones que establecieron con el medioambiente.

El levantamiento de paisajes-suelos en el área que corresponde al Proyecto Arqueológico Valle de la Plata, se realizó con la finalidad de servir de base y apoyo para los resultados de los estudios arqueológicos. Es por ello que la caracterización de los principales suelos se hace en relación con la unidad fisiográfica (paisaje), indicando su ubicación, clima, naturaleza del material parental, rasgos de erosión, uso de la tierra, cobertura vegetal y características físicas y químicas de los suelos. Algunas de estas características son benéficas, mientras que otras son limitantes para el uso agropecuario de la tierra.

En el presente volumen no se desarrolla una descripción de la geología de la zona de estudio, dado que sus componentes fueron tratados con detalle anteriormente (Kroonenberg y Diederix 1985).

Materiales y Métodos

En la ejecución del levantamiento de suelos se utilizaron materiales cuyas clases y características se especifican a continuación:

1. Fotografías aéreas en blanco y negro relacionadas así:

Faja	No. de Vuelo	Fotos No.
1	M-1062	13.662–13.669
2	C-1587	28–35
3	C-1941	146–153

4	C-1707	261–264
5	C-1941	113–117
6	C-1587	109–116
7	C-1308	227–235
8	C-1904	13–22
9	C-1587	194–197
10	C-1937	021–026
11	C-1587	213–215
12	C-2062	035–037

2. Planchas topográficas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi a escala 1:25.000:

344-III-B	365-IV-D
344-III-C	366-I-A
344-III-D	366-I-B
344-IV-A	366-I-C
344-IV-C	366-II-A
365-II-D	366-III-A
365-IV-D	

3. Mapa geológico preliminar de la parte sur central del Huila, escala 1:200.000 elaborado por Hans Diederix y Salomon Kroonenberg en 1982.

4. Mapa geomorfológico del valle formado por el Río Páez (Baltissen y Geijer 1987).

5. Mapa geomorfológico del valle del Río Páez, entre La Plata y Paicol (Bos y Lansu 1987).

6. Mapa de suelos preparado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi dentro del proyecto PROCAM-INDERENA, a escala 1:200.000 (Instituto Geográfico Agustín Codazzi 1984).

La metodología utilizada para la realización del levantamiento de suelos es la propuesta por el Centro Interamericano de Fotointerpretación (Elbersen, Benavides y Botero 1974), cuyos fundamentos teóricos y secuencias operativas fueron desarrolladas ampliamente por Botero (1985). Sin embargo, cabe anotar que en el presente estudio la unidad fisiográfica mínima es el subpaisaje, lo que implica mayor detalle en la descripción de los paisajes y suelos, facilitado por un mejor conocimiento del área objeto de investigación. Como el estu-

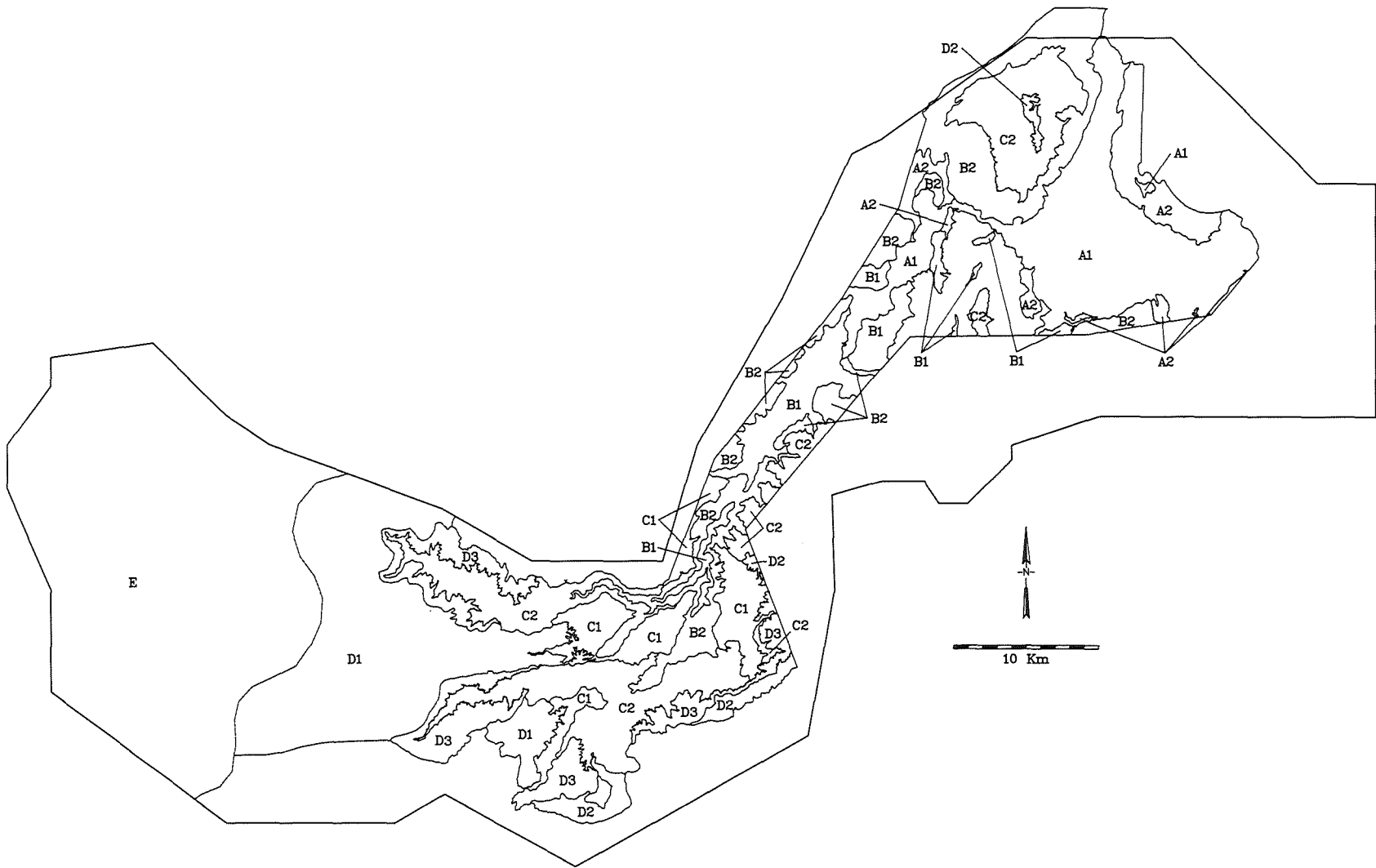


Figure 1.1. Map of soilscapes in the Valle de la Plata.—Figura 1.1. Mapa de los paisajes-suelos del Valle de la Plata.



Figura 1.2. Gran Paisaje A1, Llanura Aluvial de Piedemonte (Tesalia-Paicol).
Figure 1.2. Great Landscape A1, Alluvial Piedmont Plain (Tesalia-Paicol).

dio detallado todavía no está completo y como la perspectiva del presente volumen es más general, hemos presentado en el mapa (Figura 1.1) y en las descripciones únicamente los grandes paisajes. La descripción más detallada de los paisajes y subpaisajes aparecerá en futuros volúmenes de esta serie en donde se establecerá la correlación entre estos aspectos del medioambiente y el asentamiento humano de los varios períodos. Lo que sigue, entonces, es una mirada general de los grandes paisajes de la zona de estudio, teniendo como punto de partida las provincias climáticas (para datos climatológicos, ver Capítulo 2).

Suelos de Clima Cálido Seco (A)

Los suelos de esta provincia climática se integran en dos grandes paisajes: Llanura Aluvial de Piedemonte (Tesalia-Paicol) (A1) y Montañas y Colinas Estructural-Erosionales (A2).

Llanura Aluvial de Piedemonte (Tesalia-Paicol) (A1)

Esta unidad constituye una amplia depresión estructural rodeada por colinas, donde se forman terrazas de relieve plano (Figuras 1.2 y 1.3). Las aguas que llegan a ella, desde el norte y el occidente, son drenadas hacia el Río Magdalena a través de estrechas gargantas que constituyen el recorrido superior del Río Páez y de quebradas como La Grande. Debido a la gran influencia del clima (cálido-seco), predominan los suelos evolucionados (Alfisoles). La escasa cobertura vegetal, la presencia de horizontes impermeables (Bt, argílico) y la superioridad de la escorrentía sobre la infiltración, favorecen la tendencia a fuertes procesos erosivos, situación que puede haber afectado drásticamente a los suelos utilizados en épocas prehispánicas.

Estos suelos no son propicios para fines agrícolas, a menos que se disponga de una alta tecnología de riego y mecaniza-



Figure 1.3. Great Landscape A1, Alluvial Piedmont Plain (Tesalia-Paicol)
 Figura 1.3. Gran Paisaje A1, Llanura Aluvial de Piedemonte (Tesalia-Paicol)

Soilscapes of the Hot Dry Climatic Province (A)

This climatic province is divided into two great landscapes: the Alluvial Piedmont Plain (Tesalia-Paicol) (A1) and Structural-Erosional Mountains and Hills (A2).

Alluvial Piedmont Plain (Tesalia-Paicol) (A1)

This great landscape is a wide structural depression with flat terraces surrounded by hills (Figures 1.2 and 1.3). Water comes mostly from the north and the west and drains to the Río Magdalena through narrow gorges. As a result of the hot, dry climate, evolved soils (Alfisols) are predominant. The sparse vegetation cover, the presence of impermeable soil horizons, and the tendency of water to flow off without soaking into the soil mean heavy erosion, a situation with important implications for prehispanic land use.

Soils in this great landscape have little agricultural potential without extensive irrigation and mechanized cultivation. Major agricultural uses at present are irrigated rice cultivation and extensive livestock raising. This great landscape is so complicated that it has been subdivided into a total of 11 landscapes and sublandscapes, each with its own particular characteristics.

Structural-Erosional Mountains and Hills (A2)

The series of dispersed hills that form this great landscape are the remnants of an older relief that has been buried by the materials that form the Alluvial Piedmont Plain (A1). The great landscape occurs in small patches and offers little attraction for agriculture or human occupation, although it may provide stone for construction or lithic implements. The principal limitations for agricultural use are the steep slopes and the susceptibility to erosion of the superficial soils. This great landscape has been subdivided into four landscapes, cor-

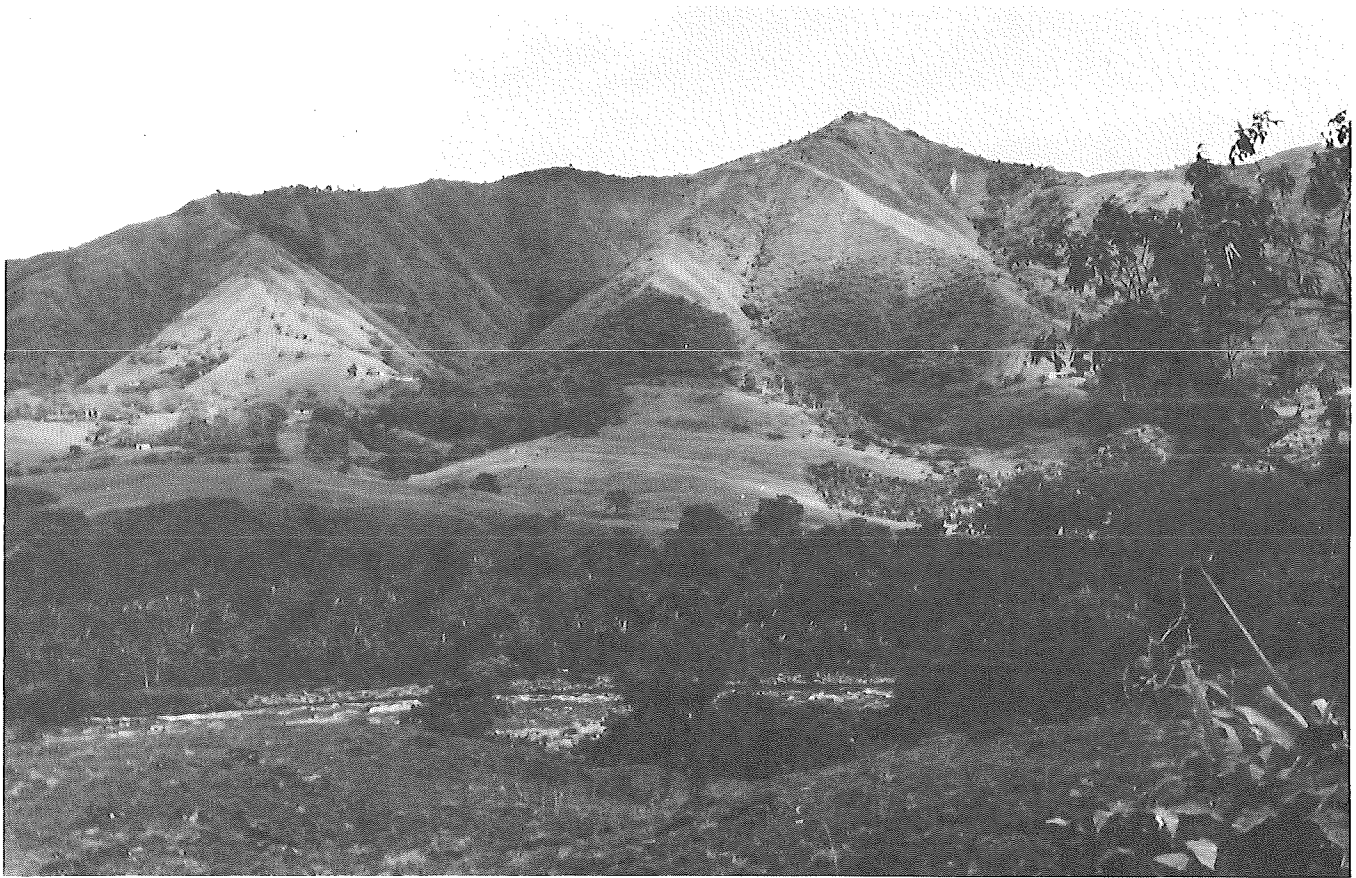


Figura 1.4. Gran Paisaje B1, Valles Erosionales de los Ríos Páez, La Plata, y Afluentes.
Figure 1.4. Great Landscape B1, Erosional Valleys of the Ríos Páez and La Plata and their Tributaries.

ción. En la actualidad existen cultivos de arroz con riego y potreros para la ganadería extensiva. Es un gran paisaje bastante complicado que se ha subdividido en un total de 11 paisajes y subpaisajes con sus propias características.

Montañas y Colinas Estructural-Erosionales (A2)

Esta unidad está representada por una serie de colinas, generalmente dispersas, que quedaron como testigos de un relieve preexistente, sepultado por materiales que dieron origen a la Llanura Aluvial de Piedemonte (A1).

Comprende áreas muy pequeñas, sin importancia para un uso agrícola y los asentamientos humanos, aún cuando pueden ser fuentes de material duro para construcción y elaboración de herramientas de piedra. Los principales limitantes para el uso agropecuario son el relieve, las fuertes pendientes y la susceptibilidad a la erosión de los suelos muy superficiales. Este gran paisaje ha sido subdividido en cuatro paisajes, correspondientes a las formaciones Gualanday, Guaduas, Villeta y Guadalupe.

Suelos de Clima Templado Subhúmedo (B)

Integran esta provincia climática los suelos correspondientes a dos grandes paisajes: Valles Erosionales de los Ríos Páez, La Plata y Afluentes (B1) y Montañas y Colinas Estructural-Erosionales (B2). En términos generales, aún cuando por cada 100 m de altura sobre el nivel del mar la temperatura desciende 0.6°C, la temperatura en la zona es todavía alta y la evapotranspiración es mayor que la precipitación, configurando un clima relativamente seco con períodos de deficiencia de agua a lo largo del año (Botero 1985 y Capítulo 2).

Valles Erosionales de los Ríos Páez, La Plata y Afluentes (B1)

Los valles erosionales son estrechos, predominando en ellos geoformas denominadas abanico-terrazas (Figura 1.4); en los alrededores del municipio La Plata, las geoformas mencionadas son más amplias. Al occidente de Paicol se forman barreras geológicas naturales con características de

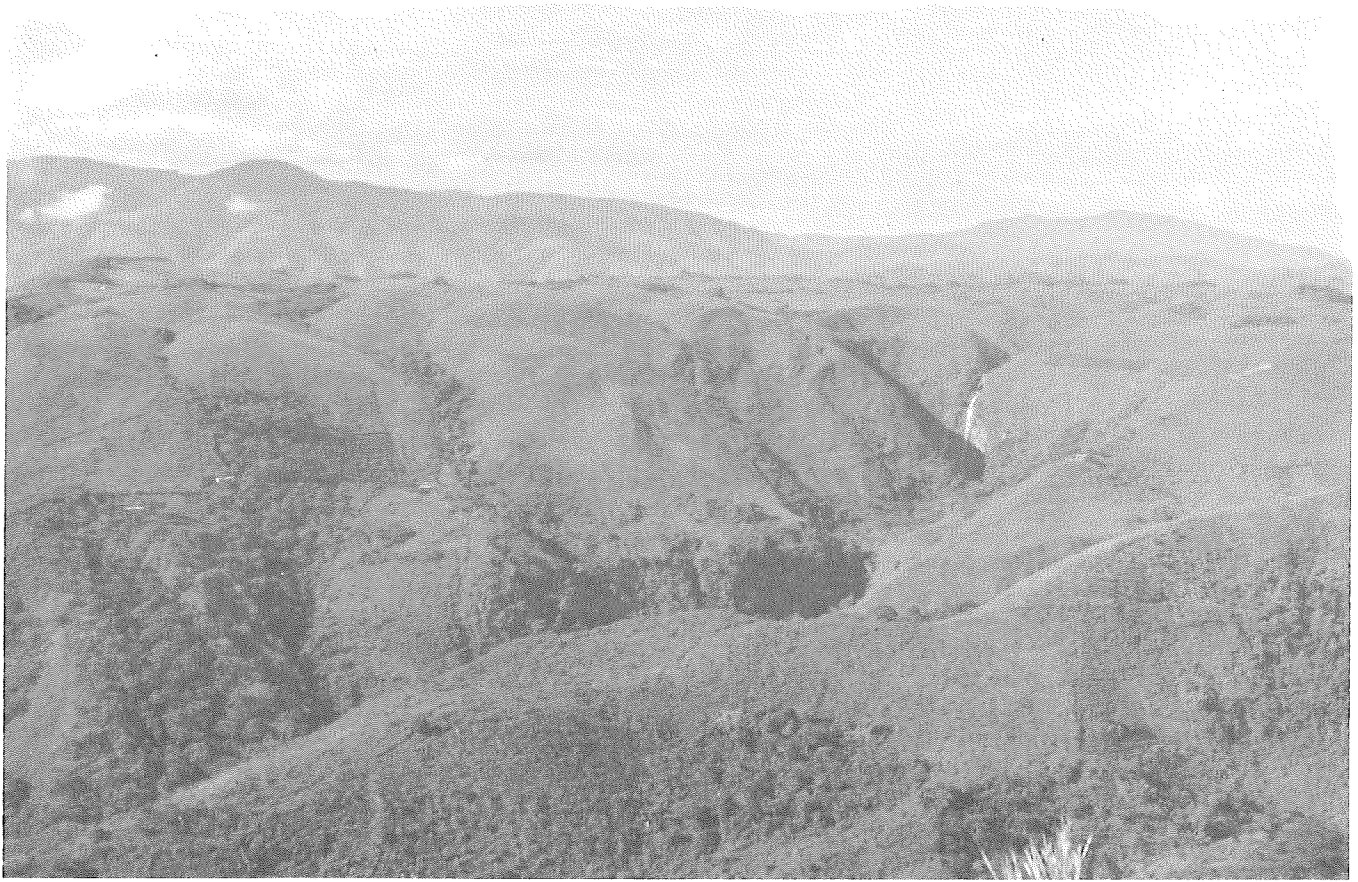


Figure 1.5. Great Landscape C1, Ignimbrite High Plain
 Figura 1.5. Gran Paisaje C1, Altillanura Ignimbrítica

responding to the Gualanday, Guaduas, Villeta and Guadalupe formations.

Soilscapes of the Temperate Subhumid Climatic Province (B)

Two great landscapes are found in this climatic province: Erosional Valleys of the Ríos Páez and La Plata and their tributaries (B1) and Structural-Erosional Mountains and Hills (B2). Even though temperature falls by about 0.6°C for every 100 m of altitude, the temperature in this entire zone is still high, and potential evapotranspiration is greater than precipitation. The result is a relatively dry climate with some periods of water deficit during the year (Botero 1985 and Chapter 2).

Erosional Valleys of the Ríos Páez and La Plata and Their Tributaries (B1)

The predominant geological formations in these narrow erosional valleys are fan terraces (Figure 1.4), with especially broad ones occurring near the town of La Plata. Major geological barriers to the west of Paicol cause the Río Páez to

pass through a narrow gorge that produces a separation between the region of La Plata and the lowest zone (Tesalia-Paicol).

The soils have a marked tendency to form hard clay horizons (Bt) that, together with the sparse vegetation cover, create widespread severe erosion. Nevertheless, fertile soils (Molisols) with a good supply of water draining from higher slopes are found in some locations. The limitations for agricultural use are steep slopes, widespread erosion, and much rock in all soil horizons, along with the reduced extent of the better soils. This great landscape can be divided into four landscapes.

Structural-Erosional Mountains and Hills (B2)

This great landscape is found on the sides of the valleys (B1) and consists of erosional hills (of intrusive rocks) to the north and structural hills (of sedimentary rocks) to the south.

Soils are very shallow and heavily eroded. These characteristics, together with the scarcity of water, provide sharp limitations to agricultural potential. Nevertheless, there are small depressions between the hills that have accumulated colluvial deposits and layers of volcanic ash. Although these



Figura 1.6. Gran Paisaje C2, Montañas y Colinas Estructural-Erosionales—Cañon del Río Aguacatal.
 Figure 1.6. Great Landscape C2, Structural and Erosional Mountains and Hills—Canyon of the Río Aguacatal.

garganta o estrecho que producen una separación entre la región de La Plata y la zona más baja (Tesalia-Paicol).

Los suelos tienen una marcada tendencia a formar horizontes argílicos (Bt), que sumada a una cobertura vegetal incipiente, generan condiciones para el desarrollo de procesos de erosión generalizada. Sin embargo, en áreas localizadas se presentan suelos de buena fertilidad (Molisoles) y que tienen buena provisión de agua, proveniente de las partes altas. Los limitantes para el uso agropecuario son las pendientes fuertes, la erosión generalizada, y fuerte pedregosidad en la superficie y dentro del perfil, además de su reducida extensión. Son cuatro los paisajes en que se subdivide este gran paisaje.

Montañas y Colinas Estructural-Erosionales (B2)

Esta unidad se localiza a los lados de los valles (B1) y está

constituida por colinas erosionales (rocas intrusivas) hacia el norte y colinas estructurales (rocas sedimentarias) hacia el sur.

Los suelos que se forman en ellas son muy superficiales y presentan procesos erosivos muy activos, que sumados a la escasez de agua, limitan su uso agropecuario. Pero, en pequeñas depresiones entre las colinas, donde hay depósitos coluviales y mantos de ceniza volcánica (no mapeables a la escala del trabajo) se pueden encontrar suelos fértiles y con buena disponibilidad de agua. La presencia de suelos evolucionados (Ultisoles) se puede considerar como heredada de otras condiciones climáticas, donde principalmente la humedad era mayor que la actual. En total, 9 paisajes y subpaisajes han sido definidos dentro de este gran paisaje.



Figure 1.7. Great Landscape C2, Structural and Erosional Mountains and Hills—Deposits at the base of slopes near La Argentina.
 Figura 1.7. Gran Paisaje C2, Montañas y Colinas Estructural-Erosionales—Depósitos de pie de ladera cercanos a La Argentina.

pockets are too small to map at the scale of this study, they do provide small amounts of fertile well-watered soils. Evolved soils (Ultisols) occur as a remnant of earlier, more humid, climatic conditions. A total of nine landscapes and sublandscapes has been defined within this great landscape.

Soilscapes of the Temperate Humid Climatic Province (C)

This climatic province has higher precipitation than evapotranspiration because of increased condensation in cloud masses rising on the winds that collide with the slopes of the central cordillera (Botero 1985). Occasional seasons of water deficit, however, can still occur (Chapter 2). The Ignimbrite High Plain (C1) is the most extensive great landscape in this climatic province, followed by the Structural-Erosional Mountains and Hills (C2).

Ignimbrite High Plain (C1)

The undulating surface of the high plain lies high above the river canyons deeply eroded into the parent material. Its general downward slope from west to east has been broken into a series of steps by vertical tectonic movements, particularly noticeable near the Serranía de las Minas and the town of La Argentina (Figure 1.5).

Soils are generally old, formed under climatic conditions very different from those of the present day. They are very deep and leached and have not been rejuvenated because erosion is very slow in the gentle relief of the high plain's surface. In some parts, recent coverings of volcanic ash are seen, particularly in topographic depressions. For human use, this great landscape presents problems in the form of low soil fertility, steep slopes, and lack of effective depth as the result of impermeable layers. Modern uses include livestock raising



Figura 1.8. Gran Paisaje D2, Mantos de Ceniza Volcánica.—Figure 1.8. Great Landscape D2, Mantles of Volcanic Ash.

Suelos de Clima Templado Húmedo (C)

En esta provincia climática hay un predominio de la precipitación sobre la evapotranspiración, debido a que las nubes condensadas al ascender y chocar con las primeras laderas se precipitan con mayor intensidad que en las partes bajas (Botero 1985), aunque se presentan ciertos períodos en el año de deficiencia de agua (Capítulo 2). La Altillanura Ignimbrítica (C1) es el gran paisaje dominante en esta zona, seguida por las Montañas y Colinas Estructural-Erosionales (C2).

Altillanura Ignimbrítica (C1)

La superficie de la altillanura se encuentra a alturas considerables, en relación con los ríos encajonados en su material. Esta unidad presenta un relieve ondulado, afectado por movimientos tectónicos verticales que han alterado la continuidad de su pendiente, en el sentido occidente-oriente, formando escalones, especialmente cerca de la Serranía de Minas y del

pueblo de La Argentina (Figura 1.5).

Los suelos típicos son viejos, desarrollados en condiciones diferentes a las actuales y que se caracterizan por ser profundos y muy lavados; no se han rejuvenecido como consecuencia de sus relieves suaves y porque los procesos erosivos son lentos. En algunos sectores se observan coberturas de ceniza volcánica reciente, especialmente donde el relieve es plano cóncavo. Los limitantes para el uso humano de este gran paisaje son la baja fertilidad de los suelos, las pendientes pronunciadas y la profundidad efectiva, limitada por horizontes argílicos. Hoy en día sus usos incluyen potreros para ganadería extensiva y cultivos de café, plátano, yuca y caña.

Montañas y Colinas Estructural-Erosionales (C2)

En términos generales, esta unidad se puede subdividir en tres sectores bien definidos:

1. Escarpes abruptos que bajan hacia los ríos Loro, Aguacatal, Bedón, etc., donde se presenta remoción en masa muy intensiva que restringe el uso agropecuario (Figura 1.6);

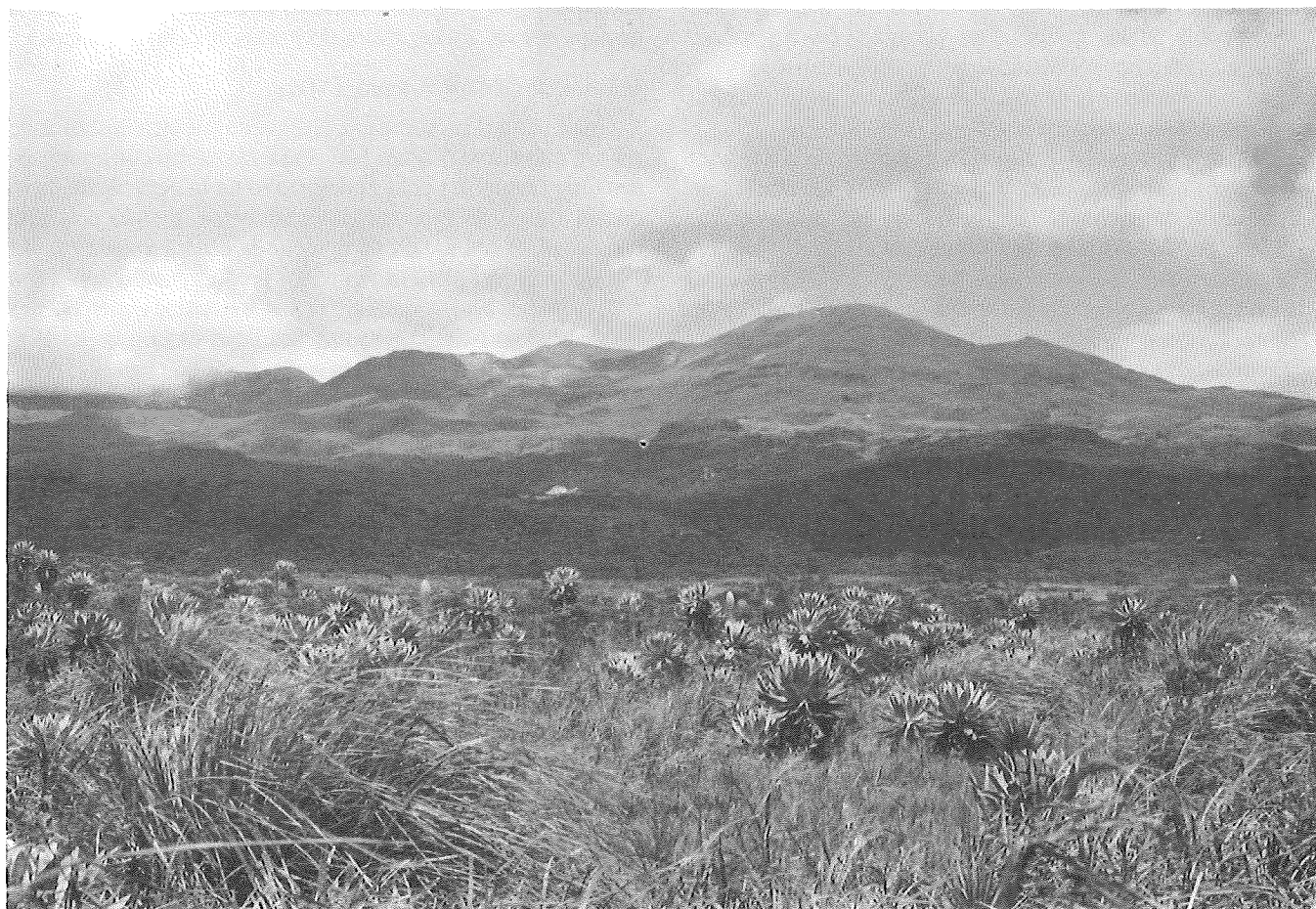


Figure 1.9. Great Landscape E, Páramo at Laguna San Rafael.
 Figura 1.9. Gran Paisaje E, Páramo Laguna San Rafael.

and cultivation of coffee, plantains, manioc, and sugar cane.

Structural-Erosional Mountains and Hills (C2)

This great landscape has three well-defined parts:

1. Abrupt cliffs that tower above the Ríos Loro, Aguacatal, Bedón, etc., where massive soil movements restrict agricultural use (Figure 1.6);
2. Deposits at the foot of slopes, such as those near Nátaga and La Argentina, with gentle relief, relatively fertile soils, and abundant water (conditions clearly favorable for the establishment of human settlements) (Figure 1.7);
3. Structural-Erosional slopes of the Serranía de las Minas and other high mountains. These tend toward the formation of fertile soils, but steep slopes and massive soil movements limit their use. Gentler slopes are attractive for human settlement because of readily accessible water and the diversity of adjacent microenvironments.

The majority of the soils in this great landscape have evolved from volcanic ash. It can be divided into seven different landscapes.

Soils of the Cold Humid Climatic Province (D)

The cold humid climatic province encompasses the highest part of the Valle de la Plata, except for the páramo which is not described in detail in this report. The distinguishing characteristic of this climatic province is an overabundance of water during the entire year, which favors the growth of abundant vegetation and permits the establishment of human settlements.

Ignimbrite High Plain (D1)

This great landscape is the continuation of the high plain of the temperate climatic province. It shows the same very old soils, still containing volcanic ash, that result from very slow processes of erosion. Its relief varies from gentle to sharply rolling over a large area of great uniformity. There are innumerable small hills separated by a dense network of streams in an essentially dendritic form.

2. Depósitos de pie de ladera, como los que ocurren a los alrededores de los poblados de Nátaga y La Argentina, caracterizados por pendientes suaves, suelos relativamente fértiles y abundancia de agua (condiciones propicias para establecer asentamientos humanos) (Figura 1.7);
3. Pendientes estructural-erosionales que bajan de la Serranía de Minas y de otras montañas altas. Hay tendencias de formación de suelos fértiles pero muy limitadas por las fuertes pendientes y las remociones en masa activas. En pendientes más suaves se espera asentamientos humanos, como consecuencia de la buena disponibilidad de agua y de la existencia de una diversidad de microambientes en los alrededores.

Es de anotar que la mayoría de los suelos que se presentan en esta zona tienen herencia de ceniza volcánica. El gran paisaje se divide en siete paisajes diferentes.

Suelos de Clima Frío Húmedo (D)

La provincia climática frío húmedo integra los suelos ubicados en la zona más alta del área estudiada, con excepción de los del páramo que no se describen en detalle en este informe. Una característica muy importante de esta unidad es la presencia de exceso de agua durante todo el año, hecho que favorece el crecimiento de abundante vegetación y que permite el establecimiento de asentamientos humanos.

Altillanura Ignimbrítica (D1)

Es la continuación de la altillanura de clima templado y que presenta suelos viejos, con procesos erosivos lentos y donde la ceniza volcánica permanece en el suelo. Su relieve es de ligero a fuertemente ondulado, de gran uniformidad, constituido por un sinnúmero de montículos separados por una red de drenaje densa y esencialmente de tipo dendrítico.

Los limitantes para el uso humano de este gran paisaje son su clima frío, los suelos superficiales con baja disponibilidad de nutrientes y pendientes pronunciadas. Sus usos modernos

principales son pastoreo extensivo en los alfisoles y cultivos de papa en eras, en los suelos derivados de ceniza volcánica.

Mantos de Ceniza Volcánica (D2)

Estos mantos recubren a la altillanura y a otros sectores de relieve más suave (Figura 1.8). Presenta suelos con condiciones muy favorables para el desarrollo de la agricultura, pero con el riesgo de producir deslizamientos, debido a la alta capacidad de saturación de agua de la ceniza volcánica. El relieve varía de plano a colinado, predominando áreas con relieve plano. En términos generales, los suelos tienen buenas características físicas, pero una fertilidad natural baja. Hoy predomina la ganadería extensiva en áreas que han sido deforestadas.

Montañas y Colinas (D3)

Esta unidad presenta relieves fuertes, labrados en roca dura, donde la Formación Saldaña tiene gran importancia. Los suelos son de baja fertilidad, muy ácidos y muy pedregosos. Los procesos erosivos son muy activos, que sumados a los otros factores restringen el uso de la tierra. Sin embargo, de los tres paisajes en los cuales se subdivide este gran paisaje, él que se deriva de las rocas intrusivas Jurásicas presenta suelos profundos y bien drenados con una fertilidad natural media. Aunque el uso principal de este gran paisaje es de ganadería extensiva, también se encuentran algunos cultivos de papa, cereales y frutales de tierra fría (mora, tomate de árbol).

Subpáramo y Páramo (E)

Esta parte del Valle de la Plata no ha sido estudiado en detalle hasta el momento. Sin embargo sus límites aproximados se indican en el mapa (Figura 1.1). Consiste en un gran paisaje de depósitos morrénicos, piroclásticos y glaciofluviales, flujos de lodo y coluvios (Figura 1.9). Su clima frío y de alta nubosidad conduce a una baja evapotranspiración, la cual resulta en condiciones muy húmedas (Capítulo 2). Proporciona muy pocas posibilidades para el uso humano.

The limitations for human use of this great landscape are cold climate, shallow soils with few nutrients, and steep slopes. Its principal modern uses are extensive grazing of cattle and potato cultivation in fields ridged for drainage in the soils derived from volcanic ash.

Mantles of Volcanic Ash (D2)

These mantles cover the high plain and other zones of gentle relief (Figure 1.8). The soils are very favorable for agriculture, although there is severe risk of landslides owing to the high water-retaining capacity of the volcanic ash. Relief ranges from flat to rolling, with flatter areas predominating. Generally, the soils have good physical characteristics but low natural fertility. Today, extensive livestock raising predominates in the areas that have been deforested.

Mountains and Hills (D3)

This great landscape presents steep slopes, eroded in hard rock, largely of the Saldaña Formation. The soils are of low

fertility, very acid, and very rocky. Erosion is severe, and, together with the soil characteristics, restricts land use. Even so, of the three landscapes into which this great landscape can be divided, the one derived from Jurassic intrusive rocks provides deep, well-drained soils of moderate natural fertility. Although the principal modern use of this great landscape is livestock raising, there is also some cultivation of potatoes, grains, and cold tolerant fruits such as *mora* and *tomate de árbol*.

Subpáramo and Páramo (E)

This part of the Valle de la Plata has not been studied in detail, but its approximate limits are indicated on the map (Figure 1.1). It consists of a great landscape of moraines, deposits of pyroclasts, mudflows, and colluvium (Figure 1.9). Its cold, cloudy climate results in low evapotranspiration and very humid conditions (Chapter 2). It offers very little for human exploitation.

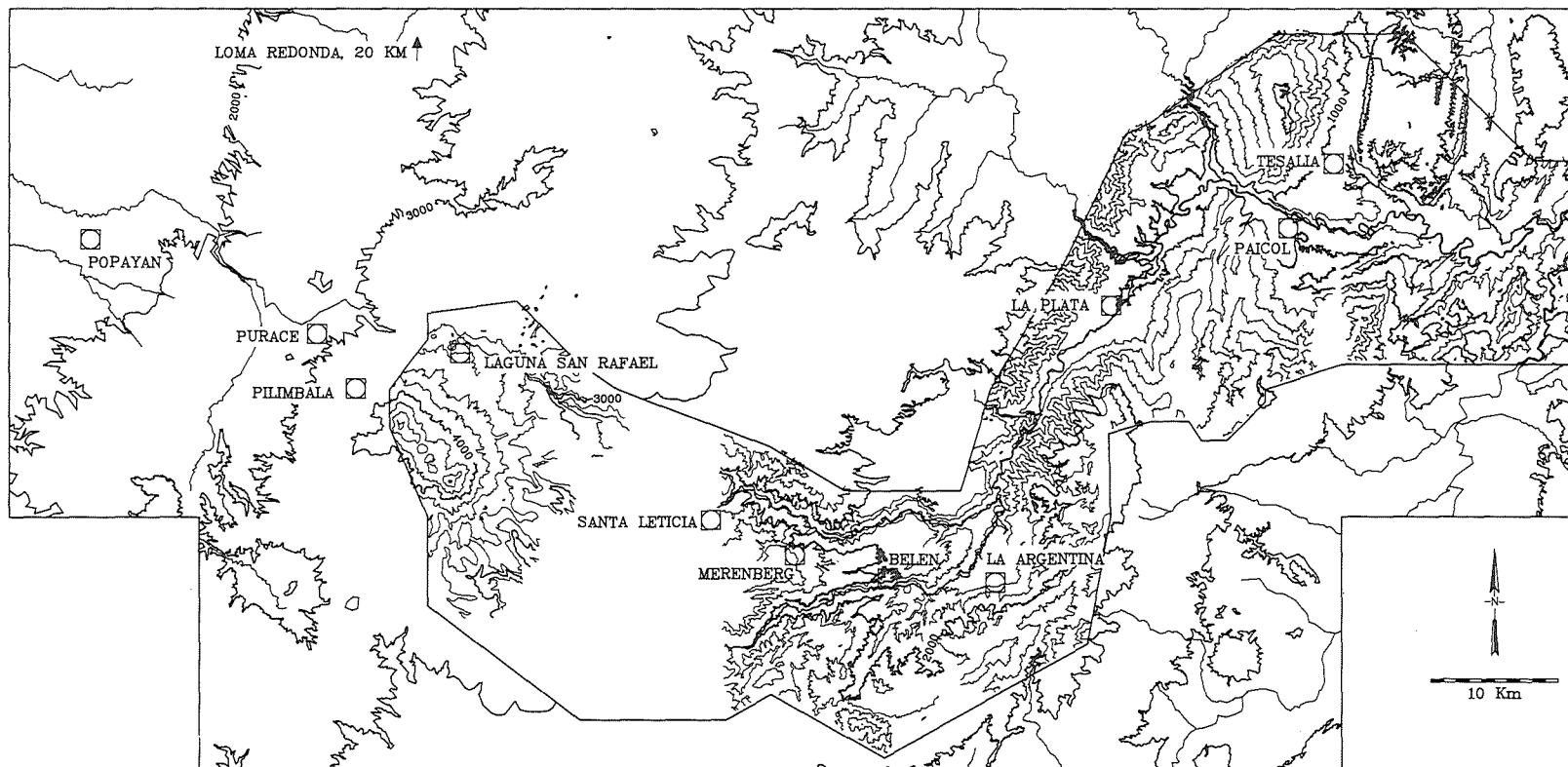


Figure 2.1. Map locating the meteorological stations along the transect studied.—Figura 2.1. Mapa del transecto de estudio climatológico ubicando las estaciones meteorológicas.

Climate

*J. Orlando Rangel Ch.
Nohora E. Espejo B.*

The experience of the project ECOANDES (Pérez 1983 and 1984, van der Hammen 1984a) has demonstrated the importance of conducting climatological studies in the context of interdisciplinary research on Colombian biological systems. Documentation of such parameters as precipitation and hydrologic balance is fundamental to the understanding of the structure and organization of biotic communities, for example, along an altitudinal gradient.

A climatological work with an ecological orientation, must do more than present tables and graphs of data. It must provide an integrated and comparative analysis. Characterization of the rainfall regime, annual variation, and the contrast between unusually wet and dry years, are necessary to interdisciplinary studies like the Proyecto Arqueológico Valle de la Plata.

Methodology

Basic information was taken from the meteorological reports of the Instituto Colombiano de Meteorología, Hidrología y Adecuación de Tierras (HIMAT). There are only two complete climatological stations in the Valle de la Plata, one in Santa Leticia at 2150 m above sea level, and the other in La Plata at 980 m above sea level.¹ For these two localities, hydrological tables and graphs were prepared according to Thornthwaite's procedures (Eslava 1986). The other climatological stations are capable only of measuring precipitation. The locations of all of the stations referred to in this chapter are given on the map in Figure 2.1, which includes not only Valle de la Plata, but also the western slope of the central cordillera.

Results

For the two complete climatological stations temperature, relative humidity, evaporation, cloud cover, wind velocity, and

1. The altitudes used in this chapter are based on topographic maps of the Instituto Geográfico Agustín Codazzi and on our own observations in the field. Some of these data are not in agreement with HIMAT's figures.

hydrologic balance were analyzed.

Temperature

In Santa Leticia the average high, middle, and low temperature values (Figure 2.2a and Table 2.1) decline during the first months of the year to a low point in July and August. From then on, temperature rises to a maximum in February. Mean monthly high temperatures vary by only 1.6°C during the course of the year, and mean monthly low temperatures, by only 0.8°C, a value close to that of the monthly mean, at 1.0°C. The absolute extremes recorded are 21.6°C and 10.3°C. In short, temperature is quite uniform throughout the year in Santa Leticia. Extreme high and low temperatures differ most in the warmest months—January, February, October, and November (8.4 to 8.7°C)—and least in the coolest months—June and July (7.6 and 7.4°C).

In La Plata, mean monthly high temperature (Figure 2.3a and Table 2.2) is lowest in June and July. During the other months, there is little variation, with the highest value (31.3°C) occurring in March. Annual variation in mean monthly high temperature, then, is 3.2°C. Mean monthly low temperature is lowest during the second half of the year (July–October). It rises in November and December only to decrease sharply in January (to 9.6°C). From February until June its behavior is uniform. Mean monthly lows differ by 5.6°C during the year. Monthly means vary much less, with the lowest values in January, the highest in March. The extreme temperatures differ by 17.5°C, from 30.9 to 13.4°C.

Relative Humidity

In Santa Leticia, relative humidity shows very little annual variation (Table 2.1), ranging from 80% in August and September to 84% in April.

In La Plata, relative humidity is fairly uniform during the first part of the year (January–May), with values up to 81.6% (Table 2.2). During the second part of the year (June–October), humidity is lower, with a minimum of 74.3%. Humidity varies with the temperature, with greatest variation during the second part of the year. The annual average is 78.5%.

Capítulo 2

Clima

*J. Orlando Rangel Ch.
Nohora E. Espejo B.*

Las caracterizaciones climáticas desarrolladas en el proyecto de investigación ECOANDES (Pérez 1983 y 1984, van der Hammen 1984a) han señalado la singular importancia de realizar estas manifestaciones en el contexto de las investigaciones interdisciplinarias sobre sistemas biológicos colombianos. El conocimiento de la marcha de parámetros tan fundamentales como la precipitación y el proceso de economía hídrica, da el soporte teórico trascendental para la compren-

sión de la estructura y organización de las comunidades bióticas, por ejemplo a lo largo de un gradiente altitudinal.

En una contribución climatológica de orientación ecológica, deben primar la integración de varios parámetros y el análisis comparativo, antes que la presentación escueta y estática de datos y gráficas. Las aproximaciones sobre el tipo de régimen pluviométrico, la variación interanual, y el comportamiento a lo largo de un año con exceso de agua (húmedo)

Tabla 2.1. Promedios multianuales de algunos parámetros climáticos en Santa Leticia.
Table 2.1. Mean monthly values for climate variables in Santa Leticia.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	\bar{X}
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	\bar{X}
Temperatura Media Máxima (°C) Median Maximum Temperature (°C)	19.9	20.0	19.6	19.6	19.6	18.9	18.4	18.7	19.1	19.5	19.7	19.8	19.4
Temperatura Media Mínima (°C) Median Minimum Temperature (°C)	11.2	11.5	11.4	11.4	11.3	11.3	11.0	10.7	10.8	11.0	11.3	11.2	11.2
Temperatura Media (°C) Median Temperature (°C)	15.5	15.5	15.4	15.3	15.5	14.9	14.5	14.8	15.1	15.3	15.4	15.4	15.2
Humedad Relativa (%) Relative Humidity (%)	81	81	83	84	82	83	81	80	80	81	82	82	82
Evaporación (mm) Evaporation (mm)	83	64	73	64	66	63	61	65	73	76	77	79	70
Nubosidad (octavos) Cloud cover (eighths)	7.0	7.1	7.2	7.1	7.1	6.9	7.2	7.3	7.1	7.2	7.0	7.0	7.1
Velocidad del viento (m/seg) Wind speed (m/sec)	0.7	0.6	0.8	0.6	0.8	0.9	0.7	0.8	0.8	0.6	0.8	0.6	0.7
Precipitación (mm) Precipitation (mm)	68	105	138	184	194	166	166	135	159	181	180	120	150

Evaporation

In Santa Leticia, total annual evaporation is 843.6 mm (a monthly average of 70.3 mm). July, with 61.2 mm, is the lowest monthly value, and January, with 82.8, the highest (Figure 2.2c and Table 2.1). In general evaporation is higher in the months with least rainfall (December–March) and, obviously, in the warmest months.

In La Plata, total annual evaporation is 1412 mm, distributed very evenly throughout the year (Figure 2.3b and Table 2.2), except for June and July which have higher values (197.2 and 220.4 mm).

Cloud Cover

Santa Leticia has uniformly cloudy conditions during the entire year, with a low of 6.9 eighths in June and a high of 7.3 eighths in August (Table 2.1). La Plata is less cloudy, with an overall average of 5.8 eighths, but similar to Santa Leticia in showing little variation from month to month.

Wind Velocity

Santa Leticia (Figure 2.2b, Table 2.1) has a low monthly average wind velocity of 0.7 m/sec. Wind velocity changes little during the year, with a low monthly mean of 0.6 and a high of 0.9 m/sec. In La Plata (Figure 2.3b and Table 2.2), although monthly differences in wind velocity are slight, a period of low values is observed (January–June) with a minimum of 0.5 m/sec in June. There is also a period with higher values, reaching 1.9 m/sec in August. The monthly average is 1.3 m/sec.

Hydrologic Balance

Thornthwaite’s hydrologic balance (Eslava 1986) shows no months of soil water deficit for Santa Leticia (Figure 2.4 and Table 2.3). On the contrary, all months have water surpluses, especially April and May, with 124.5 and 131.7 mm respectively. January and February show the lowest amount of excess water (5.6 and 48.5 mm respectively). The total annual water surplus is 1078.7 mm. In Thornthwaite’s climatic clas-

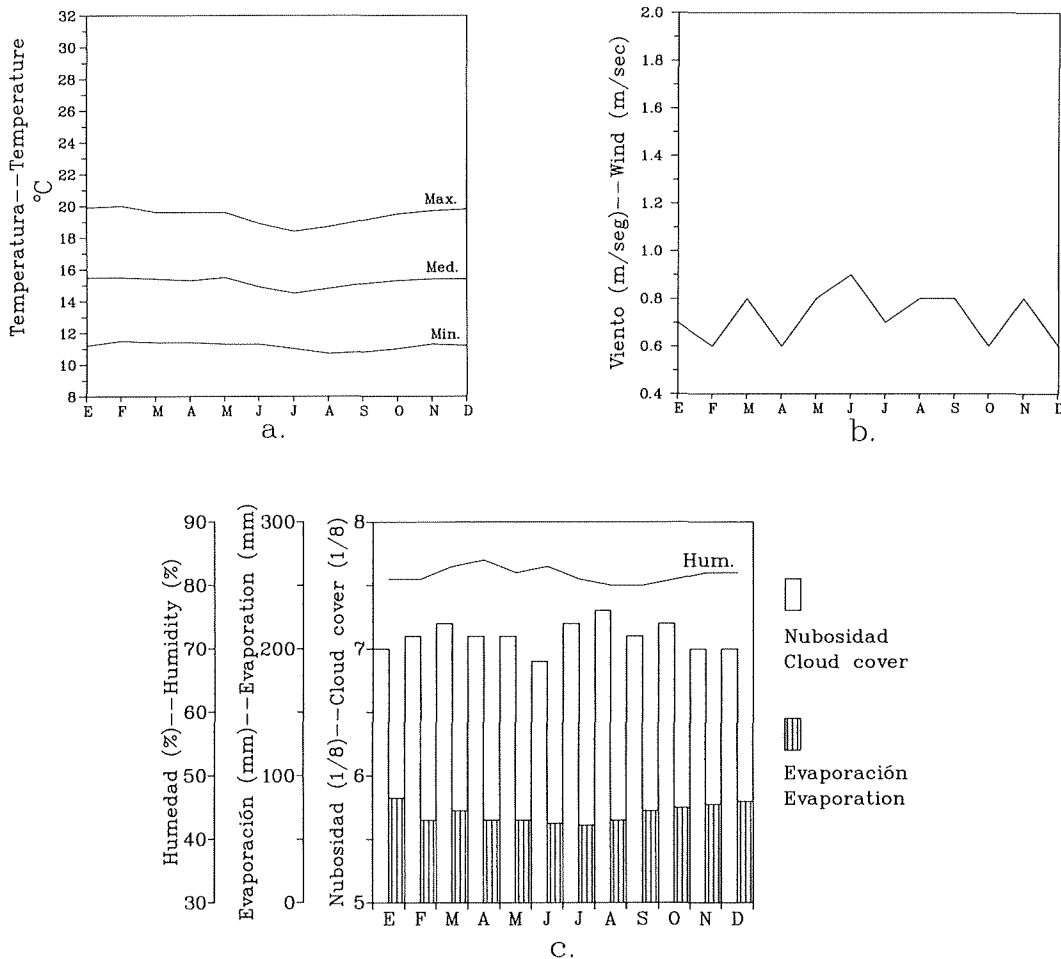


Figure 2.2. Climate variables, Santa Leticia station.—Figura 2.2. Factores climáticos, estación Santa Leticia.

y de uno con deficiencia (seco), trazan pautas importantes en la integración bioecológica final de un estudio interdisciplinario como el Proyecto Arqueológico Valle de la Plata.

Metodología

La información básica se tomó de los reportes meteorológicos que proporciona el Instituto Colombiano de Meteorología, Hidrología y Adecuación de Tierras (HIMAT). Los datos se completaron y seleccionaron en las tablas respectivas que son la base para la confección de las diferentes gráficas. En la región de estudio únicamente existen dos estaciones climatológicas completas, una en Santa Leticia a 2150 msnm, y la otra en La Plata a 980 msnm.¹ Para Santa Leticia y La Plata se elaboraron los diagramas hídricos de Thornthwaite (Eslava 1986), cuyas tablas detalladas también se consignan. En las restantes localidades donde existen otras estaciones solamente se cuenta con registros de precipitación. Todas las estaciones se encuentran en el mapa de la Figura 2.1, el cual incluye no sólo el Valle de la Plata sino también la vertiente occidental de la cordillera central.

1. Las altitudes dadas en este capítulo se basan en la cartografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi y en nuestras propias observaciones en el campo. Algunos de estos datos no concuerdan con los dados por el HIMAT.

Resultados

Para las dos estaciones climatológicas completas se analizaron los parámetros de temperatura, humedad relativa, evaporación, nubosidad, velocidad del viento y balance hídrico.

Temperatura

En Santa Leticia las curvas para los valores promedios de las temperaturas máximas, medias y mínimas (Figura 2.2a y Tabla 2.1) muestran una fase caracterizada por descensos en los primeros meses del año (marzo-abril) que se hacen drásticos en julio y agosto, los meses con valores más bajos. A partir de allí, los valores empiezan a recuperarse hasta alcanzar puntos máximos en febrero. La oscilación de las temperaturas máximas es de 1.6°C, la de las mínimas 0.8°C, valor que se acerca a la variación de las temperaturas medias que es 1.0°C. Las mediciones extremas (absolutas) que se alcanzaron fueron 21.6°C y 10.3°C. El comportamiento señalado aparentemente indica una marcada uniformidad térmica anual. Las variaciones entre los valores extremos de las temperaturas máxima y mínima son mayores en los meses más calientes—enero, febrero, octubre, y noviembre (8.4 a 8.7°C)—y menores en los meses menos calientes—junio y julio (7.6 y 7.4°C).

Tabla 2.2. Promedios multianuales de algunos parámetros climáticos en La Plata.
Table 2.2. Mean monthly values for climate variables in La Plata.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	\bar{X}
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	\bar{X}
Temperatura Media Máxima (°C) Median Maximum Temperature (°C)	30.1	30.7	31.3	31.0	30.2	28.1	28.5	31.0	31.2	30.8	30.0	30.2	30.3
Temperatura Media Mínima (°C) Median Minimum Temperature (°C)	9.6	14.8	14.5	14.9	14.7	14.8	13.5	12.7	12.9	13.2	15.2	13.5	13.7
Temperatura Media (°C) Median Temperature (°C)	19.5	22.0	22.2	22.1	21.7	21.5	21.2	21.6	21.8	21.8	21.8	21.5	21.6
Humedad Relativa (%) Relative Humidity (%)	78	80	79	81	82	79	77	74	75	78	80	80	79
Evaporación (mm) Evaporation (mm)	105	87	101	90	109	197	220	99	109	99	97	99	118
Nubosidad (octavos) Cloud cover (eighths)	5.3	6.0	6.1	5.7	6.1	6.1	6.1	5.8	5.6	5.8	5.8	5.6	5.8
Velocidad del viento (m/seg) Wind speed (m/sec)	1.1	1.0	1.2	1.0	0.9	0.5	1.7	1.9	1.5	1.9	1.7	0.9	1.3
Precipitación (mm) Precipitation (mm)	64	154	193	158	136	88	95	79	85	150	137	179	127

sification (Eslava 1986), Santa Leticia falls in the category ArB'2a' (superhumid, with no water deficit, mesothermal, slightly cooler during the northern hemisphere summer [April–September]). By Holdridge's (1979) method of calculating hydrologic balance, January has a slight water deficit, but all other months show a surplus (Figure 2.4d).

La Plata has three months (August, September, and January) with a water storage deficit. That is, more water leaves the environment than enters it, even though in strict terms there is no real deficit (Figure 2.5c and Table 2.4). The months with the greatest water surplus are March and April; June and July have the lowest. The total annual water surplus is 491.2 mm, less than half that of Santa Leticia. In Thornthwaite's climatic classification (Eslava 1986), La Plata is B2r'B4a', moderately humid, with little or no water deficit in the environment, mesothermal verging on megathermal, slightly cooler during the northern hemisphere summer.

Precipitation Variation on the Two Slopes of the Transect

This section summarizes the climatological data for a complete transect across the central cordillera, from the Río Magdalena valley to the Río Cauca valley. Only precipitation data are available for the climatological stations listed below in addition to Santa Leticia and La Plata (Table 2.5). The eastern slope (towards the Río Magdalena) corresponds to the Valle de la Plata study area, while the western slope (towards the Río Cauca) extends beyond it (Figure 2.1). The following descriptions begin with the climatological station nearest the Río Magdalena, proceed up the eastern slope to Laguna San Rafael at the peak, and continue down the western slope to conclude at Popayán on the Río Cauca.

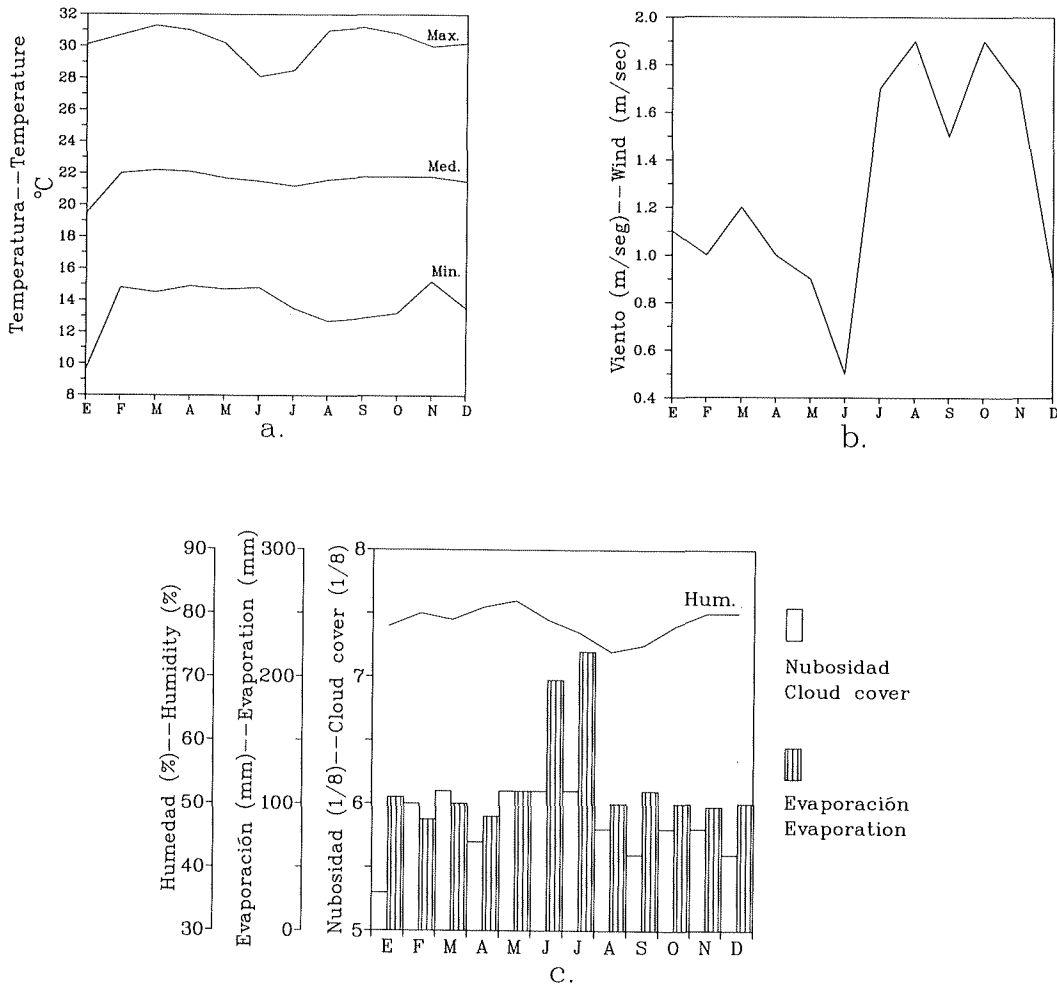


Figure 2.3. Climate variables, La Plata station.—Figura 2.3. Factores climáticos, estación La Plata.

En La Plata, la curva de la temperatura máxima (Figura 2.3a y Tabla 2.2) muestra los valores mínimos en junio y julio, en el resto del año el comportamiento es bastante uniforme, alcanzándose el valor extremo de 31.3°C en marzo. La fluctuación es del orden de 3.2°C. La curva de la temperatura mínima muestra un descenso característico en la segunda mitad del año, desde julio hasta octubre. Se recupera en noviembre y diciembre para disminuir drásticamente en enero (9.6°C). Desde febrero hasta junio el comportamiento es uniforme. La fluctuación de las temperaturas mínimas es 5.6°C. El comportamiento de la temperatura media es muy homogéneo; enero es el mes con el valor más bajo, y marzo, el más alto. Las temperaturas extremas varían desde 30.9

hasta 13.4°C, es decir que hay una oscilación térmica anual de 17.5°C.

Humedad Relativa

En Santa Leticia, los valores varían muy poco (Tabla 2.1). Oscilan entre 80% (agosto–septiembre) y 84% (abril).

En la Plata, en la primera mitad del año (enero–mayo), el comportamiento es aproximadamente uniforme con valores hasta de 81.6% (Tabla 2.2). En la segunda mitad (junio–octubre), los valores descienden hasta alcanzar el mínimo de 74.3%. La marcha mensual guarda relación con la oscilación de las temperaturas, cuya variación en el segundo período del año es mayor. La media anual es 78.5%. Las fluctuaciones

Tabla 2.3. Balance hídrico, según Thornthwaite, en Santa Leticia.
Table 2.3. Hydrologic balance, by Thornthwaite's method, in Santa Leticia.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Σ
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Σ
Temperatura Media (°C) Median Temperature (°C)	(T) 15.5	15.5	15.4	15.3	15.5	14.9	14.5	14.8	15.1	15.3	15.4	15.4	
Índice Calórico Heat Index	(i) 5.55	5.55	5.49	5.44	5.55	5.22	5.01	5.17	5.33	5.44	5.49	5.38	64.6
Evapotransp. No Ajustado (mm) Unadjusted Evapotransp. (mm)	(E _i) 60.0	60.0	59.5	59.0	60.0	57.0	54.0	56.0	58.0	59.0	59.5	58.5	
Evapotransp. Ajustado (mm) Adjusted Evapotransp. (mm)	(E _p) 62.4	56.4	61.9	59.6	62.4	57.6	56.2	58.2	58.6	61.4	60.1	60.8	716
Precipitación (mm) Precipitation (mm)	(P) 68.0	104.9	138.1	184.1	194.1	165.8	165.5	134.9	159.0	181.0	179.6	119.6	1795
Almacenamiento (mm) Storage (mm)	(A) 100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
Cambio de Almacenamiento (mm) Storage Change (mm)	(AA) 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Exceso (mm) Surplus (mm)	(E) 5.6	48.5	76.2	124.5	131.7	107.9	109.3	76.7	100.4	119.6	119.5	58.8	1079
Deficiencia (mm) Deficit (mm)	(D) 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Evapotransp. Real (mm) Actual Evapotransp. (mm)	(E _r) 62.4	56.4	61.9	59.6	62.4	57.6	56.2	58.2	58.6	61.4	60.1	60.8	
Factor de Humedad Humidity Factor	(RH) 0.08	0.85	1.23	2.08	2.11	1.87	1.94	1.31	1.71	1.94	1.98	0.96	
Índice de Humedad Humidity Index	$I_h = \frac{E}{E_p} \times 100 = \frac{1079}{716} \times 100 = 151$												

Eastern Slope

Páez-Paicol (788 m above sea level)
 Mean monthly precipitation: 176 mm
 Annual total: 2108 mm

The precipitation regime is unimodal-biseasonal (Figure 2.6a and Table 2.5), with precipitation concentrated in the seven-month period from October through April when 80% of the rainfall occurs. The remaining five months comprise a period of scarce precipitation with only 20% of the average annual rainfall. The wettest months are December and January with over 300 mm each, and the driest is July with 32 mm.

Variation from year to year over the period 1979–1985 shows an alternation of wet and dry years (Figure 2.6b). The wettest year, 1982, saw 2660 mm of precipitation—26% over

the annual average. In the driest year, 1980, the precipitation of 1700 mm was 19% below the average. During the brief period for which data are available, then, differences in total precipitation between dry and wet years are not sharply marked. In a wet year (Figure 2.6c) the majority of months have more precipitation than the multi-year monthly average. The driest season of the year remains the same in both cases. The lowest monthly precipitation value recorded (August, 1982) was during an unusually wet year.

Tesalia-El Hatillo (900 m above sea level)
 Mean Monthly Precipitation: 142 mm
 Annual Total: 1702 mm

The precipitation regime is unimodal-biseasonal (Figure 2.7a and Table 2.5), with an annual rainy period that begins in

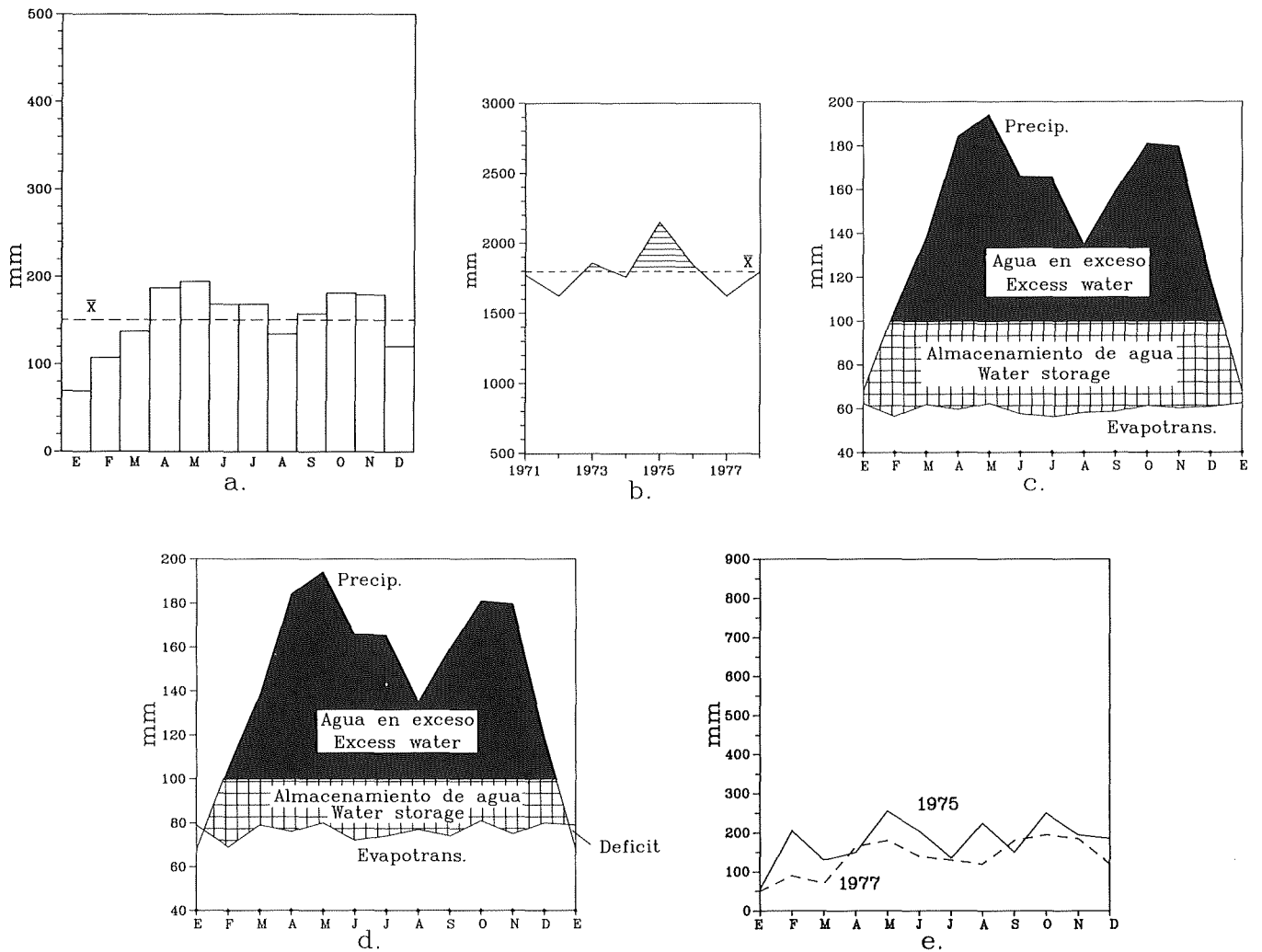


Figure 2.4. Precipitation and hydrologic balance, Santa Leticia station.
 Figura 2.4. Comportamiento de la precipitación y balance hídrico, estación Santa Leticia.

mínimas a lo largo del año están relacionadas con la aparente isoterma anual. Así por ejemplo en julio, agosto y septiembre, meses con temperaturas ligeramente más altas que los restantes, la humedad relativa es más baja.

Evaporación

En Santa Leticia, el total anual de evaporación es de 843.6 mm, con media mensual de 70.3 mm. El comportamiento mensual (Figura 2.2c y Tabla 2.1) muestra a julio como el mes con valor menor (61.2 mm) y a enero como el mes con valor mayor (82.8 mm). En general los registros son más altos en los meses menos lluviosos (diciembre a marzo) y, obviamente, en los meses más cálidos.

En La Plata, el monto anual es 1412 mm, distribuidos casi que regularmente a lo largo del año (Figura 2.3b y Tabla 2.2), a excepción de junio y julio con valores muy altos (197.2 y 220.4 mm).

Nubosidad

En Santa Leticia, el parámetro fluctúa muy poco durante el año: 6.9 octavos en junio y 7.3 en agosto (Tabla 2.1). En La Plata, la distribución de los valores alrededor de la media mensual de 5.8 octavos también indica poca variabilidad del parámetro a lo largo del año (Tabla 2.2).

Tabla 2.4. Balance hídrico, según Thornthwaite, en La Plata.
Table 2.4. Hydrologic balance, by Thornthwaite's method, en La Plata.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Σ
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Σ
Temperatura Media (°C) Median Temperature (°C)	(T)	19.5	22.0	22.2	22.1	21.7	21.5	21.2	21.6	21.8	21.8	21.8	21.5	
Indice Calórico Heat Index	(i)	7.85	9.42	9.55	9.49	9.23	9.10	8.91	9.17	9.29	9.29	9.29	9.10	109.7
Evapotransp. No Ajustado (mm) Unadjusted Evapotransp. (mm)	(E _i)	65.1	88.5	89.4	90.0	85.0	83.0	80.0	83.5	85.5	85.5	85.5	83.0	1004
Evapotransp. Ajustado (mm) Adjusted Evapotransp. (mm)	(E _p)	67.7	83.2	92.9	91.0	89.2	84.7	83.2	86.8	86.4	89.0	85.5	85.5	1025
Precipitación (mm) Precipitation (mm)	(P)	64.1	153.6	192.7	158.5	135.8	88.1	94.7	79.3	84.7	149.6	137.2	178.9	1517
Almacenamiento (mm) Storage (mm)	(A)	96.4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	92.5	90.8	100.0	100.0	100.0	
Cambio de Almacenamiento (mm) Storage Change (mm)	(AA)	-3.6	+3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.5	-1.7	+9.2	0.0	0.0	
Exceso (mm) Surplus (mm)	(E)	0.0	66.0	99.8	67.5	46.6	3.4	11.5	0.0	0.0	51.4	52.0	93.0	491
Deficiencia (mm) Deficit (mm)	(D)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Evapotransp. Real (mm) Actual Evapotransp. (mm)	(E _r)	60.5	83.2	92.9	90.0	89.2	84.7	83.2	71.8	83.0	89.0	85.5	85.5	999
Factor de Humedad Humidity Factor	(RH)	-0.05	+0.85	+1.07	+0.74	+0.52	+0.04	+0.14	-0.10	-0.01	+0.67	+0.60	+1.10	
Indice de Humedad Humidity Index		$I_h = \frac{E}{E_p} \times 100 = \frac{491}{1025} \times 100 = 48$												

October and ends in May, and during which 90% of the total rainfall is recorded. The wettest month is November with 239 mm, and the driest is July with 22 mm.

The yearly variation for the period 1976–1984, shows a predominance of dry years (Figure 2.7b). Dry years occurred in 1980, 1981, 1983, and a wet year in 1982. In a wet year like 1982, with 3311 mm, rainfall exceeded the average by 95%, while in a dry year like 1983, with 1256 mm, the rainfall was 26% below the multi-year average. The contrast between wet and dry years is thus much more dramatic than that registered during the same period at the nearby Páez-Paicol station. In the wettest year (Figure 2.7c), the majority of months (eight) have monthly values higher than the multi-year monthly average; but even in the driest year, four months have higher than average precipitation. The wettest year had two months during which no precipitation was registered at all.

La Plata (980 m above sea level)
 Mean monthly precipitation: 126 mm
 Annual total: 1517 mm

Precipitation is of the bimodal-triseasonal type (Figure 2.5a and Table 2.4), with two periods of rainfall concentration. The first is from February to May with 641 mm or 40% of the total precipitation and a maximum in March (193 mm). The second is shorter (October to December) and sees 466 mm of rainfall, or 30% of the total. A period of low concentration is clearly differentiated between June and September, and January is a dry month with 64 mm.

The year to year variation between 1970 and 1977 shows a predominance of dry years over wet years (Figure 2.5b). In a wet year like 1973 (Figure 2.5d), 1980 mm were received—31% more than the annual average. The 1200 mm of precipi-

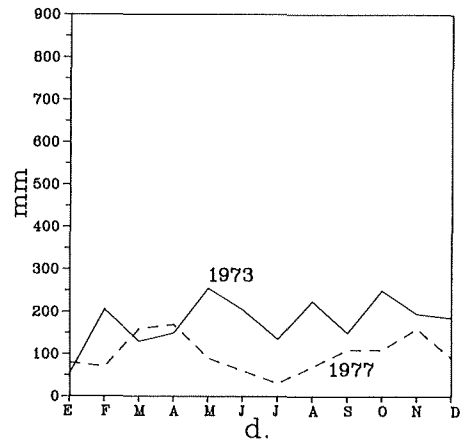
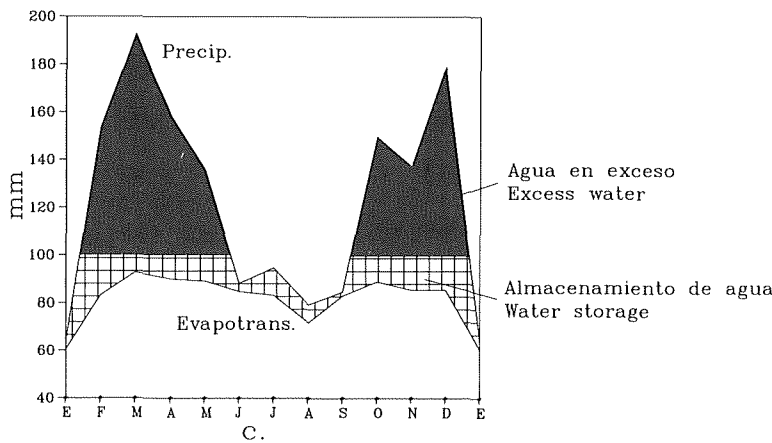
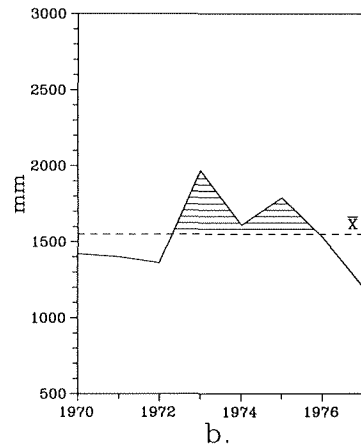
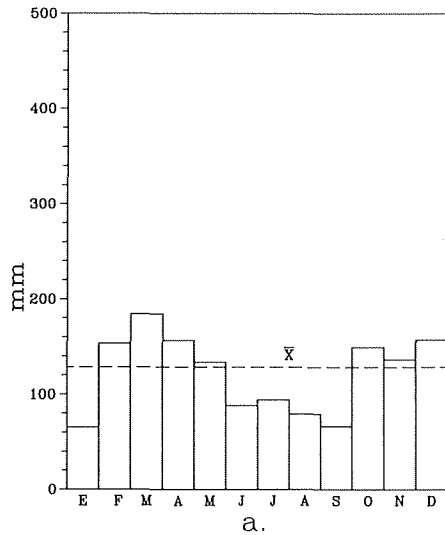


Figure 2.5. Precipitation and hydrologic balance, La Plata station.
 Figura 2.5. Comportamiento de la precipitación y balance hídrico, estación La Plata.

Velocidad del Viento

En Santa Leticia (Figura 2.2b, Tabla 2.1), la media mensual de 0.7 m/seg indica valores bajos sin efectos marcados sobre la biocenosis. Los promedios fluctúan entre 0.6 y 0.9 m/seg. En La Plata (Figura 2.3b y Tabla 2.2), no obstante que las diferencias mensuales son mínimas, se nota una época con valores bajos (enero-junio) con registros mínimos en junio de 0.5 m/seg, y otra con valores superiores, que alcanzan 1.9 m/seg en agosto. La media mensual es de 1.3 m/seg.

Balance Hídrico

En Santa Leticia, de acuerdo con el balance hídrico de Thornthwaite (Eslava 1986), no se presentan meses con deficiencia de agua en el suelo (Figura 2.4 y Tabla 2.3). Por el contrario, todos los meses tienen exceso de agua, que es mayor en abril y mayo, con 124.5 y 131.7 mm respectivamente. Enero y febrero muestran la menor cantidad de agua sobrante (5.6 y 48.5 mm en su orden). La cantidad de agua sobrante es 1078.7 mm durante el año. La clasificación climática de la zona según Thornthwaite (en Eslava 1986) es ArB'2a' que corresponde a un régimen superhúmedo con ninguna deficiencia de agua, mesotermal, con concentración baja de calor en la época de verano térmico para el hemisferio norte (abril-septiembre). Según la formulación de Holdridge (1979), en la mitad de enero se presentaría deficiencia de agua, mientras que en el resto del año sobraría agua en el suelo (Figura 2.4d).

En La Plata se presentan tres meses (agosto, septiembre, y

enero) con déficit de almacenamiento, es decir que es mayor la cantidad de agua que sale del ambiente que la que entra, aunque en términos estrictos no se presenta deficiencia (Figura 2.5c y Tabla 2.4). Los meses con mayor exceso de agua son marzo y abril; en junio y en julio el excedente es de menor cuantía. La cantidad de agua en exceso es 491.2 mm, es decir se tiene menos de la mitad del agua que sobra en Santa Leticia. La clasificación climática de la zona, según Thornthwaite (en Eslava 1986) es B2rB'4a', que significa clima moderadamente húmedo con poca o ninguna deficiencia de agua en el ambiente, mesotermal en límites con megatermal, con concentración baja del calor en la época de verano térmico del hemisferio norte.

Variación de la Precipitación en las Dos Vertientes del Transecto

Esta sección resume datos climatológicos para un transecto completo de la cordillera central, desde el valle del Río Magdalena hasta el valle del Río Cauca. Se cuenta únicamente con datos de precipitación para las otras estaciones climatológicas que a continuación se presentan (Tabla 2.5). La vertiente oriental (hacia el Río Magdalena) corresponde a la zona de estudio del Valle de la Plata mientras que la vertiente occidental (hacia el Río Cauca) no se ha contemplado en el Proyecto (Figura 2.1). En las siguientes descripciones se comienza en el valle del Magdalena, se sube por la vertiente oriental, para bajar por la vertiente occidental hasta el valle del Cauca.

Tabla 2.5. Marcha anual de la precipitación (mm) en varias estaciones del transecto.
Table 2.5. Monthly precipitation (mm) at various localities on the transect.

	Altitud	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	\bar{X}	Total
	Altitude	Years	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	\bar{X}	Total
	(m)															
Páez-Paicol	788	1979-1985	308	180	227	198	162	62	32	68	88	212	262	309	176	2108
Tesalia-El Hatillo	900	1976-1984	179	148	228	218	159	40	22	28	65	199	239	177	142	1702
La Argentina	1550	1971-1981	80	137	197	223	210	166	162	134	116	195	215	139	165	1974
Belén	2000	1981-1985	159	163	145	183	205	143	130	60	78	108	98	86	130	1558
Hacienda Merenberg	2350	1980-1984	119	168	206	288	300	192	180	149	164	226	148	152	191	2292
Laguna San Rafael	3420	1971-1978	90	97	125	174	215	286	369	256	185	159	163	144	189	2263
Termales de Pilimbalá	2900	1971-1980	125	102	148	176	120	112	151	100	92	212	228	151	143	1717
Loma Redonda	2750	1971-1985	98	107	137	195	294	382	476	335	263	183	176	142	232	2788
Puracé	2646	1971-1981	159	190	193	229	125	66	56	60	93	251	281	260	164	1963
Popayán	1730	1955-1984	190	165	185	190	160	85	45	45	100	285	335	275	172	2060

tation in a dry year like 1977 comprise 21% less than the yearly average. These are relatively modest differences between wet and dry years. In a wet year (Figure 2.5d) there are only two months with values less than average, while in a dry year the majority of months have less than average rainfall. The lowest value recorded (30 mm) was for both February in the wettest year and July in the driest year. Even though the periods of rainfall concentration differ from year to year in duration and in total precipitation, the points of highest rainfall intensity coincide.

La Argentina (1550 m above sea level)
 Mean monthly precipitation: 165 mm
 Annual total: 1974 mm

The precipitation regime is bimodal-tetraseasonal (Figure 2.8a and Table 2.5), with two periods of rainfall concentration. In the first of these, of four months duration (March–June), 789 mm or 40% of the total precipitation fell. The wettest month is April with 224 mm. In the second period, of two months duration, 410 mm fell, which is 20% of the annual total. The dry periods (July–September and December–February) each last three months. The lowest monthly mean, 80 mm, is for January.

The yearly variation in the period 1971–1981, shows a small predominance of wet years (six) over dry years (five) (Figure 2.7b). The 2820 mm of rainfall in the wettest year was 43% above the multi-year average. The driest year had 1263 mm or 36% below the average. These are sharp enough differences between dry and wet years to have important impacts on plant and animal communities. In the wettest year (Figure 2.8c), only January and February had below average precipitation. In the driest year, all months had less rainfall than the monthly means. The lowest value was registered in

January of the dry year.

Belén (2000 m above sea level)
 Mean monthly precipitation: 130 mm
 Annual total: 1558 mm

The precipitation regime is unimodal-biseasonal (Figure 2.9a and Table 2.5), with a period of rainfall concentration of seven months from January to July, with 1128 mm or 70% of the yearly total. In the period of scarce rainfall, which begins in August and ends in December, there is 430 mm or 30% of the annual total. The highest value is 205 mm in May, and the lowest, 60 mm in August.

Dry years prevail in the short (1981–1985) period for which data are available (Figure 2.9b). The wettest year, with 2780 mm of precipitation, had 78% more than average, while the driest year, with 580 mm, was 63% below average. The difference between a wet year and a dry year is thus quite marked. In a wet year like 1981 (Figure 2.9c), the majority of the monthly values are above average. In a dry year, on the contrary, all months are below the average. The lowest monthly precipitation in the wettest year coincides with the average drier season, but this same season is the wettest part of the driest year. The driest month recorded was December of the driest year, with 15 mm of rainfall, and the wettest was January of the wettest year, with 405 mm.

Santa Leticia (2150 m above sea level)
 Mean monthly precipitation: 150 mm
 Annual total: 1795 mm

The precipitation regime can be described as bimodal with two periods of rainfall concentration (Figure 2.4a and Table 2.3). The first includes April through July and receives 40% of the yearly rainfall total, with a high value in May (194 mm).

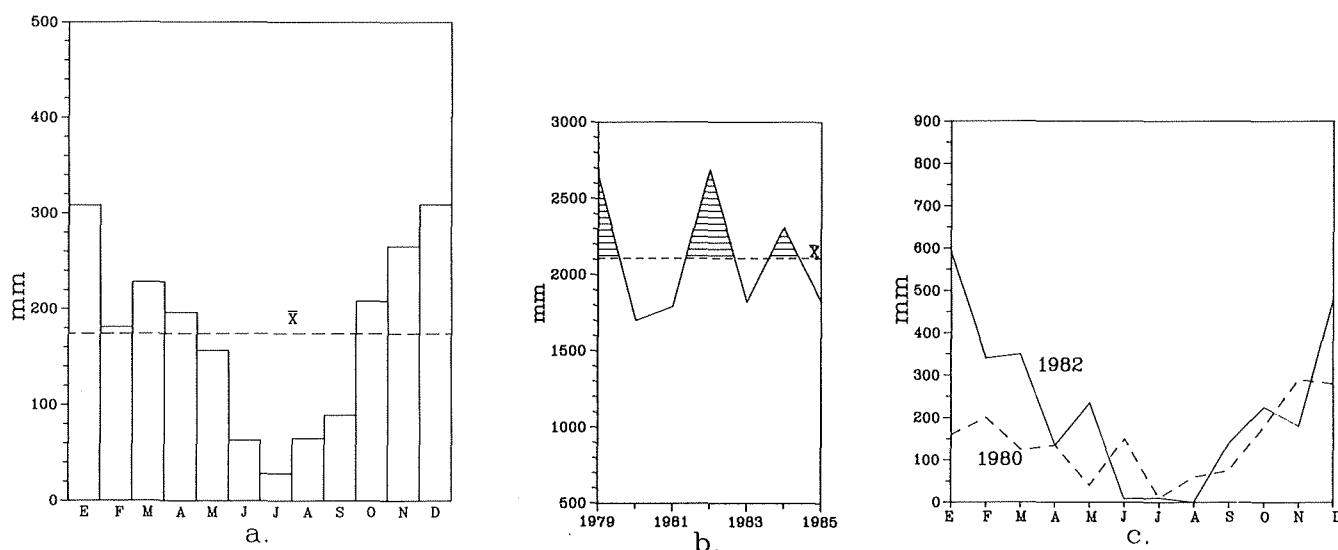


Figure 2.6. Annual march of precipitation, interannual variation, and relation between a wet year and a dry year, Páez-Paicol.
 Figura 2.6. Marcha anual de precipitación, variación interanual y relación entre un año húmedo y uno seco, estación Páez-Paicol.

Vertiente Oriental

Estación Páez-Paicol (788 msnm)
Precipitación promedio mensual: 176 mm
Total anual: 2108 mm

El régimen de precipitación es unimodal-biestacional (Figura 2.6a y Tabla 2.5), con un período de concentración de lluvias de 7 meses de duración, que va desde octubre hasta abril durante el cual se recibe el 80% del total de lluvia, y un período de precipitación escasa con el 20% del total en los 5 meses restantes. Los meses más húmedos son diciembre y enero con 308 mm, y el más seco, julio con 32 mm.

La variación interanual para el período 1979–1985, permite vislumbrar una aparente ciclicidad en la alternancia de años húmedos y secos (Figura 2.6b). En un año húmedo como 1982, al registrarse 2660 mm se obtuvo un excedente del orden del 26% sobre el promedio multianual. En un año seco como 1980 con 1700 mm se dejaron de recibir el 19% de las lluvias. La similitud en la deficiencia y en el exceso de lluvias y la relativa cercanía de los valores anuales al promedio multianual, son indicativos de la no existencia de diferencias marcadas en cuanto al monto de precipitaciones en años secos y húmedos. Es decir, no se presenta una estacionalidad pluviométrica que actúe como factor limitante. En un año húmedo (Figura 2.6c) la mayoría de los meses tienen valores que superan al promedio mensual multianual; en el año seco, solamente tres meses superan el promedio. Los períodos de menor concentración de lluvias coinciden para los dos años. El valor más bajo de precipitación (agosto de 1982) corresponde a un año húmedo.

Estación Tesalia-El Hatillo (900 msnm)
Precipitación promedio mensual: 142 mm
Total anual: 1702 mm

El régimen de precipitación es unimodal-biestacional (Figura 2.7a y Tabla 2.5), con un período de concentración de lluvias que empieza en octubre y culmina en mayo, y en el cual se registró el 90% del monto total de lluvias. El 10% restante se colecta en el período seco. El mes más húmedo es noviembre con 239 mm, y el más seco, julio con 22 mm.

La variación interanual para el período 1976–1984, muestra el predominio de años secos (Figura 2.7b). Con relación a Páez-Paicol hay coincidencia en la calificación de años secos para 1980, 1981, 1983, y de húmedo para 1982. En un año húmedo como 1982, con 3311 mm, se contabilizó un excedente de 95%, mientras que en uno seco, como 1983, con 1256 mm, dejan de recibirse 26% de las lluvias con relación al promedio multianual. Este comportamiento evidencia estacionalidad marcada en cuanto a años húmedo y seco y sus efectos drásticos sobre la comunidad biótica. En un año húmedo (Figura 2.7c), la mayoría de meses (ocho) tienen valores mensuales más altos que el promedio multianual mensual; en un año seco, cuatro meses son mayores que el promedio. En el año húmedo se presentan dos meses durante los cuales no se registró valor alguno en la precipitación.

Estación La Plata (980 msnm)
Precipitación promedio mensual: 126 mm
Total anual: 1517 mm

El comportamiento del meteoro es de tipo bimodal-triestacional (Figura 2.5a y Tabla 2.4), con dos períodos de concentración de lluvias, el primero de febrero a mayo con 641 mm o sea 40% del monto total de precipitación, con un máximo en

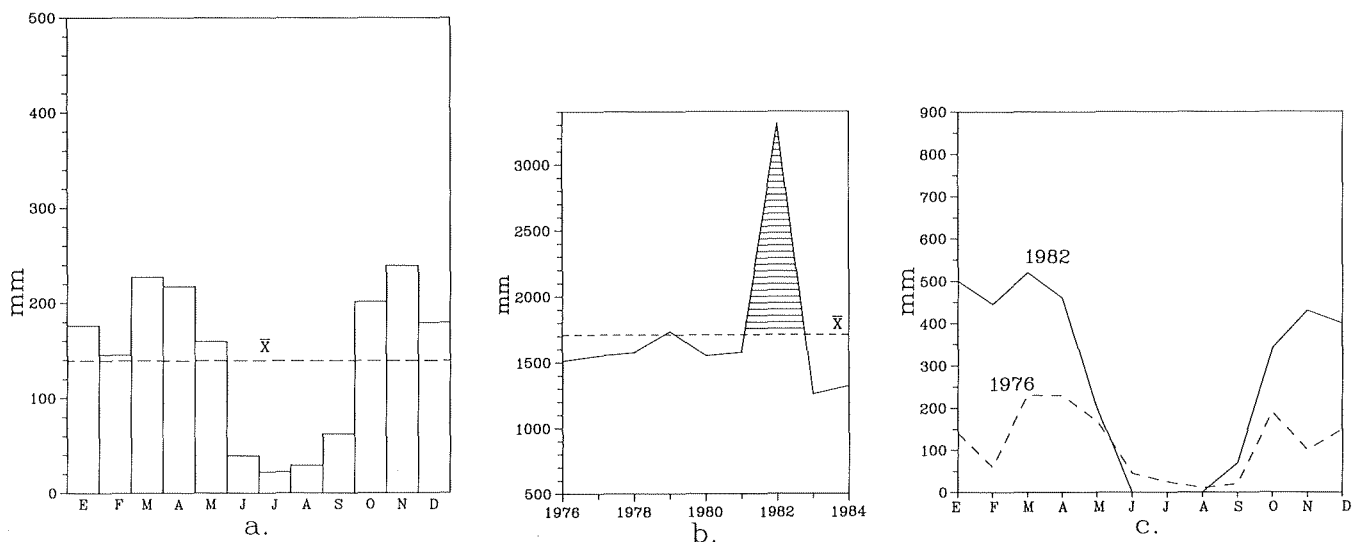


Figura 2.7. Marcha anual de precipitación, variación interanual y relación entre un año húmedo y uno seco, estación Tesalia-El Hatillo.
 Figure 2.7. Annual march of precipitation, interannual variation, and relation between a wet year and a dry year, Tesalia-El Hatillo.

The second, three months in duration, goes from September through November and receives 520 mm, which is 30% of the rainfall total. These rainy periods are separated by a short dry season corresponding to August, with 135 mm. The period with least concentration of rainfall is between December and March, with lowest rainfall in January (68 mm).

In the yearly variation for the period 1971–1978 dry years predominate over wet years (Figure 2.4b). In the driest year, 1977, 1600 mm fell, which is 11% below the average, while in a wet year, 1975, 2120 mm were recorded, or 18% above the yearly average. Thus there is remarkably little difference between a dry and a wet year. If a wet year like 1975 is compared with a dry year like 1977 (Figure 2.4e), several facts are noted. First, in both wet and dry years, January was the driest month (55 and 48 mm respectively). May had the highest monthly precipitation during the wet year (257 mm), but in the dry year it was October (201 mm). Second, in September there was more rain in the dry year than in the wet one. And third, although the monthly totals vary from year to year, rainfall diminishes in December and January.

Hacienda Merenberg (2350 m above sea level)
 Mean monthly precipitation: 191 mm
 Annual total: 2292 mm

The rainfall regime is of a unimodal-biseasonal type (Figure 2.10a and Table 2.5), with an initial four-month wet period, during which 990 mm, or 40% of the annual total, are received, and another separate rainy month with 226 mm or 10% of the total. The first dry period is three months long, and approximately the same quantity of rain falls as in the second, which is of four months duration. Roughly the same amount of rain falls during the periods of concentration as in those characterized as dry.

The period between 1980 and 1985 is equally divided

between dry and wet years (2.10b). The wettest year had 2609 mm, which represents 14% over the yearly average, while the driest year was 20% below average with 1845 mm, so differences from year to year seem minimal. In the wettest year (Figure 2.10c), most months (eight) are above the average, while in a dry year only two months exceed it. The lowest value, 58 mm, was registered in February of the dry year and the highest in April of the wet year.

Laguna San Rafael (3420 m above sea level)
 Mean monthly precipitation: 189 mm
 Annual total: 2263 mm

The rainfall regime is of a unimodal-biseasonal type (Figure 2.11a and Table 2.5), with a period of precipitation concentration four months long from May through August. The maximum value of 369 mm is reached in July. During this period 1126 mm are received, or approximately 50% of the annual total. In the dry period, of eight months duration, the other 50% is received. The lowest mean monthly value is for January (90 mm).

The yearly variation for the period 1971–1981 (Figure 2.11b), shows a preponderance of wet years (six) with values above the multi-year average of 2263 mm. During the wettest year 2860 mm fell—26% more than the average. The 1760 mm of the driest year fall 22% below the annual average. Thus year-to-year variation is slight. In both dry and wet years, more than half the months show precipitation values below the corresponding monthly means (Figure 2.11c). The period of rainfall concentration remains in the same months during both dry and wet years. The highest precipitation figure is for July of the wet year and the lowest for January on the dry year.

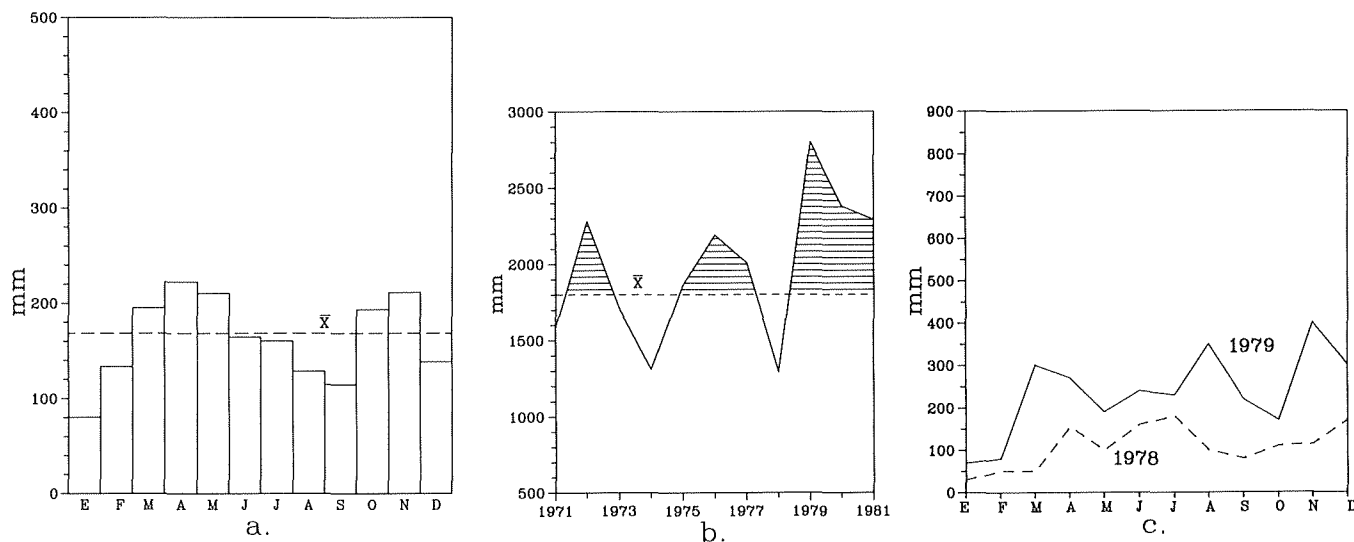


Figure 2.8. Annual march of precipitation, interannual variation, and relation between a wet year and a dry year, La Argentina.
 Figura 2.8. Marcha anual de precipitación, variación interanual y relación entre un año húmedo y uno seco, estación La Argentina.

marzo (193 mm). El segundo es de menor duración (de octubre a diciembre) durante el cual se recoge menos agua—466 mm que representan 30% del total. Se diferencia claramente un período de concentración menor entre junio y septiembre; igualmente enero aparece como un mes seco con 64 mm.

La variación interanual para el período 1970–1977, señala predominio de los años secos sobre los húmedos (Figura 2.5b). En un año húmedo como 1973 (Figura 2.5d), se recibieron 1980 mm o sea 31% más del monto anual promedio. En un año seco como 1977, se contabilizaron 1200 mm que representan 21% de deficiencia con respecto a la media multianual. Este comportamiento significa que no hay marcada estacionalidad entre un año seco y uno húmedo. En un año húmedo (Figura 2.5d) solamente dos meses presentan valores inferiores al promedio. Por el contrario, en uno seco la mayoría de meses están por debajo del promedio. El valor más bajo que se registró (30 mm) corresponde a febrero del año húmedo y a julio del seco. No obstante que los períodos de concentración de lluvias difieren en la duración y en el monto total, hay coincidencia en los puntos de mayor intensidad.

Estación La Argentina (1550 msnm)
Precipitación promedio mensual: 165 mm
Total anual: 1974 mm

El régimen de precipitación es bimodal-tetraestacional (Figura 2.8a y Tabla 2.5), con dos períodos de concentración de lluvias. En el primero de estos, con 4 meses de duración desde marzo hasta junio, caen 789 mm, o sea el 40% de la precipitación total. El valor máximo se consigue en abril con 224 mm. En el segundo período invernal, de dos meses de duración, se recogen 410 mm que equivalen a 20% del monto anual. Los períodos secos son de 3 meses de duración, el primero com-

prende julio, agosto y septiembre, y el segundo, diciembre hasta febrero, con un valor mínimo de 80 mm que se registró en enero.

La variación interanual en el período 1971–1981, muestra un ligero predominio de los años húmedos (seis) sobre los secos (cinco) (Figura 2.7b). En el año más húmedo cayeron 2820 mm que representan 43% de agua en exceso con relación al promedio multianual. En un año seco se contabilizaron 1263 mm que significan una deficiencia del orden de 36% con relación al promedio de las lluvias anuales. El comportamiento señala diferencias marcadas en cuanto a los efectos que ejercen sobre los organismos y su organización comunitaria, los montos anuales de precipitación que caracterizan las condiciones húmeda y seca. En un año húmedo (Figura 2.8c), únicamente enero y febrero presentan valores por debajo del promedio. En el año seco todos los meses se sitúan por debajo del promedio. El valor menor se registró en enero del año seco.

Estación Belén (2000 msnm)
Precipitación promedio mensual: 130 mm
Total anual: 1558 mm

El régimen de precipitación es unimodal-biestival (Figura 2.9a y Tabla 2.5), con un período de concentración de lluvias de siete meses de duración que va desde enero hasta julio, durante el cual se presentan 1128 mm que equivalen al 70% del monto anual. En el período de lluvias escasas, que se inicia en agosto y culmina en diciembre, caen 430 mm ó 30% del total anual. El valor máximo de 205 mm se alcanza en mayo, y el mínimo en agosto con 60 mm.

En la variación interanual, período 1981–1985, prevalecen los años secos (Figura 2.9b). En un año húmedo, con 2780 mm de precipitación, se presenta un excedente del orden

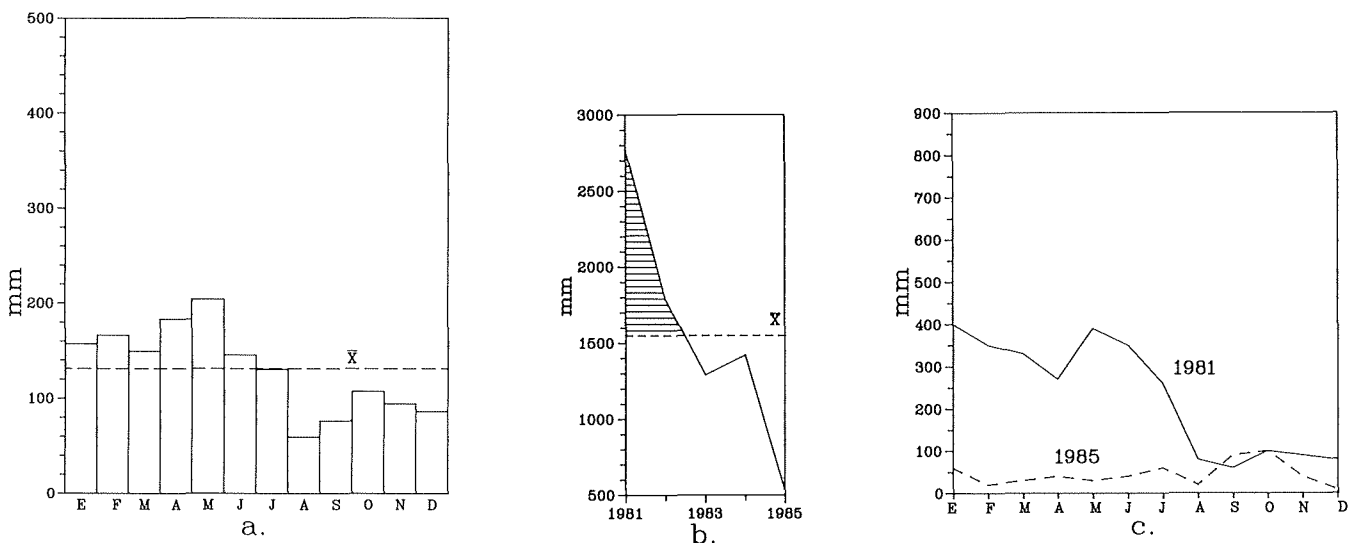


Figura 2.9. Marcha anual de precipitación, variación interanual y relación entre un año húmedo y uno seco, estación Belén.
Figure 2.9. Annual march of precipitation, interannual variation, and relation between a wet year and a dry year, Belén.

Western Slope

Termales de Pilimbalá (2900 m above sea level)
 Mean monthly precipitation: 143 mm
 Annual total: 1717 mm

The precipitation regime, superficially bimodal (Figure 2.12a and Table 2.5), is actually a departure from this pattern that could be labelled trimodal-hexaseasonal. An initial period of rainfall concentration, between October and December, accounts for 591 mm, or 30% of the annual total. The second wet period of two months (March and April) receives 324 mm, or 20% of the total. And the third period, the single month of July, represents 10% of the total. The dry periods are two months each, with only the month of July separating the second from the third. Precipitation is at its lowest in August and September with only 192 mm together.

The yearly variation for the period 1971–1985 (Figure 2.12b), reveals an equal number of wet and dry years. In a wet year, 1976, the 2392 mm recorded are 39% above the yearly average. In a dry year like 1981 rainfall is 48% below average. Thus there are significant differences from year to year. In a wet year (Figure 2.12c), there are only two months with less than average precipitation. The rainiest month on record was a July when 356 mm of rain fell—or 2.3 times the multi-year average for July. In a dry year, 1981, only in November was a higher than average amount of rainfall received. The lowest monthly precipitation was obtained in January with 4 mm. Both in the wet year and the dry year, the highest precipitation (with the exception of the record-breaking July) occurred in the usual October–December rainy period.

Loma Redonda (2750 m above sea level)
 Mean monthly precipitation: 232 mm
 Annual total: 2788 mm

The precipitation regime is unimodal-biseasonal (Figure 2.13a and Table 2.5), with a period of rainfall concentration of five months (May–September), during which 1750 mm (or 60% of the yearly total) are recorded. July has the highest monthly average with 476 mm. The dry period is seven months long and receives a total of 1038 mm, or 40% of the yearly total. The lowest value, 98 mm, occurs in January.

In the yearly variation for the period 1971–1985, dry years are predominant (Figure 2.13b). During the wettest year 3400 mm were received (22% above the yearly average). The driest year was 27% below average with 2030 mm. Thus variation from year to year is minimal. Both in the wettest year and the driest one (Figure 2.13c), the majority of months show below average precipitation, but the months with the highest precipitation consistently fall within the May–September period. The wettest month on record was July in a wet year (800 mm), and the driest was January in a dry year (40 mm). The annual march of precipitation and variation from year to year are both quite similar to those observed at Laguna San Rafael.

Puracé (2646 m above sea level)
 Mean monthly precipitation: 164 mm
 Annual total: 1963 mm

The precipitation regime appears to be of a unimodal type (Figure 2.14a and Table 2.5), but the low value in January indicates that it is better categorized as bimodal-tri/tetraseasonal. January separates two periods of rainfall concentration. The first, three months long (February–April),

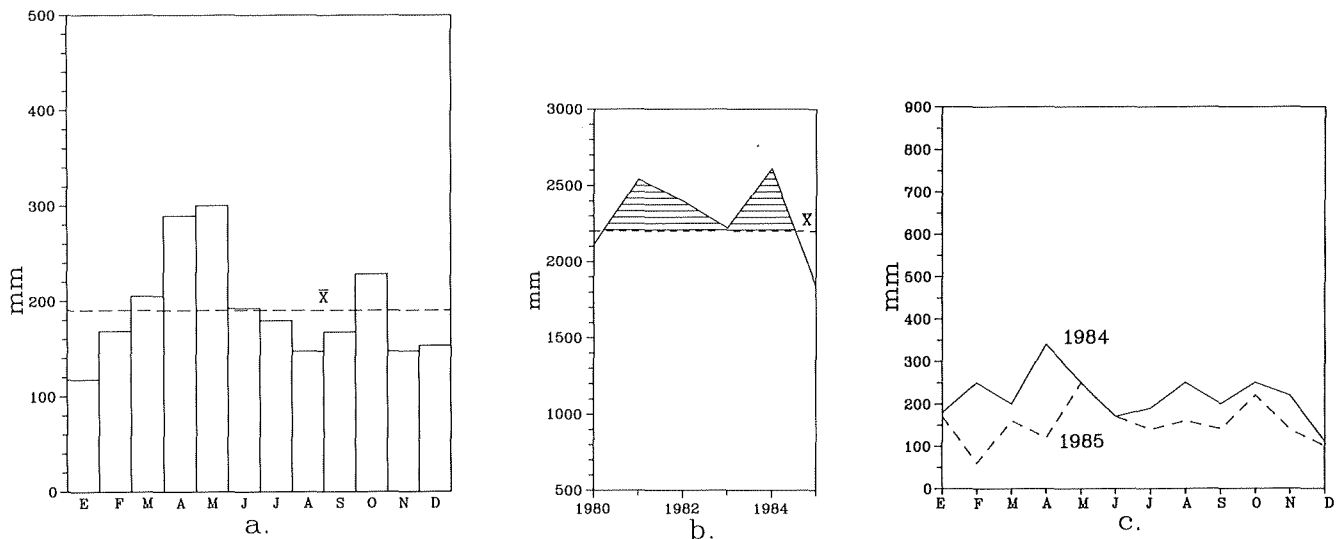


Figure 2.10. Annual march of precipitation, interannual variation, and relation between a wet year and a dry year, Merenberg.
 Figura 2.10. Marcha anual de precipitación, variación interanual y relación entre un año húmedo y uno seco, estación Merenberg.

de 78%, mientras que en un año seco, con 580 mm, deja de caer el 63% de la lluvia promedio anual. Este comportamiento significa que en la zona se presenta una diferencia marcada entre un año seco y uno húmedo, y se evidencia el efecto de estacionalidad en la distribución de las precipitaciones. En un año húmedo como 1981 (Figura 2.9c), la mayoría de los valores mensuales se sitúan por encima de la media. En un año seco, por el contrario, todos los meses están por debajo del promedio. Los valores menores de precipitación en el año húmedo se localizan en la época seca, y coincidentalmente los valores mayores para el año seco igualmente se sitúan en esta época. El valor menor se encontró en diciembre del año seco con 15 mm, y el mayor en enero del año húmedo con 405 mm.

Estación Santa Leticia (2150 msnm)
Precipitación promedio mensual: 150 mm
Total anual: 1795 mm

El régimen de precipitación se puede calificar como de tipo bimodal con dos períodos de concentración de lluvias (Figura 2.4a y Tabla 2.3). El primero comprende desde abril hasta julio y significa el 40% del monto total de las lluvias anuales, con un valor mayor en mayo (194 mm). El segundo, de tres meses de duración, va desde septiembre hasta noviembre y presenta 520 mm, que significan 30% del total de lluvias. A los períodos invernales les separa un corto "verano," correspondiente a agosto, con 135 mm, mientras que la época marcada de menor concentración de lluvias, se ubica entre diciembre y marzo, con valores mínimos en enero (68 mm).

En la variación interanual para el período 1971-1978 predominan los años secos sobre los húmedos (Figura 2.4b). En

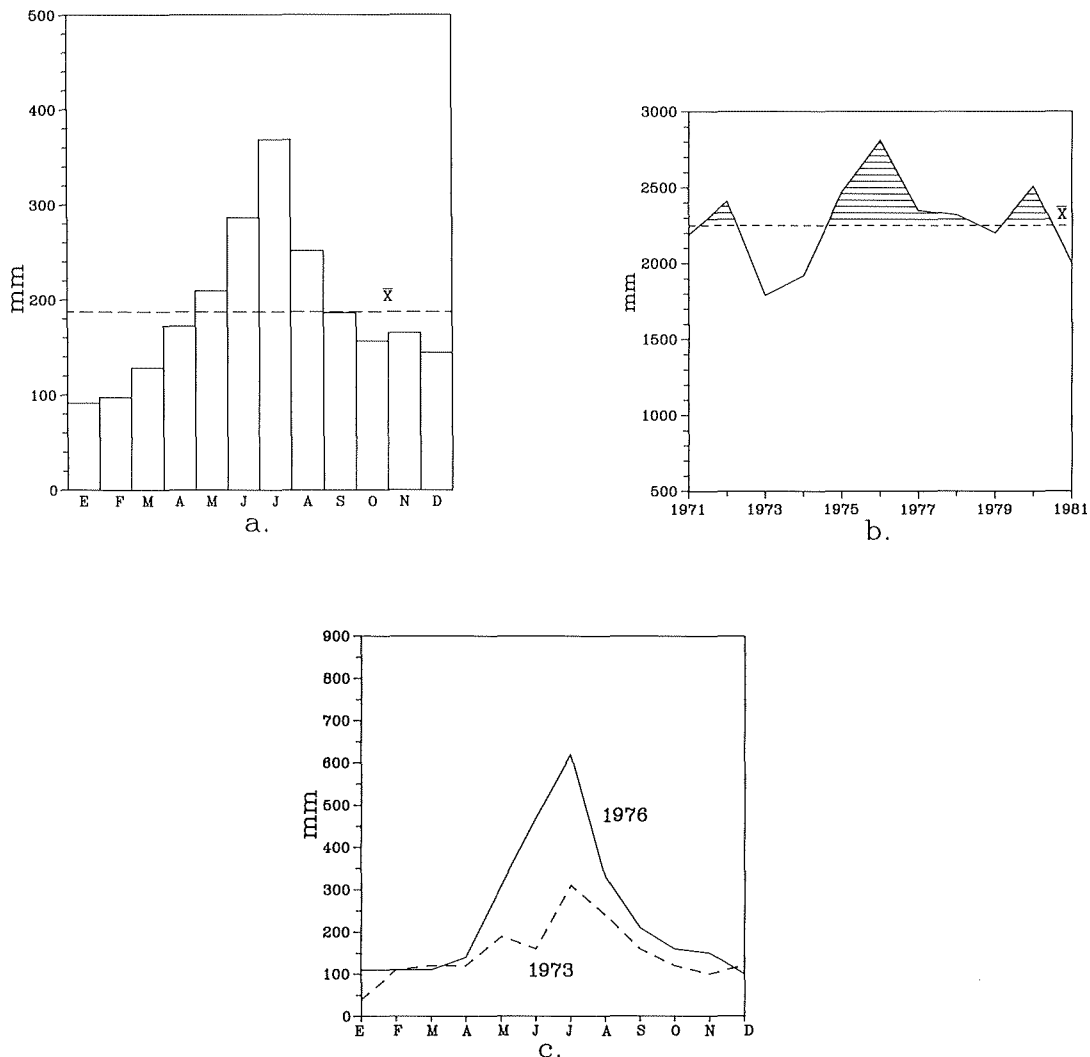


Figura 2.11. Marcha anual de precipitación, variación interanual y relación entre un año húmedo y uno seco, estación La Laguna.
 Figure 2.11. Annual march of precipitation, interannual variation, and relation between a wet year and a dry year, La Laguna station.

receives 612 mm, or 30% of the year's total rain. The second begins in October and concludes in December with 792 mm, representing 40% of the annual total. The five-month dry period begins in May and concludes in September; 400 mm of rain, or 20% of the annual total, are received. The other dry month, January, accounts for 9% of the annual precipitation total (159 mm).

For the period 1971–1981, dry years outnumber wet ones (Figure 2.14b). During a wet year like 1975, 2920 mm of rain fell, representing 49% more than the average year. During a dry year, 1977, the 1400 mm recorded were 29% less than average. Thus variation from year to year is substantial. In a wet year (Figure 2.14c), a majority of the months have above average precipitation; in a dry year, most months register below average rainfall. Both in the wettest year and in the driest one, the second rainy period was the wettest time of year. The wettest month recorded was December of the wet year with 520 mm, and the driest, July of the dry year with 30 mm.

Popayán (1730 m above sea level)
Mean monthly precipitation: 172 mm
Annual total: 2060 mm

As in the case of Puracé, the precipitation regime appears at first glance to be a unimodal-biseasonal type (Figure 2.15a and Table 2.5), but February's below average value separates two periods of rainfall concentration. One, the four months from October to January, gets 1085 mm of precipitation, representing 50% of the annual total. The other, shorter, period in March and April receives 375 mm, or 20% of the total. The wettest month is November with 335 mm. The driest period is May through September, with 435 mm—20% of the annual rainfall. July and August are tied for the driest average with 45 mm each.

The yearly variation over the period 1955–1984, shows more wet years (17) than dry ones (14) (Figure 2.15b). In a wet year (1975) 2621 mm were received, or 27% more than the yearly average. In a dry year (1959) an amount of rainfall 40% below the average is registered. This sharp difference between wet and dry years has serious implications for plant

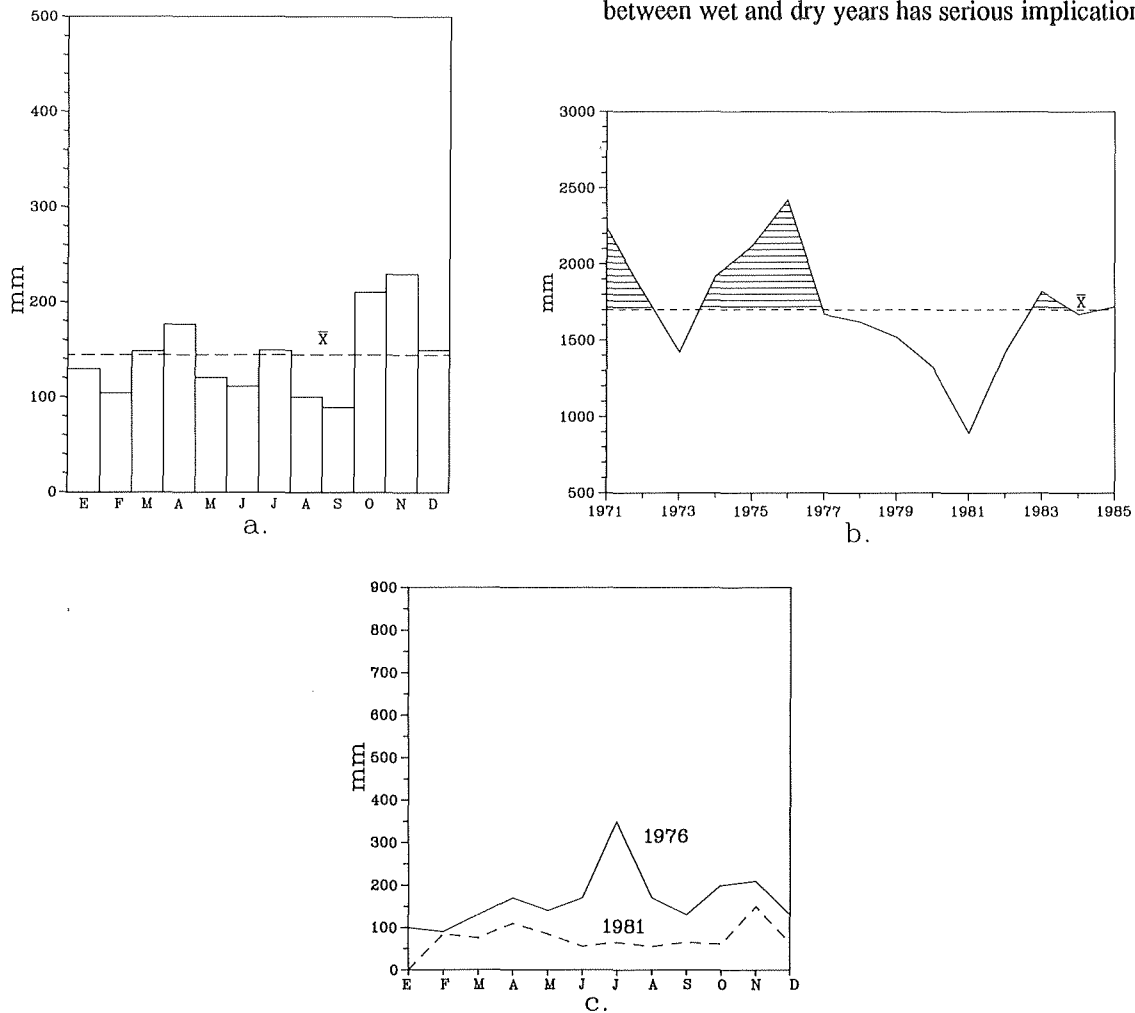


Figure 2.12. Annual march of precipitation, interannual variation, and relation between a wet year and a dry year, Pilimbalá station.
 Figura 2.12. Marcha anual de precipitación, variación interanual y relación entre un año húmedo y uno seco, estación Pilimbalá.

el año más seco, 1977, cayeron 1600 mm, que representan 11% menos de lluvias que el valor promedio, mientras que en un año húmedo, como 1975, se registraron 2120 mm, o sea 18% más de la media multianual. El comportamiento significa que en la zona no se presenta "estacionalidad" o diferencias marcadas que incidan drásticamente sobre las comunidades bióticas al presentarse alternancia de años secos y húmedos. Si se compara el comportamiento de un año húmedo, como 1975, y uno seco, como 1977 (Figura 2.4e), se diferencian las siguientes particularidades. Primero, la menor cantidad de lluvias tanto en un año húmedo como en uno seco, se recibió en enero (55 y 48 mm respectivamente). El valor máximo se alcanzó en mayo para el año húmedo (257 mm) y en octubre para el año seco (201 mm). Segundo, en septiembre se presentó una mayor cantidad de lluvia en el año seco que en el húmedo. Y tercero, aunque los montos mensuales de precipitación varían de año en año de manera irregular, durante

diciembre y enero, independientemente de que se trate de año húmedo o seco, la precipitación disminuye con respecto al promedio mensual.

Estación Hacienda Merenberg (2350 msnm)
Precipitación promedio mensual: 191 mm
Total anual: 2292 mm

El régimen de lluvias es bimodal-tetraestacional (Figura 2.10a y Tabla 2.5), con un período inicial de concentración de cuatro meses de duración, durante el cual se reciben 990 mm, o sea 40% del total anual, y un segundo período de un mes de duración con 226 mm, o 10% del total. El primer período seco es de tres meses de duración, y se recibe aproximadamente igual cantidad de agua que en el segundo de cuatro meses de duración. En general puede decirse que se recoge igual cantidad de lluvia en los períodos de concentración que en los calificados de "secos".

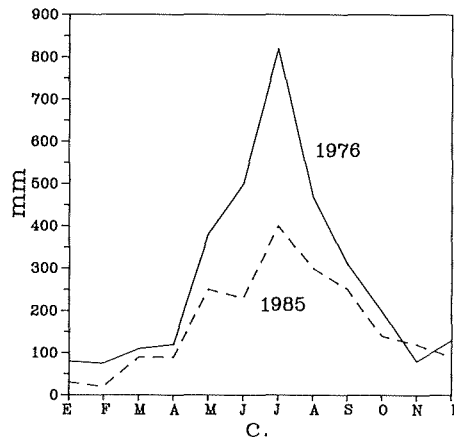
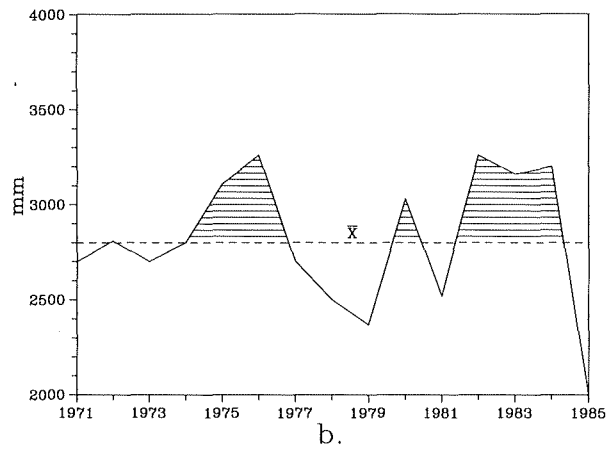
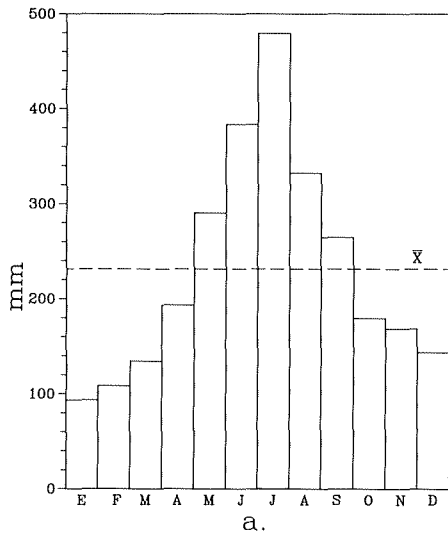


Figura 2.13. Marcha anual de precipitación, variación interanual y relación entre un año húmedo y uno seco, estación Loma Redonda.
 Figure 2.13. Annual march of precipitation, interannual variation, and relation between a wet year and a dry year, Loma Redonda station.

and animal communities, especially in a very dry year. In a wet year (Figure 2.15c), most months (seven) register above average rain. In a dry year, most months (nine) have below average values. Both in wet and dry years, the driest months occur between July and September. The highest precipitation was recorded in December, 1975, with 512 mm, and the lowest in July, 1959, with 3 mm.

Final Considerations

Figures 2.16 and 2.17 provide a summary of rainfall variations on the two slopes of the central cordillera. In the lowest and hottest sector of the eastern slope (Paicol and Tesalia), the rainy season spans the last and first months of the year, and a shorter dry season occurs during the northern hemisphere summer. The driest month is July and the rainiest is November or December.

At the frontier between the regions of hot, equatorial zone and the cooler subandean zone (La Plata and La Argentina), there is a discontinuity of one to three months in the period of rainfall concentration. The driest month is January and the wettest March or April. In the upper fringes of the subandean region (Belén), the pattern shifts yet again: the rainy season extends from the beginning to the middle of the year and the last months of the year are dry. The driest month is August, and the wettest, May.

In the Andean region (Santa Leticia and Merenberg), a rainy season in the last months of the year (October–November) reasserts itself. September appears for the first time as a wet month in Santa Leticia. The driest month is January and the wettest is May. At Laguna San Rafael, rainy and wet seasons are completely opposite to those of the lowest elevations. The rains are concentrated between May and July; the driest month is January and the wettest is July.

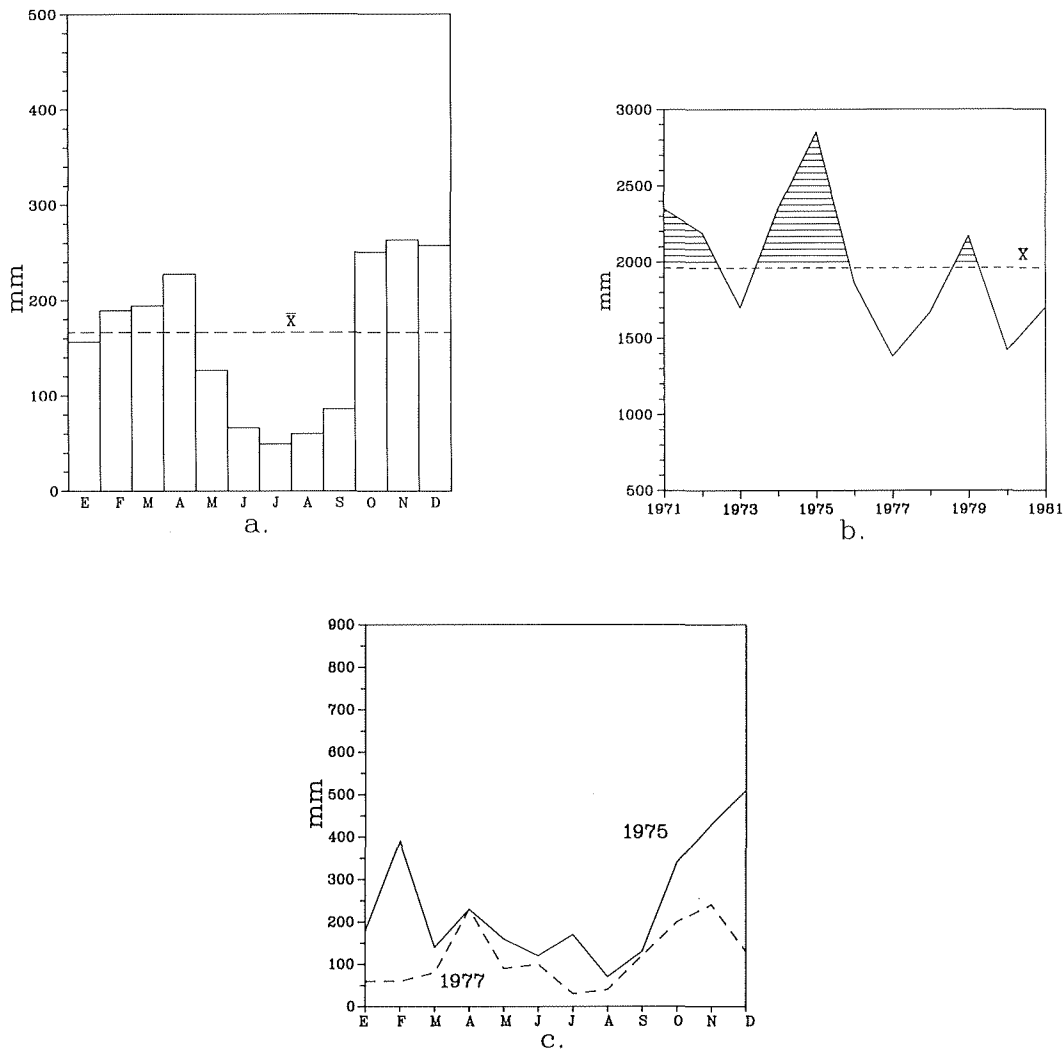


Figure 2.14. Annual march of precipitation, interannual variation, and relation between a wet year and a dry year, Puracé station.
 Figura 2.14. Marcha anual de precipitación, variación interanual y relación entre un año húmedo y uno seco, estación Puracé.

La variación interanual, 1980–1985, señala una repartición equilibrada de los años secos y húmedos (2.10b). En un año húmedo se recogieron 2609 mm que representan 14% de exceso sobre el valor promedio. En un año seco se registraron 1845 mm, cifra que denota una deficiencia de 20% con relación al promedio. Las diferencias mínimas entre un año seco y uno húmedo no permiten vislumbrar situaciones de estacionalidad. En un año húmedo (Figura 2.10c), la mayoría de meses (ocho), se sitúan por encima del valor promedio, mientras que en uno seco solamente dos meses lo rebasan. El valor más bajo, 58 mm, se registró en febrero del año seco y el más alto en abril del año húmedo.

Estación Laguna San Rafael (3420 msnm)
Precipitación promedio mensual: 189 mm
Total anual: 2263 mm

El régimen de lluvias es de tipo unimodal-biestacional (Figura 2.11a y Tabla 2.5), con un período de concentración de la precipitación de cuatro meses de duración, que se inicia en mayo y culmina en agosto, alcanzando el valor máximo de 369 mm en julio. Durante esta época se reciben 1126 mm, o sea aproximadamente el 50% del total anual. En la época seca, de ocho meses de duración, se recoge el 50% restante. El valor mínimo corresponde a enero con 90 mm.

La variación interanual para el período 1971–1981 (Figura 2.11b), muestra el predominio de años húmedos (seis) con valores por encima de la media multianual de 2263 mm. Durante el año más húmedo cayeron 2860 mm, es decir 26% más del monto promedio multianual. En el año más seco se registraron 1760 mm, que representan 22% menos del total multianual. La manifestación anterior evidencia diferencias sutiles en el balance hídrico a través del tiempo. El patrón multianual de lluvias se repite cuando se comparan los comportamientos de un año húmedo y uno seco (Figura 2.11c), en los cuales la mayoría de meses muestran valores menores que el promedio multianual-mensual. Los meses con valores por encima del promedio en las dos condiciones, se sitúan en la época de concentración de lluvias. El valor más alto se alcanzó en julio del año húmedo y el más bajo en enero del año seco.

Vertiente Occidental

Estación Termales de Pilimbalá (2900 msnm)
Precipitación promedio mensual: 143 mm
Total anual: 1717 mm

El régimen de precipitación, a primera vista de tipo bimodal (Figura 2.12a y Tabla 2.5), se aparta ligeramente de esta consideración, constituyendo un tipo transicional, que se podría denominar trimodal-hexaestacional. En un período inicial de concentración de lluvias, entre octubre y diciembre, se reciben 591 mm, que representan 30% del monto anual. El mes con valor mayor es noviembre, con 228 mm. En el segundo período de dos meses (marzo y abril) se recogen 324 mm, o sea 20% del total anual. El tercer período, de un mes de duración (julio) representa 10% del monto anual. Las

épocas de escasez de lluvias son de dos meses de duración; entre la segunda y la tercera época se interpone el registro de julio. La cantidad menor de lluvia se presentó en agosto y septiembre con 192 mm.

La variación interanual para el período 1971–1985 (Figura 2.12b), señala un estado de equilibrio entre años húmedos y secos. En un año húmedo, como 1976, se registraron 2392 mm, que representan 39% de agua en exceso con relación al promedio multianual. En un año seco como 1981 deja de caer el 48% del monto anual. La consideración anterior revela la estacionalidad marcada que necesariamente debe reflejarse en las condiciones bióticas de la zona. En un año húmedo (Figura 2.12c), solamente se presentan dos meses con precipitación menor al promedio. El valor máximo se alcanzó en julio con 356 mm, es decir 2.3 veces más que el promedio multianual mensual. En un año muy seco como, 1981, únicamente en noviembre se recibió mayor cantidad de agua que el valor promedio. El valor menor se obtuvo en enero con 4 mm. Tanto en el año húmedo como en el seco, los valores altos de precipitación (a excepción de julio) se localizan en las épocas de concentración de lluvias (octubre–diciembre).

Estación Loma Redonda (2750 msnm)
Precipitación promedio mensual: 232 mm
Total anual: 2788 mm

El régimen de precipitación es unimodal-biestacional (Figura 2.13a y Tabla 2.5), con un período de concentración de lluvias de cinco meses de duración, que empieza en mayo y termina en septiembre, en el cual se registraron 1750 mm, o sea 60% del monto anual, con un valor máximo de 476 mm en julio. El período seco es de siete meses con valores de precipitación menores al promedio mensual, a lo largo del cual se reparten 1038 mm, o 40% del monto anual. El valor mínimo, de 98 mm, ocurre en enero.

En la variación interanual para el período 1971–1985 predominan los años secos (Figura 2.13b). En el año más húmedo se recibieron 3400 mm, que representan un exceso del 22% sobre el promedio multianual. En un año seco se contabilizan 2030 mm que significan 27% menos del promedio multianual. De acuerdo con esto, no se diferencia estacionalidad marcada en la región. Tanto en un año húmedo como en uno seco (Figura 2.13c), la mayoría de los meses presentan valores por debajo del promedio; los meses con valores superiores corresponden a la época de concentración de lluvias (mayo–septiembre). El valor más alto se alcanzó en un año húmedo (800 mm en julio), y el más bajo en uno seco (40 mm en enero). En comparación con la estación de la Laguna San Rafael (vertiente oriental), los comportamientos de la precipitación anual y de la marcha mensual del mismo factor en años húmedos y secos, es bastante similar.

Estación Puracé (2646 msnm)
Precipitación promedio mensual: 164 mm
Total anual: 1963 mm

El régimen de precipitación aparenta ser de tipo unimodal

Extreme diversity from one part of the transect to another is also the rule with regard to the way in which the year is divided into rainy and dry periods. At the lowest elevations of the eastern slope, a unimodal-biseasonal regime is characteristic. In the subandean region, a unimodal-biseasonal regimen alternates with a bimodal-tetriseasonal one. In the Andean region, the bimodal-tetriseasonal patterns predominate. In the páramo region the unimodal-biseasonal regimen is again characteristic. The month found to be the driest more often than any other is January, while May is the wettest most often.

On the western slope, in the Andean region at Loma Redonda, the rainfall pattern is unimodal-biseasonal. In Puracé and Pilimbalá, also in the Andean region, the regimes are bimodal-tetriseasonal. In the subandean region at Popayán, the pattern is unimodal-biseasonal. The month with lowest mean precipitation values most often is July, as in the case of the lowest

elevations of the eastern slope. The month with the highest values most often is November.

At Laguna San Rafael and Loma Redonda, precipitation patterns are similar. This is easiest to understand, in light of the proximity of the two locations, as a domination of the region around Loma Redonda by the páramo rainfall pattern of Laguna San Rafael. The area of this páramo influence extends to Pilimbalá, although in more attenuated form. In Figure 2.17 the distribution of annual precipitation totals is shown for the various altitudes along the two slopes of the transect. On the eastern slope, the rains diminish as altitude increases up until the subandean region (1550 m at La Argentina). Between 1550 and 2000 m, rains diminish again, and then increase up to 3400 m. If La Argentina is taken as a break point, the overall pattern is decreasing rainfall between 800 and 1500 m and increasing rainfall between 2000 and 3400 m. On the western slope, the amount of precipitation diminishes

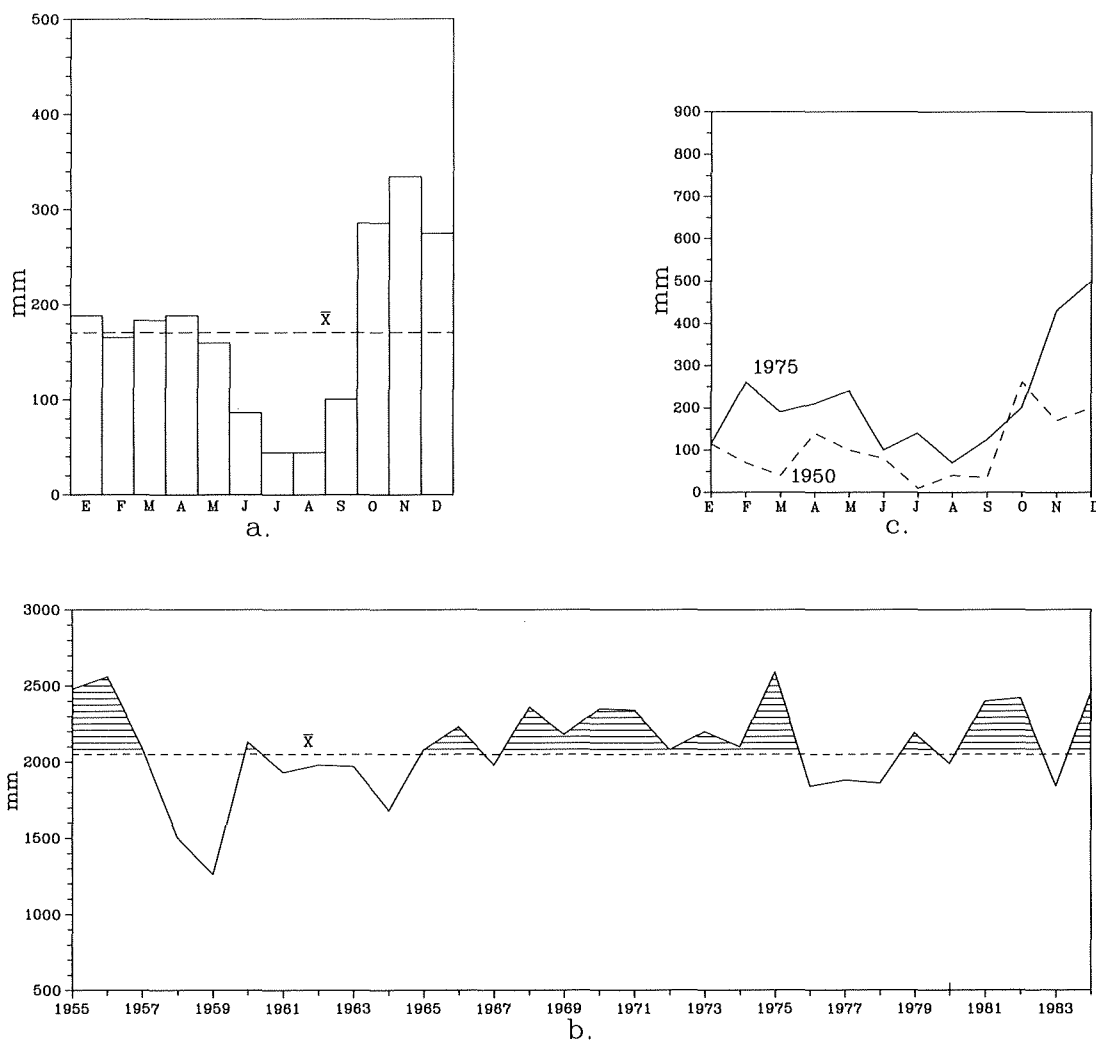


Figure 2.15. Annual march of precipitation, interannual variation, and relation between a wet year and a dry year, Popayán station.
 Figura 2.15. Marcha anual de precipitación, variación interanual y relación entre un año húmedo y uno seco, estación Popayán.

(Figura 2.14a y Tabla 2.5), pero el valor bajo de enero indica que es mejor catalogarlo como bimodal tri- o tetraestacional. El mes de enero separa dos épocas de concentración de lluvias. La primera, de tres meses (febrero-abril), concentra 612 mm, o 30% del monto total de lluvias anuales. La segunda época se inicia en octubre y concluye en diciembre, con 792 mm, que representan 40% de la lluvia anual. El período seco característico de cinco meses de duración se inicia en mayo y concluye en septiembre; se reciben 400 mm, o sea 20% de la lluvia anual. En el otro mes seco, enero, se recogen 159 mm, o 9% del total anual de precipitación.

En la variación interanual para el periodo 1971-1981 predominan los años secos sobre los húmedos (Figura 2.14b). En un año húmedo típico, como 1975, cayeron 2920 mm, que representan un exceso de 49% sobre el monto promedio multianual. En un año seco, 1977, se contabilizaron 1400 mm que significan 29% menos del promedio multianual. El comportamiento anterior señala la estacionalidad marcada en la región de estudio, con situaciones críticas en cuanto al balance hídrico anual. En un año húmedo (Figura 2.14c), hay mayoría de meses con valores superiores a la media multianual; en un año seco los registros de la mayoría de meses están por debajo del promedio. Tanto en el año húmedo como en el seco, los puntos más altos se obtuvieron en el segundo período lluvioso. El registro más alto se alcanzó en diciembre del año húmedo con 520 mm y el más bajo en julio del año seco con 30 mm.

Estación Popayán (1730 msnm)
Precipitación promedio mensual: 172 mm
Total anual: 2060 mm

Al igual que en la estación anterior de Puracé, el régimen de precipitación a primera vista parece ser de tipo unimodal-biestacional (Figura 2.15a y Tabla 2.5). Sin embargo el valor de febrero, inferior al promedio multianual, separa las dos épocas de concentración de lluvias. Una, de cuatro meses entre octubre y enero, recibe 1085 mm de precipitación, que representan 50% del total anual. El otro período, de corta duración, comprende marzo y abril, con 375 mm, o sea 20% del monto total. El mes más húmedo es noviembre con 335 mm. Entre los dos períodos húmedos se sitúa febrero con valores inferiores al promedio mensual multianual. El período seco extremo se inicia en mayo y culmina en septiembre; se reciben 435 mm, que significan 20% del monto total de lluvia. Los meses más secos son julio y agosto con 45 mm.

La variación interanual para el período 1955-1984, señala predominio de los años húmedos (17) sobre los secos (14) (Figura 2.15b). En un año húmedo (1975) se recogieron 2621 mm, o sea 27% más de precipitación que el valor promedio multianual. En un año seco (1959) deja de recibirse el 40% del total anual de precipitación. Este comportamiento muestra fehacientemente la estacionalidad marcada en cuanto a año húmedo o seco se refiere y permite suponer el efecto drástico que ejerce sobre los organismos en un año seco crítico. En un año húmedo (Figura 2.15c), la mayoría de los meses (siete) muestran registros de lluvias superiores al valor promedio. En

un año seco, la mayoría de meses (nueve) tienen valores por debajo de la media. Tanto en el año húmedo como en el seco, los puntos menores se localizan en el período junio-septiembre. El valor más alto se registró en diciembre de 1975 con 512 mm, y el valor más bajo, en julio de 1959 con 3 mm.

Consideraciones Finales

En las Figuras 2.16 y 2.17 se sintetizan los comentarios finales sobre la variación de la precipitación en las vertientes involucradas en la investigación. En la región ecuatorial de la vertiente oriental (Paicol y Tesalia), las lluvias se concentran en los últimos y primeros meses del año en un período de duración mayor que el de los meses relativamente secos o con deficiencia de almacenamiento de agua en el suelo en la parte media del año. El mes más seco es julio y el más lluvioso noviembre o diciembre.

En el límite entre las regiones de vida ecuatorial y subandina (La Plata y La Argentina), se presenta una discontinuidad de uno a tres meses en el período de concentración de lluvias. El mes más seco es enero y el más lluvioso marzo o abril. En la franja alta de la región subandina (Belén), se presenta una inversión en el comportamiento: el período de concentración de lluvias comprende desde los primeros meses del año hasta los intermedios y, al contrario de la región ecuatorial, los últimos meses son secos. El mes más seco es agosto, y el más húmedo, mayo.

En la región andina (Santa Leticia y Merenberg), nuevamente los últimos meses del año (octubre-noviembre), figuran como húmedos, pero no así los primeros (enero-febrero). Septiembre aparece por vez primera en Santa Leticia como un mes húmedo. El mes más seco es enero y el más húmedo mayo. En la región paramuna (Laguna San Rafael), el comportamiento es completamente antagónico al de la región ecuatorial. Las lluvias se concentran en la época mayo-julio, que en la región ecuatorial corresponde al "verano." El mes más seco es enero y el más húmedo julio.

En cuanto a los regímenes de precipitación se tiene lo siguiente. En la región ecuatorial, es característico el régimen unimodal-biestacional. En la región subandina, alternan el unimodal-biestacional con el bimodal-tetraestacional. En la región andina predominan los patrones bimodales-tetraestacionales. En la región paramuna es característico el patrón unimodal-biestacional. El mes con valores mínimos de precipitación que más se repite es enero, mientras que el mes con valores mayores es mayo.

En la vertiente occidental, se detectan las siguientes particularidades. En la región andina (Loma Redonda) el patrón de lluvias es unimodal-biestacional. En Puracé y Pilimbalá, en la misma vertiente y región de vida, los regímenes son bimodales-tetraestacionales. En la región subandina (Popayán) el patrón de lluvias es unimodal-biestacional. El mes con valores mínimos de precipitación que más se repite es julio, en lo cual hay coincidencia con la región ecuatorial de la vertiente oriental. El mes con valores máximos de precipita-

		O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S		
Páez-Paicol	788 m			+	+						☀				
Tesalia	900 m		+								☀				
La Plata	980 m				☀		+								
La Argentina	1550 m				☀			+							
Belén	2000 m								+			☀			
Santa Leticia	2150 m				☀				+						
Merenberg	2350 m				☀				+						
San Rafael	3420 m				☀						+				
			+										☀	Pilimbalá	2900 m
					☀						+			Loma Redonda	2750 m
			+								☀			Puracé	2646 m
			+								☀			Popayán	1730 m
		Mes más seco	☀	Driest month					Mes más lluvioso	+	Rainiest month				

Figure 2.16. Seasonality of precipitation at the meteorological stations along the transect.
Figura 2.16. Concentración de la precipitación en las estaciones climatológicas del transecto.

with altitude except for the heavy rainfall at Loma Redonda. In general, these precipitation patterns are consistent with Sarmiento's (1987) observations. On the eastern slope, Merenberg at 2350 m represents a significant focus for condensation and orographic rainfall, as does Loma Redonda at 2750 m on the western slope. In regard to the ultimate effects of climate on human occupation, it is of critical importance that the effect of the evapotranspiration varies with the temperature, which is to say with the altitude. The result is that, even though the lower elevations receive high rainfall, this is more than compensated for by high evapotranspiration, and these warm or hot lower zones of high precipitation are where water deficits can occur. In short, despite higher precipitation than other parts of the transect, the lower elevations are the effectively dry parts of the Valle de la Plata.

Sarmiento (1987) observes that the tetraseasonal regimes produce less climatic stress than the biseasonal ones because of the dispersion of suboptimal conditions throughout the year. The climatological stations of this transect would be classified as follows in Sarmiento's (1987) system of rainfall regimes in the tropical Andes:

Southern Biseasonal Regimes (bS): With a dry season in the southern hemisphere winter (July–September)—Páez-Paicol, Tesalia-El Hatillo and Belén on the eastern slope and Popayán and Puracé on the western slope.

Northern Biseasonal Regimes (bN): With a dry season in the northern hemisphere winter (December–March)—Laguna San Rafael on the eastern slope and Loma Redonda on the

western slope. In both there is an approximately equal division of precipitation between the rainy and dry seasons.

Southern Tetraseasonal Regimes (tS): With two dry seasons each year, the driest in the southern hemisphere winter (June–September)—La Plata on the eastern slope.

Equatorial Tetraseasonal Regimes (tE): With two dry seasons each year of similar intensity occurring around the solstices—La Argentina on the eastern slope.

Equatorial Tetraseasonal—Southern Tetraseasonal Regimes (tE-tS): Patterns transitional between the two classes—Pilimbalá on the western slope.

Northern Bi-Tetraseasonal Regimes (b-tN): With a dry season in the northern hemisphere winter (December to March) and a less marked reduction in precipitation in the northern hemisphere summer—Santa Leticia on the eastern slope.

Isohydric Regimes (iH): Ecological situations without seasonal hydrologic stress, but with extremely poor soils—Merenberg on the eastern slope.

The climatological stations classified as biseasonal and isohydric as well as Santa Leticia and La Plata among the tetraseasonal demonstrate agreement with the patterns of relationships between the types of regimes, year to year variation, water surplus or deficit, and seasonality suggested by Sarmiento (1987). Pilimbalá and La Argentina, of the tetraseasonal type, however, do not agree with these theoretical formulations, in that marked differences between wet and dry years occur.

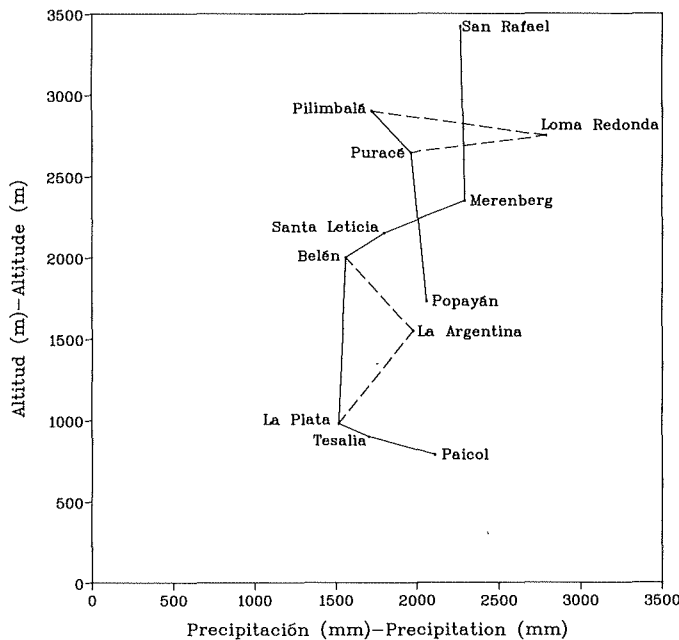


Figura 2.17. Resumen de la relación entre la precipitación y la altitud en el transecto.—Figure 2.17. Summary of the relation between precipitation and altitude along the transect.

ción más frecuente es noviembre.

En las estaciones Laguna San Rafael (vertiente oriental) y Loma Redonda (vertiente occidental), el patrón de lluvias es similar. La estación del costado occidental está bajo la influencia de las condiciones de la Laguna, probablemente por la proximidad de los sitios. El área de influencia se extiende hasta Pilimbalá, si se tiene en cuenta que, en esta región, julio es también un mes húmedo.

En la Figura 2.17 se muestra la distribución del monto anual de precipitación, de acuerdo con la altitud. En la vertiente oriental, las lluvias disminuyen en la medida en que se progresa en elevación hasta la región subandina (1550 msnm, La Argentina). Entre 1550 y 2000 msnm disminuyen, y finalmente aumentan hasta los 3400 msnm. Si se califica a La Argentina como punto de rompimiento, el comportamiento ideal sería disminución del monto anual de precipitación entre 800 y 1500 msnm, e incremento de las lluvias entre 2000 y 3400 msnm. En la vertiente occidental, la precipitación anual disminuye con la altitud a excepción del valor muy alto para Loma Redonda. En general el comportamiento de la precipitación se enmarca en lo propuesto por Sarmiento (1987). En la vertiente oriental hay un nivel de condensación de las lluvias orográficas a 2350 msnm (Merenberg) y en la occidental en Loma Redonda a 2750 msnm. Cabe anotar que la evapotranspiración varía con la temperatura, es decir con la altitud. A

pesar de la precipitación elevada en las regiones ecuatoriales, son precisamente estas zonas las que muestran déficit de agua.

Sarmiento (1987) predice que los "régimenes tetraestacionales son menos contrastados que los biestacionales por la presencia de condiciones subóptimas durante todo el año, sin stress intenso." Las estaciones analizadas quedarían catalogadas en el esquema de régimenes de lluvias de los Andes tropicales (Sarmiento 1987) así:

Régimenes Biestacionales Sur (bS): Con estación seca en el invierno del hemisferio sur, entre julio y septiembre—las localidades Páez-Paicol, Tesalia-El Hatillo y Belén en la vertiente oriental, y en la vertiente occidental, Popayán y Puracé.

Régimenes Biestacionales Norte (bN): Con estación seca en el invierno del hemisferio norte, entre diciembre y marzo—las localidades de Laguna San Rafael en la vertiente oriental y Loma Redonda en la occidental. En las dos hay una repartición equilibrada de la precipitación en las épocas húmeda y seca.

Régimenes Tetraestacionales Sur (tS): Con dos estaciones con bajas precipitaciones, la más seca en el invierno austral (junio a septiembre)—la localidad de La Plata.

Régimenes Tetraestacionales Ecuatorial (tE): Con dos estaciones secas de similar intensidad, que corresponden a los dos solsticios—la localidad de La Argentina, vertiente Oriental.

Régimenes Tetraestacionales Ecuatorial—Tetraestacional Sur (tE-tS): Comportamiento transicional entre las dos clases—la localidad de Pilimbalá, vertiente occidental.

Régimenes Bi-Tetraestacionales Norte (b-tN): Con estación seca en el invierno del hemisferio norte (diciembre-marzo), período de menores precipitaciones, pero sin sequía en el verano—la localidad de Santa Leticia.

Régimenes Isohídricos (iH): Situaciones ecológicas sin "stress" hídrico estacional, pero que originan suelos extremadamente pobres con el carácter de esclerofilia en la vegetación—la localidad de Merenberg.

En cuanto a la influencia ecológica de los tipos de régimenes y su relación con la variación interanual y el exceso o deficiencia de agua, que condicionan el establecimiento de estacionalidad, hay concordancia entre los planteamientos esbozados por Sarmiento (1987) y la calificación de las estaciones con patrones biestacionales, isohídricos, e igualmente con Santa Leticia y La Plata, del patrón tetraestacional. Se apartan de las formulaciones teóricas las localidades de Pilimbalá y La Argentina, de la clase tetraestacional, en las cuales, según la variación interanual, sí se presenta estacionalidad crítica en la historia climática con relación a año húmedo y seco.

Modern Vegetation

3.1. Floral Inventory of the Valle de la Plata

Vegetation Profile from La Plata to the Puracé Volcano

Gustavo Lozano C.
Orlando Rangel Ch.

This floral inventory covers a transect from the township of La Plata (Huila) to the Puracé volcano in the township of Puracé (Cauca), at altitudes between 1000 and 4400 m above sea level. This study complements the work on vegetational communities done by Rangel and Franco (1985a) and Rangel and Lozano (1986). The basis of this floral inventory is the collections made by G. Lozano, O. Rangel, L.F. Herrera Turbay, A. Sanabria, and N. Espejo (1984). Additional data was taken from the *exsiccata* of S. Díaz, G. Lozano, and H. Torres (1975) and of S.J.C. Gaulin (1976). All these collections are deposited in the Herbario Nacional Colombiano.

This inventory reports 662 species from pteridophytes to angiosperms, representing 359 genera and 120 families. A total of 270 species of inferior plants (lichens, mosses, and liverworts), grouped into 74 families, are also discussed. These latter species are not, however, taken into account in comparing the Valle de la Plata to other parts of Colombia because of the scarcity of information concerning them for other regions.

The families with the largest number of genera are Asteraceae (28), Orchidaceae (19), Ericaceae (15), and Rubiaceae (14). The ten families with the greatest number of species along the entire altitudinal gradient (without making divisions by zones or altitudinal borders) are Asteraceae (54 spp.), Orchidaceae (49 spp.), Piperaceae (32 spp.),

Polypodiaceae (30 spp.), Ericaceae (30 spp.), Rubiaceae (28 spp.), Solanaceae (27 spp.), Melastomataceae (22 spp.), Gramineae (17 spp.), and Rosaceae (14 spp.).

The altitudinal distribution of these families and species is as follows: 53.3% of the species were found at altitudes between 2000 and 3000 m (the Andean life zone), and the families with the greatest representation in this zone are Polypodiaceae, Ericaceae, Solanaceae, Asteraceae, and Bromeliaceae. 27.2% of the species were found between 3000 and 4500 m (the páramo life zone), and the families with the most species are Asteraceae, Rubiaceae, Gramineae, Rosaceae, and Ericaceae. 12.8% of the species found corresponded to the region between 1000 and 2000 m above sea level (the subandean life zone) and were primarily members of the families Rubiaceae, Piperaceae, Orchidaceae, Melastomataceae, and Urticaceae. Some species had very wide ranges of distribution. These species represented 5.2% of the total found between 2000 and 4500 m, and 1.4% of those between 1000 and 3000 m.

A preliminary altitudinal distribution by families is given in Tables 3.1, 3.2, and 3.3. It is based on the floral inventory of the Valle de la Plata and on published data for other regions in Colombia. The families represented by the largest numbers of species belong to the lower or subordinant vegetation strata or are epiphytic such as Araceae, Orchidaceae, and Bromeliaceae. Generally the species that dominate the canopy in the plant communities between 0 and 3000 m belong to families represented by only a very small number of species, such as Fagaceae, Meliaceae, Sapindaceae, Vochysiaceae, Myristicaceae, Moraceae, Clusiaceae, Combretaceae, and Bombacaceae. The oak forest (dominated by *Quercus hum-*

The authors thank Dr. Luisa Fernanda Herrera, Antonio Sanabria, graduate student in Systematics, and Nohora Espejo, student in biology, who contributed greatly to the realization of inventories. We are also very grateful to Professor María Teresa Murillo for her invaluable collaboration in the identification of the pteridophytes, and to Biologists Jaime Aguirre and H. Sipman and to Edgar Linares for the identification of the lower plants.

Vegetación Actual

3.1. Inventario Florístico del Valle de la Plata

Perfil de Vegetación entre el Municipio de La Plata (Huila) y el Volcán Puracé (Cauca)

Gustavo Lozano C.
J. Orlando Rangel Ch.

La zona estudiada se localiza en el trayecto entre el municipio de La Plata (Huila) y el cráter del Volcán Puracé en el municipio de Puracé (Cauca), en alturas comprendidas entre los 1000 y 4400 msnm. Este estudio complementa la información florística de los trabajos sobre comunidades vegetales realizados por Rangel y Franco (1985a) y Rangel y Lozano (1986). Para la realización del inventario florístico de la zona muestreada se consultaron principalmente las colecciones realizadas por G. Lozano, O. Rangel, L.F. Herrera Turbay, A. Sanabria, y N. Espejo (1984). Datos adicionales se tomaron de los *exsiccata* de S. Díaz, G. Lozano y H. Torres (1975) y de S.J.C. Gaulin (1976). Estas colecciones se encuentran depositadas en el Herbario Nacional Colombiano.

Se reportan en este trabajo 270 especies de plantas inferiores (líquenes, musgos y hepáticas) agrupadas en 74 familias—las cuales no se tienen en cuenta para la composición florística comparada para diferentes zonas del país, debido a la escasa información de plantas inferiores suministrada en estos trabajos—y un total de 662 especies entre Pteridófitos y Angiospermas, agrupadas en 359 géneros y referidas a 120 familias.

Las familias con mayor número de géneros son Asteraceae (28), Orchidaceae (19), Ericaceae (15) y Rubiaceae (14). Las diez familias con mayor número de especies a lo largo del

gradiente altitudinal (sin efectuar divisiones en zonas o franjas altitudinales) son Asteraceae (54 spp.), Orchidaceae (49 spp.), Piperaceae (32 spp.), Polypodiaceae (30 spp.), Ericaceae (30 spp.), Rubiaceae (28 spp.), Solanaceae (27 spp.), Melastomataceae (22 spp.), Gramineae (17 spp.) y Rosaceae (14 spp.).

Al analizar los inventarios por franjas altitudinales, la distribución del número de especies expresado en porcentajes y según las familias se tienen los siguientes resultados. El 53.3% de las especies se encontraron en alturas comprendidas entre 2000 y 3000 msnm (región andina), y las familias mejor representadas para la zona son Polypodiaceae, Ericaceae, Solanaceae, Asteraceae y Bromeliaceae. El 27.2% de las especies se encuentran distribuidas entre los 3000 y 4500 msnm (región páramo), y las familias con mayor número de especies son Asteraceae, Rubiaceae, Gramineae, Rosaceae y Ericaceae. El 12.8% corresponden a especies encontradas en alturas entre los 1000 y 2000 msnm (región subandina) y corresponden principalmente a las familias Rubiaceae, Piperaceae, Orchidaceae, Melastomataceae y Urticaceae. Además, es de anotar que se encontraron especies cuyo rango de distribución es amplio, las cuales corresponden al 5.2% del total en alturas comprendidas entre los 2000 y 4500 msnm y el 1.4% se desarrolla entre los 1000 y 3000 msnm.

Con base en los datos reportados en la literatura para Colombia y los resultados en este trabajo, se da una distribución altitudinal preliminar por familias como aparece en las tablas 3.1, 3.2 y 3.3. De los cuadros comparativos y de los inventarios se deduce que las familias más importantes por tener un mayor número de especies, pertenecen a los estratos bajos (subordinados) o a plantas con hábitos epifíticos como

Los autores agradecen a la Dra. Luisa Fernanda Herrera, a Antonio Sanabria, estudiante de postgrado en Sistemática y a Nohora Espejo, estudiante de Biología, quienes colaboraron eficazmente en la realización de los inventarios ecológicos y florísticos. Se hace extensivo este agradecimiento por su valiosa colaboración a la Profesora María Teresa Murillo, por la determinación de los Pteridófitos, y a los Biólogos Jaime Aguirre y H. Sipman y al estudiante Edgar Linares, por la determinación de las plantas inferiores.

boldtii), a community widely distributed in the Andean zone (Lozano and Torres 1974), has an abundance of herbaceous pteridophytes and especially tree-borne species. Almost always present are species belonging to the families

Balanophoraceae (*Corynaea*), Pyrolaceae (*Monotropa uniflora*), and Burmanniaceae (*Diptiostegia orobanchioides*), which are identifying elements in Colombian cloud forests.

Table 3.1. Plant families between 1000 and 2000 m above sea level (Subandean Region).
 Tabla 3.1. Familias de plantas entre 1000 y 2000 msnm (Región Subandina).

Depto. de Cundinamarca:	Depto. del Huila:	Depto. de Chocó:
Robledal de <i>Quercus humboldtii</i> en Cerro La Vieja (Lozano, Díaz y Torres 1979)	Bosque de <i>Guarea guidonia</i> (este volumen)	Forero (1982)
Asteraceae Leguminosae Melastomataceae Rubiaceae Solanaceae Euphorbiaceae Polygonaceae Orchidaceae Cyperaceae Gesneriaceae	Rubiaceae Piperaceae Leguminosae Orchidaceae Melastomataceae Urticaceae Polypodiaceae Solanaceae Bromeliaceae Malvaceae	Rubiaceae Melastomataceae Leguminosae Piperaceae Araceae Asteraceae Gesneriaceae Solanaceae Orchidaceae Bignoniaceae

Table 3.2. Plant families between 2000 and 3000 m above sea level (Andean Region).
 Tabla 3.2. Familias de plantas entre 2000 y 3000 msnm (Región Andina).

Depto. de Cundinamarca:	Depto. de Boyacá-Santander:	Depto. de Nariño:	Depto. de Boyacá:	Depto. del Huila:	
Bosque de <i>Quercus humboldtii</i> en La Merced (Lozano y Torres 1965)	Bosque de <i>Quercus humboldtii</i> en La Sierra (Lozano, Díaz y Torres 1979)	Bosque de <i>Quercus humboldtii</i> en La Florida (Lozano, Díaz y Torres 1979)	Bosque de <i>Quercus humboldtii</i> en Onzaga (Lozano, Díaz y Torres 1979)	Bosque de <i>Quercus humboldtii</i> (este volumen)	Integrados los Cinco Bosques Anteriores—Five Previous Forests Together
Asteraceae Polypodiaceae Solanaceae Rosaceae Orchidaceae Araceae Rubiaceae Ericaceae Gramineae Melastomataceae	Orchidaceae Asteraceae Rubiaceae Melastomataceae Piperaceae Ericaceae Araceae Solanaceae Polypodiaceae Araliaceae	Polypodiaceae Gramineae Asteraceae Piperaceae Melastomataceae Rubiaceae Araceae Solanaceae Umbelliferae Verbenaceae	Asteraceae Ericaceae Orchidaceae Rubiaceae Piperaceae Melastomataceae Polypodiaceae Solanaceae Aquifoliaceae Araliaceae	Polypodiaceae Ericaceae Solanaceae Asteraceae Bromeliaceae Gesneriaceae Melastomataceae Urticaceae Araceae Loranthaceae	Asteraceae Orchidaceae Polypodiaceae Rubiaceae Ericaceae Solanaceae Piperaceae Melastomataceae Araceae Bromeliaceae

son Araceae, Orchidaceae, y Bromeliaceae. Generalmente las especies que dominan el dosel en estas comunidades selváticas (entre 0 y 3000 msnm) pertenecen a familias representadas con muy pocas especies en las comunidades, como son Fagaceae, Meliaceae, Sapindaceae, Vochysiaceae, Myristicaceae, Moraceae, Clusiaceae, Combretaceae y Bombacaceae. Es interesante reseñar ciertas características encontradas en los bosques de robles (*Quercus humboldtii*), comunidad ampliamente dis-

tribuida principalmente en la zona andina (Lozano y Torres 1974), como es la abundancia de Pteridófitos herbáceos y particularmente especies con porte arborescente y la presencia más o menos constante de especies pertenecientes a las familias Balanophoraceae (*Corynaea*), Pyrolaceae (*Monotropa uniflora*) y Burmanniaceae (*Diptiostegia orobanchioides*) las cuales ayudan a la caracterización de los "bosques nublados" en Colombia.

Tabla 3.3. Familias de plantas entre 3000 y 4500 msnm (Región Páramo).
Table 3.3. Plant families between 3000 and 4500 m above sea level (Páramo Region).

Depto. del Cauca:	Parque de los Nevados:
Varias Comunidades (este volumen)	Varias Comunidades (Rangel et al. 1983)
Asteraceae Rubiaceae Gramineae Rosaceae Ericaceae Umbelliferae Cyperaceae Campanulaceae Scrophulariaceae Cunoniaceae	Asteraceae Gramineae Rosaceae Polypodiaceae Rubiaceae Solanaceae Craciferae Caryophyllaceae Melastomataceae Piperaceae

Tabla 3.4: Inventario florístico del Valle de la Plata.
Table 3.4: Inventory of flora in the Valle de la Plata.

Nombre Científico Scientific Name	Colector Collector	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
ACANTHACEAE			
<i>Aphelandra acanthus</i> Nees	D782	H	2200-2400
<i>Aphelandra pulcherrima</i> (Jacq.) H.B.K.	L4819	H	1000
<i>Habracanthus</i> cf. <i>hylobius</i> Leonard	L4242	H	2380
ACTINIDIACEAE			
<i>Saurauia caquetensis</i> R.E. Schultes	L4496	C	3050
<i>Saurauia cuatrecasana</i> R.E. Schultes	D478	H	2200-2400
<i>Saurauia</i> cf. <i>pulchra</i> Sprague	L4112	H	1850
<i>Saurauia tomentosa</i> (H.B.K.) Spreng	D589	H	2200-2400
AMARANTHACEAE			
<i>Iresine paniculata</i> (L.) Ktze.	L4242	H	2100-2320
AMARYLLIDACEAE			
<i>Bomarea caldassi</i> (H.B.K.) Ascherson & Grebner	D492	H	2200-2400
<i>Bomarea floribunda</i> Kunt.	L4403	H	2200-2400
<i>Bomarea hirsuta</i> (H.B.K.) Herb	L4401	CH	2380, 3050
<i>Bomarea linifolia</i> (H.B.K.) Baker	L4485	C	3050-3300
<i>Bomarea puracensis</i> Killip	L4517	C	3050
<i>Bomarea</i> aff. <i>tricophylla</i> Killip	D493	H	2200-2400
<i>Eucharis mastersii</i> Baker	D537	H	2200-2400
ANACARDIACEAE			
<i>Mauria birringo</i> Tul	D566	H	2200-2400
ANNONACEAE			
<i>Guatteria cardoniana</i> R.E. Fr	L3977	H	1850
APOCYNACEAE			
<i>Mandevilla fendleri</i> (Muell-Arg.) Woods	L4124	H	1850-1900
<i>Stemmadenia grandiflora</i> (Jacq.) Mier	L4828	H	1000
AQUIFOLIACEAE			
<i>Ilex perneruata</i> Cuatr.	L4346	H	2380
ARACEAE			
<i>Anthurium bogotense</i> Schatt	L4695	C	3300
<i>Anthurium hygrophilum</i> Engl.	D668	H	2200-2400
<i>Anthurium idroboanum</i> R.E. Schultes	L4129	H	2100-2400
<i>Anthurium</i> cf. <i>lactiflorum</i> Engl.	D421	H	2200-2400
<i>Anthurium longigeniculatum</i> Engl.	L4267	H	2200-2450
<i>Anthurium microspadix</i> Schott	D461	H	2200-2400
<i>Anthurium nitidum</i> Benth.	L4100	H	1850-2300
<i>Anthurium scandens</i> (Aubl.) Engler	L4209	H	2100
<i>Anthurium trinerve</i> (Miq.) Engler	L4107	H	1000-1850
<i>Philodendron tripartitum</i> Schott	L4793	H	1000
<i>Philodendron</i> sp.	D419	H	2200-2400

(Colectores: D=Díaz, G=Gaulin, L=Lozano, T=Torres)
(Departamentos: C=Cauca, H=Huila)

Tabla 3.4 (cont.)—Table 3.4 (cont.)

Nombre Científico Scientific Name	Colector Collector	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
<i>Xanthosoma</i> sp.	D731	H	2200–2400
ARALIACEAE			
<i>Oreopanax</i> aff. <i>cecropifolium</i> Cuatr.	L4816	H	1000
<i>Oreopanax floribundum</i> (H.B.K.) Dane & Pl.	L4727	C	3000
<i>Oreopanax nitidum</i> Cuatr.	L4689	C	3300
<i>Schefflera decagyna</i> Cuatr.	L4163	H	2100–2400
<i>Schefflera</i> sp.			
ASCLEPIADACEAE			
<i>Ditassa longiloba</i> Benth.	D859	H	2200–2400
ASTERACEAE			
<i>Aspilia quinquenervis</i> Blake	D498	H	2200–2400
<i>Baccharis brachylaenoides</i> DC. var. <i>oblanceolata</i> (Hieron) Cuatr.	L4148	H	2100
<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	L4462	H	2200–2400
<i>Baccharis jelskii</i> Hieron.	D504	C	3050
<i>Baccharis nitida</i> (R. & P.) Pers.	L4114	HC	1850, 3000
<i>Baccharis</i> cf. <i>padifolia</i> Hier.	L4608	C	3850–4500
<i>Barnadesia spinosa</i> L.f.	L4717	C	3000
<i>Bidens pilosa</i> L.	T1071A	H	2200–2400
<i>Clibadium trianae</i> (Hieron.) Blake	L4778	C	3000
<i>Cotula minuta</i> (L.f.) Sweet	L4662	C	3300
<i>Diplostephium floribundum</i> (Benth.) Wedd.	L4373	H	2380
<i>Diplostephium hartwegii</i> Hieron.	L4510	C	3050
<i>Diplostephium spinulosus</i> Wedd.	L4502	C	3050
<i>Elephantopus mollis</i> H.B.K.	L4825	H	1000
<i>Espeletia hartwegiana</i> Cuatr.	L4347	CH	2200–2400, 3300
<i>Eupatorium gracile</i> H.B.K.	L4465	C	3050
<i>Eupatorium</i> cf. <i>paezense</i> Hieron.	D552	H	2200–2400
<i>Eupatorium pichinchense</i> H.B.K.	D522	H	2200–2400
<i>Eupatorium</i> sp.	L4520	C	3050
<i>Galinsoga hispida</i> Benth.	D726	H	2200–2400
<i>Gnaphalium antennarioides</i> DC.	L4785	C	3000
<i>Gnaphalium</i> cf. <i>elegans</i> H.B.K.	L4486		
<i>Gynoxys lehmannii</i> Hieron.	L4568	C	3850–4500
<i>Gynoxys tolimensis</i> Cuatr.	L4670	C	3300
<i>Hieracium avilae</i> Zahn	L4476	C	3050
<i>Hieracium frigidum</i> Wedd.	L4369	CH	2380, 3300
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	L4592	C	3850–4500
<i>Hypochaeris sessiliflora</i> H.B.K.	L4563	C	3850–4500
<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less.	L4243	CH	2100–2320, 3000
<i>Lasiocephalus caldasensis</i> (Cuatr.)	L4471	C	3050–4500
<i>Lasiocephalus puracensis</i> (Cuatr.)	L4561	C	3850–4500
<i>Liabum megacephalum</i> Sch. Bip.	D486	H	2200–2400
<i>Loricaria colombiana</i> Cuatr.	L4567	C	3850–4500
<i>Loricaria thuyoides</i> (Lam.) Sch. Bip.	L4566	C	3850–4500
<i>Mikania anthioquensis</i> Hieron.	D464	H	2200–2400
<i>Mikania aschersonii</i> Hieron.	D467	H	2200–2400
<i>Mikania rufa</i> Benth.	D773	H	2200–2400
<i>Mikania</i> cf. <i>stuebelii</i> Hieron.	L4213	H	2100–2400

Tabla 3.4 (cont.)—Table 3.4 (cont.)

Nombre Científico Scientific Name	Colector Collector	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
<i>Munnozia jussiei</i> (Cass.) Robinson & Bretell	L4703	C	3300
<i>Munnozia senecionidis</i> Benth.	L4237	CH	2200–2400, 3050
<i>Oritrophium limnophilum</i> (Sch. Bip.) Cuatr.	L4581	C	3850–4500
<i>Oritrophium peruvianum</i> (Lam.) Cuatr.		H	3850–4500
<i>Paragynoxys</i> sp.	L4667	H	2200–2400
<i>Schistocarpha sinforosi</i> Cuatr.		H	2200–2400
<i>Senecio arboreus</i> (H.B.K.) DC.	L4671	C	3300
<i>Senecio arbutifolius</i> H.B.K.	L4637	C	3300
<i>Senecio canescens</i> (H. & B.) Cuatr.	L4562	C	3850–4500
<i>Senecio vaccinioides</i> (H.B.K.) Sch. Bip.	L4571	C	3850–4500
<i>Senecio vernicosus</i> Wedd.	L4572	C	3850–4500
<i>Synedrella nodiflora</i> Gaerth	L4798	H	1000
<i>Verbesina arborea</i> H.B.K.	D463	H	2200–2400
<i>Verbesina</i> sp.	L4353	C	3000
<i>Werneria humilis</i> H.B.K.	L4585	H	3850–4500
BALANOPHORACEAE			
<i>Corynsea sphaerica</i> Hock. f.	D757	H	2200–2400
BEGONIACEAE			
<i>Begonia montana</i> (A.DC.) Warh.	L4317	H	2300
<i>Begonia urticae</i> L.f.	L4511	CH	2200–2400, 3050–3300
BERBERIDACEAE			
<i>Berberis grandiflora</i> Turcz	L4709	C	3000
<i>Berberis stuebelii</i> Hieron.	L4634	C	3300
BORAGINACEAE			
<i>Cordia lanata</i> H.B.K.	G087	H	2200–2400
<i>Cordia</i> cf. <i>spinescens</i> L.	L3982	H	1850
<i>Moritzia lindenii</i> (DC.) Benth.	L4780	C	3000
<i>Myosotis azorica</i> Wats ex Hook.	L4482	CH	2200–2400, 3050
<i>Tournefortia brevilobata</i> Krause	L4725	C	3000
<i>Tournefortia fuliginosa</i> H.B.K.	L4719	C	3300
BROMELIACEAE			
<i>Guzmania angustifolia</i> Wittm.	D754	H	2200–2400
<i>Guzmania candelabrum</i> André	D459	H	2200–2400
<i>Guzmania coriostachya</i> (Griseb.) Mez.	L4218	H	2100
<i>Guzmania diffusa</i> L.B. Smith	L4189	H	2100
<i>Guzmania graciliar</i> (André) Mez.	L4357	H	2380
<i>Guzmania mosquerae</i> (Wittm.) Mez.	D588	H	2200–2400
<i>Guzmania pleiosticha</i> (Grisebach) Mez.	L4304	H	2300
<i>Pitcairnia commixta</i> L.B. Smith	L4251	H	2100–2320
<i>Tillandsia adpressa</i> André	D567	H	2200–2400
<i>Tillandsia archeri</i> L.B. Smith	D587	H	2200–2400
<i>Tillandsia complanata</i> Benth.	L4118	H	1850–2320
<i>Tillandsia</i> aff. <i>fassetii</i> L.B. Smith	L4216	H	2100–2320
<i>Tillandsia juncae</i> (R. & P.) Poiret	L4792	H	1000
<i>Tillandsia penlandii</i> L.B. Smith	L4176	H	2100–2320
<i>Tillandsia recurvata</i> L.	L4835	H	1000
<i>Tillandsia ropalocarpa</i> André	L4140	H	2100–2400

Tabla 3.4 (cont.)—Table 3.4 (cont.)

Nombre Científico Scientific Name	Colector Collector	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
<i>Tillandsia cf. tetrantha</i> R. & P.	L4120	H	1850
BRUNELLIACEAE			
<i>Brunellia comocladifolia</i> H. & B.	D787	H	2200–2400
<i>Brunellia littlei</i> Cuatr.	L4250	H	2200–2400
<i>Brunellia macrophylla</i> Killip & Cuatr.	L4499	C	3050
<i>Brunellia putumayensis</i> Cuatr.	L4433	H	2380
<i>Brunellia sibundoya</i> Cuatr.	L4247	H	2100–2450
<i>Brunellia</i> sp.	L4505	C	3050
BURMANNIACEAE			
<i>Diptiostegia orobanchioides</i> (Hook) Miers	L4206	H	2100–2400
CACTACEAE			
<i>Rhypsalis baccifera</i> (J. Miller) Stearn	L4797	H	1000
CALLITRICHACEAE			
<i>Callitriche nubigena</i> Fassett	L4582	C	3850–4500
CAMPANULACEAE			
<i>Burmeistera carnosa</i> Gleason	D646	H	2200–2400
<i>Centropogen cf. caoutchou</i> (H.B.K.) Gleason	L4527	C	3050
<i>Centropogen ferrugineus</i> (L.f.) Gleason	L4503	C	3050
<i>Centropogen grandis</i> (L.f.) Pers.	L4238	H	2200–2400
<i>Centropogen latisepalus</i> Gleason	D655	H	2200–2400
<i>Centropogen willdenowianus</i> (Presl.) Wimmer	L4766	C	3000
<i>Siphocampylus benthamianus</i> Walp	L4522	C	3050
<i>Siphocampylus popayanensis</i> Benth.	L4720	C	3000
CAPPARIDACEAE			
<i>Gynandropsis gracilis</i> (T. & P.) MacBride	D494	H	2200–2400
<i>Podandroyne brachycarpa</i> (DC.) Woodson	L4352	H	2380
CAPRIFOLIACEAE			
<i>Viburnum lasiophyllum</i> Benth.	D536	H	2200–2400
<i>Viburnum lehmannii</i> Killip & Smith	G093	H	2200–2400
CARICACEAE			
<i>Carica crassipetala</i> Badillo	D675	H	2200–2400
CARYOPHYLLACEAE			
<i>Arenaria lanuginosa</i> (Michx.) Rohrb	D739	H	2200–2400
<i>Cerastium danguyi</i> Macbr.	L4586	C	3850–4500
<i>Stellaria cuspidata</i> Willd.	L4519	CH	2200–2400, 3050–3300
CHLORANTHACEAE			
<i>Hedyosmum bonplandianum</i> H.B.K.	L3976	H	1850
<i>Hedyosmum racemosum</i>	D643	H	2200–2400
CLETHRACEAE			
<i>Clethra fagiefolia</i> H.B.K.	L4205	H	2100–2400
CLUSIACEAE			
<i>Clusia alata</i> Pl. & Tr.	D597	H	2200–2400
<i>Clusia multiflora</i> H.B.K.	L4168	H	2100–2400

Tabla 3.4 (cont.)—Table 3.4 (cont.)

Nombre Científico Scientific Name	Colector Collector	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
<i>Clusia sessilis</i> Klotzsch ex Engler	L3978	H	1850
<i>Clusia</i> sp.	L4399	H	2380
<i>Tovomita</i> sp.	L4161	H	2100–2380
COMMELINACEAE			
<i>Rhyodina gracilis</i> (H.B.K.) Raf.	L4300	H	2300
<i>Tradescantia gracilis</i> H.B.K.	D740	H	2200–2400
CONVOLVULACEAE			
<i>Jacquemontia sphaerostigma</i> (Cav.) Rusby	L4831	H	1000
CORIARIACEAE			
<i>Coriria thymifolia</i> H.B.K.	L4779	C	3000
CRUCIFERAE			
<i>Cardamine alberti</i> Schulz	L4776	C	3000
<i>Cardamine bonariensis</i> Pers.	L4542	C	3050
CUCURBITACEAE			
<i>Cyclanthera explodens</i> Naud.	D510	H	2200–2400
CUNONIACEAE			
<i>Weinmannia anisophila</i> Standl. & Williams	D503	H	2200–2400
<i>Weinmannia balbistiana</i> H.B.K.	D661	H	2200–2400
<i>Weinmannia</i> cf. <i>guanacasana</i> Hieron.	L4497	C	3050–3850
<i>Weinmannia mariquitae</i> Ssyzyl	L4701	C	3300
<i>Weinmannia ovata</i> Cavanill.	L4409	H	2380
<i>Weinmannia parvifoliolata</i> Cuatr.	D599	H	2200–2400
<i>Weinmannia sorbifolia</i> H.B.K.	L4132	H	2100–2400
<i>Weinmannia subsessiliflora</i> spp. caquetana (Cuatr.) Bernardi		H	2200–2400
<i>Weinmannia subvelutina</i> Cuatr.	L4473	C	3050
<i>Weinmannia</i> cf. <i>vegasana</i> K. & S.	L4493	C	3050
CYATHEACEAE			
<i>Cyathea caracasana</i> var. <i>chimboracensis</i> (HK.) Tryon	L4220	H	2100
<i>Cyathea divergens</i> Kze.	L3996	H	2200–2400
CYCLANTHACEAE			
<i>Asplundia</i> sp.	D422	H	2200–2400
CYPERACEAE			
<i>Carex bonplandii</i> Kunth.	L4349	C	3300–4500
<i>Carex pichinchensis</i> H.B.K.	L4601	C	3300–4500
<i>Eleocharis elegans</i> (H.B.K.) R. & S.	L4127	H	1850
<i>Eleocharis stenocarpa</i> Suenson	L4644	C	3300
<i>Orsebulus venezuelensis</i> Steyermark	L4355	H	2380
<i>Rhynchospora caucana</i> B. & K.	D647	H	2200–2400
<i>Rhynchospora schiediana</i> (Schlecht) kunth var. <i>locuples</i> (Clarke) Kukenthal	L4489	C	3050
<i>Scirpus inundatus</i> Poirer	L4650	C	3300
<i>Uncinia tenuis</i> Poepp. ex Kunth.	L4693	C	3300
DESFONTAINIACEAE			
<i>Desfontainia plowmanii</i> Schult.	L4669	C	3300

Tabla 3.4 (cont.)—Table 3.4 (cont.)

Nombre Científico Scientific Name	Coleктор Collector	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
DICKSONIACEAE			
<i>Culcita conifolia</i> (Hook.) Maxon.	L4265	H	2100–2320
DIOSCOREACEAE			
<i>Dioscorea polygonoides</i> H. & B. ex Willd	D409	H	2200–2400
EQUISETACEAE			
<i>Equisetum bogotense</i> H.B.K.	L4664	C	3300
ERICACEAE			
<i>Befaria aestuans</i> Mutis	L4724	C	3000
<i>Befaria glauca</i> H.B.K.	L4192	H	2100
<i>Cavendishia divaricata</i> Smith	L4396	H	2200–2400
<i>Cavendishia strobilifera</i> (H.B.K.) Hoer	L4344	H	2380
<i>Cavendishia tubiflora</i> Smith	L4147	CH	2100–2320, 3050
<i>Cavendishia</i> sp.	L4364	C	3050
<i>Diogenesia floribunda</i> (Smith) Sleumer	L4233	H	2100–2320
<i>Disterigma acuminatum</i> (H.B.K.) Nied	L4186	H	2100–3300
<i>Disterigma alaternoides</i> (H.B.K.) Nied	D596	H	2200–2400
<i>Disterigma cuspidatum</i> Planch.	L4379	H	2380
<i>Disterigma empetrifolium</i> (H.B.K.) Drude	L4641	C	3300
<i>Gaultheria anastomosans</i> (L.f.) H.B.K.	L4789	C	3000
<i>Macleania</i> cf. <i>stricta</i> Smith	L4343	H	2380
<i>Plutarchia angulata</i> Smith	L4673	C	3300
<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.	L4380	CH	2380–3300, 4500
<i>Psammisia columbiensis</i> Hoer.	L4389	H	2380
<i>Psammisia falcata</i> (H.B.K.) Kl.	L4257	H	2200–2400
<i>Psammisia graebneriana</i> Hoer.	L4479	C	3050
<i>Psammisia lehmannii</i> Hoer.	L4398	H	2380
<i>Psammisia macrophylla</i> (H.B.K.) Kl.	L4331	H	2200–2400
<i>Psammisia</i> aff. <i>pennelli</i> Smith	D446	H	2200–2400
<i>Satyria</i> aff. <i>breviflora</i> Hoer.	D435A	H	2200–2400
<i>Semiramisia</i> sp.	L4175	H	2100
<i>Sphyrospermum buxifolium</i> P. & E.	L4187	H	2100–2380
<i>Sphyrospermum cordifolium</i> Benth.	L4152	H	2100
<i>Themistoclesia dependens</i> (Benth.) Smith	L4515	C	3050
<i>Themistoclesia</i> cf. <i>recondita</i> Smith	L4351	H	2200–2450
<i>Thibaudia floribunda</i> H.B.K.	L4255	H	2100–2320
<i>Thibaudia</i> cf. <i>rigidiflora</i> Smith	L4134	H	2100
<i>Vaccinium</i> aff. <i>meridionale</i> Sw.	L4378	H	2380
ERIOCAULACEAE			
<i>Paepalanthus ensifolius</i> (H.B.K.) Kunt.	D592	H	2200–2400
<i>Paepalanthus karstenii</i> Ruhl	L4666	H	3300
EUPHORBIACEAE			
<i>Acalypha macrostachya</i> Jacq.	L4829	H	1000
<i>Alchornea</i> sp.	L4466	H	2450
<i>Euphorbia latazi</i> H.B.K.	L4115	H	1850
<i>Hieronyma colombiana</i> Cuatr.	L4384	H	2200–2400
<i>Hieronyma duquei</i> Cuatr.	G128	H	2200–2400
<i>Sapium cuatrecasasii</i> Croiz.	D578	H	2200–2400

Tabla 3.4 (cont.)—Table 3.4 (cont.)

Nombre Científico Scientific Name	Colector Collector	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
FABACEAE			
<i>Desmodium campyloclados</i> Hemsl.	L4809	H	1000
<i>Desmodium caripense</i> (H.B.K.) G. Don	L3988	H	1850
<i>Erythrina rubrinervia</i> H.B.K.	L4116	H	1850
<i>Lupinus alirevolutus</i> Smith	L4655	C	3300
<i>Lupinus alopecuroides</i> Desv.	L4558	C	3850–4500
<i>Lupinus expetendus</i> Smith	L4560	C	3850–4500
<i>Lupinus puracensis</i> Smith	L4463	C	3050
<i>Ormosia</i> aff. <i>stipularis</i> Ducke		H	2310
<i>Phaseolus flavescens</i> Piper	L4412	H	2200–2400
FAGACEAE			
<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	L4217	H	2100–2400
FLACOURTIACEAE			
<i>Casearia mollis</i> H.B.K.	L4830	H	1000
<i>Lacistema agregatum</i> (Berg.) Rusby		H	1000
GENTIANACEAE			
<i>Gentiana engleri</i> Gilg.	L4642	C	3300
<i>Gentiana sedifolia</i> H.B.K.	L4651	C	3300
<i>Halenia hygrophila</i> Gilg.	L4574	C	3850–4500
<i>Halenia tolimae</i> Gilg.	L4630	C	3300
<i>Symbolanthus magnificus</i> Gilg.	L4150	H	2100
GERANIACEAE			
<i>Geranium confertum</i> Standl.	L4591	C	3300
<i>Geranium rhomboidale</i> Moore	L4647	C	3300
<i>Geranium</i> sp.	L4541	C	3050–3300
GESNERIACEAE			
<i>Alloplectus ichthyoderma</i> Hanst.	L4500	C	3050
<i>Alloplectus</i> aff. <i>ichthyoderma</i> Hanst.	L4411	H	2380
<i>Alloplectus meridensis</i> Klotzsch ex Hanst.	L4350	H	2200–2400
<i>Alloplectus varelanus</i> (Cuatr.) Cuatr.	D443	H	2200–2400
<i>Besleria reticulata</i> Fritsch	L4254	H	2200–2450
<i>Besleria riparia</i> Morton	L4329	H	2200–2400
<i>Besleria</i> sp.	L4427	H	2380
<i>Campanea affinis</i> Fritz	L4402	H	2380
<i>Campanea grandiflora</i> (H.B.K.) Decne	L4336	H	2200–2400
<i>Chrysothemis</i> sp.		H	2200–2400
<i>Codonanthe uleana</i> Fritsch	D513	H	2200–2400
<i>Columnnea aurantiaca</i> Decne	L4498	C	3050
<i>Columnnea praetexta</i> Hanst.	L4326	H	2200–2400
GLEICHENIACEAE			
<i>Gleichenia nuda</i> (Moritz) Moore	L4429	H	2450
<i>Gleichenia rubiginosa</i> Mett.	L4170	H	2100
GRAMINEAE			
<i>Agrostis araucana</i> Phil.	L4588	C	3850–4500
<i>Agrostis boyacensis</i> Sw.	L4607	C	3850–4500

Tabla 3.4 (cont.)—Table 3.4 (cont.)

Nombre Científico Scientific Name	Colector Collector	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
<i>Agrostis foliata</i> Hook. f.	L4590	C	3850–4500
<i>Bromus catharticus</i> Vahl.	D741A	H	2200–2400
<i>Calamagrostis bogotensis</i> (Pilger) Pilger	L4632	C	3300
<i>Calamagrostis effusa</i> (H.B.K.) Steud.	L4603	C	3300–4500
<i>Calamagrostis macrophylla</i> (Pilger) Pilger	L4612	C	3850–4500
<i>Calamagrostis planifolia</i> (H.B.K.) Trin.	L4613	C	3850–4500
<i>Chusquea</i> sp.		H	3850–4500
<i>Ichnanthus nemorosus</i> (Sw.) Döel.	D741	H	2200–2400
<i>Neurolepis elata</i> (Kunth.) Pilger	L4770	C	3000
<i>Oplismenus burmanii</i> (Retz) Beauv.	L3987	H	1850
<i>Panicum polygonatum</i> Schard	L4826	H	1000
<i>Panicum</i> sp.	L4301	H	2300
<i>Pennisetum banbusiformes</i> (Pourn.) Hemsl.	D529	H	2200–2400
<i>Poa pauciflora</i> Roem. & Schult.	L4580	C	3850–4500
<i>Swallenochloa weberbaueri</i> (Pilger) McClure	L4769	C	3000
HALORAGACEAE			
<i>Gunnera caucana</i> Mora	L4767	C	3000
<i>Gunnera magellanica</i> Lam.	L4597	C	3850–4500
<i>Gunnera pilosa</i> H.B.K.	L4540	C	3050
HIPPOCASTANACEAE			
<i>Billia columbiana</i> Pl. & Lindl.	D689	H	2200–2400
HYPERICACEAE			
<i>Hypericum brathys</i> Lam.	L4375	C	3300
<i>Hypericum lancioides</i> Cuatr.	D595	H	2200–2400
<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.	L4564	C	3850–4500
<i>Hypericum pimeloides</i> Pl. & Lind. ex Tr. & Pl.	L4459	H	3050
<i>Vismia lauriformis</i> (Lam.) Choisy	L4110	H	1850
<i>Vismia</i> cf. <i>mandurr</i> Hieron.	L3983	H	1850–2400
ICACINACEAE			
<i>Calatola columbiana</i> Sleumer	L4410	H	2200–2400
IRIDACEAE			
<i>Sisyrinchium jamesonii</i> Baker	L4605	C	3300–4500
JUGLANDACEAE			
<i>Alfaroa</i> sp.	L4164	H	2100
JUNCACEAE			
<i>Distichia muscoides</i> Nees & Meyen	L4579	C	3850–4500
<i>Juncus microcephalus</i> H.B.K.	L4123	H	1850
LAMIACEAE			
<i>Lepechinia bullata</i> (Kunth.) Epl.	D542	H	2200–2400
<i>Salvia palaefolia</i> H.B.K.		H	2200–2400
LAURACEAE			
<i>Aniba</i> sp.		H	2200–2400
<i>Licaria</i> cf. <i>armeniaca</i> (Mez) Kosterman	L4246	H	2100–2320
<i>Nectandra globosa</i> (Aubl.) Mez.	D563	H	2200–2400
<i>Persea</i> aff. <i>caerulea</i> (R. & P.) Mez.	L4212	H	2100

Tabla 3.4 (cont.)—Table 3.4 (cont.)

Nombre Científico Scientific Name	Colector Collector	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
<i>Persea mutisii</i> H.B.K.	L4715	C	3000
<i>Persea</i> aff. <i>subcordata</i> (R. & P.) Nees	L4211	H	2100
<i>Phoebe cinnamomifolia</i> (H.B.K.) Nees	L4806	H	1000
LENTIBULARIACEAE			
<i>Utricularia alpina</i> Jacq.	L4166	H	2100–2380
LILIACEAE			
<i>Eccremis</i> aff. <i>coarctata</i> (R. & P.) Baker	L4345	H	2380
<i>Smilax floribunda</i> Kunth	D470	H	2200–2400
<i>Smilax spinosa</i> Mill	L4803	H	1000
<i>Smilax tomentosa</i> H.B.K.		H	2200–2400
LOASACEAE			
<i>Klaprothia mentzelioides</i> H.B.K.	D528	H	2200–2400
<i>Loasa triphylla</i> (H.B.K.) Urb. & Gilg.	L4297	H	1900–2400
LORANTHACEAE			
<i>Dendrophthera clavata</i> (Benth.) Urb.	L4339	H	2380
<i>Gaiadendron punctatum</i> (R. & P.) G. Don	L4726	C	3000
<i>Ixocactus hutchisonii</i> Kuijt.	D560	H	2200–2400
<i>Oryctanthus botryostachys</i> Eichl.	D562	H	2200–2400
<i>Phoradendron crassifolium</i> (DC.) Eichl.	L4108	H	1850
<i>Phoradendron obliquum</i> (Presl.) Eichl.	L4193	H	2100
<i>Phthirusa orinocensis</i> (Sprengl.) Eichl.	D541	H	2200–2400
<i>Struthanthus</i> cf. <i>adenostemon</i> (Eichl.) Killip	D696	H	2200–2400
<i>Struthanthus aduncus</i> (Mey) G. Don	L4307	H	2300
LYCOPODIACEAE			
<i>Lycopodium clavatum</i> L.	L4341	H	2380
MALPIGHIACEAE			
<i>Bunchosia</i> cf. <i>argentea</i> (Jacq.) DC.	L4390	H	2380
MALVACEAE			
<i>Pavonia mollis</i> H.B.K.	L4121	H	1850–1900
<i>Sida acuta</i> Burm.	L4833	H	1000
MARCGRAVIACEAE			
<i>Marcgravia</i> sp.	D764	H	2200–2400
<i>Sourobea</i> sp.	D687	H	2200–2400
MELASTOMATACEAE			
<i>Arthrostema volubile</i> (Bonpl.) Tr.	D766	H	2200–2400
<i>Brachyotum ledifolium</i> (Desr.) Tr.	L4573	C	3000–4500
<i>Miconia</i> cf. <i>caudata</i> (Bonpl.) DC.	L3979	H	1850
<i>Miconia cordifolia</i> Wurdack	L4426	H	2200–2450
<i>Miconia cuneifolia</i> Gleas.	L4699	C	3300
<i>Miconia floribunda</i> (Bonpl.) DC.	L4383	H	2200–2400
<i>Miconia gleasoniana</i> Wurdack	L4492	C	3050
<i>Miconia</i> cf. <i>latifolia</i> (D. Don) Naud	L4477	C	3050
<i>Miconia lehmannii</i> Cogn.	L4183	H	2100–2320
<i>Miconia orcheotoma</i> Naud.	L4480	CH	2200–2450, 3000
<i>Miconia psychrophylla</i> Naud.	L4407	CH	2380, 3050

Tabla 3.4 (cont.)—Table 3.4 (cont.)

Nombre Científico Scientific Name	Colector Collector	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
<i>Miconia</i> aff. <i>pubescens</i> Willd.		C	3050
<i>Miconia puracensis</i> Wurdack	L4668	C	3300
<i>Miconia setinodis</i> (Bonpl.) DC.	L4721	C	3000
<i>Miconia</i> cf. <i>spicellata</i> Bonpl. ex Naud.	L3993	H	1850
<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	D730	H	2200–2400
<i>Miconia tonduzii</i> Cogn.	D447	H	2200–2400
<i>Monochaetum lineatum</i> Cleason	L4126	H	1850
<i>Monochaetum meridense</i> (Kl.) Naud	L4400	H	2380
<i>Rhynchanthera hookeri</i> Naud.	L4122	H	1850
<i>Tibouchina longifolia</i> (Vahl) Baill.	D505	H	2200–2400
MELIACEAE			
<i>Cedrela montana</i> Turcs	D801	H	2200–2400
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	L4817	H	1000
<i>Guarea</i> sp.		H	2200–2400
<i>Ruagea pubescens</i> Karst.	D770	H	2200–2400
<i>Trichilia martiana</i> C. DC.	L4815	H	1000
MENISPERMACEAE			
<i>Cissampelos pereira</i> L.	D523	H	2200–2400
MIMOSACEAE			
<i>Inga codonantha</i> Pittier	L3984	H	1850
<i>Inga popayanensis</i> Pittier	L4128	H	1850
<i>Inga</i> sp.	L4451	H	2450
MONIMIACEAE			
<i>Mollinedia</i> sp.	L4332	H	2200–2400
<i>Siparuna lepidota</i> (H.B.K.) A. DC.	L4328	H	2200–2400
<i>Siparuna</i> sp.		H	2200–2400
MORACEAE			
<i>Cecropia caucana</i> Cuatr.	L4406	H	2200–2400
<i>Cecropia telealbida</i> Cuatr.	D575	H	2200–2400
<i>Ficus eximia</i> Schott	L4109	H	1850
<i>Ficus gigantocyce</i> Dugand		H	2200–2400
<i>Morus insignis</i> Bur	G23	H	2200–2400
<i>Perebea</i> sp.	L4796	H	1000
MYRICACEAE			
<i>Myrica pubescens</i> Willd.	D508	H	2200–2400
<i>Myrica</i> aff. <i>pubescens</i> Willd.	L4491	C	3050
MYRSINACEAE			
<i>Ardisia gyanensis</i> (Aubl.) Mez.	L4794	H	1000
<i>Conomorpha pastensis</i> Mez.	L4172	H	2100–2400
<i>Cybianthus cuatrecasasii</i> Agostini	L4133	H	2100
<i>Cybianthus</i> sp.	L4405	H	2380
<i>Geissanthus andinus</i> Mez.	L4718	C	3000
<i>Geissanthus</i> aff. <i>occidentalis</i> Cuatr.	L4469	C	3050
<i>Geissanthus serrulatus</i> (Willd.) Mez.	L4370	H	2380
<i>Rapanea ferruginea</i> (R. & P.) Mez.	L4117	H	1850–2400
<i>Rapanea guianensis</i> Aubl.		H	2100–2320

Tabla 3.4 (cont.)—Table 3.4 (cont.)

Nombre Científico Scientific Name	Colector Collector	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
MYRTACEAE			
<i>Calyptanthes</i> aff. <i>bipennis</i> Berg.	L4452	H	2200–2450
<i>Eugenia</i> cf. <i>florida</i> DC.		H	1000
<i>Eugenia</i> aff. <i>orthostemon</i> Berg.	L4334	H	2300
<i>Eugenia</i> sp.	L4377	H	2380
<i>Myrcia</i> aff. <i>paivae</i> Berg.	L4804	H	1000
<i>Myrcia</i> <i>popayanensis</i> Hieron.	L4119	H	1850–2400
<i>Myrcia</i> sp.		H	2200–2400
<i>Myrcianthes</i> cf. <i>discolor</i> (H.B.K.) McVaugh	L4723	C	3000
<i>Myrteola</i> <i>oxycoccoides</i> (Benth.) Berg.	L4358	H	2380
ONAGRACEAE			
<i>Epilobium</i> <i>denticulatum</i> R. & P.	L4458	H	3050
<i>Fuchsia</i> <i>canescens</i> Benth.	L4680	C	3300
<i>Fuchsia</i> <i>hartwegii</i> Benth.	L4408	H	2380
<i>Fuchsia</i> <i>sessilifolia</i> Benth.	D405	H	2200–2400
ORCHIDACEAE			
<i>Altensteinia</i> <i>paleacea</i> H.B.K.	L4787	C	3000
<i>Brachionidium</i> <i>brevicaudatum</i> Rolf.	L4697	C	3300
<i>Cranichis</i> <i>fertilis</i> (L. & K.) Schltr.	L4296	H	1900
<i>Diathonaea</i> <i>megalospatha</i> (R.f.) Garay & Dunst.	D532	H	2200–2400
<i>Elleanthus</i> <i>kermesinus</i> (Ldl.) R.f.	L4181	H	2100
<i>Elleanthus</i> <i>smithii</i> Schlechter	L4159	H	2100
<i>Epidendrum</i> <i>elleanthoides</i> Schltr.	L4264	H	2100–2320
<i>Epidendrum</i> <i>fimbriatum</i> H.B.K.	L4359	CH	2200–2400, 3050
<i>Epidendrum</i> <i>gastropodium</i> Rchb.f.	L4704	C	3300
<i>Epidendrum</i> <i>macrostachyum</i>	L4183	H	2100
<i>Epidendrum</i> <i>paniculatum</i> R. & P.		H	2200–2400
<i>Epidendrum</i> <i>secundum</i> Jacq.	L4144	H	2100–2380
<i>Epidendrum</i> <i>xylostachyum</i> Ldl.	L4340	H	2380
<i>Epidendrum</i> sp.		H	1000
<i>Gomphichis</i> <i>cundinamarcae</i> Renz.	L4190	H	2100–3300
<i>Habenaria</i> <i>monorrhiza</i> (Sw.) Rich	D401	H	2200–2400
<i>Jacquiella</i> <i>globosa</i> (Jacq.) Schltr.	L4384	H	1000
<i>Lepanthes</i> <i>juninensis</i> Schltr.	L4513	C	3050
<i>Lepanthes</i> <i>polygonoides</i> Smith & Harris	L4179	H	2100
<i>Lepanthes</i> <i>wageri</i> Reichb. f.	L4526	C	3050
<i>Masdevallia</i> <i>estradae</i> Rchb. f.	L4439	H	2450
<i>Maxillaria</i> <i>acuminata</i> Ldl.	L4263	H	2100–2320
<i>Maxillaria</i> <i>aurea</i> (P. & E.) Williams	L4171	H	2100
<i>Maxillaria</i> <i>breviflora</i> Ldl.	L4182	H	2100
<i>Maxillaria</i> <i>chlorochila</i> Lehm. & Kraenzl	L4252	H	2100–2320
<i>Maxillaria</i> <i>meridense</i> Ldl.	L4169	H	2100–2400
<i>Odontoglossum</i> <i>crispum</i> Lindl.	D490	H	2200–2400
<i>Odontoglossum</i> cf. <i>megalophium</i> Lindl.	L4800	H	1000
<i>Oncidium</i> <i>diceratum</i> Ldl.	L4363	H	2380
<i>Oncidium</i> <i>serpens</i> Lindl.	D645	H	2200–2400
<i>Pleurothallis</i> <i>alata</i> Ldl.	L4141	H	2100
<i>Pleurothallis</i> <i>bivalvis</i> Ldl.	L4151	H	2100

Tabla 3.4 (cont.)—Table 3.4 (cont.)

Nombre Científico Scientific Name	Colector Collector	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
<i>Pleurothallis</i> cf. <i>cardiostola</i> R.f.	L4143	H	2100
<i>Pleurothallis</i> <i>cardium</i> R.f.	L4138	H	2100
<i>Pleurothallis</i> <i>chamaelepanthes</i> Rchb.	L4543	C	3050
<i>Pleurothallis</i> cf. <i>saltatoria</i> Ldl.	L4219	H	2100–2320
<i>Pleurothallis</i> <i>secunda</i> P. & E.	L4158	H	2100
<i>Pleurothallis</i> <i>ventricosa</i> Lindl.	L4261	H	2100–2320
<i>Pleurothallis</i> sp.	L4155	H	2100
<i>Pogonia</i> <i>rosea</i> (Ldl.) Rchb.f	L4372	H	2380
<i>Scaphyglotis</i> aff. <i>genychila</i> Schltr.	L4135	H	2100
<i>Stelis</i> <i>alata</i> Ldl.	L3995	H	1850
<i>Stelis</i> <i>dialissa</i> Rchb.f.	L4391	H	2380
<i>Stelis</i> <i>lanceolata</i> (R. & P.) Willd.	L4160	H	2100
<i>Stelis</i> <i>lankesteri</i> Ames	L4231	H	2100–2320
<i>Stelis</i> <i>lentiginosa</i> Ldl.	L4154	H	2100
<i>Stelis</i> <i>parvilabris</i> Ldl.	L4149	H	2100
<i>Stelis</i> <i>pusilla</i> H.B.K.	L4705	C	3300
<i>Stelis</i> aff. <i>trilobata</i> Garay	L4530	C	3050
OSMUNDACEAE			
<i>Osmunda</i> <i>regalis</i> L.	L4376	H	2380
OXALIDACEA			
<i>Oxalis</i> <i>lotoides</i> H.B.K.	L4690	C	3300
<i>Oxalis</i> <i>phaeotricha</i> Diels	L4598	C	3850–4500
<i>Oxalis</i> <i>subintegra</i> Knuth.	L4512	C	3050
PALMAE			
<i>Aiphanes</i> <i>cayotifolia</i> (H.B.K.) Wendl.		H	2200–2400
<i>Euterpe</i> sp.	D603	H	2200–2400
<i>Geonoma</i> cf. <i>marggraffia</i> Engler	L4131	H	2100–2400
<i>Geonoma</i> <i>pulcherrima</i> Burret	L4354	H	2380
PASSIFLORACEAE			
<i>Passiflora</i> <i>azeroana</i> Uribe	L4338	H	2200–2400
<i>Passiflora</i> <i>biblora</i> Lam.	D658	H	2200–2400
<i>Passiflora</i> <i>coriacea</i> Juss.	L4827	H	1000
<i>Passiflora</i> <i>cumbalensis</i> (Karst.) Harm.	D515	H	2200–2400
<i>Passiflora</i> <i>fimbriatistipula</i> Harms.	L4506	C	3050
<i>Passiflora</i> cf. <i>lunata</i> Willd.	D631	H	2200–2400
<i>Passiflora</i> <i>tryphostemmatoides</i> Harms.	D712	H	2200–2400
<i>Passiflora</i> sp.	D733	H	2200–2400
PHYTOLACCACEAE			
<i>Phytolacca</i> <i>icosandra</i> L.	L4432	CH	2450, 3050
<i>Phytolacca</i> <i>rivinoides</i> (Kunzt.) Bouché	D465	H	2200–2400
<i>Rivina</i> <i>humilia</i> L.	L4822	H	1000
PIPERACEAE			
<i>Peperomia</i> <i>aguabonitensis</i> Yuncker	L4210	H	1000
<i>Peperomia</i> <i>blanda</i> (Jacq.) H.B.K.	D638	H	2200–2400
<i>Peperomia</i> <i>duendensis</i> Yuncker	L4681	C	3300
<i>Peperomia</i> <i>enantioistachya</i> C. DC.	D682	H	2200–2400

Tabla 3.4 (cont.)—Table 3.4 (cont.)

Nombre Científico Scientific Name	Colector Collector	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
<i>Peperomia eptlobioides</i> Trel. & Yunck	L4501	CH	2200–2400, 3050–3300
<i>Peperomia</i> cf. <i>hartwegiana</i> Miq.	L3980	CH	1850, 3000
<i>Peperomia hirtellicaulis</i> Yunck.	D420	H	2200–2400
<i>Peperomia hispidula</i> (Sw.) Dietr.	L4306	H	2200–2400
<i>Peperomia jamesoniana</i>	L4698	C	3300
<i>Peperomia</i> cf. <i>macrostacha</i> (Vahl) Dietr.	D758	H	2200–2400
<i>Peperomia obtusifolia</i> (L.) Dietr.	L4836	H	1000
<i>Peperomia peltoidea</i> H.B.K.	L4321	H	2200–2400
<i>Peperomia pereskiaefolia</i> (Jacq.) H.B.K.	L4808	H	1000
<i>Peperomia putumayoensis</i> Trel. & Yunck	D706	H	2200–2400
<i>Peperomia reflexa</i> (L.f.) Dietr.		H	2200–2400
<i>Peperomia rotundifolia</i> H.B.K.	L4811	H	1000
<i>Peperomia saligna</i> H.B.K.	L4683	CH	2200–2400, 3300
<i>Peperomia swatziana</i> Miq.	L4327	H	2200–2450
<i>Peperomia sympodialis</i> Trel. & Yunck	D589	H	2200–2400
<i>Peperomia talinifolia</i> H.B.K.	D648	H	2200–2400
<i>Peperomia trinervula</i> C. DC.	D593	H	2200–2400
<i>Piper aequale</i> Vahl.	L3997	H	1850
<i>Piper caucaense</i> Yunck.	L4455	H	2450
<i>Piper crassinervium</i> var. <i>tocotanum</i> (C.DC.) Yunck.	D666	H	2200–2400
<i>Piper dichroostachyum</i> Trel. & Yunck.	D662	H	2200–2400
<i>Piper divortans</i> Trel. & Yunck.	D694	H	2200–2400
<i>Piper lacunosum</i> H.B.K.	L4386	H	2380
<i>Piper lanceaefolium</i> H.B.K.	L4111	H	1850
<i>Piper marequitense</i> C. DC.	D474	H	2200–2400
<i>Piper medium</i> Jacq.	L4795	H	1000
<i>Piper pulchrum</i> C. DC.	L4325	H	2200–2400
<i>Piper tumidum</i> H.B.K.	L4711	C	3000
<i>Pothomorphe peltata</i> (L.) Miq.	L4818	H	1000
PLANTAGINACEAE			
<i>Plantago australis</i> Lam.	L4366	H	2380–2450
PODOCARPACEAE			
<i>Podocarpus oleifolius</i> var. <i>macrostachyus</i> (Parl.) Buch & Gray	L4188	H	2100
POLYGALACEAE			
<i>Monnina angustata</i> Tr. & Pl.	L4523	C	3050
<i>Monnina revoluta</i> H.B.K.	L4569	C	3850–4500
<i>Monnina rupestris</i> H.B.K.	L4342	H	2200–2400
<i>Monnina solandraefolia</i> Tr. & Pl.	L4268	H	2100–2320
POLYGONACEAE			
<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> (H.B.K.) Meisn.	L4468	CH	2200–2400, 3050
<i>Rumex acetosella</i> L.	L4611	C	3850–4500
<i>Rumex tolimensis</i> Wedd.	L4764	C	3000
POLYPODIACEAE			
<i>Asplenium auritum</i> Sw.	D511	H	2200–2400
<i>Asplenium harpodes</i> Kze.	D547	H	2200–2400
<i>Asplenium</i> aff. <i>laetum</i> Sw.	D445	H	2200–2400
<i>Asplenium serra</i> Langsd. & Fisch.	D791	H	2380

Tabla 3.4 (cont.)—Table 3.4 (cont.)

Nombre Científico Scientific Name	Colector Collector	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
<i>Blechnum columbiensis</i> Ruhl	D791	H	1850
<i>Blechnum</i> aff. <i>loxense</i> (H.B.K.) Salom.	L4633	C	3300
<i>Blechnum occidentale</i> L.	L3989	H	1850
<i>Dennstaedtia dissecta</i> (Sw.) Moore	L4298	H	2300
<i>Diplazium bogotense</i> (Karst.) Hieron.	L4303	H	2200–2400
<i>Eriosorus flexuosus</i> (H. & B.) Copel.	L4173	H	2100–2400
<i>Grammitis flabelliformis</i> (Peir.) Morton	L4464	C	3050
<i>Grammitis jamesonii</i> (Hook) Morton	L4518	CH	2200–2400, 3050
<i>Grammitis lanigera</i> var. <i>Stella</i> (Copel) Morton	D548	H	2200–2400
<i>Grammitis semihirsuta</i> (Klotzsch.) Morton	L4533	CH	2200–2400, 3050
<i>Grammitis serrulata</i> (Sw.) Sw.	L4139	H	2100
<i>Polypodium adnatum</i> Kuntze	L4453	H	2450
<i>Polypodium angustifolium</i> Sw.	L4101	H	2200–2400
<i>Polypodium</i> aff. <i>angustifolium</i> Sw.	L4682	C	3300
<i>Polypodium eurybasis</i> C. Chr.	L4302	H	2300–2450
<i>Polypodium fraseri</i> Mett.	D736	H	2300–2400
<i>Polypodium fraxinifolium</i> Jacq.	D425	H	2200–2400
<i>Polypodium glaucophyllum</i> Kl.	L4229	H	2100–2300
<i>Polypodium lanceolatum</i> L.	L4313	H	2200–2400
<i>Polypodium leucorhizon</i> Klotzsch.	D518	H	2200–2400
<i>Polypodium monosorum</i> Desv.	L4700	C	3300
<i>Polypodium phyllitidis</i> L.	L4308	H	2200–2400
<i>Polypodium</i> aff. <i>pilosissima</i> (Hart. & Gal.) Morton		H	2200–2400
<i>Polypodium plumula</i> H. & B. ex Willd.	L4807	H	1000
<i>Polypodium remotum</i> Desv.	L3990	H	1850–2300
<i>Polypodium sessilifolium</i> Desv.	L4214	H	2100–2320
<i>Thelypteris lindigii</i> (C. Chr.) Alston	D437	H	2200–2400
<i>Thelypteris</i> aff. <i>rudis</i> (Kuntze) Proctor		H	2200–2400
<i>Vittaria remota</i> Fee	D427	H	2200–2400
PORTULACACEAE			
<i>Montia fontana</i> L.	L4583	C	3850–4500
PROTOCYATHEACEAE			
<i>Culcita conifolia</i> (Hook.) Maxon	D768	H	2200–2400
PYROLACEAE			
<i>Monotropa uniflora</i> L.	L4208	H	2100–2400
RANUNCULACEAE			
<i>Ranunculus nubigenus</i> H.B.K.	L4663	C	3300
RHAMNACEAE			
<i>Rhanus granulosa</i> (R. & P.) Webers	D455	H	2200–2400
ROSACEAE			
<i>Acaena elongata</i> L.	L4460	C	3050
<i>Hesperomeles glabrata</i> H.B.K.	L4348	CH	2380, 3050
<i>Hesperomeles</i> cf. <i>pernettyoides</i> Weed	L4653	C	3300
<i>Hesperomeles</i> sp.	L4716	C	3000
<i>Lachemilla fulvescens</i> (Perry) Rothm.	L4784	C	3000
<i>Lachemilla galioides</i> (Benth.) Rothm.	L4665	C	3000

Tabla 3.4 (cont.)—Table 3.4 (cont.)

Nombre Científico Scientific Name	Colector Collector	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
<i>Lachemilla hirsuta</i> H.B.K.	L4505	C	3050
<i>Lachemilla holosericea</i> (Perry) Rothm.	L4589	C	3850–4500
<i>Lachemilla nivalis</i> (H.B.K.) Rothm.	L4559	C	3850–4500
<i>Lachemilla pectinata</i> (H.B.K.) Rothm.	L4599	C	3850–4500
<i>Prunus</i> aff. <i>integrifolia</i> (Presl.) Walp.		H	2200–2400
<i>Rubus glabratus</i> H.B.K.	L4484	C	3300
<i>Rubus guyanensis</i> Focke	L4488	H	2200–2400
<i>Rubus lechleri</i> Focke	L4686	CH	2200–2400, 3000–3300
RUBIACEAE			
<i>Cinchona officinalis</i> L.	L4165	H	2100
<i>Cinchona pubescens</i> Vahl.		H	2200–2400
<i>Coccosypselum</i>	L3985	H	1850
<i>Dioidia ocimifolia</i> (Willd.) Brem.	L3998	H	1850
<i>Dioicodendron dioicum</i> (Sch. & Kr.) Steyerem.	L4395	H	2380
<i>Emeorrhiza umbellata</i> (Spr.) Schum	L4106	H	1850
<i>Gonzalagunia dependens</i> R. & P.	L4292	H	1900
<i>Guettarda hirsuta</i> (R. & P.) Pers.	D735	H	2200–2400
<i>Hoffmania sprucei</i> Standl.	L4333	H	2200–2400
<i>Ladenbergia macrocarpa</i>	D485	H	2200–2400
<i>Nertera depressa</i> Banks & Solander	L4337	H	2200. 2400
<i>Nertera tetrasperma</i> H.B.K.	L4475	C	3050
<i>Palicourea angustifolia</i> H.B.K.	D439	H	2200–2400
<i>Palicourea</i> aff. <i>abbreviata</i> L.	L4162	H	2100
<i>Palicourea cuatrecasasii</i> Standley	L4320	H	2200–2450
<i>Palicourea demissa</i> Standl.	L4191	H	2100–2320
<i>Palicourea fastigiata</i> H.B.K.	D681	H	2200–2400
<i>Palicourea</i> cf. <i>ionantha</i> Standl.	L4435	H	2450
<i>Palicourea vaginata</i> Benth.	L4712	C	3000
<i>Palicourea</i> sp.	L4104	H	1850
<i>Psychotria alba</i> R. & P.	L4823	H	1000
<i>Psychotria</i> aff. <i>brachyata</i> Sw.	L4393	H	2380
<i>Psychotria caerulea</i> R. & P.	D551	H	2200–2400
<i>Psychotria hartwegiana</i> Standl.	L4532	C	3050
<i>Psychotria nervosa</i> Sw.	L4799	H	1000
<i>Psychotria uliginosa</i> Sw.	D471	H	2200–2400
<i>Randia</i> cf. <i>aculeata</i> L.	L4805	H	1000
<i>Randia spinosa</i> (Jacq.) Karst.		H	1000
<i>Relbunium hypocarpium</i> (L.) Hemsl.	D472	H	2200–2400
RUTACEAE			
<i>Fagara</i> sp.	L4707	CH	2200–2400, 3000
SABIACEAE			
<i>Meliosma</i> sp. nov.	D665	H	2200–2400
SAPINDACEAE			
<i>Paullinia densiflora</i> Smith	L4832	H	1000
<i>Sapindus saponaria</i> L.	L4814	H	1000
SAXIFRAGACEAE			
<i>Hydrangea oerstedii</i> Briq.	L4981	H	1850–2400

Tabla 3.4 (cont.)—Table 3.4 (cont.)

Nombre Científico Scientific Name	Colector Collector	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
<i>Ribes leptostachyum</i> Benth.	L4472	C	3050
SCROPHULARIACEAE			
<i>Bartisia stricta</i> (H.B.K.) Benth.	L4483	C	3050–3300
<i>Calceolaria mexicana</i> Benth.	L4782	C	3000
<i>Calceolaria microbefaria</i> Kronzl.	L4782A	C	3000
<i>Castilleja fissifolia</i> L.f.	L4509	C	3050
<i>Sibthorpia pichinchensis</i> H.B.K.	L4594	C	3850–4500
<i>Sibthorpia repens</i> (Mutis ex L.) Kuntze		H	2200–2400
SOLANACEAE			
<i>Acnistus riparius</i> (H.B.K.) Hunziker	D642	H	2200–2400
<i>Capsicum ciliatum</i> (H.B.K.) Ktze.	L4820	H	1000
<i>Capsicum dimorphum</i> (Miers.) Ktze.	D717	H	2200–2400
<i>Cestrum ochraceum</i> Francey	D691	H	2200–2400
<i>Cyphomandra betacea</i> (R. & P.) Sendtn.		H	2200–2400
<i>Cyphomandra crassifolia</i> (Hort.) Macbr.	D484	H	2200–2400
<i>Dunalia solanaceae</i> H.B.K.	L4397	H	2380
<i>Dunalia trianaei</i> Dammer	D705	H	2200–2400
<i>Larnax hawkesii</i> Hunziker	D468	H	2200–2400
<i>Physalis peruviana</i> L.		H	2200–2400
<i>Salpichroa diffusa</i> Miers.	L4687	C	3300
<i>Solandra coriacea</i> Rtze.	D686	H	2200–2400
<i>Solanum acerifolium</i> (H. & B.) Dunal	L4185	H	2100–2400
<i>Solanum</i> cf. <i>asperrimum</i> Bitter & Moristz	L3992	H	1850
<i>Solanum bogotense</i> Dunal	L4677	C	3300
<i>Solanum colombianum</i> Dunal	L4494	C	3050
<i>Solanum deflexiflorum</i> Bitt.	L4487	C	3050
<i>Solanum lasiophyllum</i> H. & B.		H	2200–2400
<i>Solanum lepidotum</i> H.B.K.	L3999	H	1850
<i>Solanum lindenii</i> Rusby		H	2200–2400
<i>Solanum nareense</i> H.B.K.	D664	H	2200–2400
<i>Solanum nigrum</i> L.	L4481	CH	2200–2400, 3050
<i>Solanum ovalifolium</i> H.B.K.	L4430	H	2200–2450
<i>Solanum quitoense</i> Lam.	D704	H	2200–2400
<i>Solanum seaforthianum</i> André	D780	H	2200–2400
<i>Solanum sodiroi</i> Bitter	D496	H	2200–2400
<i>Witheringia solanacea</i> L'Herit.	D557	H	2200–2400
STAPHYLACEAE			
<i>Turpinia paniculata</i> Vent.		H	2200–2400
STERCULIACEAE			
<i>Melothria guadalupensis</i> (Spreng.) Cong.	D637	H	2200–2400
STYRACACEAE			
<i>Styrax leptactinosus</i> Cuatr.	L4105	H	1850
SYMPLOCACEAE			
<i>Symplocos serrulata</i> H. & B.	L4240	H	2100–2320
<i>Symplocos</i> sp.	L4674	C	3300

Tabla 3.4 (cont.)—Table 3.4 (cont.)

Nombre Científico Scientific Name	Colector Collector	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
THEACEAE			
<i>Freziera canescens</i> H. & B.	L4706	C	3000
<i>Freziera</i> aff. <i>sessiliflora</i> Gentry	L4157	H	2100
THYMELAEACEAE			
<i>Daphnopsis cestrifolia</i> (H.B.K.) Meisen.		H	2100–2320
TROPAEOLACEAE			
<i>Tropaeolum</i>	D495	H	2200–2400
UMBELLIFERAE			
<i>Azorella aretioides</i> (Spreng.) DC	L4584	C	3850–4500
<i>Azorella crenata</i> (R. & P.) Pers.	L4602	C	3850–4500
<i>Azorella pedunculata</i> (Spreng.) Math. & Const.	L4713	C	3000
<i>Eryngium humile</i> Cav.	L4696	C	3300
<i>Hydrocotyle gunnerifolia</i> Wedd.	L4525	C	3050
<i>Hydrocotyle humboldtii</i> Rich	D727	H	2200–2400
<i>Hydrocotyle incrassata</i> R. & P.	D737	H	2200–2400
<i>Hydrocotyle lehmannii</i> Mathias	L4294	H	1900
<i>Nimphogetum ternata</i> (Willd.) Math. & Const.	L4696	C	3300
<i>Oreomyrrhis andicola</i> (Kunth.) Hook. f.	L4596	C	3850–4500
<i>Sanicula liberta</i> C. & S.	L4330	H	2200–2400
URTICACEAE			
<i>Boehmeria aspera</i> Wedd.	L4295	H	1900
<i>Myriocarpa stipitata</i> Benth.	L4802	H	1000
<i>Pilea</i> aff. <i>agrimonioides</i> Killip	L4322	H	2300
<i>Pilea cuatrecasasi</i> Killip	L4453	H	2450
<i>Pilea fallax</i> Wedd.	L4531	H	2200–2400
<i>Pilea involucrata</i> (Sims.) Urban	L4812	H	1000
<i>Pilea rhombea</i> (L.f.) Liebm.	D519	H	2200–2400
<i>Pilea rojasiana</i> Killip	D473	C	3050
<i>Pilea tetrapoda</i> Killip	L4474	H	2200–2400
<i>Pilea</i> sp.	L4404	H	2380
<i>Urera</i>		H	2200–2400
<i>Urtica ballataefolia</i> Wedd.	D481	H	2200–2400
<i>Urtica longispica</i> Killip	L4781	C	3000
VALERIANACEAE			
<i>Valeriana alophis</i> Greebn	L4470	C	3050
<i>Valeriana crassifolia</i> H.B.K.	L4507	C	3050
<i>Valeriana clematidis</i> H.B.K.	D777	H	2200–2400
<i>Valeriana microphylla</i> H.B.K.	L4565	C	3850–4500
VERBENACEAE			
<i>Aegiphila filipes</i> Mart. & Schau	D678	H	2200–2400
<i>Cytharexylum</i> sp.		H	2200–2400
VIOLACEAE			
<i>Viola stipularis</i> Sw.	L4387	H	2380
VITACEAE			
<i>Cissus andina</i> Dugand	L4388	H	2200–2400

Tabla 3.4 (cont.)—Table 3.4 (cont.)

Nombre Científico Scientific Name	Colector Collector	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
ZINGIBERACEAE <i>Renealmia lucida</i> Maas	D677	H	2200–2400

Tabla 3.5. Inventario florístico del Valle de la Plata—Líquenes.
Table 3.5. Floral inventory of the Valle de la Plata—Lichens.

Nombre Científico Scientific Name	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
ACAROSPORACEAE <i>Acarospora</i>	H	1000
ARTHONIAACEAE <i>Arthonia</i>	H	2300, 2400
BAEOMYCETACEAE <i>Baeomyces fungoides</i> (Sw.) Achr.	C	3200
<i>Baeomyces imbricatus</i> Hook. var. <i>erythrallus</i> (Mont.) de Vries	H	2400
<i>Baeomyces imbricatus</i> Hook. var. <i>imbricatus</i>	C	3300
CALICIAACEAE <i>Calicium glaucellum</i> Ach.	H	2400
<i>Calicium salicinum</i> Pers.	H	1000, 2400
<i>Chaenotheca brunneola</i> (Ach.) Muell. Arg.	H	2400
<i>Chaenotheca laevigata</i> Nadv.	H	2400
<i>Tylophoron protrudens</i> Nyl.	H	2400
CANDELARIAACEAE <i>Candelaria</i>	H	1000
CHRYSOTRICACEAE <i>Chrysothrix candelaris</i> (L.) Laundon	H	1000
CLADONIAACEAE <i>Cladia aggregata</i> (Sw.) Nyl.	C	3300
<i>Cladina boliviana</i> (Ahti) Ahti	C	3300
<i>Cladina confusa</i> (Sant.) Follmann & Ahti	CH	2300, 3300
<i>Cladonia aggregata</i> (Sw.) Ach.	H	2400, 3800
<i>Cladonia andesita</i> Vain.	CH	2300, 3100, 3200
<i>Cladonia ceratophylla</i> (Sw.) Spreng.	H	2400
<i>Cladonia chondrotypa</i> Vain.	C	3100
<i>Cladonia coccifera</i> (L.) Willd.	C	3300
<i>Cladonia corniculata</i> Ahti & Kashiw.	C	3100, 3800
<i>Cladonia dactylota</i> Tuck.	CH	2300, 3100, 3200
<i>Cladonia didyma</i> (Fée) Vain.	H	2300, 2400
<i>Cladonia hypoxanthoides</i> Vain.	C	4000

(Departamentos: C=Cauca, H=Huila)

Tabla 3.5 (cont.)—Table 3.5 (cont.)

Nombre Científico Scientific Name	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
<i>Cladonia isabellina</i> Vain.	C	3300, 3800
<i>Cladonia ochrochlora</i> Flh.	H	2400
<i>Cladonia rappii</i> Evans var. <i>exilior</i> (des Abb.) Ahti	H	2300
<i>Cladonia squamosa</i> (Scop.) Hoff. var. <i>squamosa</i>	H	2400
<i>Cladonia squamosa</i> (Scop.) Hoff. var. <i>subsquamosa</i> (Nyl.) Vain.	H	2400
<i>Cladonia verruculosa</i> (Vain.) Ahti	C	3100, 3300, 3800
<i>Glossodium aversum</i> Nyl.	C	3300
COCCOCARPIACEAE		
<i>Coccocarpia domingensis</i> Vain.	CH	2300, 3000, 3200
<i>Coccocarpia erythroxyli</i> (Spreng.) Swinsc. & Krog.	CH	1000, 2300, 3200, 3300
<i>Coccocarpia palmicola</i> (Spreng.) Arv. & Gall.	CH	2300, 2400, 3000
<i>Coccocarpia pellita</i>	H	1000
<i>Coccocarpia stellata</i> Tuck.	H	2300
COLLEMATACEAE		
<i>Collema glaucophthalma</i> Nyl. var. <i>glaucophthalma</i>	H	1000, 2400
<i>Leptogium andinum</i> Jörg.	CH	2300, 3300
<i>Leptogium burgessii</i> (L.) Mont.	CH	2300, 3000
<i>Leptogium cyanescens</i> (Rabenh.) Koerber	H	1000
<i>Leptogium diaphanum</i> (Sw.) Mont.	H	2300, 2400
<i>Leptogium foveolatum</i> Nyl.	CH	2400, 3000
<i>Leptogium juressianum</i>	C	3000
<i>Leptogium laceroides</i> Bopuly de Lesd.	C	3000, 3200, 3300
<i>Leptogium marginellum</i> (Sw.) Gray	H	1000
<i>Leptogium phyllocarpum</i> (Pers.) Mont.	H	2300, 2400
<i>Leptogium resupinans</i> Nyl.	C	3300
<i>Leptogium vesicalosum</i> (Sw.) Malme	H	1000, 2400
CORTICIACEAE		
<i>Cora pavonia</i> (Sw.) Fr.	CH	2300, 3000
<i>Cora</i>	H	2400
<i>Dictyonema irpicium</i>	H	2300
<i>Dictyonema</i>	H	2400
GRAPHIDACEAE		
<i>Glyphis</i>	H	1000
<i>Graphina</i>	C	3300
<i>Graphis</i>	H	2300
<i>Gyrostomum scyphuliferum</i>	H	1000
<i>Phaeographina</i>	H	2400
<i>Sarcographa</i>	H	2400
GYALECTACEAE		
<i>Coenogonium</i>	H	1000
<i>Coenogonium</i>	H	2400
<i>Dimerella</i>	CH	2400, 3300
HEPPIACEAE		
<i>Heppia</i>	H	1000
LECANACTIDACEAE		
<i>Chiodecton</i>	H	1000

Tabla 3.5 (cont.)—Table 3.5 (cont.)

Nombre Científico Scientific Name	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
<i>Lecanactis</i>	H	1000
LECANORACEAE		
<i>Lecania</i> cf. <i>sulphureofusca</i> (Fée) Muell. Arg.	H	2300
<i>Lecanora polytropa</i> (Hoffm.) Rabh.	C	4000
<i>Lecanora</i>	H	1000
<i>Lecanora</i>	H	2300, 2400
<i>Lecanora</i>	H	3000
<i>Lecanora</i>	C	3300
LECIDEACEAE		
<i>Bacidia</i>	H	2400
<i>Bacidia</i>	C	3000
<i>Hoematomma puniceum</i> (Sm. ex Ach.) Massali	H	1000
<i>Lecidea</i>	H	1000
<i>Lecidea</i>	C	3200, 3800
<i>Lecidea</i>	C	4000
<i>Lopadium</i>	C	4000
<i>Phyllopsora</i>	H	2300
<i>Rhizocarpa</i>	C	3800
MEGALOSPORACEAE		
<i>Catinarina versicolor</i> (Fée) Sipman	H	2400
<i>Megaloblastenia marginiflexa</i> (Hook. & Tayl.) Sipman var. <i>dimota</i> (Malme) Sipman	H	2400
<i>Megalospora admixta</i>	CH	2400, 3300
<i>Megalospora sulphurata</i> Meyen var. <i>nigricans</i> (Muell. Arg.) Riddle	H	2400
<i>Megalospora tuberculosa</i> (Fée) Sipman	CH	1000, 3300
MICAREACEAE		
<i>Micarea</i>	C	3200
MICROGLAENACEAE		
<i>Microglæna</i>	C	4000
MICOCALICIACEAE		
<i>Chaenothecopsis pusilla</i> (Flk.) Schmidt	H	2400
<i>Mycocalicium albonigrum</i> (Nyl.) Tibell	H	1000
OPEGRAPHACEAE		
<i>Opegrapha</i>	H	2400
PANNARIACEAE		
<i>Erioderma</i>	CH	2300, 3000, 3200, 3300
<i>Pannaria mariana</i> (Fries) Muell. Arg.	CH	2300, 3000
<i>Pannaria rubiginosa</i> (Bory) Ach.	C	3000
<i>Pannaria</i>	H	1000
<i>Pannaria</i>	H	2400
PARMELIACEAE		
<i>Alectoria ochroleuca</i> (Hoffm.) Massal.	C	3300
<i>Anzia</i>	H	2300
<i>Anzia</i>	C	3300
<i>Cetrariastrum dubitans</i> Sipman	C	3300
<i>Everniastrum catawbiense</i> (Degel.) Hale	C	3300
<i>Everniastrum cirrhatum</i> (Fr.) Hale	C	3000, 3300

Tabla 3.5 (cont.)—Table 3.5 (cont.)

Nombre Científico Scientific Name	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
<i>Everniastrum columbiense</i> (Zahlbr.) Hale	C	3000
<i>Everniastrum fragile</i> Sipman	C	3000
<i>Everniastrum sorocheilum</i> (Vain.) Hale	C	3000
<i>Everniastrum vexans</i> (Zahlbr.) Hale	CH	2300, 3000
<i>Hypotrachyna andensis</i> Hale	C	3300
<i>Hypotrachyna bogotensis</i> (Vain.) Hale	C	3000, 3300
<i>Hypotrachyna caraccensis</i> (Taylor) Hale	C	3200
<i>Hypotrachyna chlorina</i> (Arg.) Hale	H	2300, 2400
<i>Hypotrachyna costaricensis</i> (Nyl.) Hale	H	1000, 2300
<i>Hypotrachyna dactylifera</i> (Vain.) Hale	H	2400
<i>Hypotrachyna endochlora</i> (Leigh.) Hale	H	2400
<i>Hypotrachyna ensifolia</i> (Kurck.) Hale	C	3300
<i>Hypotrachyna flavida</i> (Zahlbr.) Hale	C	3300
<i>Hypotrachyna formosana</i>	H	2300, 2400
<i>Hypotrachyna gigas</i> (Kurok.) Hale	C	3300
<i>Hypotrachyna imbricatula</i> (Zahlbr.) Hale	CH	2300, 2400, 3000
<i>Hypotrachyna laevigata</i> (Smith) Hale	CH	2300, 3000, 3300
<i>Hypotrachyna microblasta</i> (Vain.) Hale	CH	2300, 2400, 3000, 3300
<i>Hypotrachyna partita</i> Hale	C	3300
<i>Hypotrachyna physcioides</i> (Nyl.) Hale	C	3000, 3200
<i>Hypotrachyna physodolica</i> (Hale) Hale	C	3300
<i>Hypotrachyna producta</i> Hale	CH	2300, 3300
<i>Hypotrachyna prolongata</i> (Kurok.) Hale	C	3000, 3300
<i>Hypotrachyna pulvinata</i> (Fée) Hale	C	3000
<i>Hypotrachyna reducens</i> (Nyl.) Hale	C	3000, 3300
<i>Hypotrachyna rockii</i> (Zahlbr.) Hale	H	2400
<i>Hypotrachyna sinuosa</i> (Smith) Hale	C	3000, 3300
<i>Menegazzia</i>	C	3300
<i>Oropogon loxensis</i> (Fée) Th. Fr.	C	3300
<i>Oropogon</i>	CH	2300, 2400
<i>Parmeliella nigrocineta</i>	C	3000
<i>Parmelina horrescens</i> (Tay.) Hale	H	2300, 2400
<i>Parmotrema arnoldii</i> (D.R.) Hale	H	2400
<i>Parmotrema commensuratum</i> (Hale) Hale	H	1000, 2400
<i>Parmotrema mirandum</i> (Hale) Hale	H	2300
<i>Parmotrema robustum</i> (Degel) Hale	H	2400
<i>Parmotrema subsidiosum</i> (Muell. Arg.) Hale	H	2400
<i>Pseudoparmelia caroliniana</i>	H	2400
<i>Punctelia stictica</i>	C	4000
<i>Usnea</i>	CH	2300, 2400, 3000, 3200, 3300
<i>Xanthoparmelia</i>	H	1000
PELTIGERACEAE		
<i>Nephroma helveticum</i> Ach.	H	2300
<i>Peltigera laciniata</i> (Merr.) Gyeln.	C	3300
<i>Peltigera pulverulenta</i> (Tayl.) Nyl.	C	4000
<i>Peltigera spuria</i> (Ach.) DC.	C	4000

Tabla 3.5 (cont.)—Table 3.5 (cont.)

Nombre Científico Scientific Name	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
PERTUSARIACEAE		
<i>Ochrolechia</i>	C	3200
<i>Pertusaria</i>	H	1000
<i>Pertusaria</i>	H	2400
<i>Placopsis</i>	C	3000
<i>Placopsis</i>	C	4000
PHLYCTIDACEAE		
<i>Phlyctis</i>	H	2400
PHYSICIACEAE		
<i>Buellia</i>	H	1000
<i>Heterodermia casarettiana</i> (Mass.) Trev.	CH	1000, 3000
<i>Heterodermia circinalis</i> (Zahlb.) Weber	CH	2300, 3000
<i>Heterodermia corallophora</i> (Tayl.) Poett.	H	2400
<i>Heterodermia flabellata</i> (Fée) Awas.	H	2400
<i>Heterodermia galactophylla</i> (Tuck.) Culb.	H	2300, 2400
<i>Heterodermia lamelligera</i> (Tayl.) Follm. & Redon	H	2300
<i>Heterodermia leucomela</i> (L.) Poelt.	H	2300, 2400
<i>Heterodermia lutescens</i> (Kurok.) Follm. & Redon	H	2300, 2400
<i>Heterodermia podocarpa</i> (Bél.) Awas.	H	2300
<i>Heterodermia propagulifera</i> (Vain.) Dey	H	1000
<i>Heterodermia speciosa</i> (Wult.) Trevis	H	1000
<i>Heterodermia vulgaris</i> (Vain.) Follm. & Redon	H	2300, 2400
<i>Physcia albicans</i> (Pers.) Thoms.	H	1000
<i>Pyxine minuta</i> Vain.	H	1000
<i>Pyxine petricola</i> Nyl.	H	1000
<i>Pyxine retirugella</i> Nyl.	H	1000
<i>Rinodina</i>	H	1000
<i>Rinodina</i>	H	2400
PORINACEAE		
<i>Porina</i>	H	1000
PYRENULACEAE		
<i>Pyrenula</i>	H	2300, 2400
<i>Trypethelium</i>	H	2300
RAMALINACEAE		
<i>Ramalina cochlearis</i> ZB.	H	2400
<i>Ramalina</i>	H	1000
<i>Ramalina</i>	H	2300
SIPHULACEAE		
<i>Siphula ceratites</i> (Wahlb.) Th. Fr.	C	3100
SPHAEROPHORACEAE		
<i>Sphaerophorus formosanus</i> (Zahlbr.) Asah.	C	3000
STEREOCAULACEAE		
<i>Stereocaulon</i> cf. <i>corticatulum</i> Nyl.	C	3300, 3800, 4000
<i>Stereocaulon didymicum</i> Lamb.	H	2300
<i>Stereocaulon glareosum</i> (Sav.) Magn.	C	4000

Tabla 3.5 (cont.)—Table 3.5 (cont.)

Nombre Científico Scientific Name	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
<i>Stereocaulon novogranatense</i> Lamb.	C	3200, 3300
<i>Stereocaulon pachycephalum</i> Vain.	C	3000
<i>Stereocaulon pomiferum</i> Duving.	C	3000, 3800
<i>Stereocaulon ramulosum</i> Räs. & Sacc.	CH	2300, 3300, 3800
<i>Stereocaulon strictum</i> Th. Fr. var. <i>compressum</i> (Nyl.) Lamb.	C	3100
<i>Stereocaulon strictum</i> Th. Fr. var. <i>strictum</i>	C	3000, 3200
<i>Stereocaulon tomentosum</i> Th. Fr.	CH	2300, 3300
<i>Stereocaulon vesuvianum</i> Pers.	C	4000
STICTACEAE		
<i>Lobaria pallida</i> (Hook.) Trev.	CH	2300, 2400, 3000
<i>Lobaria subexornata</i> Yoshim.	CH	2400, 3000
<i>Pseudocyphellaria aurata</i> (Ach.) Vain.	H	1000, 2400
<i>Pseudocyphellaria crocata</i> (L.) Vain.	CH	2300, 2400, 3000
<i>Stictia fuliginosa</i> (Dicks.) Ach.	C	3000, 3300
<i>Stictia gyalocarpa</i> (Nyl.) Trev.	C	3000, 3200, 3300
<i>Stictia humboldtii</i> Hool. & Kunth.	CH	2300, 3000, 3200, 3300
<i>Stictia lenormandii</i> (Nyl.) Zahlbr.	CH	2300, 2400, 3000, 3300
<i>Stictia weigelii</i> (Ach.) Vain.	H	1000, 2300
TELOSCHISTACEAE		
<i>Caloplaca brebissonii</i> (Fée) Sant. ex Haf. & Poelt.	H	2400
<i>Caloplaca</i>	H	1000
<i>Protoblastenia russula</i> (Ach.) Räs.	H	1000
THELOTREMATAACEAE		
<i>Diploschistes</i>	H	1000
<i>Diploschistes</i>	H	2400
<i>Phaeotrema</i>	H	1000
TRAPELIACEAE		
<i>Trapelia</i>	H	2300, 2400
<i>Trapelia</i>	C	3200
<i>Trapeliopsis</i>	C	3300
UMBILICARIACEAE		
<i>Umbilicaria</i>	C	3200
VERRUCARIACEAE		
<i>Normandina</i>	C	3300

Tabla 3.6. Inventario florístico del Valle de la Plata—Hepáticas.
Table 3.6. Floral inventory of the Valle de la Plata—Liverworts.

Nombre Científico Scientific Name	Colector Collector	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
ANEURACEAE			
<i>Riccardia</i> sp.	L4759	C	3300
AYTONIACEAE			
<i>Asterella</i> sp.	L4757	C	3300
CALYPOGEEIACEAE			
<i>Calypogeia</i> sp.	L4759	C	3300
HERBERTACEAE			
<i>Herberthus pensilis</i> (Tayl.) Spruce	L4553	C	3000
<i>Herberthus subdentatus</i> (Steph.) Fulf.	L4740	C	3300
JUBULACEAE			
<i>Frullania</i> sp.	L4226	H	2100
JUNGERMANNIACEAE			
<i>Anastrophyllum auritum</i> (Tayl.) Steph.	L4621A	C	4350
<i>Jamesoniella rubricaulis</i> (Nees) Gralle	L4629	C	4150
LEJEUNEACEAE			
<i>Anaplolejeunea conferta</i> (Meissn.) Evans	L4284	H	2300
<i>Archilejeunea</i> sp.	L4225	H	2100
<i>Dicranolejeunea axillaris</i> (Nees & Mont.) Schiffn.	L4281	H	2300
<i>Diplasiolejeunea</i> sp.	L4281	H	2300
<i>Drepanolejeunea</i> sp.	L4284	H	2300
<i>Lejeunea</i> sp.	L4413	H	2300
<i>Leucolejeunea</i> sp.	L4288	H	2300
<i>Microlejeunea</i>	L4413	H	2300
<i>Odontolejeunea</i> sp.	L4282	H	2300
<i>Omphalanthus</i> sp.	L4222	H	2400
LEPICOLEACEAE			
<i>Lepicolea pruinosa</i> (Tayl.) Spruce	L4745	C	3300
LEPIDOZIACEAE			
<i>Bazzania</i> sp.	L4279	H	2300
<i>Lepidozia incurvata</i> Lindenb.	L4201	H	2100
<i>Lepidozia</i> sp.	L4855	H	1800
LOPHOCOLEACEAE			
<i>Heteroscyphus</i> sp.	L4759	C	3300
<i>Leptoscyphus amphibolius</i> (Nees) Grolle	L4278	H	2300
<i>Lophocolea</i> sp.	L4414	H	2400
MARCHANTIACEAE			
<i>Dumortiera hirsuta</i> (Sw.) Nees	L4749	C	3300

(Colector: L=Lozano)
(Departamentos: C=Cauca, H=Huila)

Tabla 3.6 (cont.)—Table 3.6 (cont.)

Nombre Científico Scientific Name	Colector Collector	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
METZGERIACEAE <i>Metzgeria</i> sp.	L4617	H	3800
PELLIACEAE <i>Symphogyna marginata</i> Steph.	L4547	C	3000
PLAGIOCHILACEAE <i>Plagiochila</i> sp.	L4761	C	3300
TRICHOCOLEACEAE <i>Trichocolea</i> sp.	L4420	H	2400

Tabla 3.7. Inventario florístico del Valle de la Plata—Musgos.
Table 3.7. Floral inventory of the Valle de la Plata—Mosses.

Nombre Científico Scientific Name	Colector Collector	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
BRYACEAE <i>Bryum argenteum</i> Hedw.	L4623	C	4000
DICRANACEAE <i>Campylopus</i> sp.	L4276	H	2300
<i>Chorisodontium setaceum</i> Bartr.	L4544	C	3000
<i>Pilopogon gracilis</i> (Hook.) Brid.	L4626	C	4000
ENTODONTACEAE <i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.	L4762	C	3300
GRIMMIACEAE <i>Racomitrium crispulum</i> H. f. & Wils.	L4618	C	4150
HOOKERIAACEAE <i>Adelothecium bogotense</i> (Hpe.) Mitt.	L4417	H	2400
<i>Cyclodictyon albicans</i> (Hedw.) Kuntze	L4420	H	2400
<i>Hookeropsis undata</i> (Hedw.) Jaeg.	L4275	C	3300
<i>Lepidopilum</i> sp.	L4759	C	3300
HYPNACEAE <i>Mittenothamnium</i> sp.	L4746	C	3300
<i>Polytrichadelphus</i> sp.	L4624	C	4000
HYPOPTERYGIACEAE <i>Hypopterygium tamariscinum</i> (Hedw.) Brid.	L4424	H	2400
LEMBOPHYLLACEAE <i>Porotrichodendron superbum</i> (Tayl.) Broth. in Herz.	L4558	C	3000

(Colector: L=Lozano)
(Departamentos: C=Cauca, H=Huila)

Tabla 3.7 (cont.)—Table 3.7 (cont.)

Nombre Científico Scientific Name	Colector Collector	Dpto. Dept.	Altura (m) Altitude (m)
LEUCOBRYACEAE			
<i>Leucobryum</i> sp.	L4853	H	1800
LEUCOMIACEAE			
<i>Leucomium lignicola</i> Spruce ex Mitt.	L4845	H	1000
METEORICEAE			
<i>Meteoropsis remotifolia</i> (Hornsch.) Besch.	L4416	H	2400
<i>Papillaria nigrescens</i> (Hedw.) Jaeg.	L4846	H	1000
<i>Pilotrichella flexilis</i> (Hedw.) Aongstr.	L4848	H	1800
<i>Squamidium leucotrichum</i> (Tayl.) Broth.	L4202	H	2100
ORTHOTRICHACEAE			
<i>Macromitrium longifolium</i> (Hook.) Brid.	L4199	H	2100
PHYLLOGONIACEAE			
<i>Phyllogonium viscosum</i> (Beauv.) Mitt.	L4272	H	2300
POLYTRICHACEAE			
<i>Polytrichum</i> sp.	L4619	C	4150
POTTIACEAE			
<i>Leptodontium</i> sp.	L4196	H	2100
SEMATOPHYLLACEAE			
<i>Acroporium pungens</i> (Hedw.) Broth.	L4280	H	2300
<i>Aphychella prolifera</i> (Broth.) Herz.	L4438	H	2400
<i>Sematophyllum insularum</i> (Sull.) Mitt.	L4277	H	2300
SPHAGNACEAE			
<i>Sphagnum</i> sp.	L4195	H	2100
THUIDIACEAE			
<i>Thuidium antillarum</i> Besch.	L4847	H	1800

3.2. Phytosociological Analysis of the Páramo Vegetation of Puracé Natural Park

Andrés Duque N.
Orlando Rangel Ch.

This study was conducted in the páramo region of the central cordillera in the northern sector of the Puracé National Natural Park near the Laguna San Rafael (3400 m above sea level) and the ascent to the Puracé volcano (4400 m). The Puracé National Park covers some 8300 ha in the departments of Cauca and Huila, between 1°50' and 2°24' north latitude and 76°07' and 76°37' west longitude. This zone represents the western extreme of the Valle de la Plata (Figure 0.2). Within its territory are more than 50 lakes and the headwaters of the Ríos Cauca, Caquetá, Magdalena, and Patía. Cartographic information is from maps 365-I-D (1:25,000, 1976) and 365-I (1:50,000, 1981) of the Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Geological aspects of the study zone are described in Luna (1975) and Kroonenberg and Diederix (1985). Soil studies have been carried out by Pedro José Botero (1985 and Chapter 1). Climatic characteristics of the páramo of Puracé were outlined by Espejo (1986); in Chapter 2 of this volume Rangel and Espejo present a fuller version.

Methodology

The study began with a reconnaissance of the zone and preliminary floral collections to provide basic familiarity with the region's flora. Sample areas were chosen for their homogeneity in areas of minimal human intervention. The phytosociological collections were made according to the Zurich-Montpellier methodology (Braun-Blanquet 1979) previously employed in Colombia by Aguirre and Rangel (1976), Lozano and Schnetter (1976), Vargas and Zuluaga (1980), Cleef (1981), Vargas (1982), Rangel and Aguirre (1983), Franco (1983), Cleef, Rangel, and Salamanca (1983), Cleef and Rangel (1984), and Sturm and Rangel (1985). Squares of varying sizes were marked off as follows: 1 to 5 m² for ground level or meadow-type vegetation; 25m² for herbaceous vegetation; 50 m² for shrubs; and 100 m² for subarborescent vegetation. The ground coverage of each species was calculated (in percent). The material collected was identified in the Herbario Nacional Colombiano, where all specimens were deposited. An additional set of specimens are also in the herbarium of the Universidad del Valle.

A total of 72 collections was made. They can be grouped by similarity into eight types of vegetation (Mueller-Dombois and Ellenberg 1974, Braun-Blanquet 1979, and Vargas and Zuluaga 1980). The species in each pair of communities are tabulated so as to calculate Jaccard's coefficient of similarity (IS_j), defined as

$$IS_j = \frac{C}{(A+B)-C} \times 100$$

where A = number of species in community A,

B = number of species in community B,

C = number of species common to A and B.

Each association is defined according to its structural or physiognomic characteristics (vertical and horizontal arrangement), species dominance, characteristic species, and taxonomic relationships. We also note the distribution and the ecological circumstances in which the community develops most vigorously. In the tables the accidental species are placed together at the end. The recommendations of the International Code of Phytosociological Nomenclature were followed (Barkman, Moravec, and Rauschert 1976). In the tables defining each association, c stands for elective characteristic species; cx for exclusive characteristic species; and d for differentiating species. The numbers for locations in the tables correspond to the following places:

1. San Rafael zone (3400 m);
2. Immediate environs of Laguna San Rafael (3400 m);
3. San Nicolás waterfall (2900 m);
4. San Juan thermal springs (3100 m);
5. San Juan zone, trail from cabin to thermal springs (3100 m);
6. Trail from San Juan cabin to San Nicolás (3100 m);
7. Trail from San Juan cabin to Río Bedón waterfall (3100 m);
8. Peña Amarilla, above Laguna San Rafael (3520 m);
9. Pilimbalá, trail to Puracé volcano (3500–3900 m);
10. Pilimbalá, trail to Puracé volcano (3900–4200 m);
11. Trail from La Mina crossroads to Laguna San Rafael (3380 m);
12. *Distichia* bog, trail from La Mina to police station (3600 m).

We thank our colleagues Pilar Franco and Javier Fuertes for reading and commenting on this manuscript.

3.2. Análisis Fitosociológico de la Vegetación Paramuna del Parque Natural Puracé

Andrés Duque N.
J. Orlando Rangel Ch.

La investigación se llevó a cabo en la región paramuna del Parque Nacional Natural Puracé, cordillera central, en el sector norte que comprende la Laguna San Rafael (3400 msnm) y el ascenso al Volcán Puracé (4400 msnm). El Parque Nacional Natural Puracé tiene una extensión de 8300 ha, ubicadas en jurisdicción de los departamentos del Cauca y Huila, entre 1°50' y 2°24' de latitud norte y 76°07' y 76°37' de longitud oeste, o sea en el extremo occidental de la zona de estudio del Valle de la Plata (Figura 0.2). En su territorio se encuentran más de 50 lagunas lo mismo que los nacimientos de los ríos Cauca, Caquetá, Magdalena y Patía. La información cartográfica está consignada en las planchas 365-I-D del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1976), escala 1:25,000, y 365-I (1981), escala 1:50,000. Aspectos geológicos sobre la zona de estudio son tratados en Luna (1975) y Kroonenberg y Diederix (1985). Las caracterizaciones de los suelos han sido efectuadas por Botero (1985) y en el Capítulo 1 de este volumen. Los rasgos particulares sobre el clima (precipitación, temperatura) de la región paramuna del Puracé fueron esbozados por Espejo (1986); en el Capítulo 2 de este volumen Rangel y Espejo presentan una versión más amplia al respecto.

Metodología

Inicialmente se llevaron a cabo el reconocimiento preliminar del área de estudio y las herborizaciones que permitieron familiarizarse con la flora regional. Las zonas de muestreo se eligieron con base en la homogeneidad fisionómica y florística, en sitios con intervención humana mínima. Los levantamientos fitosociológicos se realizaron de acuerdo con la escuela de Zurich-Montpellier (Braun-Blanquet 1979) ya empleada anteriormente en Colombia por Aguirre y Rangel (1976), Lozano y Schnetter (1976), Vargas y Zuluaga (1980), Cleef (1981), Vargas (1982), Rangel y Aguirre (1983), Franco (1983), Cleef, Rangel y Salamanca (1983), Cleef y Rangel (1984), y Sturm y Rangel (1985). Se delimitaron cuadrículas cuyos tamaños variaron según el tipo de vegetación de la siguiente forma: 1 a 5 m² para la vegetación rasante o tipo "prado"; 25 m² para vegetación herbácea; 50 m² para vegeta-

ción arbustiva; y 100 m² para vegetación subarbórea. La cobertura (%) de cada especie se calculó mediante la proyección del área circunferencial, sobre la superficie de la cuadrícula. El material vegetal de los inventarios se determinó en el Herbario Nacional Colombiano, en donde se depositó. Un juego adicional reposa en el Herbario de la Universidad del Valle.

Se realizaron 72 levantamientos que se agruparon por similitud fisionómica y florística en ocho tipos de vegetación que se ordenaron por comparación tabular (Mueller-Dombois y Ellenberg 1974, Braun-Blanquet 1979, y Vargas y Zuluaga 1980). Luego de la tabla bruta se elaboró una tabla de constancia ordenada para cada grupo. En el proceso de reorganización de los inventarios se utilizó el índice de similaridad de Jaccard (IS_j) definido como

$$IS_j = \frac{C}{(A+B)-C} \times 100$$

donde A = número de especies de la comunidad A,

B = número de especies de la comunidad B,

C = número de especies comunes a A y B.

Cada asociación se define según sus características fisionómicas o estructurales (arreglo en sentido vertical y horizontal), dominancia específica, especies características y relaciones sintaxonómicas. También se anotan el área de distribución y las preferencias ecológicas en donde se desarrolla con mayor vigor la comunidad. En las tablas las especies accidentales se agruparon y se colocaron al final. Se siguieron las recomendaciones del Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica (Barkman, Moravec y Rauschert 1976). En las tablas definitivas de cada asociación, c significa especie característica electiva; cx , especie característica exclusiva; y d , especie diferencial. En las tablas los números de las localidades corresponden a las siguientes ubicaciones:

1. Sector de San Rafael (3400 msnm);
2. Inmediaciones Laguna San Rafael (3400 msnm);
3. Cascada de San Nicolás (2900 msnm);
4. Termales de San Juan (3100 msnm);
5. Sector de San Juan, Camino Cabaña-Termal (3100 msnm);
6. Camino Cabaña San Juan-San Nicolás (3100 msnm);
7. Camino Cabaña San Juan-Cascada Río Bedón (3100 msnm);
8. Peña Amarilla, Arriba Laguna San Rafael (3520 msnm);

Los autores agradecen a los colegas Pilar Franco y Javier Fuertes por la lectura y crítica del trabajo.

Results

The vegetation of the zone can be ordered according to floral criteria in two alliances. The first is *Oritrophio-Distichion muscoidis* al. nov., with three associations: *Lachemillo pectinatae-Loricarietum colombianae*, *Lupino alopecuroidis-Valeriaetum microphyllae* and *Agrostio boyacensis Distichietum muscoidis* (Tables 3.8, 3.9, and 3.10). The second alliance is *Calamagrostio-Espeleton hartwegianae* al. nov., with three associations: *Blechno loxensis-Espeletietum hartwegianae*, *Blechno loxensis-Diplostephietum floribundi*, and *Calamagrostio effusae-Calamagrostietum macrophyllae*, and the community of *Swallenochloa tessellata* (Tables 3.11, 3.12, 3.13, and 3.14). On the high boundary of the Andean region the association *Weinmannio brachystachyae-Miconietum cuneifoliae* was inventoried (Table 3.15).

Oritrophio-Distichion muscoidis al. nov.

Number of Collections: 24

Typical Association: *Lupino alopecuroidis-Valerianetum microphyllae*

Literature: Cleef 1981, Cleef and Rangel 1984, Sturm and Rangel 1985, Rangel and Franco 1985a, Rangel and Lozano 1986

Physiognomy-Composition: The alliance is composed of meadow and thicket vegetation. The ground stratum dominates in the associations of the alliance, with coverages of up to 95%, especially exhibited by *Distichia muscoides*. A herbaceous stratum, dominated by *Valeriana microphylla* (1–40% coverage), *Oreomyrrhis andicola* (1–10% coverage), and *Oritrophium peruvianum* (1% coverage) is also differentiated.

Taxonomy: *Oritrophium peruvianum* is the exclusive characteristic species; *Valeriana microphylla*, *Distichia muscoides*, and *Oreomyrrhis andicola* are elective characteristics.

Distribution-Ecology: From 3600 to 4380 m above sea level, reaching up toward the crater of the Puracé volcano. The association *Lupino alopecuroidis-Valerianetum microphyllae* has the greatest extent. This vegetation establishes itself in level terrain and on slopes of up to 12°. The vegetation of *Agrostio boyacensis-Distichietum muscoidis* establishes itself in depressions with abundant ground water; on occasion one sees remains of *Distichia muscoidis* that have dried out and later been colonized by the surrounding vegetation. Thickets of *Loricaria colombiana* prefer areas that are protected from wind, and with less ground water. Evidence of livestock raising can be observed up to 4000 m above sea level, especially in the typical association of the alliance.

Lachemillo pectinatae-Loricarietum colombianae
asoc. nov.

Table 3.8

Number of Collections: 5

Type Collection: No. AD 9

Physiognomy-Composition: Open thicket with an arboreal stratum with individuals up to 2 m high and coverage values of 80%. Dominated by *Loricaria colombiana* (5–30% coverage) and *Pentacalia vaccinionoides* (1–70% coverage). In the herbaceous stratum *Pernettya prostrata* stands out (1–25% coverage) as well as *Valeriana microphylla* and *Lasiocephalus otophorous* with somewhat lower coverage values. The ground stratum provides the highest coverage (85%); particularly important are *Lachemilla pectinata* (2–80% coverage) and *Distichia muscoides* (5–40% coverage). Rocks cover between 5 and 10% of the sample area. Among the accompanying species are *Geranium confertum* and *Eryngium humile*.

Taxonomy: *Lasiocephalus otophorus* is the exclusive characteristic species and *Loricaria colombiana* is an elective characteristic. Differentiating species from the association are *Bartsia stricta*, *Blechnum loxense*, and *Carex bonplandii*.

Distribution-Ecology: The association is found restricted to a plain located at 3600 m at the side of a bog of *Distichia muscoides* next to the road to the sulfur mine and police station near the Puracé volcano. The terrain is rolling with slopes between 5 and 10°. The soil, though humid, is not saturated. Natural erosion occurs in the form of sheet wash and there are patches of bare bedrock. The presence of typical species of other areas, such as *Pteridium aquilinum* and *Hypochoeris radicata*, indicates human intervention. Despite extremely inappropriate characteristics for livestock raising, the zone is put to this use. A total of 29 species were registered.

Lupino alopecuroidis-Valerianetum microphyllae
asoc. nov.

Table 3.9

Number of Collections: 14

Type Collection: No. AD 12

Physiognomy-Composition: Meadow type vegetation appears in a discontinuous manner; the proportion of bare soil and rock is high. Structurally the herbaceous stratum dominates with coverages up to 90%, represented by *Valeriana microphylla* (<1–40% coverage), *Lupinus alopecuroides* (<1–70% coverage), and *Cerastium danguyii* (<1–1% coverage). In the ground stratum, with coverage of up to 80%, are found *Racomitrium crispulum* (<1–50% coverage), *Oreomyrrhis andicola* (<1–10% coverage), *Oritrophium peruvianum* (<1–1% coverage), *Lupinus exetendus* (1–60% coverage), and *Geranium confertum* (<1–10% coverage). The proportion of bare soil oscillates between 1 and 50% and the proportion of rocks between 1 and 20% coverage.

Taxonomy: The exclusive species are *Racomitrium crispulum*, *Lupinus alopecuroides*, *Poa pauciflora*, *Lasiocephalus puracensis*, and *Lachemilla nivalis*. The

9. Pilimbalá, Camino al Volcán Puracé (3500–3900 msnm);
10. Pilimbalá, Camino al Volcán Puracé (3900–4200 msnm);
11. Camino Cruce de la Mina–Laguna San Rafael (3380 msnm);
12. Turbera *Distichia*, Carretera Mina–Estación Policía (3600 msnm).

Resultados

La vegetación de la zona se puede ordenar según criterio florístico en dos alianzas. La primera es *Oritrophio-Distichion muscoidis* al. nov., con tres asociaciones: *Lachemillo pectinatae-Loricarietum colombianae*, *Lupino alopecuroidis-Valerianetum microphyllae* y *Agrostio boyacensis-Distichietum muscoidis* (Tablas 3.8, 3.9 y 3.10). La segunda alianza es *Calamagrostio-Espeletion hartwegianae* al. nov., con tres asociaciones: *Blechno loxensis-Espeletietum hartwegianae*, *Blechno loxensis-Diplostephietum floribundi* y *Calamagrostio effusae-Calamagrostietum macrophyllae*, y la comunidad de *Swallenochloa tessellata* (Tablas 3.11, 3.12, 3.13 y 3.14). En la franja alta de la región de vida andina se inventarió la asociación *Weinmannio brachystachyae-Miconietum cuneifoliae* (Tabla 3.15).

Oritrophio-Distichion muscoidis al. nov.

Número de Levantamientos: 24

Asociación típica: *Lupino alopecuroidis-Valerianetum microphyllae*. Literatura: Cleef 1981, Cleef y Rangel 1984, Sturm y Rangel 1985, Rangel y Franco 1985a, Rangel y Lozano 1986.

Fisionomía-Composición: La alianza comprende vegetación de tipo prado y matorral ralo o abierto. El estrato rasante domina en las asociaciones de la alianza, con coberturas hasta de 95%, especialmente exhibidas por *Distichia muscoides*. Se diferencia un estrato herbáceo dominado por *Valeriana microphylla* (1–40% cobertura), *Oreomyrrhis andicola* (1–10% cobertura) y *Oritrophium peruvianum* (1% cobertura).

Sintaxonomía: *Oritrophium peruvianum* es especie característica exclusiva; *Valeriana microphylla*, *Distichia muscoides* y *Oreomyrrhis andicola* son características electivas.

Distribución-Ecología: Se distribuye entre los 3600 y los 4380 msnm, hasta los alrededores del cráter del Volcán Puracé. La asociación *Lupino alopecuroidis-Valerianetum microphyllae* es la de mayor extensión. La vegetación se establece en sitios planos e inclinados con pendientes hasta de 12°. La vegetación del *Agrostio boyacensis-Distichietum muscoidis* se establece en hondonadas con abundante contenido de agua en el suelo; en ocasiones se observan restos de colchones de *Distichia muscoidis* que se han secado y luego han sido colonizados por la vegetación de los alrededores. Los matorrales de *Loricaria colombiana* prefieren sitios protegidos de la acción del viento, donde el

contenido de agua en el suelo es menor. Aparentemente la alteración es mínima, aunque no se descarta la acción de drenaje sobre los colchones. Se observan rastros de ganadería hasta los 4000 msnm, especialmente en la asociación típica de la alianza.

Lachemillo pectinatae-Loricarietum colombianae asoc. nov.

Tabla 3.8

Número de Levantamientos: 5

Levantamiento Tipo: No. AD 9

Fisionomía-Composición: Matorral abierto con un estrato arbustivo con individuos hasta de 2 m de altura y valores de cobertura de 80%. Son dominantes *Loricaria colombiana* (5–30% cobertura) y *Pentacalia vaccinoides* (1–70% cobertura). En el estrato herbáceo se destaca *Pernettya prostrata* (1–25% cobertura) y como acompañantes con valores bajos de cobertura figuran *Valeriana microphylla* y *Lasiocephalus otophorus*. El estrato rasante presenta las mayores coberturas (85%); son importantes *Lachemilla pectinata* (2–80% cobertura) y *Distichia muscoides* (5–40% cobertura). Las rocas son frecuentes y cubren entre el 5 y el 10% del área muestreada. Entre las especies acompañantes figuran *Geranium confertum* y *Eryngium humile*.

Sintaxonomía: *Lasiocephalus otophorus* es especie característica exclusiva y *Loricaria colombiana* es característica electiva. Son especies diferenciales de la asociación *Bartisia stricta*, *Blechnum loxense* y *Carex bonplandii*.

Distribución-Ecología: La asociación se encuentra restringida a una planicie a los 3600 msnm a un lado de la turbera de *Distichia muscoides* junto a la carretera que va a la Mina de Azufre hacia el puesto de policía en el camino al Volcán Puracé. El terreno es ondulado con inclinaciones entre 5 y 10°. El suelo aunque húmedo, no está saturado. Se presenta erosión natural por escorrentía y afloramientos rocosos. La presencia de especies típicas de sitios alterados como *Pteridium aquilinum* e *Hypochoeris radicata* indican intervención; aunque la zona es utilizada para ganadería este matorral no presenta atractivo alguno para esta actividad. Se registraron 29 especies.

Lupino alopecuroidis-Valerianetum microphyllae asoc. nov.

Tabla 3.9

Número de Levantamientos: 14

Levantamiento Tipo: No. AD 12

Fisionomía-Composición: Vegetación de tipo “prado”, aparece de manera discontinua; la proporción de suelo desnudo y roca es alta. Estructuralmente domina el estrato herbáceo con coberturas hasta de 90%, representado por *Valeriana microphylla* (<1–40% cobertura), *Lupinus alopecuroides* (<1–70% cobertura) y *Cerastium danguyii* (<1–1% cobertura). En el estrato rasante, con coberturas hasta de 80%, se destacan *Racomitrium crispulum* (<1–50% cobertura), *Oreomyrrhis andicola* (<1–10% cobertura), *Oritrophium*

elective characteristic is *Ceratium danguyii*. The association has some similarity with *Lachemillo pectinatae-Loricarietum colombianae*, but it is differentiated by the presence of *Disterigma empetrifolium*.

Distribution-Ecology: Located between 3950 and 4380 m on the slopes of the Puracé volcano, continuing upward very close to the crater. Areas with slopes between 5 and 12° are subject to the action of the strong winds and mists that batter the north and east of the sample area. We noted the effects of sheet erosion, livestock, and the INDERENA trail to the crater of the Puracé volcano. 33 species were registered in this association.

Agrostio boyacensis-Distichietum muscoidis asoc. nov.

Table 3.10

Number of Collections: 5

Type Collection: No. AD 472

Physiognomy-Composition: Bog vegetation with a dominant ground stratum, especially *Distichia muscoides* (30–90% coverage). *Sphagnum magellanicum* (2–5% coverage) is an accompanying species. The herbaceous stratum has 20% coverage, with *Agrostis boyacensis* (1–10% coverage) and *Pernettya prostrata* (1–20% coverage) especially important. The arboreal stratum in a single collection (No. AD 30) is represented by *Pentacalia vaccinioides* (40% coverage).

Taxonomy: The association is defined by the presence, as exclusive species, of *Agrostis boyacensis* and the abundance-dominance values of *Distichia muscoides*.

Distribution-Ecology: This is the only bog vegetation registered in the study zone; it reaches its maximum extent in the vicinity of thickets of *Lachemillo pectinatae-Loricarietum colombianae*. It is found in areas with slopes between 1 and 8° from 3600 to 3980 m above sea level. There are no marked indications of human intervention. 14 species were sampled in this association.

Calamagrostio-Espeletium hartwegianae al. nov.

Number of Collections: 47

Typical Association: *Blechno loxensis-Espeletietum hartwegianae*

Literature: Cuatrecasas 1934 and 1958, Cleef 1981, Cleef, Rangel, and Salamanca 1983, Sturm and Rangel 1985, Rangel and Franco 1985a, Rangel and Lozano 1986, Rangel and Aguirre 1986, Franco, Rangel, and Lozano 1986

Physiognomy-Composition: The alliance is composed of grasses and *frailejónal* and thicket vegetation. In the majority of the associations three strata are differentiated (arboreal, herbaceous, and ground), with the herbaceous stratum dominant. Most important in this herbaceous stratum are *Espeletia hartwegiana* ssp. *centroandina* (50% coverage), *Calamagrostis macrophylla* (80% coverage), *Calamagrostis effusa* (80% coverage), *Blechnum loxense* (60% coverage), *Carex pichinchensis* (15% coverage), *Rhynchospora macrochaeta* (10% coverage), and *Bartsia*

stricta (2% coverage). In the arboreal stratum, with heights between 1.5 and 4 m and low coverages, are *Gynoxys tolimensis* (25% coverage), *Diplostegium spinulosum* (20% coverage), *Hypericum laricifolium* (15% coverage), *Vaccinium floribundum* (10% coverage), *Hypericum* cf. *strictum* (5% coverage), and occasionally individual specimens of *Espeletia hartwegiana* ssp. *centroandina*. In the ground stratum (up to 0.25 m) can be found *Cotula minuta* (3% coverage), *Nertera granadensis* (5% coverage), *Scirpus inundatus* (5% coverage), *Dicranum frigidum* (5% coverage), *Lachemilla aphanoides* (1% coverage), *Lycopodium* (1% coverage), and *Cora pavonia* (1% coverage). Species of *Frullania* (50% coverage) and *Usnea* (50% coverage) are epiphytes common in the vegetation of the alliance.

Taxonomy: This alliance is defined by the presence of preferential, elective, and exclusive characteristic species such as *Espeletia hartwegiana* ssp. *centroandina*, *Calamagrostis macrophylla*, *Niphogeton ternata*, *Hypericum strictum*, *Nertera granadensis*, *Lachemilla aphanoides*, *Carex pichinchensis*, *Cora pavonia*, *Rhynchospora macrochaeta*, *Cotula minuta*, *Gynoxys tolimensis*, and *Diplostegium spinulosum*.

Distribution-Ecology: The alliance is well represented from 3200 m (close to Laguna San Rafael) to 3800 m (on the slopes of the Puracé volcano). It prefers level terrain (either waterlogged or drained) but also establishes itself on slopes of between 10 and 30°. Human intervention in the vegetation of this alliance is considerable as a result of intentional burning, livestock grazing, and the collection of firewood and mosses.

Blechno loxensis-Espeletietum hartwegianae asoc. nov.

Table 3.11

Number of Collections: 16

Type Collection: No. AD 56

Physiognomy-Composition: Open *frailejón* grassland vegetation with an arboreal stratum that covers up to 60% of the area. *Espeletia hartwegiana* ssp. *centroandina* (10–50% coverage) is dominant, and *Pentacalia vaccinioides* (coverage between 1 and 10%) was also registered. In the herbaceous stratum, with coverage of up to 90%, *Espeletia hartwegiana* ssp. *centroandina* dominates, accompanied by *Blechnum loxense* (1–50% coverage), *Calamagrostis effusa* (5–40% coverage), *Hypericum laricifolium* (1–20% coverage), *Calamagrostis macrophylla* (5–25% coverage), and *Puya* (1–95% coverage). The ground stratum, with a coverage of up to 90%, is dominated by *Sphagnum* cf. *magellanicum* (1–70% coverage), and by *Breutelia* aff. *karsteniana* (1–2% coverage).

Taxonomy: The association is defined by the abundance and dominance of *Espeletia hartwegiana* ssp. *centroandina* and *Blechnum loxense*. *Baccharis tricuneata* was registered as a differential species.

Distribution-Ecology: In the study area the association is

peruvianum (<1–1% cobertura), *Lupinus expetendus* (1–60% cobertura) y *Geranium confertum* (<1–10% cobertura). La proporción de suelo desnudo oscila entre 1 y 50% y la de rocas entre 1 y 20% de cobertura.

Sintaxonomía: Las especies exclusivas son *Racomitrium crispulum*, *Lupinus alopecuroides*, *Poa pauciflora*, *Lasiocephalus puracensis* y *Lachemilla nivalis*. Es característica electiva *Cerastium danguyii*. La asociación guarda cierto grado de similaridad con *Lachemilla pectinatae-Loricarietum colombianae*, pero se diferencia por la presencia de *Disterigma empetrifolium*.

Distribución-Ecología: Se encuentra localizada entre los 3950 y los 4380 msnm en los alrededores del Volcán Puracé y hasta muy cerca de su cráter. Los sitios con pendientes entre 5 y 12° están sujetos a la acción de fuertes vientos y lloviznas que golpean el norte y el este del área estudiada. Se observa erosión por escorrentía, rastros de ganadería y el sendero turístico del INDERENA que va hasta el cráter del Volcán Puracé. Se registraron 33 especies en esta asociación.

Agrostis boyacensis-Distichietum muscoidis asoc. nov.

Tabla 3.10

Número de Levantamientos: 5

Levantamiento Tipo: No. AD 472

Fisionomía-Composición: Vegetación de turbera con dominio del estrato rasante, especialmente por los valores que exhibe *Distichia muscoides* (30–90% cobertura); como especie acompañante se distingue a *Sphagnum magellanicum* (2–5% cobertura). En el estrato herbáceo con valores de 20% de cobertura son importantes *Agrostis boyacensis* (1–10% cobertura) y *Pernettya prostrata* (1–20% cobertura). El estrato arbustivo en un solo levantamiento (No. AD 30), está representado por *Pentacalia vaccinioides* (40% cobertura).

Sintaxonomía: La asociación se define por la presencia, como especie exclusiva, de *Agrostis boyacensis* y los valores de abundancia-dominancia que presenta *Distichia muscoides*.

Distribución-Ecología: Es la única vegetación de turbera registrada en la zona de estudio; alcanza su extensión máxima en cercanías al matorral del *Lachemilla pectinatae-Loricarietum colombianae*. Se ubica en sitios con pendientes entre 1 y 8° entre los 3600 y los 3980 msnm. No presenta marcados rastros de intervención humana. Se muestrearon 14 especies en esta asociación.

Calamagrostis-Espeletion hartwegianae al. nov.

Número de levantamientos: 47

Asociación Típica: *Blechno loxensis-Espeletietum hartwegianae*

Literatura: Cuatrecasas 1934 y 1958, Cleef 1981, Cleef, Rangel y Salamanca 1983, Sturm y Rangel 1985, Rangel y Franco 1985a, Rangel y Lozano 1986, Rangel y Aguirre 1986, Franco, Rangel y Lozano 1986

Fisionomía-Composición: La alianza comprende vegetación de tipo pajonal, frailejonal y matorral. En la mayoría de las

asociaciones se diferencian tres estratos (arbustivo, herbáceo y rasante), siendo dominante el herbáceo, en el cual son importantes, con valores altos de cobertura y presencia, *Espeletia hartwegiana* ssp. *centroandina* (50% cobertura), *Calamagrostis macrophylla* (80% cobertura), *Calamagrostis effusa* (80% cobertura), *Blechnum loxense* (60% cobertura), *Carex pichinchensis* (15% cobertura), *Rhynchospora macrochaeta* (10% cobertura) y *Bartsia stricta* (2% cobertura). En el estrato arbustivo, con alturas entre 1.5 y 4 m y coberturas bajas se destacan *Gynoxys tolimensis* (25% cobertura), *Diplostegium spinulosum* (20% cobertura), *Hypericum laricifolium* (15% cobertura), *Vaccinium floribundum* (10% cobertura), *Hypericum* cf. *strictum* (5% cobertura) y en ocasiones individuos de *Espeletia hartwegiana* ssp. *centroandina*. En el estrato rasante (hasta 0.25 m), pobre en cobertura se destacan *Cotula minuta* (3% cobertura), *Nertera granadensis* (5% cobertura), *Scirpus inundatus* (5% cobertura), *Dicranum frigidum* (5% cobertura), *Lachemilla aphanoides* (1% cobertura), *Lycopodium* (1% cobertura) y *Cora pavonia* (1% cobertura). Entre las epífitas comunes en la vegetación de la alianza figuran con altos valores de cobertura especies de *Frullania* (50% cobertura) y *Usnea* (50% cobertura).

Sintaxonomía: Se define esta alianza por la presencia de especies características exclusivas, electivas y preferentes, como *Espeletia hartwegiana* ssp. *centroandina*, *Calamagrostis macrophylla*, *Niphogeton ternata*, *Hypericum strictum*, *Nertera granadensis*, *Lachemilla aphanoides*, *Carex pichinchensis*, *Cora pavonia*, *Rhynchospora macrochaeta*, *Cotula minuta*, *Gynoxys tolimensis* y *Diplostegium spinulosum*.

Distribución-Ecología: La alianza está representada ampliamente desde los 3200 msnm en cercanías de la Laguna San Rafael hasta los 3800 msnm en el camino hacia el Volcán Puracé. Prefiere sitios planos (encharcados y drenados), pero también se establece en sitios con pendientes entre 10 y 30°. La intervención humana en la vegetación de esta alianza es considerable a causa de las quemadas, la ganadería y la extracción de leña y musgos.

Blechno loxensis-Espeletietum hartwegianae asoc. nov.

Tabla 3.11

Número de Levantamientos: 16

Levantamiento Tipo: No. AD 56

Fisionomía-Composición: Vegetación abierta de tipo "frailejonal-pajonal" con un estrato arbustivo que cubre hasta 60% del área, donde domina *Espeletia hartwegiana* ssp. *centroandina* (10–50% cobertura). También se registró en este estrato a *Pentacalia vaccinioides* (cobertura entre 1 y 10%). En el estrato herbáceo, con coberturas hasta de 90%, domina *Espeletia hartwegiana* ssp. *centroandina*, acompañada de *Blechnum loxense* (1–50% cobertura), *Calamagrostis effusa* (5–40% cobertura), *Hypericum laricifolium* (1–20% cobertura), *Calamagrostis macrophylla* (5–25% cobertura) y *Puya* (1–95% cobertura). El estrato rasante con cobertu-

distributed between 3250 and 3720 m above sea level in flat areas with very humid soils. Apparently the area of distribution is expanding, taking into account the fact that the majority of the species are able to establish themselves in other types of vegetation such as *Calamagrostis effusae-Calamagrostietum macrophyllae* and *Blechno loxensis-Diplostephietum floribundi*. The areas of distribution are subject to livestock grazing and periodic burning. 90 species were censused.

Blechno loxensis-Diplostephietum floribundi asoc. nov.

Table 3.12

Number of Collections: 9

Type Collection: No. AD 59

Physiognomy-Composition: Semi-open thicket with many epiphytes. Three strata are differentiated. In the arboreal stratum *Diplostephium floribundum* dominates (10–80% coverage), accompanied by *Weinmannia* sp. (1–30% coverage). The herbaceous stratum, with coverages up to 100%, is dominated by *Blechnum loxense* (1–10%) together with *Espeletia hartwegiana* ssp. *centroandina* (1–10% coverage), *Rhynchospora macrochaeta* (1–10% coverage), *Vaccinium floribundum* (1–10% coverage), and *Puya* sp. (1% coverage). The ground stratum shows low coverages; the greatest contribution is by *Sphagnum magellanicum* with values of up to 40%. In the epiphytes figure species of *Frullania*.

Taxonomy: Exclusive characteristic species of the association are *Sibthorpia repens*, *Plagiochila jelski*, *Diplostephium floribundum*, *Pleurozium schreberi*, and *Bomarea linifolia*. Among the elective characteristic species are *Disterigma acuminatum* and *Breutelia* sp. This association shows great floral similarity with the association *Blechno loxensis-Espeletietum hartwegiana* and with the community of *Swallenochloa tessellata*, but it is differentiated from these two by the presence of *Gaultheria* sp., *Oreopanax ruizianum*, *Hypotrachina* sp., *Everniastrum* sp., *Jamesonia* sp., and *Jamesoniella rubricaulis*.

Distribution-Ecology: These thickets are located between 3200 and 3380 m above sea level in flat or slightly inclined places (5–10°), near Laguna San Rafael and to the west of it, alternating with the association *Blechno loxensis-Espeletietum hartwegiana*. The striking white canopies of *Diplostephium floribundum* contrast with the redness of *Frullania* and the light green of *Usnea* that covers nearly all the shrubs. Humidity levels are extremely high, as the large numbers of bryophytes and lichens indicate. Around the bases of the bushes develop mounds of *Sphagnum magellanicum* more than 50 cm high, which may indicate a succession leading toward the establishment of a final, thicket-type vegetation as suggested by Lozano and Schnetter (1976) for Cruz Verde and by Franco, Rangel, and Lozano (1986) for Chingaza. This vegetation thrives despite grazing. Vegetation of the association *Blechno loxensis-Espeletietum hartwegiana* is often found around

this thicket. 95 species were censused.

Community of *Swallenochloa tessellata*

Table 3.13

Number of Collections: 3

Physiognomy-Composition: There are two strata (herbaceous and ground). *Swallenochloa tessellata* is abundant in the herbaceous stratum, (40 to 80% coverage), and *Blechnum loxense* is an associated species. Among accompanying species figure *Calamagrostis effusa* (1–5% coverage) and *Niphogeton ternata* (1% coverage). In the ground stratum, with low coverage, are *Scirpus inundatus* (1–5% coverage) and *Sphagnum magellanicum* (1–10% coverage). *Geranium sibbaldoides* is important as it differentiates the community from other regional associations.

Distribution-Ecology: Located in flat, waterlogged areas and in dense groups near Laguna San Rafael. Its preferences are quite like those of *Blechno loxense-Espeletietum hartwegiana*. As in the association *Blechno loxense-Diplostephietum floribundi*, *Sphagnum magellanicum* forms mounds around the stalks of *Swallenochloa tessellata*. Vegetation with *Swallenochloa tessellata* dominant is described as a community because of the small number of collections (3) made, which precludes a thorough phytosociological treatment. It is nevertheless clear from the high coverage values and from the character of the dominant and exclusive species that *Swallenochloa tessellata* exhibits, that, with more collections, a new grouping could be defined for the regional vegetation. It develops vigorously between 3100 and 3200 m above sea level. The community is found in zones where burning, livestock grazing, and other human influences (such as trails) are common. 48 species were registered.

Calamagrostis effusae-Calamagrostietum macrophyllae asoc. nov.

Table 3.14

Number of Collections: 12

Type Collection: No. AD 67

Physiognomy-Composition: *Pajonal* with a herbaceous stratum dominated by *Calamagrostis macrophylla* (1–80% coverage) and *Calamagrostis effusa* (10–80% coverage). In some places there is an arboreal stratum of low coverage (25%) with *Baccharis padifolia* (Collections AD 65, 66, and 67) and *Gynoxys tolimensis* (Collections AD 23, 24, and 25). Other important species are *Pentacalia vaccinioides* and *Hypericum laricifolium*. In the ground stratum, with low coverage (15%), are *Geranium confertum*, *Lachemilla pectinata*, *Lachemilla aphanoides*, *Sisyrinchium jamesonii*, *Ranunculus nubigenus*, and *Oreobolus venezuelensis*.

Taxonomy: The association is characterized by *Calamagrostis macrophylla* and *Calamagrostis effusa* and by exclusive species such as *Oreobolus venezuelensis* and electives such as *Ranunculus nubigenus* and *Bromus catharticus*. It is similar to *Blechno loxense-Diplostephietum floribundi* and

ras hasta de 90% es dominado por *Sphagnum* cf. *magellanicum* (1–70% cobertura) y por *Breutelia* aff. *karsteniana* (1–2% cobertura).

Sintaxonomía: La asociación se define por la abundancia-dominancia de *Espeletia hartwegiana* ssp. *centroandina* y *Blechnum loxense*. Como especie diferencial se registró a *Baccharis tricuneata*.

Distribución-Ecología: En la región estudiada la asociación se distribuye entre los 3250 y los 3720 msnm sobre sitios planos con suelos muy húmedos. Aparentemente el área de distribución está expandiéndose si se tiene en cuenta que la mayoría de las especies logran establecerse en otros tipos de vegetación como *Calamagrostis effusae-Calamagrostietum macrophyllae* y *Blechno loxensis-Diplostephietum floribundi*. Las áreas de distribución están sujetas al pastoreo y a quemas periódicas. Se censaron 90 especies.

Blechno loxensis-Diplostephietum floribundi asoc. nov.

Tabla 3.12

Número de levantamientos: 9

Levantamiento Tipo: No. AD 59

Fisionomía-Composición: Matorral semiabierto con alto grado de epifitismo. Se diferencian tres estratos. En el arbustivo domina *Diplostephium floribundum* (10–80% cobertura) acompañado por *Weinmannia* sp. (1–30% cobertura). El estrato herbáceo, con coberturas hasta de 100%, es dominado por *Blechnum loxense* (1–10%); se destacan también *Espeletia hartwegiana* ssp. *centroandina* (1–10% cobertura), *Rhynchospora macrochaeta* (1–10% cobertura), *Vaccinium floribundum* (1–10% cobertura) y *Puya* sp. (1% cobertura). El estrato rasante presenta coberturas bajas; el aporte mayor lo hace *Sphagnum magellanicum* con valores hasta de 40%. Entre las epífitas figuran especies de *Frullania*.

Sintaxonomía: Son especies características exclusivas de la asociación *Sibthorpia repens*, *Plagiochila jelski*, *Diplostephium floribundum*, *Pleurozium schreberi* y *Bomarea liliifolia*. Entre las especies características electivas se encuentran *Disterigma acuminatum* y *Breutelia* sp. Guarda similitud florística alta con *Blechno loxensis-Espeletietum hartwegianae* y con la comunidad de *Swallenochloa tessellata*, pero se diferencia de las dos por la presencia de *Gaultheria* sp., *Oreopanax ruizianum*, *Hypotrachina* sp., *Everniastrum* sp., *Jamesonia* sp. y *Jamesoniella rubricaulis*.

Distribución-Ecología: El matorral se localiza entre los 3200 y los 3380 msnm en sitios planos y ligeramente inclinados (5–10°), en cercanías de la Laguna San Rafael y hacia el occidente de esta, alternando con la asociación *Blechno loxensis-Espeletietum hartwegianae*. Las copas blanquecinas de *Diplostephium floribundum* que se observan a lo lejos, se contrastan con el rojizo de *Frullania* y el verde claro de *Usnea* que cubre casi que totalmente los arbustos. La humedad ambiental es considerable, como se deduce de la proporción alta de briófitos y líquenes. Alrededor de los

tallos de los arbustos se desarrollan montículos de *Sphagnum magellanicum* de más de 50 cm de altura, los cuales pueden ser indicativos de procesos de sucesión que tienden al establecimiento de una vegetación final de tipo matorral como lo plantean Lozano y Schnetter (1976) en Cruz Verde, y Franco, Rangel y Lozano (1986) en Chingaza. El estado de conservación de la vegetación es bueno a pesar del pastoreo. Es común encontrar, en los alrededores de este matorral, vegetación del *Blechno loxensis-Espeletietum hartwegianae*. Se censaron 95 especies.

Comunidad de *Swallenochloa tessellata*

Tabla 3.13

Número de Levantamientos: 3

Fisionomía-Composición: Presenta dos estratos (herbáceo y rasante), con abundancia-dominancia marcada de *Swallenochloa tessellata* en el estrato herbáceo, con cobertura entre 40 y 80%; como especie asociada se censó a *Blechnum loxense*. Entre las especies acompañantes figuran *Calamagrostis effusa* (1–5% cobertura) y *Niphogeton ternata* (1% cobertura). En el estrato rasante, pobre en cobertura, dominan *Scirpus inundatus* (1–5% cobertura) y *Sphagnum magellanicum* (1–10% cobertura). *Geranium sibbaldioides* (1% cobertura) es importante para diferenciar la comunidad de otras asociaciones regionales.

Distribución-Ecología: Se localiza en sitios planos y encharcados y llega a formar grupos densos en los alrededores de la Laguna San Rafael. Sus preferencias corológicas son parecidas a las del *Blechno loxensis-Espeletietum hartwegianae*. Al igual que en la asociación *Blechno loxensis-Diplostephietum floribundi*, *Sphagnum magellanicum* forma montículos alrededor de las cañas de *Swallenochloa tessellata*. La vegetación con dominancia de *Swallenochloa tessellata* se describe como comunidad debido al escaso número de levantamientos (3) que impide un tratamiento fitosociológico valedero. Sin embargo, es evidente que los altos valores de cobertura y la calidad de la especie dominante y exclusiva que exhibe *Swallenochloa tessellata* indica que con más levantamientos podría tipificarse un sintaxon nuevo en la vegetación regional. Se desarrolla vigorosamente entre los 3100 y los 3300 msnm. En la zona donde se presenta la comunidad son comunes las quemas, el pastoreo y otras influencias antropogénicas (caminos). Se registraron 48 especies.

Calamagrostis effusae-Calamagrostietum macrophyllae asoc. nov.

Tabla 3.14

Número de Levantamientos: 12

Levantamiento Tipo: No. AD 67

Fisionomía-Composición: Pajonal con un estrato herbáceo dominado por *Calamagrostis macrophylla* (1–80% cobertura) y *Calamagrostis effusa* (10–80% cobertura). En determinados sitios se presenta un estrato arbustivo de cobertura baja (25%) donde se destacan *Baccharis padiflo-*

the community of *Swallenochloa tessellata*. It is differentiated from them by *Baccharis padifolia*, *Distichia muscoides*, and *Polytrichum* sp.

Distribution-Ecology: Located in flat terrain and slopes up to 30°; the association is distributed widely horizontally between 3600 and 3800 m above sea level on both sides of the trail to the Puracé volcano. The soils are well drained, no waterlogging was noticed. Burning is periodic and cattle grazing is frequent, with heavy impact on the vegetation. This may be the reason for the relative poverty of species. 57 species were registered.

High Andean Forest

Weinmannia brachystachyae-Miconietum cuneifoliae
asoc. nov.

Table 3.15

Number of Collections: 7

Type Collection: No. AD 44

Physiognomy-Composition: Closed forest vegetation with a subarborescent (small tree) stratum in which individuals reach a height of 10 m and a coverage of 80%. Dominating are *Weinmannia brachystachya* (5–30% coverage) and *Miconia cuneifolia* (5–20% coverage). Other important species are *Miconia* aff. *puracensis* (5–20% coverage), *Weinmannia marquittae* (5–35% coverage), and *Diplostegium spinulosum* (20–40% coverage). The shrub stratum is very dense; dominating are *Blechnum loxense* (1–40% coverage), *Themistoclesia dependens* (5–35% coverage), and young individuals of the species present in the arboreal stratum. In the herbaceous stratum, with low coverage, are found *Polypodium monosorum* (1–2% coverage), *Macleanea rupestris* (1% coverage), and *Elaphoglossum mathewsii* (1–15% coverage). In the ground stratum, with vigorous growth, figure *Plagiochila* sp. (1–20% coverage) and *Sphagnum magellanicum* (5–60% coverage), accompanied by *Cardamine bonaeriensis*, *Geranium confertum*, and *Jamesonia* sp.

Taxonomy: The association is very well defined in terms of exclusive characteristic species: *Weinmannia brachystachya*, *Miconia cuneifolia*, *Polypodium monosorum*, *Ribes leptostachyum*, *Weinmannia marquittae*, and *Macleanea rupestris*. Elective characteristic species are *Miconia* aff. *puracensis* and *Themistoclesia dependens*.

Distribution-Ecology: These forests are found between 3300 and 3400 m above sea level in little patches near *Blechnum loxense-Espeletietum hartwegianae* in flat areas and on slopes from 5 to 40° with highly variable quantities of water. Livestock raising and forest clearance are frequent in this zone, despite its national park status, and result in substantial alteration of the natural vegetation. 98 species were censused.

Final Considerations

Within the vegetation of the alliance *Oritophio-Distichion muscoidis* is found the association *Lupino alopecuroidis-Valerianetum microphyllae*, provisionally discussed by Rangel and Lozano (1986), who pointed to phytocenosis by the dominance of *Valeriana microphylla*, a very important species in the herbaceous stratum of the thickets of *Loricaria* cf. *colombiana* and *Arcytophyllum capitatum* that occur regularly on the slopes of the Galeras volcano between 3800 and 4100 m above sea level. However, *Lupinus alopecuroides* is not found in association in that instance.

In the Parque de los Nevados, Cleef, Rangel, and Salamanca (1983) reported the community of *Lupinus alopecuroides* and *Agrostis araucana* in the superpáramo of the Nevados del Cisne and Santa Isabel, generally in sheltered locations in soils just beginning to form. In the same region, Sturm and Rangel (1985) registered *Lupinus alopecuroides* as a dominant species in the community of *Senecio canescens* near the Nevado del Cisne in flat poorly drained areas. The distribution and the floral similarity suggest that the two communities of the Parque los Nevados are one and the same. In the association of Puracé, the differential species such as *Valeriana microphylla*, *Racomitrium crispulum*, *Cerastium danguyii*, *Poa pauciflora*, *Lasiocephalus puracensis*, *Lachemilla nivalis*, and *Disterigmaempetrifolium* set it apart clearly as a new grouping in the páramo vegetation. In the Sierra Nevada del Cocuy (4000 m) and in the Páramo de Pisba (3480 m), Cleef (1981) reports the association *Lupino alopecuroidis-Mimuletum glabratae* with *Bartsia* sp. and *Sisyrinchium tinctorium* as differential species. Also included in the alliance are two communities with restricted distribution: *Lachemilla pectinatae-Loricarietum colombianae* (thicket) and *Agrostio boyacensis-Distichietum muscoidis* (bog).

Cuatrecasas (1934) and Cleef, Rangel, and Salamanca (1983) mention, for the central cordillera (Parque los Nevados), communities with a dominance of *Loricaria colombiana*, but do not report high values of dominance for *Lachemilla pectinata*, as occurs in the Puracé region. Cleef (1981) registers a community of *Loricaria complanata* in the eastern cordillera, but the characteristic and differential species set it apart from the proposed grouping for Puracé. In the southern part of the central cordillera, on the Chiles volcano (Ecuador), Sturm and Rangel (1985) observed a community of *Loricaria* cf. *colombiana* and *Agrostis foliata*.

These thickets of *Loricaria* form the most widespread shrubby vegetation in the Colombian páramos. In the central cordillera, Cleef, Rangel, and Salamanca (1983) found them at 4100 m along with high coverage values for terrestrial bryophytes, to be associated with high levels of condensation in the Colombian Andes. Similarly, in the eastern cordillera, these thickets mark the end of the páramo and the beginning of the superpáramo (Cuatrecasas 1934, 1958). In comparison with other locations, it is only on the slopes of Galeras that

lia (Levantamientos AD 65, 66 y 67) y *Gynoxys tolimensis* (Levantamientos AD 23, 24 y 25). Otras especies importantes son *Pentacalia vaccinioides* e *Hypericum laricifolium*. En el estrato rasante, con cobertura baja (15%), se destacan *Geranium confertum*, *Lachemilla pectinata*, *Lachemilla aphanoides*, *Sisyrinchium jamesonii*, *Ranunculus nubigenus* y *Oreobolus venezuelensis*.

Sintaxonomía: La asociación se caracteriza por la abundancia- dominancia de *Calamagrostis macrophylla* y *Calamagrostis effusa* y por especies exclusivas como *Oreobolus venezuelensis* y electivas como *Ranunculus nubigenus* y *Bromus catharticus*. Guarda similitud con *Blechno loxensis-Diplostephietum floribundi* y con la comunidad de *Swallichloa tessellata*. Se diferencia de ellas por *Baccharis padifolia*, *Distichia muscoides* y *Polytrichum* sp.

Distribución-Ecología: Se localiza en sitios planos e inclinados con pendientes hasta de 30°; la asociación se distribuye ampliamente en sentido horizontal entre los 3600 y los 3800 msnm a lado y lado del sendero hacia el Volcán Puracé. Los suelos son bien drenados, no se notó encharcamiento. Las quemadas son periódicas y el pastoreo es frecuente, por lo cual la vegetación está muy intervenida, acción que posiblemente se refleja en su relativa pobreza específica. Se registraron 57 especies.

Bosque Altoandino

Weinmannia brachystachyae-Miconietum cuneifoliae asoc. nov.

Tabla 3.15

Número de Levantamientos: 7

Levantamiento Tipo: No. AD 44

Fisionomía-Composición: Vegetación cerrada de tipo "boscosa", con un estrato subarbóreo (ó de arbolitos) cuyos individuos alcanzan 10 m de altura y una cobertura de 80% en donde dominan *Weinmannia brachystachya* (5–30% cobertura) y *Miconia cuneifolia* (5–20% cobertura). Otras especies importantes son *Miconia* aff. *puracensis* (5–20% cobertura), *Weinmannia mariquitae* (5–35% cobertura) y *Diplostephium spinulosum* (20–40% cobertura). El estrato arbustivo es muy denso; la forma de crecimiento de algunas especies facilita la superposición de los individuos de tal manera que podría diferenciarse un estrato subarbustivo. Son dominantes *Blechnum loxense* (1–40% cobertura), *Themistoclesia dependens* (5–35% cobertura), e individuos jóvenes de las especies presentes en el estrato anterior. En el estrato herbáceo con cobertura baja se destacan *Polypodium monosorum* (1–2% cobertura), *Macleanea rupestris* (1% cobertura) y *Elaphoglossum mathewsii* (1–15% cobertura). En el estrato rasante con crecimiento vigoroso figuran *Plagiocchila* sp. (1–20% cobertura) y *Sphagnum magellanicum* (5–60% cobertura), acompañados por *Cardamine bonaeriensis*, *Geranium confertum* y *Jamesonia* sp.

Sintaxonomía: La asociación está muy bien definida en cuanto a las especies características exclusivas: *Weinmannia bra-*

chystachya, *Miconia cuneifolia*, *Polypodium monosorum*, *Ribes leptostachyum*, *Weinmannia mariquitae* y *Macleanea rupestris*. Especies características electivas son *Miconia* aff. *puracensis* y *Themistoclesia dependens*.

Distribución-Ecología: Se ubican estos bosquecitos entre los 3300 y los 3400 msnm en parches pequeños junto al *Blechno loxensis-Espeletietum hartwegianae* en sitios planos e inclinados (pendientes de 5 a 40°) en donde la cantidad de agua varía de abundante a escasa. La ganadería y la tala son frecuentes en esta zona, a pesar de ser Parque Nacional, por lo cual el estado actual de la vegetación está alterado. Se censaron 98 especies.

Consideraciones Finales

Entre la vegetación de la alianza *Oritrophio-Distichion muscoidis* figura la asociación *Lupino alopecuroidis-Valerianetum microphyllae*, previa y provisionalmente reseñada por Rangel y Lozano (1986), que destacaron la novedad de la fitocenosis por el dominio de *Valeriana microphylla*, especie muy importante en el estrato herbáceo de los matorrales de *Loricaria* cf. *colombiana* y *Arcytophyllum capitatum* que se establecen de manera uniforme en las faldas del Volcán Galeas entre 3800 y 4100 msnm. Sin embargo, allí no se encuentra asociado *Lupinus alopecuroides*.

En el Parque los Nevados, Cleef, Rangel y Salamanca (1983) reportaron la comunidad de *Lupinus alopecuroides* y *Agrostis araucana* en el superpáramo de los Nevados del Cisne y Santa Isabel sobre suelos incipientes, generalmente en posición de abrigo. Sturm y Rangel (1985) en la misma región registraron a *Lupinus alopecuroides* como especie dominante de la comunidad de *Senecio canescens* en cercanías del Nevado del Cisne sobre sitios planos y bastante húmedos. El área de distribución y la similitud florística permiten suponer que las dos comunidades del Parque los Nevados son una misma entidad. En la asociación del Puracé, las especies diferenciales como *Valeriana microphylla*, *Racomitrium crispulum*, *Cerastium danguyii*, *Poa pauciflora*, *Lasiocephalus puracensis*, *Lachemilla nivalis* y *Disterigma empetrifolium* le tipifican de manera clara como sintaxon nuevo en la vegetación paramuna. En la Sierra Nevada del Cocuy (4.000msnm) y en el Páramo de Pisba a 3480 msnm, Cleef (1981) reporta la asociación *Lupino alopecuroidis-Mimuletum glabratae* con *Bartisia* sp. y *Sisyrinchium tinctorium* como especies diferenciales. En la alianza se incluyen también dos comunidades azonales con distribución restringida: *Lachemilla pectinatae-Loricarietum colombianae* (matorral) y *Agrostio boyacensis-Distichietum muscoidis* (turbera).

Cuatrecasas (1934) y Cleef, Rangel y Salamanca (1983) mencionan, para zonas de la Cordillera Central (Parque los Nevados), comunidades con dominio de *Loricaria colombiana*, pero no reportaron valores altos de dominancia de *Lachemilla pectinata*, como acontece en la región del Puracé. Cleef (1981) registra en la Cordillera Oriental una comunidad de *Loricaria complanata*, pero las especies características y dife-

the *Loricaria* thicket is the zonal climax vegetation and uniformly covers the boundary zone between the páramo and the superpáramo (Rangel, personal communication).

In the Parque los Nevados, Cleef (1981) and Cleef, Rangel, and Salamanca (1983) reviewed vegetation of *Floscaldasio hypsophilae-Distichietum muscoides*. In Puracé, large cushions of this vegetation are limited to a few spots in the superpáramo, and many of the cushions are colonized by neighboring grassy vegetation. Other cushions of vegetation dominated by *Azorella aretoides* accompanied by *Oriteophium limnophyllum* and *Werneria humilis* have also been noted for the region (Rangel and Lozano 1986). Cleef (1981) describes the alliance *Gentiano-Oritrophion* in cushions with low camephytes, particularly species of *Juncaceae*, *Cyperaceae*, and *Plantaginaceae*. The alliance *Oritrophio-Distichion* has similar physiognomic traits, but the exclusive species of its floral composition and the presence of *Valeriana microphylla* and other small shrubs clearly differentiate it.

The vegetation of the alliance *Calamagrostio-Espeletion hartwegianae* embraces the *Blechno loxensis-Espeletium hartwegianae* reported by Rangel and Franco (1985a) and Rangel and Lozano (1986) as the community of *Calamagrostis effusa* and *Espeletia hartwegiana* ssp. *centroandina* in the same region of Puracé, near the Laguna San Rafael in very wet areas. In the Parque los Nevados, Cleef, Rangel, and Salamanca (1983) and Sturm and Rangel (1985) registered communities with *Calamagrostis effusa* as a codominant species. Cuatrecasas (1934) included this vegetation in the grouping *Espeletietum hartwegianae-Calamagrostiosum*. In the eastern cordillera, Cleef (1981) reported communities with species of *Sphagnum* and *Espeletia* accompanied by *Blechnum loxense*, "in very small areas because of the agricultural activities of the inhabitants who drain the bogs." An identical situation was observed in the Valle de Paletará (Cauca). Because of their function as water reserves and because of the uniqueness of their flora, it is important that these areas be preserved.

Blechno loxensi-Diplostephium floribundi shows similarity in physiognomy and in some ecological traits with the shrubby grassland vegetation of *Calamagrostis recta-Espeletia hartwegiana* with *Diplostephium schultzii* and *Pentacalia (Senecio) vernicosa* that establishes itself in marshy zones in the Parque los Nevados (Cleef, Rangel, and Salamanca 1983). Nevertheless in Puracé, the shrubby vegetation belt is continuous along the limit of the *frailejón* grassland area. The páramo region of Galeras and the area along the border between Nariño and Putumayo (Páramo del Bordoncillo) show similarities to Puracé in this regard. In all these locations, this type of vegetation is unmistakable with its large spreading canopy and its varied shades of green.

Blechnum loxense as an indicator of succession processes in very wet areas has also been noted in the páramos of southern Colombia (Rangel, personal communication). The autoecological traits that the species shows there are very

similar to those seen in Puracé, in other Colombian páramos, and even in páramos of Costa Rica. The community of *Swallenochloa tessellata*, with an area of distribution very close to that of the *frailejón*, is found in the border between the páramo region and the high Andean zone. Rangel and Franco (1985b) have described a community of *Swallenochloa tessellata* with *Espeletia hartwegiana* ssp. *centroandina* and *Hypericum laricifolium* for Puracé. Communities with physiognomic and floral similarities to the ones described here, especially in the dominance of *Swallenochloa tessellata*, have been reviewed by Cleef (1981), Sturm and Rangel (1985), and Franco, Rangel, and Lozano (1986) for the eastern cordillera. Rangel and Cleef (in Franco, Rangel, and Lozano 1986) propose the alliance *Swallenochlion tessellatae* to group all the associations where this species is dominant. The alliance also includes the association *Calamagrostio effusae-Calamagrostietum macrophyllae* that is distributed widely between 3600 and 3900 m above sea level. The grassy vegetation of the same zone, reviewed by Rangel and Lozano (1986), is quite similar to that reported for the Parque los Nevados (Cleef, Rangel, and Salamanca 1983 and Sturm and Rangel 1985), but in those locations *Calamagrostis macrophylla* is replaced by *Calamagrostis recta* which is not found in Puracé.

In the high zone of the Andean region, the well-defined association *Weinmannio brachystachyae-Micontietum cuneifoliae* is present. Rangel and Lozano (1986) report a similar arboreal community with a dominance of *Weinmannia mariquitae* and *Miconia cuneifolia* near the Laguna San Rafael. Cleef, Rangel, and Salamanca (1983) mention vegetation with dominance of *Weinmannia mariquitae* and *Miconia* sp. in the Parque los Nevados.

As a final synthesis, we make the following observations:

- a. The area reported on here is composed of two major parts. The first is the plain of the Laguna San Rafael, from 3200 m in the east up to 3400 m in the west, a distance of 6 km along the La Plata-Popayán road. Dominating here is vegetation of the alliance *Calamagrostio-Espeletion hartwegianae*. The second comprises the ascent along the trail to the Puracé volcano (4400 m) southeast from the Inderena cabin in Pilimbalá (3400 m), with a marked dominance of the vegetation of the alliance *Oritrophio-Distichion muscoidis*.
- b. The region studied has relatively few floral species, compared to other páramo regions in Colombia (Cleef, Rangel, and Salamanca 1983, Franco, Rangel, and Lozano 1986, and Lozano and Rangel [in the first part of this chapter]). The explanation of this phenomenon may reside in the instability of the páramo region on the slopes of active volcanoes. The Puracé volcano belongs to the northwest-southwest volcanic belt and is the second most active in Colombia.
- c. The wide distribution of *Blechnum loxense* may be indicative of succession processes in wet zones for the majority of the communities present in Puracé, especially where relief is very flat.

renciales la apartan del sintaxon propuesto para el Puracé. Al sur de la Cordillera Central, en el Volcán de Chiles (Ecuador), Sturm y Rangel (1985) observaron una comunidad de *Loricaria* cf. *colombiana* y *Agrostis foliata*.

Respecto a estos matorrales con especies de *Loricaria*, conviene resaltar su calidad de vegetación arbustiva que alcanza el nivel más alto de distribución en los páramos colombianos. En la Cordillera Central, Cleef, Rangel y Salamanca (1983) asociaron su presencia a 4100 msnm y la cobertura elevada de los briófitos terrestres, a la existencia de un nivel superior de condensación en los Andes colombianos. En la Cordillera Oriental, igualmente, el matorral marca el final de la franja alta del páramo propiamente dicho y el inicio del superpáramo (Cuatrecasas 1934, 1958). En comparación con otras localidades, solamente en las faldas del Galeras el matorral con *Loricaria* muestra la condición de vegetación climática zonal y cubre de manera uniforme la franja alta del páramo e inclusive los límites con el superpáramo (Rangel, comunicación personal).

En el Parque los Nevados, Cleef (1981) y Cleef, Rangel y Salamanca (1983) reseñaron vegetación del *Floscaldasio hypsophylae-Distichietum muscoides*. En el Puracé, el área de distribución de las plantas en cojines es reducida, se limita a cubetas del superpáramo, algunos de los cojines empiezan a ser colonizadas por vegetación cercana del pajonal. En la región también se han registrado otros cojines de vegetación dominados por *Azorella aretoides* acompañada por *Oritrophium limnophyllum* y por *Werneria humilis* (Rangel y Lozano 1986). Cleef (1981) describió la alianza *Gentiano-Oritrophion*, que engloba los cojines con camefitos bajos, dominados por especies de *Juncaceae*, *Cyperaceae* y *Plantaginaceae* y otros elementos vasculares con cobertura baja. La alianza *Oritrophio-Distichion* tiene rasgos fisionómicos parecidos, pero la composición florística con especies exclusivas, la presencia de *Valeriana microphylla* y otros arbustillos la definen de manera clara.

La vegetación de la alianza *Calamagrostio-Espeletion hartwegianae* comprende al *Blechno loxensis-Espeletium hartwegianae* reportado por Rangel y Franco (1985a) y Rangel y Lozano (1986) como comunidad de *Calamagrostis effusa* y *Espeletia hartwegiana* ssp. *centroandiana* en la misma región del Puracé, en los alrededores de la Laguna San Rafael en sitios con buena cantidad de agua. En el Parque los Nevados, Cleef, Rangel y Salamanca (1983) y Sturm y Rangel (1985) registraron comunidades con *Calamagrostis effusa* como especie codominante. Cuatrecasas (1934) incluyó esta vegetación al caracterizar el sintaxon *Espeletietum hartwegianae-Calamagrostiosum*. Cleef (1981) reportó, para la cordillera oriental, comunidades con especies de *Sphagnum* y *Espeletia* acompañadas de *Blechnum loxense*, "sobre áreas muy reducidas debido a la actividad agrícola de los moradores que drenan las turberas". Situación idéntica se observó en el Valle de Paletará (Cauca). En atención a su calidad de reservas de agua y a las particularidades de su flora, estas áreas deberían preservarse a toda costa.

Blechno loxensis-Diplostegium floribundi guarda semejanza en la fisionomía y en algunos rasgos ecológicos con el pajonal arbustivo de *Calamagrostis recta-Espeletia hartwegiana* con *Diplostegium schultzei* y *Pentacalia (Senecio) vernicosa*, que se establece en zonas pantanosas en el Parque los Nevados (Cleef, Rangel y Salamanca 1983). Sin embargo en el Puracé, al contrario de la situación de los Nevados, el cinturón de vegetación arbustiva es continuo y limita con el pajonal-frailejónal. Características sinecológicas y corológicas similares al Puracé se observaron en la región paramuna del Galeras y en los límites Nariño-Putumayo (Páramo del Bordoncillo), localidades en las cuales este tipo de vegetación muestra rasgos fisionómicos inconfundibles con sus copas aparasoladas y sus variadas tonalidades del verde.

El carácter de indicador ecológico de procesos de sucesión sobre ambiente muy húmedo exhibido por *Blechnum loxense* nuevamente fue registrado en los páramos del sur de Colombia (Rangel, comunicación personal). Los rasgos autoecológicos, que muestra allí la especie, son muy parecidos a los reseñados para el Puracé, para otros páramos de Colombia y también para regiones paramunas de Costa Rica. La comunidad de *Swallenochloa tessellata*, con área de distribución muy cercana a la del frailejónal, se ubica en el límite entre la región paramuna y la franja altoandina. Rangel y Franco (1985b) reseñaron para el Puracé una comunidad de *Swallenochloa tessellata* con *Espeletia hartwegiana* ssp. *centroandina* e *Hypericum laricifolium*. Comunidades como la descrita aquí, con cierto grado de semejanza fisionómica y florística, especialmente por el dominio de *Swallenochloa tessellata*, han sido reseñadas por Cleef (1981), Sturm y Rangel (1985), y Franco, Rangel y Lozano (1986) para la cordillera oriental. Rangel y Cleef (en Franco, Rangel y Lozano 1986) proponen la alianza *Swallenochlion tessellatae* para agrupar todas las asociaciones donde esta especie es dominante. También se incluye en la alianza a la asociación *Calamagrostio effusae-Calamagrostietum macrophyllae* que se distribuye ampliamente entre 3600 y 3900 msnm. El pajonal se reseñó por Rangel y Lozano (1986) en la misma zona, y se asemeja el reportado para el Parque los Nevados (Cleef, Rangel y Salamanca 1983 y Sturm y Rangel 1985), pero en estas localidades *Calamagrostis macrophylla* es reemplazado por *Calamagrostis recta* que no se encontró en el Puracé.

En la franja alta de la región andina, se presenta una asociación bien definida *Weinmannio brachystachyae-Miconietum cuneifoliae*. Rangel y Lozano (1986) reportaron una comunidad arbórea semejante con dominio de *Weinmannia mariquitae* y *Miconia cuneifolia* en los alrededores de la Laguna San Rafael. Cleef, Rangel y Salamanca (1983) mencionaron vegetación de tipo selvático con dominio de *Weinmannia mariquitae* y *Miconia* sp. en el Parque los Nevados.

A manera de síntesis final, se resaltan los siguientes hechos: a. El área de estudio comprende dos paisajes. El primero es la planicie de la Laguna San Rafael, desde los 3200 msnm en el sector este hasta los 3400 msnm en dirección oeste (6 km), siguiendo la carretera La Plata-Popayán, en la cual

- d. A favorable hydrologic balance, with an excess of water in the environment, a unimodal rainfall seasonality, and abundant precipitation qualify the zone 3050 and 3400 m above sea level for the designation "very humid." Here páramo plant communities establish themselves through various stages of succession in an azonal pattern, as previously noted (Rangel and Franco 1985b and Rangel and Lozano 1986). This begins the process of páramo formation through the behavior of plant communities that transgress their natural limits and establish and organize themselves vigorously in life zones with different eco-climatic characteristics. Seen in this way, classificatory schemes based on altitudinal limits can be understood and utilized.
- e. The fact that the northern zone of the Puracé National Park is simultaneously park and Indian reservation makes it difficult to prevent the introduction of livestock and cultivation of the land, both of which, even at the small scale at which they are practiced, considerably alter the vegetation. In the belt between 3400 and 4000 m above sea level, the construction of the private road that joins Industrias Puracé and the police station has modified the natural drainage and led to erosion.

Tabla 3.8. Composición florística de la asociación *Lachemillo pectinatae-Loricarietum colombianae* asoc. nov.
Table 3.8. Floral composition of the association *Lachemillo pectinatae-Loricarietum colombianae* asoc. nov.

Número de levantamiento (AD)—Type collection number (AD)	31	32	33	28	6
Localidad—Location	12	12	12	12	9
Altura (msnm)—Altitude (m above sea level)	3600	3600	3600	3600	3500
Inclinación (°)—Slope (°)	5	10	10	5–10	5
Orientación—Orientation	SW	SW	E	SW	NW
Número de especies—Number of species	11	10	8	6	15
Area (m ²)	25	25	25	25	25
	Cobertura (%)—Coverage (%)				
Especies características y diferenciales de la asociación					
Characteristic and differentiating species in the association					
<i>Loricaria colombiana</i> (c)	30	50			5
<i>Lasiocephalus otophorus</i> (cx)	<1	<1		1	
<i>Cladonia</i> sp. (d)	<1			<1	
<i>Barstia stricta</i> (d)				<1	1
<i>Blechnum loxense</i> (d)					15
<i>Carex bonplandii</i> (d)					15
Especies características de la alianza <i>Oritrophio-Distichion muscoidis</i>					
Characteristic species in the alliance <i>Oritrophio-Distichion muscoidis</i>					
<i>Distichia muscoides</i>		10	5	40	
<i>Valeriana macrophylla</i>	<1	<1	1		
<i>Oritrophium peruvianum</i>	<1				<1
Especies características de orden y clase					
Characteristic species of order and class					
<i>Lachemilla pectinata</i>	10	5	80	20	2
<i>Pentacalia vaccinioides</i>	5	1	70	40	1
<i>Pernettya prostrata</i>	25	25	<1		
<i>Geranium confertum</i>	<1		2		<1
<i>Eryngium humile</i>	<1				1
<i>Sisyrinchium jamesonii</i>					1
<i>Hieracium avilae</i>					<1
Especies acompañantes de la asociación					
Accompanying species in the association					
<i>Baccharis padifolia</i>					<1
<i>Hypericum laricifolium</i>					10
<i>Rumex acetosella</i>					<1
<i>Ranunculus peruvianum</i>					<1
<i>Lachemilla holosericea</i>	<1				
<i>Dycranopteris</i> sp.		<1			
<i>Lachemilla hispidula</i>		<1			
<i>Polytrichum</i> sp.		5			
<i>Pteridium aquilinum</i>			<1		
<i>Hypochoeris radicata</i>			<1		

predomina vegetación de la alianza *Calamagrostio-Espeleton hartwegiana*. El segundo comprende el ascenso al Volcán Puracé (4400 msnm) a partir de la cabaña del INDERENA en Pilimbalá (3400 msnm) en dirección sureste, siguiendo el sendero turístico del Parque Nacional, con dominio marcado de la vegetación de la alianza *Oritrophio-Distichion muscoidis*.

- b. La región investigada es pobre florísticamente, si se le compara con la composición específica de otras regiones paramunas colombianas (Cleef, Rangel y Salamanca 1983, Franco, Rangel y Lozano 1986, y Lozano y Rangel [en este volumen]). La explicación del fenómeno quizás resida en la inestabilidad de la región paramuna en vertientes con volcanes activos. El Volcán Puracé pertenece al cinturón noroeste-suroeste y es el segundo más activo del país.
- c. La distribución amplia de *Blechnum loxense* puede ser un indicativo de los procesos sucesionales sobre sitios húmedos de la mayoría de las comunidades presentadas en el Puracé, especialmente la zona con relieves muy planos.
- d. El balance hídrico favorable, con exceso de agua en el ambiente, régimen de lluvias de tipo unimodal y valores altos de precipitación determinan que la zona comprendida entre 3050 y 3400 msnm en la vertiente oriental sea catalo-

gada como “muy húmeda”. En esta zona se establecen comunidades vegetales paramunas en diversas etapas de sucesión que obedecen a un comportamiento típicamente azonal, como se reseñó en contribuciones anteriores (Rangel y Franco 1985b y Rangel y Lozano 1986) y como se ha comprobado recientemente en otras regiones del país. Se origina así un fenómeno denominado “paramización” que consiste en comportamientos ecológicos y corológicos particulares de comunidades que transgreden sus límites naturales y logran establecerse y organizarse de manera vigorosa en otras regiones de vida con características ecológicas diferentes. Visto el asunto de esta forma, podrían entenderse, y por supuesto aceptarse, los esquemas clasificatorios que utilizan límites altitudinales en su fundamentación.

- e. La doble condición de la zona norte del Parque Nacional Puracé, de resguardo indígena y parque, facilita la introducción de la ganadería y de los cultivos, los cuales, aunque a pequeña escala, alteran considerablemente el sector. En la franja entre los 3400 y los 4000 msnm, la construcción de la carretera privada que comunica “Industrias Puracé” y el puesto de policía ha modificado las condiciones de humedad y ha originado problemas de erosión.

Tabla 3.11 (cont.)—Table 3.11 (cont.)

Levantamiento—Collection	54	55	56	49	50	51	48	70	35	36	38	5	1	34	3	27
	Cobertura (%)—Coverage (%)															
Especies características y diferenciales de la asociación																
Characteristic and differentiating species in the association																
<i>Breutelia</i> aff. <i>karsteniana</i> (cx)	1	<1	1	1	5	1			5	5						
<i>Baccharis</i> <i>tricuneata</i> (d)					<1	<1			<1				<1		2	
Especies características de la alianza <i>Calamagrostio-Espeleton hartwegianae</i>																
Characteristic species of the alliance <i>Calamagrostio-Espeleton hartwegianae</i>																
<i>Espeletia hartwegiana</i> ssp. <i>centroandina</i>	40	40	30	40	50	45	40		40	40	30	45	12	35	10	
<i>Blechnum loxense</i>	25	25	40	25	5	10	50	25	1	50	60	6				
<i>Calamagrostis effusa</i>	5	10	20	5	10	10		10	30			10	40	5		
<i>Hypericum laricifolium</i>		20	1	1	<1	<1		1	1				<1			1
<i>Calamagrostis macrophylla</i>	5	5	5		5	10		10				15		25	<1	
<i>Niphogeton ternata</i>	<1	<1	<1	<1	1		<1	<1				<1				
<i>Hypericum "tipo strictum"</i>	<1		<1	2		<1				<1	5	1				
<i>Nertera granadensis</i>	<1	<1	1				<1	<1		5	<1					
<i>Lachemilla aphanoides</i>	<1	<1	<1		<1		<1		<1							
<i>Lycopodium</i> sp.	1	<1			1		<1									
<i>Bartsia stricta</i>	<1		<1		2		<1									
<i>Scirpus inundatus</i>			1					40		5		20				
<i>Vaccinium floribundum</i>					<1	<1							<1			
<i>Carex pichinchensis</i>				10			1							15		
<i>Cora pavonia</i>	<1	<1														
<i>Usnea</i> sp.		15	15													
<i>Rhynchospora macrochaeta</i>			10				<1									
<i>Cotula minuta</i>								<1							<1	
<i>Gynoxys tolimensis</i>																
<i>Frullania</i> sp.		10	10													
<i>Diplostephium spinulosum</i>			20													
Especies características de orden y clase																
Characteristic species in order and class																
<i>Pentacalia vaccinioides</i>	10	10	4	5	<1	<1	<1	1		3	10		3	<1		
<i>Sphagnum magellanicum</i>	20	20	20	1	1	70	1		5	5	10					
<i>Puya</i> sp.	<1	<1	1	1					<1				72		80	95
<i>Geranium confertum</i>		<1	<1	<1	<1	<1			<1		<1				10	
<i>Hieracium avilae</i>	<1		<1	1	<1	<1										
<i>Lachemilla pectinata</i>								<1					1	2	25	4
<i>Pernettya prostrata</i>							<1					<1			2	2
<i>Sisyrinchium jamesonii</i>					<1								<1	<1		
Especies acompañantes de la asociación																
Accompanying species in the association																
<i>Cladonia</i> sp.									<1		<1					
<i>Cladonia</i> subg. <i>Cladina</i>					<1	<1										
<i>Cortaderia</i> aff. <i>sericantha</i>					<1	<1	1									
<i>Disterigma empetrifolium</i>			<1	<1		20			1							
<i>Senecio arbustifolius</i>			<1	<1					<1	<1						
<i>Eryngium humile</i>					<1			5				<1		<1		
<i>Carex bonplandii</i>								20	15					<1		
<i>Monnina revoluta</i>									<1	<1						<1
<i>Neurolepis aperta</i>				<1			5			30						
<i>Oreomyrrhis andicola</i>									<1	3	<1					
<i>Gentiana sedifolia</i>	<1		<1		<1											
<i>Pleurozium schreberi</i>				2					5	5						
<i>Plagiochila</i> sp.		<1										10				
<i>Ranunculus nubigenus</i>					<1		<1	<1								
<i>Lycopodium</i> sp.	1	<1			1											
<i>Swallenochloa tessellata</i>	10											3				

Table 3.11 (cont.)—Table 3.11 (cont.)

Otras Especies Censadas— Other Species Censused			
<i>Diplostephium floribundum</i>	(AD1, AD3: 1%)	<i>Sibthorpia pichinchensis</i>	(AD50, AD48: <1%)
<i>Gynoxys lehmanii</i>	(AD34, AD27: 1%)	<i>Diplostephium aff. letoclada</i>	(AD38: <1%)
<i>Drymaria cordata</i>	(AD34, AD55: <1%)	<i>Bidens triplinervia</i>	(AD70: <1%)
<i>Diplostephium cinerascens</i> ssp. <i>puracensis</i>	(AD48, AD51: <1%)	<i>Luzula gigantea</i>	(AD1: <1%)
<i>Disterigma acuminatum</i>	(AD54, AD49: <1%)	<i>Valeriana microphylla</i>	(AD27: <1%)
<i>Carex cf. stricta</i>	(AD55, AD50: <1%)	<i>Halenia campanulata</i>	(AD49: <1%)
<i>Castilleja fissifolia</i>	(AD56, AD50: <1%)	<i>Gnaphalium americanum</i>	(AD50: <1%)
<i>Baccharis genestilloides</i>	(AD50, AD51: <1%)	<i>Gaiadendron punctatum</i>	(AD51: <1%)
<i>Hesperomeles heterophylla</i>	(AD54, AD55: <1%)	<i>Diplostephium hartwegii</i>	(AD54: <1%)
<i>Lupinus expetendus</i>	(AD54, AD55: <1%)	<i>Lachemilla holosericea</i>	(AD35: 5%)
<i>Bromus catharticus</i>	(AD56: 4%)	<i>Fertuca dolichophylla</i>	(AD48: <1%)
<i>Pentacalia vernicosa</i>	(AD56: 4%)	<i>Azorella pedunculata</i>	(AD50: <1%)
<i>Dicranum frigidum</i>	(AD51: <1%; AD36: 5%)	<i>Paepalanthus karstenii</i>	(AD51: <1%)
<i>Azorella aretioides</i>	(AD38, AD34: <1%)	<i>Syziella anomala</i>	(AD54: <1%)
<i>Oxalis subintegra</i>	(AD55, AD48: <1%)	<i>Relbunium hypocarpium</i>	(AD55: <1%)

Tabla 3.12. Composición florística de la asociación *Blechno loxensis-Diplostephietum floribundii* asoc. nov.
Table 3.12. Floral composition of the association *Blechno loxensis-Diplostephietum floribundii* asoc. nov.

Número de levantamiento (AD) Collection number (AD)	63	64	52	53	59	58	57	41	47
Localidad Location	1	1	2	1	2	2	1	2	1
Altura (msnm) Altitude (m above sea level)	3250	3300	3250	3300	3380	3300	3330	3200	3330
Inclinación (°) Slope (°)	15	10	5	15	<5	<5	5	<5	5
Orientación Orientation	SW	SW	S	NW	W	NW	NE	N	N
Número de especies Number of species	25	22	36	25	44	23	37	32	23
Area (m ²)	50	50	50	50	50	50	50	50	50

Cobertura (%)—Coverage (%)

Especies características y diferenciales de la asociación Characteristic and differentiating species in the association									
<i>Diplostephium floribundum</i> (cx)	70	60	40	60	40	70	60	80	10
<i>Bomarea linifolia</i> (cx)	<1	<1	<1		<1	1	<1	<1	<1
<i>Disterigma acuminatum</i> (c)	10	40	1	1	1	1		2	
<i>Hypotrachina</i> sp. (d)	<1		10	10	10	10	10		
<i>Breutelia</i> sp. (c)	10	10			1	<1	5		
<i>Weinmannia</i> sp. (cx)	5	1		2				30	10
<i>Everniastrum</i> sp. (d)			10		10	10	10		<1
<i>Gaultheria</i> sp. (d)	<1	<1		<1					1
<i>Jamesoniella rubricaulis</i> (d)	<1	<1						<1	
<i>Sibthorpia repens</i> (cx)			<1	<1					
<i>Plagiochila jelski</i> (cx)	<1				1	<1			
<i>Pleurozium schreberi</i> (cx)					<1	<1	2		
<i>Oreopanax ruizianum</i> (d)	<1	<1							

Tabla 3.12 (cont.)—Table 3.12 (cont.)

Levantamiento—Collection	63	64	52	53	59	58	57	41	47
	Cobertura (%)—Coverage (%)								
Especies características de la alianza <i>Calamagrostio-Espeleton hartwegiana</i>									
Characteristic species of the alliance <i>Calamagrostio-Espeleton hartwegiana</i>									
<i>Blechnum loxense</i>	40	30	60	40	50	60	35	40	20
<i>Frullania</i> sp.	50	30	50	10	30	30	30	50	
<i>Hypericum laricifolium</i>	<1	<1	<1	1	2		<1		5
<i>Rhynchospora macrochaeta</i>	20	5	2	<1	<1			20	1
<i>Vaccinium floribundum</i>	<1	5	<1	<1	<1			10	
<i>Niphogeton ternata</i>		<1	<1	<1	<1		<1		<1
<i>Usnea</i> sp.	10	30	10		30	30	30		
<i>Espeletia hartwegiana</i> ssp. <i>centroandina</i>	1		1		<1	5	5		10
<i>Lycopodium</i> sp.	1	1	<1	<1		<1			<1
<i>Calamagrostis effusa</i>			5		<1	<1	2		
<i>Carex pichinchensis</i>				<1	5			<1	<1
<i>Diplostephium spinulosum</i>					1	10	<1		
<i>Cora pavonia</i>					<1	<1	<1		
<i>Bartsia stricta</i>			<1					<1	
<i>Nertera granadensis</i>					<1				<1
<i>Lachemilla aphanoides</i>					<1				
<i>Scirpus inundatus</i>					1				
<i>Cotula minuta</i>					<1				
<i>Calamagrostis macrophylla</i>					1				
<i>Gynoxys tolimensis</i>				<1					
Especies características de orden y clase									
Characteristic species in order and class									
<i>Sphagnum magellanicum</i>	20	20	20	10	1		10	25	40
<i>Puya</i> sp.	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
<i>Hieracium avilae</i>			<1	<1	<1		<1	<1	<1
<i>Pentacalia vaccinioides</i>					1		<1		
<i>Pernettya prostrata</i>							2		
<i>Lachemilla pectinata</i>							<1		
Especies acompañantes de la asociación									
Accompanying species in the association									
<i>Sticta</i> sp.	<1	<1	15				2	15	15
<i>Elaphoglossum mathewsii</i>				<1	1	<1	<1	2	
<i>Jamesonia</i> sp.			2			<1	<1	1	<1
<i>Cladonia</i> sp.			<1	<1	<1	<1	<1		
<i>Gaiadendron punctatum</i>	1	<1	<1					10	
<i>Cladonia</i> subg. <i>Cladina</i>			1	<1	<1				<1
<i>Dicranum frigidum</i>	5	5			2		2	2	
<i>Diplostephium hartwegii</i>			<1	5					5
<i>Hymenophyllum</i> sp.			<1		<1		<1		
<i>Miconia</i> aff. <i>puracensis</i>	<1	10					1		
<i>Carex bonplandii</i>					7	30	<1		
<i>Ilex kunthiana</i>					<1	<1	<1		
<i>Breutelia</i> aff. <i>karsteniana</i>				<1				1	
<i>Hesperomeles goudotiana</i>				<1					
<i>Plagiochila</i> sp.								<1	30
<i>Themistoclesia dependens</i>			<1	<1					
<i>Berberis</i> sp.			<1		<1				
<i>Disterigma empetrifolium</i>				<1	1				
<i>Monnina revoluta</i>	<1						<1		

Tabla 3.12 (cont.)—Table 3.12 (cont.)

Otras Especies Censadas— Other Species Censused			
<i>Pentacalia vernicosa</i>	(AD41: 4%)	<i>Cladia</i> sp.	(AD41: <1%)
<i>Rapanea ferruginea</i>	(AD41: 1%)	<i>Diplostephium cinerascens</i> ssp. <i>puracensis</i>	(AD47: 5%)
<i>Equisetum</i> sp.	(AD41: <1%)	<i>Lasiocephalus otophorus</i>	(AD47: 1%)
<i>Rodobrium</i> sp.	(AD41: <1%)	<i>Hesperomeles</i> aff. <i>pernettyoides</i>	(AD52: <1%)
<i>Polypodium</i> sp.	(AD41: <1%)	<i>Hesperomeles lanuginosa</i>	(AD52: <1%)
<i>Grammitis moniliformis</i>	(AD41: <1%)	<i>Prionodon</i> sp.	(AD41: 15%)
<i>Luzula racemosa</i>	(AD57: <1%)	<i>Rubus glabratus</i>	(AD41: 5%)
<i>Bryum grandifolium</i>	(AD57: <1%)	<i>Relbunium hypocarpium</i>	(AD41: 5%)
<i>Paepalanthus karstenii</i>	(AD58: <1%)	<i>Vaccinium corymbodendron</i>	(AD52: 1%)
<i>Gnaphalium americanum</i>	(AD59: <1%)	<i>Aciachne pulvinata</i>	(AD52: 1%)
<i>Veronica serpyllifolia</i>	(AD59: <1%)	<i>Uncinia</i> sp.	(AD52: <1%)
<i>Miconia cuneifolia</i>	(AD59: <1%)	<i>Cladonia dydyma</i>	(AD52: <1%)
<i>Neurolepis aperta</i>	(AD59: <1%)	<i>Escallonia myrtilloides</i>	(AD53: 2%)
<i>Oxalis subintegra</i>	(AD59: <1%)	<i>Valeriana plantaginea</i>	(AD57: <1%)
<i>Hesperomeles heterophylla</i>	(AD47: 4%)	<i>Pentacalia</i> aff. <i>leioclada</i>	(AD57: <1%)
<i>Drymaria cordata</i>	(AD47: <1%)	<i>Cortaderia sericantha</i>	(AD57: 5%)
<i>Campylopus</i> sp.	(AD41: 10%)	<i>Pentacalia arbustifolia</i>	(AD57: <1%)

Tabla 3.13. Composición florística de la comunidad de *Swallenochloa tessellata*.Table 3.13. Floral composition of the association *Swallenochloa tessellata*.

Número de levantamiento (AD)—Collection Number	61	62	42
Localidad—Location	1	1	1
Altura (msnm)—Altitude (m above sea level)	3300	3300	3300
Inclinación (°)—Slope (°)	<5	5	<5
Orientación—Orientation	N	N	NW
Número de especies—Number of species	16	21	28
Area (m ²)	50	50	50
	Cobertura (%)—Coverage (%)		
Especies características y diferenciales de la comunidad			
Characteristic and differentiating species in the community			
<i>Swallenochloa tessellata</i>	40	80	50
<i>Geranium sibbaldioides</i>	1		
Especies características de la alianza <i>Calamagrostio-Espeletion hartwegianae</i>			
Characteristic species of the alliance <i>Calamagrostio-Espeletion hartwegianae</i>			
<i>Blechnum loxense</i>	20	10	10
<i>Scirpus inundatus</i>	5	5	<1
<i>Calamagrostis effusa</i>	<1	<1	5
<i>Niphogeton ternata</i>	<1	<1	<1
<i>Espeletia hartwegiana</i> ssp. <i>centroandina</i>		5	20
<i>Carex pichinchensis</i>		<1	20
<i>Hypericum tipo strictum</i>			<1
<i>Nertera granadensis</i>	<1		<1
<i>Lachemilla aphanoides</i>	<1	<1	
<i>Vaccinium floribundum</i>	<1	<1	
<i>Cotula minuta</i>	<1		
<i>Lycopodium</i> sp.		<1	
<i>Rhynchospora macrochaeta</i>		<1	
<i>Diplostephium spinolosum</i>		<1	
<i>Cora pavonia</i>		<1	
<i>Hypericum laricifolium</i>			<1
<i>Gynoxys tolimensis</i>			<1
<i>Bartsia stricta</i>			<1

Tabla 3.13 (cont.)—Table 3.13 (cont.)

Levantamiento—Collection	61	62	42
	Cobertura (%)—Coverage (%)		
Especies características de orden y clase Characteristic species in order and class			
<i>Sphagnum magellanicum</i>	1	10	10
<i>Geranium confertum</i>			<1
<i>Puya</i> sp.			<1
<i>Pentacalia vaccinioides</i>		<1	
Especies acompañantes de la comunidad Accompanying species in the community			
<i>Breutelia</i> sp.	5	1	
<i>Senecio vernicosus</i>			30
<i>Neurolepis aperta</i>			30
Otras Especies Censadas— Other Species Censused			
<i>Lupinus expetendus</i> (AD62: <1%)			<i>Carex bonplandii</i> (AD42: <1%)
<i>Cladonia</i> subg. <i>Cladina</i> (AD62: <1%)			<i>Monnina revoluta</i> (AD42: <1%)
<i>Breutelia</i> aff. <i>karsteniana</i> (AD42: 2%)			<i>Gentiana sedifolia</i> (AD42: <1%)
<i>Pentacalia arbustifolia</i> (AD61: <1%)			<i>Equisetum</i> sp. (AD42: <1%)
<i>Pentacalia leioclada</i> (AD61: <1%)			<i>Dicranum frigidum</i> (AD42: 60%)
<i>Ranunculus nubigenus</i> (AD61: <1%)			<i>Diplostephium</i> aff. <i>schultzei</i> (AD42: <1%)
<i>Ilex kunthiana</i> (AD62: <1%)			<i>Grammitis moniliformis</i> (AD42: <1%)
<i>Jamesoniella rubricaulis</i> (AD62: <1%)			<i>Elaphoglossum</i> sp. (AD42: <1%)
<i>Carex</i> cf. <i>tristichia</i> (AD42: <1%)			<i>Diplostephium cinerascens</i> (AD42: 10%) ssp. <i>puracensis</i>

Tabla 3.15. Composición florística de la asociación *Weinmannia brachystachyae-Miconietum cuneifoliae* asoc. nov.
 Table 3.15. Floral composition of the association *Weinmannia brachystachyae-Miconietum cuneifoliae* asoc. nov.

Número de levantamiento (AD) Collection number (AD)	39	46	45	44	37	40	43
Localidad Location	1	2	2	2	1	1	9
Altura (msnm) Altitude (m above sea level)	3320	3400	3350	3320	3340	3330	3400
Inclinación (°) Slope (°)	5	5	10	5	<5	5	40
Orientación Orientation	E	N	N	E	N	W	NW
Número de especies Number of species	22	27	26	39	29	22	29
Area (m ²)	50	100	100	100	50	50	100
Cobertura (%)—Coverage (%)							
Especies características y diferenciales de la asociación Characteristic and differentiating species in the association							
<i>Weinmannia brachystachya</i> (cx)	5	10		35	5	5	
<i>Miconia</i> aff. <i>puracensis</i> (c)	5	10	5		20		
<i>Miconia cuneifolia</i> (cx)		20	20	20	15		5
<i>Polypodium monosorum</i> (cx)		<1	<1	<1			2
<i>Ribes leptostachys</i> (cx)		<1	<1	<1			
<i>Weinmannia mariquitae</i> (cx)			30	20			2
<i>Themistoclesia dependens</i> (c)			35	30	5		
<i>Macleanea rupestris</i> (cx)	<1			<1			<1
<i>Cladonia</i> sp. (c)		1		<1			<1
<i>Plagiochila</i> sp. (c)	5					20	<1
Especies acompañantes de la asociación Accompanying species in the association							
<i>Blechnum loxense</i>	40	5	<1	15	35	20	
<i>Usnea</i> sp.	10	10	<1	<1	<1	50	
<i>Frullania</i> sp.	50	1	10		20	30	
<i>Hypotrachina</i> sp.	30	1		<1	<1	30	
<i>Elaphoglossum mathewsii</i>	5	<1	<1	5	15		
<i>Hymenophyllum</i> sp.	10	<1		<1	<1		<1
<i>Geranium confertum</i>		<1	<1	<1			<1
<i>Gynoxys tolimensis</i>	1	<1	1	5			
<i>Diplostephium cinerascens</i> ssp. <i>puracensis</i>	40	1			10	1	
<i>Gatadendron punctatum</i>	3	1	10			2	
<i>Hypericum laricifolium</i>		<1		1		5	
<i>Lachemilla aphanoides</i>			<1	<1		<1	
<i>Disterigma acuminatum</i>	30	10			40		
<i>Everniastrum</i> sp.	30				<1	50	
<i>Neurolepis aperta</i>	2	<1	<1				
<i>Cladonia</i> sp.		1		<1			<1
<i>Cotula minuta</i>			<1	<1			
<i>Rhynchospora macrochaeta</i>					1	5	
<i>Diplostephium spinolosum</i>		40		20			
<i>Sphagnum magellanicum</i>				5		60	
<i>Oreopanax ruizianum</i>	1	<1					
<i>Gaultheria anastomosans</i>	20			20			
<i>Gynoxys lehmanii</i>					1	<1	
<i>Diplostephium hartwegii</i>					1	1	

Tabla 3.15 (cont.)—Table 3.15 (cont.)

Otras Especies Censadas—

Other Species Censused

<i>Hedyosmum</i> sp.	(AD43: 2%)	<i>Jamesonia</i> sp.	(AD44, AD37, AD43: <1%)
<i>Hesperomeles goudotiana</i>	(AD43: 5%)	<i>Sticta</i> sp.	(AD46: 1%; AD40: 10%)
<i>Tibouchina</i> sp.	(AD43: 5%)	<i>Luzula racemosa</i>	(AD45, AD44: <1%)
<i>Miconia</i> sp.	(AD43: 40%)	<i>Cotula minuta</i>	(AD45: <1%)
<i>Pentacalia</i> aff. <i>pulchella</i>	(AD43: 5%)	<i>Cardamine bonariensis</i>	(AD45, AD44: 1%)
<i>Miconia salicifolia</i>	(AD43: 1%)	<i>Hesperomeles heterophylla</i>	(AD37: 1%)
<i>Gunnera</i> sp.	(AD43: 1%)	<i>Macromitrium</i> sp.	(AD37: 1%)
<i>Acaena elongata</i>	(AD43: <1%)	<i>Oxalis subintegra</i>	(AD39, AD45: <1%)
<i>Plagiothecium</i> sp.	(AD43: 10%)	<i>Luzula gigantea</i>	(AD45, AD40: <1%)
<i>Anthurium</i> sp.	(AD43: <1%)	<i>Grammitis</i> sp.	(AD37: <1%)
<i>Elaphoglossum</i> sp.	(AD43: <1%)	<i>Baccharis tricuneata</i>	(AD37: <1%)
<i>Parmotrema</i> sp.	(AD43: <1%)	<i>Oreomyrrhis andicola</i>	(AD37: <1%)
<i>Isopterygium</i> sp.	(AD44: 10%)	<i>Relbunium ciliatum</i>	(AD37: <1%)
<i>Eupatorium</i> sp.	(AD44: 5%)	<i>Eriosorus</i> sp.	(AD39: <1%)
<i>Rumex acetosella</i>	(AD44: <1%)	<i>Fuschia</i> aff. <i>canescens</i>	(AD40: <1%)
<i>Marchantia</i> sp.	(AD44: <1%)	<i>Carex bonplandii</i>	(AD40: <1%)
<i>Jamesoniella rubricaulis</i>	(AD44: <1%)	<i>Centropogon</i> sp.	(AD40: <1%)
<i>Pernettya prostrata</i>	(AD44: <1%)	<i>Dicranum frigidum</i>	(AD40: 30%)
<i>Hieracium avillae</i>	(AD44: <1%)	<i>Leptogium</i> sp.	(AD40: 10%)
<i>Pentacalia vaccinioides</i>	(AD46: <1%)	<i>Vallea stipularis</i>	(AD43: 1%)
<i>Ilex kunthiana</i>	(AD37: <1%)	<i>Cora pavonia</i>	(AD39, AD44: <1%)
<i>Peltigera</i> sp.	(AD45: 10%; AD44: 1%)	<i>Calamagrostis effusa</i>	(AD46: <1%)
<i>Polytrichum juniperum</i>	(AD44: 1%)	<i>Carex pichinchensis</i>	(AD44: 15%)
<i>Diplostephium</i> aff. <i>pittierii</i>	(AD45: 25%)	<i>Niphogeton ternata</i>	(AD40: <1%)
<i>Calamagrostis macrophylla</i>	(AD40: <1%)	<i>Hypericum</i> cf. <i>strictum</i>	(AD43: <1%)

3.3. The Forest Vegetation of the Valle de la Plata

J. Orlando Rangel Ch.
Gustavo Lozano C.

The study area of the Proyecto Arqueológico Valle de la Plata comprises a mosaic of varied life zones, landscapes, and biotic communities. It ranges from the equatorial region of the Magdalena valley, with xerophytic formations, to jungle vegetation with multiple strata, to the páramo with thickets, *frailejonales*, and grasslands (Figure 0.2). Not surprisingly, the climatic, physiographic, and topographic variety in the study area has its effects on the biotic community, especially the forest and jungle vegetation. The characterization of this vegetation is the object of this contribution. A phytosociological analysis of the páramo vegetation is presented by Duque and Rangel in the previous section of this chapter. Rangel and Franco (1985a), Rangel and Lozano (1986), and Duque (1987) have studied the plant communities of the region studied.

Methodology

The vegetation has been characterized by means of collections or inventories with notations on structure (strata), coverage (%) and relative abundance, and observations of leaf texture. Arboreal (upper and lower), subarboreal, shrubby, herbaceous, and ground strata were identified. Epiphytes and vines were not strictly associated with a stratum but were considered separately. The coverage or area covered by each specimen was estimated individually and by stratum. For the elements of the upper strata the ideal area of the canopy projection was calculated without taking into account the areas unoccupied by foliage and/or free of branches in the lower strata. Relative abundance was determined by a direct count of individuals in each sample unit.

Biotypological observations were made on the material collected in the sample areas, which ranged from 500 m² for forest vegetation to 25 m² for the desert thickets of the Tatacoa. Soil pH values refer to the surface layer and were measured with a field potentiometer. The mean soil temperature or stabilized temperature was measured with a Thies thermometer. The collected material was identified in the Herbario Nacional Colombiano, where it is deposited under the names of the two authors. The classification of the majority of the communities was based on the dominant species. For the vegetation of the oak forest (*Quercus humboldtii*) the

phytosociological guidelines of Barkman, Moravec, and Rauschert (1976) were followed. One alliance and two associations are described. In Table 3.19, a general characterization of the composition of the oak forest is presented with reference to six other collections described by Rangel and Franco (1985a) and Rangel and Lozano (1986).

Results

According to Cuatrecasas's (1958) scheme for the classification of Colombian vegetation formations, with the modifications proposed by Rangel et al. (1982) and Rangel and Franco (1985a), the plant communities of the study region are distributed as indicated below.

Andean Region

Community of *Myrica pubescens* and *Weinmannia subvelutina*

Table 3.16 (Collection OR311)

Location: Department of Cauca, Puracé National Park, 2 km beyond the Cabaña de San Juan (3050 m above sea level)

Physiognomy-Composition: In the lower arboreal stratum, with a maximum height of 12 m and coverage of 75%, the dominant species are *Myrica pubescens*, *Weinmannia subvelutina*, and *Drimys granadensis*; associated species are *Weinmannia vegasana*, *Clusia multiflora*, and *Miconia latifolia*. In the understory are found *Themistoclesia dependens*, *Disterigma acuminatum*, and *Psammisia graebneriana*. In the low strata (with coverage of 40%) the following are abundant: *Neurolepis* aff. *aperta*, *Miconia gleasoniana*, *Weinmannia subvelutina*, *Drimys granadensis*, *Psychotria hartwegiana*, *Pilea fallax*, and *Begonia urticae*. Vines are represented by *Peperomia epilobiodes*, *Hymenophyllum* sp., and *Munnozia senecionidis*. The most common epiphytes are *Lepanthes juninensis*, *Lepanthes wageri*, and *Grammitis jamesonii*.

Distribution-Ecology: The community is distributed between 3000 and 3250 m above sea level on shallow soils with a thick organic layer containing many roots and rootlets. Botero classifies the soils in the categories Distrandep and Troposaprist. Except for *Weinmannia subvelutina* and *Myrica pubescens*, trunks are very thin.

We thank our colleague Javier Fuertes for reading and commenting on this manuscript.

3.3. La Vegetación Selvática y Boscosa del Valle de la Plata

J. Orlando Rangel Ch.
Gustavo Lozano C.

La zona de estudio del Proyecto Arqueológico Valle de la Plata comprende un variado mosaico de zonas de vida, paisajes y comunidades bióticas. En ella se incluyen desde la región ecuatorial del valle del Magdalena, con formaciones xerofíticas que alternan con selvas pluriestratificadas, hasta la paramuna con matorrales, frailejonales y pajonales (Figura 0.2). Como es de esperarse, en la medida en que se presentan los cambios climáticos, fisiográficos y topográficos, también se observan sus efectos sobre la comunidad biótica, especialmente sobre la vegetación selvática y boscosa. La caracterización de esta última es el objetivo de esta sección. El análisis fitosociológico de la vegetación paramuna fue realizado por Duque y Rangel (en la sección anterior). Rangel y Franco (1985a), Rangel y Lozano (1986) y Duque (1987) han trabajado en la tipificación de las comunidades vegetales de la región de estudio.

Metodología

La caracterización de la vegetación se realizó mediante levantamientos o inventarios con anotaciones sobre estructura (estratos), cobertura (%), abundancia relativa y observaciones sobre la textura a nivel de las hojas. Se reconocieron los estratos arbóreo (superior e inferior), subarbóreo o de arbolitos, arbustivo, herbáceo y rasante. Las epífitas y trepadoras no se asociaron estrictamente con un estrato y se les considera separadamente. La cobertura o área cubierta para cada espécimen se estimó individualmente y por estrato. Para los elementos de los estratos superiores se calculó el área ideal proyectada por la copa, sin tener en cuenta los espacios libres por ausencia de follaje y/o de ramas en los estratos inferiores. La abundancia relativa se dedujo con base en el conteo directo de individuos en la unidad de muestreo.

Las observaciones biotipológicas se realizaron sobre el material colectado en los inventarios, cuyas superficies fluctuaron entre 500 m² para vegetación boscosa y 25 m² para los matorrales desérticos de la Tatacoa (Huila). Los valores de pH se refieren a la capa superficial y se midieron con un potenciómetro de campo. La temperatura media del suelo o temperatura estabilizada se midió con un termómetro Thies. El mate-

rial herborizado se determinó en el Herbario Nacional Colombiano, en donde se depositó bajo la numeración de los dos autores. La tipificación de la mayoría de las comunidades se realizó con base en las especies dominantes. Para la vegetación del robledal de *Quercus humboldtii* se siguieron los lineamientos fitosociológicos (Barkman, Moravec y Rauschert 1976). Se describen una alianza y dos asociaciones. En la Tabla 3.19 se consigna la composición sintética del robledal elaborada con base en seis levantamientos ya publicados en Rangel y Franco (1985a) y en Rangel y Lozano (1986).

Resultados

De acuerdo con el esquema de clasificación de formaciones vegetales de Colombia de Cuatrecasas (1958) y con las modificaciones propuestas por Rangel et al. (1982) y Rangel y Franco (1985a), en la región de estudio, las comunidades vegetales se distribuyen de la siguiente forma.

Región de Vida Andina

Comunidad de *Myrica pubescens* y *Weinmannia subvelutina*

Tabla 3.16 (Levantamiento OR311)

Localidad: Departamento del Cauca, Parque Nacional de Puracé, 2 km adelante de la Cabaña de San Juan (3050 msnm)

Fisionomía-Composición: En el estrato de arbolitos, con altura máxima de 12 m y cobertura de 75%, dominan *Myrica pubescens*, *Weinmannia subvelutina* y *Drimys granadensis*; como especies asociadas figuran *Weinmannia vegasana*, *Clusia multiflora* y *Miconia latifolia*; en el sotobosque se destacan *Themistoclesia dependens*, *Disterigma acuminatum* y *Psammisia graebneriana*. En los estratos bajos (cobertura de 40%) abundan *Neurolepis* aff. *aperta*, *Miconia gleasoniana*, *Weinmannia subvelutina*, *Drimys granadensis*, *Psychotria hartwegiana*, *Pilea fallax* y *Begonia urticae*. Las trepadoras están representadas por *Peperomia epilobioides*, *Hymenophyllum* sp. y *Munnozia senecionidis*; las epífitas más comunes son *Lepanthes juninensis*, *Lepanthes wageri* y *Grammitis jamesonii*.

Distribución-Ecología: La comunidad se distribuye entre 3000 y 3250 msnm. Los suelos son poco profundos y muestran la característica capa orgánica gruesa con gran

Los autores agradecen al colega Javier Fuertes por la lectura del manuscrito.

Community of *Brunellia macrophylla* and *Clethra* aff. *revoluta*

Table 3.17 (Collection OR269)

Location: Department of Cauca, township of Santa Leticia, along the road to the Laguna San Rafael (2980 m)

Physiognomy-Composition: Trees, with heights of 18 m, are covered with epiphytes, especially *Brunellia macrophylla*, *Weinmannia pubescens*, *Clethra* aff. *revoluta*, and *Ocotea calophylla*. Among the small trees, *Hedyosmum* cf. *lutey nii*, and *Saurauia brachybotrys* predominate; and in the low strata, *Miconia stipularis*, *Guzmania gloriosa*, *Greigia exserta*, and *Pillea fallax*. Vines are represented by *Munnozia jussiei* and *Bomarea floribunda* and epiphytes by *Anthurium bogotenses*, *Stelis pusilla*, and species of *Elaphoglossum*. Species of *Plagiochila* and *Bazzania* cover 70 to 80% of the tree bark.

Distribution-Ecology: Located on slopes with difficult access and much ground water. The trees are quite separated, so that on sunny days the light reaches the lower strata and fosters the vigorous development of shrubs and herbaceous plants (40–50% coverage). Soils are of various types, from andic or poorly developed andosols to black clayey humus with clayey sand or sandy loam textures. Some have no structure while others possess a medium granular structure. The mean temperature is 9°C and the pH is 3.7.

Monotrope-Quercion humboldtii Al. nov.

Table 3.18

Typical Association: *Hedyosmo-Quercetum humboldtii*

Physiognomy-Composition: The alliance brings together jungle and forest vegetation with one or two arboreal strata with coverage values above 70%. The canopy is homogeneous and is characterized by the dominance of *Quercus humboldtii*. The understory in undisturbed areas is dense but disturbance can be so intense as to leave only a very sparse understory. The dominant tree species include *Quercus humboldtii*, *Billia columbiana*, *Rapanea ferruginea*, *Rapanea guianensis*, *Clethra fagifolia*, *Clusia multiflora*, and *Inga codonantha*. In the understory, exclusive characteristic species are *Cyathea caracasana*, *Conmorpha pastensis*, and *Solanum lepidotum*, and, in the low strata, *Macleanea rupestris*, *Cavendishia tubiflora*, *Anthurium bogotense*, and *Polypodium sessilifolium*. In the ground stratum is the exclusive characteristic species *Monotropa uniflora*. Among the epiphytes *Tillandsia tetrantha* and *Tillandsia ropalocarpa* are characteristic.

Distribution-Ecology: The vegetation establishes itself in the subandean and Andean regions, between 1800 and 2600 m above sea level, on atmospherically dry slopes, in flat areas, and on well-drained hillsides. The soils vary in depth from moderate to very deep, and the layer of fallen leaves is more than 25 cm thick. The pH varies between 3.1 and 3.7, the mean temperature between 13 and 16°C. The sample areas are so surrounded by extensively cleared zones that they

amount to relict patches.

Comments: Cuatrecasas (1934) referred to the *Quercion* that included vegetation dominated by species of *Weinmannia* (*W. tomentosa* and *W. tolimensis*) and to the oak forests of *Quercus tolimensis*. Lozano and Torres (1965 and 1974), upon establishing floral, ecological, and physiognomic similarities between the *Quercetum humboldtii* of La Merced, the *Quercetum tolimensis* of Cuatrecasas, and other types of vegetation dominated by *Quercus* in the eastern cordillera, concluded that these types of vegetation fit comfortably within the grouping *Quercetum humboldtii*. The authors later supported Cuatrecasas's definition of *Quercion* and added to the original physiognomic diagnosis. The oak forests of the central cordillera, and especially those of the Valle de la Plata, differ from those of the eastern cordillera in species composition. This is not an appropriate place to discuss the phytosociological merits of the various groupings.

Hedyosmo-Quercetum humboldtii Ass. nov.

Table 3.18 (Type Collection OR266)

Location: Department of Huila, township of La Plata, Reserva de Merenberg (2400–2500 m above sea level)

References: Cleef, Rangel, and Salamanca 1983, Rangel and Franco 1985a, Rangel and Lozano 1986

Physiognomy-Composition: Communities with an upper arboreal stratum (greater than 25 m) of little coverage and a lower one of greater coverage, which together form a continuous canopy. Characteristic species are *Quercus humboldtii*, *Weinmannia glabra*, *Ocotea karsteniana*, *Miconia floribunda*, *Prunus integrifolia*, *Brunellia putumayensis*, and *Miconia pedicellata*. In the understory exclusive characteristic species are *Palicourea cuatrecasasii*, *Hedyosmum racemosum*, and *Caliptranthes* aff. *bipennis*. Other selective species are *Lophosoria quadripinnata*, *Viburnum lasiophyllum*, and *Ardisia* cf. *saponaria*. Within the exclusive species of the lower strata figure *Mollinedia* cf. *latifolia*, and *Besleria reticulata* and within the epiphytes, *Tillandsia biflora*.

Distribution-Ecology: The *Hedyosmo-Quercetum humboldtii* vegetation establishes itself in the subandean belt (2200 m) and covers part of the Andean region, where it is replaced by the community of *Brunellia macrophylla* and *Clethra* aff. *revoluta*. It is located in flat areas and well drained slopes. The soils are deep, of a loamey-clayey-sandy texture, and a moderate weakly granular structure. The pH fluctuates between 3.1 and 3.7 and the mean temperature between 13.5 and 16°C. Leaf litter 25 cm thick covers 90% of the area.

Alfaroo-Quercetum humboldtii Ass. nov.

Table 3.18 (Type Collection OR303)

References: Rangel and Lozano 1986

Location: Department of Huila, township of La Argentina (Plata Vieja), Serranía de las Minas (1800–2300 m above

cantidad de raíces y raicillas. Botero los clasifica en las categorías Distrandep y Troposaprist. A excepción de *Weinmannia subvelutina* y *Myrica pubescens*, los troncos de los demás elementos leñosos son muy delgados.

Comunidad de *Brunellia macrophylla* y *Clethra* aff. *revoluta*

Tabla 3.17 (Levantamiento OR269)

Localidad: Departamento del Cauca, municipio de Santa Leticia, carretera hacia la Laguna San Rafael (2980 msnm)

Fisionomía-Composición: Los árboles con alturas de 18 m muestran sus troncos y copas muy epifitados, especialmente *Brunellia macrophylla*, *Weinmannia pubescens*, *Clethra* aff. *revoluta* y *Ocotea calophylla*. Entre los arbolitos predominan *Hedyosmum* cf. *luteynii* y *Saurauia brachybotrys*, y en los estratos bajos, *Miconia stipularis*, *Guzmania gloriosa*, *Greigia exserta* y *Pillea fallax*. Las formas escandentes están representadas por *Munnozia jussiei* y *Bomarea floribunda*, y las epifitas por *Anthurium bogotenses*, *Stelis pusilla* y especies de *Elaphoglossum*. Sobre las cortezas de los árboles, con altos valores de superficie cubierta (70–80%), se disponen especies de *Plagiochila* y *Bazzania*.

Distribución-Ecología: Los sitios son inclinados, de difícil acceso y con buena cantidad de agua en el suelo. Al estar los árboles bastante separados, cuando despeja el ambiente, la luz llega directamente a las partes bajas y favorece un desarrollo vigoroso de hierbas y arbustos (40–50% de cobertura). Los suelos pertenecen a varios tipos, ándicos o andosoles poco evolucionados, hasta suelos negros húmico-arcillosos, textura arcillo-arenosa o franco-arcillosa y desde sin estructura hasta con estructura granular moderada. La temperatura media es de 9°C y el pH de 3.7.

Monotrope-Quercion humboldtii Al. nov.

Tabla 3.18

Asociación típica: *Hedyosmo-Quercetum humboldtii*

Fisionomía-Composición: La alianza reúne vegetación de tipo selvático y boscoso con uno o dos estratos arbóreos con valores de cobertura superiores a 70%. El dosel es homogéneo y se caracteriza por la dominancia de *Quercus humboldtii*. El sotobosque en los lugares conservados es exuberante mientras que en los sitios intervenidos es muy ralo. Entre las especies características en el arbolado figuran *Quercus humboldtii*, *Billia columbiana*, *Rapanea ferruginea*, *Rapanea guianensis*, *Clethra fagifolia*, *Clusia multiflora* e *Inga codonantha*. En el sotobosque son características exclusivas *Cyathea caracasana*, *Conomorpha pastensis*, *Solanum lepidotum*. En los estratos bajos *Macleanea rupestris*, *Cavendishia tubiflora*, *Anthurium bogotense* y *Polypodium sessilifolium*. En el estrato rasante se encuentra la especie característica exclusiva *Monotropa uniflora*; entre las epifitas son características *Tillandsia tetrantha* y *Tillandsia ropalocarpa*.

Distribución-Ecología: La vegetación se establece en las regiones subandina y andina, entre 1800–2600 msnm, en

vertientes atmosféricamente “secas”, en sitios planos y en laderas bien drenadas. Los suelos varían en profundidad desde moderados hasta muy profundos; la capa de hojarasca es muy peculiar con su espesor mayor de 25 cm. El pH varía entre 3.1 y 3.7, la temperatura media anual entre 13 y 16°C. Las áreas cercanas a los sitios visitados están sometidas a tala intensiva, de tal manera que estos parches de vegetación son prácticamente relictuales.

Comentarios: Cuatrecasas (1934) se refirió al *Quercion* que incluía vegetación dominada por especies de *Weinmannia* (*W. tomentosa* y *W. tolimensis*) y a los robledales de *Quercus tolimensis*. Lozano y Torres (1965 y 1974), al establecer similitudes florísticas, ecológicas y fisionómicas entre el *Quercetum humboldtii* de la Merced, el *Quercetum tolimensis* de Cuatrecasas y otros tipos de vegetación dominados por *Quercus* en la cordillera oriental, concluyeron que estos tipos de vegetación cabrían de buena manera en el sintaxon que proponían *Quercetum humboldtii*. Los autores posteriormente propusieron la validación del *Quercion* de Cuatrecasas y complementaron la diagnosis fisionómica original. Los robledales de la cordillera central y muy especialmente los de la región del Valle de la Plata, difieren de los de la cordillera oriental si se comparan las tablas de vegetación respectivas. No es nuestra intención discutir en esta contribución la posición fitosociológica de los sintaxa mencionados; necesariamente la acción deberá adelantarse en un futuro al aumentar el acopio de información en el urgente proceso de inventario fitosociológico del país.

Hedyosmo-Quercetum humboldtii Ass. nov.

Tabla 3.18 (Levantamiento tipo OR266)

Localidad: Departamento del Huila; municipio de La Plata, Reserva de Merenberg (2400–2500 msnm)

Referencias: Cleef, Rangel y Salamanca 1983, Rangel y Franco 1985a, Rangel y Lozano 1986

Fisionomía-Composición: Comunidades con un estrato arbóreo superior (mayor de 25 m) de cobertura baja y uno inferior de cobertura elevada que conforma un dosel continuo. Son especies características *Quercus humboldtii*, *Weinmannia glabra*, *Ocotea karsteniana*, *Miconia floribunda*, *Prunus integrifolia*, *Brunellia putumayensis* y *Miconia pedicellata*. En el sotobosque son características exclusivas *Palicourea cuatrecasasii*, *Hedyosmum racemosum*, *Caliptranthes* aff. *bipennis*. Otras especies selectivas son *Lophosoria quadripinnata*, *Viburnum lasiophyllum* y *Ardisia* cf. *saponaria*. Entre las especies exclusivas de los estratos bajos figuran *Mollinedia* cf. *latifolia* y *Besleria reticulata* y entre las epifitas *Tillandsia biflora*.

Distribución-Ecología: La vegetación *Hedyosmo-Quercetum humboldtii* se establece en la franja subandina (2200 msnm) y cubre parte de la región andina donde es reemplazada por la comunidad de *Brunellia macrophylla* y *Clethra* aff. *revoluta*. Se localiza en partes planas y en laderas bien drenadas. Los suelos son profundos, de textura franco-arcillo-arenosa y estructura granular débil y moderada. El pH

sea level)

Physiognomy-Composition: The association is characterized by the presence of an upper arboreal stratum (over 25 m), with coverage between 30 and 50% dominated by *Quercus humboldtii*, and a lower one with *Weinmannia sorbifolia*, *Cinchona officinalis*, and species of *Ladenbergia* and *Alfaroa* as exclusive characteristics. In the understory *Cybianthus cuatrecasii* is exclusive; and in the lower stratum *Palicourea* aff. *abreviata*, *Schefflera decagyna*, *Geonoma marggraffia*, *Elleanthus smithii*, *Pitcairnia conmixta*, *Peperomia aguabonitensis*, *Disterigma acuminatum*, and *Guzmania coriastachya* are exclusive. In the ground stratum exclusive species are *Mandevilla fenderii* and *Dictyostega orobachoides*; among the epiphytes, *Stelis lentiginosa*, *Peperomia hartwegiana* and *Grammitis ser-rulata*; and among the vines, *Mikania* aff. *steubelii*.

Distribution-Ecology: In the Serranía de las Minas the oak forests establish themselves up to approximately 2600 m above sea level. The areas are humid, especially those in the Andean zone. The soils are typical and andic distropets with intercalated volcanic ash.

Quercetum humboldtii Lozano & Torres ex Rangel & Lozano

Table 3.19 (Type Collection: G. Lozano and J.H. Torres 10 [1966])

Location: Cundinamarca, township of Bojacá, community of San Antonio (2500–2700 m above sea level)

References: van der Hammen and González 1963, Lozano and Torres 1965 and 1974, Cleef, Rangel, and Salamanca 1983, Rangel and Franco 1985a

Physiognomy-Composition: Vegetation usually of two arboreal strata dominated by *Quercus humboldtii* accompanied by *Palicourea anacardifolia*, *Viburnum pichinchensis*, *Oreopanax floribundum*, and *Maytenus laxiflorous* (exclusive species). In the subarboreal stratum *Miconia theaezans*, *Palicourea crocea*, *Saurauia anolaimensis*, and *Cytharexylon sulcatum* are characteristic. The shrub stratum, achieving little coverage, is dominated by *Cestrum parvifolium* and *Berberis glauca* (exclusive). Characteristic in the low strata are *Axinea macrophylla* and *Driopteris paralellograma*. Among the vines are found *Smilax floribunda* and *Mikania lehmannii*; among the epiphytes, *Tillandsia tetrantha* and *Tillandsia suescana*.

Distribution-Ecology: On the eastern cordillera between 1300 and 3200 m above sea level, vegetation much like that of the oak forest of La Merced is found. It ranges from the subandean to the Andean region. In preliminary studies the oak forest had been associated with humid slopes and high precipitation levels (Cuatrecasas 1934, van der Hammen and González 1963). More recent contributions (van der Hammen, Pérez, and Pinto, eds., 1983 and Rangel and Franco 1985a) associate it with slopes of low environmental humidity but frequent fogs and mists. The areas where oak

forests are found are flat or sloping and the soils are very poor in nutrients. The soils vary in depth and in some cases show traits of podsol formation. Leaf litter covers the surface uniformly to a considerable depth. This limits the ability of other plants species to colonize the area through seed propagation since it makes it difficult for the roots of developing seedlings to reach the soil. It appears that *Quercus* fares better under these conditions because of the voluminous nutrient reserves of its seeds.

Comments: The grouping was proposed by Lozano and Torres in 1965 and was cited in print in 1974. Even though Lozano and Torres (1974) reported on many aspects of the grouping, they did not include a list of species nor did they cite a type collection with data on the coverage of the components. In this contribution two collections are presented, a general account of species composition is given based on 10 collections, and a type collection is indicated so as to complete the reporting of the grouping originally proposed by Lozano and Torres in accordance with Article 7 of the Code of Phytosociological Nomenclature (Barkman, Moravec, and Rauschert 1976).

Community of *Euphorbia latazii* and *Miconia spicellata*

Table 3.20 (Collection OR304)

Location: Department of Huila, township of La Plata, Reserva de Merenberg (2300 m above sea level)

References: Rangel and Lozano 1986

Physiognomy-Composition: Secondary community with two arboreal strata. In the higher one, with a coverage of 13%, are found *Euphorbia latazii*, *Cordia* sp., and *Ocotea* sp. In the lower one, with a coverage of 13%, *Miconia spicellata*, *Euphorbia latazii*, and species of *Cyathea* and *Cecropia* are predominant. In the small tree stratum, which shows a coverage of 45% of the surface, are found, in addition to the characteristic-dominant species, *Hedyosmum racemosum*, *Palicourea cuatrecasii*, *Ardisia* aff. *sapida*, and *Mollinedia* cf. *latifolia*. Dominating in the low strata are *Palicourea cuatrecasii*, *Miconia cordifolia*, *Columnea* aff. *praetexta*, *Diplazium bogotense*, and species of *Cyathea*. In the ground stratum are *Sellaginella* sp., *Hoffmannia sprucei*, and *Pilea* aff. *agrimonoides*. Ground bryophytes are scarce, the most common being *Monoclea forsteii*, *Mittenothannium diminutivum*, *Porotrichium* cf. *longirostre*, and *Symphyogyna* sp. Within the phanerogamic epiphytes are species of *Tillandsia*, *Anthurium*, *Elaphoglossum*, and *Polypodium*. The cryptogamic epiphytes cover more than 50% of the surface of the tree trunks, with bryophytes dominating, especially *Plagiochila* sp., *Leiomela barthramioides*, *Phyllogonium fulgens*, *Trichocolea* sp., and *Neckeropsis* cf. *undulata*. The lichens are represented by *Leptogium phyllocarpum*, *Coccocarpia palmicola*, and *Chiodecton sanguineum*.

Distribution-Ecology: The community constitutes an advanced stage in secondary succession with an age of 50 years (G. Buch, personal communication). On its borders

fluctúa entre 3.1 y 3.7 y la temperatura media entre 13.5 y 16°C. La hojarasca con espesor de 25 cm cubre 90% del área.

Alfaroo-Quercetum humboldtii Ass. nov.

Tabla 3.18 (Levantamiento tipo OR303)

Referencias: Rangel y Lozano 1986

Localidad: Departamento del Huila, municipio de La Argentina (Plata Vieja), Serranía de las Minas (1850–2300 msnm)

Fisionomía-Composición: La asociación se caracteriza por presentar un estrato arbóreo superior (mayor de 25 m) con cobertura entre 30 y 50% dominado por *Quercus humboldtii* y uno inferior en el cual son características exclusivas *Weinmannia sorbifolia*, *Cinchona officinalis* y especies de *Ladenbergia* y *Alfaroa*. En el sotobosque es exclusiva *Cybianthus cuatrecasasii* y en los estratos bajos *Palicourea* aff. *abreviata*, *Schefflera decagyna*, *Geonoma marggraffia*, *Elleanthus smithii*, *Pitcairnia conmixta*, *Peperomia aguabonitensis*, *Disterigma acuminatum* y *Guzmania coriastachya*. En el estrato rasante son especies exclusivas *Mandevilla fendlerii* y *Dictyostegia orobachoides*; entre las epifitas *Stelis lentiginosa*, *Peperomia hartwegiana* y *Grammitis serrulata*; y entre las enredaderas *Mikania* aff. *stuebelii*.

Distribución-Ecología: En la serranía de las Minas los robledales se establecen hasta los 2600 msnm aproximadamente. Los sitios son húmedos, especialmente los ubicados en la franja andina. Los suelos son distropets típicos y ándicos con intercalaciones de cenizas volcánicas.

Quercetum humboldtii Lozano & Torres
ex Rangel & Lozano

Tabla 3.19 (Levantamiento tipo: G. Lozano y J.H. Torres 10 [1966])

Localidad: Departamento de Cundinamarca, municipio de Bojacá, vereda San Antonio (2500–2700 msnm)

Referencias: van der Hammen y González 1963, Lozano y Torres 1965 y 1974, Cleef, Rangel y Salamanca 1983, Rangel y Franco 1985a

Fisionomía-Composición: Vegetación usualmente con dos estratos arbóreos dominados por *Quercus humboldtii* acompañado por *Palicourea anacardifolia*, *Viburnum pichinchensis*, *Oreopanax floribundum* y *Maytenus laxiflorus* (especie exclusiva). En el estrato de arbolitos o subarbóreo son características *Miconia theaezans*, *Palicourea crocea*, *Saurauia anolaimensis* y *Cytharexylon sulcatum*. El estrato arbustivo de cobertura pobre es dominado por *Cestrum parvifolium* y *Berberis glauca* (exclusiva). En los estratos bajos son características *Axinea macrophylla* y *Driopteris paralellograma*. Entre las enredaderas se destacan *Smilax floribunda* y *Mikania lehmannii* y entre las epifitas *Tillandsia tetrantha* y *Tillandsia suescana*.

Distribución-Ecología: En la cordillera oriental colombiana entre 1300 y 3200 msnm se encuentra vegetación como la del robledal de La Merced, desde la región subandina hasta

la andina. En estudios preliminares se había asociado el robledal con vertientes húmedas y valores de precipitación elevados (Cuatrecasas 1934, van der Hammen y González 1963). Contribuciones recientes (van der Hammen, Pérez y Pinto, eds., 1983 y Rangel y Franco 1985a) han revaluado la consideración inicial y actualmente se asocia su presencia con vertientes con menor humedad ambiental en las cuales son frecuentes las nieblas y las brumas. Los sitios son planos e inclinados y los suelos son muy pobres en nutrientes, de profundidad variable y en algunos casos con rasgos de "podsolización". La capa de hojarasca cubre uniformemente la superficie, es de espesor considerable y tiene efecto limitante sobre la propagación por semillas de otras especies al dificultar el acceso al suelo del sistema radicular. Aparentemente *Quercus* contrasta el efecto mediante la voluminosa reserva alimenticia de sus semillas.

Comentarios: El sintaxon fue propuesto por Lozano y Torres en 1965 y se citó en una publicación válida en 1974, luego le cobijan las recomendaciones del Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica (Barkman, Moravec y Rauschert 1976). No obstante que Lozano y Torres (1974) reportaron detalles sobre ecología, corología, aspectos simorfales, biotipología, no incluyeron lista de especies ni citaron un levantamiento tipo con datos sobre cobertura de los componentes. En esta contribución se reseñan dos levantamientos, se da la composición sintética con base en 10 levantamientos y se señala un levantamiento tipo, con lo cual se valida el sintaxon, originalmente propuesto por Lozano y Torres, de acuerdo con el artículo 7 del Código de Nomenclatura Fitosociológica (Barkman, Moravec y Rauschert 1976).

Comunidad de *Euphorbia latazii* y *Miconia spicellata*

Tabla 3.20 (Levantamiento OR304)

Localidad: Departamento del Huila, municipio de La Plata, Reserva de Merenberg (2300 msnm)

Referencias: Rangel y Lozano 1986

Fisionomía-Composición: Comunidad secundaria con dos estratos arbóreos. En el superior, con cobertura de 13%, se destacan *Euphorbia latazii*, *Cordia* sp. y *Ocotea* sp. En el inferior, con cobertura de 75%, predominan *Miconia spicellata*, *Euphorbia latazii* y especies de *Cyathea* y *Cecropia*. En el estrato de arbolitos, con cubrimiento de 45% de la superficie muestreada, además de las especies características-dominantes, se destacan *Hedyosmum racemosum*, *Palicourea cuatrecasasii*, *Ardisia* aff. *sapida* y *Mollinedia* cf. *latifolia*. En los estratos bajos dominan *Palicourea cuatrecasasii*, *Miconia cordifolia*, *Columnnea* aff. *praetexta*, *Diplazium bogotense* y especies de *Cyathea*. En el estrato rasante se censaron a *Sellaginella* sp., *Hoffmannia sprucei* y *Pilea* aff. *agrimonioides*. Los briófitos sobre suelo son escasos; entre los más comunes figuran *Monoclea forsteii*, *Mittenothannium diminutivum*, *Porotrichum* cf. *longirostre* y *Symphogyna* sp. Entre las fanerógamas epífitas se censaron especies de *Tillandsia*, *Anthurium*, *Elaphoglossum* y

and in cleared areas, the pioneer species *Cecropia* sp. and *Trema micrantha* dominate. In contrast, these species, especially *Cecropia*, are very limited inside the forest. Individuals of *Quercus humboldtii* were not found, not even seedlings.

Bog at La Candelaria

Location: Department of Cauca, township of Santa Leticia, community of Arrabal, *finca* La Candelaria (2380 m above sea level)

References: Rangel and Lozano 1986c

Comments: On the *finca* La Candelaria, to the northwest of the Reserva de Merenberg, are found extensive patches of open vegetation, such as *frailejonales* with *Espeletia hartwegiana* subsp. *centroandina*, bogs with *Sphagnum magellanicum* and *Blechnum columbiense*, and thickets of Compositae and Rosaceae. These patches of azonal vegetation are surrounded by jungle vegetation of *Hedyosmum Quercetum humboldtii*. The vegetation of these patches is quite similar to that of the páramo. Depending on subsurface water, other vegetation, and soil formation processes, the following stages of succession can be distinguished:

1. The initial stage in waterlogged areas shows a dominance of *Guzmania gracilior*, *Blechnum columbiense*, and *Oreobolus venezuelensis*. The vegetation covers 55% of the sampled area. The following associated species are found: *Cladonia confusa*, *Carex* cf. *bonplandii*, *Paepalanthus columbiensis*, *Pernettya prostrata*, *Disterigma acuminatum*, *Myrteola oxycoccoides*, and *Sphagnum magellanicum*.
2. The intermediate stage has *Blechnum columbiense* as the dominant species. The first individuals of *Espeletia hartwegiana* and *Diplostephium floribundum* appear. The coverage of *Cladonia confusa*, *Sphagnum magellanicum*, and *Campylopus* sp. increases; and that of *Guzmania gracilior* and *Oreobolus venezuelensis* decreases. *Disterigma cuspidatum*, *Epidendrum fimbriatum*, *Grammitis monoliformis*, and *Eccremis coarctata* are accompanying species.
3. Final stage
 - a. *Frailejonales* with *Espeletia hartwegiana* subsp. *centroandina* and *Hypericum lanciooides* develop on compacted areas and cover 85% of the surface. It is possible to define two upper strata, dominated by *Espeletia hartwegiana* subsp. *centroandina* and *Hypericum lanciooides*, respectively, accompanied by *Blechnum columbiense*, *Disterigma cuspidatum*, and *Epidendrum fimbriatum*. In the ground stratum the dominant species is *Sphagnum magellanicum* accompanied by *Dicranum frigidum*, *Cladonia confusa*, *Odontoschisma* cf. *longifolium*, and *Riccardia* sp.
 - b. Tall thickets of *Diplostephium floribundum*, *Weinmannia* sp., and *Miconia floribunda* occupy the intermediate zone between the open *frailejonal* and the closed jungle vegetation. In addition to the dominant

elements in the arboreal stratum, trees include *Hesperomeles glabrata*, *Geonoma pulcherrima*, *Miconia ferruginea*, *Ilex pernervata*, *Weinmannia* sp., and *Vaccinium meridionale*. The common elements in the low strata are *Epidendrum xylostachium*, *Blechnum columbiense*, *Monnina rupestris*, and *Puya* sp. The relationships of these thickets have been discussed by Rangel and Lozano (1986c).

Equatorial Region

Community of *Guarea guidonia* and *Perebea* sp.

Table 3.21 (Collection OR318)

Location: Department of Huila, township of La Plata, *finca* La Limana (1020 m above sea level)

Physiognomy-Composition: In the upper arboreal stratum is found *Guarea guidonia* and in the lower are *Perebea* sp., *Myriocarpa stipitata*, *Randia spinosa*, and *Trichilia martiniana*. Characteristic of the small tree stratum are *Phoebe cinnamomifolia*, *Myrcia* aff. *paivae*, *Randia aculeata*, and *Lacistema aggregatum*. The low strata, which show vigorous development, cover 75% of the surface. Their important elements are *Psychotria nervosa*, *Ardisia guyanensis*, and *Myrica* aff. *paivae*. In the ground stratum are *Panicum polygonatum*, *Pilea involucreta*, and *Sida acuta*. Vines include *Smilax spinosa*, *Philodendrum tripartitum*, and *Elephantopus mollis*. The most frequent epiphytes are *Tillandsia juncea*, *Rhynchospora baccifera*, and *Odontoglossum megalophium*. Lichens are abundant on tree trunks. Species of *Chiodecton*, *Pannaria*, and *Phyllospora* prefer thick trunks; on the thin trunks and on branches *Sticta waigalii*, *Heteroderma casaretiana*, *Parrotrema reticulatum*, and *Dillinaria* sp. are more common. Microphyllous leaves are predominant and defensive structures such as thorns are common.

Distribution-Ecology: The original area of distribution must have extended from 950 or 1000 m to 1200 or 1300 m above sea level, but extensive agricultural use of the zone has drastically reduced this extent. The sample area is flat, and its soils belong to the Haplustalf class, with a good amount of water and nutrients, but with an impermeable subsurface clay layer that is very difficult for roots to penetrate (Botero 1985).

Community of *Spondias mombin* and *Hirtella americana*

Location: Department of Huila, township of Tesalia, road from Puerto Seco to Tesalia (1000 m above sea level)

Reference: Rangel and Franco 1985a

Physiognomy-Composition: Predominant in the arboreal stratum are *Spondias mombin* and *Hirtella americana*; in the understory *Mouriri myrtilloides*, *Didymopanax* aff. *morototoni*, *Eugenia costaricensis*, and *Protium* sp. grow vigorously. In the herbaceous stratum were found *Scleria bracteata*, *Anthurium nimphaefolium*, and species of *Polypodium*, *Asplenium*, and *Panicum*. The leaves are

Polypodium. Las criptógamas epífitas cubren más del 50% de la superficie de los troncos; se presenta un dominio de los briófitos, especialmente de *Plagiochila* sp., *Leiomela barthramioides*, *Phyllogonium fulgens*, *Trichocolea* sp. y *Neckeropsis* cf. *undulata*. Los líquenes están representados por *Leptogium phyllocarpum*, *Coccocarpia palmicola* y *Chiodecton sanguineum*.

Distribución-Ecología: La comunidad constituye una etapa avanzada en el proceso de sucesión secundaria con una edad de 50 años (G. Buch, comunicación personal). En los bordes y partes clareadas abundan *Cecropia* sp. y *Trema micrantha*, elementos pioneros sobre terrenos alterados. En oposición, en el interior del bosque tienen un crecimiento limitado, especialmente *Cecropia*. No se encontraron individuos de *Quercus humboldtii*, ni siquiera plántulas.

Turbera de La Candelaria

Localidad: Departamento del Cauca, municipio de Santa Leticia, vereda Arrabal, finca La Candelaria (2380 msnm)

Referencias: Rangel y Lozano 1986

Comentarios: En la finca La Candelaria, contigua a la Reserva de Merenberg y en dirección noroccidental, se encuentran extensos parches con vegetación de tipo abierto, como frailejonales con *Espeletia hartwegiana* subsp. *centroandina*, turberas con *Sphagnum magellanicum* y *Blechnum columbiense* y matorrales con Compositae y Rosaceae. Estos parches de vegetación azonal están rodeados por vegetación selvática del *Hedyosmo-Quercetum humboldtii*. De acuerdo con la variación en el contenido de agua en el sustrato, con el poblamiento de la vegetación y con el avance del proceso de terrización (colmatación), es factible diferenciar las siguientes fases sucesionales en estos enclaves turbosos, cuya vegetación, florística y fisionómicamente es muy similar a la paramuna.

1. Fase inicial sobre sitios encharcados, en proceso de compactación, con dominio de *Guzmania gracilior*, *Blechnum columbiense* y *Oreobolus venezuelensis*. La vegetación cubre 55% del área muestreada. Entre las especies asociadas figuran *Cladonia confusa*, *Carex* cf. *bonplandii*, *Paepalanthus columbiensis*, *Pernettya prostrata*, *Disterigma acuminatum*, *Myrteola oxycocoides* y *Sphagnum magellanicum*.
2. Fase intermedia con *Blechnum columbiense* como especie dominante. Aparecen los primeros individuos de *Espeletia hartwegiana* y *Diplostephium floribundum*. En comparación con la fase inicial, aumenta la cobertura de elementos como *Cladonia confusa*, *Sphagnum magellanicum*, *Campylopus* sp., y disminuye la de *Guzmania gracilior* y *Oreobolus venezuelensis*. Entre las especies acompañantes se censaron a *Disterigma cuspidatum*, *Epidendrum fimbriatum*, *Grammitis monoliformis* y *Eccremis coarctata*.
3. Fase final
 - a. Frailejonales con *Espeletia hartwegiana* subsp. *centroandina* e *Hypericum lanciooides* sobre sitios casi

completamente terrizados, compactos, en los cuales cubre 85% de la superficie inventariada. Se diferencian dos estratos superiores dominados por *Espeletia hartwegiana* subsp. *centroandina* e *Hypericum lanciooides*, acompañados por *Blechnum columbiense*, *Disterigma cuspidatum* y *Epidendrum fimbriatum*. En el estrato inferior o rasante domina *Sphagnum magellanicum*, acompañado por *Dicranum frigidum*, *Cladonia confusa*, *Odontoschisma* cf. *longifolium* y *Riccardia* sp.

- b. Matorrales altos de *Diplostephium floribundum*, *Weinmannia* sp. y *Miconia floribunda*. Ocupan una franja intermedia entre la vegetación abierta de frailejonales y la selvática. Entre los elementos arborecentes, además de las especies dominantes, se encuentran *Hesperomeles glabrata*, *Geonoma pulcherrima*, *Miconia ferruginea*, *Ilex pernervata*, *Weinmannia* sp. y *Vaccinium meridionale*. En los estratos bajos, son comunes *Epidendrum xylostachium*, *Blechnum columbiense*, *Monnina rupestris* y *Puya* sp. Las relaciones florísticas y corológicas fueron discutidas por Rangel y Lozano (1986).

Región de Vida Ecuatorial

Comunidad de *Guarea guidonia* y *Perebea* sp.

Tabla 3.21 (Levantamiento OR318)

Localidad: Departamento del Huila, municipio de La Plata, finca La Limana (1020 msnm)

Fisionomía-Composición: En el estrato arbóreo superior se destaca *Guarea guidonia* y en el inferior *Perebea* sp., *Myriocarpa stipitata*, *Randia spinosa* y *Trichilia martiana*. En el estrato de arbolitos son especies características *Phoebe cinnamomifolia*, *Myrcia* aff. *paivae*, *Randia aculeata* y *Lacistema aggregatum*. Los estratos bajos, que muestran un desarrollo vigoroso, cubren el 75% del área. Entre sus especies importantes figuran *Psychotria nervosa*, *Ardisia guyanensis* y *Myrcia* aff. *paivae*. En el estrato rasante se encuentran *Panicum polygonatum*, *Pilea involucreta* y *Sida acuta*. Entre las trepadoras figuran *Smilax spinosa*, *Philodendrum tripartitum* y *Elephantopus mollis*. Las epífitas más frecuentes son *Tillandsia juncea*, *Rhypsalis baccifera* y *Odontoglossum megalophium*. Los líquenes sobre los troncos de los árboles son muy abundantes. Especies de *Chiodecton*, *Pannaria* y *Phyllospora*, prefieren troncos gruesos; sobre troncos delgados y sobre ramas, predominan *Stictia waigelii*, *Heteroderma casaretiana*, *Parmotrema reticulatum* y *Dillinaria* sp. En el arbolado predomina la hoja microfila y son comunes estructuras defensivas como espinas.

Distribución-Ecología: El área de distribución original debía extenderse desde 950 o 1000 msnm hasta 1200 o 1300 msnm. La utilización agrícola de la zona trajo como consecuencia la desaparición de este tipo de vegetación. El sitio muestreado es plano, los suelos pertenecen a la clase

predominantly nanophyllous and microphyllous, without protection.

Distribution-Ecology: The community establishes itself in flat locations where it constitutes relict vegetation along water courses where livestock seek temporary shelter. The soils are inceptisols with sandy texture and very fine granular structure.

Community of *Bursera tomentosa* and *Guazuma ulmifolia*

Location: Department of Huila, between the townships of Paicol and Tesalia (800 m above sea level)

Reference: Rangel and Franco 1985a

Physiognomy-Composition: Dominating in the arboreal stratum are *Bursera tomentosa*, *Guazuma ulmifolia*, *Toxicodendron striata*, *Guettarda eliadis*, and *Euphoria carecasana*; and, in the understory, *Eugenia acapulcensis*, *Miconia* aff. *prasina*, *Xylosma velutinum*, *Eugenia* aff. *costaricensis*, and *Triplaris* sp. *Banara arguta*, *Erythroxylum novogranatensis*, *Anthurium nimphaefolium*, and *Peperomia pereskiaefolia* are frequent in the low strata. Vines are represented by *Paullinia* aff. *densiflora*, and epiphytes by *Oncidium luridum* and *Tillandsia flexuosa*. Microphyllous leaves are predominant. They are of subcoriaceous consistency, hairless, and caducous. Defensive structures such as thorns and spines are frequent.

Distribution-Ecology: This type of vegetation, especially with a good representation of *Guazuma ulmifolia*, is very common in the equatorial region of all three cordilleras. The relief is flat and the soil is apparently waterlogged in the rainy season. The soils belong to the inceptisols-Andept group, with very loose loamey sand texture and without structure. The mean temperature is 26°C and the pH varies between 5.0 and 5.2.

Community of *Senegalia* sp. and *Pithecolobium dulce*

Location: Department of Huila, township of Tesalia and Puerto Seco, along the banks of the Río Magdalena (780 m above sea level)

Reference: Rangel and Franco 1985a

Physiognomy-Composition: An open forest community, with a small tree stratum in which the dominating elements are *Senegalia* sp., *Pithecolobium dulce*, *Ochroma longipes*, and *Guazuma ulmifolia*. Figuring in the low strata are *Piper medium*, *Gynerium sagittatum*, *Croton argyrophyllus*, and *Acalypha villosa*. Mesophyllous leaves are predominant.

Distribution-Ecology: The characteristics of the river alluvium permit the establishment of this community mosaic with recent colonizing elements such as *Gynerium sagittatum* and *Ochroma longipes* intermixed with representatives of dry forests such as *Guazuma ulmiflora* and *Croton argyrophyllus*. *Tesaria integrifolia* and *Mountingia calaboura* occur in isolated patches. The soil, which is of alluvial origin, has a thick texture and is without structure. The average temperature is 27°C and the pH varies between 6.0 and 6.2.

Community of *Pithecolobium dulce* and *Lemaireocereus* cf. *griseus*

Location: Department of Huila, Villavieja, Tatacoa desert (530 m above sea level)

Reference: Rangel and Franco 1985a

Physiognomy-Composition: Thorn forest with columnar cactus and sparse shrubs such as *Lemaireocereus* cf. *griseus*, *Pithecolobium dulce*, and *Randia aculeata*. The herbaceous plants and small shrubs that grow in groups are represented by *Croton argyrophyllus*, *Jatropha gossypifolia*, and *Solanum* sp. Counted in the ground stratum were *Evolvulus sericeus* and *Melocactus* sp. Nanophyllous leaves are predominant.

Distribution-Ecology: The vegetation is distributed in patches, along slight undulations in the land where the arid conditions are extreme.

Final Considerations

The plant communities dealt with here would be included in the Cuatrecasas (1958) system in the Andean, subandean, tropical, and xerophytic formations. According to the formulation of Holdridge (Espinal and Montenegro 1963), they would correspond to the pluvial subalpine páramo, the pluvial mountain forest, the pluvial low mountain forest, the very humid subtropical forest, the dry tropical forest, and the tropical thorn forest life zones. Several characteristics of the plant communities of the region stand out, as discussed below.

The finding of phytocenosis of *Myrica pubescens* and *Weinmannia subvelutina*, with a marked predominance of the first species, fills a void in the ecological study of these two species. *Myrica pubescens* has traditionally been classified as a pioneer species, a colonizer, an indicator of phases of alteration of the Andean climax vegetation. There was no satisfactory explanation of its frequent appearance as an important element in pollen diagrams, since no natural forest with a dominance of *Myrica pubescens* was known. The ecological conditions of the sites where the community is established are natural. In the local pollen sediment or rain the dominance of *Myrica pubescens* shows clearly with a relative abundance >50% (Espejo and Rangel in Chapter 4).

Figuring among the associated species is *Drimys granadensis*, a well known element of high Andean vegetation, also found in plant communities of the eastern cordillera (Franco, Rangel, and Lozano 1986, Vargas and Zuluaga 1985), the central cordillera (Cleef, Rangel, and Salamanca 1983), and the western cordillera (Rangel et al., personal communication). The presence of *Drimys granadensis* in the majority of the strata of a high Andean forest in Monserrate, Bogotá, and the large number of individuals in the smaller size classes (0–6 cm) indicate that according to Vargas (1986) the species “shows a high mortality of individuals in seedling and juvenile stages followed by a period of relatively constant and lower death rate.” According to Vargas, *Drimys granadensis* has a

Haplustals, con buen contenido de agua y de nutrientes, pero con la presencia de un horizonte subsuperficial argílico, poco permeable y penetrable por las raíces (Botero 1985).

Comunidad de *Spondias mombin* e *Hirtella americana*

Localidad: Departamento del Huila, municipio de Tesalia, carretera entre Puerto Seco y Tesalia (1000 msnm)

Referencia: Rangel y Franco 1985a

Fisionomía-Composición: En el estrato arbóreo predominan *Spondias mombin* e *Hirtella americana*; en el sotobosque de crecimiento vigoroso se encuentran *Mouriri myrtilloides*, *Didymopanax* aff. *morotoni*, *Eugenia costaricensis* y *Protium* sp. En el estrato herbáceo se censaron a *Scleria bracteata*, *Anthurium nimphaefolium* y a especies de *Polypodium*, *Asplenium* y *Panicum*. En el tamaño foliar predominan las categorías nanófila y micrófila, sin protección y de consistencia subcoriácea.

Distribución-Ecología: La comunidad se establece en sitios planos en donde constituye vegetación relictual que protege los cursos de agua y sirve además como refugio temporal al ganado. Los suelos son Inceptisoles con textura arenosa y estructura granular muy fina.

Comunidad de *Bursera tomentosa* y *Guazuma ulmifolia*

Localidad: Departamento del Huila, entre los municipios de Paicol y Tesalia (800 msnm)

Referencia: Rangel y Franco 1985a

Fisionomía-Composición: En el estrato arbóreo dominan *Bursera tomentosa*, *Guazuma ulmifolia*, *Toxicodendron striata*, *Guettarda eliadis* y *Euphorbia carecasana*, y en el sotobosque, *Eugenia acapulcensis*, *Miconia* aff. *prasina*, *Xylosma velutinum*, *Eugenia* aff. *costaricensis* y *Triplaris* sp. En los estratos bajos son frecuentes *Banara arguta*, *Erythroxylum novogranatensis*, *Anthurium nimphaefolium* y *Peperomia pereskiaefolia*; las trepadoras están representadas por *Paullinia* aff. *densiflora* y las epífitas por *Oncidium luridum* y *Tillandsia flexuosa*. Predominan las hojas micrófilas, de consistencia subcoriácea, glabras y caedizas. Son frecuentes las estructuras defensivas como agujones y espinas.

Distribución-Ecología: Vegetación de este tipo, especialmente con buena representación de *Guazuma ulmifolia* (guácimo) es muy frecuente en la región ecuatorial de nuestras cordilleras. El relieve es plano y los sitios aparentemente se encharcan en la época invernal. Los suelos pertenecen al grupo de los Inceptisoles-Andept, con textura franco-arenosa de grano suelto, sin estructura. La temperatura media es 26°C y el pH varía entre 5 y 5.2. Los bosquetes sirven como sitios de descanso para el ganado.

Comunidad de *Senegalia* sp. y *Pithecolobium dulce*

Localidad: Departamento del Huila, municipio de Tesalia y Puerto Seco, márgenes del río Magdalena (780 msnm)

Referencia: Rangel y Franco 1985a

Fisionomía-Composición: Comunidad de tipo boscosa, abierta, con un estrato de arbolitos en el cual dominan *Senegalia* sp., *Pithecolobium dulce*, *Ochroma longipes* y *Guazuma ulmifolia*. En los estratos bajos figuran *Piper medium*, *Gynerium sagittatum*, *Croton argyrophyllus* y *Acalypha villosa*. Predomina la hoja mesófila, de consistencia cartácea y protegida con tomento.

Distribución-Ecología: Las características del aluvión o vega del río permiten el establecimiento del mosaico comunitario con elementos colonizadores recientes como *Gynerium sagittatum* y *Ochroma longipes*, entremezclados con representantes de bosques secos como *Guazuma ulmifolia* y *Croton argyrophyllus*. En parches aislados se establecen *Tesaria integrifolia* y *Mountingia calaboura*. El suelo de origen aluvial es de textura gruesa, sin estructura. La temperatura media es 27°C y el pH varía entre 6 y 6.2.

Comunidad de *Pithecolobium dulce* y *Lemaireocereus* cf. *griseus*

Localidad: Departamento del Huila, Villavieja, Desierto de la Tatacoa (530 msnm)

Referencia: Rangel y Franco 1985a

Fisionomía-Composición: Matorral espinoso con cactáceas columnares y arbustos ralos como *Lemaireocereus* cf. *griseus*, *Pithecolobium dulce* y *Randia aculeata*. Las hierbas y arbustillos que crecen en grupos están representados por *Croton argyrophyllus*, *Jatropha gossypifolia* y *Solanum* sp. En el estrato rasante se censaron a *Evolvulus sericeus* y *Melocactus* sp. Predomina la hoja nanófila de consistencia subcoriácea.

Distribución-Ecología: La vegetación se distribuye en parches, en ligeras ondulaciones del terreno, en donde las condiciones de aridez son extremas.

Consideraciones Finales

Las comunidades vegetales tipificadas quedarían incluidas en el sistema de Cuatrecasas (1958) en las formaciones andina, subandina, tropical y xerofítica. De acuerdo con la formulación de Holdridge (Espinal y Montenegro 1963), corresponderían a las zonas de vida páramo pluvial subalpino, bosque pluvial montano, bosque pluvial montano bajo, bosque muy húmedo subtropical, bosque seco tropical y matorral espinoso tropical. En la caracterización de la vegetación se destacan las siguientes particularidades:

El hallazgo de la fitocenosis de *Myrica pubescens* y *Weinmannia subvelutina*, con un marcado dominio de la primera especie, llena un vacío en la interpretación de sus rasgos auto y sinecológicos. Hasta ahora a *Myrica pubescens* se le había calificado como elemento pionero, colonizador e indicador de fases de alteración en la región andina. Sin embargo, no se explicaban de manera satisfactoria sus rasgos corológicos tan amplios, ni su constante aparición en diagramas palinológicos como elemento importante, puesto que no se conocían con certeza bosques naturales con dominio de *Myrica pubescens*.

much greater capacity for vegetative regeneration than other species such as *Weinmannia tomentosa*. Franco, Rangel, and Lozano (1986) have described the association *Drimys granadensis*-*Weinmannietum fagaroidis* which establishes itself in rugged terrain in the region of Chingaza, Cundinamarca. This vegetation occurs in patches with marked dominance of *Drimys granadensis* in both high and low strata of the forest. Similarly in Puracé, it was observed in all strata except on the ground.

The community of *Brunellia macrophylla* and *Clethra* aff. *revoluta* is similar to the *Brunellia goudotii* (= *B. occidentalis*) jungles of Parque de los Nevados, which have a codominance of *Weinmannia* cf. *hirtella* and *Weinmannia rollotii* (Cleef, Rangel, and Salamanca 1983). Apparently the altitudinal sequence in the Andean region of Puracé is similar to that of the western slope of the Parque los Nevados, where jungles dominated by species of *Brunellia* replace the forests of *Drimys granadensis*. There are no detailed studies of the pioneer character that species of *Brunellia* exhibit in succession in Andean environments. Even so, initial observations in the central cordillera (Cleef, Rangel and Salamanca 1983) have been augmented by those at Puracé, where *Brunellia* pioneers are frequently seen along road embankments and in recently cleared areas. Further information comes from Nariño, southern Colombia (Rangel, personal communication), where, for example, on the island of La Corota in Lago Guamez, *Brunellia colombiana* is an important element in areas of undisturbed vegetation, and dominates and forms pure stands in areas of recuperating vegetation, with individual plants reaching heights of 25 m. These observations seem to confirm the role of *Brunellia* as a pioneer.

In the lower reaches of the Andean region and the upper part of the subandean region of the Valle de la Plata the alliance *Monotropo-Quercion humboldtii* establishes itself with two quite different floral associations. The association *Hedyosmo-Quercetum humboldtii* prefers the region of Merenberg and Santa Leticia where the oak forests provide a homogeneous canopy over 25 m high, a meager understory, and no terrestrial bryophytes. In the Serranía de las Minas the elements that form the canopy are not as tall as those of Merenberg, but the understory and the lower strata attain vigorous growth. Terrestrial bryophytes are quite common, and in some places extensive carpets of *Sphagnum* sp. are found. The structure of the vegetation, the character of growth of various species, the dense understory, and the presence of terrestrial bryophytes are all indications of higher humidity levels in the Serranía de las Minas.

It seems that Merenberg is in a rainfall shadow. Possibly the Serranía de las Minas acts as a physical barrier to the circulation of wind and clouds toward Santa Leticia and its surroundings, inducing condensation and later precipitation on its own slopes. In any event, the particular ecoclimatic conditions in which these oak groves thrive are interesting. At Merenberg, relative humidity and temperature behave in a fashion similar to that of the equatorial zone (Rangel and

Franco 1985a). The oak forests receive extra moisture from the fogs and mists whose water vapor condenses when temperature drops and is then captured by the phanerogamic and cryptogamic epiphytes that make optimum use of the hydrologic cycle of the forest interior. The presence of fog is not continual, but cyclical. As solar radiation increases, the environment clears and evapotranspiration increases. As a result, organisms are subjected to strong oscillations, especially in Merenberg where the atmospheric and topographic conditions do not lead to the steady precipitation that occurs in the Serranía de las Minas. This discovery of oak forests in areas of high environmental humidity is novel, especially considering the importance of the associated species of *Weinmannia*, *Alfaroa*, *Clusia*, and *Geonoma*.

Until now *Alfaroa* had not been reported in the oak forests investigated in Colombia. Its phytogeographical relations merit further detailed study.

We have presented here a valid description of the *Quercetum humboldtii* Lozano & Torres ex Rangel & Lozano, an association sampled at the western edge of the Sabana de Bogotá. The floral composition of the grouping and the type collection will add to the documentation of the subandean and Andean vegetation of Colombia.

For now it seems clear that the association of the eastern cordillera and those of the central cordillera each have exclusive characteristic species that distinguish them, even though they share such species as *Quercus humboldtii*, *Rapanea ferruginea*, *Hyeronima colombiana* (*H. macrocarpa*), *Gaia-dendron punctatum*, *Anthurium bogotense*, *Tillandsia biflora*, and *Tillandsia* cf. *tetrantha*. In the same zone a secondary forest and a bog with open vegetation were also sampled.

Some characteristics of successional processes persist in the structure of the secondary forests of *Euphorbia latazii*, *Cordia* sp., and *Miconia spicellata*. The complete absence of *Quercus humboldtii* in the recuperation stages is difficult to explain at present. More autoecological research is needed to understand the ecological breadth and the phenotypic plasticity of this species.

In the open bog vegetation are found exceptional plant formations with remains of *Sphagnum magellanicum* up to 1 m thick. These are extremely similar to páramo vegetation in physiognomy and species composition despite their location.

If the species composition of the isolated bog is compared with that of the frailejón grasslands of *Calamagrostis effusa* and *Espeletia hartwegiana* subsp. *centroandina* from around Laguna San Rafael (Rangel and Lozano 1986), a similarity of 8% is obtained. In some cases the value can reach 15%. In relation to the páramo vegetation of the central cordillera (Sturm and Rangel 1985), more than 60% of the species are "typically páramo." The species that give the isolated bog its own special character are *Paepalanthus columbiensis*, *Blechnum columbiense*, *Myrteola oxycoccoides*, and especially *Guzmania gracilior* and *Epidendrum fimbriatum* which had not been registered as constituents of this kind of community before.

Las condiciones ecológicas de los sitios sobre los cuales se establece la comunidad son naturales. En la sedimentación de polen o lluvia de polen local, se manifiesta igualmente el dominio de *Myrica pubescens*, abundancia relativa >50% (Espejo y Rangel, en este volumen).

Entre las especies asociadas figura *Drimys granadensis*, elemento propio de la vegetación altoandina, también referenciado en comunidades de las cordilleras oriental (Franco, Rangel y Lozano 1986, Vargas y Zuluaga 1985), central (Cleef, Rangel y Salamanca 1983) y occidental (Rangel et al., comunicación personal). La presencia de *Drimys granadensis* en la mayoría de los estratos de un bosque altoandino en Monserrate, Bogotá, y el número elevado de individuos en las clases de tallas inferiores (0–6 cm) significan según Vargas (1986) que en la especie “se presenta un alta mortalidad de individuos en las fases de plántulas y juveniles seguidas de un período de muertes menos abundantes y relativamente constantes”. Según el autor *Drimys granadensis* tiene capacidad de regeneración vegetativa considerablemente mayor que otras especies como *Weinmannia tomentosa*. Franco, Rangel y Lozano (1986) describieron para la región de Chingaza, Cundinamarca, la asociación *Drimys granadensis*-*Weinmannium fagaroidis* que se establecía en terrenos escarpados. La distribución de la vegetación era a manera de parches con dominio marcado de la especie en mención, que se le encontró en los estratos altos y bajos del bosque. En Puracé igualmente se le registró en todo los estratos, a excepción del rasante.

La comunidad de *Brunellia macrophylla* y *Clethra* aff. *revoluta* guarda cierto grado de similaridad fisionómica y florística con las selvas de *Brunellia goudotii* (= *B. occidentalis*) del Parque los Nevados, en donde son codominantes *Weinmannia* cf. *hirtella* y *Weinmannia rolletii* (Cleef, Rangel y Salamanca 1983). Aparentemente la gradación altitudinal en la región andina de Puracé es semejante a la del Parque los Nevados, vertiente occidental, en donde las selvas con dominio de especies de *Brunellia* reemplazan a los bosquitos de *Drimys granadensis*. Acerca del carácter pionero que desempeñan en el proceso sucesional sobre ambientes andinos las especies de *Brunellia*, no se cuenta con estudios detallados. Sin embargo las observaciones iniciales de la cordillera central (Cleef, Rangel y Salamanca 1983), se han complementado con las de Puracé en donde sobre los taludes de las carreteras y en áreas abiertas recientemente es frecuente observar los renuevos, y con las del sur de Colombia, Nariño (Rangel, comunicación personal). En esta última región, por ejemplo en la isla La Corota en el lago Guamez, *Brunellia colombiana* es elemento importante en los sitios con vegetación conservada, mientras que domina y forma rodales puros en las fases de recuperación con individuos de 25 m de altura. Las observaciones parecen confirmar la calificación de especies pioneras a miembros de *Brunellia*.

En la franja baja de la región andina y en la franja alta de la subandina del Valle de la Plata se establece la vegetación de la alianza *Monotropeo-Quercion humboldtii* con dos asociaciones florística, fisionómica y ecológicamente bien diferencia-

das. La asociación *Hedyosmo-Quercetum humboldtii* prefiere los alrededores de Merenberg y Santa Leticia, en donde los robledales muestran un dosel homogéneo con elementos de más de 25 m de altura, un sotobosque pobre y la ausencia de capa de briófitos terrestres. En la Serranía de las Minas, los elementos que conforman el dosel son de menor altura que en Merenberg, pero el sotobosque y los estratos bajos alcanzan un crecimiento vigoroso. Los briófitos terrestres son bastante comunes, e inclusive en ciertas partes se disponen extensos tapetes de *Sphagnum* sp. La estructura de la vegetación, la forma de crecimiento de las especies, la densidad del sotobosque y la presencia de briófitos terrestres son indicadores de un grado mayor de humedad ambiental en la Serranía de las Minas.

Es bastante probable que en Merenberg se presente el fenómeno de abrigo, es decir la localización de un lugar a la sombra de las lluvias. Quizás la Serranía de las Minas, al actuar como una barrera topográfica que impide la circulación del viento y de las nubes hacia Santa Leticia y alrededores, induce la condensación y posterior precipitación en esta región y favorece así un meso y ecoclima húmedo en comparación con los de Santa Leticia-Merenberg. De todas maneras conviene resaltar las condiciones ecoclimáticas tan particulares de estos robledales. En Merenberg hay un comportamiento de la humedad relativa y de la temperatura similar al de la región ecuatorial (Rangel y Franco 1985a), no obstante que inicialmente se les había asociado con condiciones húmedas. En verdad la consideración inicial se ha revaluado. Los robledales logran un aporte extra de humedad efectiva con base en las nieblas y neblinas cuyo vapor de agua al condensarse por cambios en la temperatura es captado por las epífitas fanerogámicas y criptogámicas que optimizan el ciclo hidrológico del interior del bosque. La presencia de la niebla no es continua sino cíclica. Al aumentar la radiación solar, se despeja el ambiente y necesariamente aumentan los procesos de evapotranspiración que afectarán los componentes de la fitocenosis. Los organismos por tanto están sujetos a oscilaciones fuertes, especialmente en Merenberg, en donde las condiciones atmosféricas y topográficas no facilitan las precipitaciones continuas como si ocurre en la Serranía de las Minas. Indudablemente el hallazgo de robledales en sitios con humedad ambiental alta es bastante significativo, mas aún si se considera la importancia que adquieren las especies asociadas de *Weinmannia*, *Alfaroa*, *Clusia* y *Geonoma*.

Hasta ahora no se había reportado a *Alfaroa* en los robledales investigados en Colombia. El significado de sus lazos fitogeográficos deberá ser estudiada en detalle en un futuro.

Se incluye en este trabajo la descripción válida del *Quercetum humboldtii* Lozano & Torres ex Rangel & Lozano, asociación muestreada en el borde occidental de la Sabana de Bogotá. La composición florística del sintaxon y el levantamiento tipo servirán para establecer los esquemas sintaxonómicos de la vegetación andina y subandina de Colombia.

Por ahora resulta claro que la asociación de la cordillera oriental y las de la cordillera central, no obstante tener especies

A situation similar to that observed in the Andean zone of Merenberg is found in Costa Rica, in the "summit swamps" of the Talamanca cordillera. Weber (1959) called these enclaves "small páramos or paramillos located in the upper zone of the cloud forest, in clearings where soil factors impede the growth of trees." The association *Blechnum* and *Sphagnum* sp. is dominant in these locations. The physiognomic, floral, and ecological convergence of these Costa Rican and Colombian environments is striking. In the wettest parts of the summit swamps, the association *Blechnum* and *Sphagnum* dominates, together with species of *Paepalanthus*, *Carex*, *Pernettya*, and *Hypericum*. Toward the edges near the *Quercus* forests appear thickets with species of *Weinmannia*, *Hesperomeles*, *Berberis*, *Pentacalia*, and *Clethra*. The bog at La Candelaria (Merenberg) has a zonation with a generic composition very similar to that of Costa Rica.

The community of *Guarea guidonia* and *Perebea* sp. establishes itself in the alluvial piedmont plain of the equatorial zone. Lozano (1984) sampled a community of *Guarea guidonia* with *Maytenus* aff. *longipes* and *Thelipteris vivipara* in Tayrona Park at 550 m above sea level. It grew on sites where Tayrona settlements had existed. In Tesalia-Paicol, as in Tayrona Park, species of the genera *Trichilia*, *Myrica*, *Randia*, *Eugenia*, *Philodendron*, *Paullinia*, and *Ardisia* appeared. Even so, the associated species in each case sharply differentiate the communities. Recent floral inventory in Gorgona (Rangel and Lozano, personal communication), revealed a species of *Perebea* central to the characterization of the island's vegetation owing to its wide distribution from sea level to 300 m above sea level. On Gorgona humidity is extremely high. In the Valle de la Plata these communities take root at sites where there is a good supply of water, and clearly the hydrologic balance must be favorable to permit the persistence of two arboreal strata with elements over 30 m high. *Randia aculeata* is among the associated species in the Valle de la Plata and in the thicket of columnar cactus and sparse shrubs of *Pithecolobium dulce* and *Lemaireocereus* cf. *griseus* of the Tatacoa desert. According to Lozano (1984) it is an equally important species in the community of *Brosimum alicastrum* and *Eugenia oblongifolia* in Tayrona Park at 250 m above sea level.

The forest of *Spondias monbin* has physiognomic similarity and shares certain ecological characteristics with the riparian vegetation of Colosó (Sucre) reported by Cuervo, Barbosa, and de la Ossa (1986). *Anacardium excelsum* and the accompanying species such as *Brownea macrophylla* and *Hura crepitans* differentiate this grouping from that of the central cordillera.

Barrios and Briceño (1974) report *Guazuma ulmifolia* and *Spondias monbin* as significant in the community of *Bravaisia* sp. (Acanthaceae) and *Brownea grandiceps*, evergreen vegetation in periodically flooded locations of the Jusepin tropical forest zone in the eastern plains of Venezuela. Another type of community dominated by *Spondias monbin* and *Vitex capitata* with deciduous foliage included *Didymopanax*

morotoni among its constituents. A third type of vegetation, the subxerophytic deciduous forest, comprised *Guazuma ulmifolia*, *Spondias monbin*, *Mouriria myrtilloides*, *Pithecolobium unguiscati*, and various cactae. These similarities indicate convergence between the plant communities of Paicol-Tesalia and those of the eastern plains of Venezuela.

Ferreira (1983) cites an *algarrobal* among the types of vegetation of the Peruvian coast. This is an arboreal formation with species of *Bursera*, *Maytenus*, and *Guazuma ulmifolia* in a coastal savanna zone. Ferreira also reports a riparian plant community including *Tesaria integrifolia*, *Gynerium sagittatum*, and *Mouningia calaboura* for the Peruvian coast. In general these two types of vegetation show similar physiognomic and ecological traits to those found in the lower part of the equatorial region of Valle de la Plata.

Zuluaga (1987) has reported on the autoecological traits of *Spondias monbin* and *Didymopanax morotoni* for the Colombian Darién region (Los Katíos Park). The former species is an important element in the communities of *Raphia taedigera*, of *Erythrina fusca* and *Chrysobalanus icaco*, of *Prioria copaifera*, of *Cavanillesia platanifolia*, of *Anacardium excelsum* and *Castilla elastica*, and of *Chrysophyllum* sp. and *Brosimum guianensis*. According to Zuluaga, the species has wide dispersion along an altitudinal gradient between 0 and 400 m above sea level. *Didymopanax morotoni* is found in the communities of *Cavanillesia platanifolia*, of *Anacardium excelsum* and *Pseudolmedia laevigata*, and in the community of *Jessenia bataua* and *Welfia georgii*. In comparison with *Spondias monbin*, its altitudinal range is restricted, between 100 and 300 m above sea level.

Cleef et al. (1984) report species of *Pithecolobium* (*Zygia*), *Hirtella*, and *Guarea* in the alliance *Zygio-Virolion* in the equatorial region of the Sierra Nevada de Santa Marta. Rieger (1976) mentions *Pithecolobium dulce* as an accompanying species in the forests of *Bursera* with *B. tomentosa* and *B. glabra* in Guajira. Dugand (1941) cites *Pithecolobium dulce*, *Guazuma ulmifolia*, and *Randia armata* for the Caribbean coast.

Lemaireocereus griseus has been reported in the association *Castilla erecta* and *Cercidium praecox* of Cabo de la Vela and in the association *Hematoxylon brasiletto* and *Melochia tomentosa* in Cerro de la Teta, Guajira (Rieger 1976). Dugand (1941) describes the association *Lemaireocereus griseus*, *Acanthocereus columbianus*, and species of *Capparis* on the Caribbean coast.

A comparison of families present in the forests and the dry jungles of the Colombian Caribbean coast (Dugand 1941 and Cleef et al. 1984) and in the equatorial zone of the Valle de la Plata, shows considerable overlap—the families Anacardiaceae, Bombacaceae, Boraginaceae, Burseraceae, Cactaceae, Caesalpinaceae, Capparidaceae, Euphorbiaceae, Flacourtiaceae, Gramineae, Malpighiaceae, Mimosaceae, Papilionaceae, Polygonaceae, Rhamnaceae, Rubiaceae, Sapindaceae, Simarubaceae, Solanaceae, Sterculiaceae, Ulmaceae, Verbenaceae, and Zygophyllaceae. Nevertheless in

en común como *Quercus humboldtii*, *Rapanea ferruginea*, *Hyeronima colombiana* (*H. macrocarpa*), *Gaiadendron punctatum*, *Anthurium bogotense*, *Tillandsia biflora*, *Tillandsia cf. tetrantha*, poseen en cada caso especies características exclusivas que les tipifican apropiadamente. En la misma franja se muestrearon también un bosque secundario y un enclave turboso con vegetación abierta.

En los bosques secundarios de *Euphorbia latazii*, *Cordia* sp. y *Miconia spicellata* persisten rasgos del proceso sucesional en su estructura. La ausencia total de *Quercus humboldtii* en las fases de recuperación contiguas, es difícil de explicar por ahora. Se precisan trabajos autoecológicos que aporten evidencias concretas, más aún si se tienen en cuenta la amplitud ecológica y la plasticidad fenotípica de la especie.

En el enclave con vegetación abierta se encuentran formaciones turbosas excepcionales con restos de *Sphagnum magellanicum* de hasta 1 m de espesor, que guardan estrecho parecido en la fisionomía y en la composición florística con la vegetación paramuna.

Si se compara la composición florística de las diferentes etapas en el enclave turboso con la del pajonal-frailejón de *Calamagrostis effusa* y *Espeletia hartwegiana* subsp. *centroandina* de los alrededores de la Laguna San Rafael (Rangel y Lozano 1986), se obtiene 8% de similitud, en casos particulares el valor puede llegar a 15%. Con relación al "espectro de la vegetación paramuna" de la cordillera central (Sturm y Rangel 1985), más del 60% de las especies pertenecen a la categoría "típicamente paramunas". Entre los elementos que le confieren características tan singulares al enclave figuran *Paepalanthus columbiensis*, *Blechnum columbiense*, *Myrteola oxycoccoides* y especialmente *Guzmania gracilior* y *Epidendrum fimbriatum*, que no habían sido registrados anteriormente como constituyentes del tipo de vegetación señalado.

Situación semejante a la observada en la región andina de Merenberg se presenta en Costa Rica, en las "ciénagas de la cresta" en la cordillera de Talamanca. Weber (1959) denominó los enclaves como "pequeños páramos o paramillos intercalados en la zona superior del bosque nuboso, en claros en donde factores edáficos impiden el crecimiento de los árboles". Sobre estos sitios reportó como asociación dominante a la de *Blechnum loxense* y *Sphagnum* sp. La convergencia fisionómica, florística y ecológica entre los ambientes en cuestión de Costa Rica y Colombia es asombrosa. En las ciénagas de la cresta, en las partes más húmedas, predomina la asociación de *Blechnum* y *Sphagnum* junto con especies de *Paepalanthus*, *Carex*, *Pernettya* e *Hypericum*. Hacia los bordes en los límites con los robledales de *Quercus* aparecen matorrales con especies de *Weinmannia*, *Hesperomeles*, *Berberis*, *Pentacalia* y *Clethra*. En la turbera de La Candelaria (Merenberg) se presenta una zonación cuyas fases muestran una composición genérica muy similar a la de Costa Rica.

En la región ecuatorial, en la llanura aluvial de piedemonte, se establece la comunidad de *Guarea guidonia* y *Perebea* sp. Lozano (1984) muestreó, en el parque Tayrona a 550 msnm,

comunidad de *Guarea guidonia* con *Maytenus* aff. *longipes* y *Thelipteris vivipara*, que crece sobre sitios en donde existieron asentamientos Tayronas. Tanto en Tesalia-Paicol como en el Tayrona se censaron especies de los géneros *Trichilia*, *Myrica*, *Randia*, *Eugenia*, *Philodendron*, *Paullinia* y *Ardisia*. Sin embargo, las especies asociadas en cada caso diferencian tajantemente las comunidades. Recientemente en el inventario de flora y vegetación de Gorgona (Rangel y Lozano, comunicación personal), se encontró una especie de *Perebea* que tiene importancia enorme en la caracterización de la vegetación de la isla, por su distribución amplia desde el nivel del mar hasta 300 msnm. En Gorgona las condiciones de humedad son extremadamente altas. En el Valle de la Plata estas comunidades arraigan en sitios con buen suministro de agua, e incuestionablemente el balance hídrico debe ser favorable para permitir la persistencia de dos estratos arbóreos con elementos que sobrepasan 30 m de altura. Entre las especies asociadas en el Valle de la Plata figura *Randia aculeata*, importante también en el matorral de cactáceas columnares y arbustos ralos de *Pithecolobium dulce* y *Lemaireocereus* cf. *griseus* del Desierto de la Tatacoa. Según Lozano (1984) igualmente es especie importante en la comunidad de *Brosimum alicastrum* y *Eugenia oblongifolia* en el parque Tayrona a 250 msnm.

El bosque de *Spondias mombin* guarda parecido en la fisionomía y comparte ciertas características ecológicas con la "vegetación ripícola" o bosques desarrollados en las márgenes de arroyos con disponibilidad de agua aceptable de Colosó (Sucre), reportados por Cuervo, Barbosa y de la Ossa (1986). En esta localidad *Anacardium excelsum* y las especies acompañantes como *Brownea macrophylla* y *Hura crepitans* diferencian la fitocenosis de la registrada en la cordillera central.

Barrios y Briceño (1974) en la caracterización de la vegetación de la zona de vida bosque tropical de Jusepin en los Llanos Orientales de Venezuela, reseñaron como especies de significancia comunitaria a *Guazuma ulmifolia* y *Spondias monbin* en la comunidad de *Bravaisia* sp. (Acanthaceae) y *Brownea grandiceps*, vegetación siempreverde sobre sitios sometidos a inundaciones periódicas. Otro tipo de comunidad dominado por *Spondias monbin* y *Vitex capitata* con follaje deciduo contaba entre sus componentes a *Didimopanax morototoni*. Un tercer tipo de vegetación, el bosque subxerófito de follaje caedizo estaba constituido por *Guazuma ulmifolia*, *Spondias monbin*, *Mouriria myrtilloides*, *Pithecolobium unguisati* y especies de cactáceas. Las apreciaciones anteriores permiten deducir cierto grado de convergencia en las características ecoclimáticas y fisionómicas entre las comunidades vegetales de Paicol-Tesalia y las de los Llanos Orientales Venezolanos.

Ferreira (1983) cita entre los tipos de vegetación de la costa peruana al "algarrobal", formación arbórea en la costa septentrional que fitogeográfica y ecológicamente pertenece a la Sabana y entre sus componentes florísticos menciona a especies de *Bursera*, *Maytenus*, y a *Guazuma ulmifolia*. El mismo autor, al referirse al "monte ribereño", formación típica de las riberas fluviales de la costa peruana reporta entre sus consti-

the Valle de la Plata, the families with the largest number of species are Leguminosae (in the broad sense), Melas-

tomataceae, Piperaceae, Rubiaceae, and Urticaceae (Lozano and Rangel in the first section of this chapter).

tuyentes a *Tesaria integrifolia*, *Gynerium sagittatum* y *Muntingia calaboura*. En general estos dos tipos de vegetación manifiestan rasgos fisionómicos y ecológicos similares a los reseñados en la franja baja de la región ecuatorial del Valle de la Plata.

Para la región del Darién colombiano (Parque los Katíos), los rasgos autoecológicos de *Spondias mombin* y *Didymopanax morototoni* han sido detallados por Zuluaga (1987). La primera especie es elemento importante en las comunidades de *Raphia taedigera*, de *Erythrina fusca* y *Chrysobalanus icaco*, de *Prioria copaifera*, de *Cavanillesia platanifolia*, de *Anacardium excelsum* y *Castilla elastica* y de *Chrysophyllum* sp. y *Brosimum guianensis*. Según el autor, la especie es "eurialtitudinal" o de amplia dispersión en un gradiente altitudinal entre 0 y 400 msnm. A *Didymopanax morototoni* se le encontró en las comunidades de *Cavanillesia platanifolia*, de *Anacardium excelsum* y *Pseudolmedia laevigata* y en la de *Jessenia bataua* y *Welfia georgii*. En comparación con la especie anterior su rango de distribución altitudinal, entre 100 y 300 msnm es más restringido.

Cleef et al. (1984) en la alianza *Zygio-Violion* en la región ecuatorial de la Sierra Nevada de Santa Marta reportaron especies de *Pithecolobium* (*Zygia*), *Hirtella* y *Guarea*. Rieger (1976) al caracterizar los bosques de *Bursera* con *B. tomentosa* y *B. glabra* en la Guajira, mencionó como especie acompañante a *Pithecolobium dulce*. Dugand (1941) citó a *Pithecolobium dulce*, *Guazuma ulmifolia*, *Randia armata* en el arbo-

retum de una sinecia del litoral Caribe en la cual predominaban las especies caducifolias y armadas. Una variante de la sinecia relacionada con las condiciones físicas y con la profundidad del suelo es el *Guaduetum angustifoliae* en cuya simorfia arbórea figuran *Guazuma ulmifolia* y *Spondias mombin*.

A *Lemaireocereus griseus* se le ha reseñado en la asociación de *Castella erecta* y *Cercidium praecox* del Cabo de la Vela y en la de *Hematoxylon brasiletto* y *Melochia tomentosa* en el Cerro de la Teta, Guajira (Rieger 1976). Dugand (1941), describió para el litoral Caribe la asociación de *Lemaireocereus griseus*, *Acanthocereus columbianus* y especies de *Caparis*.

En cuanto al componente fitogeográfico, una comparación a grandes rasgos—en el nivel de familia—entre los bosques y selvas secas del litoral Caribe colombiano (Dugand 1941 y Cleef et al. 1984) y la vegetación de la región ecuatorial del Valle de la Plata, muestra concordancia en la presencia de especies pertenecientes a las familias Anacardiaceae, Bombacaceae, Boraginaceae, Burseraceae, Cactaceae, Caesalpiniaceae, Capparidaceae, Euphorbiaceae, Flacourtiaceae, Gramineae, Malpighiaceae, Mimosaceae, Papilionaceae, Polygonaceae, Rhamnaceae, Rubiaceae, Sapindaceae, Simarubaceae, Solanaceae, Sterculiaceae, Ulmaceae, Verbenaceae y Zygophyllaceae. Sin embargo en el Valle de la Plata las familias con mayor número de especies son Leguminosae (en sentido amplio), Melastomataceae, Piperaceae, Rubiaceae y Urticaceae (Lozano y Rangel en este volumen).

Tabla 3.16. Composición florística de la comunidad de *Myrica pubescens* y *Weinmannia subvelutina*.
 Table 3.16. Floral composition of the community of *Myrica pubescens* y *Weinmannia subvelutina*.

	Cobertura (%) Coverage (%)		Cobertura (%) Coverage (%)
Número de levantamiento—Collection number: OR311			
Localidad: 2 km de la Cabaña de San Juan—Location: 2 km from the Cabaña de San Juan			
Altura—Altitude: 3050 (msnm—m above sea level)			
Area muestreada—Area sampled: 100 m ²			
Estrato de Arbolitos		Estrato Herbáceo (cont.)	
Subarboreal Stratum		Herbaceous Stratum (cont.)	
<i>Myrica pubescens</i>	26	<i>Centropogon</i> aff. <i>ferrugineus</i>	1
<i>Weinmannia subvelutina</i>	21	<i>Pilea fallax</i>	1
<i>Weinmannia vegasana</i>	12	<i>Anthurium</i> cf. <i>bogotense</i>	1
<i>Drimys granadensis</i>	7	<i>Besleria</i> sp.	1
<i>Miconia gleasoniana</i>	3	<i>Begonia urticae</i>	1
<i>Miconia</i> cf. <i>latifolia</i>	4	<i>Conomorpha</i> aff. <i>pastensis</i>	1
<i>Vaccinium</i> aff. <i>meridionale</i>	1	Trepadores—Vines	
<i>Cyathea</i> sp.	1	<i>Hymenophyllum</i> sp.	1
<i>Clusia multiflora</i>	1	<i>Elaphoglossum</i> sp.	1
Estrato Arbustivo—Shrub Stratum		<i>Bomarea puracensis</i>	1
<i>Myrica pubescens</i>	8	<i>Disterigma acuminatum</i>	1
<i>Cyathea</i> sp.	4	<i>Peperomia epilobioides</i>	1
<i>Miconia gleasoniana</i>	5	<i>Rubus</i> aff. <i>guianensis</i>	1
<i>Themistoclesia dependens</i>	4	<i>Munnozia senecionidis</i>	1
<i>Psammisia graebneriana</i>	3	Epífitas—Epiphytes	
<i>Disterigma</i> aff. <i>acuminatum</i>	3	<i>Lepanthes juninensis</i>	1
<i>Chusquea</i> sp.	2	<i>Lepanthes wageri</i>	1
<i>Weinmannia vegasana</i>	1	<i>Grammitis jamesonii</i>	1
<i>Drimys granadensis</i>	1	<i>Elleanthus</i> sp.	1
Estrato Herbáceo—Herbaceous Stratum		<i>Odontoglossum</i> sp.	1
<i>Neurolepis aperta</i>	8	<i>Guzmania</i> sp.	1
<i>Blechnum</i> sp.	3	Estrato Rasante—Ground Stratum	
<i>Psychotria hartwegiana</i>	1	<i>Cephalozia</i> sp.	3
<i>Miconia</i> cf. <i>latifolia</i>	1	<i>Plagiochila</i>	2
<i>Geonoma</i> sp.	1	<i>Miconia gleasoniana</i>	2
<i>Drimys granadensis</i>	1	<i>Riccardia</i> sp.	1
<i>Cyathea</i> sp.	1		

Tabla 3.17. Composición florística de la comunidad de *Brunellia macrophylla* y *Clethra* aff. *revoluta*.
 Table 3.17. Floral composition of the community of *Brunellia macrophylla* and *Clethra* aff. *revoluta*.

Número de levantamiento—Collection number: OR269		Localidad—Location: Puracé	
Altura—Altitude: 2980 (msnm—m above sea level)		Area muestreada—Area sampled: 200 m ²	
	Cobertura (%) Coverage (%)		Cobertura (%) Coverage (%)
Estrato Arbóreo—Arboreal Stratum		Trepadores—Vines	
<i>Brunellia macrophylla</i>	25	<i>Telipogon bruchnuelleri</i>	3
<i>Clethra</i> aff. <i>revoluta</i>	25	<i>Munnozia jussiei</i>	1
<i>Weinmannia pubescens</i> var. <i>popayanensis</i>	15	<i>Bomarea floribunda</i>	1
<i>Miconia</i> sp.	15	<i>Bomarea andreana</i>	<1
<i>Ocotea callophylla</i>	3	<i>Munnozia senecionidis</i>	<1
Estrato Subarbro (de Arbolitos)—Subarboreal Stratum		Epífitas—Epiphytes	
<i>Hedyosmum</i> cf. <i>lutey nii</i>	3	<i>Plagiochila</i> sp.	5
<i>Brunellia macrophylla</i>	2	<i>Prionodon</i> sp.	1
<i>Clethra</i> aff. <i>revoluta</i>	2	<i>Anthurium</i> cf. <i>bogotense</i>	5
<i>Saurauia</i> aff. <i>brachybotrys</i>	15	<i>Bazzania</i> sp.	5
<i>Clusia</i> cf. <i>multiflora</i>	2	<i>Peperomia hispida</i>	1
<i>Schefflera</i> aff. <i>ferruginea</i>	2	<i>Hymenophyllum</i> sp.	<1
<i>Nectandra</i> aff. <i>globosa</i>	1	<i>Aptychella</i> sp.	<1
Estrato Arbustivo—Shrub Stratum		<i>Bartramia</i> sp.	<1
<i>Palicourea</i> sp.	1	Estrato Herbáceo—Herbaceous Stratum	
<i>Miconia stipularis</i>	10	<i>Greigia</i> aff. <i>exserta</i>	5
<i>Chusquea</i> sp.	10	<i>Pilea</i> aff. <i>fallax</i>	5
<i>Neurolepis aperta</i>	4	<i>Guzmania gloriosa</i>	30
<i>Macleanea rupestris</i>	3	<i>Peperomia acuminata</i>	3
<i>Trichipteris</i> sp.	10	<i>Centropogon ferrugineus</i>	2
Estrato Rasante—Ground Stratum		<i>Pilea cuatrecasasii</i>	2
<i>Marchantia</i> sp.	1	<i>Pilea goudotiana</i>	2
		<i>Uncinia</i> sp.	1

Tabla 3.18. Composición florística de las asociaciones *Hedyosmo-Quercetum* y *Alfaroo-Quercetum humboldtii*.
Table 3.18. Floral composition of the associations *Hedyosmo-Quercetum* and *Alfaroo-Quercetum humboldtii*.

Número de levantamientos—No. of Collections	4	3		
Altura (msnm)—Altitude (m above sea level)	2450–2620	1850–2310		
Area muestreada—Area sampled (m ²)	400	400		
	<i>Hedyosmo-Quercetum Humboldtii</i>	<i>Alfaroo-Quercetum Humboldtii</i>		
	Síntesis Synthesis	Levantamiento Tipo—Type Collection OR266	Síntesis Synthesis	Levantamiento Tipo—Type Collection
Estrato Arbóreo—Arboreal Stratum				
<i>Miconia floribunda</i>	V.8	8	-	-
<i>Weinmannia glabra</i>	V.3	1	-	-
<i>Ocotea cf. kartsteniana</i>	V.3	10	-	-
<i>Prunus integrifolia</i>	IV.4	2	-	-
<i>Alchornea coelophylla</i>	IV.3	2	-	-
<i>Cecropia</i> sp.	IV.2	2	-	-
<i>Ladenbergia</i> aff. <i>macrocarpa</i>	III.2	2	-	-
<i>Brunellia putumayensis</i>	IV.2	1	-	-
<i>Miconia pedicellata</i>	II.8	4	-	-
<i>Ocotea</i> sp.	II.2	2	-	-
<i>Weinmannia sorbifolia</i>	-	-	IV.20	25
<i>Ladenbergia</i> sp.	-	-	IV.3	6
<i>Alfaroa</i> sp.	-	-	II.10	10
<i>Cinchona officinalis</i>	-	-	II.1	1
Estrato Subarbóreo (de Arbolitos)—Subarboreal Stratum				
<i>Aiphanes</i> sp.	V.9	1	-	-
<i>Palicourea cuatrecasasii</i>	V.9	2	-	-
<i>Hedyosmum racemosum</i>	V.8	1	-	-
<i>Caliptranthus</i> aff. <i>bipennis</i>	IV.4	2	-	-
<i>Lophosoria quadripinnata</i>	III.2	2	-	-
<i>Ardisia</i> cf. <i>saponaria</i>	III.2	3	-	-
<i>Viburnum lasiophyllum</i>	III.1	1	-	-
<i>Meliosma</i> sp.	III.1	1	-	-
<i>Cybianthus cuatrecasasii</i>	-	-	IV.5	4
Estrato Arbustivo—Shrub Stratum				
<i>Mollinedia</i> cf. <i>latifolia</i>	V.2	1	-	-
<i>Palicourea</i> aff. <i>abreviata</i>	-	-	V.1	1
<i>Schefflera decagyna</i>	-	-	V.1	1
<i>Elleanthus smithii</i>	-	-	IV.2	1
<i>Geonoma</i> cf. <i>marggraffia</i>	-	-	IV.2	1
<i>Asplundia</i> sp.	-	-	III.1	1
Estrato Herbáceo—Herbaceous Stratum				
<i>Bestertia reticulata</i>	IV.2	3	-	-
<i>Pitcairnia conmixta</i>	-	-	IV.3	1
<i>Guzmania coriastachya</i>	-	-	IV.10	18
<i>Peperomia aguabonitensis</i>	-	-	IV.1	1
<i>Disterigma acuminatum</i>	-	-	IV.1	1
Estrato Rasante—Ground Stratum				
<i>Telaranea</i> sp.	IV.1	1	-	-
<i>Marchantia</i> sp.	III.1	1	-	-
<i>Mandevilla fenderii</i>	-	-	IV.1	1
<i>Dictyostega orobanchoides</i>	-	-	IV.1	1

Tabla 3.18 (cont.)—Table 3.18 (cont.)

	<i>Hedyosmo-Quercetum humboldtii</i>		<i>Alfaroo-Quercetum humboldtii</i>	
	Síntesis Synthesis	Levantamiento Tipo—Type Collection	Síntesis Synthesis	Levantamiento Tipo—Type Collection
Trepadores—Vines				
<i>Mikania</i> aff. <i>stuebelii</i>	-	-	V.1	1
Epífitas—Epiphytes				
<i>Tillandsia biflora</i>	IV.1	-	-	-
<i>Stelis lentiginosa</i>	-	-	IV.1	2
<i>Peperomia hartwegiana</i>	-	-	IV.1	-
<i>Grammitis serrulata</i>	-	-	IV.1	-
Especies Características de la alianza <i>Monotropeo-Quercion humboldtii</i> Characteristic species of the alliance <i>Monotropeo-Quercion humboldtii</i>				
<i>Quercus humboldtii</i>	IV.25	40	V.30	12
<i>Billia columbiana</i>	III.6	4	II.2	2
<i>Clethra fagifolia</i>	1.8	-	IV.6	2
<i>Rapanea guianensis</i>	III.8	6	II.5	4
<i>Clusia multiflora</i>	I.1	-	IV.25	5
<i>Rapanea ferruginea</i>	I.1	-	II.1	1
<i>Tovomita</i> sp.	I.1	-	II.1	1
<i>Cyathea caracasana</i>	III.5	-	III.2	4
<i>Conomorpha pastensis</i>	III.4	-	IV.1	1
<i>Cavendishia tubiflora</i>	I.2	-	III.1	1
<i>Macleanea rupestris</i>	III.1	-	II.1	-
<i>Inga codonantha</i>	II.3	3	I.1	-
<i>Solanum lepidotum</i>	I.1	-	I.1	-
<i>Anthurium bogotense</i>	III.2	1	IV.1	1
<i>Polypodium sessilifolium</i>	III.1	1	II.1	-
<i>Monotropa uniflora</i>	III.1	1	IV.1	1
<i>Tillandsia ropalocarpa</i>	IV.1	1	II.5	-
<i>Tillandsia</i> cf. <i>tetrantha</i>	I.1	-	IV.1	1

Tabla 3.19. Composición florística de la asociación *Quercetum humboldtii* Lozano & Torres ex Rangel & Lozano.
 Table 3.19. Floral composition of the association *Quercetum humboldtii* Lozano & Torres ex Rangel & Lozano.

Número de levantamientos—Number of collections: 10

Area muestreada—Area sampled: 100 m²

	Síntesis Synthesis	Levantamiento—Collection		
		Tipo—Type	1	5
Estrato Arbóreo—Arboreal Stratum				
<i>Quercus humboldtii</i>	V.4	3	2	2
<i>Palicourea anacardifolia</i>	V.5	2	3	2
<i>Rapanea ferruginea</i>	V.4	2	3	4
<i>Viburnum pichinchensis</i>	V.3	2	1	+
<i>Oreopanax floribundum</i>	V.4	5	2	1
<i>Maytenus laxiflorus</i>	IV.2	5	1	+
<i>Nectandra</i> sp.	III.2	-	+	-
<i>Hieronima colombiana</i>	II.1	-	1	-
Estrato Subarbóreo (de Arbolitos) Subarboreal Stratum				
<i>Miconia theaezans</i>	V.3	4	+	+
<i>Palicourea crocea</i>	IV.5	2	1	1
<i>Saurauia anolaimensis</i>	IV.2	1	1	+
<i>Cytharexylum sulcatum</i>	IV.1	1	1	-
<i>Lippia hirsuta</i>	IV.1	3	+	-
<i>Cyathea mettenii</i>	III.1	3	+	-
<i>Prunus</i> sp.	III.1	-	+	-
<i>Vallea stipularis</i>	III.1	3	-	1
<i>Hedyosmum colombianum</i>	II.1	1	-	-
<i>Gaiadendron punctatum</i>	I.1	-	-	1
<i>Xylosma spiculiferum</i>	I.1	-	-	-
Estrato Arbustivo—Shrub Stratum				
<i>Cestrum parvifolium</i>	V.5	4	2	3
<i>Berberis glauca</i>	V.2	2	-	+
<i>Piper</i> sp1.	IV.5	5	-	+
<i>Pteris muricata</i>	IV.4	3	2	3
<i>Hesperomeles goudotiana</i>	III.1	2	-	2
<i>Picramnia</i> sp.	III.2	-	+	-
<i>Piper</i> sp2.	IV.5	5	2	-
<i>Chusquea</i> sp.	III.4	5	3	-
Estrato Herbáceo—Herbaceous Stratum				
<i>Driopteris parallelograma</i>	V.5	-	1	2
<i>Liabum sagittatum</i>	V.5	4	2	-
<i>Axinea nacrophylla</i>	V.5	2	2	-
<i>Liabum volubile</i>	V.2	1	+	-
<i>Relbunium hypocarpium</i>	IV.5	1	-	+
<i>Rhamnus goudotiana</i>	IV.4	-	1	-
<i>Columnea aurantiaca</i>	III.5	5	2	-
<i>Rhynchospora aristata</i>	III.2	-	-	-
<i>Rubus macrocarpus</i>	III.3	5	+	-
<i>Hieracium avilae</i>	III.1	-	+	+
<i>Lycopodium clavatum</i>	III.1	3	-	+
<i>Rubus megalococcus</i>	III.1	3	-	-
<i>Oxalis pubescens</i>	III.5	3	-	-
<i>Asplenium harpeodes</i>	III.1	4	+	-
<i>Eupatorium (Lourtegia) gracile</i>	II.1	2	+	3

Tabla 3.19 (cont.)—Table 3.19 (cont.)

	Síntesis Synthesis	Levantamiento—Collection		
		Tipo—Type	1	5
Trepadores—Vines				
<i>Smilax floribunda</i>	V.5	1	2	1
<i>Mikania lehmannii</i>	IV.2	1	-	-
<i>Smilax tomentosa</i>	V.5	1	2	3
<i>Dioscorea frigida</i>	IV.2	2	1	1
<i>Bomarea</i> aff. <i>hirsuta</i>	III.3	-	+	-
<i>Calea pachensis</i>	IV.5	3	-	-
<i>Bomarea racemosa</i>	III.2	3	-	+
Epífitas—Epiphytes				
<i>Tillandsia tetrantha</i>	IV.5	-	1	3
<i>Tillandsia</i> aff. <i>suescana</i>	III.2	-	2	3
<i>Tillandsia biflora</i>	III.2	1	+	+
<i>Anthurium</i> cf. <i>bogotense</i>	II.2	4	-	-
Otras Especies Censadas				
Other Species Censused				
<i>Brunellia comocladifolia</i>	I.1	1	-	-
<i>Myrica pubescens</i>	I.1	1	-	-
<i>Macleanea rupestris</i>	I.1	-	1	-
<i>Eupatorium angustifolium</i>	I.1	-	-	-
<i>Cestrum mutisii</i>	II.2	1	-	+
<i>Pilea goudotiana</i>	I.2	-	-	-
<i>Polypodium fraxinifolium</i>	III.2	-	1	-
<i>Fuchsia killipii</i>	III.1	1	-	-
<i>Epidendrum excisum</i>	II.1	-	3	+
<i>Hydrocotyle humboldtii</i>	III.2	-	3	-
<i>Tillandsia incurva</i>	II.1	-	-	2
<i>Polypodium pectinatum</i>	II.1	1	+	-
<i>Aegiphila bogotensis</i>	I.1	-	-	-

Tabla 3.20. Composición florística de la comunidad de *Euphorbia latazii*, *Cordia* sp. y *Miconia spicellata*.
Table 3.20. Floral composition of the community of *Euphorbia latazii*, *Cordia* sp. and *Miconia spicellata*.

Número de levantamiento—Collection number: OR304

Localidad—Location: Reserva Merenberg

Altura—Altitude: 2300 (msnm—m above sea level)

Area muestreada—Area sampled: 400 m²

	Cobertura (%) Coverage (%)		Cobertura (%) Coverage (%)		Cobertura (%) Coverage (%)
Estrato Arbóreo		Trepadores (cont.)		Estrato Rasante (cont.)	
Arboreal Stratum		Vines (cont.)		Ground Stratum (cont.)	
<i>Euphorbia latazii</i>	17	<i>Anthurium longigeniculatum</i>	1	<i>Peperomia</i> sp.	1
<i>Cordia</i> sp.	25	<i>Smilax</i> sp.	<1	<i>Anthurium nitidum</i>	<1
<i>Nectandra</i> sp.	15	<i>Polypodium</i> sp.	<1	<i>Solanum acerifolium</i>	<1
<i>Saurauia</i> aff. <i>cuatrecasana</i>	4	<i>Bomarea glaberrima</i>	<1	<i>Elaphoglossum</i> sp.	<1
<i>Ardisia sapida</i>	3	Estrato Herbáceo—Herbaceous Stratum		<i>Rhyodina gracilis</i>	<1
<i>Blakea</i> sp.	3	<i>Cyathea</i> sp.	10	<i>Monoclea forstii</i>	1
<i>Miconia</i> cf. <i>spicellata</i>	6	<i>Miconia</i> cf. <i>spicellata</i>	4	<i>Mittenothanium diminutivum</i>	1
<i>Cyathea</i> sp.	10	<i>Columnea</i> aff. <i>praetexta</i>	2	<i>Megaceros</i> sp.	<1
<i>Siparuna lepidota</i>	1	<i>Anthurium</i> sp.	2	<i>Synphyogyna</i> sp.	<1
<i>Cecropia</i> sp.	1	<i>Palicourea cuatrecasasii</i>	1	<i>Thuidium</i> sp.	<1
Estrato Subarbóreo (de Arbolitos)		<i>Hedyosmum racemosum</i>	1	<i>Mnium rynchoforus</i>	<1
Subarboreal Stratum		<i>Hedyosmum racemosum</i>	1	<i>Porotrichum</i> cf. <i>longirostre</i>	<1
<i>Palicourea cuatrecasasii</i>	14	<i>Diplazium bogotense</i>	1	<i>Lophocolea connata</i>	<1
<i>Miconia</i> cf. <i>spicellata</i>	10	<i>Anthurium</i> sp.	<1	<i>Riccardia</i> sp.	1
<i>Cyathea</i> sp.	9	<i>Miconia cordifolia</i>	1	Epifitas—Epiphytes	
<i>Mollinedia</i> sp.	4	<i>Renealmia</i> sp.	<1	<i>Campana</i> sp.	1
<i>Trema micrantha</i>	2	<i>Siparuna lepidota</i>	<1	<i>Polypodium</i> sp.	1
<i>Ardisia sapida</i>	2	<i>Rhyodina gracilis</i>	<1	<i>Schefflera</i> sp.	1
<i>Nectandra</i> sp.	1	<i>Olyra</i> sp.	<1	<i>Besleria riparia</i>	<1
<i>Hedyosmum huilense</i>	1	<i>Dennstaedtia dissecta</i>	<1	<i>Pilea agrimonioides</i>	<1
<i>Acalipha</i>	1	Estrato Rasante—Ground Stratum		<i>Miconia</i> sp.	<1
<i>Blakea</i> sp.	1	<i>Selaginella</i> sp.	30	<i>Polypodium lanceolatum</i>	<1
<i>Saurauia cuatrecasana</i>	1	<i>Hoffmannia sprucei</i>	6	<i>Tillandsia archerii</i>	<1
<i>Alchornea</i> sp.	1	<i>Piper pulchrum</i>	2	<i>Polypodium phyllitidis</i>	1
Estrato Arbustivo—Shrub Stratum		<i>Hedyosmum racemosum</i>	2	<i>Plagiochila</i> sp.	35
<i>Palicourea cuatrecasasii</i>	12	<i>Miconia cordifolia</i>	2	<i>Leiomelea bartramiioides</i>	5
<i>Cyathea</i> sp.	5	<i>Asplenium</i> sp.	1	<i>Macrolejeunea lanciloba</i>	3
<i>Miconia spicellata</i>	2	<i>Sanicula liberta</i>	1	<i>Phylogonium filgens</i>	2
<i>Hedyosmum racemosum</i>	1	<i>Pilea</i> aff. <i>agrimonioides</i>	1	<i>Mittenothanium diminutivum</i>	2
<i>Mollinedia</i> sp.	<1	<i>Nertera depressa</i>	1	<i>Hypoplerigium tamariscinum</i>	1
<i>Besleria riparia</i>	1	<i>Oreopanax</i> sp.	<1	<i>Prionodum</i> sp.	1
<i>Miconia cordifolia</i>	<1	<i>Peperomia hispidula</i>	<1	<i>Neckeropsis</i> cf. <i>undulata</i>	<1
<i>Siparuna lepidota</i>	<1	<i>Siparuna lepidota</i>	1	<i>Graphidaceae</i>	5
Trepadores—Vines		<i>Panicum</i> sp.	<1	<i>Sticta</i> sp.	1
<i>Passiflora tryphostemmatoides</i>	1	<i>Hydrocotyle bonplandii</i>	<1	<i>Leptogium phylocarpum</i>	<1
<i>Gurania</i> sp.	1	<i>Palicourea cuatrecasasii</i>	<1	<i>Chiodectum sanguineum</i>	<1
<i>Dioscorea</i> sp.	<1	<i>Cestrum</i> sp.	<1	<i>Coccocarpia palmicola</i>	<1
<i>Jungia</i> aff. <i>ferruginea</i>	1	<i>Besleria riparia</i>	<1		
		<i>Anthurium longigeniculatum</i>	<1		

Tabla 3.21. Composición florística de la comunidad de *Guarea quidonia* y *Perebea* sp.
Table 3.21. Floral composition of the community of *Guarea quidonia* and *Perebea* sp.

Número de levantamiento—Collection number: OR318		Localidad: Finca La Limana, carr. Paicol-La Plata—Location: Finca La Limana, Paicol-La Plata road	
Altura—Altitude: 1020 (msnm—m above sea level)		Area muestreada—Area sampled: 400 m ²	
	Cobertura (%) Coverage (%)		Cobertura (%) Coverage (%)
Estrato Arbóreo—Arboreal Stratum		Estrato Rasante (cont.)—Ground Stratum (cont.)	
<i>Guarea quidonia</i>	48	<i>Pilea involucrata</i>	1
<i>Perebea</i> sp.	4	<i>Desmodium campyloclados</i>	1
<i>Cecropia</i> sp.	3	<i>Sida acuta</i>	1
<i>Myriocarpa stipitata</i>	4	Briofitos diversos	<1
<i>Randia spinosa</i>	9	Epífitas—Epiphytes	
Estrato Subarbóreo—Subarboreal Stratum		<i>Tillandsia juncea</i>	2
<i>Perebea</i> sp.	5	<i>Polypodium</i> sp.	<1
<i>Guarea quidonia</i>	3	<i>Epidendrum</i> sp.	<1
<i>Myrcia</i> aff. <i>paivae</i>	4	<i>Odontoglossum</i> cf. <i>megalophium</i>	<1
<i>Randia</i> cf. <i>aculeata</i>	3	<i>Jacquinieia globosa</i>	<1
<i>Randia spinosa</i>	3	<i>Tillandsia recurvata</i>	<1
<i>Myriocarpa stipitata</i>	2	<i>Peperomia obtusifolia</i>	<1
<i>Phoebe cinnamomifolia</i>	3	<i>Rhynchospora baccifera</i>	<1
<i>Eugenia</i> cf. <i>florida</i>	3	<i>Chiodecton</i> sp.	<1
<i>Trichilia martiana</i>	2	<i>Phyllopsora</i> sp.	<1
<i>Psychotria alba</i>	1	<i>Leptogium marginellus</i>	<1
<i>Lacistema aggregatum</i>	1	<i>Leptogium cyanescens</i>	<1
<i>Piper medium</i>	1	<i>Sticta weigeli</i>	<1
<i>Oreopanax</i> cf. <i>cecropifolium</i>	1	<i>Parmotrema reticulatum</i>	<1
<i>Alchornea</i> sp.	1	<i>Heteroderma casaretiana</i>	<1
Rubiaceae indet.	1	<i>Pseudocyphillaria aurata</i>	<1
Estrato Arbustivo—Shrub Stratum		<i>Megalospora tuberculata</i>	<1
<i>Ardisia guyanensis</i>	2	Estrato Herbáceo—Herbaceous Stratum	
<i>Piper medium</i>	1	<i>Psychotria nervosa</i>	65
<i>Myrcia</i> aff. <i>paivae</i>	4	<i>Paullinia densiflora</i>	3
Trepadores—Vines		<i>Desmodium campyloclados</i>	3
<i>Philodendron tripartitum</i>	5	<i>Synedrella nodiflora</i>	<1
<i>Elephantopus mollis</i>	3	<i>Pavonia</i> sp.	+
<i>Smilax spinosa</i>	1	<i>Capsicum ciliatum</i>	<1
<i>Peperomia pereskiaefolia</i>	1	<i>Stemmadenia grandiflora</i>	<1
<i>Anthurium trinerve</i>	1	<i>Asplenium</i> sp.	<1
<i>Peperomia rotundifolia</i>	<1	<i>Adiantum</i> sp.	<1
<i>Passiflora coriacea</i>	<1	<i>Bauhinia</i> sp.	<1
Estrato Rasante—Ground Stratum		<i>Alchornea</i>	<1
<i>Panicum polygonatum</i>	5		

3.4. Mesofauna of the Ground Stratum and Ecoclimatic Observations

General Information

J. Orlando Rangel Ch.
Lys Aristide U.
César Román

Study of the "mesofauna" of the upper surface of the soil, the leaf litter, and the low vegetation strata in various parts of Colombia has been greatly encouraged by recent work such as that of Sturm et al. (1970), Aristide (1969), Sturm and Abouchaar (1981), Sturm and Rangel (1985), Rangel and Bernal (1980), Bernal and Figueroa (1981), and van der Hammen (1984b). The majority of these studies have concentrated on the characterization of the meso- and microfauna of the páramo, but some attention has also been paid to the variation in abundance of the more important groups along an altitudinal gradient (van der Hammen, 1984b).

Interesting questions have been raised about the most numerous groups, their relations to vegetation types and environmental conditions, and the potential value that these characterizations have for a global ecological view of differences along an altitudinal gradient. The latter issue is the interest of this section, which presents general results of a study of the mesofauna of the ground stratum in diverse biotic communities in the Valle de la Plata.

Location of the Sample Areas

The 15 communities investigated correspond to the vegetation collections reviewed in earlier sections of this chapter. Tropical or equatorial, subandean, Andean, and páramo life zones were included in the study. The 15 locations are as follows:

Collection 1 (1850 m above sea level)

Life Zone: Subandean

Community Physiognomy: Oak forest. Dominant species: *Quercus humboldtii*, *Acalypha* sp., *Guatteria cardoniana*, *Miconia* cf. *caudata*, and *Oplismenus burmannii*

Strata Recognized: 6

Dominant Stratum: Lower arboreal (45% coverage). An upper arboreal stratum (trees with heights over 25 m) was also differentiated.

Coverages: Ground stratum, 12%; leaf litter, 80%

Collection 2 (2080 m above sea level)

Life Zone: Subandean

Community Physiognomy: Mixed jungle. Dominant species: *Weinmannia sorbifolia*, *Clusia multiflora*, *Quercus humboldtii*, and *Clethra fagifolia*

Strata Recognized: 5

Dominant Stratum: Lower arboreal (70% coverage). No upper arboreal stratum was present.

Coverages: Ground stratum, 15%; leaf litter, 12%

Collection 3 (2310 m above sea level)

Life Zone: Subandean, verging on Andean

Community Physiognomy: Mixed jungle. Dominant species: *Quercus humboldtii*, *Weinmannia sorbifolia*, *Clusia multiflora*, *Alfaroa* sp., *Cyathea caracasana*, *Asplundia* sp., and *Pitcairnia conmixta*

Strata Recognized: 6

Dominant Stratum: Lower arboreal (42% coverage). There is also an upper arboreal stratum with 35% coverage.

Coverages: Ground stratum, 8%; leaf litter, 50%.

Collections 1, 2, and 3 have been included in the association *Alfaroo-Quercetum humboldtii* by Rangel and Lozano in the previous section of this chapter.

Collection 4 (2300 m above sea level)

Life Zone: Subandean, verging on Andean.

Community Physiognomy: High secondary forest. Dominant species: *Euphorbia latazii*, *Miconia spicellata*, *Saurauia cuatrecasana*, *Cordia* sp., *Palicourea cuatrecasatii*, and *Selaginella* sp.

Strata Recognized: 6

Dominant Stratum: Lower arboreal (75% coverage). An upper arboreal stratum has 12% coverage.

Coverages: Ground stratum, 50%; leaf litter, 40%.

Collection 5 (2200 m above sea level)

Life Zone: Subandean

3.4. Mesofauna del Estrato Rasante en Localidades del Valle de la Plata y Aproximaciones Ecolimáticas

Datos Generales

J. Orlando Rangel Ch.
Lys Aristide U.
César Román

Las contribuciones de Sturm et al. (1970), Aristide (1969), Sturm y Abouchaar (1981), Sturm y Rangel (1985), Rangel y Bernal (1980), Bernal y Figueroa (1981) y van der Hammen (1984b) sobre la abundancia de grupos de animales que viven en la hojarasca y en los estratos cerca a la superficie del suelo, y la relativa facilidad metodológica para obtener las muestras, han impulsado en los últimos años el estudio de la "mesofauna" de los suelos y estratos bajos en diversas localidades de Colombia. No obstante que la mayoría de las contribuciones se han centrado en la caracterización de la meso y microfauna del páramo, recientemente se han publicado resultados que incluyen la variación en abundancia de los grupos más importantes en un gradiente altitudinal (van der Hammen, 1984b).

Con base en estas pautas iniciales, han surgido interrogantes interesantes sobre los grupos más frecuentes, su relación con el tipo de vegetación y con las condiciones medioambientales y el valor potencial que estas caracterizaciones puedan tener en una visión ecológica global de las diferentes biocenosis en una cliserie altitudinal. Este último es el caso que se patentiza en el transecto del Valle de la Plata, cuyos resultados generales sobre la mesofauna del estrato rasante en diversas comunidades bióticas se presentan en esta sección.

Ubicación de los Sitios Muestreados

La localización de las 15 comunidades investigadas corresponde a la de los levantamientos o censos de vegetación que se reseñaron anteriormente en este capítulo. Se incluyeron áreas de las regiones de vida tropical o ecuatorial hasta el páramo, pasando por la andina y subandina. Una descripción somera incluye los siguientes rasgos:

Levantamiento 1 (1850 msnm)

Región de Vida: Subandina

Fisionomía Comunitaria: Bosque de robles. Especies dominantes: *Quercus humboldtii*, *Acalypha* sp., *Guatteria cardoniana*, *Miconia* cf. *caudata* y *Oplismenus burmannii*

Estratos Reconocidos: 6

Estrato Dominante: Arbóreo inferior (45% de cobertura). También se diferenció un estrato arbóreo superior (árboles con alturas superiores a 25 m).

Coberturas: Estrato rasante, 12%; hojarasca, 80%

Levantamiento 2 (2080 msnm)

Región de Vida: Subandina

Fisionomía Comunitaria: Selva mixta. Especies dominantes: *Weinmannia sorbifolia*, *Clusia multiflora*, *Quercus humboldtii* y *Clethra fagifolia*

Estratos Reconocidos: 5

Estrato Dominante: Arbóreo inferior (70% de cobertura). No se diferenció un estrato arbóreo superior.

Coberturas: Estrato rasante, 15%; hojarasca, 12%

Levantamiento 3 (2310 msnm)

Región de Vida: Subandina, en el límite transicional a la andina

Fisionomía Comunitaria: Selva mixta. Especies dominantes: *Quercus humboldtii*, *Weinmannia sorbifolia*, *Clusia multiflora*, *Alfaroa* sp., *Cyathea caracasana*, *Asplundia* sp. y *Pitcairnia conmixta*

Estratos Reconocidos: 6

Estrato Dominante: Arbóreo inferior (42% de cobertura).

También hay un estrato arbóreo superior con 35% de cobertura.

Coberturas: Estrato rasante, 8%; hojarasca, 50%

Los levantamientos 1, 2, y 3 han sido incluidos en la asociación *Alfaroo-Quercetum humboldtii* por Rangel y Lozano en la sección anterior de este capítulo.

Levantamiento 4 (2300 msnm)

Región de Vida: Subandina, en el límite transicional a la andina

Fisionomía Comunitaria: Bosque alto, secundario en fase de sucesión. Especies dominantes: *Euphorbia latazii*, *Miconia spicellata*, *Saurauia cuatrecasana*, *Cordia* sp., *Palicourea cuatrecasasii* y *Selaginella* sp.

Community Physiognomy: Oak forest. Dominant species: *Quercus humboldtii*, *Guatteria* sp., *Ocotea* sp., *Miconia floribunda*, *Prunus integrifolia*, and *Ardisia* aff. *saponaria*

Strata Recognized: 5

Dominant Stratum: Lower arboreal (65% coverage)

Coverages: Ground stratum, 15%; leaf litter, 60%

Collection 6 (2300 m above sea level)

Life Zone: Subandean. Sample area was a "páramo enclave."

Community Physiognomy: *Frailejonal*. Dominant species: *Espeletia hartwegiana*, *Hypericum lanciooides*, *Blechnum columbiense*, and *Sphagnum magellanicum*

Strata Recognized: 3

Dominant Stratum: Ground (60% coverage) and herbaceous (55% coverage).

Collection 7 (2450 m above sea level)

Life Zone: Andean

Community Physiognomy: Mixed jungle. Dominant species: *Quercus humboldtii*, *Ocotea* sp., *Brunellia putumayensis*, *Cyathea caracasana*, and *Palicourea cuatrecasasii*

Strata Recognized: 6

Dominant Stratum: Upper arboreal (55% coverage). An inferior arboreal stratum has 45% coverage.

Coverages: Ground stratum, 2%; leaf litter, 80%

Collections 5 and 7 were included in the association *Monotropeo-Quercetum humboldtii* by Rangel and Lozano in the previous section of this chapter.

Collection 8 (3050 m above sea level)

Life Zone: Andean, verging on high Andean

Community Physiognomy: Low forest. Dominant species: *Myrica pubescens*, *Weinmannia subvelutina*, *Weinmannia vegasana*, *Drimys granadensis*, and *Neurolepis aperta*

Strata Recognized: 4

Dominant Stratum: Subarboreal or small tree stratum (75% coverage)

Coverages: Ground stratum, 10%; leaf litter, 25%

Collection 9 (3150 m above sea level)

Life Zone: Andean, verging on high Andean

Community Physiognomy: Sparse thicket. Dominant species: *Miconia* sp., *Oreopanax ruizianum*, *Diplostephium floribundum*, *Vaccinium floribundum*, *Neurolepis aperta*, and *Escallonia myrtilloides*

Strata Recognized: 3

Dominant Stratum: Shrubs (75% coverage)

Coverages: Ground stratum, 30%; leaf litter, 50%

Collection 10 (3800 m above sea level)

Life Zone: Páramo, middle range, or true páramo

Community Physiognomy: Grassland with shrubs. Dominant species: *Calamagrostis macrophylla*, *Calamagrostis effusa*, *Pernettya prostrata*, *Pentacalia vernicosa*, *Gynoxys*

lehmannii, and *Gunnera magellanica*

Strata Recognized: 3

Dominant Stratum: Herbaceous (92% coverage)

Coverages: Ground stratum, 20%

Collection 11 (4000 m above sea level)

Life Zone: Páramo, verging on superpáramo

Community Physiognomy: Meadow. Dominant species: *Lupinus alopecuroides*, *Valeriana microphylla*, *Lachemilla pinnata*, and *Azorella aretioides*

Strata Recognized: 2

Dominant Stratum: Herbaceous (75% coverage)

Coverages: Ground stratum, 2%

Collection 12 (3960 m above sea level)

Life Zone: Páramo, frontier between true páramo and superpáramo

Community Physiognomy: Meadow. Dominant species: *Lupinus alopecurides*, *Valeriana microphylla*, and *Lachemilla pinnata*

Strata Recognized: 2

Dominant Stratum: Ground (90% coverage) and herbaceous (80% coverage)

Collections 11 and 12 belong to the association *Lupino alopecuridis-Valerianetum microphyllae* which is in the alliance *Oritrophio-Distichion muscoidis* (Duque and Rangel in the second section of this chapter).

Collection 13 (3300 m above sea level)

Life Zone: Andean. Sample area was a waterlogged "páramo enclave."

Community Physiognomy: *Frailejonal*. Dominant Species: *Espeletia hartwegiana*, *Blechnum loxense*, *Calamagrostis effusa*, *Neurolepis elata*, and *Sphagnum magellanicum*

Strata Recognized: 3

Dominant Stratum: Herbaceous (50% coverage)

Coverages: Ground stratum, 60%

Collection 10 corresponds to the association *Calamagrostio effusae-Calamagrostietum macrophyllae*; Collection 13 belongs to the association *Blechno loxensis-Espeletietum hartwegianae*. Both of these associations form part of the alliance *Calamagrostio-Espeletion hartwegianae* (Duque and Rangel in the second section of this chapter).

Collection 14 (3320 m above sea level)

Life Zone: Andean

Community Physiognomy: Low forest. Dominant species: *Miconia puracensis*, *Weinmannia mariquitae*, *Gynoxys tolimensis*, *Oreopanax* aff. *nitidum*, and *Diplostephium bicolor*.

Strata Recognized: 5

Dominant Stratum: Subarboreal or small tree stratum (95% coverage)

Estratos Reconocidos: 6

Estrato Dominante: Arbóreo inferior (75% de cobertura). Se registró igualmente un estrato arbóreo superior con 12% de cobertura. Coberturas: Estrato rasante, 50%; hojarasca, 40%

Levantamiento 5 (2200 msnm)

Región de Vida: Subandina

Fisionomía Comunitaria: Bosque de robles. Especies dominantes: *Quercus humboldtii*, *Guatteria* sp., *Ocotea* sp., *Miconia floribunda*, *Prunus integrifolia* y *Ardisia* aff. *saponaria*

Estratos Reconocidos: 5

Estrato Dominante: Arbóreo inferior (65% de cobertura)

Coberturas: Estrato rasante, 15%; hojarasca, 60%

Levantamiento 6 (2300 msnm)

Región de Vida: Subandina. Se trabajó un "enclave paramuno".

Fisionomía Comunitaria: Frailejónal. Especies dominantes: *Espeletia hartwegiana*, *Hypericum lancioides*, *Blechnum columbiense* y *Sphagnum magellanicum*

Estratos Reconocidos: 3

Estrato Dominante: Rasante (60% de cobertura) y herbáceo (55% de cobertura)

Levantamiento 7 (2450 msnm)

Región de Vida: Andina

Fisionomía Comunitaria: Selva mixta. Especies dominantes: *Quercus humboldtii*, *Ocotea* sp., *Brunellia putumayensis*, *Cyathea caracasana* y *Palicourea cuatrecasasii*

Estratos Reconocidos: 6

Estrato Dominante: Arbóreo superior (55% de cobertura). También se diferenció un estrato arbóreo inferior (45% de cobertura).

Coberturas: Estrato rasante, 2%; hojarasca, 80%

Los levantamientos 5 y 7 se incluyen en la asociación *Mono-tropo-Quercetum humboldtii* (Rangel y Lozano en la sección anterior de este capítulo).

Levantamiento 8 (3050 msnm)

Región de Vida: Andina, franja altoandina

Fisionomía Comunitaria: Bosque achaparrado. Especies dominantes: *Myrica pubescens*, *Weinmannia subvelutina*, *Weinmannia vegasana*, *Drimys granadensis* y *Neurolepis aperta*

Estratos Reconocidos: 4

Estrato Dominante: Subarbóreo o de arbolitos (75% de cobertura)

Coberturas: Estrato rasante, 10%; hojarasca, 25%

Levantamiento 9 (3150 msnm)

Región de Vida: Andina, franja altoandina

Fisionomía Comunitaria: Matorral ralo. Especies dominan-

tes: *Miconia* sp., *Oreopanax ruizianum*, *Diplostéphi-um floribundum*, *Vaccinium floribundum*, *Neurolepis aperta* y *Escallonia myrtilloides*

Estratos Reconocidos: 3

Estrato Dominante: Arbustivo (75% de cobertura)

Coberturas: Estrato rasante, 30%; hojarasca, 50%

Levantamiento 10 (3800 msnm)

Región de Vida: Páramo, franja media o páramo propiamente dicho

Fisionomía Comunitaria: Pajonal arbustivo. Especies dominantes: *Calamagrostis macrophylla*, *Calamagrostis effusa*, *Pernettya prostrata*, *Pentacalia vernicosa*, *Gynoxys lehmannii* y *Gunnera magellanica*

Estratos Reconocidos: 3

Estrato Dominante: Herbáceo (92% de cobertura)

Coberturas: Estrato rasante, 20%

Levantamiento 11 (4000 msnm)

Región de Vida: Páramo, franja del superpáramo

Fisionomía Comunitaria: Prado. Especies dominantes: *Lupinus alopecuroides*, *Valeriana microphylla*, *Lachemilla pinnata*, *Azorella aretioides*

Estratos Reconocidos: 2

Estrato Dominante: Herbáceo (75% de cobertura)

Coberturas: Estrato rasante, 2%

Levantamiento 12 (3960 msnm)

Región de Vida: Páramo, zona limítrofe entre el páramo propiamente dicho y el superpáramo

Fisionomía Comunitaria: Prado. Especies dominantes: *Lupinus alopecuroides*, *Valeriana microphylla* y *Lachemilla pinnata*

Estratos Reconocidos: 2

Estrato Dominante: Rasante (90% de cobertura) y herbáceo (80% de cobertura)

Los levantamientos 11 y 12 pertenecen a la asociación *Lupino alopecuroidis-Valerianetum microphyllae*, que sintaxonómicamente se ubica en la alianza *Oritrophio-Distichion muscoidis* (Duque y Rangel en la segunda sección de este capítulo).

Levantamiento 13 (3300 msnm)

Región de Vida: Andina. Se trabajó un "enclave paramuno" en sitios encharcados.

Fisionomía Comunitaria: Frailejónal. Especies dominantes: *Espeletia hartwegiana*, *Blechnum loxense*, *Calamagrostis effusa*, *Neurolepis elata* y *Sphagnum magellanicum*

Estratos Reconocidos: 3

Estrato Dominante: Herbáceo (50% de cobertura)

Coberturas: Estrato rasante, 60%

El levantamiento 10 corresponde a la asociación *Calamagrostio effusae-Calamagrostietum macrophyllae*; el levantamiento 13 pertenece a la asociación *Blechno loxensis-Espeletietum*

Coverages: Ground stratum, 60%

Collection 15 (1000 m above sea level)

Life Zone: Equatorial

Community Physiognomy: Jungle. Dominant species:

Guarea guidonia, *Randia aculeata*, *Myriocarpa stipitata*,
Perebea sp., *Myrcia* aff. *paivae*, and *Psychotria nervosa*

Strata Recognized: 6

Dominant Stratum: Lower arboreal (60% coverage). An upper arboreal stratum has 10% coverage.

Coverages: Ground stratum, 10%; leaf litter 70%

Methodology

In the locations listed above, the procedures suggested by both Berlesse and Barber for the collection of mesofauna of the ground stratum and leaf litter were employed. First, samples (1500 cm³) were taken of the leaf litter (or of the ground stratum in those areas where a continuous cover of leaf litter was not found, as in the páramo). They were then placed in a Berlesse-Tulgren apparatus with sieve diameters of 21 cm. Heating was done with gas lamps (in the field) over periods of from 14 to 24 continuous hours. Sturm et al. (1970) and Bernal and Figueroa (1980) describe this method in more detail.

Barber's procedure, on the other hand, serves to determine the intensity of activity of animals in the low vegetation stratum. Glass flasks 9.5 cm high with openings 7.9 cm in diameter were used. They were pressed into the soil and were filled one third full with a 4% solution of formaldehyde. Five to eight of these traps were placed in a line at 5 m intervals at

each of the sample locations. They were left for three days. The specimens collected were identified according to the keys of Borror and DeLong (1971) and Lozano (1981). The data were ordered and Jaccard's Index of Similarity was calculated between pairs of sample areas, following the procedure described by Rangel and Bernal (1980).

In some sample areas along the transect measurements of maximum, minimum, and median temperatures were taken at the soil surface and at 1 m above the surface with Thies thermometers. Light intensity at the soil surface, the quantity of light reflected by the ground stratum, and the incident light in areas without tree cover were measured. In each case between 3 and 6 measurements were taken at the same time of day. The temperature and luminosity measurements are found in Table 3.22.

Results

Tables 3.23 and 3.24 show the number of individuals captured and the density of activity of the mesofauna in the various sample areas. Similarities between the sample areas are given in the form of dendrograms based on mesofauna captured by the Berlesse approach (Figure 3.1a) and by the Barber approach (Figure 3.1b). Figure 3.1a shows a major division between sample areas 8, 9, 10, 11, 12, and 13, on the one hand, and 2, 3, 4, 6, 15, and 17 on the other hand.

The first group is made up of the communities located above 3000 m, that is, in the high Andean, páramo, and superpáramo life zones. These include open vegetation, very simple stratification, or low arboreal formations. The highest

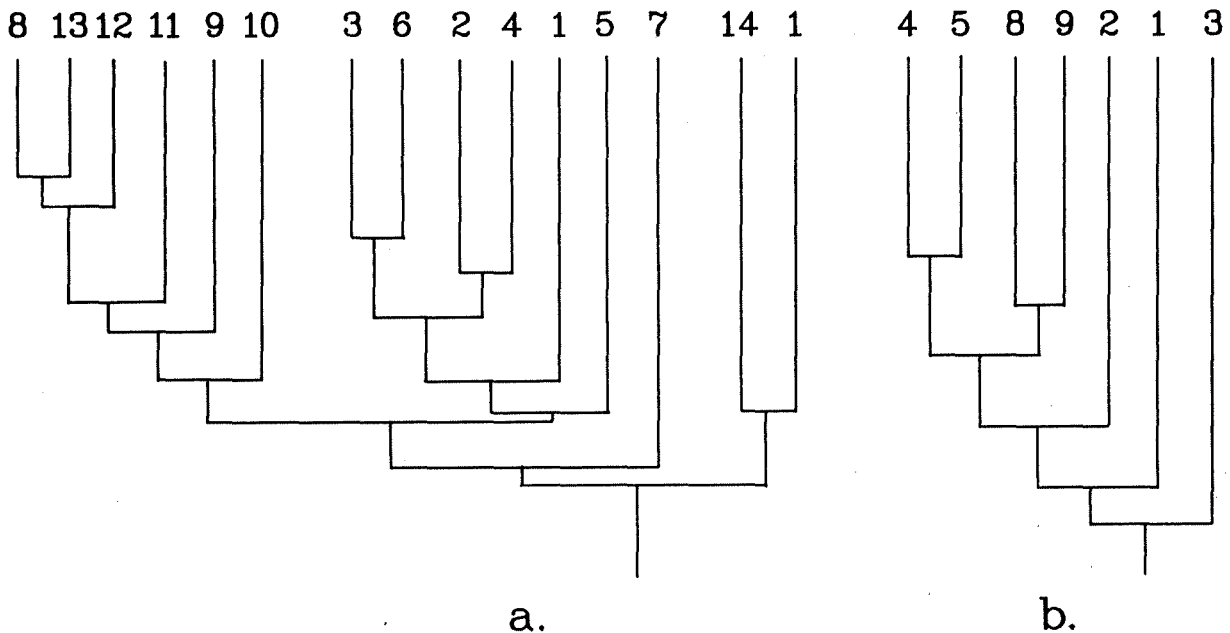


Figure 3.1. Dendrograms of similarity (by Jaccard's coefficient) between mesofauna populations at the sample sites.
Figura 3.1. Dendrogramas de similitud (Jaccard) entre la mesofauna de los sitios investigados.

hartwegiana. Las dos asociaciones forman parte de la alianza *Calamagrostio-Espeletion hartwegiana* (Duque y Rangel en la segunda sección de este capítulo).

Levantamiento 14 (3320 msnm)

Región de Vida: Andina

Fisionomía Comunitaria: Bosque achaparrado. Especies dominantes: *Miconia puracensis*, *Weinmannia mariquitae*, *Gynoxys tolimensis*, *Oreopanax* aff. *nitidum* y *Diplostephium bicolor*

Estratos Reconocidos: 5

Estrato Dominante: Subarbóreo o de arbolitos (95% de cobertura)

Coberturas: Estrato rasante, 60%

Levantamiento 15 (1000 msnm)

Región de vida: Ecuatorial

Fisionomía Comunitaria: Selva. Especies dominantes: *Guaireia guidonia*, *Randia aculeata*, *Myriocarpa stipitata*, *Perebea* sp., *Myrcia* aff. *paivae* y *Psychotria nervosa*

Estratos Reconocidos: 6

Estrato Dominante: Arbóreo inferior (60% de cobertura). Se diferenció igualmente un estrato arbóreo superior (10% de cobertura).

Coberturas: Estrato rasante, 10%; hojarasca, 70%

Metodología

En las localidades reseñadas anteriormente se emplearon los procedimientos de Berlesse y Barber para la colección de la mesofauna asociada al estrato rasante y/o hojarasca. Para el primer caso se tomaron muestras (1500 cm³) de la hojarasca o del estrato rasante en aquellas localidades en las cuales no se diferencia tajantemente una capa continua de hojarasca, como en el páramo, y se colocaron en aparatos Berlesse-Tulgren con diámetros de criba de 21 cm. El calentamiento se hizo con lámparas de gasolina (en el campo) con una duración que varió entre 14 y 24 horas continuas. Sturm et al. (1970) y Bernal y Figueroa (1980) describen la funcionalidad del método.

El procedimiento de Barber sirve para conocer la densidad de actividad de los animales en el estrato bajo. Se utilizaron frascos de vidrio de 9.5 cm de altura y diámetro de boca de 7.9 cm, que se introdujeron en el suelo y se llenaron hasta una tercera parte de su volumen con solución de formol al 4%. En cada una de las localidades investigadas para este fin se colocaron de 5 a 8 trampas en un transecto con un espacio de 5 m entre cada una. El tiempo de duración fue de tres días en cada localidad. Para la identificación del material colectado se emplearon las claves de Borror y DeLong (1971) y Lozano (1981). Para la ordenación de los datos y para el cálculo del índice de similaridad de Jaccard, se siguieron las recomendaciones de Rangel y Bernal (1980).

En algunos sitios a lo largo del transecto se efectuaron mediciones de temperatura máxima, mínima y media a 1 m

por encima del suelo y sobre la superficie del mismo, mediante termómetros Thies. Así mismo se evaluó la intensidad lumínica en el nivel del suelo, la cantidad reflejada por el estrato rasante y la luz plena sobre sitios desprovistos de cubierta arbórea con un luxímetro tipo Lange. En cada caso se efectuaron entre 3 y 6 mediciones a la misma hora. Los resultados de las mediciones de temperatura y luminosidad se consignan en la Tabla 3.22.

Resultados

Las Tablas 3.23 y 3.24 consignan los números de individuos capturados y la densidad de actividad de la mesofauna en los varios levantamientos. En la Figura 3.1 se representan los dendrogramas de similaridad para la mesofauna capturada según la metodología de Berlesse (A) o de Barber (B). En el dendrograma de la Figura 3.1a se obtuvo una segregación principal entre los levantamientos 8, 13, 12, 11, 9 y 10 y el grupo de levantamientos 3, 6, 2, 4, 15 y 7.

El primer grupo corresponde a comunidades localizadas por encima de 3000 msnm, es decir en las regiones de vida andina (franja alta y paramuna), páramo propiamente dicho, y superpáramo, con formaciones abiertas, estratificación sencilla, o formaciones arbóreas achaparradas. El valor mayor de similaridad se encontró entre los levantamientos 8 y 13, del bosque de *Myrica pubescens* y *Drimys granadensis* y el frailejónal-pajónal de *Espeletia hartwegiana* y *Calamagrostis effusa*, sitios relativamente cercanos y bien conservados.

El segundo grupo corresponde a comunidades arbóreas bien desarrolladas, pluriestratificadas, situadas por debajo de 2500 msnm, a excepción del levantamiento 6 o enclave paramuno en la región andina. El valor de similaridad más alto lo mostraron los levantamientos 3 y 6. El primero corresponde a un bosque de robles *Quercus humboldtii*, y el segundo al enclave paramuno con *Espeletia hartwegiana* e *Hypericum lancioides*. Lógicamente la proximidad de los sitios es la causa de la similaridad de la mesofauna.

Quedan segregados los levantamientos 1 y 14, localizados a 1850 y 3320 msnm, en dos regiones de vida completamente diferentes. Sin embargo conviene resaltar la condición en los dos sitios, que son parches rodeados por vegetación abierta. Quizás debido a esta intervención humana se deban los resultados tan pobres en cuanto a mesofauna.

El número de animales capturados fluctúa entre 2 (levantamiento 1 a 1850 msnm) y 113 (levantamiento 11 a 4000 msnm). Este último dato es muy particular, por cuanto las condiciones climáticas tan drásticas del superpáramo harían pensar en una disminución de la mesofauna asociada. La segregación general guarda estrecha relación con las variaciones climáticas, de vegetación, suelo, etc., que se detectaron en el transecto investigado.

En la densidad de actividad (trampas Barber), se presenta una segregación inicial en dos grupos (Figura 3.1b). El valor mayor de similaridad lo muestran los levantamientos 4 y 5 que corresponden al bosque secundario en proceso de sucesión

value of similarity was found between Collection 8, the forest of *Myrica pubescens* and *Drimys granadensis* and Collection 13, the frailejón grassland of *Espeletia hartwegiana* and *Calamagrostis effusa*. These two sample areas are close to one another and relatively free of human intervention.

The second group corresponds to well-developed arboreal communities with multiple strata. They occur below 2500 m with the exception of Collection 6, a páramo enclave in the Andean region. The highest value of similarity was between Collections 3 and 6. Collection 3 is from an oak forest (*Quercus humboldtii*) and Collection 6 is from a páramo enclave with *Espeletia hartwegiana* and *Hypericum lancioides*. Logically, the proximity of the two sites is the cause of the similarity of the mesofauna.

Collections 1 and 14 are segregated from these two major groups. They are located at 1850 and 3320 m, respectively, and are in two completely different regions. Both consist of small patches of forest surrounded by open vegetation. It may be that the poor results of mesofauna collection in these two areas are the result of human intervention.

The number of captured animals ranges from two (in Collection 1 at 1850 m) to 113 (in Collection 11 at 4000 m). The large number of individuals for Collection 11 is especially surprising since the harsh climatic conditions of the superpáramo ordinarily result in relatively sparse populations of mesofauna. In general, the mesofauna populations show close relationships to the variation in climate, vegetation, soil, etc. found along the altitudinal transect.

In the dendrogram representing densities of activity (Barber traps) an initial separation into two groups is also seen (Figure 3.1b). The highest value of similarity is between Collections 4 and 5. These collections both correspond to secondary forest dominated by *Euphorbia latazii* and the oak forest of *Quercus humboldtii* that grows near it. Next most similar are Collection 8, from the low forest of *Myrica pubescens* and *Drimys granadensis*, and Collection 9, from the ecotonal thicket of *Vaccinium floribundum* and Compositae. This is likely a result of the proximity of the two areas. The fewest specimens were captured in Collections 2 and 3. The number captured ranged from 1 to 123.

Distribution Along the Gradient

Figure 3.2 shows the altitudinal distribution of the most abundant groups, captured through both methods utilized. The distribution, by order, is as follows:

Coleoptera: Found all along the transect in the Berlesse samples, with particular concentration in the high area (3800–4000 m) and the low area (1000 m). In terms of density of activity, however, this order is most active in the middle part of the transect, between 2500 and 3100 m above sea level, where the Barber traps records their highest values (77 individuals).

Diptera: Found in the Berlesse samples from 2200 m up, with concentrations at 2300 m and 3500–4000 m. The order is very active at the lower altitudes; the density of activity

declines towards the higher areas.

Collembola: Even though this order was not present in the majority of the Berlesse samples, its distribution covers a wide range, from the tropical region to the páramo. It appears to be more abundant at higher elevations. It is not a very active group.

Hymenoptera: Found in the Berlesse samples from the tropical, where the number of individuals is greatest, to the subandean life zone. This order was not found in the páramo. Values for density of activity are quite high in the Andean region but decline towards the páramo. No activity was registered in the tropical life zone.

Aracnidae: Found all along the transect in the leaf litter samples taken by the Berlesse method. Its representation is greatest in the high zones (páramo and superpáramo). Activity was registered by the Barber method only in the Andean region (2350–3000 m above sea level).

Acari: Like Collembola, this order appeared in only a small number of sample areas (three in this case), but they range from the tropical region to the páramo. It is not an active group.

Isopoda: Distributed from the Andean region at 2500 m to the páramo at 4000 m according to the Berlesse methodology, with heaviest concentrations in the higher areas, above 3200 m. Only one individual was captured in a Barber trap, in Collection 8 at 3050 m above sea level.

Orthoptera: Not frequently found in the leaf litter by the Berlesse methodology. It is, nevertheless, a very active group on the surface, particularly between 2000 and 3000 m above sea level in the subandean and Andean regions.

Final Considerations

The small number of samples and the nature of the methodologies used permit only the observation of general patterns such as those discussed below.

The two methodologies employed reflect different aspects of mesofaunal populations. The Berlesse approach produced no individuals of Orthoptera and Thysanura. The Barber traps captured no specimens of Dermaptera, Lepidoptera, Mallophaga, Psocoptera, Saltatoria, Acari, Pseudoscorpionidae, or Diplopoda.

The most abundant groups among the leaf litter overall in the 15 collections were Diptera, Coleoptera, Aracnidae, and Hymenoptera. The most active groups in the low vegetation strata were Coleoptera, Orthoptera, Hymenoptera, and Aracnidae. The first three of these latter groups were also the most active in the eastern cordillera along an altitudinal gradient from 1500 to 3700 m above sea level between Capitanejo and Sierra Nevada del Guicán (Rangel and Bernal 1980).

The groups best represented with a large number of individuals all along the transect were Coleoptera and Aracnidae. Hymenoptera was most numerous at lower elevations (in the tropical and subandean life zones); and Orthoptera, at middle elevations (in the Andean life zone). At the highest

dominado por *Euphorbia latazii* y al "robleal" de *Quercus humboldtii* que crece en las proximidades. Siguen en importancia, en cuanto a similaridad, los levantamientos 8 y 9 pertenecientes al bosque achaparrado de *Myrica pubescens* y *Drimys granadensis* y al matorral ecotónico de *Vaccinium floribundum* y Compositae. A primera vista resulta obvio considerar como causa explicativa de la semejanza la proximidad entre los respectivos sitios, que facilita el tránsito de la mesofauna entre las localidades. En los levantamientos 2 y 3 se capturó el menor número de animales, cuya representación fluctuó entre 1 y 123.

Distribución a lo Largo del Gradiente

En la figura 3.2 se muestra la distribución altitudinal de los grupos más abundantes, capturados según las metodologías reseñadas. El comportamiento por ordenes es el siguiente:

Coleoptera: En las muestras de Berlesse se le encontró a todo lo largo del transecto, con puntos importantes en la parte alta (3800–4000 msnm) y en la zona baja (1000 msnm). Referente a la densidad de actividad, se comporta como el grupo más activo en la parte media del transecto, entre 2500–3100 msnm, en donde alcanza el valor mayor (77 individuos).

Diptera: En las muestras de Berlesse se encontró a partir de 2200 msnm, con valores importantes a 2300 msnm y en la parte superior (3500–4000 msnm). Es un grupo activo en la franja baja, su densidad de actividad disminuye hacia las

partes altas.

Collembola: Aunque no se le encontró en la mayoría de las muestras de Berlesse, su distribución cubre un rango amplio, desde la región tropical hasta el páramo. Aparentemente es más abundante en las partes altas del transecto. No es un grupo muy activo.

Hymenoptera: Su rango de distribución, según Berlesse, va desde la región tropical, en donde es mayor el número de individuos, hasta la subandina. En las zonas altas (páramo), no se encontró. En cuanto a densidad de actividad, sus valores son considerables en la región andina y disminuyen hacia el páramo. En la región tropical no se registró actividad alguna.

Aracnidae: En las muestras de hojarasca (Berlesse), se le inventarió a lo largo del transecto; su representación es mayor en las franjas altas (páramo y superpáramo). Con relación a la densidad de actividad, solamente se registró en la región andina (2350–3000 msnm). En el páramo y en la región tropical la actividad fue nula.

Acari: Al igual que Collembola y no obstante que se le encontró solamente en tres muestras, su rango de distribución altitudinal va desde la parte baja o región tropical hasta las zonas altas (páramo). No es un grupo activo.

Isopoda: Su rango de distribución, según Berlesse, comprende desde la región andina a 2500 msnm hasta el páramo a 4000 msnm. Los individuos se concentran más en las partes altas, por encima de 3200 msnm. Únicamente se encontró

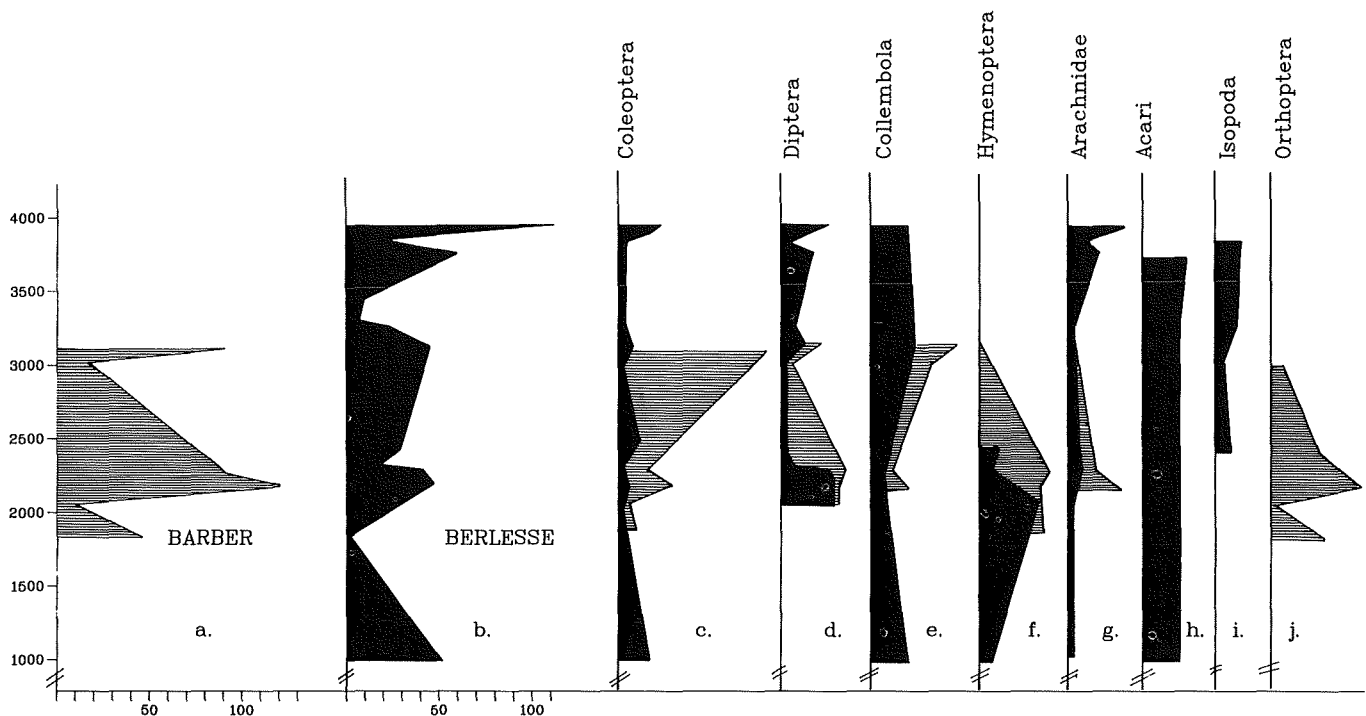


Figura 3.2. Número total de individuos capturados según método de muestreo y distribución altitudinal y número de individuos de grupos importantes de la mesofauna.

Figure 3.2. Total number of individuals captured according to method and altitude.

elevations (in the high Andean and páramo life zones) Aracnidae, Isopoda, Collembola, and Coleoptera were most common.

Comparing the results of this study with the Buritaca transect in the Sierra Nevada de Santa Marta (van der Hammen 1984b) reveals similar altitudinal distributions for Acari, Collembola, Aracnidae, Coleoptera, Diplopoda, and Pseudoscorpionidae. Isopoda, however, is distributed differently in the two areas, being found in locations above 2500 m in the Valle de la Plata. The high humidity of the jungles of the Buritaca transect is likely the factor that encourages Isopoda to flourish at lower altitudes there. Formicidae was not registered in the Valle de la Plata, although it is very common among the mesofauna of the Buritaca transect. At the same time Hymenoptera, Homoptera, Diptera, and Orthoptera were not registered in Buritaca.

The number of animals captured according to the Berlesse method is slightly greater in the higher regions (high Andean, páramo, and superpáramo) than in the lower regions (subandean and tropical). It seems that the resident mesofauna population and its use of the ground vegetation stratum increases as the coverage and diversity of the ground stratum increases. As Rangel and Lozano note earlier in this chapter, the ground stratum in the Valle de la Plata is more highly developed at higher elevations.

Variation of Temperature and Luminosity along the Transect

The temperature at 1 m above soil surface (measured at 9

sample areas between 1850 and 3300 m) showed a maximum oscillation of 12.5°C at 2080 m above sea level. The minimum variation of 0.5°C was found at 2300 m above sea level. The temperature at surface level (measured at 5 sites between 1850 and 2450 m above sea level) showed its maximum oscillation of 15.5°C at 2080 m and its minimum of 3.5°C at 2300 m. The differences between extreme temperatures are greatest in the afternoon. The maximum, minimum, and median temperatures tend to decline as altitude increases, although there are two points where the curve breaks. These are the sample areas at 2200 and 3320 m where the trend reverses itself.

The proportion of light that reaches the soil relates directly to the vegetation, especially the nature of the forest canopy and the vigor of the understory. The single sample area in the tropical life zone is similar in this regard to the páramo and the high Andean region. This phenomenon must relate to the coverage of the vegetation strata and the absence of a defined understory.

The interception of light by the foliage is greater in the subandean and Andean regions, with maximum values at 1850 and 2080 m above sea level. The proportion of light absorbed by the soil is considerable, between 86 and 97%. In general, illumination increases with altitude from the tropical to the subandean region. The Andean region, however, does not follow this pattern, but instead shows local inversions. Finally in the páramo region with open vegetation, illumination again increases as altitude increases.

Tabla 3.22. Variaciones de la temperatura y de la luminosidad a lo largo del transecto.
Table 3.22. Variation in temperature and luminosity along the transect.

Levantamiento Collection	Alt. (m)	Temperatura (°C)—Temperature (°C)						Luminosidad (Lux)—Luminosity (Lux)				
		1 m por encima 1 m above			Nivel Suelo Soil Level			Incidente Incident		Interceptada por Vegetación Intercepted by Vegetation (%)	Relfejada por Suelo Reflected by Soil	Absor- bida por Suelo Absorbed by Soil (%)
		Mx.	Med.	Mn.	Mx.	Med.	Mn.	Plena (Total) Total	Nivel Suelo Soil Level			
15	1000	23.5	22.6	21.8	-	21.8	-	6,000	2,200	63	176	92
1	1850	24.4	22.3	20.2	22.1	21.0	19.7	96,666	1,163	99	162	86
2	2080	25.4	21.8	18.2	19.5	17.9	16.2	113,333	931	99	76	92
5	2200	13.6	13.5	13.5	13.7	13.5	12.6	10,000	1,100	89	59	94
6	2300	21.2	20.5	19.7	-	-	-	76,666	11,637	85	1,256	89
3	2310	21.8	19.3	16.7	21.6	19.1	16.6	55,000	1,500	96	115	93
7	2450	14.6	13.4	12.3	14.8	13.0	11.2	9,833	637	93	32	95
8	3050	10.8	10.2	9.5	-	-	-	15,666	969	94	24	97
14	3320	15.2	13.1	11.2	-	-	-	6,000	1,550	74	74	95
13	3300	13.5	11.7	10.0	-	-	-	43,333	15,375	64	1,375	91
11	4000	-	-	-	-	-	-	130,000	130,000	-	-	-
Super- páramo	4200	-	-	-	-	-	-	165,000	165,000	-	-	-

1 individuo en trampas Barber, en el sitio 8 a 3050 msnm. Orthoptera: Aparentemente y de acuerdo con la metodología de Berlesse no es muy frecuente encontrarlo entre la hojarasca. Por el contrario es un grupo muy activo sobre la superficie, particularmente entre 2000 y 3000 msnm, en las regiones subandina y andina.

Consideraciones Finales

La intensidad de los muestreos y la metodología empleada, solamente posibilitan el planteamiento de considerandos generales, entre los cuales se destacan los siguientes:

Los métodos empleados son selectivos. Mediante Berlesse, no se registraron individuos de Orthoptera ni Thysanura. Mediante Barber, no se capturaron ejemplares de Dermaptera, Lepidoptera, Mallophaga, Psocoptera, Saltatoria, Acari, Pseudoscorpionidae ni Diplopoda.

Los grupos más abundantes entre la hojarasca (15 sitios) fueron Diptera, Coleoptera, Aracnidae y Hymenoptera. Los grupos más activos en los estratos bajos de los lugares investigados fueron Coleoptera, Orthoptera, Hymenoptera y Aracnidae. Los tres primeros grupos fueron también los más activos en un gradiente altitudinal en la Cordillera Oriental entre 1500 y 3700 msnm desde Capitanejo a la Sierra Nevada del Guicán (Rangel y Bernal 1980).

Los grupos mejor representados a lo largo del transecto, con buena cantidad de individuos, fueron Coleoptera y Aracnidae. El grupo mejor representado en la parte baja del transecto (regiones tropical y subandina) fue Hymenoptera; en la parte media (región andina) lo fue Orthoptera. Los grupos más abundantes en las partes altas (franja andina alta y páramo) fueron Aracnidae, Isopoda, Collembola y Coleoptera.

Si se comparan las gráficas de distribución altitudinal de algunos grupos, con las reportadas para el Transecto Buritaca, Sierra Nevada de Santa Marta (van der Hammen 1984b), se nota comportamiento similar en las curvas de Acari, Collembola, Aracnidae, Coleoptera, y otros grupos como Diplopoda y Pseudoscorpionidae. Comportamiento diferente al exhibido en Santa Marta muestra Isopoda, que en el Valle de la Plata prefiere sitios por encima de 2500 msnm. Probablemente la elevada humedad ambiental de las selvas del Buritaca a alturas menores sea la explicación del resultado. En el Valle de la Plata no se registró a Formicidae, que es muy importante en la mesofauna del Transecto Buritaca, en donde estuvieron ausen-

tes grupos como Hymenoptera, Homoptera, Diptera y Orthoptera. El número de animales capturados según Berlesse, es ligeramente mayor en las regiones altas (franja andina alta, páramo y superpáramo) que en las regiones bajas (subandina y tropical). Por ahora podría decirse que en la medida en que aumenta la cobertura y diversidad del estrato rasante es posible esperar un aumento en las poblaciones de la mesofauna que encuentran allí una fuente directa de mantenimiento. El estrato rasante en el transecto Valle de la Plata aumenta al progresar en altitud (Rangel y Lozano en la sección anterior de este capítulo).

Variación de la Temperatura y la Luminosidad en el Transecto

La temperatura a 1 m por encima del suelo, en 9 sitios ubicados entre 1850 y 3300 msnm presentó una oscilación máxima de 12.5°C a 2080 msnm. La variación mínima de 0.5°C se obtuvo a 2300 msnm. La temperatura a nivel del suelo en 5 sitios comprendidos entre 1850 y 2450 msnm, mostró la oscilación máxima de 15.5°C a 2080 msnm y la mínima de 3.5°C a 2300 msnm. Las diferencias entre temperaturas extremas se acentúan en las horas de la tarde. Las temperaturas máxima, mínima y media, tienden a disminuir en la medida en que se progresa en altitud, aunque en el transecto hay dos puntos de rompimiento de la curva, los sitios a 2200 y a 3320 msnm, en donde se invierte el proceso.

La proporción de luz incidente sobre el suelo está en relación directa con la vegetación, especialmente con la disposición del dosel y con el vigor y exuberancia del sotobosque. La localidad investigada en la región tropical muestra un comportamiento similar al exhibido por localidades del páramo y de la franja alta de la región andina. El fenómeno debe estar relacionado con la cobertura de los estratos de vegetación y con la ausencia de sotobosque definido.

La intercepción de luz por el follaje es mayor en las regiones subandina y andina, con valores máximos a 1850 y 2080 msnm. La proporción de luz incidente absorbida por el suelo es considerable; fluctúa entre 86 y 97%. A grandes rasgos el comportamiento del factor lumínico a lo largo del transecto puede resumirse diciendo que, desde la región tropical hasta la subandina, la iluminación aumenta, mientras que en la andina no se sigue el mismo patrón, sino que hay inversiones locales y en la región paramuna con vegetación abierta la iluminación crece en la medida en que lo hace la altitud.

Tabla 3.23. Mesofauna capturada según Berlesse.
Table 3.23. Mesofauna collected by the Berlesse method.

Levantamiento Collection	8	13	12	11	9	10	3	6	2	4	15	7	5	14	1	Total
Altitud (msnm) Altitude (m above sea level)	3000	3300	3900	4000	3100	3800	2300	2400	2100	2300	1000	2500	2200	3300	1900	
Taxa																
Blattodea	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	6
Collembola	-	-	-	5	6	-	-	-	-	2	5	-	-	-	-	18
Coleoptera	2	2	4	26	8	3	2	3	2	1	15	12	5	1	2	88
Dermaptera	-	-	1	-	-	1	-	-	2	2	-	-	-	-	-	6
Diptera	3	7	2	26	13	17	6	2	-	27	-	-	29	-	-	132
Dictyoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	9
Diplura	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	21
Hemiptera	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	2
Homoptera	-	-	1	2	-	-	1	1	2	3	1	-	-	-	-	11
Hymenoptera	-	-	-	-	-	-	4	1	32	1	8	2	-	-	-	48
Lepidoptera	-	-	-	-	4	-	2	1	-	-	-	1	-	4	-	12
Psocoptera	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Phasmatodea	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	12
Mallophaga	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
Siphonaptera	-	-	-	17	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
Saltatoria	3	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Araneida	1	1	7	29	1	16	1	-	1	5	2	5	-	-	-	69
Pseudoscorpionida	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	3	-	-	1	-	5
Acari	-	10	-	-	-	12	-	-	-	-	9	-	-	-	-	31
Diplopoda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	9	-	-	10
Isopoda	1	3	4	3	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	13
No. de Individuos No. of Individuals	10	23	19	113	46	58	16	21	40	42	52	31	46	6	2	

Tabla 3.24. Densidad de actividad de la mesofauna (trampas Barber).
Table 3.24. Density of mesofauna activity (Barber traps).

Levantamiento Collection	4	5	8	9	2	1	3	Total
Altitud (msnm) Altitude (m above sea level)	2300	2200	3000	3100	2100	1900	2300	
Taxa								
Blattodea	-	2	-	-	-	-	-	2
Coleoptera	11	24	4	77	6	7	1	130
Collembola	1	3	3	6	-	-	-	13
Dictyoptera	3	-	-	-	-	-	-	3
Diptera	7	1	3	7	1	-	-	19
Diplura	-	-	-	-	-	2	-	2
Hemiptera	3	2	-	-	-	-	-	5
Homoptera	4	1	-	-	-	2	-	7
Hymenoptera	31	16	-	1	-	5	-	53
Orthoptera	26	50	6	-	2	27	-	111
Phasmatodea	-	3	-	-	-	-	-	3
Siphonaptera	-	1	-	-	-	-	-	1
Thysanura	-	-	-	-	-	2	-	2
Aracnida	7	20	1	2	-	-	-	30
No. de Individuos Number of Individuals	93	123	17	93	9	45	1	

Pollen

4.1. Paleoecological Study in the Valle de la Plata

Luisa Fernanda Herrera

Since the Proyecto Arqueológico Valle de la Plata aims to study the human societies that occupied the Valle de la Plata and how they changed through time, it must concern itself with the ways in which those human societies made use of the various habitats the region offered, with the ways in which human populations responded to the environmental changes that occurred during a long sequence of occupation, and with the ways in which human presence in the region and exploitation of its resources caused further environmental change. It is toward the elucidation of these issues that the palinological studies reported in this chapter are directed. And it is largely to lay the foundation for these palynological studies that the three previous chapters have been presented.

The pollen studies seek two distinct but interrelated results:

1. A chronological sequence of vegetation in areas corresponding to the major elevation zones into which the Valle de la Plata can be divided, revealing the endogenous and exogenous influences to which the plant communities of each zone were subjected through time.
2. A delineation of the direct effects of human manipulation of the Valle de la Plata's environment, including the registration of the presence of such human influence, the crops that may have been grown, etc. This aspect of the study directly contributes to an understanding of human settlement and economic systems and is designed to complement archeological studies of regional settlement patterns.

Fieldwork

The majority of the pollen samples analyzed to date were collected in the field during 1984. Samples were collected all along the altitudinal and environmental transect that the Valle de la Plata forms. All of the different landscapes were sampled except the lowest elevations (the piedmont alluvial plain of Tesalia-Paicol), where our efforts to locate sediments with

well preserved ancient pollen did not meet with success.

A total of 25 samples was taken, from different profiles located between 1000 and 3400 m above sea level. Of these, five profiles have been analyzed; their interpretations are presented in this chapter. In addition, we present the interpretation of a pollen core made by Salomon Kroonenberg and Peter Kuhry in 1982 in the crater of the Merenberg volcano. A summary of all the profiles and the kinds of samples that were obtained from them can be found in Table 4.1, and all are located on the map in Figure 4.1.

Samples for pollen analysis were collected by two different methods, depending on the type of soil. In areas with well-drained soils, a trench was opened deep enough to reach the lowest soil horizon. Metal channels or trays 0.5 m long were pressed into one of its sides, overlapping as necessary to provide a complete vertical profile. These were then removed encasing the intact soil sample. For poorly drained soils, a soil auger was used. In the case of the Merenberg crater, a Dachnovski type auger produced a core to a depth of 4 m. At Barranquilla, a Dutch style auger was used in a marshy area to retrieve a core to a depth of 2.53 m, at which level the sediments of a former lake bed ended.

Preparation and Analysis of the Samples in the Laboratory

The pollen samples were prepared in the pollen laboratories of the Instituto de Ciencias Naturales of the Universidad Nacional de Colombia and at the Hugo de Vries Laboratory of the University of Amsterdam. In both cases the method described by Faegri and Iversen (1966) was utilized. The samples were treated with a 10% solution of KOH for 10 minutes (and those that contained much clay were treated with sodium pyrophosphate for 12 hours), followed by acetolysis (Erdtman 1960). For the final separation, a mixture of bromoform and

Polen

4.1. Paleoecología en el Valle de la Plata

Luisa Fernanda Herrera

Dado que los objetivos del Proyecto Arqueológico Valle de la Plata se centran en el estudio de las comunidades que ocuparon dicha región y su evolución a través del tiempo, es necesario llegar a establecer la forma como el hombre explotó los diferentes habitats y cómo llegó a influir sobre el medio en que vivió. Para este fin la palinología es una ciencia auxiliar de gran utilidad, puesto que permite determinar de qué manera una región ha evolucionado en el tiempo, ya sea por causas naturales o antrópicas. Naturales, en el caso de registrarse un cambio climático (temperatura y humedad) y antrópicas, por influencia del hombre sobre el paisaje (tala de bosque, construcciones, etc.) Tales variaciones se pueden observar claramente en los perfiles de suelos analizados, y esto es lo que se quiere describir en el presente capítulo.

Son dos los aspectos principales que aquí se discuten:

1. Un perfil temporal de la vegetación (sucesión) en sitios correspondientes a los tres pisos altitudinales en donde se registre la influencia endógena y exógena sobre las comunidades vegetales de cada franja.
2. La determinación de la influencia del hombre prehispánico sobre el medio ambiente en el cual habitó. En particular se precisará el establecimiento humano en cada uno de los diferentes pisos altitudinales analizados, y los cultivos que fueron registrados mediante el análisis polínico, con el fin de llegar a conocer el tipo de manejo que el hombre dio al medio.

Trabajo de Campo

Durante la temporada de campo de 1984 se recolectaron la totalidad de las muestras que han sido analizadas hasta el momento. Estas se tomaron como se mencionó anteriormente, a lo largo del transecto estudiado, en cada uno de los diferentes paisajes observados, con excepción de la parte baja (llanura aluvial de piedemonte de Tesalia-Paicol) debido a que en la

zona no se localizó un sitio adecuado para la recolección de las muestras.

En total son 25 muestras, en diferentes perfiles localizados entre los 1000 y 3400 msnm. De estos, cinco perfiles han sido ya analizados, y son los que se interpretan en la presente publicación. Adicionalmente, se presenta aquí la interpretación de un sondeo realizado en el cráter del volcán Merenberg por Salomón Kroonenberg y Peter Kuhry en el año de 1982. Una síntesis de los diferentes sitios muestreados y el tipo de información allí obtenida se encuentra resumida en la Tabla 4.1, y los sitios se ubican en la Figura 4.1.

Las muestras de polen fueron tomadas mediante dos métodos diferentes, dependiendo del tipo de suelo. En áreas de suelos bien drenados se abrió una calicata, la cual se profundizó hasta encontrar el último horizonte del perfil del suelo. Sobre una de sus paredes se colocaron los canales metálicos de 0.5 m de largo cada uno, los cuales se introdujeron y luego se sacaron con la muestra de suelo dentro de ellos. Para áreas de suelos pobremente drenados, se utilizó el barreno Dachnovski. Este último procedimiento se utilizó en la perforación de Merenberg únicamente, en un suelo turboso, hasta una profundidad de 4.00 m. En el sitio Barranquilla se llevó a cabo una perforación con barreno tipo holandés dentro de la zona pantanosa, hasta los 2.53 m, nivel en el que terminó el suelo correspondiente a una antigua laguna.

Preparación y Análisis de las Muestras en el Laboratorio

La preparación de las muestras de polen se llevó a cabo en los laboratorios de palinología del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia y el Hugo de Vries de la Universidad de Amsterdam. En ambos casos se utilizó el método descrito por Faegri e Iversen (1966). Dicho material fue tratado con una solución de KOH al 10% durante

alcohol with a specific gravity of 2.0 was utilized. Once the samples were prepared, they were mounted on slides with glycerin gelatine and were sealed with paraffin. Eucalyptus pollen tablets were added to the samples from the Merenberg profile as markers, but otherwise preparation was the same.

Counting was under bifocal microscopes (Leitz 20 EB and Laboval 2 Carl Zeiss Jena). The reference collection of the palynology laboratory of the Instituto de Ciencias Naturales and the available literature for Colombia and other tropical regions were the principal tools for identification of pollen grains. The most relevant publications include the following: van der Hammen and González (1963), Thanikaimoni (1970), Heusser (1971), Huang (1972 and 1981), Willis (1973), van der Hammen, Werner, and van Dommelen (1973), Bartlett and Barghoorn (1973), Murillo and Bless (1974 and 1978), Markgraf and D'Antoni (1978), Absy (1979), Bonnefille and Riollet (1980), Hooghiemstra (1984), Herrera (1985), and Salomons (1986).

Since this study aims to treat both the natural environmental history of the Valle de la Plata and the effects of human activity on the ecosystem, the pollen profiles chosen for analysis include areas remote from human impact as well as those where the environment has been substantially altered by

human presence.

Section 2 discusses the analysis of two soil profiles, one at 3000 m above sea level on the western slope of the central cordillera, and one at 3400 m at the peak of the cordillera. Of these, the profile located at 3400 m presents a natural environmental history of the region, while the lower one much more strongly reflects the presence of people and their influence on the environment.

The analysis in Sections 3 and 4 concerns two soil profiles from the eastern slope of the central cordillera, at 3000 and 2500 m respectively, which register the natural environmental history of the region.

Section 5 discusses the analysis of two profiles located in or near archaeological sites, at 2300 and 1640 m above sea level. Here it is human activity, such as cultivation and residence, that dominates.

Finally, Section 6 correlates and compares the interpretations of the six profiles and summarizes the most significant results. Unfortunately, only a few C14 dates are available, and several profiles have not produced any suitable material for dating. All the profiles can nevertheless be related to each other by aligning the climatic changes their diagrams reflect.

10 minutos (las muestras que presentaron alto contenido de arcilla fueron tratadas con pirofosfato de sodio durante 12 horas), seguido por un tratamiento de acetólisis (Erdtman 1960). Por último, para la separación final, se utilizó una mezcla de bromoformo y alcohol, con gravedad específica de 2.0 Una vez preparadas las muestras, el residuo se montó en láminas con gelatina glicerina, y selladas con parafina. Las muestras correspondientes al perfil de Merenberg se prepararon adicionándoles pastillas de eucalipto como marcador, siguiendo el proceso antes descrito.

Para el conteo de las láminas se utilizaron microscopios bifocales (Leitz 20EB y Laboval 2 Carl Zeiss Jena) de propiedad de Luisa Fernanda Herrera el primero y del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia los otros. La identificación de los granos de polen se llevó a cabo utilizando la colección de referencia del laboratorio de palinología del Instituto de Ciencias Naturales y la literatura disponible no sólo de Colombia sino de otras regiones tropicales. Entre las publicaciones más relevantes se pueden citar las siguientes: van der Hammen y González (1963), Thanikaimoni (1970), Heusser (1971), Huang (1972 y 1981), Willis (1973), van der Hammen, Werner y van Dommelen (1973), Bartlett y Barghoorn (1973), Murillo y Bless (1974 y 1978), Markgraf y D'Antoni (1978), Absy (1979), Bonnefille y Riollet (1980), Hooghiemstra (1984), Herrera (1985) y Salomons (1986).

El presente capítulo da una relación a cerca de la historia medioambiental del Valle de la Plata, además de presentar el tipo de influencia que ejerció el hombre sobre su ecosistema.

Es por esto que los perfiles de polen analizados corresponden tanto a áreas no intervenidas por el hombre como a áreas intervenidas en el pasado.

La sección 2 da cuenta del análisis de dos perfiles de suelo, ubicados a 3000 msnm en la vertiente occidental y a 3400 msnm en la cima de la cordillera central. De estos, el perfil localizado a 3400 msnm presenta una historia del medio ambiente de la región, mientras que el segundo (3000 msnm) señala la presencia del hombre y su influencia sobre el medio, además de una historia medioambiental.

Siguen a continuación en las Secciones 3 y 4, el análisis de dos perfiles de suelo, ubicados sobre la vertiente oriental de la cordillera central a 3000 y 2500 msnm respectivamente, en donde se da un registro de la historia medioambiental de la región.

La quinta sección trata del análisis de dos perfiles localizados en sitios arqueológicos, a 2300 y 1640 msnm, en donde se aprecian diferentes actividades del hombre, tales como cultivos y vivienda.

Por último, la sección 6 hace una comparación de los diferentes diagramas analizados, presentando los resultados más importantes. Se puede observar, si se comparan los diferentes perfiles, cuáles han sido los paisajes que presentaron mayor intervención por parte del hombre en diferentes momentos. Desafortunadamente, no se tienen hasta el momento fechas de C14 para los perfiles ubicados dentro de sitios arqueológicos, pero comparando los diferentes diagramas han podido correlacionarse con los que sí tienen dicha información.

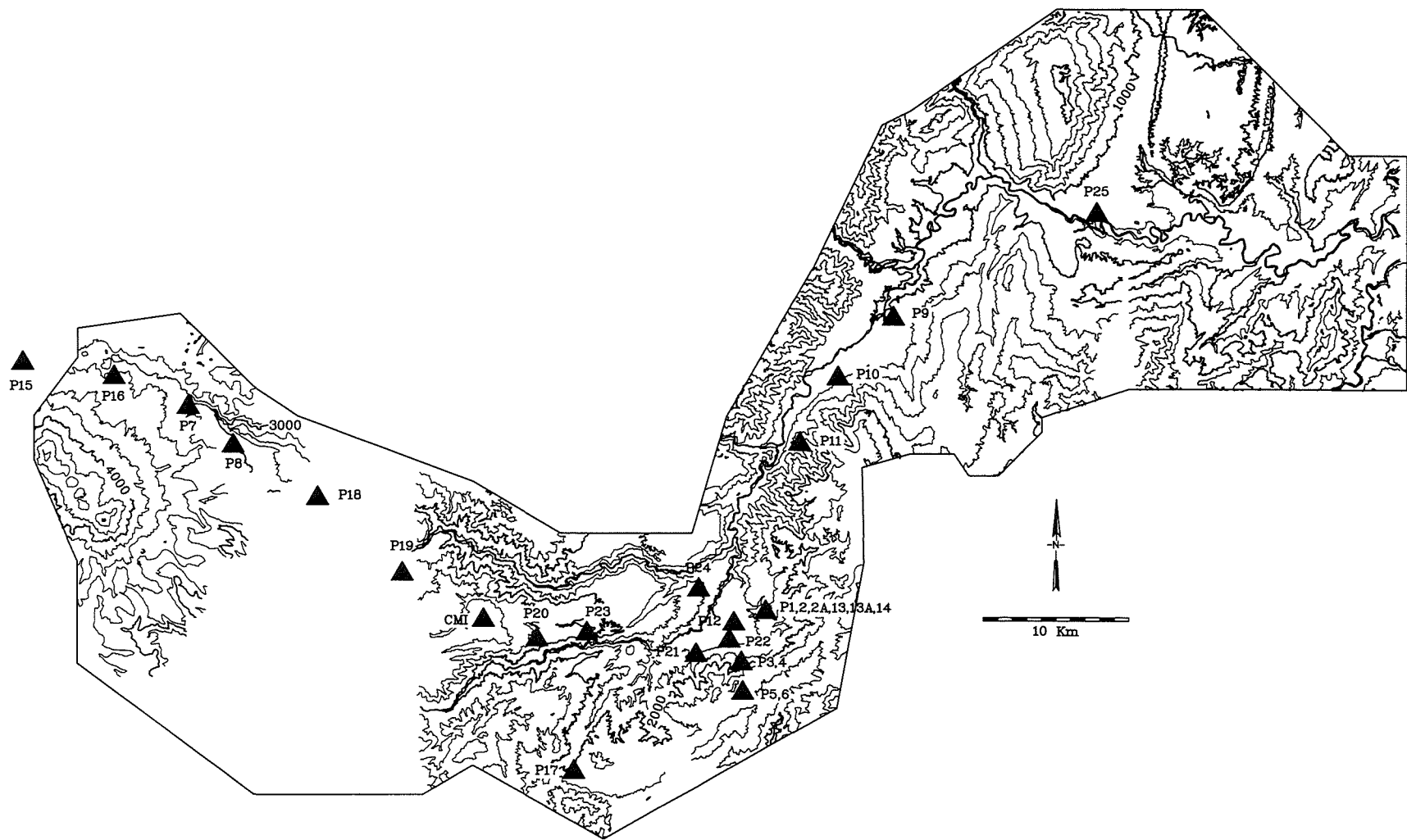


Figure 4.1. Map locating pollen profiles.—Figura 4.1. Mapa ubicando los sitios de muestreo para el estudio palinológico.

Tabla 4.1. Sitios de muestreo de polen y muestras recolectadas.
Table 4.1. Pollen sample locations and samples collected.

Suelo No. Soil No.	Localidad Location	Alt. (m.)	Muestras de Polen Pollen Samples			Suelos Soils	Fosfatos Phosphates	Vegetación Vegetation	Fechas C14 C14 Dates
			Lluvia Rain	Canal Tray	Indiv.				
1	Finca Barranquilla, La Argentina	1600	1	1		6	3		
2	Finca Barranquilla, La Argentina	1600	1	2	3	6	4		
2A	Finca Barranquilla, La Argentina	1600	1	2					
3	Vereda El Carmen, La Argentina	1830							
4	La Argentina	1930		1		3	3		
5	Finca Palmira, La Argentina	2120				3		1	
6	Arriba Finca Palmira, La Argentina	2300	1	1	1	2		1	
7	Cabaña San Juan, Parque Puracé, Inderena	3200	1		3	3		1	
8	Cab. San Nicolás, Parque Puracé, Inderena	3000	1	3		5		1	
9	La Lindosa, La Plata	940	1		5	3		1	
10	Bajo Retiro, La Plata	1050				4	2		
11	Alto Retiro, La Plata	1250			2	3			
12	La Argentina	1500	1	2		4			
13	Finca Barranquilla, La Argentina	1600				7			
13A	Finca Barranquilla, La Argentina	1600	2.53 m (con barreno—with soil auger)						
14	Barranquilla Alta, La Argentina	1640				4	3	1	
15	San Andrés Pilimbalá, Parque Puracé	3000	1	3		6	2	2	
16	Laguna San Rafael, Parque Puracé	3400	1	2	6	4			
17	Fca. Pto. Sergio, Ver. Rosario, La Arg.	2100				5			
18	Tijeras, Km 120, Santa Leticia	2550	1	1		4	3	1	
19	Santa Leticia	2300	1	2		4			
20	Vereda La Estación, Belén	2150	1		2	3	1		
21	Vereda Las Aguilas, La Argentina	1550	1		2	4	1		
22	Unión caminos Betania y Carmen, La Arg.	1530	1		4	10			
23	Fca. La Estrella, Vereda El Vegón, Belén	2000	1	4	3	4			
24	Vereda San Rafael, La Argentina	1600				3			
25	Planicie de Carnicerías, Tesalia	825				3			
CMI	Volcán Merenberg	2500	4.00 m	(Kroonenberg y Kuhry, con barreno Dachnovski—with Dachnovski soil auger)					2

4.2. Pollen Analysis of Pilimbalá (Profile 15) and Laguna San Rafael (Profile 16)

Luisa Fernanda Herrera
Fernando Piñeros S.

Pilimbalá, Puracé National Park

This profile is in the high Andean forest, at 3000 m above sea level on the western slope of the central cordillera with a mean annual precipitation of 2000 mm. It is near the main road to Popayán, approximately 2 km east of the turn-off to San Andrés Pilimbalá.

This location falls in Great Landscape E, which is composed of mantles of volcanic ash and other pyroclastic materials, in the cold to very cold climatic province. The profile (Soil 15 in Table 4.1 and Figure 4.1) was cut in the center of a plano-convex colluvium with a slope of 30%. The surrounding relief is mountainous, with a general slope between 30 and 60%.

The bedrock is pyroclastic and the soils are volcanic ash. There is no evidence of erosion. The soil humidity regime is udic and the temperature regime isomesic. The profile is deep and very humid, with rapid internal drainage. The soil taxonomy corresponds to typical Dystrandept.

General Characteristics of the Profile

0–33 cm	Horizon A1. Color 10YR 2/2. Strong reaction to NaF, pH 5.5. Sandy clay loam, friable, slightly sticky and slightly plastic. Abundant roots and high biological activity. Clear, even limit.
33–70 cm	Horizon A2. Color 10YR 1.7/1. Strong reaction to NaF, pH 5.5. Clay loam, friable, sticky and plastic. Abundant roots and high biological activity. Diffuse, even limit.
70–98 cm	Horizon AB. Color 10YR 3/2. Strong reaction to NaF, pH 5.5. Clay; small, moderately subangular blocky structure; sticky and plastic. Abundant nodules of material containing iron brought up from the lower horizon. Gradual, undulating limit.
98–116 cm	Horizon B1. Shows a 1 cm thick layer of iron with numerous small fragments of pyroclastic material. Color 10YR 4/4 and 10YR 3/4.

Soil analysis was performed by Pedro José Botero.

Strong reaction to NaF, pH 5.0. Clay; moderately subangular blocky structure; sticky and plastic. Moderate biological activity. Abrupt undulating limit.

116–141 cm Horizon 2B2. Color 10YR 5/8. Strong reaction to NaF, pH 4.5. Sandy clay loam; small, moderately subangular blocky structure; slightly sticky and plastic. Clear, undulating limit.

141–174 cm Horizon 2C. Color 10YR 6/6. Strong reaction to NaF, pH 4.5. Sandy clay loam; moderately subangular blocky structure; slightly sticky and plastic. Abundant rock fragments. Scarce roots. No biological activity. Large fragments of mixed pyroclastic rocks.

There is much organic material down to 70 cm below the surface. The saturation of bases is low or very low. Phosphorous available for plants is very low. The capacity for exchange of positive ions is high and aluminum does not reach toxic levels. The acidity (pH) varies from strongly acid to moderately acid. The textures indicate a great variability in the age and degree of weathering of the volcanic materials that form the layers from which this soil is derived.

Physical characteristics (permeability, structural stability, porosity) are excellent, so there are neither problems with drainage nor physical impediments to root growth. Nevertheless, without fertilizer, these soils demand plants highly adapted to the situation, especially in terms of temperature, acidity, low available phosphorous, and low rate of mineralization of organic material.

Modern Vegetation

The area where the soil profile was cut is currently covered by grasses. The land is dedicated primarily to livestock raising and to a lesser degree to agriculture (mainly potatoes). No botanical collection was made here owing to the high degree of human intervention.

Pollen Analysis

This pollen profile has a depth of 1.50 m. Pollen counts were made at intervals of 2 cm for the first 70 cm. Below 70 cm, preserved pollen was sparse and the interval was increased to 5 cm. At each level at least 300 grains of pollen were counted, except for levels where this number of grains was not

4.2. Análisis Palinológico de los Sitios de Pilimbalá (Perfil 15) y Laguna San Rafael (Perfil 16)

Luisa Fernanda Herrera
Fernando Piñeros S.

El Sitio de Pilimbalá, Parque Nacional Puracé

Este sitio se encuentra localizado en el bosque alto andino, a 3000 msnm en la vertiente occidental de la cordillera central con una precipitación promedio anual de 2000 mm. Está al borde de la carretera principal que conduce a Popayán, aproximadamente a 2 km al oriente de la desviación hacia San Andrés Pilimbalá.

El perfil se encuentra ubicado en el gran paisaje E de mantos de ceniza volcánica y otros materiales piroclásticos, dentro de la provincia climática fría a muy fría (suelo 15 en la Tabla 4.1 y la Figura 4.1). Se localiza en un coluvio, hacia la parte media, con una forma plana cóncava. El relieve es fuertemente ondulado, con una pendiente del 30%. La topografía del área circundante es montañosa, con una pendiente general entre 30 y 60%.

El material geológico es piroclástico y el suelo, de cenizas. No se encuentran evidencias de erosión. El régimen de humedad del suelo es údico; el de temperatura, isomésico. Es un perfil muy profundo, totalmente húmedo, de drenaje interno rápido. En general es un suelo bien drenado, con un epipedón ócrico. La taxonomía del perfil corresponde a Dystrandep típico.

Características Generales del Perfil

0–33 cm	Horizonte A1. Color 10YR 2/2. Reacción al NaF fuerte, pH 5.5. Franco arcillo-arenoso, migajoso, ligeramente pegajoso y ligeramente plástico. Abundantes raíces y alta actividad biológica. Límite claro y plano.
33–70 cm	Horizonte A2. Color 10YR 1.7/1. Reacción al NaF fuerte, pH 5.5. Franco arcilloso, migajoso, pegajoso y plástico. Abundantes raíces y alta actividad biológica. Límite difuso y plano.
70–98 cm	Horizonte AB. Color 10YR 3/2. Reacción al NaF fuerte, pH 5.5. Arcilloso, bloques subangulares, moderados, finos; pegajoso y plástico. Abundantes nódulos de material ferruginoso

El análisis de suelos fue realizado por Pedro José Botero.

traído del horizonte inferior. Límite gradual ondulado.

98–116 cm Horizonte B1. Presenta una acumulación de hierro de 1 cm de espesor con abundantes fragmentos pequeños de material piroclástico. Color 10YR 4/4 y 10YR 3/4. Reacción al NaF fuerte, pH 5.0. Arcilloso, bloques subangulares moderados, finos y medios; pegajoso y plástico. Actividad biológica moderada. Límite abrupto ondulado.

116–141 cm Horizonte 2B2. Color 10YR 5/8. Reacción al NaF fuerte, pH 4.5. Franco arcillo-arenoso, bloques subangulares moderados finos; ligeramente pegajoso y plástico. Límite claro y ondulado.

141–174 cm Horizonte 2C. Color 10YR 6/6. Reacción al NaF fuerte, pH 4.5. Franco arcillo-arenoso, bloques subangulares, moderados, finos; ligeramente pegajoso y plástico. Abundantes fragmentos de roca. Raíces escasas. Actividad biológica nula. Fragmentos grandes de rocas piroclásticas mezcladas.

La cantidad de materia orgánica es alta hasta los 70 cm de profundidad. La saturación de bases es baja o muy baja. El fósforo disponible para las plantas es muy bajo. La capacidad de intercambio de cationes es alta y el aluminio no alcanza niveles de toxicidad. La acidez (pH) varía desde fuertemente ácido hasta moderadamente ácido. Las texturas indican gran variabilidad en la edad y grado de meteorización de los materiales volcánicos que forman las capas superpuestas de las cuales se deriva este suelo.

Las condiciones físicas son excelentes: permeabilidad, estabilidad estructural, porosidad, por lo cual no existen problemas de drenaje o impedimentos físicos para el crecimiento de las raíces. Si estos suelos no son fertilizados, exigen plantas muy adaptadas a sus condiciones, especialmente por temperatura, acidez, poco fósforo fácilmente disponible y baja tasa de mineralización de la materia orgánica.

Vegetación Actual

El sitio en donde se describió el perfil de suelo para el análisis palinológico se encuentra actualmente cubierto de pastos. La mayoría del terreno está dedicado a la ganadería y

found, even after counting three slides.

The principal diagram (Figure 4.2) is made up of five different curves, one each for the elements of the Andean-subandean forest, the high Andean forest, the páramo (excluding grasses and composites), the grasses and composites, and the cultivated plants.

Pollen preservation was quite good down to a depth of 1.20 m, with the quantity falling off below that depth. From 1.33 m on, pollen was insufficient for a 300 grain count. Only a few elements were registered; these are indicated in the diagram (Figure 4.2) with black dots.

The stratum between 1.41 and 1.50 m below the surface is composed of very old, heavily weathered volcanic ash, probably mixed in a colluvial deposit with other materials. It was rapidly buried and thus contains almost no pollen. It is the C horizon, the first cultivated soil, found at a depth of 1.10 m.

The profile can be divided into four major pollen zones, some of which are subsequently split into several subzones. The division into subzones is based on changes in the composition of the forest and in human intervention in the local vegetation.

ZONE A (133–98 cm)

This zone is characterized by a very cold and relatively dry climate in which savanna vegetation predominates. Elements such as Gramineae, Compositae, *Ilex*, Ericaceae, *Salvia kilipiana* and *Pernettya* are found. Of the ferns, the psilate and verrucate monoletes are the most abundant, and there are high percentages of fungi. Zone A was subdivided in two subzones.

Subzone A1 (133–117 cm)

This subzone corresponds to the B horizon of the ancient soil. It is probable that this was first a surface horizon, although for only a short time before being buried by a volcanic ash fall.

Here it is most evident that the area was covered by open savanna vegetation, with a dominance of grasses and some fern spores (verrucate monoletes). *Hedyosmum*, *Symplocos*, *Ilex*, *Alnus*, Ericaceae, *Fuchsia*, *Guarea*, and *Pernettya* occur in lower percentages. There are also fern spores—psilate and verrucate monoletes, *Isoetes*, Cyatheaceae, verrucate triletes, and reticulate *Lycopodium*. During this subzone, fungus spores reach high percentage values and there are other elements indicative of high humidity, such as *Tilletia sphagni*, *Debarya glyptosperma*, and *Botryococcum*. The quantity of pollen for the levels pertaining to this subzone did not reach 200 grains, the maximum being 142.

Subzone A2 (117–98 cm)

The first evidence of agriculture is found on this ancient surface, in soils derived from highly evolved volcanic ash. The climate was drier than during the previous subzone, and the soil shows little accumulation of organic material. Pollen preservation is quite good, and more than 300 grains could

easily have been counted.

The vegetation is very similar to that of the previous subzone, with the exception of the appearance of *Rapanea*, a decrease in the *Alnus* curve, and the disappearance of *Symplocos*. The cultivated plants that appear are maize (*Zea mays*), potatoes (*Solanum tuberosum*) and quinoa (*Chenopodium quinoa*).

ZONE B (98–70 cm)

During this zone a great change in the vegetation occurs and the climate stabilizes. Human settlement in the region was firmly established, and a number of different crops were cultivated. Even so, the quantity of arboreal pollen that appears in the pollen spectrum clearly demonstrates the presence of forest vegetation. A rise in Andean-subandean forest vegetation and a decrease in savanna vegetation can probably be attributed to a rise in temperature.

Among the cultivars identified in this zone are maize (*Zea mays*), Sapotaceae, potato (*Solanum tuberosum*), quinoa (*Chenopodium quinoa*), and beans (*Phaseolus*). Cultivation might have been in *eras*, or ridges, some 1 m wide by 40 to 50 cm high, similar to those seen in the region today, on which various crops could have been interplanted.

This zone also received a fresh volcanic ash fall, which implies some disruption of patterns of human settlement and cultivation.

With respect to the natural vegetation of the zone, there is the appearance of Compositae liguliflorae, and a decrease in Gramineae. Some of the forest elements that appear are *Quercus*, *Weinmannia*, Melastomataceae, *Miconia Vallea*, *Clusia*, *Clethra*, *Hyeronyma*, *Alchornea*, *Acalypha*, *Croton*, *Saurauia*, Rubiaceae, Mimosaceae, *Hydrocotyle*, and others of less importance. Fern spores decline considerably from the levels of the previous zone, with only the psilate monoletes showing an increase.

ZONE C (70–7 cm)

This period may correspond to an increase in human population, and an intensification of agriculture. Nevertheless, the surrounding forest persists. Increases in temperature and in relative humidity are evidenced. These changes may have required the farmers of the region to make extra investments in their fields, for example, by constructing and maintaining ditches to drain excess water from the soils. This zone was divided into four subzones.

Subzone C1 (70–52 cm)

Gramineae decline considerably, indicating a reduction in the area of savanna vegetation. This would seem directly linked to a rise in temperature. The Andean forest expands, with increases in elements such as Melastomataceae, *Miconia*, *Vallea*, *Rapanea*, *Acaena*, and *Clusia*. Some elements characteristic of zones affected by human intervention increase and ferns decrease. Among cultivars, maize, potato, and quinoa continue to be registered.

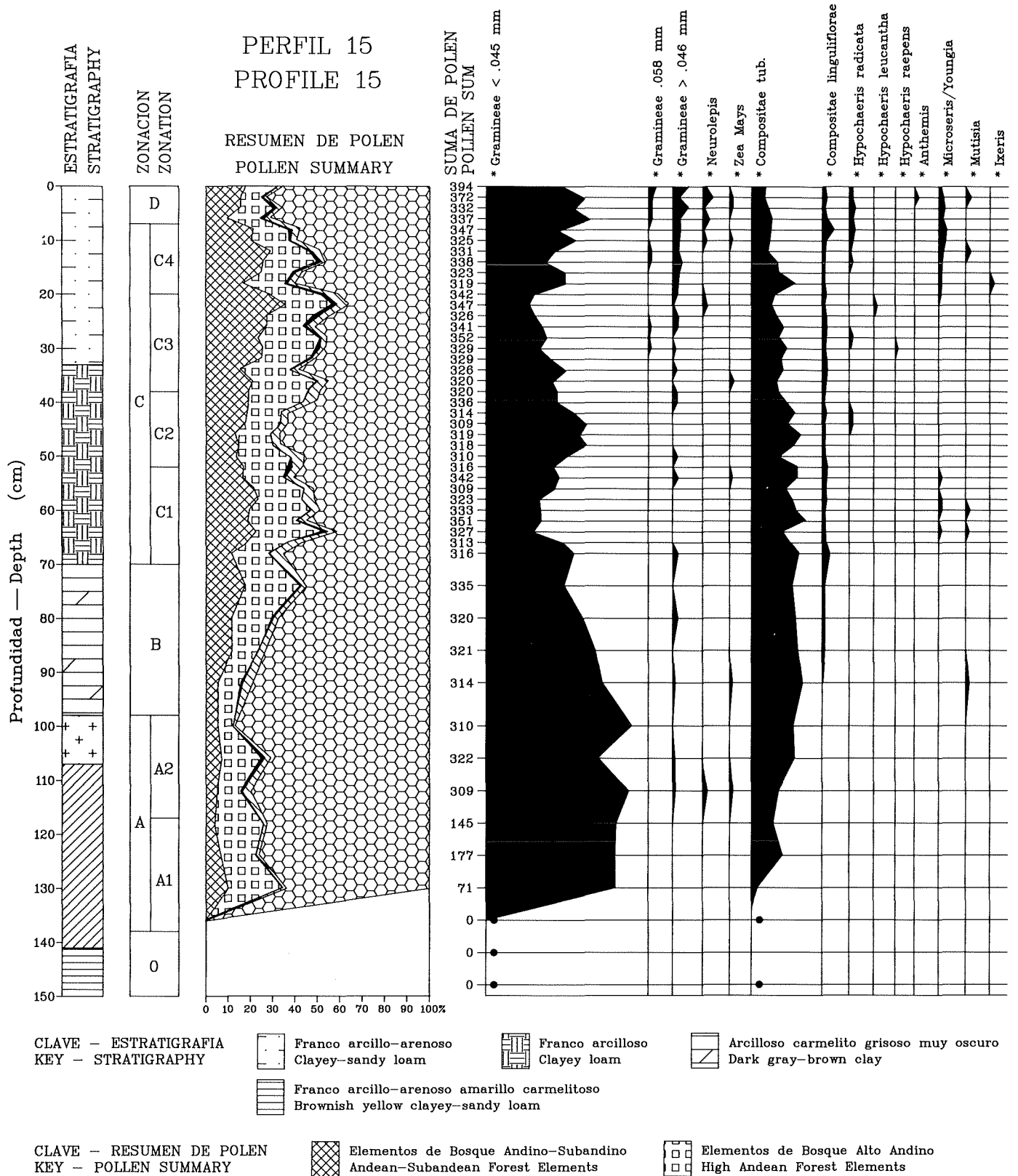


Figura 4.2. Diagrama palinológico—Pilimbalá (Perfil 15).

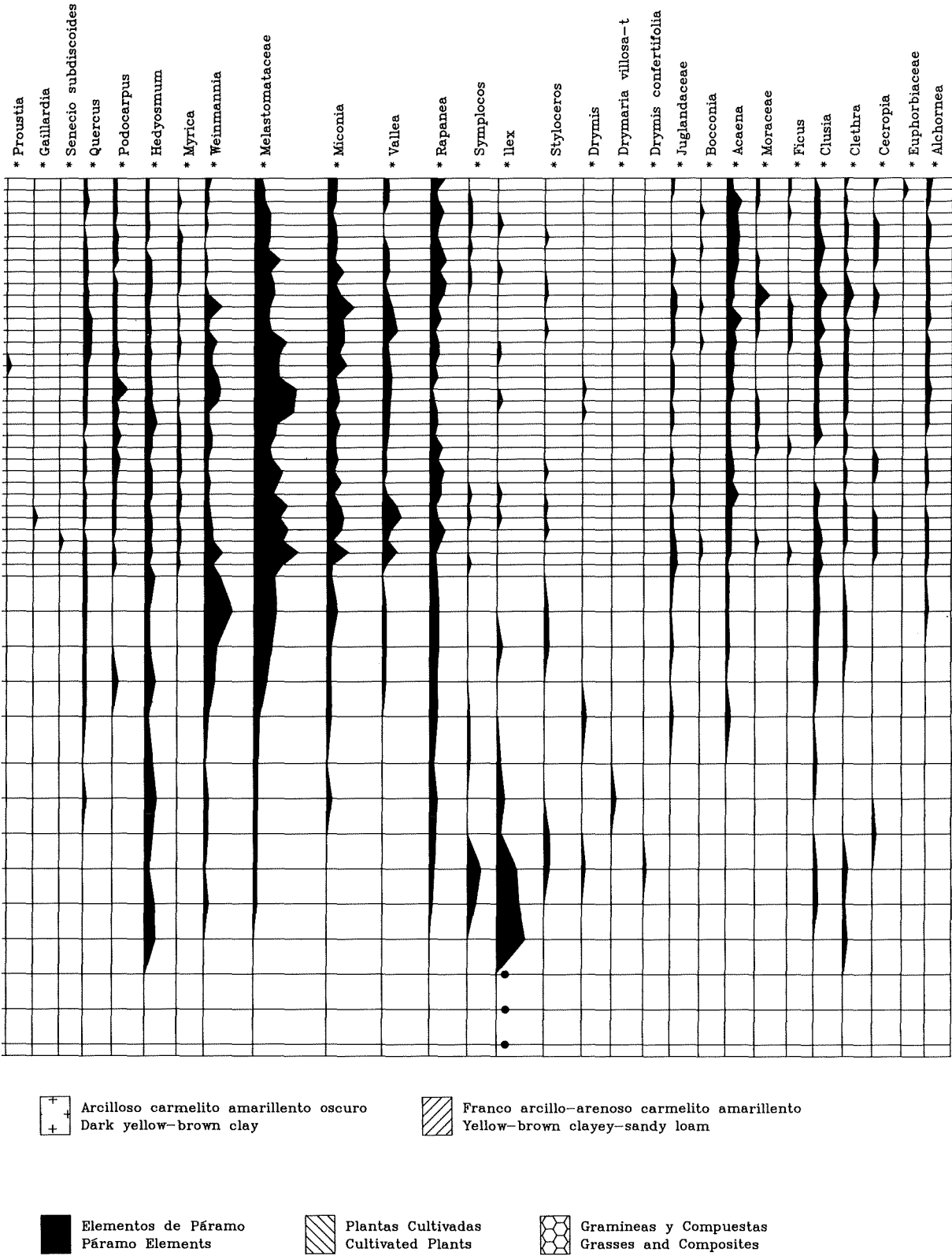


Figure 4.2. Pollen diagram—Pilimbalá (Profile 15).

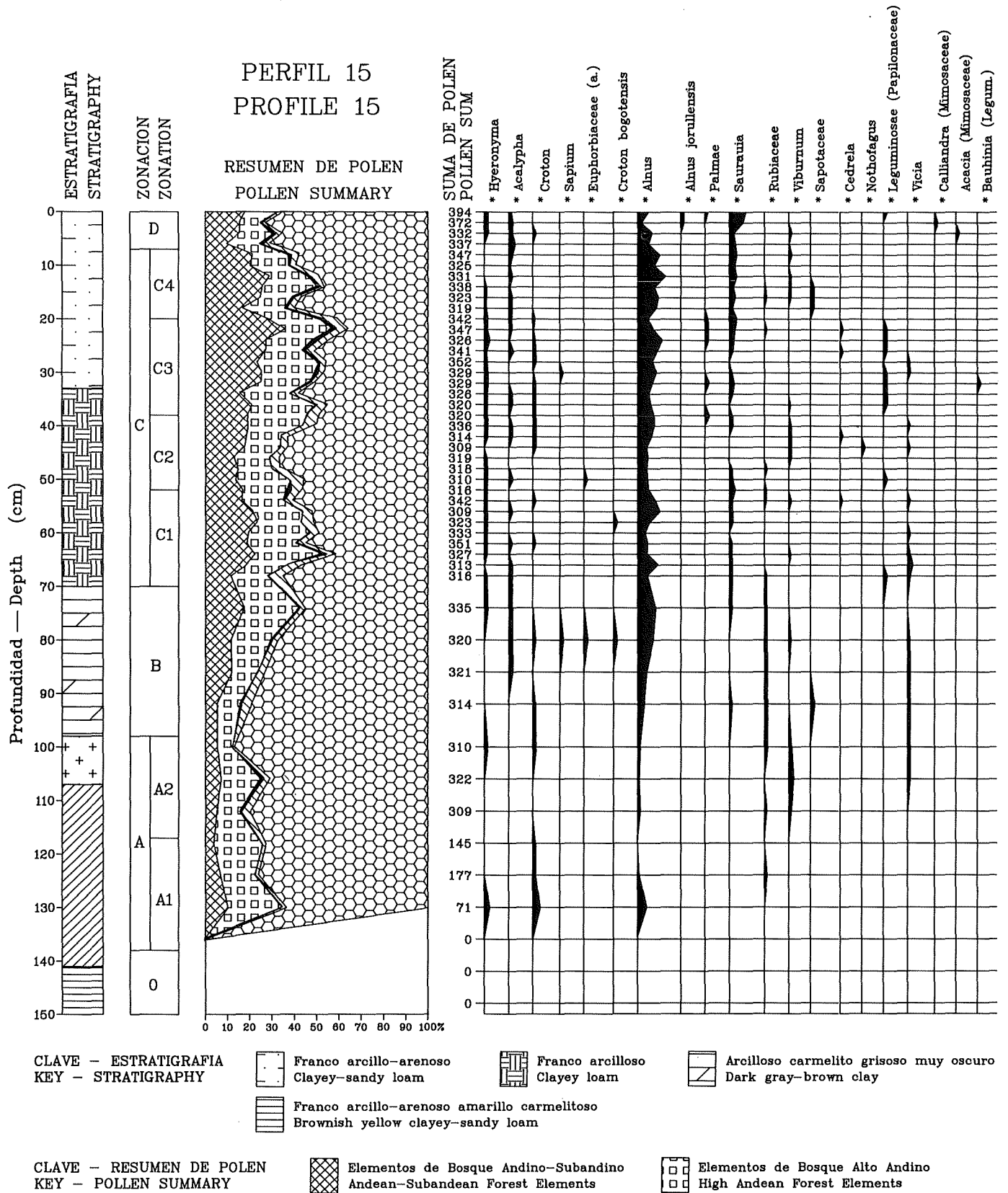
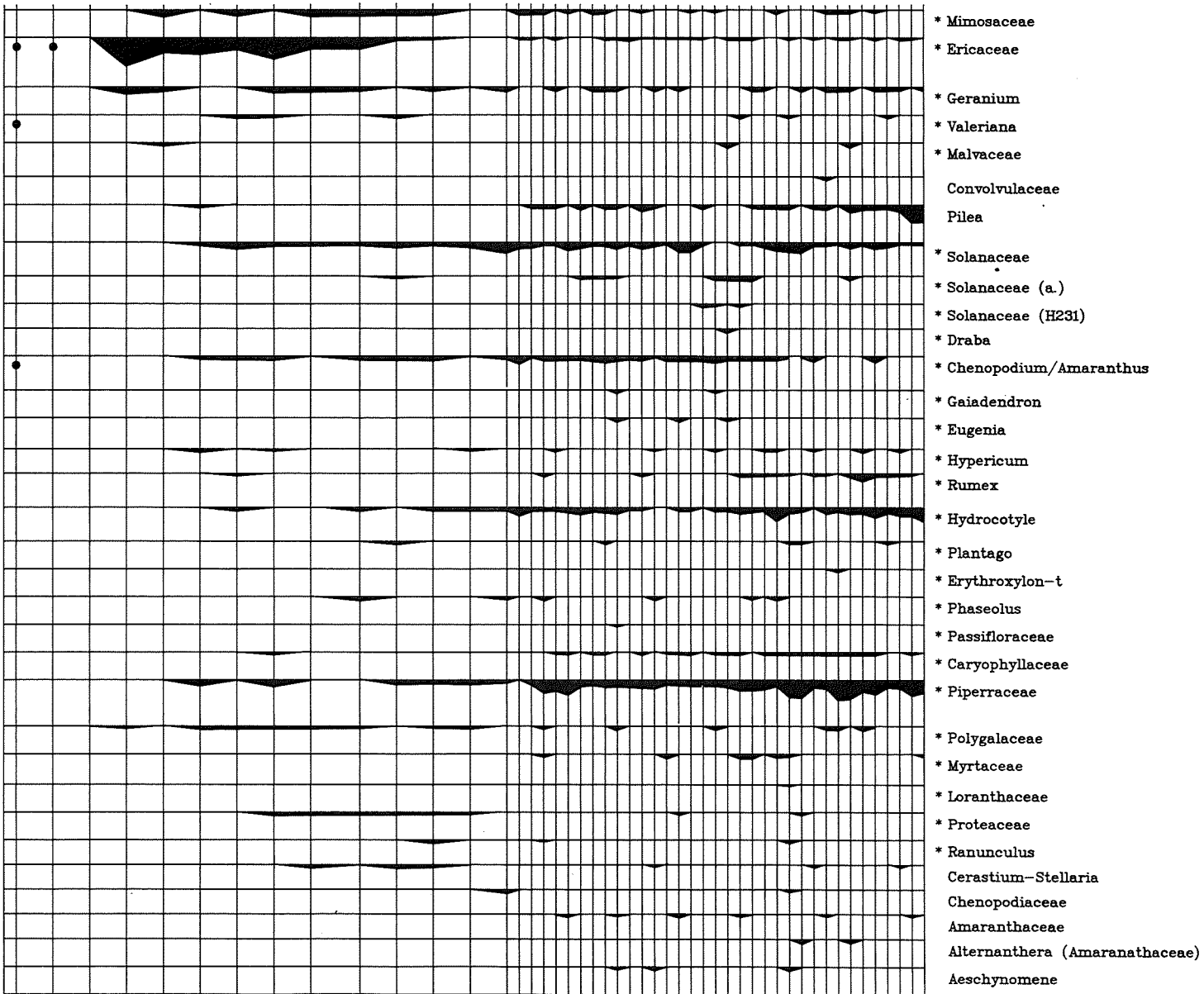


Figura 4.2 (cont.)



Arcilloso carmelito amarillento oscuro
Dark yellow-brown clay



Franco arcillo-arenoso carmelito amarillento
Yellow-brown clayey-sandy loam



Elementos de Páramo
Paramo Elements



Plantas Cultivadas
Cultivated Plants



Gramíneas y Compuestas
Grasses and Composites

Figure 4.2 (cont.)

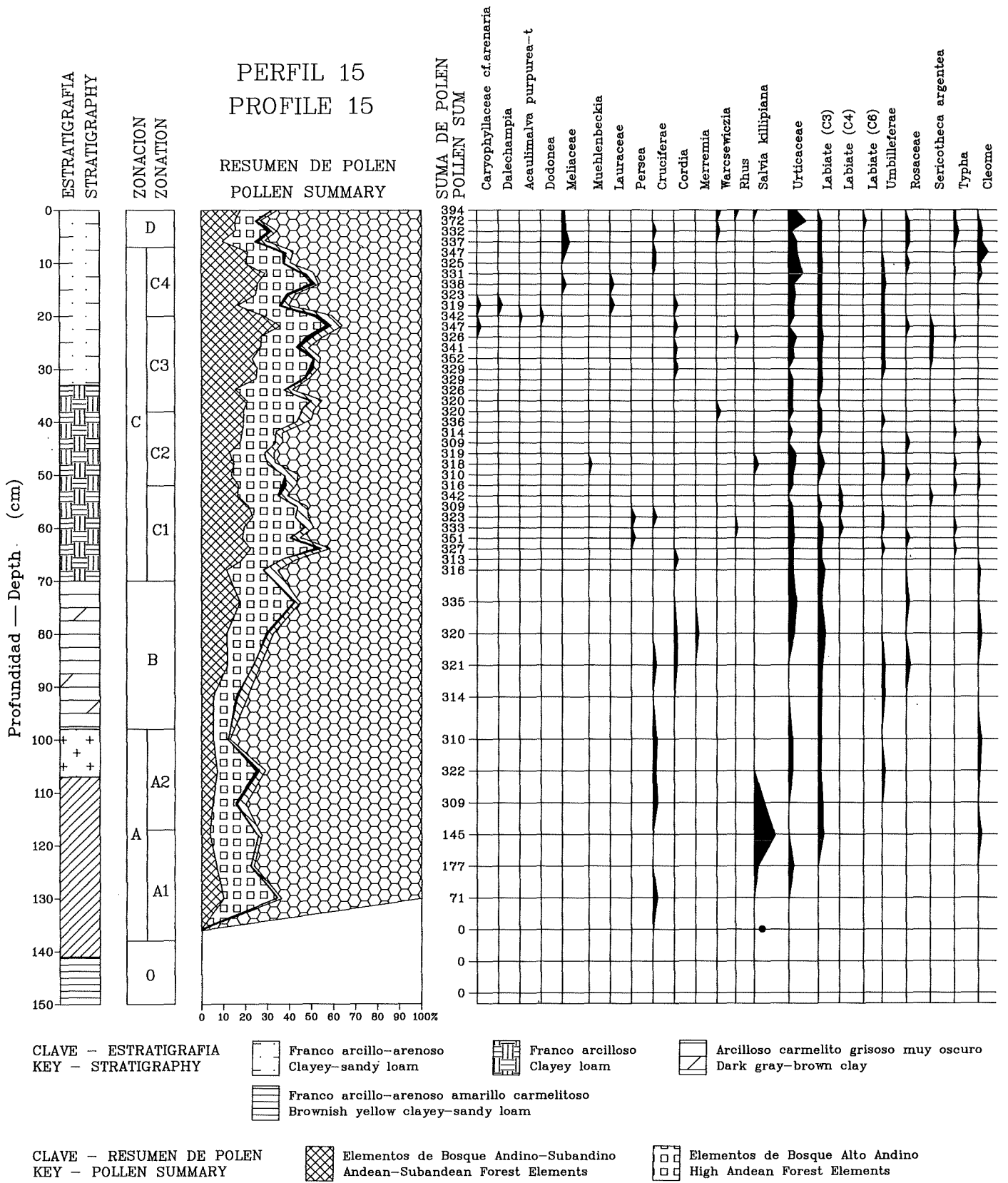
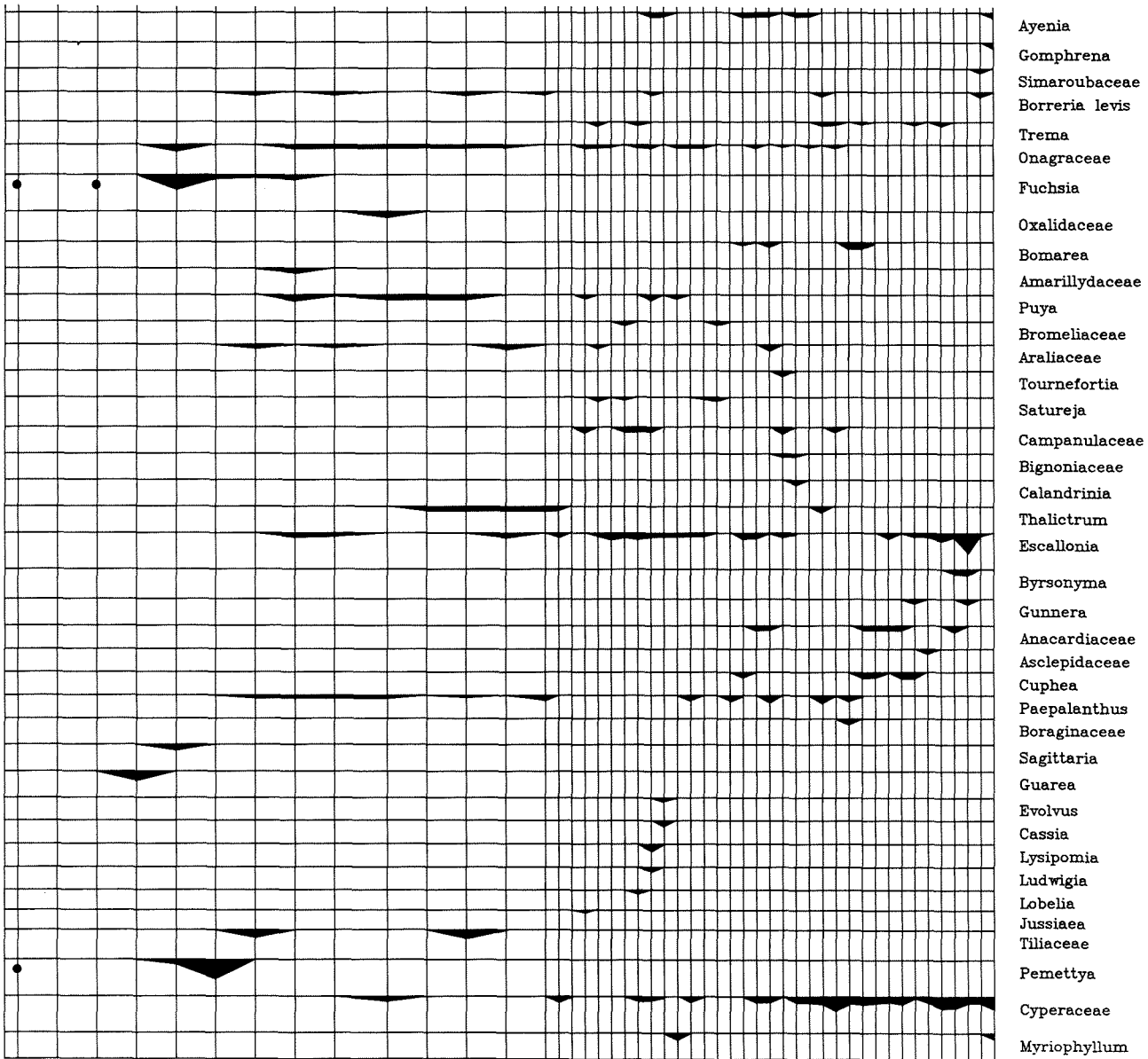


Figura 4.2 (cont.)



Arcilloso carmelito amarillento oscuro
Dark yellow-brown clay



Franco arcillo-arenoso carmelito amarillento
Yellow-brown clayey-sandy loam



Elementos de Páramo
Páramo Elements



Plantas Cultivadas
Cultivated Plants



Gramíneas y Compuestas
Grasses and Composites

Figure 4.2 (cont.)

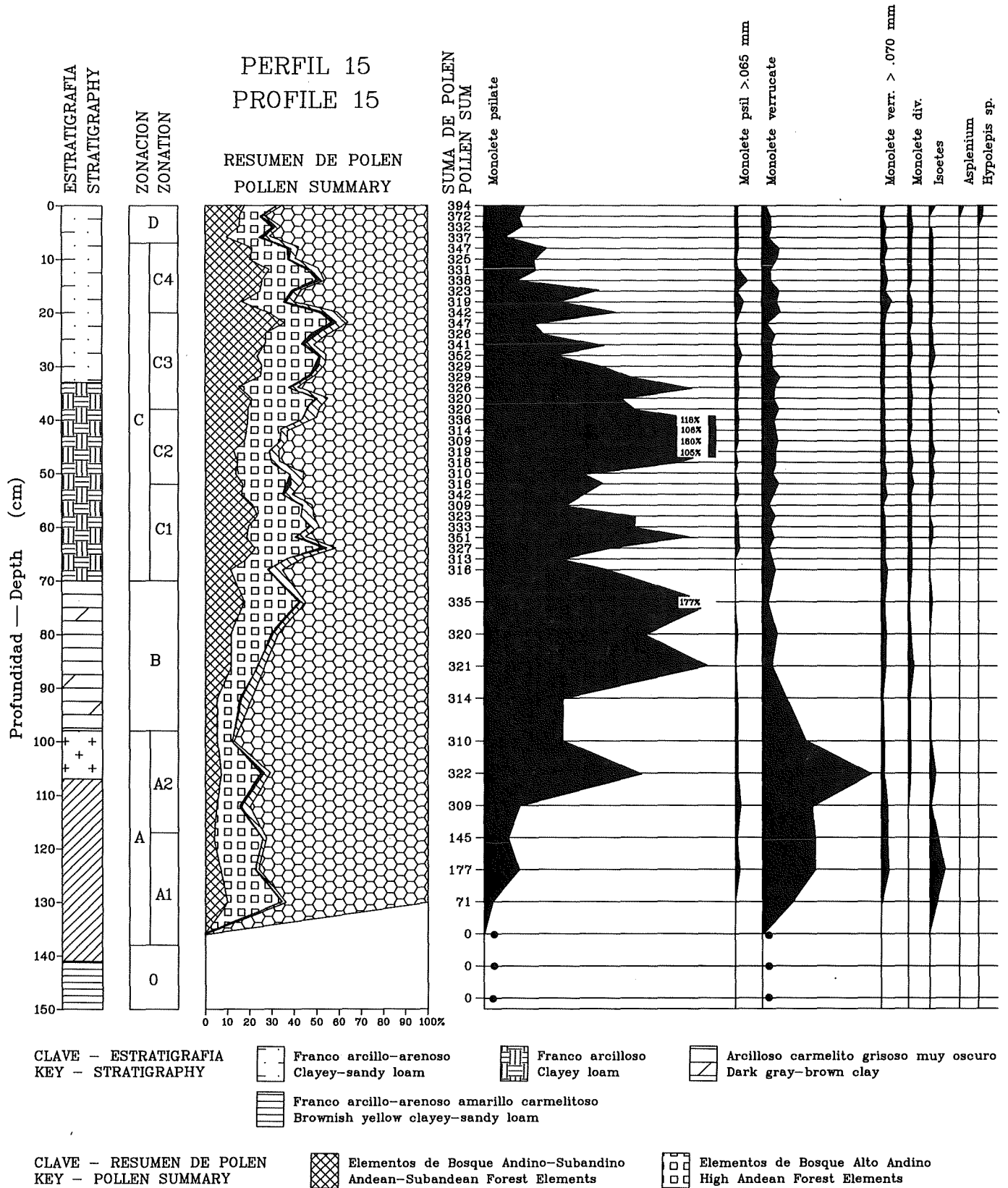
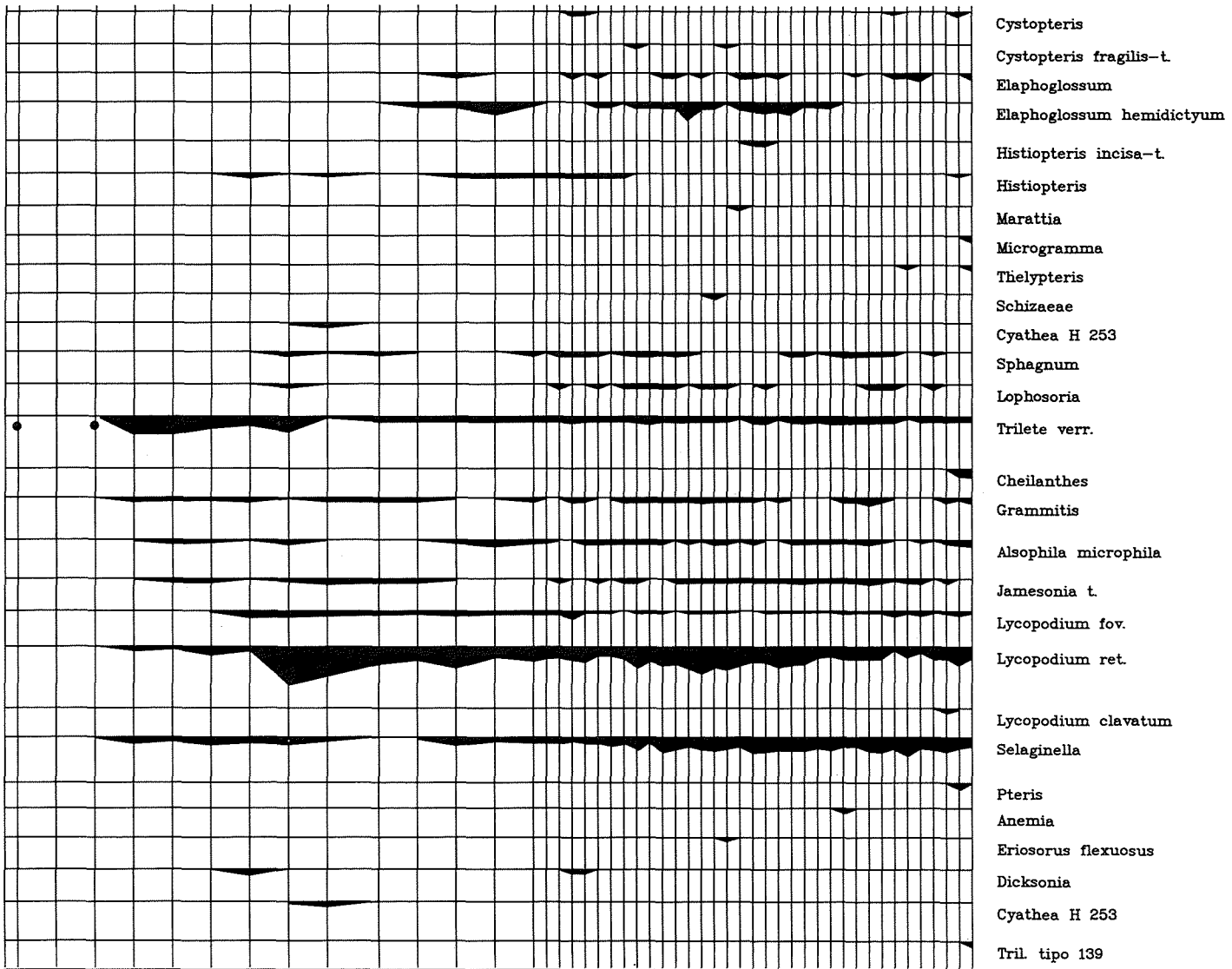


Figura 4.2 (cont.)



Arcilloso carmelito amarillento oscuro
Dark yellow-brown clay



Franco arenillo-arenoso carmelito amarillento
Yellow-brown clayey-sandy loam



Elementos de Páramo
Páramo Elements



Plantas Cultivadas
Cultivated Plants



Gramíneas y Compuestas
Grasses and Composites

Figure 4.2 (cont.)

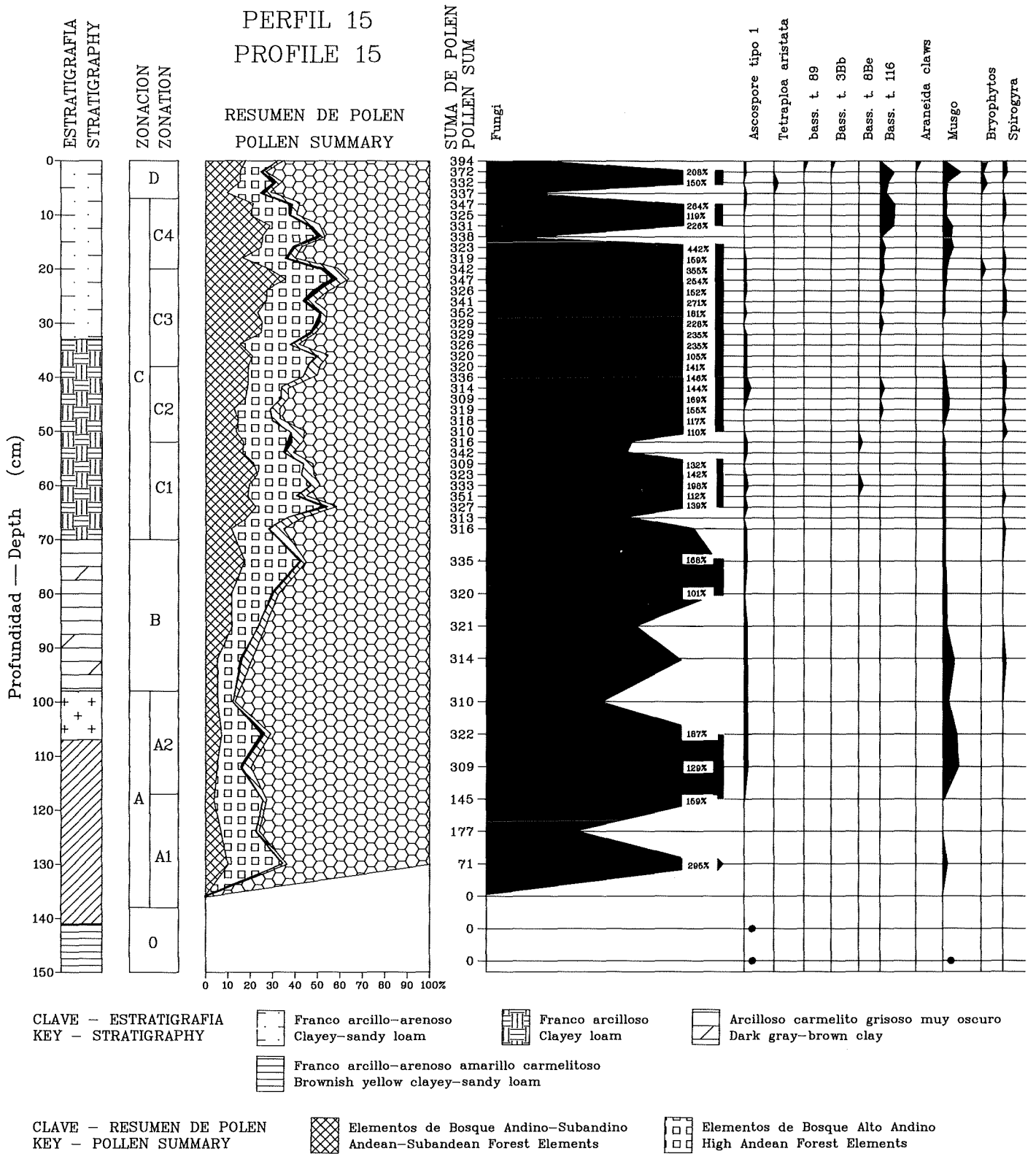
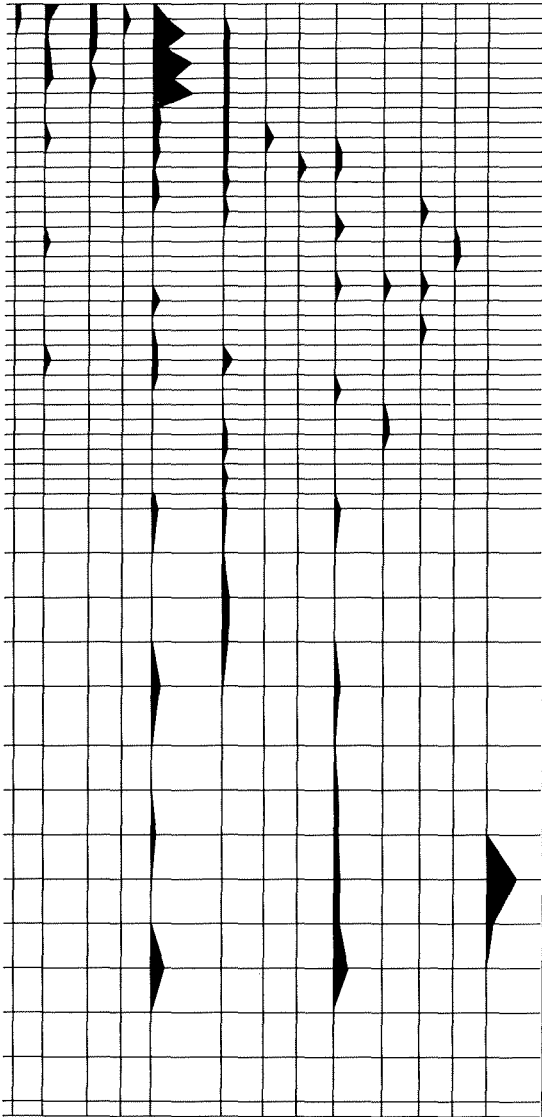





Figura 4.2 (cont.)


Spirogyra cf. scrobiculata
 Rhizopoda
 Azulina
 Algae
 Tilletia sphagni
 Riccia
 Zygnemataceae
 Bryophyto (H 386)
 Debarya glyptosperma
 Dicranella
 Bass 124
 Bartramia
 Botryococcum



 Arcilloso carmelito amarillento oscuro
 Dark yellow-brown clay

 Franco arcillo-arenoso carmelito amarillento
 Yellow-brown clayey-sandy loam

 Elementos de Páramo
 Páramo Elements

 Plantas Cultivadas
 Cultivated Plants


 Gramineas y Compuestas
 Grasses and Composites

Figure 4.2 (cont.)

en menor grado a la agricultura (principalmente de papa). En esta localidad no se llevó a cabo un levantamiento de vegetación debido a la alta intervención humana en la zona.

Análisis de Polen

Este perfil de polen tiene una profundidad de 1.50 m. Para el conteo de polen se tomaron intervalos de 2 cm para los primeros 70 cm del perfil. A partir de esta profundidad se tomaron intervalos de 5 cm debido al poco material preservado. Para cada nivel se contabilizó un mínimo de 300 granos de polen, con excepción de los niveles en donde no fue suficiente, aún después de haber contado tres placas.

El diagrama principal (Figura 4.2) se encuentra conformado por cinco curvas diferentes, a saber: una para los elementos de bosque andino-subandino, otra para los elementos de bosque alto andino, una tercera para los elementos de páramo diferentes de gramíneas y compuestas, la siguiente para las gramíneas y compuestas y la última para las plantas cultivadas registradas.

A lo largo del perfil analizado se observó que la preservación del polen fue bastante buena hasta una profundidad de 1.20 m, disminuyendo desde este nivel la cantidad de palinomorfo. A partir de 1.33 m no se encontró suficiente polen para el conteo de los 300 granos, registrándose tan solo unos pocos elementos presentes, los cuales se encuentran representados en el diagrama con un punto negro.

La capa correspondiente al intervalo entre 1.41 y 1.50 m está conformada por ceniza de gran antigüedad, bastante meteorizada, la cual fue probablemente mezclada en un coluvio con otros materiales rocosos. Debido a que fue rápidamente sepultado, no contiene casi polen y formó el horizonte C del primer suelo cultivado, ubicado a 1.10 m de profundidad.

Para dicho perfil se identificaron cuatro zonas diferentes, algunas de las cuales se subdividieron en varias subzonas. Estas últimas se establecieron de acuerdo a cambios en la composición del bosque e intervención del hombre.

ZONA A (133-98 cm)

Esta zona se caracteriza por tener un clima bastante frío y relativamente seco, en donde predomina la vegetación de sabana, con elementos como Gramineae, Compositae, *Ilex*, Ericaceae, *Salvia killipiana* y *Pernettya*. De los helechos, los monoletes psilados y verrugados son los más abundantes; así mismo, se dan altos porcentajes de hongos. La zona A se subdividió en dos subzonas.

Subzona A1 (133-117 cm)

Esta subzona corresponde al horizonte B del antiguo suelo. Es probable que este fuera primero un horizonte superficial, aun cuando por poco tiempo, antes de ser sepultado por una lluvia de ceniza volcánica.

Aquí se hace más evidente que el sitio estaba cubierto por una vegetación abierta, de praderas, con un dominio de gramíneas y algunas esporas de helecho (Monolete verrugado). En porcentajes más bajos se encuentran *Hedyosmum*, *Symplocos*,

Ilex, *Alnus*, Ericaceae, *Fuchsia*, *Guarea* y *Pernettya*. Además se observan esporas de helechos tales como monoletes psilados y verrugados, *Isoetes*, Cyatheaceae, triletes verrugados y *Lycopodium* reticulado. En este nivel, las esporas de hongos alcanzan altos valores porcentuales y se aprecia la presencia de elementos indicadores de alta humedad, tales como *Tilletia sphagni*, *Debarya glyptosperma* y *Botryococcum*. La cantidad de polen para los niveles correspondientes a esta subzona no alcanza los 200 granos de la suma, siendo el máximo 142.

Subzona A2 (117-98 cm)

Sobre esta superficie antigua, en un suelo derivado de ceniza volcánica, pero bastante evolucionado, llegan los primeros agricultores. El clima es más seco que durante la subzona anterior y hay poca acumulación de materia orgánica en el suelo. La preservación del polen es bastante buena, alcanzando más de los 300 granos en la suma de polen.

La vegetación es muy similar a la existente en la anterior subzona, con excepción de la aparición de *Rapanea*, una disminución en la curva de *Alnus* y la desaparición de *Symplocos*. Se aprecian durante esta subzona los primeros signos de agricultura en el sitio, con cultivos como maíz (*Zea mays*), papa (*Solanum tuberosum*) y quinoa (*Chenopodium quinoa*).

ZONA B (98-70 cm)

Durante esta zona ocurre un gran cambio en la vegetación y hay una estabilización del clima. Para entonces, el hombre se encuentra ya establecido en la región, cultivando un mayor número de productos. Sin embargo, el bosque se halla todavía en los alrededores, hecho que se deduce por la cantidad de polen arbóreo que se encuentra en el espectro de polen. Se aprecia el surgimiento de vegetación de bosque andino-subandino y una disminución de la vegetación de sabana. Es probable que dicho cambio esté ligado con un aumento en la temperatura.

Entre los cultivos identificados para esta zona se encuentran maíz (*Zea mays*), Sapotaceae, papa (*Solanum tuberosum*), quinoa (*Chenopodium quinoa*) y fríjol (*Phaseolus*). Probablemente cultivaban sobre eras que construían, de aproximadamente un metro de ancho por cuarenta a cincuenta centímetros de altura, en donde se sembraban varios productos a la vez.

Durante esta zona ocurre una primera lluvia de ceniza volcánica relativamente fresca (reciente), y se puede inferir que es el inicio de la segunda fase (general) de ocupación y cultivo de la zona.

En lo que respecta a la vegetación de la zona se aprecia la aparición de las Compositae liguliflorae y una disminución de las Gramineae. Por otra parte, algunos elementos de bosque comienzan a registrarse, tales como *Quercus*, *Weinmannia*, Melastomataceae, *Miconia*, *Vallea*, *Clusia*, *Clethra*, *Hyeronyma*, *Alchornea*, *Acalypha*, *Croton*, *Saurauia*, Rubiaceae, Mimosaceae, *Hydrocotyle* y otros de menor importancia. De las esporas de helechos, las mencionadas durante la anterior zona disminuyen considerablemente y solo las Monoletes psiladas

Subzone C2 (52–38 cm)

A second relatively fresh volcanic ash fall occurred during this period. A substantial ash fall, of course, has severe implications for cultivation—vegetation may be burned, and soil formation processes must operate for a while before the fresh ash can support cultivation. This factor must have played a major role in the notable decline of forest and increase in open vegetation (Gramineae and Compositae) observed for the subzone.

Maize disappears and potato, quinoa, and beans remain only in very small percentages. On the other hand, fern spores such as psilate and verrugate monoletes, *Elaphoglossum*, Cyatheaceae, and reticulate *Lycopodium* increase. *Selaginella*, *Isoetes*, *Sphagnum*, and other elements characteristic of very humid zones increase slowly, marking a period of greater humidity.

Subzone C3 (38–20 cm)

Once again during this subzone savanna vegetation declines, especially Gramineae and Compositae, and forest elements increase, although they do not reach the levels registered in subzone C1, except for *Alnus* and *Miconia*. Towards the end of the subzone an increase of Piperaceae and Urticaceae is observed and the presence of Cyperaceae, Onagraceae, *Hydrocotyle*, *Plantago*, *Sphagnum*, *Isoetes*, and *Selaginella* indicate an increase in humidity. Potato, quinoa, and beans continued, among cultivars, and maize reappears.

Subzone C4 (20–7 cm)

Savanna vegetation returns and forest decreases. This may be related to human intervention, possibly resulting from population increase, requiring larger areas for cultivation. A variety of crops during this subzone is noted in the diagram, along with the decline in the quantity of some, such as quinoa and beans.

ZONE D (7–0 cm)

This zone corresponds approximately to the present. A dramatic increase in savanna vegetation and a great reduction in forest elements are registered. Most cultivars disappear; only maize and potato remain.

Environmental conditions continue much as they were in Subzone C4. During this recent interval there was a last volcanic ash fall. Crops were practically abandoned but likely as a result of not purely ecological factors, such as a decline in population.

Laguna San Rafael, Puracé National Park

This profile, near the Laguna San Rafael, at 3400 m above sea level, is located in an open páramo to the northeast of the Puracé volcano in the Puracé National Park, at about kilometer 152 of the road from La Plata to Popayán. The profile (Soil

16 in Table 4.1 and Figure 4.1) is found in Great Landscape E, composed of moraines, pyroclastics, and glaciofluvial deposits. The sample itself comes from the slope of a moraine, on rolling land, with a slope of from 12 to 25%. The surrounding topography is hilly. The moraine is composed largely of pyroclastic and metamorphic rock, and the parental material of the soil is volcanic ash. This profile reached a considerable depth owing to the great humidity of the soil, which has good natural drainage and moderate internal drainage. No signs of erosion were observed. The taxonomy of the profile is Thapto Hydrandeptic Troposaprist. These soils are highly saturated with water all year long. This waterlogging and the low temperature slow the decomposition of organic matter to a standstill, so plant parts accumulate, and the soils tend to be organic in many of their horizons. Their acidity is moderate to strong and the quantity of undecomposed (or only partially decomposed) roots and other organic matter has a strong impact on the physical and chemical characteristics of the soils.

With low year-round temperatures, and generally poor conditions for cultivation, this area is not used for agriculture and serves primarily as a refuge for wild animals, a source of plant fiber and medicinal plants, and a water storage and supply zone for lower lying regions.

General Characteristics of the Profile

0–27 cm	Horizon Oe. Color 10YR 3/2 (30%), 10Yr 2/2 (30%), 2.5Y 4/2 (40%). Moderate reaction to NaF, pH 5.0 to 5.5. A mixture of angular gravel and unformed soil. Loam; very friable and crumbly, not adherent or plastic. Abundant roots. Clear even limit.
27–57 cm	Horizon Oa1. Color 7.5YR 2/2. Moderate reaction to NaF, pH 5.0 to 5.5. Greater density than in Oa2. Organic loam. Abundant organic material, very friable, crumbly, not adherent or plastic. Abundant roots. Diffuse even limit.
57–100 cm	Horizon Oa2. Color 7.5YR 2/1. Moderate reaction to NaF, pH 5.0 to 5.5. Organic loam, abundant organic material, crumbly, slightly plastic, very friable, not adherent. Abundant roots. Gradual irregular limit.
100–130 cm	Horizon Ab. Color 10YR 2/2. Strong reaction to NaF, pH 5.0 to 5.5. Very large metamorphic and pyroclastic rocks, hard, Tixitropical, loam to clay loam. Frequent roots.

Modern Vegetation

The following is a brief summary of the vegetation study carried out by Orlando Rangel and Gustavo Lozano in the area of the profile (see Chapter 3). The vegetation in areas adjacent to the profile is typical of the boundary between the Andean forest and the páramo. There are two arboreal strata: the upper one with a sparse coverage of *Weinmannia mariquitae* and *Miconia cuneifolia*, and the lower, or small tree, stratum more

presentan un incremento.

ZONA C (70–7 cm)

Este lapso puede corresponder a un aumento en la población, con una intensificación de la agricultura. Sin embargo, el bosque circundante permanece inalterado. Se registra un aumento en la temperatura, lo mismo que en la humedad relativa. Este hecho les exige a los agricultores de la región una mayor atención al área de cultivo, como, por ejemplo, el mantenimiento de las acequias para drenar los excesos de agua y así evitar pérdidas de los cultivos. Esta zona se dividió en cuatro subzonas.

Subzona C1 (70–52 cm)

Se aprecia una reducción del área de sabana, observándose un descenso considerable en las Gramineae. Este hecho parece estar ligado directamente con el aumento de temperatura. Por otra parte, el bosque andino cobra mayor importancia, con el incremento de elementos como Melastomataceae, *Miconia*, *Vallea*, *Rapanea*, *Acaena* y *Clusia*. Algunos elementos característicos de zonas intervenidas aumentan, y disminuyen los helechos. Se registran algunos cultivos (maíz, papa y quinoa).

Subzona C2 (52–38 cm)

Durante este período ocurrió la segunda lluvia de ceniza volcánica relativamente fresca (reciente). Al sobrevenir dicha lluvia, sí esta es muy fuerte, los cultivos se ven bastante afectados, se quema la vegetación y es necesario esperar hasta que esta se edafice un poco para así servir de soporte a nuevos cultivos. Este factor debió influir en el cambio de vegetación, ya que se aprecia una disminución del bosque y un aumento en la vegetación abierta (Gramineae y Compositae).

Por el mismo motivo, desaparece el maíz y queda un bajísimo porcentaje de papa, quinoa y fríjol. Por el contrario, esporas de helecho como *Monoletes* psilados y verrugados, *Elaphoglossum*, *Cyatheaceae* y *Lycopodium* reticulado, aumentan. Otros elementos como *Selaginella*, *Isoetes*, y *Sphagnum*, característicos de zonas muy húmedas incrementan paulatinamente, marcando un período de mayor humedad.

Subzona C3 (38–20 cm)

Nuevamente durante la presente subzona se da una disminución en la vegetación de sabana, en especial de Gramineae y Compositae, y hay un incremento de los elementos de bosque, aun cuando este no alcanza los niveles registrados durante la subzona C1, con excepción de *Alnus* y *Miconia*. Hacia el final de la subzona se observa un aumento de Piperaceae y Urticaceae y se da un incremento en la humedad, dada la presencia de elementos como Cyperaceae, Onagraceae, *Hydrocotyle*, *Plantago*, *Sphagnum*, *Isoetes* y *Selaginella*. Se registran cultivos como papa, quinoa, fríjol, y la reaparición del maíz.

Subzona C4 (20–7 cm)

La vegetación de sabana se vuelve a imponer y se nota un descenso en el bosque, lo cual se relaciona con la intervención del hombre. Este hecho pudo ser causado por un aumento demográfico, el cual hizo necesaria la utilización de áreas más extensas para cultivos. En el diagrama (Figura 4.2) se pueden apreciar variedad de cultivos durante esta subzona y la disminución de otros como quinoa y fríjol.

ZONA D (7–0 cm)

Esta zona corresponde aproximadamente con la situación actual, en la cual se presenta un mayor aumento en la vegetación de sabana y una gran reducción de los elementos de bosque. En cuanto a los cultivos, estos disminuyen casi totalmente, encontrándose tan solo maíz y papa.

Respecto a las condiciones medioambientales, estas siguen siendo las mismas que en la Subzona C4. El suelo indica que durante este intervalo cayó la última lluvia de ceniza volcánica (subactual). Para entonces, los cultivos fueron prácticamente abandonados pero, probablemente, por factores externos y no ecológicos, como podría ser una disminución de la población.

El Sitio de Laguna San Rafael, Parque Nacional Puracé

Este sitio, cercano a la Laguna San Rafael, a 3400 msnm, se encuentra localizado en un páramo abierto al noreste del volcán Puracé, Parque Nacional Natural Puracé, sobre el kilómetro 152 de la carretera que va de La Plata a Popayán (suelo 16 en la Tabla 4.1 y la Figura 4.1). El perfil se encuentra dentro del gran paisaje E, de depósitos morrénicos, piroclásticos, y glacio fluviales. Se encuentra localizado sobre una ladera de morrena, sobre terreno ondulado, con una pendiente de 12 a 25%. La topografía vecina es colinada. El material geológico es de morrenas de rocas piroclásticas y metamórficas. El material parental es de cenizas. La profundidad alcanzada en este perfil fue notable, estando éste totalmente húmedo. Tiene un buen drenaje natural y un drenaje interno moderado. No se observan signos de erosión. La taxonomía del perfil es Thapto Hydrandepctic Troposaprist y el epipedón es cámbico. Son estos suelos de una alta saturación de agua durante todo el año. Debido a esto y a la nula descomposición de la materia orgánica, hay acumulación de desechos de plantas y los suelos tienden a ser orgánicos en muchos de sus horizontes. Su acidez es desde moderada hasta fuerte y hay una influencia de la acumulación de raíces y materia orgánica sin descomponer (o parcialmente descompuesta) sobre las características físicas y químicas de los suelos.

Dadas las bajas temperaturas dominantes durante todo el año, y las pobres condiciones para los cultivos, estas áreas no tienen uso agrícola y sirven fundamentalmente como refugio para los animales silvestres, como fuentes de fibras y plantas medicinales, además de servir como esponjas almacenadoras de agua.

vigorously developed, containing, in addition, *Miconia puracensis*, *Gynoxys tolimensis*, and *Diplostegium bicolor*. The arboreal stratum shows a low coverage value with *Desfontainea plowmannii*, *Oreopanax nitidum*, and *Neurolepis aperta*. The herbaceous stratum is very discontinuous and has low coverage values of species such as *Peperomia saligna*, *Anthurium bogotense*, *Siphocampylus benthamianu*, and *Greggia* aff. *exserta*.

The high environmental humidity is reflected in the thick carpet-like layer of bryophytes in the ground stratum with a coverage of 60%. A similar layer up to 10 cm thick is also found on the trunks of the trees. Epiphytes are also present on the tree trunks, with *Plutarchia angulata*, *Rubus lechleri*, *Peperomia jamesoniana*, and *Brachionidium brevicaudatum* as the most common species. The few climbing plants found were represented by *Salpichroa diffusa*, and *Polypodium angustifolium*.

The low representation of trees and shrubs in this community of *Weinmannia mariquitae* and *Miconia cuneifolia* is probably a result of human intervention in the forests of Puracé. Areas close to the road and other open spaces have gradually been colonized by the *frailejón* grasslands that establish themselves in very humid areas, whether flat or sloping.

Pollen Analysis

The pollen profile has a depth of 1.33 m. Samples were taken from it at intervals of 5 cm in the following manner: from 0 to 50 cm below the surface, 10 samples were taken from a pollen tray 50 cm long; from 50 to 83 cm, six samples were taken at 5 cm intervals; from 83 to 133 cm, 10 samples were taken from a pollen tray 50 cm long. For the diagram, a minimum of 280 grains of pollen was counted from each sample. In only two cases was it impossible to reach this number because of the scarcity of microfossils in the sediment.

In the principal diagram (Figure 4.3) the elements included in the pollen sum from each level are grouped into four principal sets: herbaceous páramo elements, arboreal páramo elements, high Andean forest elements, and Andean-subandean forest elements. The stratigraphy of the profile contains four types of soil: unformed soil (Oe), dense organic loam (Oa1), organic loam (Oa2), and clay loam with rocks (Ab).

The profile was divided into four main zones, some of which were, in turn, subdivided into subzones to distinguish minor environmental changes.

ZONE A (133–128 cm)

This zone corresponds to a transition from open páramo, with mostly Gramineae and Compositae, to forest conditions resulting from higher temperatures. This gradual climatic improvement is evidenced by an increase in arboreal elements like *Weinmannia*, Melastomataceae, and Ericaceae. High humidity and low temperature, represented by *Plantago*, *Sphagnum*, and Zygnemataceae, gradually decline.

ZONE B (128–72 cm)

Temperature increases and, with it, the high Andean forest in the area. The changes that occur in the composition of this forest require the division of Zone B into two subzones.

Subzone B1 (128–102 cm)

This subzone reflects high Andean forest with a predominance of Melastomataceae and *Weinmannia*. High water saturation is indicated by Zygnemataceae and *Sphagnum*.

Subzone B2 (102–72 cm)

During this subzone, the high Andean forest has a predominance of *Rapanea* and *Weinmannia*. The relative humidity is lower than in the previous subzone, although the zone is still wet and characterized by the formation of marshes, indicated by *Gunnera* and Onagraceae. Towards the end of the zone the herbaceous and páramo arboreal elements begin to increase, indicating a new lowering of the temperature.

ZONE C (72–11 cm)

This period is characterized by a decline in high Andean vegetation in the surroundings and fluctuating temperature, with an overall tendency toward becoming colder. Relative humidity does not fluctuate so much, but remains at the levels seen in the previous subzone.

Subzone C1 (72–50 cm)

An increase in páramo elements and a decline in arboreal vegetation are associated with a decrease in temperature, and a general displacement of life zones toward lower elevations. The surroundings are characterized during this period by small patches high Andean forest of Melastomataceae interspersed with open areas.

The presence of organic material and volcanic ash, accumulated in conditions of high water saturation (marshy conditions), suggest that this layer was on the surface for a long period of time. Soil development is greater than in the horizon that overlies it.

Some of these characteristics may result from human settlement at lower elevations and an increasing intervention in the soils and vegetation of those lower regions.

Subzone C2 (50–25 cm)

High Andean forest of *Weinmannia* and *Rapanea* predominates, but shrubby páramo elements (Compositae and Ericaceae) are also present nearby. The temperature decreases but the relative humidity does not change. The soil is composed of organic material and volcanic ash, similar to the previous layer, but it is less evolved. There were probably cycles of soil formation, through accumulation of organic material, and burial of earlier sediments by new organic materials.

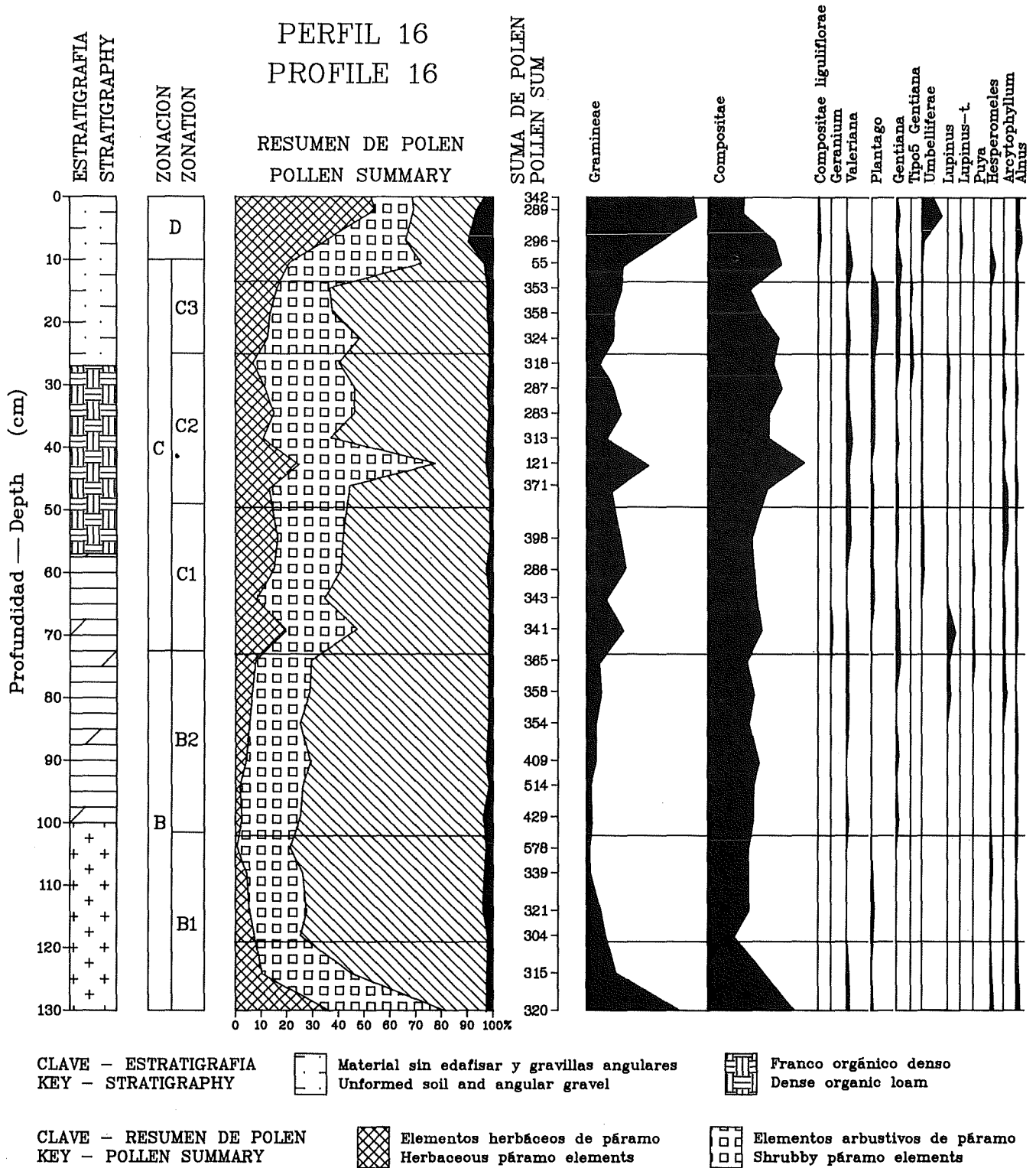


Figura 4.3. Diagrama palinológico—Laguna San Rafael (Perfil 16).

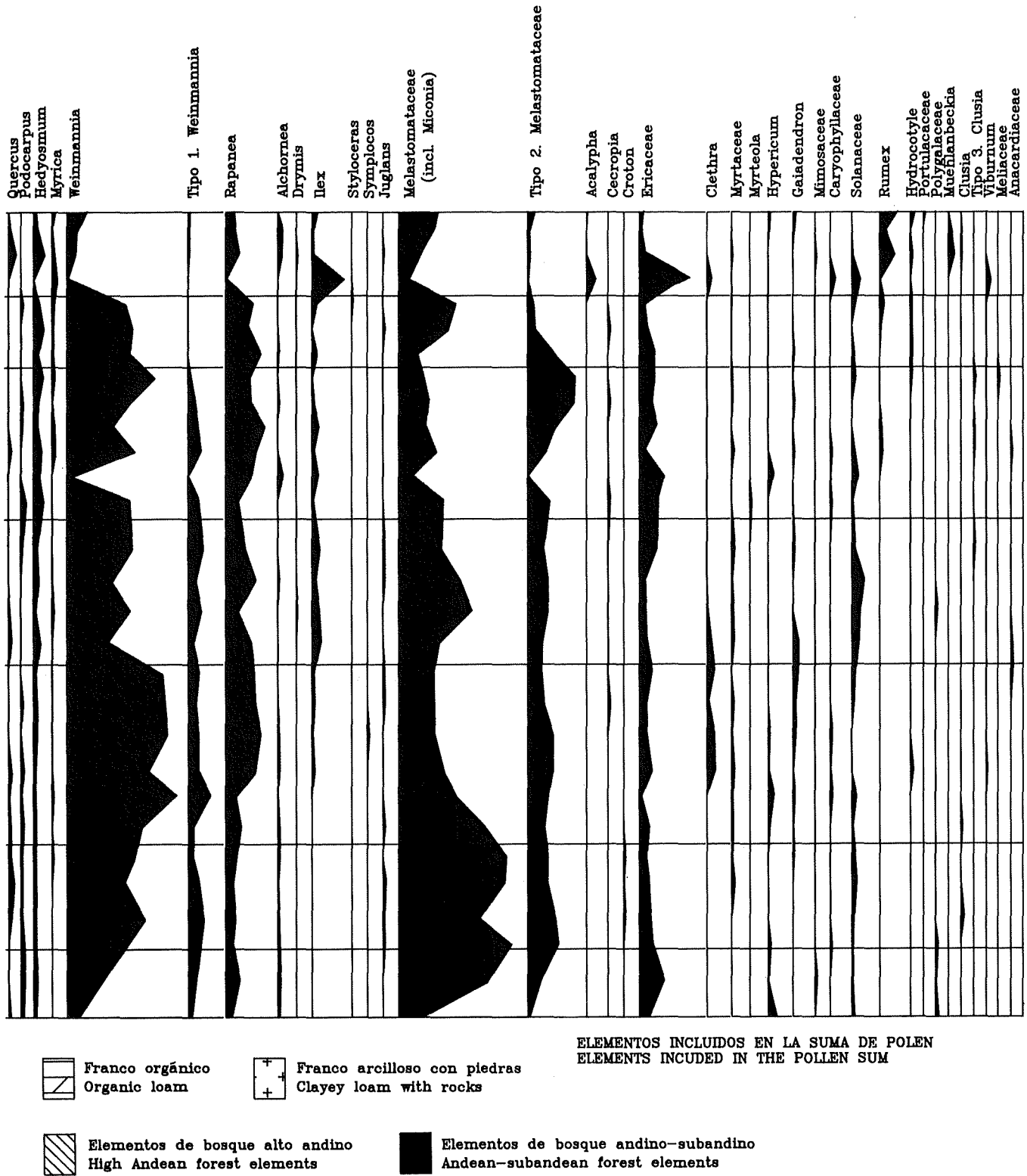


Figure 4.3. Pollen diagram—Laguna San Rafael (Profile 16).

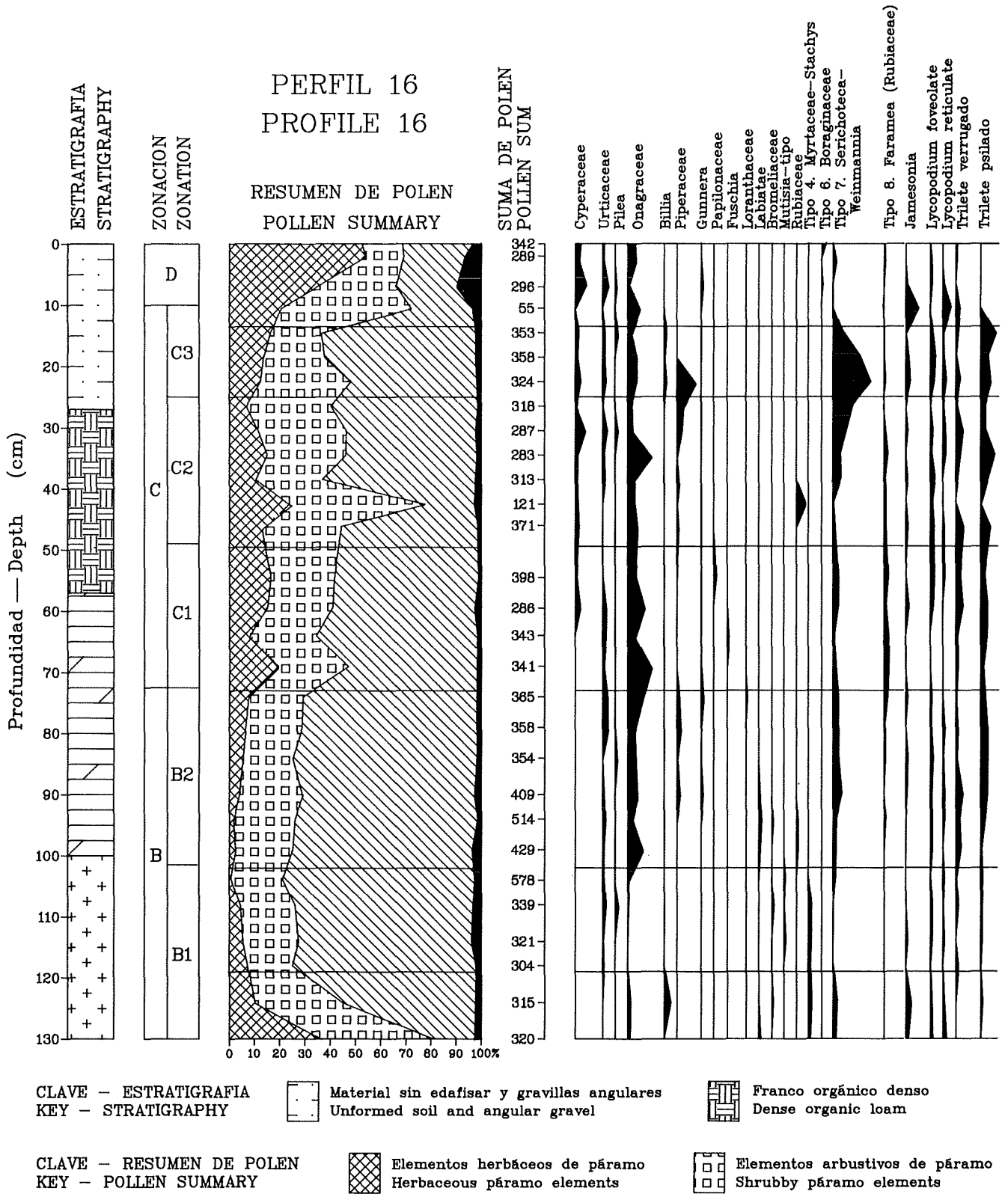
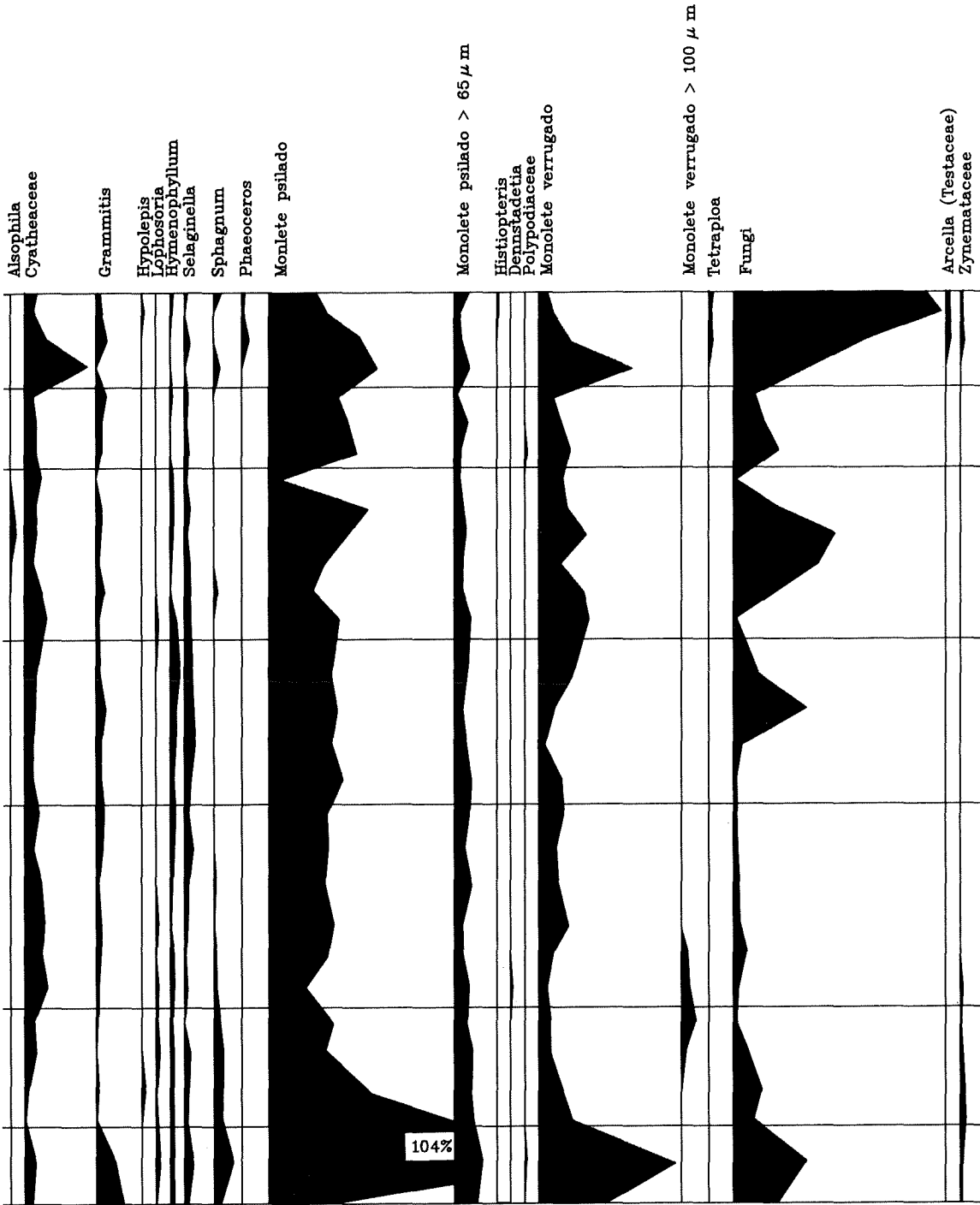




Figura 4.3 (cont.)




ELEMENTOS NO INCLUIDOS EN LA SUMA DE POLLEN

ELEMENTS NOT INCLUDED IN THE POLLEN SUM

 Franco orgánico
 Organic loam

 Franco arcilloso con piedras
 Clayey loam with rocks

 Elementos de bosque alto andino
 High Andean forest elements


 Elementos de bosque andino-subandino
 Andean-subandean forest elements

Figure 4.3 (cont.)

Características Generales del Perfil

- 0–27 cm Horizonte Oe. Color 10YR 3/2 (30%), 10YR 2/2 (30%), 2.5Y4/2 (40%). Reacción al NaF moderado, pH 5.0 a 5.5. Una mezcla de gravillas angulares con materia sin edafizar. Franco, muy friable, migajoso, no adherente y no plástico. Raíces abundantes. Límite claro y plano.
- 27–57 cm Horizonte Oa1. Color 7.5YR 2/2. Reacción al NaF moderada, pH 5.0 a 5.5. Densidad aparente mayor que en Oa2. Franco orgánico. Abundante materia orgánica, muy friable, migajoso, no adherente, no plástico. Raíces abundantes. Límite difuso y plano.
- 57–100 cm Horizonte Oa2. Color 7.5YR 2/1. Reacción al NaF moderada, pH 5.0 a 5.5. Franco orgánico, abundante materia orgánica, migajoso, ligeramente plástico, muy friable, no adherente. Raíces abundantes. Límite gradual irregular.
- 100–130 cm Horizonte Ab. Color 10YR 2/2. Reacción al NaF fuerte, pH 5.0 a 5.5. Piedras muy grandes, rocas metamórficas y piroclásticas, duro, Tixitrópico, franco a franco arcilloso. Raíces frecuentes.

Vegetación Actual

El siguiente es un resumen del estudio de la vegetación en el área de muestreo llevado a cabo por Orlando Rangel y Gustavo Lozano (ver capítulo 3). La vegetación en los alrededores del sitio de muestreo es característica del límite de la selva andina con el páramo. En ella se distinguen dos estratos arborescentes, uno superior con escasa cobertura de *Weinmannia mariquitae* y *Miconia cuneifolia*, y uno inferior o de arbolitos, con vigoroso desarrollo, en donde además de las especies características dominantes ya mencionadas, son también importantes *Miconia puracensis*, *Gynoxys tolimensis* y *Diplostegium bicolor*. El estrato arbustivo presenta un bajo valor de cobertura con *Desfontainea plowmannii*, *Oreopanax nitidum* y *Neurolepis aperta*. El estrato herbáceo es muy discontinuo y de valores bajos en cobertura con especies como *Peperomia saligna*, *Anthurium bogotense*, *Siphocampylus benthamianu* y *Greggia* aff. *exserta*.

La humedad ambiental elevada se refleja en la gruesa capa de briófitos a manera de tapete en el estrato rasante con una cobertura del 60%, así como en los troncos de los árboles, con un espesor de hasta 10 cm. Las epífitas también presentes en los troncos, y más frecuentemente censadas, fueron *Plutarchia angulata*, *Rubus lechleri*, *Peperomia jamesoniana* y *Brachionidium brevicaudatum*. Las pocas trepadoras están representadas por *Salpichroa diffusa* y *Polypodium angustifolium*.

La baja representación de árboles y arbolitos de esta comunidad de *Weinmannia mariquitae* y *Miconia cuneifolia* se debe probablemente al mayor grado de intervención humana en los bosques del Puracé. Las áreas cercanas a la carretera, así como los espacios abiertos, poco a poco han sido colonizados por el

pajonal-frailejónal que se establece entonces en sitios muy húmedos, planos o inclinados.

Análisis de Polen

El perfil de polen tiene una profundidad de 1.33 m. En esta se tomaron muestras a intervalos de 5 cm de la siguiente forma: desde 0 a 50 cm, se tomaron 10 muestras de un canal de 50 cm de largo; desde 50 a 83 cm se tomaron 6 muestras individuales a intervalos de 5 cm cada una; y desde 83 a 133 cm se tomaron 10 muestras de un canal de 50 cm de largo. Para la elaboración del diagrama se contaron para cada nivel un mínimo de 280 granos de polen. Sólo en dos casos no fue posible alcanzar este número, debido a la escasez de microfósiles en el sedimento.

En el diagrama principal (Figura 4.3) se han agrupado los elementos incluidos en la suma de polen de cada nivel en cuatro grupos principales: 1) elementos herbáceos de páramo; 2) elementos arbustivos de páramo; 3) elementos del bosque alto andino; y 4) elementos del bosque andino-subandino. En la estratigrafía del perfil se observan cuatro tipos de material: material sin edafizar (Oe), material franco orgánico denso (Oa1), material franco orgánico (Oa2), y material franco arcilloso con piedras (Ab).

El perfil se dividió en cuatro zonas principales, algunas de las cuales, a su vez, se subdividieron en varias subzonas teniendo en cuenta pequeños cambios medioambientales.

ZONA A (133–128 cm)

Corresponde esta zona a una transición de unas condiciones de páramo abierto, con una vegetación caracterizada por Gramineae y Compositae, hacia unas condiciones de bosque en el sitio. Este gradual mejoramiento climático se evidencia por el aumento de la temperatura y de la representación de la vegetación arbórea, como *Weinmannia*, Melstomataceae y Ericaceae. Las condiciones de alta humedad y bajas temperaturas, representadas por la presencia de *Plantago*, *Sphagnum* y Zygnemataceae, van disminuyendo gradualmente.

ZONA B (128–72 cm)

La presencia de un bosque alto andino en el sitio se establece a partir del aumento de los elementos de bosque alto andino y andino-subandino, y de la temperatura. La sucesión vegetal que se observa en este bosque divide la zona B en dos subzonas.

Subzona B1 (128–102 cm)

Bosque alto andino con predominio de Melastomataceae y *Weinmannia*, y condiciones de alta saturación de agua (presencia de Zygnemataceae y *Sphagnum*).

Subzona B2 (102–72 cm)

Bosque alto andino, con predominio de *Rapanea* y *Weinmannia*, y una humedad relativa menor que la de la subzona anterior, caracterizada por la formación de zonas pantanosas (presencia de *Gunnera* y Onagraceae). Hacia el final de la

Subzone C3 (25–11 cm)

Páramo vegetation, especially Compositae, declines, giving way to higher percentages of high Andean forest plants. Relative humidity is steady, but there is a slight improvement in climatic conditions over the previous subzone.

ZONE D (11–0 cm)

Recent páramo formation is evidenced by an increase in páramo and colonizing elements. Temperature is low and humidity is high, with Zygnemataceae, *Sphagnum*, *Selaginella*, Cyperaceae, *Gunnera*, and Onagraceae as indicators of high water saturation in the soil. This zone is too recent to show much pedogenesis, especially in such a cold climate.

Parallel to the páramo formation is a sharp increase in Andean-subandean forest elements (*Alnus*, *Podocarpus*, *Quercus*, *Acalypha*, *Alchornea*, Mimosaceae, and *Clusia*). This suggests, more than just climatic variations, a major human intervention in the high Andean forest zone, with substantial areas of forest cut down for firewood, construction material, and to clear areas for habitation and cultivation. The decline in high Andean forest elements and the increase in Andean-subandean elements result from the removal of much of the high Andean forest barrier to the airborne distribution of Andean-subandean forest pollen from more distant lower elevations. This clearing of the high Andean forest would also directly affect the climate at still higher elevations, making it colder and contributing to páramo formation.

Interpretation and Final Considerations

Although the two pollen profiles discussed in this section lack chronometric dates, the events they document can be assigned approximate positions in time by relating them to the changes seen in the Merenberg and San Nicolás profiles discussed later in this chapter, since the latter two profiles did produce material suitable for C14 dating.

Most of the region between the Laguna San Rafael and the town of Puracé is found on the western slope of the central cordillera, and is therefore outside the actual study area of the Proyecto Arqueológico Valle de la Plata. On these western slopes the relief is less steep, and the soils are somewhat deeper and more fertile than those at the upper elevations of the eastern slopes. The transition between high Andean forest and páramo is more abrupt on the western slopes as well, and there has been a recent heavy volcanic ash fall which does not appear on the eastern slopes.

In this region the natural vegetation has disappeared to a great extent, leaving behind only a few patches of undisturbed forest, mainly on the steep slopes of ravines. As noted above, there are extensive areas of pasture for livestock, and, on a smaller scale, cultivated fields. Nevertheless, the region between 2400 and 3000 m above sea level shows clear evidence

of having been dedicated to extensive agriculture in earlier, perhaps prehispanic, times. This is seen in the innumerable *eras*, or cultivation ridges separated by ditches, that are visible on many slopes.

At present, the region has a very dispersed settlement pattern, and its inhabitants cultivate in a fairly traditional manner, reusing the existing *eras*. If anything, the modern *eras* tend to be lower and narrower than earlier ones. The principal crop today is potatoes, but fields of maize can be seen scattered through the area. These maize fields are small and are planted for only two consecutive years, after which the land is left fallow and a new field is planted.

The large number of residential terraces seen on the slopes suggest the possibility of substantial prehispanic populations, but archeological survey has not been carried out in the zone. Agriculture would surely have been the principal economic activity of these populations and, as such, the greatest cause of modification in the landscape.

These two pollen profiles (15 and 16) contribute important information toward the reconstruction of the last three thousand years of human and environmental history on the western slope of the central cordillera above 2500 m (Figure 4.4). As noted above, chronology for these profiles is based on correlating them with the C14 dates from the Merenberg and San Nicolás profiles discussed in the following sections of this chapter.

Profiles 15 and 16 both show strong volcanic activity, with much deposition of pyroclastic material prior to the 10th century BC. From about that time, soil formation occurred, providing the foundation colonized by a savanna vegetation community. Mean temperature and humidity at that time were similar to the present.

Later on in the region, a high Andean forest established itself, and savanna characteristics diminished. Another volcanic ash fall was registered in Profile 15. Prehispanic human occupation occurred on soils evolved from this ash fall, relying largely on cold climate crops, cultivated under drier conditions than those seen at present.

The population that occupied the area in these first stages caused no major change in the landscape or the composition of the forest. Relatively stable climate for a time would have allowed a degree of permanency in human settlement and agricultural practices. Cultivars continue to be present in the pollen profiles—indeed a greater diversity of crops is represented. There was yet another volcanic ash fall, although perhaps not of such severity as to have much effect on either the natural vegetation or agricultural activity.

Between the 6th and 14th centuries AD, humidity and temperature increased, leading to an improvement in the quality of the soils at various elevations, thus permitting wider human exploitation. Cultivars increase in frequency in the pollen profiles, suggesting an intensification of agriculture. Areas in which high Andean and Andean-subandean forests were cut down increased as needs for habitation and cultivation areas grew. During this interval a volcanic ash fall of

zona aumentan gradualmente los elementos herbáceos y arbustivos de páramo, indicando un nuevo descenso de la temperatura.

ZONA C (72–11 cm)

Este período se caracteriza por una disminución en la representación de la vegetación alto andina en los alrededores del sitio y fluctuaciones en la temperatura, con una tendencia hacia el enfriamiento. El nivel de humedad relativa permanece constante e igual al de la subzona anterior.

Subzona C1 (72–50 cm)

El incremento de los elementos paramunos y la disminución de la vegetación arbórea están asociados a un descenso en la temperatura, y un desplazamiento descendente de las regiones de vida. Los alrededores del sitio se caracterizan, durante este período, por la presencia de manchas de bosque alto andino de Melastomataceae intercaladas con zonas abiertas.

La presencia de materiales orgánicos y cenizas volcánicas, acumulados en condiciones de sobresaturación de humedad (condiciones de pantano), sugieren que este horizonte estuvo en la superficie mucho tiempo y recibió la influencia de materiales minerales arrastrados hasta allí. Su desarrollo pedogenético es mayor que el del horizonte suprayacente.

Los anteriores factores permiten sugerir que, cuando era esta la superficie se inició la influencia humana en la región, interviniendo en los suelos y vegetación de las regiones de vida inferiores.

Subzona C2 (50–25 cm)

Predomina un bosque alto andino de *Weinmannia* y *Rapanea*, con una presencia en cercanías de la franja arbustiva de páramo (Compositae y Ericaceae). Disminuye la temperatura sin cambio en la humedad relativa. El suelo se compone de material orgánico y ceniza volcánica, acumulados en condiciones similares a las del horizonte subyacente, pero con menor edafización. Es probable que el proceso de formación del suelo mediante acumulaciones de materia orgánica, y su posterior sepultura por nuevos aportes orgánicos, haya tenido un carácter cíclico.

Subzona C3 (25–11 cm)

Se presenta una reducción en la vegetación paramuna, especialmente de Compositae, para dar paso a un mayor porcentaje de bosque alto andino. No se presentan variaciones en las condiciones de humedad aunque sí se presenta un ligero mejoramiento climático respecto a la subzona anterior.

ZONA D (11–0 cm)

Se presenta un proceso de paramización reciente con un incremento de los elementos de páramo y elementos colonizadores. Predominan una baja temperatura y alta humedad, con la presencia de *Zygnemataceae*, *Sphagnum*, *Selaginella*, *Cyperaceae*, *Gunnera* y *Onagraceae*, como indicadores de una

alta saturación de agua en el suelo. No hay pedogénesis por no tener el suelo edad suficiente, y, además, por ser el clima tan frío.

Paralelo a esta paramización, se observa un aumento apreciable de los elementos de bosque andino-subandino (*Alnus*, *Podocarpus*, *Quercus*, *Acalypha*, *Alchornea*, Mimosaceae y *Clusia*). Este hecho sugiere, más que variaciones climatológicas, una gran intervención del hombre en la zona del bosque alto andino, motivada por su necesidad de talarlo (para procurarse madera para leña y construcción) y de clarear las zonas de ubicación de sus moradas y zonas de cultivo. La disminución de los elementos de bosque alto andino, así como el aumento de los elementos andinos-subandinos, se debe a una mayor posibilidad que tendría el polen proveniente de estas zonas de llegar hasta esta región al no encontrar la gran barrera natural del bosque alto andino. Además, el clareo afectaría seguramente el clima en la parte alta, volviéndolo más frío.

Interpretación y Consideraciones Finales

Mediante la correlación de los cambios de vegetación en los distintos diagramas y las fechas obtenidas por radiocarbono para Merenberg y San Nicolás (ver las dos siguientes secciones de este capítulo) es posible establecer una cronología relativa para el mismo tipo de eventos registrados para la parte alta de la cordillera.

La mayoría de la región comprendida entre la Laguna San Rafael y la población de Puracé se ubica en la vertiente occidental de la cordillera central y presenta un relieve más suave con respecto a la vertiente oriental de la misma cordillera. Los suelos son más profundos y fértiles, cubiertos por una espesa capa de ceniza volcánica. Por otra parte, es bastante rápida la transición del bosque alto andino hacia el páramo.

En esta región, la vegetación natural ha desaparecido en gran parte, quedando tan sólo algunos parches de bosque natural, principalmente hacia la caída de las pendientes, cerca a corrientes de agua. Como se mencionó anteriormente, las áreas extensas de potreros se encuentran dedicadas principalmente a la ganadería, y en menor grado a la agricultura. La región comprendida entre los 2400 y 3000 msnm presenta claras evidencias de haber sido dedicada a una agricultura extensiva, quizás desde épocas prehispánicas. Esto se aprecia en las innumerables eras de cultivo que se encuentran distribuidas a lo largo de toda la región, y a los canales de drenaje que las separan.

En la actualidad, la región presenta un patrón de poblamiento disperso, y la gente que vive allí aún cultiva de acuerdo a los antiguos patrones, reutilizando las eras existentes. La diferencia que se aprecia con el método prehispánico es en el ancho y profundidad de las eras, siendo las actuales menos anchas y profundas. El principal producto cultivado en la actualidad es la papa, aún cuando también se observan parcelas con maíz intercalado. Estas son relativamente pequeñas y

Años Years	P16: San Rafael					15: Puracé				
	Zonación Zonation	Temp. Temp.	Humedad Humidity	Características	Characteristics	Zonación Zonation	Temp. Temp.	Humedad Humidity	Características	Characteristics
521 ^{A.P.} _{B.P.} - 1429 ^{D.C.} _{A.D.} 650 ^{A.P.} _{B.P.} - 1300 ^{D.C.} _{A.D.}	D			Aumento de andino-subandino por tala de altoandino-- proceso de paramización	Increase of Andean-Subandean forest from cutting of high Andean forest-- creation of paramos	D			Aumento de vegetación de sabana, disminuyen cultivos--lluvia de ceniza volcánica y abandono	Increase in savanna vegetation, decrease in cultivars-- volcanic ash fall and abandonment
	C3			Aumento de la vegetación altoandino	Increase of high Andean vegetation	C4			Vegetación de sabana, mayor intervención humana, áreas más extensas para cultivos	Savanna vegetation, greater human intervention, more extensive cultivated areas
1400 ^{A.P.} _{B.P.} - 550 ^{D.C.} _{A.D.} 1668 ^{A.P.} _{B.P.} - 282 ^{D.C.} _{A.D.}		C3			Vegetación altoandina con páramo arbustivo cercano-- materia orgánica con ceniza volcánica	High Andean vegetation with shrubby paramo nearby-- organic material with volcanic ash	C3			Aumento de altoandino y andino-subandino, disminuye sabana
	C2			Vegetación de bosque con aumento de elementos de páramo-- materia orgánica con ceniza volcánica	Forest vegetation with increase in paramo elements-- organic material with volcanic ash	C2			Disminuyen vegetación natural y cultivos, aparece sabana-- lluvia de ceniza	Decrease in natural vegetation and cultivars, savanna appears-- volcanic ash fall
3000 ^{A.P.} _{B.P.} - 2805 ^{D.C.} _{A.D.}	C1			Vegetación de bosque altoandino	High Andean forest vegetation	C1			Bosque altoandino y andino-subandino	High Andean and Andean-subandean forest
	B2			Vegetación de bosque altoandino	High Andean forest vegetation	B			Aumento de bosques altoandino y andino-subandino-- lluvia de ceniza	Increase in high Andean and Andean-subandean forest-- volcanic ash fall
	B1			Vegetación de bosque altoandino	High Andean forest vegetation	A2			Aumento de bosque, disminuye sabana, primeros agricultores	Increase in forest, decrease in savanna, first farmers
		A			Gramíneas y Compositae-- ligero aumento del bosque	Gramineae and Compositae-- slight increase of forest	A1			Lluvia de ceniza
									Vegetación de sabana-- horizonte B de antiguo suelo	Savanna vegetation-- B horizon of ancient soil
Fuerte actividad volcánica con material piroclástico					Vigorous volcanic activity with pyroclastic material					

Agricultural intensification

Intensificación de agricultura

POLLEN

Figure 4.4. Climate and vegetation changes in the high part of the cordillera.—Figura 4.4. Cambios de clima y vegetación en la parte alta de la cordillera.

se cosechan por períodos hasta de dos años consecutivos, después de los cuales se deja descansar el terreno y se entra a cultivar una nueva parcela.

La región parece haber sostenido una población relativamente alta durante épocas precolombinas, evidenciada en la gran cantidad de terrazas de vivienda que se aprecian en la zona. La agricultura fue seguramente el renglón económico principal de esta gente y, así mismo, la principal causa de grandes modificaciones en el paisaje.

La información palinológica que aportan los anteriores perfiles (15 y 16) permite reconstruir ciertos aspectos de los últimos tres mil años de historia medioambiental y humana para la vertiente occidental de la cordillera central por encima de los 2500 msnm (Figura 4.4). La periodización a la cual se hace referencia se basa en la correlación de las fechas de C-14 obtenidas para los perfiles de Merenberg y San Nicolás (ver las siguientes secciones de este capítulo).

En ambos diagramas se evidencia una fuerte actividad volcánica, con depositación de material piroclástico anterior al siglo X A.C. A partir de este momento el suelo comienza un proceso de formación, sobre el cual hace su aparición una vegetación de sabana como colonizadora del sitio, con una temperatura promedio similar y humedad ambiental mayor que la actual.

Posteriormente, en la región se establece un bosque alto andino, reduciéndose las condiciones de sabana. Para entonces, se registra en el perfil 15 una lluvia de ceniza volcánica. Es sobre este suelo ya evolucionado que el hombre prehispánico lleva a cabo prácticas agrícolas, con cultivos de tierra fría, bajo unas condiciones menores de humedad.

La población que ocupaba dicho territorio en estas primeras etapas no ejerció un cambio apreciable en el paisaje con respecto a la composición del bosque. Se da una estabilización del clima que permite al hombre una permanencia continua en la región, utilizando eras de cultivo y una mayor diversidad de

cultivos. Se registra simultáneamente una nueva lluvia de ceniza volcánica, la cual no llegó a afectar ni a la vegetación natural, ni la actividad agrícola.

Entre los siglos VI y XIV D.C. hay un aumento de la humedad y la temperatura, lo cual ocasionó una mejora en la calidad de los suelos de los distintos pisos térmicos, permitiendo una amplia explotación de estos. Durante este período se intensificó la agricultura, disminuyendo el área de distribución del bosque andino-subandino y altoandino puesto que dichas zonas fueron utilizadas para cultivos y vivienda. Dentro de dicho lapso se registra una lluvia de ceniza volcánica más intensa que la anterior, la cual alcanza a afectar la vegetación natural y los cultivos. Los productos cultivados muestran un descenso, con excepción del maíz, el cual desaparece temporalmente. La intensificación de las prácticas agrícolas conlleva un proceso de sabanización, característico del período histórico.

Por último, a partir del siglo XV D.C. se presentan unas condiciones ambientales similares a las actuales con respecto a temperatura y humedad. Se da una sustitución del bosque por sabanas, debido a la intensa explotación del medio por el hombre y se registra una última lluvia de ceniza volcánica. Se presenta una disminución de los cultivos no por factores ecológicos sino por un cambio en la distribución de la población.

Estos temas volverán a surgir en el último capítulo de este volumen en donde estas conclusiones del análisis de polen se relacionan con las evidencias directas de asentamientos humanos que vienen del reconocimiento arqueológico. Sin embargo, cabe anotar aquí que el Perfil 15 en Pilimbalá se ubica fuera de la zona de estudio arqueológico y que, por lo tanto, el Proyecto Arqueológico Valle de la Plata no ha proporcionado otras evidencias de la secuencia de ocupación en sus alrededores.

sufficient severity to affect both natural vegetation and crops occurred. Cultivars decline in the pollen profiles, and maize disappears temporarily. Agricultural intensification during the period had been sufficient to result in savanna formation, as has been observed in historic times.

Finally, from the 15th century AD onward, temperature and humidity are similar to the present. The forest is replaced by savanna owing to still more intense human exploitation of the environment. A final volcanic ash fall is registered. Cultivars

decline for no obvious ecological reason, but more likely because of substantial population decline.

These themes will be taken up again in Chapter 5, where the conclusions of pollen analysis are related to the direct evidence of human settlement from archeological survey. We also emphasize again that Profile 15 in Pilimbalá is on the western slopes of the central cordillera and thus most directly reflects human activity in a zone beyond the frontiers of the study area of the Proyecto Arqueológico Valle de la Plata.

Tabla 4.2. Cobertura de vegetación (V) y lluvia de polen (P).
Table 4.2. Vegetation coverage (V) and pollen rain (P).

Región de Vida Life Zone	Andina Media Middle Andean						Alto Andino High Andean				Páramo	
Localidad—Locality	La Argentina		Meremberg				San Juan		Laguna San Rafael			
Tipo de Vegetación Type of Vegetation	Bosque de Robles Oak Forest		Bosque de Lauraceae Lauraceae Forest		Bosque de Euphorbia Euphorbia Forest		Bosque de Myrica Myrica Forest		Bosque de Melastomat. Melastomat. Forest		Frailejonal Frailejón Grove	
Altitud (msnm) Altitude (m)	2310		2450		2300		3050		3320		3300	
	P(%)	V(%)	P(%)	V(%)	P(%)	V(%)	P(%)	V(%)	P(%)	V(%)	P(%)	V(%)
<i>Alcalypha</i>	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0
<i>Alchornea</i>	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0
<i>Alnus</i>	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	2.0	0.0
<i>Billia</i>	0.0	3.0	0.0	1.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Brunellia</i>	0.0	0.0	0.0	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Cecropia</i>	4.4	0.0	1.0	0.9	37.0	1.0	0.3	0.0	0.3	0.0	0.8	0.0
<i>Clusia</i>	0.0	4.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.8	0.0
<i>Clethra</i>	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Cordia</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Drimys</i>	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Euphorbiaceae	0.0	0.0	0.0	25.6	3.0	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Ficus</i>	0.0	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Hedyosmum</i>	0.8	0.0	19.7	0.9	7.5	2.3	4.0	8.3	1.0	0.0	11.7	0.0
<i>Ilex</i>	0.0	0.0	2.0	0.0	3.0	0.0	0.3	0.0	0.0	23.0	0.8	0.0
Juglandaceae	0.0	13.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0
Lauraceae	0.0	3.0	0.0	27.0	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Loranthaceae	0.4	0.0	0.0	0.0	1.6	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0
Melastomataceae	16.0	0.0	3.0	9.4	21.0	18.0	2.3	10.0	66.4	67.0	5.6	0.0
<i>Myrica</i>	0.0	0.0	11.0	0.0	0.3	0.0	83.0	26.0	0.0	0.0	3.2	0.0
Palmae	0.0	0.9	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Podocarpus</i>	0.8	0.9	1.9	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0
<i>Prunus</i>	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Quercus</i>	30.0	12.0	8.2	4.2	3.6	0.0	0.6	0.0	0.7	0.0	0.4	0.0
<i>Rapanea</i>	12.0	4.0	2.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	7.7	0.0
Rubiaceae	0.0	13.0	0.0	4.2	1.6	23.0	0.3	0.8	0.0	0.0	1.2	0.3
<i>Saurauia</i>	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Solanaceae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0
<i>Trema</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Weinmannia</i>	26.0	23.0	0.0	2.5	2.0	0.0	0.0	29.0	18.6	0.0	0.4	0.0
Compositae	0.4	0.9	27.0	0.0	2.6	0.0	0.9	0.8	3.4	5.8	24.0	47.0
Ericaceae	1.2	4.0	3.0	1.7	3.3	0.0	0.0	8.3	1.0	2.1	1.2	5.0
<i>Hypericum</i>	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	3.6	1.5
Bromiliaceae	0.8	16.0	0.4	2.5	0.0	0.0	0.3	0.8	0.0	0.0	0.0	1.5
Gentianaceae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	5.0
<i>Geranium</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.5
Gramineae	4.0	0.0	5.6	0.0	6.9	2.3	4.0	7.6	4.6	0.0	27.2	32.0
<i>Monnina</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
Umbelliferae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.5
Polen arbóreo Arboreal pollen	90.0		58.0		84.5		91.0		88.5		40.8	
Polen no arbóreo Non-arboreal pollen	7.0		38.2		13.0		6.0		9.0		58.0	

4.3. Pollen Analysis of Cabaña San Nicolás (Profile 8) in Puracé National Park

Nohora Esperanza Espejo B.
J. Orlando Rangel Ch.

Most of our knowledge of the paleogeography, paleoecology, and paleoclimatology of the northern Andes has been obtained from the study and interpretation of pollen and spores present in the sediments of lakes and bogs in the high mountains.

A thorough knowledge of the floral composition and of the plant communities of a region is essential to the adequate interpretation of a pollen diagram. Fortunately, a wide range of communities in the high Andean and páramo zones have been the subject of floral inventories, and their principal species and fundamental ecological traits have been established (Cleef 1981, Rangel and Franco 1985b, Sturm and Rangel 1985, Vargas and Zuluaga 1985).

Knowledge of modern pollen deposition and its relation to known vegetation patterns is also necessary, and such knowledge is forthcoming from a series of investigations of the Colombian Quaternary (van Geel and van der Hammen 1973, van der Hammen 1974, Hooghiemstra 1984, and Melief 1985). Recently Salomons (1986) has laid out basic methodological standards for palynological analysis of volcanic soils. The results of the present pollen study, including C14 dates and soil analysis, are expressed in the various diagrams that accompany this chapter and that provide the basis for the reconstruction of the sequence of changing local and regional vegetational and climatic patterns.

General Characteristics of the Profile Zone

The soil column studied here was taken in the high Andean life zone in the Puracé National Natural Park at 3000 m above sea level, at kilometer 16 of the road from Popayán to Santa

The authors express their gratitude to Dr. Thomas van der Hammen (University of Amsterdam) for his suggestions in the interpretation of the pollen diagram, for his assistance in obtaining the C14 dates at the isotope laboratory in Groningen (Holland), and for reading and commenting on the manuscript, and to Dr. Peter Kuhry for reading and commenting on the work. The Fundación para Investigaciones Arqueológicas Nacionales of the Banco de la República (FIAN) and its director Dr. Luis Duque Gómez, the Facultad de Ciencias of the Universidad Nacional de Colombia, and the personal efforts of Professor Gonzalo Correal made possible the establishment of the palynology laboratory of the Instituto de Ciencias Naturales of the Universidad Nacional de Colombia, of which the first fruits are here presented.

Leticia, near the Cabaña San Nicolás installations of INDERENA (Figure 4.1).

The soils of the eastern and central cordilleras above 3000 m, are formed by heterogeneous materials influenced locally by volcanic ash (andosols) with an abundance of organo-mineral composites, which contribute to the formation of the soils (Wada and Admine in Salomons 1986). They are not well developed and are generally shallow and of little fertility. Taxonomically they include principally Andepts and Cryoumbrepts. In areas with steep slopes there are Orthents; in plains and areas with poor drainage there are bog soils or Histosols (Cortés 1976, Hernández 1984).

Because of high water saturation, low temperatures throughout the year, and very slow decomposition of organic material, the soils tend to have a deep A horizon with abundant angular rock fragments. They are very acid, which discourages agricultural use.

The soil profile, characterized in the field by Pedro José Botero, is as follows:

- | | |
|------------|---|
| 0–25 cm | Horizon A1. Color 10YR 1.7/1. No reaction to NaF, pH 5.0 to 5.5. Fine and medium weakly subangular blocky structure; very friable, not adherent, not plastic. Abundant roots, moderate to high biological activity. |
| 25–62 cm | Horizon A2. Color 10YR 3/1. No reaction to NaF, pH 5.0 to 5.5. Silt loam; very friable, not adherent, not plastic, very porous. Very abundant roots, moderate biological activity. Diffuse limit. |
| 62–88 cm | Horizon A3. Color 10YR 2/2. No reaction to NaF, pH 5.0 to 5.5. Organic loam; very friable, not adherent, not plastic, very porous. Abundant roots, scarce biological activity. Diffuse limit. |
| 88–101 cm | Horizon AC. Color 7.5YR 2/3. No reaction to NaF, pH 4.5. Organic loam; very organic horizons, nonfriable structure, slightly sticky and slightly plastic. Very abundant roots. Gradual even limit. |
| 101–150 cm | Horizon C. Color 5YR 2/2. No reaction to NaF, pH 4.5. Organic layer with remains of plant roots partially mixed with mineral material, completely saturated with water. |

4.3. Análisis Palinológico del Sitio Cabaña San Nicolás (Perfil 8) en el Parque Puracé

Nohora Esperanza Espejo B.
J. Orlando Rangel Ch.

Los cambios en la historia de la vegetación y el clima se pueden detectar mediante el estudio del polen y las esporas presentes en un sedimento determinado. La mayor cantidad de información sobre paleogeografía, paleoecología y paleoclimatología en el norte de los Andes se ha obtenido mediante el estudio e interpretación de los datos suministrados por el análisis de los sedimentos de lagunas y turberas de las montañas altas.

Los diagramas palinológicos incluyen la estratigrafía regional y local del polen y son la base para las consideraciones sobre la vegetación de donde provienen los granos y sobre los factores climáticos que propiciaron su establecimiento.

El conocimiento de la composición florística y de las asociaciones vegetales de una región determinada es fundamental para la agrupación de los taxa, e interpretación de sus curvas en un diagrama palinológico. En la actualidad la mayoría de las comunidades de la franja altoandina y de la región paramuna han sido inventariadas y se han establecido sus especies principales y sus rasgos ecológicos fundamentales (Cleef 1981, Rangel y Franco 1985b, Sturm y Rangel 1985, Vargas y Zuluaga 1985).

La deposición del polen reciente y su relación con la cobertura y la densidad de la vegetación de un sitio determinado, facilitan la determinación de las asociaciones palinológicas a lo largo de la columna analizada. Esta contribución se enmarca en el contexto general de las investigaciones paleoecológicas sobre el Cuaternario de Colombia (van Geel y van der Hammen 1973, van der Hammen 1974, Hooghiemstra 1984 y Melief 1985). Recientemente Salomons (1986) trazó pautas metodológicas básicas para trabajos sobre palinología de suelos volcánicos. Los resultados del análisis palinológico se expresan mediante varios tipos de diagramas que junto con las dataciones radiocarbónicas y la estratigrafía de la columna de

suelo, constituyen la base para la reconstrucción del desarrollo de la vegetación local y regional, así como sus relaciones con las oscilaciones climáticas en el área de estudio.

Generalidades de la Zona del Perfil

La columna de suelo se tomó en la franja altoandina del Parque Nacional Natural Puracé en un punto ubicado a 3.000 msnm, en el Km 16 de la carretera que desde Popayán conduce a Santa Leticia, en inmediaciones de la cabaña de San Nicolás del INDERENA (Figura 4.1).

Los suelos de la cordillera central y oriental, por encima de los 3.000 msnm, están formados por materiales heterogéneos localmente influenciados por cenizas volcánicas (andosoles) con abundancia de compuestos organominerales como halófanos, los cuales al transformarse en otros minerales contribuyen a la formación de los suelos (Wada y Admine en Salomons 1986). Presentan poca evolución y son generalmente superficiales y de baja fertilidad. Su taxonomía incluye principalmente Andepts y Cryoumbrepts. En lugares con declives fuertes se hallan Orthents; en las planicies y lugares con drenaje deficiente se presentan suelos turbosos o Histosoles (Cortés 1976, Hernández 1984).

Debido a la sobresaturación de agua, a las bajas temperaturas durante todo el año y a la escasa descomposición de la materia orgánica, los suelos tienden a tener un horizonte A muy amplio con abundantes fragmentos de rocas angulosas. Presentan un amplio rango de acidez, lo cual hace que tenga condiciones muy pobres para los cultivos; no son áreas que se deban destinar para uso agrícola.

La caracterización del perfil del suelo, efectuada en el campo por Pedro José Botero es la siguiente:

- | | |
|----------|---|
| 0–25 cm | Horizonte A1. Color 10YR 1.7/1. Reacción al NaF nula, pH 5.0 a 5.5. Bloques subangulares débiles, finos y medios; muy friable no adherente, no plástico. Abundantes raíces y moderada a alta actividad biológica. |
| 25–62 cm | Horizonte A2. Color 10YR 3/1. Reacción al NaF nula, pH 5.0 a 5.5. Franco limoso, muy friable, no adherente, no plástico, muy poroso. Muy abundantes raíces, moderada actividad biológica. Límites difusos. |
| 62–88 cm | Horizonte A3. Color 10YR 2/2. Reacción al |

Los autores dejan constancia de sus agradecimientos al Dr. Thomas van der Hammen (Universidad de Amsterdam) por sus sugerencias en las interpretación del diagrama palinológico, por su amable gestión para lograr las dataciones radiocarbónicas en el laboratorio de isótopos de Groningen (Holanda) y por la lectura y comentarios al manuscrito; al Dr. Peter Kuhry por la lectura y comentarios del trabajo. La Fundación para Investigaciones Arqueológicas Nacionales del Banco de la República (FIAN) y su director Dr. Luis Duque Gómez, la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia y la intervención del profesor Gonzalo Correal hicieron posible el establecimiento del Laboratorio de Palinología del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, cuyo primer fruto se da hoy a conocer.

Methodology

The soil profile was sampled with a metal pollen tray 4 cm wide, 2 cm deep, and 50 cm long located on a cut completely cleared of vegetation. Three samples for C14 dating gave the following results:

GrN 13837 Col 508: 2719 ± 88 BP at 70 cm below the surface

GrN 13838 Col 509: 8500 ± 260 BP at 133 cm below the surface

GrN 13839 Col 510: 9223 ± 500 BP at 150 cm below the surface

Using these dates and their stratigraphic positions, sedimentation rates were estimated for the entire profile, assuming a constant sedimentation rate for each stratigraphic component. Between 150 and 113 cm, the average sedimentation rate was 1 cm per 19.5 years, and this value was extended to 100 cm below the surface (8246 BP). Between 100 and 70 cm, sedimentation was 1 cm every 184.2 years, and this value was extended to 62 cm below the surface. Between 62 and 0 cm, sedimentation was 1 cm every 20 years.

A sample of 1 cm³ was taken at each 5 cm interval. Samples were treated with KOH and heated gently for five minutes, then subjected to acetolysis as described by Erdtman (1960). Then plant microfossils were separated by density with bromoform (specific gravity 2). Slides were prepared with gelatin and sealed with paraffin. For most levels 300 grains of elements included in the pollen sum were counted. Pollen grains were identified by comparison with published references (van der Hammen and González 1963, van der Hammen et al. 1980, Hoogheimstra 1984), with keys (Heusser 1971), and by comparison with reference slides from modern flora.

Based on phytogeographic patterns, ecological study, and plant community characteristics, the species were grouped into four principal categories: Andean-subandean elements, high Andean elements, shrubby páramo elements, and herbaceous páramo elements. These taxa were included in the pollen sum. The diagrams were constructed according to the methods of van der Hammen and González (1963) and van der Hammen (1974). There is a principal diagram and individual curves for all of the plant microfossils found, according to their relative frequencies (Figure 4.5)

Among the Andean-subandean elements are *Quercus*, *Podocarpus*, *Juglans*, *Alchornea*, *Acalypha*, and *Cecropia*. The high Andean flora include *Hedyosmum*, *Weinmannia*, Melastomataceae, *Drimys*, Rubiaceae, Loranthaceae, *Ilex*, *Myrica*, *Rapanea*, Solanaceae, Myrtaceae, *Viburnum*, and *Vallea*. Compositae, *Hypericum*, Ericaceae, and *Monnina* are among the páramo shrubs. And Caryophyllaceae, *Puya*, Gramineae, *Arcytophyllum*, Cruciferaceae, *Geranium*, *Gentiana*, and *Hydrocotyle* are included in herbaceous páramo elements.

Figure 4.6 is a diagram of ecological segregation, grouping the elements on the basis of their ecological characteristics. Those which indicate the upper limit of the forest are *Rapanea*,

Myrica, *Ilex*, and *Drimys*. Colonizing elements with wide dispersal are *Acalypha*, *Cyathea*, *Cecropia*, *Dodonea*, *Pilea*, *Selaginella*, and Urticaceae. Zygnemataceae, *Botriococcus*, *Mougeotia*, and *Spirogyra* indicate humid conditions. And Cyperaceae, *Typha*, and foveolate *Lycopodium* are marsh elements.

Pollen rain was documented by collecting a sample from epiphytic bryophytes from the bases of tree trunks and from terrestrial bryophytes. This sample was processed in the same manner as the soil samples. To establish the relationship (V/P) between the relative frequency of a taxon in the pollen rain ($P\%$) and in the vegetation coverage ($V\%$), the recommendations of Grabandt (1985) and Melief (1985) were followed.

The plant communities of the páramo and high Andean life zones of Puracé National Natural Park have been studied by Rangel and Franco (1985b), Rangel and Lozano (1986), and Lozano and Rangel (Chapter 3). These studies all adhere to the basic methodological standards of Cuatrecasas (1934 and 1958). Figure 4.7 is a physiognomic cross section of the vegetation along the entire altitudinal transect with which this volume is concerned.

Pollen Rain

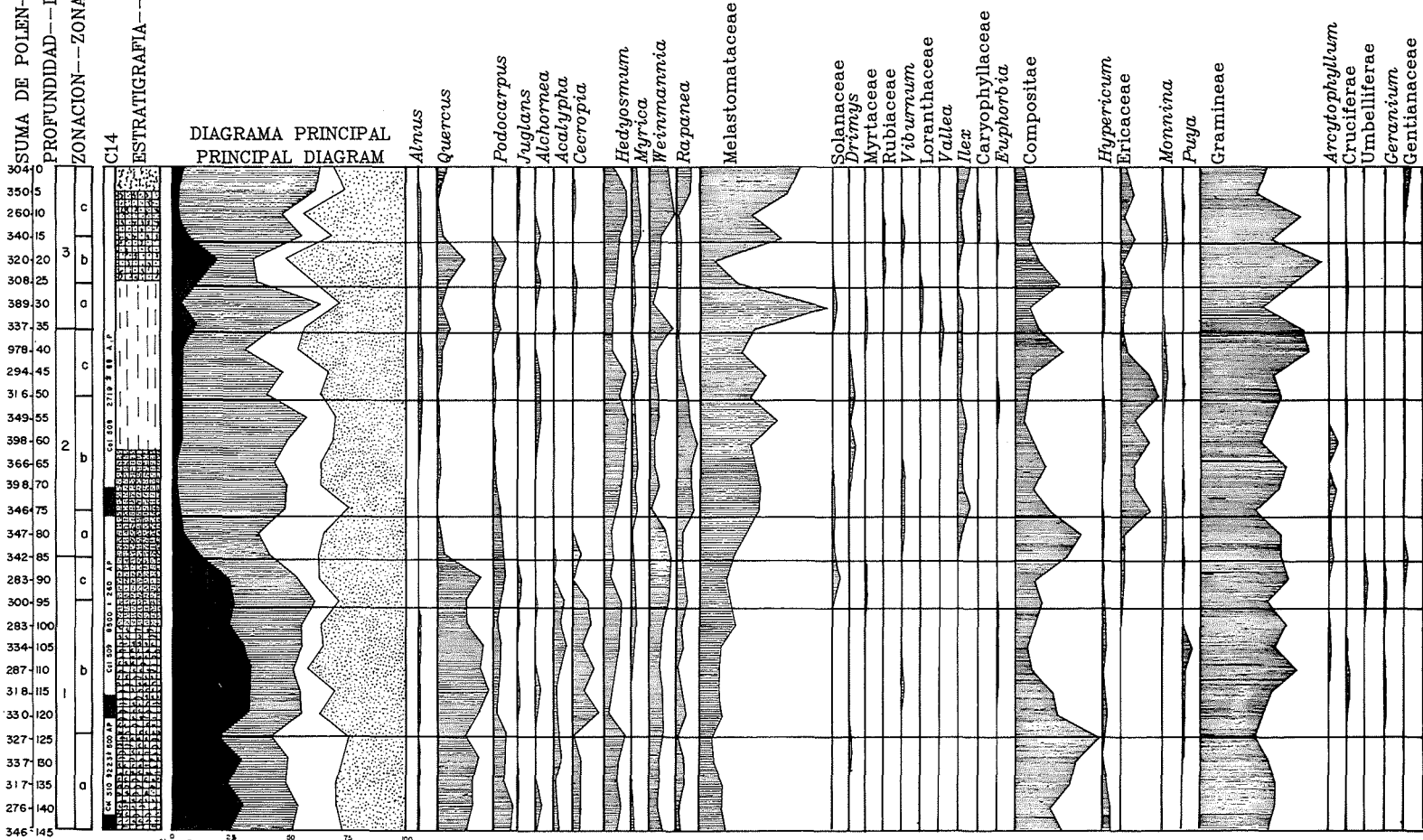
Table 4.2 gives data on the most important elements according to their representation in the modern pollen rain ($P\%$) and in the vegetation coverage ($V\%$) in the six communities studied. In Table 4.3 are the values of the relationship V/P for the elements for which this calculation could be made, and Table 4.4 makes a comparison with the reports of Grabandt (1980 and 1985) and Melief (1984 and 1985). It must be noted that these results are based on very few vegetation collections, and thus comprise a very small sample statistically. They nevertheless provide information essential to the interpretation of the pollen diagram. Several facts emerge from this analysis. Some elements occur in the pollen rain but not in the vegetation collections, such as *Acalypha*, *Alchornea*, *Alnus*, *Drimys*, and Solanaceae. Other taxa are represented in the vegetation but not in the pollen rain: *Clethra*, *Ficus*, *Monnina*, Palmae, *Prunus*, Lauraceae, *Saurauia*, and *Trema*. There are also elements that are found in the vegetation or the pollen rain, but not in both at the same time and the same place, such as *Bilia*, *Clusia*, and Juglandaceae.

Comparing V/P values for two communities in the same life zone but different ecological conditions brings to light some important peculiarities in the behavior of elements like *Cecropia*, *Hedyosmum*, and Melastomataceae (Table 4.3). For example, for *Cecropia*, $V/P = 0.02$ in the forest affected by human intervention, while in the undisturbed forest it does not appear in the vegetation census. Its high representation in the pollen rain ($P\%$) in the disturbed forest is the result of an earlier stage of succession, during which *Cecropia* dominated, even though its representation is slight in the community that characterizes the present stage. This result underscores the importance of considering general characteristics of community physiognomy and local succession in establishing the relation-

RESUMEN DE POLEN--POLLEN SUM
 PROFUNDIDAD--DEPTH (CM)
 ZONACION--ZONATION

CI 14
 ESTRATIGRAFIA--STRATIGRAPHY

DIAGRAMA PRINCIPAL
 PRINCIPAL DIAGRAM



- | | | | |
|---------------|------------------------------------|---|---|
| Gravel | Orgánico
Organic | Elementos andinos y subandinos
Andean and subandean elements | Elementos arbustivos de páramo
Páramo shrub elements |
| Arena
Sand | Raíces
Roots | Elementos altoandinos
High Andean elements | |
| Limo
Silt | Restos vegetales
Vegetal matter | Elementos herbáceos de páramo
Herbaceous páramo elements | |

10 20 30
 Escala para curvas individuales
 Scale for individual curves

Figura 4.5. Diagrama palinológico—Cabaña San Nicolás (Perfil 8). Elementos incluidos en la suma de polen.
 Figure 4.5. Pollen diagram—Cabaña San Nicolás (Profile 8). Elements included in the pollen sum.

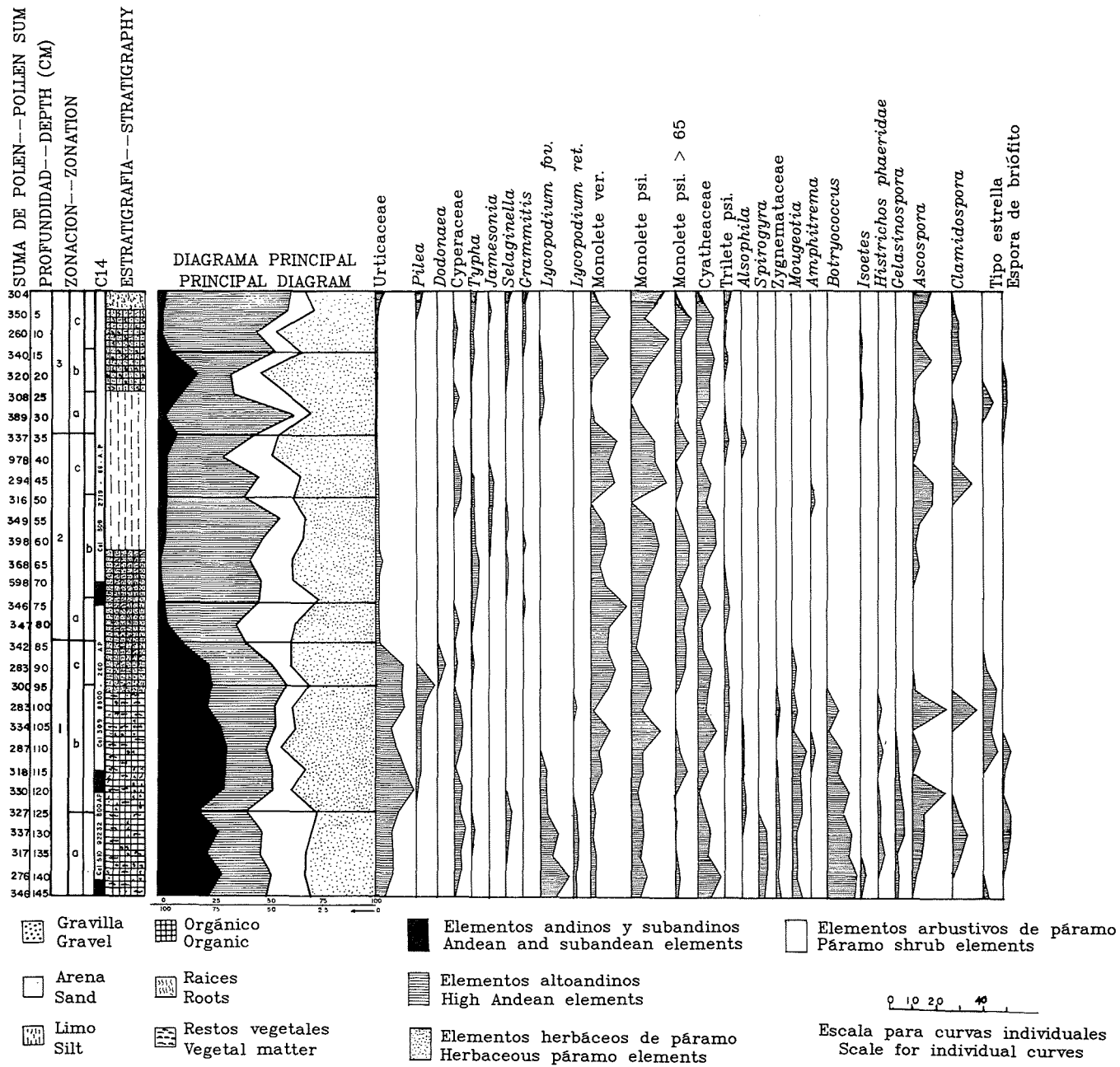


Figure 4.5. Pollen diagram—Cabaña San Nicolás (Profile 8). Elements not included in the pollen sum.
Figura 4.5. Diagrama palinológico—Cabaña San Nicolás (Perfil 8). Elementos no incluidos en la suma de polen.

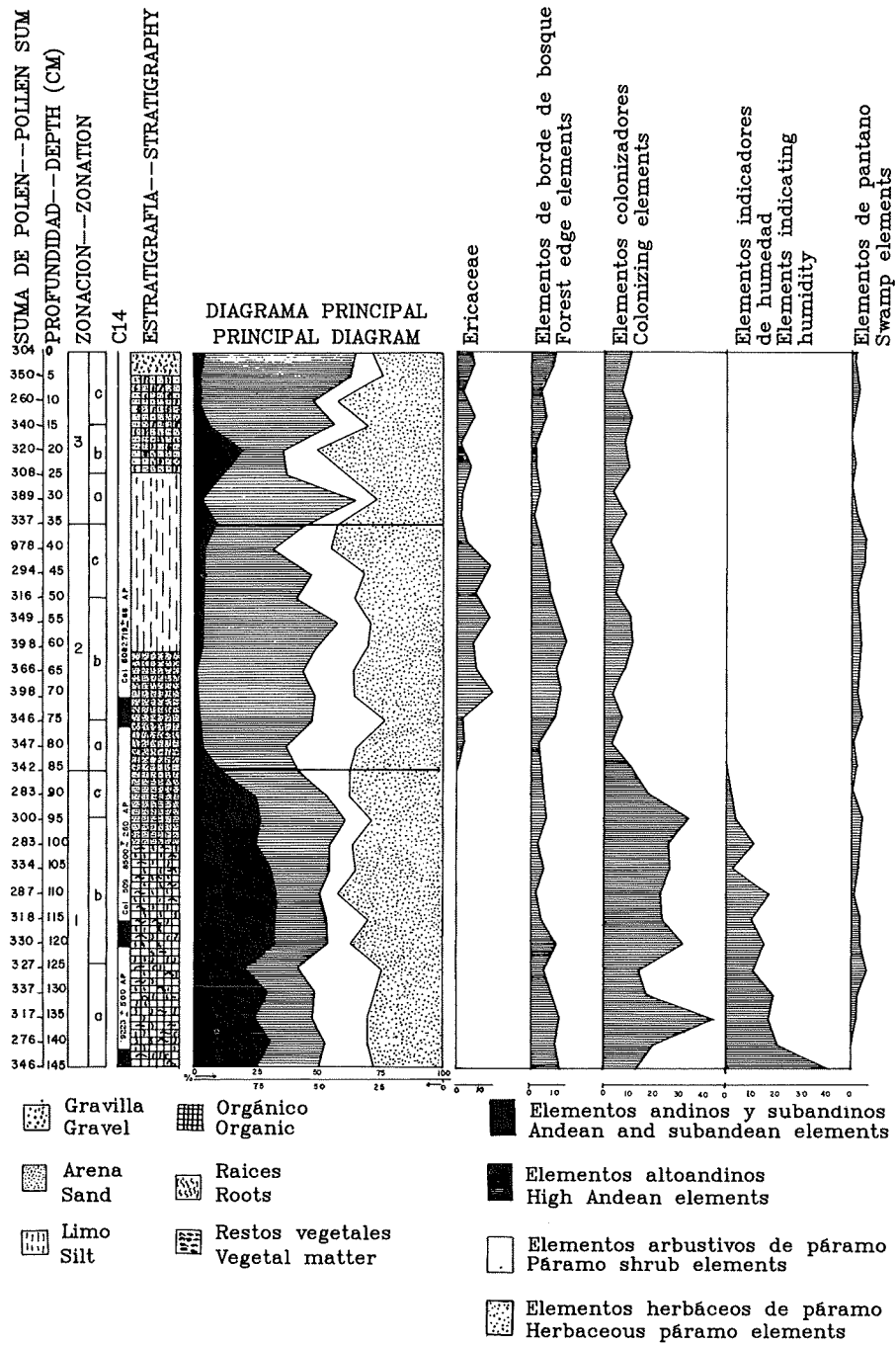


Figura 4.6. Curvas de segregación ecológica—Cabaña San Nicolás (Perfil 8).
 Figure 4.6. Ecological segregation curves—Cabaña San Nicolás (Profile 8).

Tabla 4.3. Valores *V/P* calculados para seis levantamientos en la región del Puracé.
Table 4.3. *V/P* values for six collections near Puracé.

Altitud (msnm) Altitude (m)	2310	2450	2300	3150	3300	3320
<i>Cecropia</i>		0.90	0.02			
<i>Cordia</i>			28.00			
Euphorbiaceae			4.60			
Loranthaceae			0.48			
<i>Myrica</i>				0.30		
<i>Podocarpus</i>	1.12					
<i>Quercus</i>	0.40	0.50				
Rubiaceae			14.30	2.60		0.25
<i>Hedyosmum</i>		0.04	0.30	2.07		
Melastomataceae		3.10	0.85	4.34	1.00	
<i>Rapanea</i>	0.30	0.85				
<i>Weinmannia</i>	0.80					
Compositae	2.25			0.80	1.70	1.90
Ericaceae	3.30	0.56			2.10	4.16
<i>Hypericum</i>						0.41
Bromeliaceae	20.0	6.25		2.60		
Gentianaceae						4.16
<i>Geranium</i>						3.75
Gramineae			0.33	1.90		1.10
Umbelliferae						3.75

Tabla 4.4. Relación *V/P* para los elementos más abundantes en varias regiones de vida colombianas.
Table 4.4. *V/P* ratio for the most abundant elements in several Colombian life zones.

	Grabandt 1980	Grabandt 1980	Melief 1984	Melief 1984	Espejo 1986	Espejo 1986
	Bosque	Páramo	Sta. Marta	Nevados	Andino	Altoandino
Bromeliaceae					13.13	2.60
<i>Cecropia</i>	1.93		1.15	0.61	0.90	
Compositae	0.78	0.85	2.06	1.10	2.25	1.46
<i>Cordia</i>					28.00	
Ericaceae	3.56	5.70	6.34	1.36	1.93	3.13
Euphorbiaceae					4.60	
<i>Gentiana</i>		1.03		1.43		4.16
<i>Geranium</i>		10.30				3.75
Gramineae		0.89	1.23	0.51		1.50
<i>Hedyosmum</i>	0.54		0.36	0.77	0.04	2.07
<i>Hypericum</i>	1.14	1.80		1.18		0.41
Loranthaceae	0.73				0.48	
Melastomataceae	0.49	0.41	1.54		3.10	2.67
<i>Myrica</i>	0.37					0.30
<i>Podocarpus</i>					1.12	
<i>Quercus</i>	0.59			0.74	0.45	
<i>Rapanea</i>	1.25		0.49	1.48	0.57	
Rubiaceae	1.01			3.67		1.42
Umbelliferae		1.20		1.98		3.75
<i>Weinmannia</i>	1.64		1.30	1.63	0.80	

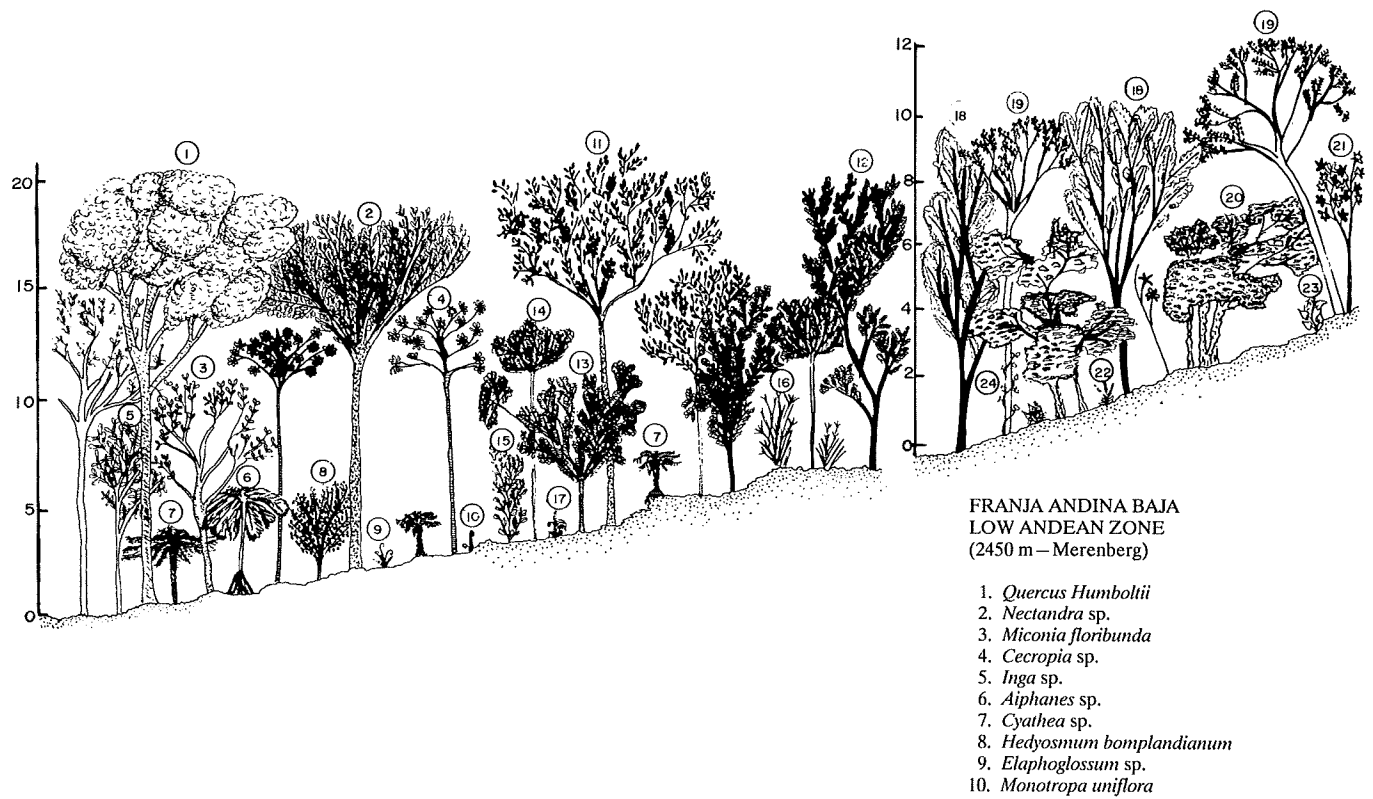


Figura 4.7. Corte fisionómico de las comunidades vegetales a lo largo del transecto estudiado.

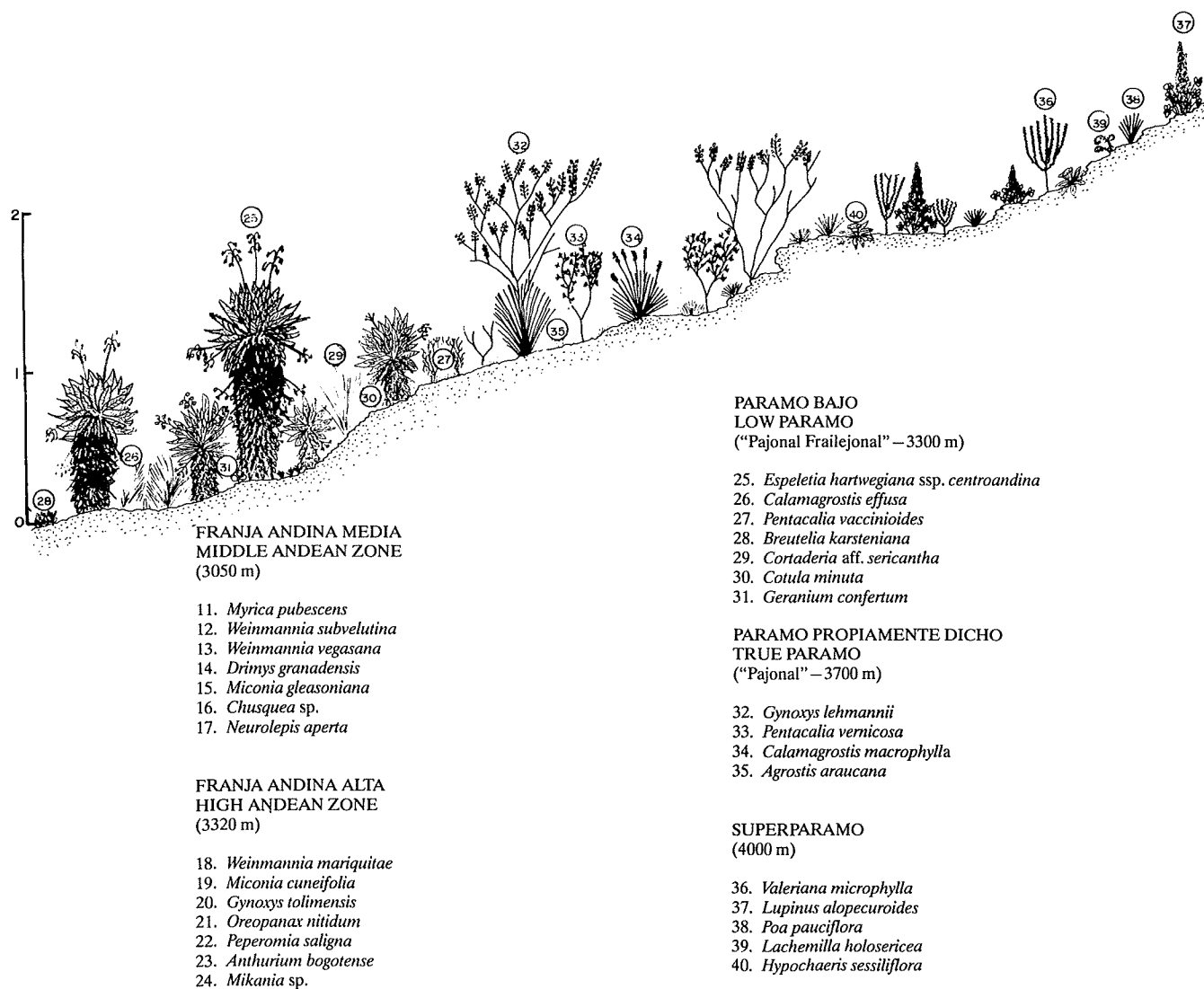


Figure 4.7. Physiognomic cross section of the plant communities along the transect.

- NaF nula, pH 5.0 a 5.5. Franco orgánico, muy friable, no adherente, no plástico, muy poroso. Abundantes raíces escasa actividad biológica. Límites difusos.
- 88–101 cm Horizonte AC. Color 7.5YR 2/3. Reacción al NaF nula, pH 4.5. Franco orgánico, horizontes muy orgánicos, no tiene estructura friable, ligeramente pegajoso y ligeramente plástico. Muy abundantes raíces. Límites graduales y planos.
- 101–150 cm Horizonte C. Color 5YR 2/2. Reacción al NaF nulo, pH 4.5. Capa orgánica con restos de raíces de plantas parcialmente mezcladas con material mineral, totalmente sobresaturada de agua.

Metodología

La muestra del perfil de suelo se tomó mediante un canal metálico de 50 x 2 x 4 cm, que se colocó sobre la pared de una calicata previamente desprovista de vegetación. Tres muestras para datación radiocarbónica arrojaron las siguientes edades:

GrN13837 (Col 508): 2719 ± 88 A.P., a 70 cm de profundidad;
GrN13838 (Col 509): 8500 ± 260 A.P., a 113 cm de profundidad;

GrN13839 (Col 510): 9223 ± 500 A.P., a 150 cm de profundidad.

Con base en estas fechas y en la estratigrafía, se calcularon las velocidades de sedimentación a lo largo del perfil. En cada componente estratigráfico se asumió una tasa de sedimentación constante. Entre 150 y 113 cm la sedimentación fue 1 cm cada 19.5 años, valor que se extendió hasta 100 cm (8246 años A.P.). Entre 100 y 70 cm la sedimentación fue 1 cm cada 184.2 años, valor que se extendió hasta 62 cm. Entre 62 y 0 cm la sedimentación fue 1 cm cada 20 años.

La columna se analizó cada 5 cm; como volumen constante se tomó 1 cm³. Previa digestión con KOH y calentamiento suave durante 5 minutos, se procedió a la acetólisis según Erdtman (1960). A continuación se efectuó la separación de los microfósiles por densidad con bromoformo (gravedad específica 2). Como medio de soporte en los micropreparados se utilizó gelatina y se sellaron con parafina. En la mayoría de niveles se contaron 300 granos de los calificados "incluidos en la suma de polen" principalmente elementos regionales. La identificación de los palinomorfos se hizo mediante la comparación con atlas (van der Hammen y González 1963, van der Hammen et al. 1980, Hooghiemstra 1984), por claves (Heusser 1971) y por comparación con láminas de referencia de la flora actual.

Con base en patrones fitogeográficos y características auto y sincológicas se agruparon las especies en cuatro categorías principales: 1) elementos de la región de vida subandina y andina, 2) elementos de la franja altoandina, 3) elementos arbustivos de la región paramuna, 4) elementos herbáceos de la región paramuna. Estos taxa se incluyeron en la "suma de polen". Los diagramas se construyeron de acuerdo con van

der Hammen y González (1963) y van der Hammen (1974). Hay un diagrama principal y curvas individuales para la totalidad de los microfósiles encontrados (% de frecuencia relativa) tanto regionales como locales (Figura 4.5).

Entre los elementos del subandino-andino figuran *Quercus*, *Podocarpus*, *Juglans*, *Alchornea*, *Acalypha* y *Cecropia*. En la franja altoandina se incluyeron a *Hedyosmum*, *Weinmannia*, Melastomataceae, *Drimys*, Rubiaceae, Loranthaceae, *Ilex*, *Myrica*, *Rapanea*, Solanaceae, Myrtaceae, *Viburnum* y *Vallea*. Entre los representantes arbustivos del páramo figuran Compositae, *Hypericum*, Ericaceae y *Monnina*, como herbáceos se consideraron a Caryophyllaceae, *Puya*, Gramineae, *Arcytophyllum*, Cruciferaeae, *Geranium*, *Gentiana* e *Hydrocotyle*.

Se elaboró un diagrama de segregación ecológica (Figura 4.6) en el cual los elementos se agruparon con base en sus características autoecológicas. Los indicadores del límite superior del bosque son *Rapanea*, *Myrica*, *Ilex* y *Drimys*. Los elementos colonizadores (amplia dispersión) son *Acalypha*, *Cyathea*, *Cecropia*, *Dodonea*, *Pilea*, *Selaginella* y Urticaceae. Los indicadores de humedad son Zygnemataceae, *Botriococcus*, *Mougeotia* y *Spirogyra*. Los elementos de zonas pantanosas son Cyperaceae, *Typha* y *Lycopodium* "foveolado".

Para el análisis de la deposición de polen (lluvia de polen) se tomó una muestra integrada de briófitos epifíticos en la base de los troncos y de briófitos terrestres, que se procesó de la misma manera que las muestras de suelo. Para establecer la relación (V/P) entre frecuencia relativa de un taxon en la lluvia de polen ($P\%$) y cobertura de la vegetación ($V\%$) se siguieron las recomendaciones de Grabandt (1985) y Melief (1985).

Las comunidades vegetales presentes en la región de vida paramuna y altoandina del Parque Nacional Natural Puracé han sido estudiadas por Rangel y Franco (1985b), Rangel y Lozano (1986) y Lozano y Rangel (este volumen), que han seguido básicamente los lineamientos metodológicos de Cuatrecasas (1934 y 1958). Un corte fisionómico se desarrolla en la Figura 4.7.

Lluvia de Polen

En la Tabla 4.2 figuran los elementos más importantes en cuanto a su representación en la lluvia de polen ($P\%$) y en la vegetación ($V\%$) en las seis comunidades investigadas. En la Tabla 4.3 se presentan los valores de la relación V/P para los elementos en los cuales fue posible calcularla y en la Tabla 4.4 se comparan con los reportes de Grabandt (1980 y 1985) y Melief (1984 y 1985). Es necesario aclarar que los resultados están basados en un número muy reducido de levantamientos de vegetación, por lo cual no son estadísticamente representativos, pero constituyen una base de datos necesaria para la interpretación del diagrama palinológico y para la comprobación y estandarización de metodologías recientes aplicadas en este tipo de investigación. Varias particularidades se destacan en el contexto. Hay elementos presentes en la lluvia de polen pero no en los levantamientos de vegetación, como *Acalypha*, *Alchornea*, *Alnus*, *Drimys* y Solanaceae. Otros taxa

ship between vegetation coverage and pollen rain.

In the areas studied, arboreal pollen predominates over nonarboreal pollen. Nevertheless, in the collections made at 2450 and 2300 m, nonarboreal pollen occurs in high frequency and appears to be an indicator of local processes of succession. In general, based on the comparisons made in this area, the following elements seem to have V/P values which under-represent their importance in plant communities (that is, they contribute little to the pollen rain compared to their contributions to the vegetation coverage): Compositae, Ericaceae, *Gentiana*, *Hedyosmum*, and Melastomataceae. In contrast, other elements are over-represented (that is, they are more important in the pollen rain than in vegetation coverage): *Cecropia*, Gramineae, and *Quercus*.

Zonation, Description, and Interpretation of the Pollen Diagram

The principal zonation of the pollen profile is based on the behavior of the curves corresponding to the regional vegetation; the zones are subdivided with reference to the behavior of the curves of local taxa. Three zones were established, and each is illustrated with probable variations in Figure 4.5.

ZONE 1 (145–85 cm)

Andean-subandean elements predominate over shrubby and herbaceous páramo elements. On the slopes near the location of the profile was an oak forest with *Quercus* and *Podocarpus*. Nearer the area of the profile itself, aquatic and marsh vegetation dominated. Both temperature and effective precipitation, locally and regionally, must have been greater during this zone than in other zones of the diagram.

In accordance with the behavior of individual curves, especially those indicating humidity and forest limits, three sub-zones have been differentiated.

Subzone 1a (145–127 cm)

Arboreal elements (closed vegetation) dominate over herbaceous elements (open vegetation). Among Andean-subandean elements, *Quercus* and *Podocarpus* show high values, with 18% and 9% respectively. The high Andean elements *Hedyosmum* and *Weinmannia* show values of 10% and 6%; Melastomataceae reach 12%, a lower figure than in other zones of this profile. Compositae and *Hypericum*, páramo shrubs, show high values, especially Compositae with a maximum of 34%; Ericaceae are poorly represented. Herbaceous páramo elements, particularly Gramineae, reach values up to 30%.

Locally, *Lycopodium* and other pteridophytes (verrucate and psilate monoletes) are found along with *Isoetes*, *Spirogyra*, Zygnemataceae, and *Botriococcus* (with maximum values of 14%). These are indicators of high humidity. Cyatheaceae show a maximum of 10%. In the middle of the subzone, fungus spores reach 10%.

During this period the upper limit of subandean vegetation came close to the area of the profile; high Andean forest

occupied altitudinal levels much like the present ones. The local area of the profile must have had some standing water, a conclusion reinforced by the abundance of spores of *Botriococcus*, Zygnemataceae, *Mougeotia*, and *Spirogyra*.

Between the standing water and the slopes covered with oak forest, there was a belt of marsh vegetation with Cyperaceae and a thicket of Compositae, *Hypericum*, and colonizing elements like Urticaceae. The floral and physiognomic characteristics of this thicket must have been quite similar to those of the open vegetation that establishes itself today in the Andean and páramo zones (Figure 4.8a).

Humidity must have been higher than at present; this subzone is the wettest period of the entire profile. Temperature must also have been higher than at present.

Subzone 1b (127–97 cm)

Andean-subandean taxa predominate, especially *Quercus* with its maximum value for the entire diagram of 22%. *Podocarpus* decreases and *Cecropia* and *Acalypha* increase. Among high Andean elements, *Weinmannia* and Melastomataceae have increased representation. Among shrubby páramo elements, Compositae decrease drastically to 4%, while *Hypericum* shows a slight increase. *Puya* increases, and Gramineae reach 40%.

Locally *Lycopodium*'s participation is reduced, but other pteridophyte spores increase over the values seen in the previous subzone. *Isoetes* and *Spirogyra* disappear; *Botriococcus* and Zygnemataceae decrease, while *Mougeotia* rises slightly; toward the middle of the subzone *Amphitrema* appears. Fungus spores are in larger quantities than in the previous subzone.

The oak forest achieved its maximum development in the environs of the profile and displaced the thicket of Compositae (Figure 4.8b). The decrease in elements indicating humidity, like *Botriococcus* and *Isoetes*, and increase in Cyperaceae (a marsh element) are probably related to a local and regional decrease in effective humidity. During this period the precipitation must have been lower than in the previous subzone and the temperature slightly higher.

Subzone 1c (97–85 cm)

Andean-subandean elements decrease from their levels in the previous subzone. *Quercus* drops off sharply toward the end of the subzone, as do *Acalypha* and *Cecropia*; other taxa, such as *Podocarpus* and *Juglans*, increase. Among high Andean elements *Weinmannia* and Melastomataceae stand out, the former reaching its maximum representation with 10%. *Rapanea* and *Hedyosmum* hold steady at previous levels, and *Solanum* appears for the first time, although its percentage is quite low (2%). Shrubby páramo elements increase, especially Compositae (20%) and Ericaceae. Gramineae behave largely as they had in the previous subzone, and other herbaceous páramo elements like *Arctophyllum*, *Gentiana*, and Umbelliferae have values between 2 and 3%. *Dodonea* shows up for the first and only time with a low percentage (4%). Locally, foveolate *Lycopodium* disappears, pteridophyte spores in-

están representados en la vegetación pero no en la lluvia de polen como *Clethra*, *Ficus*, *Monnina*, *Palmae*, *Prunus*, *Lauraceae*, *Saurauia* y *Trema*. También existen elementos que se encuentran en la vegetación o en la lluvia de polen, pero no se presentan en las dos situaciones simultáneamente en la misma localidad como *Bilia*, *Clusia* y *Juglandaceae*.

Si se comparan los valores V/P en dos comunidades ubicadas en la misma región de vida, pero con condiciones ecológicas diferentes, se notan particularidades interesantes en el comportamiento de elementos como *Cecropia*, *Hedyosmum* y *Melastomataceae* (Tabla 4.3). Por ejemplo *Cecropia* alcanza un valor $V/P = 0.02$ en el bosque intervenido, mientras que en el bosque natural no apareció en el censo de la vegetación. La representación excesiva en la frecuencia polínica ($P\%$) en el bosque intervenido se explica si se tiene en cuenta que en el proceso de sucesión la fitocenosis pasó por una etapa durante la cual dominó *Cecropia*, más tarde esta comunidad fue reemplazada por la actual, en la cual la representación de *Cecropia* es escasa. El resultado sirve para resaltar la conveniencia de considerar en el marco teórico de la relación V/P , la fisionomía comunitaria y los procesos locales de sucesión.

En los sitios inventariados, predomina el polen arbóreo sobre el polen no arbóreo. En los levantamientos realizados a 2450 y 2300 msnm la representación de polen no arbóreo es importante y al parecer es un indicador de los procesos de sucesión local. En general en la región estudiada con base en los levantamientos efectuados se consideran con valores V/P que indican subrepresentación (poco polen con respecto al valor de cobertura del taxon en la vegetación), a *Compositae*, *Ericaceae*, *Gentiana*, *Hedyosmum* y *Melastomataceae*, mientras que estarían representados en exceso (mucho polen con reacción al valor de la cobertura del taxon en la vegetación) *Cecropia*, *Gramineae* y *Quercus*.

Zonación, Descripción e Interpretación del Diagrama Palinológico

Con base en el comportamiento de las curvas de los grupos regionales se estableció la zonación principal; el comportamiento de las curvas de taxa locales y la segregación ecológica o indicadores de condiciones especiales sirven para realizar las subdivisiones de las zonas. Se establecieron tres zonas, cada una se ilustró con las variaciones probables (Figura 4.5).

ZONA 1 (145–85 cm)

Predominan los elementos andinos y subandinos con relación a los arbustivos y herbáceos de páramo. En las laderas cercanas al lugar de la perforación se establecía el “roble dal” con *Quercus* y *Podocarpus*; en el sitio de la perforación arraigaba vegetación acuática y pantanosa. En general durante esta época la temperatura y la precipitación efectiva tanto local como regionalmente debieron ser mayores que en otras zonas del diagrama.

De acuerdo con el comportamiento de las curvas individuales y con las de los elementos indicadores de humedad y del límite del bosque, se diferenciaron tres subzonas.

Subzona 1a (145–127 cm)

Predominan los elementos arbóreos (vegetación cerrada) sobre los herbáceos (vegetación abierta). Entre los representantes andinos-subandinos *Quercus* y *Podocarpus* tienen valores altos de 18% y 9% respectivamente. Elementos altoandinos como *Hedyosmum* y *Weinmannia* presentan valores de 10% y 6%; *Melastomataceae* alcanza 12%, cifra baja si se le compara con el comportamiento a lo largo del perfil. *Compositae* e *Hypericum*, arbustos de páramo, tienen valores altos, especialmente los primeros con un máximo de 34%; *Ericaceae* está pobremente representada. Elementos herbáceos de páramo, particularmente *Gramineae* alcanzan valores de 30%.

Localmente se encuentran *Lycopodium* y otros Pteridófitos (monoletes verrugados y psilados), igualmente *Isoetes*, *Spirogyra*, *Zygnemataceae* y *Botriococcus* (con máximos de 14%), indicadores de humedad alta. *Cyatheaceae* muestra un máximo de 10%. En la parte media las esporas de hongos alcanzan 10%.

Durante esta época el límite superior de la vegetación subandina se acercó al sitio de la perforación; el bosque altoandino ocupaba franjas altitudinales parecidas a las actuales. Localmente en el sitio de muestreo debió presentarse una zona con espejo de agua, observación que se ratifica con la abundancia de esporas de *Botriococcus*, *Zygnemataceae*, *Mougeotia* y *Spirogyra*.

Entre la franja con agua y las laderas cubiertas por el “roble dal”, se establecía un cinturón de vegetación pantanosa con *Cyperaceae* y un matorral de *Compositae*, *Hypericum* y elementos colonizadores como *Urticaceae*. Las características florísticas y fisionómicas de este matorral debieron ser muy similares a las de la vegetación de tipo abierto que actualmente se establece en la región andina y paramuna (Figura 4.8a).

La humedad debió ser mayor que en la época actual; la franja representa la época más húmeda del diagrama. La temperatura también debe haber sido mayor que la actual.

Subzona 1b (127–97 cm)

Predominan los taxa subandinos-andinos especialmente *Quercus* con un valor máximo de 22% para todo el diagrama. *Podocarpus* disminuye, y aumentan *Cecropia* y *Acalypha*. En el altoandino es mayor la representación de *Weinmannia* y *Melastomataceae*. Entre los elementos arbustivos de páramo, *Compositae* disminuye drásticamente hasta 4%, mientras que *Hypericum* muestra un ligero aumento. *Puya* incrementa su representación; *Gramineae* llega hasta 40%.

Localmente *Lycopodium* restringe su participación, los valores de otras esporas de Pteridófitos aumentan con relación a la subzona anterior. Desaparecen *Isoetes* y *Spirogyra*; *Botriococcus* y *Zygnemataceae* disminuyen, mientras que *Mougeotia* eleva ligeramente su porcentaje; hacia la parte media se registra *Amphitrema*. La representación de las esporas de hongos es mayor con relación a la subzona anterior.

El “roble dal” alcanzó su máximo desarrollo en los contor-

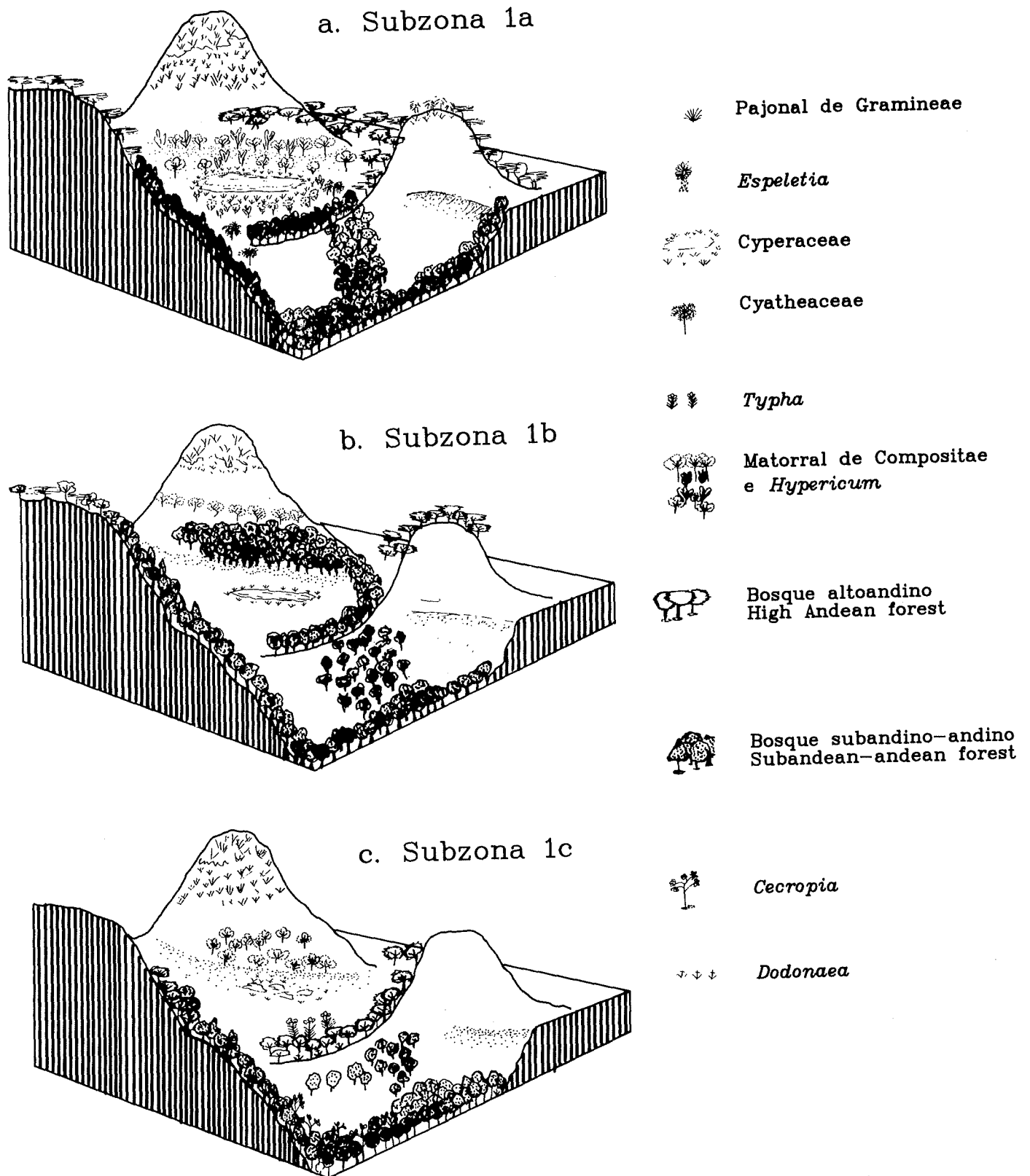


Figure 4.8. Hypothetical reconstruction of vegetation around Cabaña San Nicolás at the time of pollen zone 1.
 Figura 4.8. Reconstrucción probable de las franjas de vegetación alrededor de la Cabaña San Nicolás en tiempos de la zona de polen 1.

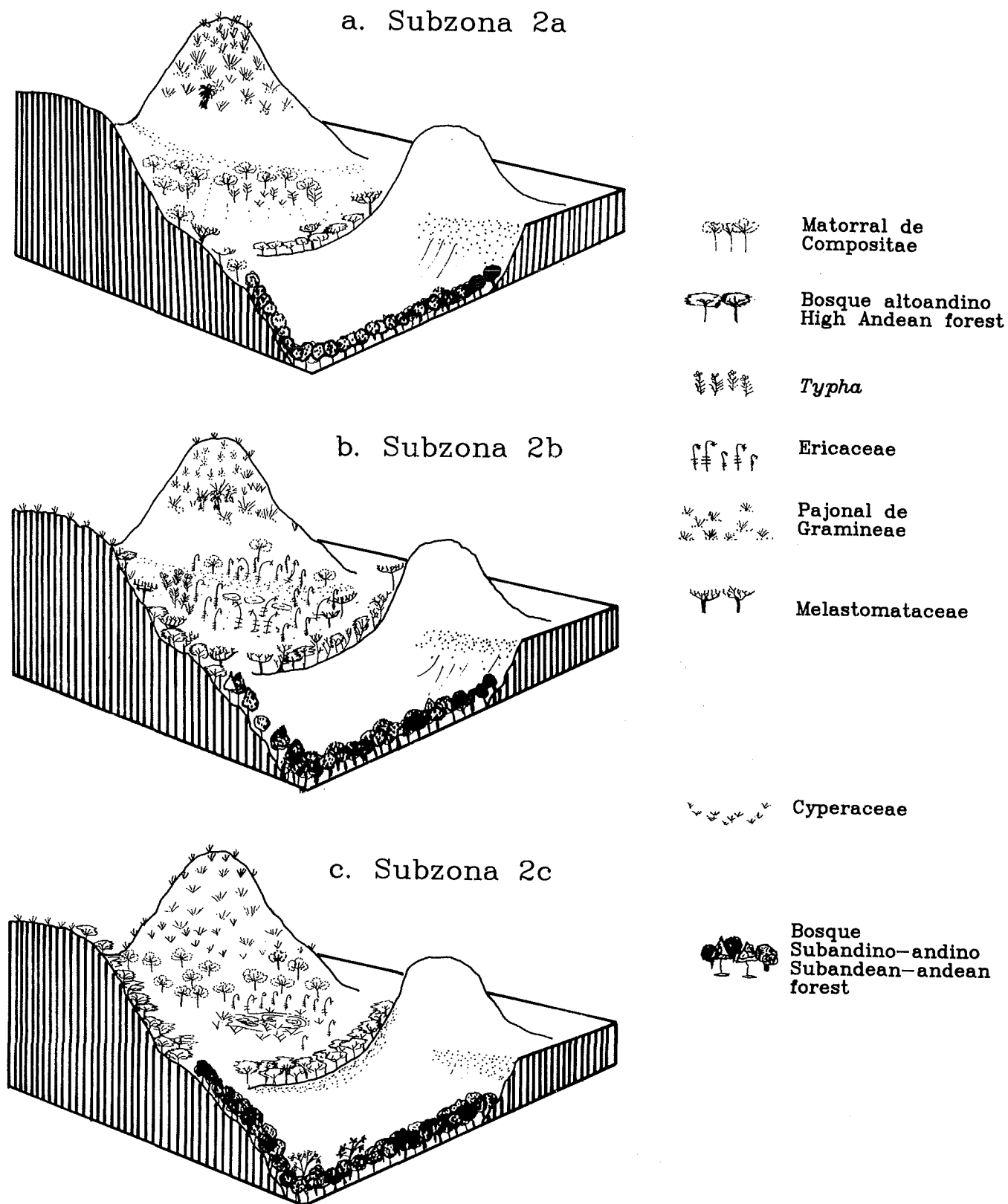


Figura 4.9. Reconstrucción probable de las franjas de vegetación alrededor de la Cabaña San Nicolás en tiempos de las zona de polen 2.
Figure 4.9. Hypothetical reconstruction of vegetation around Cabaña San Nicolás at the time of pollen zone 2.

crease, and Urticaceae almost disappear. Cyperaceae and *Typha* are present, but fungus spores are not.

The oak forest begins to diminish, and the high Andean forest increases its representation, suggesting a descent in the altitudinal limit of the subandean forest. In the immediate area of the profile a high Andean vegetation probably took advantage of the areas abandoned by the oak forest to establish itself. Succession is most apparent toward the end of the subzone when the thicket of Compositae begins to expand its area of distribution. The presence of *Dodonea* is an important indicator of early stages of succession in disturbed zones, possibly in the areas from which the oak forest was disappearing (Figure 4.8c). Temperature and precipitation must have been lower than they were during the previous subzone.

ZONE 2 (85–35 cm)

This zone is characterized by a drastic decrease in elements of the Andean-subandean forest (to values lower than 10%) and by the domination of high Andean elements, which rise to as high as 55%.

Near the profile high Andean vegetation predominates with *Rapanea*, *Hedyosmum*, and Melastomataceae. Most striking in local changes is a decrease in humidity, whose ecological indicators disappear. Colonizing elements like *Cecropia* decrease. The presence of Ericaceae may be indicative of local conditions of lower humidity and temperature compared with the previous zone or boggy conditions.

Subzone 2a (85–75 cm)

Andean-subandean elements decline almost to the point of disappearing; high Andean elements, like *Hedyosmum* and *Rapanea* continue at the high levels of the previous subzone. *Weinmannia* diminishes drastically; Melastomataceae increase; *Viburnum* and *Ilex* appear, though with values lower than 5%. Among shrubby páramo elements, Compositae increase to 30%, Ericaceae are better represented, and *Monnina* appears in low frequency. Graminae maintain their representation (35%).

Lycopodium, *Isoetes*, Zygnemataceae, and fungus spores are all entirely absent. *Grammitis* and Urticaceae are poorly represented.

The limit of subandean vegetation was much farther away from the profile than previously, and its immediate environs much have been dominated by a high Andean forest with *Weinmannia* and Melastomataceae.

Standing water disappeared almost completely locally, and later on, so did the zone of Cyperaceae. The establishment of *Typha* was favored, and the thicket of Compositae extended its area of distribution to patches previously occupied by the oak forest (Figure 4.9a).

Precipitation must have been less and the temperature slightly lower than during the previous subzone.

Subzone 2b (75–50 cm)

Andean-subandean elements are very low; *Alchornea*

reaches 3%. The behavior of the high Andean elements is similar to the previous subzone. The shrubby páramo elements decrease, especially Compositae, which have their minimum value of 3%. *Hypericum* and Ericaceae increase slightly. Gramineae have values similar to those of the previous subzone.

Pteridophyte spores are more abundant than in the previous subzone, especially Cyatheaceae. Humidity indicators continue to be absent, although toward the end of the subzone *Amphitrema* (bog) is registered. Fungus spores appear again, especially *Ascosporas*. *Typha* is well represented, and by the end of the subzone *Jamesonia* and Cyperaceae have disappeared.

On the slopes and near the profile itself, a high Andean forest dominated by *Hedyosmum*, *Rapanea*, *Weinmannia*, and Melastomataceae establish themselves. The presence of *Drimys*, *Ilex*, and *Viburnum* confirm this occurrence (Figure 4.9b).

Locally, in spots with high water availability, *Typha* remains, but in much reduced frequency. The thicket of Compositae shrank and was replaced by Ericaceae, an element that would indicate less humid conditions. The temperature must have been the same and the precipitation lower than during the previous subzone.

Subzone 2c (50–35 cm)

In the Andean-subandean group, *Quercus* and *Podocarpus* increase. Among high Andean elements, *Hedyosmum* and Melastomataceae decrease. The shrubby páramo elements like Ericaceae initially maintain constant values, but toward the end of the subzone they decline. Gramineae increase (50%).

Pteridophyte spores reach their maximum representation, and fungus spores are more abundant than in the previous subzone. *Typha* and *Jamesonia* occur up until the middle of the subzone. The representation of *Cyathea* declines.

Near the profile is a high Andean forest with *Hedyosmum*, *Weinmannia*, *Myrica*, and Melastomataceae, but its area of distribution is probably less than in the previous subzone. By the end of the subzone open páramo vegetation increases.

Locally the belt of Cyperaceae expands, marking a return to marshier conditions that had occurred earlier. The thicket of Compositae also extended its distribution (Figure 4.9c). Precipitation must have been slightly higher and the temperature lower than in the previous subzone.

ZONE 3 (35–0 cm)

In the initial phase the Andean-subandean elements and the herbaceous páramo elements increase slightly. At about the middle of the zone there is a sudden increase in the Andean-subandean vegetation.

Subzone 3a (35–25 cm)

Andean-subandean vegetation maintains levels similar to those of the previous subzone, though near the end it shows

nos del sitio de perforación y desplazó al matorral de Compositae (Figura 4.8b). La disminución de los elementos indicadores de humedad como *Botriococcus* e *Isoetes* y el aumento de Cyperaceae (elemento de pantano) probablemente están relacionados con los procesos de terrización ocasionados por la disminución de la humedad efectiva regional y esencialmente local. Durante este período la precipitación debió ser menor que en la subzona anterior y la temperatura ligeramente mayor.

Subzona 1c (97–85 cm)

Los elementos subandinos-andinos disminuyen con relación a la subzona anterior. *Quercus* decrece bruscamente hacia el final de la subzona, así mismo *Acalypha* y *Cecropia*; otros taxa como *Podocarpus* y *Juglans* aumentan. Entre los representantes altoandinos se destacan *Weinmannia* y Melastomataceae; el primero alcanza su máxima representación con 10%. *Rapanea* y *Hedyosmum* mantienen constante sus valores; *Solanum* aparece por primera vez aunque con baja representación (2%). Los elementos arbustivos de páramo aumentan, especialmente Compositae (20%) y Ericaceae. Gramineae se comporta de manera similar a la de la subzona anterior, otros elementos “herbáceos de páramo” como *Arcytophyllum*, *Gentiana* y Umbelliferae tienen valores entre 2% y 3%. *Dodonea* aparece por primera y única vez con valores bajos (4%). Localmente desaparece *Lycopodium* “foveolado”, aumenta la representación de esporas de Pteridófitos, y Urticaceae casi desaparece. Se presentan Cyperaceae y *Thypha* pero no se encuentran esporas de hongos.

El “robleal” empieza a disminuir y el bosque altoandino a elevar su representación, indicando un posible descenso en el límite de la vegetación del subandino. En las proximidades del sitio de perforación probablemente se estableció una vegetación altoandina que aprovechó las áreas abandonadas por el “robleal”. La sucesión es más evidente hacia el final de la subzona, cuando el matorral de Compositae empieza a extender su área de distribución. Es importante la presencia de *Dodonea*, indicador de procesos de sucesión vegetal sobre sitios alterados, posiblemente en los lugares donde desapareció el “robleal” (Figura 4.8c). Con relación a la subzona anterior la temperatura y la precipitación deben haber disminuido.

ZONA 2 (85–35 cm)

Se caracteriza por la drástica disminución de los elementos del subandino-andino (valores menores al 10%) y por el dominio de los elementos altoandinos que alcanzan hasta 55%.

En los alrededores del sitio de muestreo predominó vegetación altoandina con *Rapanea*, *Hedyosmum* y Melastomataceae. Los cambios locales se caracterizan por la disminución de la humedad cuyos indicadores ecológicos desaparecen. Los elementos colonizadores como *Cecropia* disminuyen. La presencia de Ericaceae puede ser indicativo de condiciones locales de menor humedad y temperatura con relación a la zona anterior o también de condiciones de turbera.

Subzona 2a (85–75 cm)

El subandino-andino disminuye hasta casi desaparecer; el altoandino con *Hedyosmum* y *Rapanea* mantiene valores muy semejantes a los de la subzona anterior. *Weinmannia* disminuye drásticamente; Melastomataceae aumenta; aparecen *Viburnum* e *Ilex*, aunque con valores inferiores a 5%. Entre los elementos arbustivos de páramo, Compositae aumenta hasta 30%, Ericaceae está mejor representada y aparece *Monnina* con valores reducidos. Gramineae mantiene su representación (35%).

No se registraron esporas de *Lycopodium*, *Isoetes*, Zygnemataceae ni de hongos. *Grammitis* y Urticaceae están pobremente representados.

El límite de la vegetación subandina se alejó considerablemente del lugar, en los alrededores debió establecerse una vegetación altoandina con dominio de *Weinmannia* y Melastomataceae.

Localmente desapareció casi por completo el “espejo de agua” y más tarde lo hizo el cordón de Cyperaceae. El proceso de terrización avanzó, favoreció el establecimiento de *Typha* y permitió que el matorral de Compositae extendiera su área de distribución sobre sitios anteriormente ocupados por el “robleal” (Figura 4.9a).

En comparación con la subzona anterior la precipitación debió ser menor y la temperatura ligeramente menor.

Subzona 2b (75–50 cm)

Los representantes del subandino-andino muestran una participación baja; *Alchornea* alcanza 3%. El comportamiento de los elementos altoandinos es similar al de la subzona anterior. Los arbustivos de páramo disminuyen, especialmente Compositae que llega a su valor mínimo de 3%; *Hypericum* y Ericaceae aumentan levemente. Gramineae tiene valores semejantes a los de la subzona anterior.

Las esporas de Pteridófitos son más abundantes que en la subzona anterior, especialmente Cyatheaceae. Los indicadores de humedad continúan ausentes, aunque hacia el final de la zona se registra *Amphitrema* (turbera). Nuevamente aparecen esporas de hongos, especialmente *Ascosporas*. *Typha* está bien representada, y hacia el final de la zona desaparecen *Jamesonia* y Cyperaceae.

Sobre las laderas y en los alrededores del sitio de muestreo se establecía un bosque altoandino dominado por *Hedyosmum*, *Rapanea*, *Weinmannia* y Melastomataceae. La presencia de *Drimys*, *Ilex* y *Viburnum* confirma esta apreciación (Figura 4.9b).

Localmente sobre los sitios con buena disponibilidad de agua, permanecía *Typha* pero con valores muy reducidos. El matorral de Compositae disminuyó y fue reemplazado por Ericaceae, elemento que vendría a indicar condiciones menos húmedas. Con relación a la subzona anterior la temperatura debe haber sido igual y la precipitación menor.

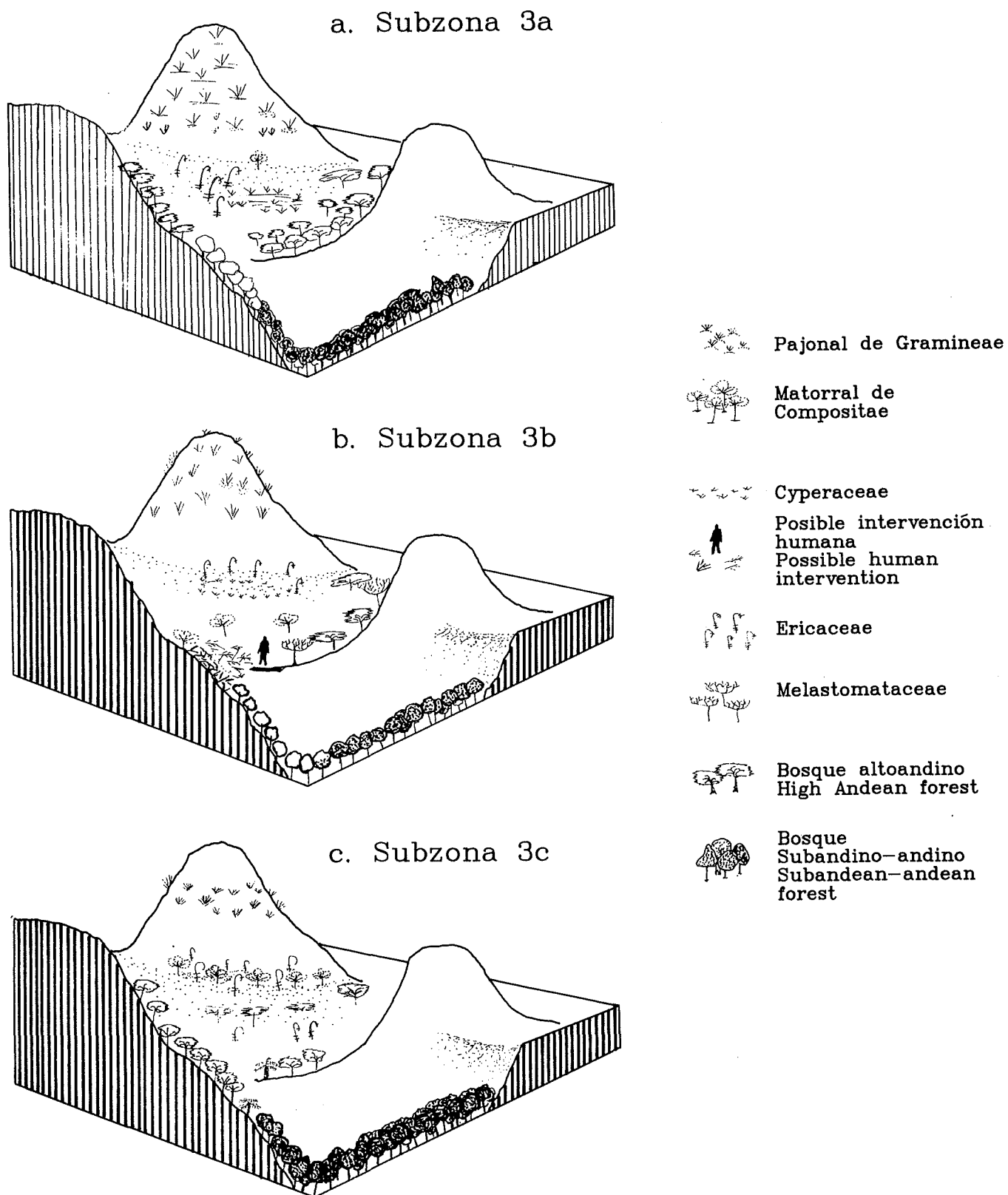


Figure 4.10. Hypothetical reconstruction of vegetation around Cabaña San Nicolás at the time of pollen zone 3.
Figura 4.10. Reconstrucción probable de las franjas de vegetación alrededor de la Cabaña San Nicolás en tiempos de la zona de polen 3.

Subzona 2c (50–35 cm)

En el subandino-andino aumentan *Quercus* y *Podocarpus*. En el altoandino disminuyen Melastomataceae y *Hedyosmum*. Los elementos arbustivos de páramo como Ericaceae inicialmente mantienen constantes sus valores, pero al final de la subzona decrecen. Gramineae aumentó (50%).

Las esporas de Pteridófitos alcanzan su máxima representación; las esporas de hongos son más abundantes que en la subzona anterior. *Typha* y *Jamesonia* se registran hasta la parte media. Disminuye la representación de *Cyathea*.

En los alrededores del sitio arraigaba un bosque altoandino con *Hedyosmum*, *Weinmannia*, *Myrica* y Melastomataceae. El área de distribución probablemente era menor que en la subzona anterior. Hacia el final de la subzona aumentó la vegetación abierta de tipo páramo.

Localmente el cordón de Cyperaceae se extendió, evento que pone en evidencia el cese temporal de la fase de terrización y el lugar nuevamente presentó condiciones pantanosas. El matorral de Compositae extendió su área de distribución (Figura 4.9c). La precipitación debe haber sido ligeramente mayor y la temperatura menor (enfriamiento) que en la subzona anterior.

ZONA 3 (35–0 cm)

En la fase inicial aumentan ligeramente los elementos subandinos- andinos y los herbáceos de páramo. En la mitad de la zona se presenta un repentino incremento del subandino-andino.

Subzona 3a (35–25 cm)

La representación del subandino-andino es parecida a la de la subzona anterior, aunque al final aumenta por la presencia de *Cecropia* y *Alchornea*. El altoandino eleva su participación hasta 60%, especialmente Melastomataceae que alcanza su máximo valor 55%. Los elementos arbustivos de páramo aumentan hacia el final de la subzona, particularmente Compositae y Ericaceae con 19 y 5%, respectivamente. Hacia la parte media Gramineae disminuye, pero al final recupera su representación.

Localmente disminuyen las esporas de Pteridófitos y de hongos. Cyperaceae se mantiene con escasa representación, al igual que *Lycopodium*.

En las proximidades del lugar de muestreo se establecía un bosque altoandino dominado por *Hedyosmum* y Melastomataceae. Localmente debió presentarse una fase de Cyperaceae sobre terrenos pantanosos con áreas de distribución muy reducida. El matorral de Compositae y Ericaceae nuevamente redujo su área de distribución (Figura 4.10a).

La temperatura y la precipitación deben haber sido ligeramente más altas que en la subzona anterior, comportamiento que se corrobora si se tiene en cuenta la extensión de la vegetación arbórea, la disminución de Ericaceae y el ligero aumento de esporas de helechos y de hongos.

Subzona 3b (25–15 cm)

En el subandino-andino, *Quercus* y *Podocarpus* muestran un sorprendente ascenso de 13% y 6% respectivamente, a diferencia de *Alchornea* y *Cecropia* que disminuyen ligeramente. En el altoandino los valores de *Hedyosmum* y *Myrica* son mayores que en la subzona anterior. *Weinmannia* y Melastomataceae disminuyen hasta 5%, pero al final de la subzona aumentan nuevamente. Se registraron nuevas taxa como Rubiaceae, Myrtaceae y Loranthaceae con valores inferiores al 1%. Arbustos de páramo como Compositae y Ericaceae disminuyeron. Gramineae alcanzó su máximo valor (52%).

Localmente las esporas de Pteridófitos están pobremente representadas. Se registraron *Lycopodium*, *Selaginella* e *Isoetes*. Las esporas de hongos son más frecuentes que en la subzona anterior.

El aumento de la representación del subandino podría ser indicativo de un acercamiento de su límite altitudinal o de sobrerrepresentación en el espectro polínico. La participación de la vegetación del altoandino es baja especialmente en la parte media de la franja. En los alrededores del sitio de muestreo predominó vegetación de tipo matorral arbustivo. El comportamiento de la subzona puede interpretarse de dos maneras. Por una parte las evidencias paleopalinológicas podrían estar indicando cambios drásticos en las condiciones climáticas entre 3000 y 3500 msnm ocasionados probablemente por un descenso brusco de la temperatura que favoreció la extensión del "pajonal" hacia la zona del bosque altoandino. A pesar del descenso de la temperatura en las zonas altas (por encima de 3000 msnm), en las zonas vecinas al "robleal" (menores de 3000 msnm) las condiciones no fueron tan desfavorables y la vegetación permaneció sin alteraciones severas. Más aún, es posible que el límite altitudinal de distribución del "robleal" haya subido.

También es factible que la brusca disminución del porcentaje de vegetación altoandina y el aumento de los elementos del "pajonal paramuno" están relacionados con la intervención humana, es decir que en el lugar después de haberse talado el bosque altoandino, se facilitó la llegada de una mayor cantidad de polen proveniente de las partes bajas y altas que no encontraban obstáculo alguno para sedimentarse sobre la vegetación abierta (Figura 4.10b), de tal manera que no habría transgresión del límite altitudinal del "robleal", sino efecto de mayor representación en la lluvia de polen. Por ahora es difícil decidir cual de las dos opciones está más cercana de la situación probable, quizás cuando se cuente con más evidencias paleopalinológicas se facilite la interpretación definitiva sobre los eventos que representa esta subzona.

Localmente el cordón de Cyperaceae redujo su área de distribución. Por el contrario el matorral de compuestas mantuvo su representación. La temperatura debió ser menor que en la subzona anterior y la precipitación igual o ligeramente menor.

increases in the presence of *Cecropia* and *Alchornea*. High Andean elements rise to 60%, especially Melastomataceae which reach their maximum value of 55%. The shrubby páramo elements increase toward the end of the subzone, particularly Compositae and Ericaceae with 19% and 5% respectively. During the middle Gramineae diminish, but at the end they recover their previous levels.

Pterodiphyte and fungus spores decrease locally. Cyperaceae maintain their low levels of representation, as does *Lycopodium*.

Near the profile was a high Andean forest dominated by *Hedyosmum* and Melastomataceae. Locally this was a phase of Cyperaceae in marshy spots with a very small area of distribution. The thicket of Compositae and Ericaceae shrank once again (Figure 4.10a).

Temperature and precipitation must have been slightly higher than in the previous subzone. The extent of arboreal vegetation, the decrease in Ericaceae, and the slight increase in fern and fungus spores all point to this conclusion.

Subzone 3b (25–15 cm)

Among the Andean-subandean elements, *Quercus* and *Podocarpus* show a surprising increase at 13% and 6% respectively, in contrast to *Alchornea* and *Cecropia*, which decrease slightly. In the high Andean group the values of *Hedyosmum* and *Myrica* are higher than in the previous subzone. *Weinmannia* and Melastomataceae decrease to 5%, but at the end of the subzone once again increase. Several new taxa, such as Rubiaceae, Myrtaceae, and Loranthaceae, are recorded with values below 1%. The shrubby páramo elements like Compositae and Ericaceae diminished. Gramineae reached their maximum value (52%).

Locally pteridophyte spores are poorly represented. *Lycopodium*, *Selaginella*, and *Isoetes* are present. Fungus spores are more frequent than in the previous subzone.

The increase in the representation of subandean vegetation could be indicative of a rise in its altitudinal limit or of misleading over-representation in the pollen spectrum. High Andean elements show low percentages, especially in the middle of the subzone. Near the profile shrubby thicket-type vegetation prevailed. The changes observed in this subzone can be interpreted in two ways. On the one hand, the pollen evidence could be indicating drastic climatic changes between 3000 and 3500 m above sea level, probably caused by an abrupt drop in temperature which favored the expansion of the open grassy vegetation into the high Andean forest zone. In spite of the decline in temperature at high elevations (above 3000 m), temperature change in the oak forest (below 3000 m) was not so severe, so that the vegetation remained largely unchanged. It is even possible that the altitudinal limit of the oak forest's distribution rose.

On the other hand, it is also possible that the abrupt decline in the percentage of high Andean vegetation and the increase in páramo grasses are related to human intervention by way of forest clearance. If substantial portions of the high Andean

forest were removed, then airborne pollen might travel much farther, making it seem that distant vegetation types had drawn closer when, in fact nothing of the kind had occurred (Figure 4.10b). At present it is difficult to decide which of the two options is closer to the truth. Perhaps more detailed palynological evidence would resolve the issue.

Locally, the belt of Cyperaceae contracted while the thicket of composites maintained its representation. Temperature must have been lower than in the previous subzone and the precipitation the same or slightly less.

Subzone 3c (15–0 cm)

Andean-subandean elements decline; *Quercus* and *Podocarpus* reach minimum values. *Cecropia* almost disappears in the early part, but by the end of the subzone it recovers. High Andean elements are very well represented by Melastomataceae, *Hedyosmum*, *Weinmannia*, and *Rapanea*. The shrubby páramo elements are in frequencies very like those of the previous subzone. The herbaceous páramo elements decline in general, especially Gramineae. Others, such as Umbelliferae, *Geranium*, and *Gentiana*, reach values less than 1%. Locally pteridophyte and fungus spores are more abundant than in the previous subzones. *Typha*, *Jamesonia*, *Selaginella*, and *Grammitis* are registered at very low levels. Humidity indicators such as *Isoetes* and Zygnemataceae appear sporadically.

Vegetation near the profile was high Andean forest, dominated by *Hedyosmum*, *Weinmannia*, and Melastomataceae (Figure 4.10c). Temperature and precipitation were probably higher than in the prior subzone.

Final Considerations

Plant microfossils (grains of pollen and spores) were extremely well preserved in this profile, falling in District 1 in the classification established by Salomons (1986). Sedimentation was not homogeneous; Zone 3 had a higher sedimentation rate than the other zones, resulting in different densities of pollen in the different zones. Fungus spores are poorly represented in comparison with the results of pollen analysis of bogs and lakes in other regions (van Geel and van der Hammen 1973, Kuhry et al. 1983).

Local and Regional Vegetation Changes

Figure 4.11 presents an integrated view of the principal vegetation changes and their relation to ecological indicators (colonizing elements, forest limit taxa, elements of humid conditions, etc.). As in the principal diagram (Figure 4.4), three zones are distinguished. The first shows an abundance of taxa that indicate humid conditions as well as of colonizing elements such as *Acalypha*, *Cecropia*, and Urticaceae. It reflects a period with a vigorously developing oak forest around the location of the profile. The oak forest almost disappears in Zone 2. The elements which mark the edge of the high Andean forest (or the upper altitudinal limit of ar-

Subzona 3c (15-0 cm)

El subandino-andino decrece; *Quercus* y *Podocarpus* llegan a valores mínimos. *Cecropia* casi desaparece en la parte inferior, pero hacia el final de la subzona se recupera. El altoandino está muy bien representado por Melastomataceae, *Hedyosmum*, *Weinmannia* y *Rapanea*. Los elementos arbustivos de páramo mantienen un comportamiento similar al de la subzona anterior. Los elementos herbáceos de páramo en general disminuyen, especialmente Gramineae. Otros como Umbelliferae, *Geranium* y *Gentiana* tienen representaciones menores al 1%. Localmente las esporas de Pteridófitos y de hongos son más abundantes que en las subzonas anteriores. Se registraron *Typha*, *Jamesonia*, *Selaginella* y *Grammitis* con valores muy bajos. Esporádicamente aparecen indicadores de humedad como *Isoetes* y *Zygnemataceae*.

En los alrededores del lugar de muestreo se establecía un bosque altoandino dominado por *Hedyosmum*, *Weinmannia* y Melastomataceae (Figura 4.10c). La temperatura y la precipitación probablemente fueron mayores que en la subzona anterior.

Consideraciones Finales

El grado de conservación de los microfósiles (granos de polen y esporas) reconocidos en el perfil es óptimo y pertenece al distrito 1 de la clasificación establecida por Salomons (1986). La sedimentación a lo largo del perfil no fue homogénea; en la Zona 3 (superficial) la rata de sedimentación es mayor que en las zonas restantes lo cual se manifiesta en la mayor densidad de polen en la primera. Las esporas de hongos tienen una representación baja en comparación con los resultados de análisis palinológicos de turberas y lagunas de otras regiones (van Geel y van der Hammen 1973, Kuhry et al. 1983).

Cambios Locales y Regionales en la Vegetación

En la Figura 4.11 se presenta una visión integrada de los cambios principales en la vegetación y su relación con los indicadores ecológicos (elementos colonizadores, borde o límite de bosque, humedad, etc.). Al igual que en el diagrama principal (Figura 4.4), se diferencian tres zonas. La primera muestra abundancia de taxa indicadores de humedad y de elementos colonizadores como *Acalypha*, *Cecropia* y *Urticaceae*. Viene a ser el reflejo de un período con un bosque de robles de desarrollo vigoroso en los alrededores del sitio de muestreo. En la Zona 2 casi desaparece el "robleal". Los elementos que marcan el borde del bosque altoandino o límite altitudinal superior de la vegetación arbórea muestran su máxima representación. Los indicadores de humedad desaparecen por completo y los colonizadores disminuyen. Las ericáceas alcanzan su máximo valor, indicando procesos de terrización en los alrededores del sitio de muestreo, es decir condiciones de menor humedad ambiental. En las cercanías del sitio de muestreo predominaban bosques de *Weinmannia*,

Melastomataceae y *Hedyosmum*. En la Zona 3 se consolida el bosque altoandino y hay bastante influencia de la vegetación abierta, quizás como consecuencia de la intervención humana, especialmente al final de la franja.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, en la Zona 1 deben haber prevalecido localmente condiciones de mayor humedad, y en orden decreciente le siguen las Zonas 3 y 2. En cuanto a temperatura la Zona 1 debe haber presentado la mayor temperatura seguida de las Zonas 2 y 3 (Figura 4.11).

Cambios en la Vegetación y el Clima durante el Holoceno

Con base en los resultados y en las contribuciones de van der Hammen (1974) y Salomons (1986) se postula la siguiente reconstrucción en el desarrollo de la vegetación y el clima (temperatura y precipitación) de la parte alta del Parque Nacional Natural Puracé durante el Holoceno.

Entre 9500 y 7500 años A.P. el clima mejoró con aumentos en la temperatura y la precipitación que permitieron el establecimiento del bosque subandino-andino muy cerca del lugar de muestreo. El límite de la vegetación arbórea (subandina-andina) debió estar por encima del límite actual. La franja corresponde a la zona de polen andino V, relacionada con la parte final del estadal "El Abra" (van der Hammen 1974, Salomons 1986).

Entre 7500 y 5000 años A.P., la situación fue similar al período anterior y el límite de la vegetación del subandino se mantuvo. Según Salomons (1986) "este límite estaba 100 m más arriba que hoy en día, el cinturón de vegetación altoandina se amplió y el páramo se redujo a una estrecha franja". La precipitación fue ligeramente menor que en la época anterior y la temperatura probablemente fue igual, aunque al final presentó un leve descenso. La franja corresponde a la zona andina de polen VI. Kuhry et al. (1983) en la cordillera central reportaron condiciones climáticas similares para la misma zona VI de polen andino.

Una evidencia adicional sobre la humedad de las zonas anteriores, reflejo de las condiciones locales y regionales, es la característica hidromórfica del suelo analizado, observación que concuerda con los comentarios de Salomons (1986).

El período comprendido entre los 5000 y 3000 años A.P. abarca la época en que se produjo el descenso de la temperatura y la precipitación con relación a las subzonas anteriores e igualmente en los límites altitudinales de las franjas o cinturones de vegetación. El bosque altoandino extendió su área de distribución y desplazó a los elementos del subandino-andino. La temperatura fue menor que en la zona anterior pero mayor que la temperatura actual; la precipitación fue menor que la subzona anterior y probablemente igual o ligeramente mayor que la actual. La fase corresponde a la zona de polen andino VII, cuyas consideraciones climáticas para otras regiones colombianas coinciden con las halladas en el Parque Puracé (van Geel y van der Hammen 1973, Kuhry et al. 1983).

Entre 3000 años A.P. y el presente, se diferencian períodos en los cuales la temperatura fue un poco mayor que en la

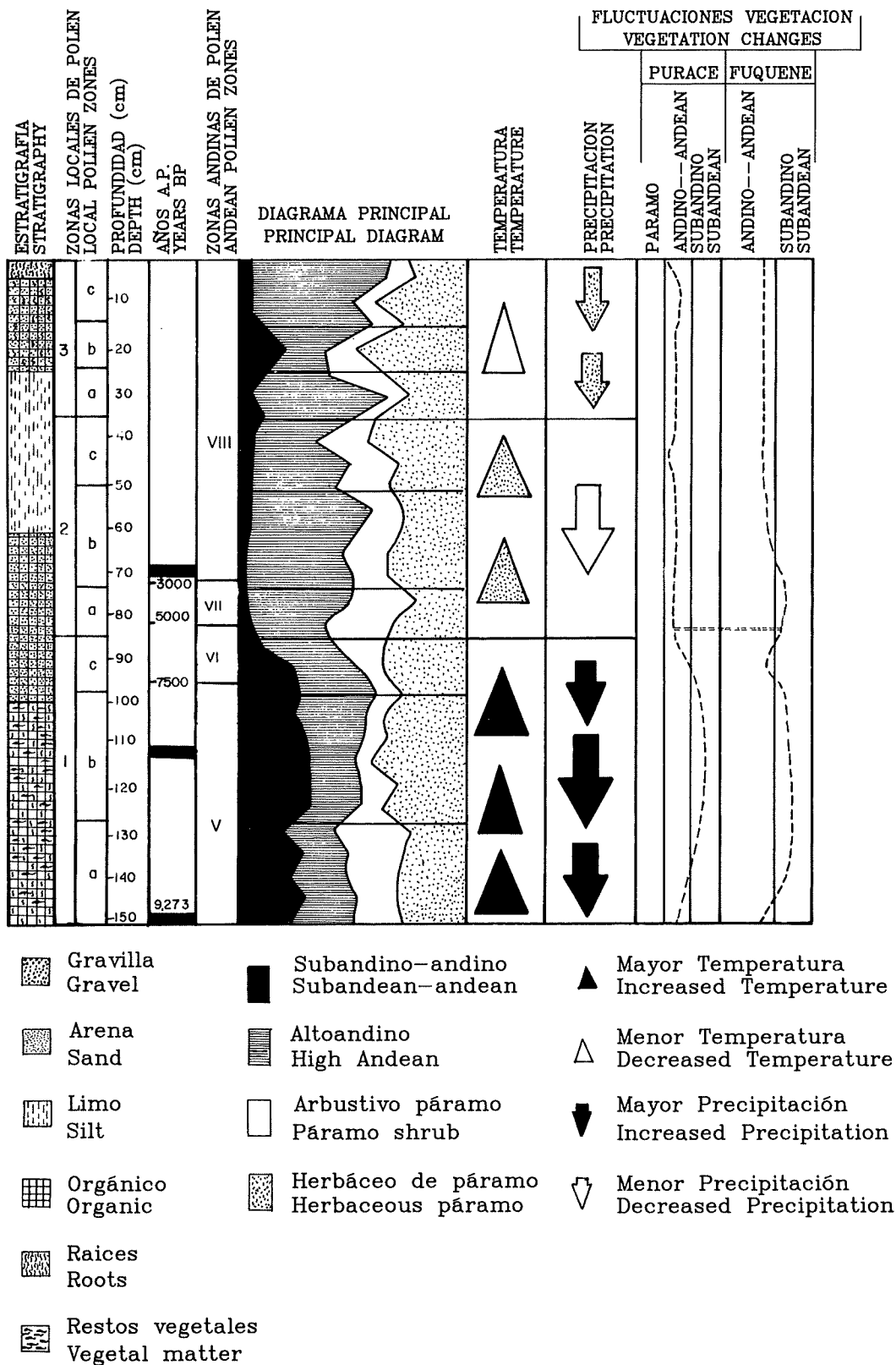


Figure 4.11. Summary of vegetation and climate changes and comparison with other Andean localities.
 Figura 4.11. Relación de los cambios en vegetación con el clima y comparación con otras localidades andinas.

actualidad, así como períodos secos en los cuales la precipitación fue menor que hoy en día. Hacia el final de la Zona 3, la temperatura es menor que en las otras zonas, indicando un ligero enfriamiento en el clima, condición comentada también por Kuhry et al. (1983) y por Salomons (1986). La franja

corresponde a la zona de polen andino VIII. En la Figura 4.11 se visualizan las interpretaciones y se establece la correlación con las fluctuaciones de los cinturones de vegetación reportadas para Fúquene (van Geel y van der Hammen 1973).

boreal vegetation) reach their maximum representation. Indicators of humid conditions disappear completely, and colonizers diminish. Ericaceae reach their highest value, indicating a drying out of land around the location of the profile—that is, lower environmental humidity. Near the profile forests of *Weinmannia*, Melastomataceae, and *Hedyosmum* predominate. In Zone 3 the high Andean forest is consolidated, and there is much evidence of open vegetation, perhaps as a consequence of human intervention, especially at the end of the period.

In summary, Zone 1 must have shown the most humid conditions, followed by Zone 3 and then Zone 2. Zone 1 also must have had the highest temperatures, followed, in order, by Zones 2 and 3 (Figure 4.11).

Holocene Climate and Vegetation Changes

Based on the results presented here and the contributions of van der Hammen (1974) and Salomons (1986), we can suggest the following reconstruction of vegetation and climatic change for the highest elevations of Puracé National Natural Park during the Holocene.

Between 9500 and 7500 BP the climate improved, with rises in temperature and precipitation that permitted the establishment of Andean-subandean forest very near the profile location. The limit of arboreal vegetation (Andean-subandean) must have been higher than it is today. This phase corresponds to Andean Pollen Zone V, coinciding with the final part of El Abra stadial (van der Hammen 1974, Salomons 1986).

Between 7500 and 5000 BP, the situation was similar to the previous period and the limit of subandean vegetation remained the same. According to Salomons (1986) "this limit was 100 m higher than it is today, the belt of high Andean vegetation expanded, and the páramo was reduced to a narrow

zone." Precipitation was slightly less than in the previous period, and temperature was probably the same, although near the end it decreased slightly. This phase corresponds to Andean Pollen Zone VI. Kuhry et al. (1983) have reported similar climatic conditions in the central cordillera for this same Andean Pollen Zone VI.

An additional piece of evidence indicating humidity in these early zones, a reflection of local and regional conditions, is the hydromorphic character of the soils analyzed, an observation that agrees with the comments of Salomons (1986).

The period between 5000 and 3000 BP was one of decrease in temperature and precipitation from the levels of previous times; altitudinal limits of the various vegetation belts shifted downward. The high Andean forest extended its area of distribution and displaced Andean-subandean elements. Although temperature was lower than it had been previously, it was still higher than at present; precipitation was less than during the previous zone and probably equal to or slightly above the current level. This phase corresponds to Andean Pollen Zone VII, and shows climatic conditions in Puracé Park parallel to those reported for other regions of Colombia (van Geel and van der Hammen 1973, Kuhry et al. 1983).

Between 3000 BP and the present, periods in which the temperature was slightly higher than at present can be found, as can dry periods when precipitation was less than today. Towards the end of Zone 3, temperature is lower than in the other zones, indicating a slight cooling of the climate, a condition mentioned by Kuhry et al. (1983) and by Salomons (1986). This phase corresponds to Andean Pollen Zone VIII. Figure 4.11 presents a summary of these interpretations and shows their correspondence to the fluctuations in vegetation zones reported for Fúquene (van Geel and van der Hammen 1973).

4.4. Pollen Analysis of Merenberg Crater (Profile CMI)

Fernando Piñeros S.

The study of the pollen samples of the CMI bog profile provides local and regional information to contribute to the reconstruction of vegetation changes at the crater of the Merenberg volcano and the middle part of the Valle de la Plata. Extremely humid conditions at the site of the CMI core provided for good preservation of pollen grains and spores, making it possible to obtain a continuous record of the last 13,700 years of vegetational and climatic history for the region and a broader vision of the importance of the environment as a factor in the cultural development of the Valle de la Plata.

Geographic Location and Modern Vegetation

The crater of the inactive Merenberg volcano (Figures 4.1 and 4.12), located in Great Landscape D1 (the Ignimbrite High Plain) at 2500 m above sea level, has a temperature between 12 and 18°C. Inside this large crater (1 km in diameter), which rises to 100 m above the level surrounding surface (Kroonenberg and Diederix 1985), is an Andean forest of *Quercus*, *Weinmannia*, *Billia*, *Ficus*, *Palmae*, and *Cyatheaceae*, currently much disturbed and badly cut over, together with azonal boggy patches of *Sphagnum* with *Compositae*, *Blechnum*, *Rosaceae*, *Hymenophyllum*, *Eleocharis*, and *Riccardia* (Figure 4.13).

The oak forest that surrounds the crater and is established in the region between 2300 and 2650 m above sea level is the community of *Quercus humboldtii*-*Clusia multiflora* and *Alfaroa* sp. that Rangel and Lozano (Chapter 3) describe for the vicinity of the town of La Argentina (Serranía de las Minas) between 1800 and 2650 m above sea level. The physiognomy and composition of this forest are briefly summarized below.

Soils

Mineralogical study carried out by Salomon Kroonenberg establishes volcanic ash fall as the source of the mineral material in the soils analyzed from the Merenberg core. The scarcity of pyroxenes, even in the freshest samples, and the predominance of hornblende or biotite as a ferromagnesian mineral in all the samples suggest that the ash was most likely

The paleoecological investigation presented here is a synthesis of results obtained during thesis research for the Universidad de los Andes (Piñeros 1988), directed by Orlando Rangel.

of dacitic, rather than andesitic, composition. That is to say, the ash was evidently deposited in the volcano but not produced by the volcano. This ash could be a product of andesitic stratovolcanoes of the central cordillera such as Puracé or Nevado del Huila.

The contrast between the amounts of weathering suffered by the two groups of samples (the first being 4, 5, and 7 and the second being 9, 10, 14, and 17—Figure 4.14) suggests that the ash that accumulated in the crater of the Merenberg volcano before the late glacial (i.e., the second group) was heavily weathered during a period without peat formation. The absence of pollen in the sediments more than 233 cm below the surface in the core results from the heavy weathering, which destroyed the plant microfossils. This earlier ash fall is the product of intense volcanic activity in the central cordillera before 21,000 BP (van Geel and van der Hammen 1973). Only ash deposited during the late glacial and Holocene as the crater filled with organic material, provided for good pollen preservation.

Collection and Analysis of the Sample

The pollen sample was recovered from the interior of the volcanic crater in the form of a soil core 4 m deep made with a Dachnovsky soil auger in July, 1982, by Salomon Kroonenberg and Peter Kuhry. During laboratory preparation, *Eucaliptus* pollen was added as a marker in order to make possible approximations of the absolute density of pollen in the sediments.

An age for each pollen spectrum was estimated from the concentration of pollen in the sediments of different depths and the C14 dates obtained from two samples of organic material sent to the isotope laboratory of the University of Groningen (Holland). The two dates obtained were 7370 ± 110 BP (GrN 12910 [Col 496A] at a depth of 136–142 cm) and 12,730 ± 110 BP (GrN 12911 [Col 497] at 185–194 cm).

Construction of the Pollen Diagram

At more than 230 cm below the surface the pollen concentrations are so low that reliable interpretations cannot be made. An organic layer at 323 cm between clays of volcanic origin was also disregarded as an unreliable datum for climatic

4.4. Análisis Palinológico del Sitio del Cráter de Merenberg (Perfil CMI)

Fernando Piñeros S.

El estudio de las muestras de polen del sitio de turbera de CMI proporcionó información medioambiental local y regional para la reconstrucción de la historia de la vegetación del cráter del volcán Merenberg y la región media del Valle de la Plata. Los niveles de alta humedad en el sitio de la perforación CMI permitieron una buena preservación de los granos de polen y esporas, lográndose obtener un registro continuo de los últimos 13.700 años de historia vegetacional y climática de la región y una visión más amplia de la importancia del medioambiente como factor participante en el desarrollo cultural del Valle de la Plata.

Ubicación Geográfica y Vegetación Actual

La zona del cráter del volcán apagado de Merenberg (Figuras 4.1 y 4.12), ubicado dentro del paisaje D1 (la Altillanura Ignimbrítica) a 2500 msnm, presenta una temperatura entre los 12 y 18°C. En el interior de este amplio cráter (1 km de diámetro) que sobresale unos 100 m sobre la superficie plana circundante (Kroonenberg y Diederix 1985) se presentan un bosque andino de *Quercus*, *Weinmannia*, *Billia*, *Ficus*, *Palmae*, y *Cyatheaceae*, actualmente intervenido y talado, y parches azonales de turberas de *Sphagnum* con *Compositae*, *Blechnum*, *Rosaceae*, *Hymenophyllum*, *Eleocharis* y *Riccardia* (Figura 4.13).

El robledal que constituye el cordón de vegetación que rodea el cráter del volcán apagado de Merenberg y que se establece en la región entre los 2300 y 2650 msnm es la misma comunidad de *Quercus humboldtii*-*Clusia multiflora* y *Alfaroa* sp. que Rangel y Lozano (Capítulo 3) describen para los alrededores del municipio de La Argentina (Serranía de las Minas) entre los 1800 y 2650 msnm. La fisionomía y composición de este bosque está resumido en la siguiente sección del presente capítulo.

Suelos

Los resultados del estudio mineralógico elaborado por Sa-

La investigación paleoecológica que se presenta a continuación es una síntesis de los resultados obtenidos durante el trabajo de tesis presentado a la Universidad de los Andes (Piñeros 1988) el cual fue dirigido por Orlando Rangel.

lomón Kroonenberg permiten establecer que todo el material mineral parece ser procedente de lluvias de ceniza volcánica. La escasez de piroxenos hasta en las muestras más frescas y el predominio de hornblenda o biotita como mineral ferromagnético en todas las muestras sugieren que estas cenizas son probablemente de composición más bien dacítica y no tanto andesítica, es decir, cenizas depositadas en el volcán, pero sin ser producidas por éste. La procedencia de estas cenizas puede ser los estratovolcanes andesíticos de la cordillera central tal como el Puracé o el Nevado del Huila.

El contraste en el estado de meteorización entre el primer grupo (4, 5 y 7) y el segundo grupo (9, 10, 14 y 17) de muestras (Figura 4.14) hace suponer que las cenizas acumuladas en el cráter del volcán Merenberg antes del tardiglacial (segundo grupo) sufrieron una fuerte meteorización durante un período sin formación de turba. La ausencia de polen en los sedimentos por debajo de los 233 cm en la perforación se debe a esta alta meteorización que afectó también la conservación de los microfósiles. Esta intensa actividad volcánica se asocia a las registradas en la cordillera central anteriores a los 21.000 años A.P. (van Geel y van der Hammen 1973). Sólo las cenizas tardiglaciales y holocénicas, que se depositaron al llenarse el cráter de materia orgánica, alcanzaron a conservarse frescas.

Toma de la Muestra, Conteo y Análisis

El muestreo para análisis de polen del interior del cráter del volcán consistió en un sondeo de 4 m de profundidad tomado mediante el uso de un barreno Dachnovsky. Las muestras obtenidas entonces (julio de 1982), por Salomón Kroonenberg y Peter Kuhry fueron preparadas en el laboratorio, agregando *Eucaliptus* como "marcadores", permitiendo realizar aproximaciones sobre la densidad absoluta de palinomorfos en los sedimentos.

La concentración de polen en los sedimentos de las distintas profundidades y las fechas de radiocarbono obtenidas a partir de dos muestras de materia orgánica enviadas al laboratorio de isótopos de la Universidad de Groningen (Holanda) permitieron calcular la edad de cada uno de los espectros e inclusive estimar la de otros puntos en el diagrama. Las dos fechas fueron 7370 ± 110 A.P. (GrN 12910 [Col 496A]) de una profundidad de 136 a 142 cm) y 12.730 ± 110 A.P. (GrN 12911 [Col 497] de una profundidad de 185 a 194 cm).

and vegetation reconstruction. The taxa that reflect the composition of the regional vegetation in terms of altitudinal bands were grouped as Andean-subandean, high Andean, and páramo elements in the principal diagram (Figure 4.15). The diagram of local ecological segregation (Figure 4.16) groups representative elements of distinct phases of formation and drainage of soils, colonizing elements, and elements of the forest limits.

The zonation of the principal diagram (Figure 4.15) is based on the major fluctuations in forest elements. The subzones are differentiated on the basis of changes in all the curves of the diagram. Zones are indicated by arabic numbers and subzones by upper case letters.

Description and Interpretation of the Diagram

The following reconstruction of the local and regional vegetation is based on the results of the pollen analysis, the stratigraphy of the profile, the ecological characteristics of the dominant species, and the nature of the plant communities of which they form a part.

ZONE 1 (230–175 cm)

Subzone 1A (230–192 cm)

Near the location of the profile and on nearby slopes, the predominant vegetation was of an open type with Gramineae, Compositae, and *Hypericum*. This vegetation has strong floral and physiognomic similarities to the shrubby páramo grasslands of today. Relict forests of *Alnus* were probably the only type of arboreal vegetation in a zone with much standing water (Figures 4.17 and 4.18).

This expansion of páramo vegetation from 13,700 BP on corresponds to the end of the Pleni-glacial period, with higher precipitation and much lower temperature than today. Large

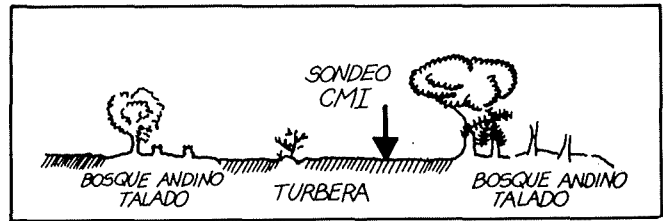


Figure 4.13. Situation of Profile CMI in bog soils, near cut Andean forest.
Figura 4.13. Sitio de muestreo CMI en suelo turboso.

glaciers occurred in the high Andes.

Subzone 1B (192–175 cm)

At the location of the profile and on nearby slopes, open vegetation continued to be dominant with Compositae and *Hypericum* and areas with standing water. This vegetation was, however, restricted to a smaller area than it had been during the previous subzone (Figure 4.18).

This period from 12,800 to 11,000 BP, known as the Guantiva interstadial, was characterized by an improvement in climate with increased temperature and precipitation (Figure 4.17). A rise in the altitudinal limit of the forest is registered in the Valle de la Plata as an Andean-subandean forest of *Quercus*, Melastomataceae, *Podocarpus*, and *Hedyosmum* begins to replace the grassland and the *Alnus* forest.

ZONE 2 (175–93 cm)

Subzone 2A (175–150 cm)

Once again open vegetation of the páramo grassland type is predominant at the location of the profile. The Andean-subandean forest retreats; it is replaced by a high Andean forest of *Myrica*, *Weinmannia*, and *Rapanea* (Figure 4.19). During this El Abra stadial period, between 11,000 and 8000 BP, the predominance of open vegetation and the lowering of the altitudinal vegetation zones were the result of temperature decline and precipitation increase. These conditions were accompanied by continual volcanic ash falls in the higher elevations of the Valle de la Plata (Figure 4.17).

Subzone 2B (150–93 cm)

During this period open vegetation is found only in the crater while a closed vegetation community of Andean-subandean forest and *Alnus* predominates on the nearby slopes and at lower elevations. A high Andean forest occurs above 2500 m on neighboring slopes (Figure 4.19). The rise in the forest limit and the expansion of the Andean forest above 3000 m, beginning after 8000 BP, correspond to the bioclimatic optimum at the opening of the Holocene (Figure 4.17).

The invasion of the area of the profile by closed vegetation and the expansion of areas of standing water result from the climatic improvement, consisting of greater precipitation and temperature 2 or 3°C above present levels. Altitudinal bands of vegetation were some 100 m above their present levels.

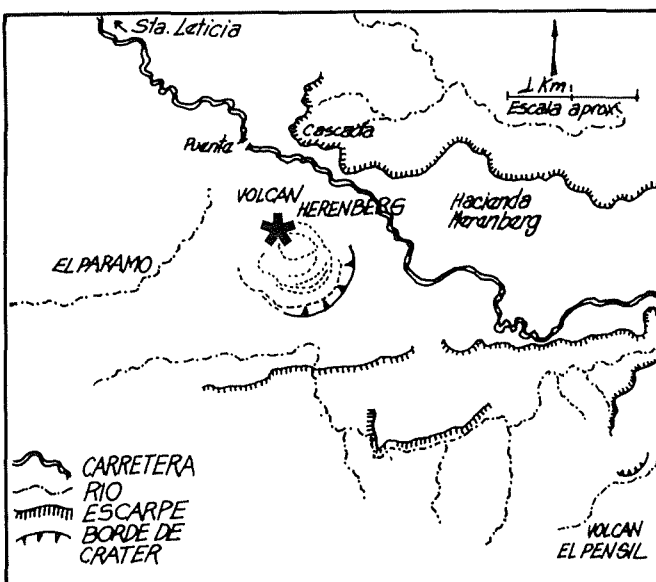


Figure 4.12. Region of Merenberg volcano.
Figura 4.12. Región de Volcán Merenberg.

Elaboración del Diagrama Palinológico

Por debajo de los 230 cm de profundidad las concentraciones de polen son tan bajas que estadísticamente no fueron representativas. Aun cuando a 323 cm aparece una capa orgánica entre sedimentos de arcillas de origen volcánico, estos datos aislados no fueron considerados como información útil para la interpretación. Los taxa que reflejan la composición de la vegetación regional en términos de franjas altitudinales de vegetación se agruparon en el diagrama principal (Figura 4.15) en elementos andinos-subandinos, altoandinos y paramunos. En el diagrama de segregación ecológica local (Figura 4.16) están agrupados elementos representativos de distintas fases de formación y desecación de suelos, así como los elementos colonizadores y de límite de bosque.

La zonación del diagrama principal (Figura 4.15) está basada en las fluctuaciones mayores de los elementos de bosque. Las subzonas se distinguen con base en cambios en todas las curvas del diagrama. Las zonas están indicadas por un número arábigo y las subzonas por una letra mayúscula.

Descripción e Interpretación del Diagrama

A partir de la información suministrada por el análisis palinológico, por la estratigrafía de perfil y por los aspectos auto y sinecológicos de las especies dominantes se postula la siguiente reconstrucción en la vegetación local y regional.

ZONA 1 (230–175 cm)

Subzona 1A (230–192 cm)

En los alrededores del sitio de muestreo y en las laderas cercanas predominó una vegetación de tipo abierto con Gramineae, Compositae e *Hypericum*, una vegetación florística y fisonómicamente muy parecida a los "pajonales arbustivos" paramunos de la actualidad. Es probable que los bosques relictuales con *Alnus* fuesen el único tipo de vegetación arbórea en una zona que presentaba espejos de agua (Figuras 4.17 y 4.18).

Esta expansión de la vegetación paramuna a partir de los 13.700 años corresponde al final del pleniglacial, período durante el cual la precipitación fue mayor y la temperatura bastante menor que la actual, produciéndose un avance de los glaciares en las partes altas andinas.

Subzona 1B (192–175 cm)

En el sitio de muestreo y en las laderas cercanas predominó vegetación de tipo abierto con Compositae e *Hypericum* y zonas con espejos de agua, pero con una área de distribución menor si se la compara con la subzona anterior (Figura 4.18).

Este período que abarca de los 12.800 a los 11.000 años A.P., denominado interestadial Guantiva, se caracterizó por un mejoramiento del clima con un aumento de la temperatura y la precipitación (Figura 4.17). Se registra un ascenso del

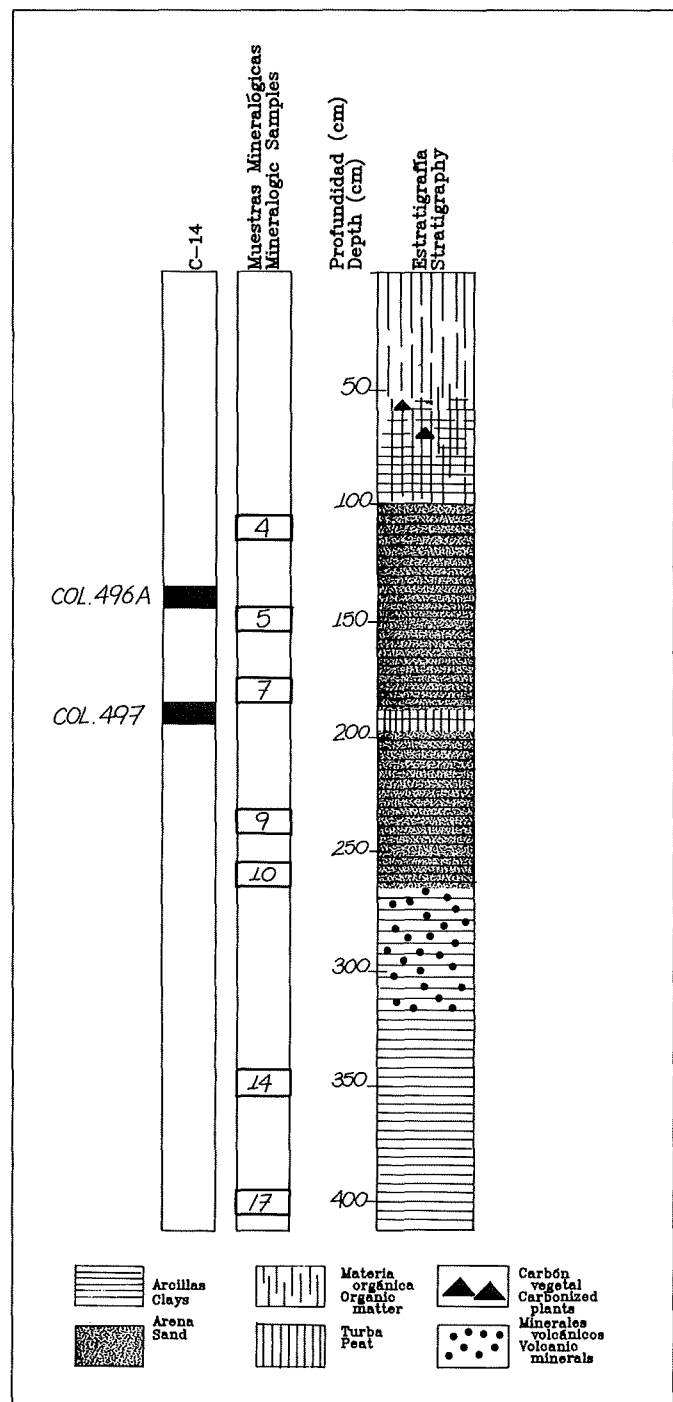


Figura 4.14. Muestras minerales orgánicas analizadas, C14 y estratigrafía—Merenberg (Perfil CMI).
Figure 4.14. Mineral and organic samples analyzed, C14 samples, and stratigraphy—Merenberg (Profile CMI).

límite altitudinal del bosque en el Valle de la Plata, comenzándose a establecer un bosque andino-subandino de *Quercus*, Melastomataceae, *Podocarpus* y *Hedyosmum* en los lugares

ZONE 3 (93-0 cm)*Subzone 3A (93-40 cm)*

Open vegetation continues in the immediate environs of the profile, but its area of distribution has contracted since the previous subzone. Areas of standing water are diminished, and marshy conditions are predominant with such elements as *Sphagnum* and cf. *Blechnum* (Figure 4.20). During this period, lasting from 6500 to 3000 BP (4500 to 1000 BC), there is evidence of a decline in temperature and humidity and the development of a high Andean forest of *Weinmannia* and *Miconia* in areas previously covered by oak and *Alnus* forests. Between 3000 and 2000 BP (1000 and 0 BC), precipitation rose and the temperature fell, as indicated by a higher frequencies of pollen of high Andean elements at the location of the profile (Figure 4.17).

Subzone 3B (40-0 cm)

Open páramo-type vegetation continues to dominate the

area of the profile. The high Andean forest withdrew somewhat from its previous limits of distribution, and the areas it vacated began to be colonized by subandean forest elements, among which *Hedyosmum* and *Alchornea* stand out. A rise in temperature and precipitation less than or equal to the previous subzone led to a reduction of areas of standing water and conditions similar to the present (Figure 4.20).

Changes that occurred after 2000 BP (0 BC) in the composition of vegetation probably result from a combination of climatic and anthropogenic factors in the region. A decline in the high Andean forest and an increase in pollen of Andean-subandean elements (Figure 4.17) indicates, in addition to a climatic change, the intervention of a group of agriculturalists in the region. This would, in time, lead to the development of open vegetation (shrubby grasslands) in the occupied zones.

A more detailed discussion of prehispanic agricultural activity in the zone is presented in Chapter 5.

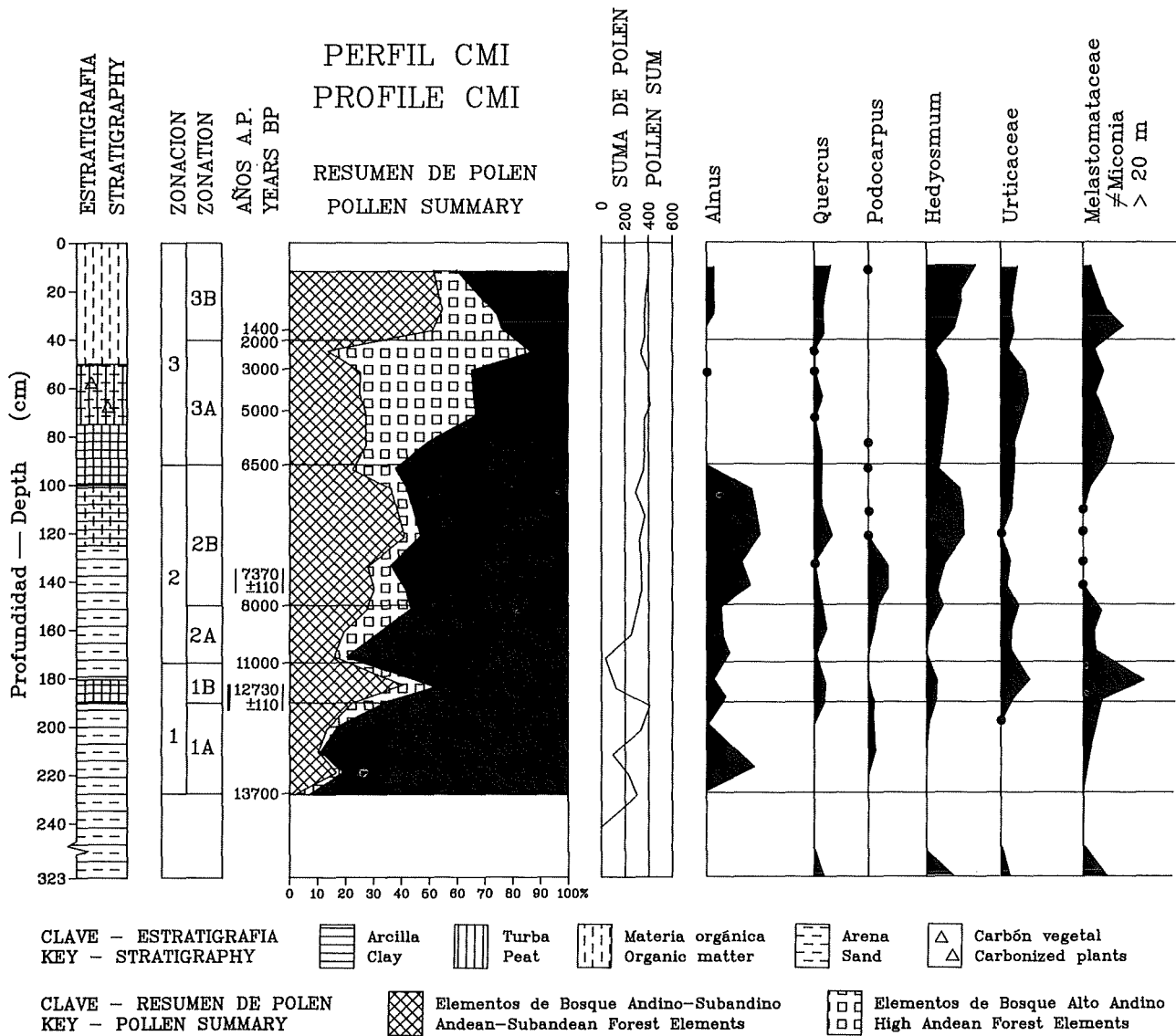


Figura 4.15. Diagrama palinológico—Merenberg (Perfil CMI).

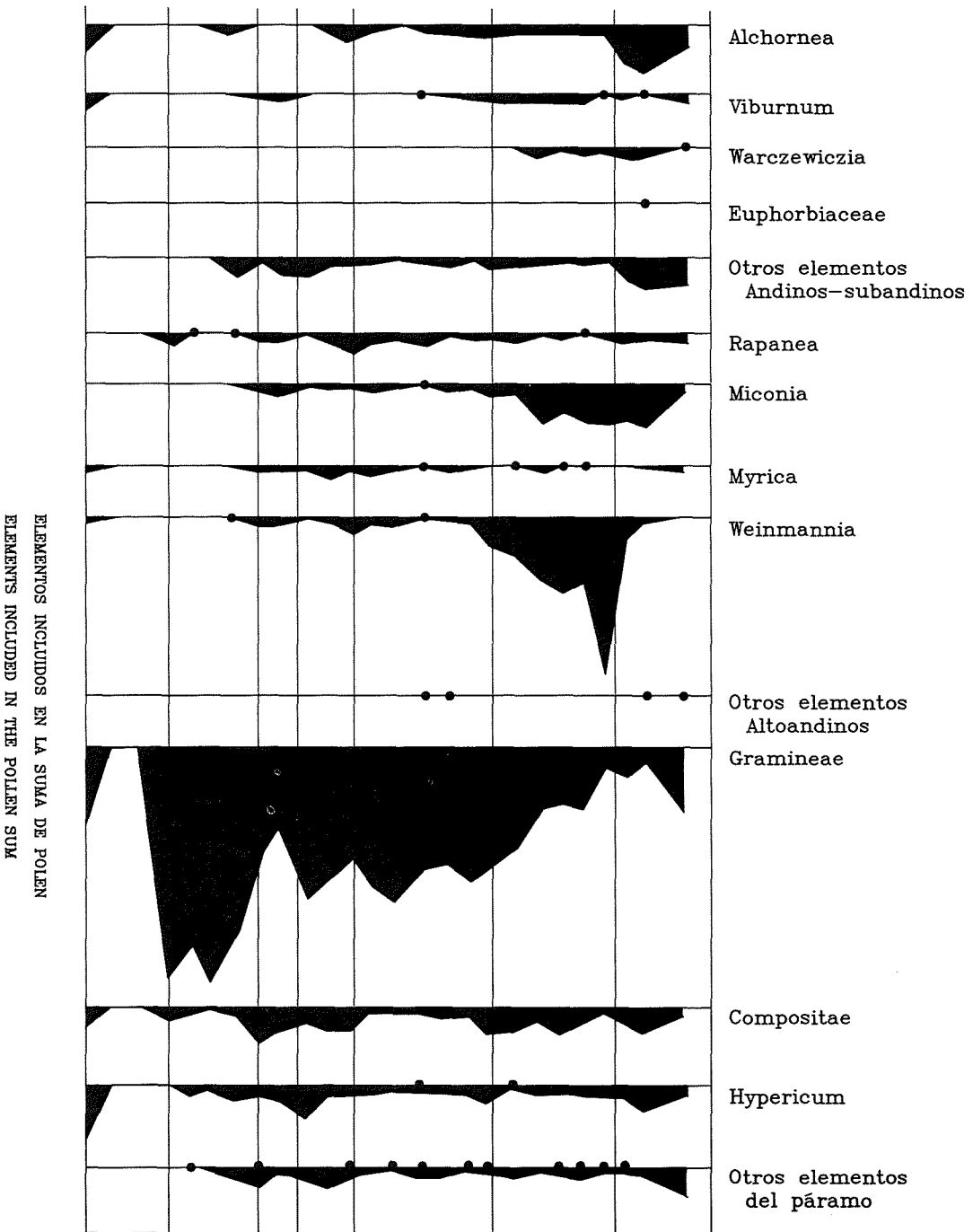


Figure 4.15. Pollen diagram—Merenberg (Profile CMD).

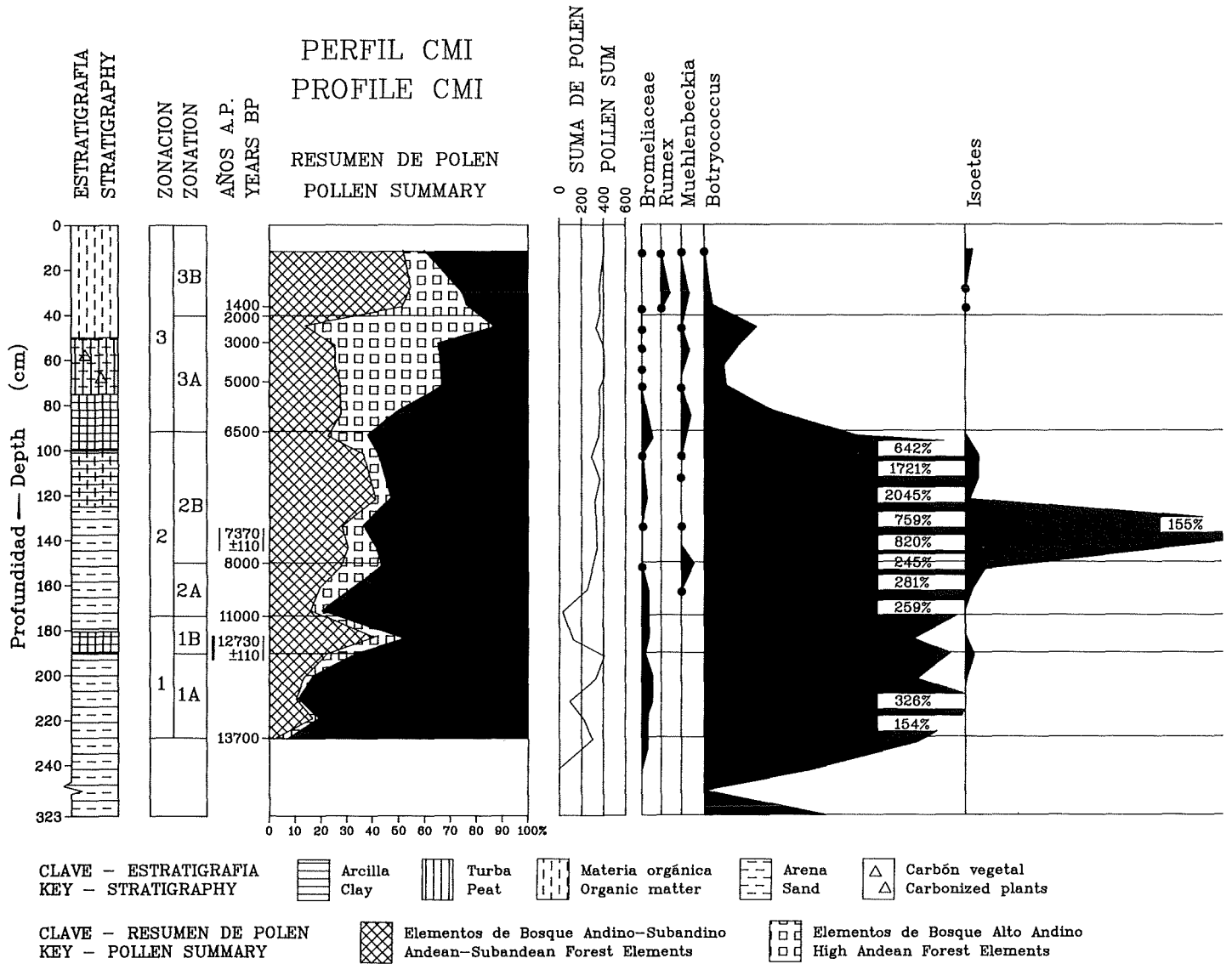
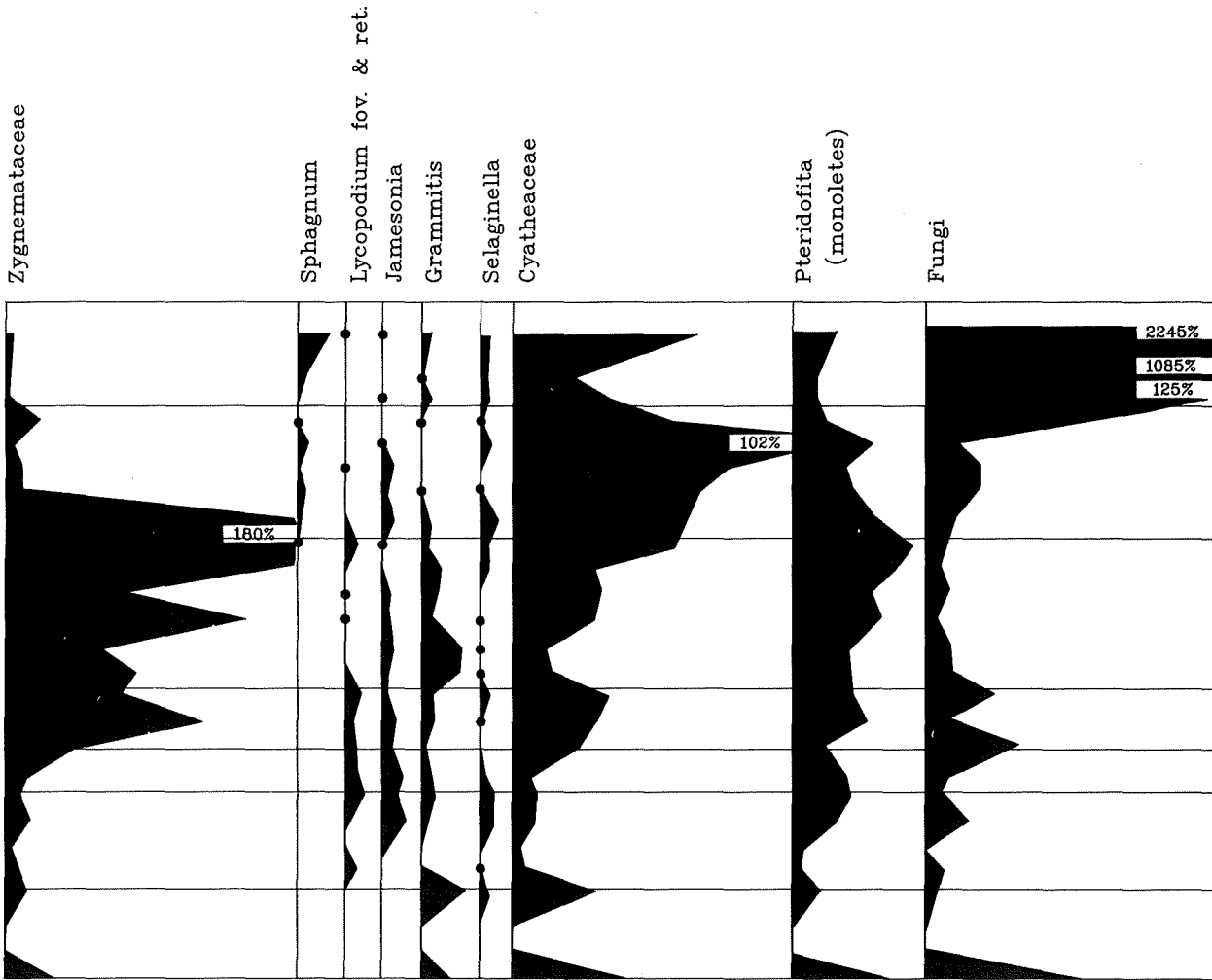


Figura 4.15 (cont.)



ELEMENTOS NO INCLUIDOS EN LA SUMA DE POLEN
ELEMENTS NOT INCLUDED IN THE POLLEN SUM

■ Elementos de Páramo
Páramo Elements

Figure 4.15 (cont.)

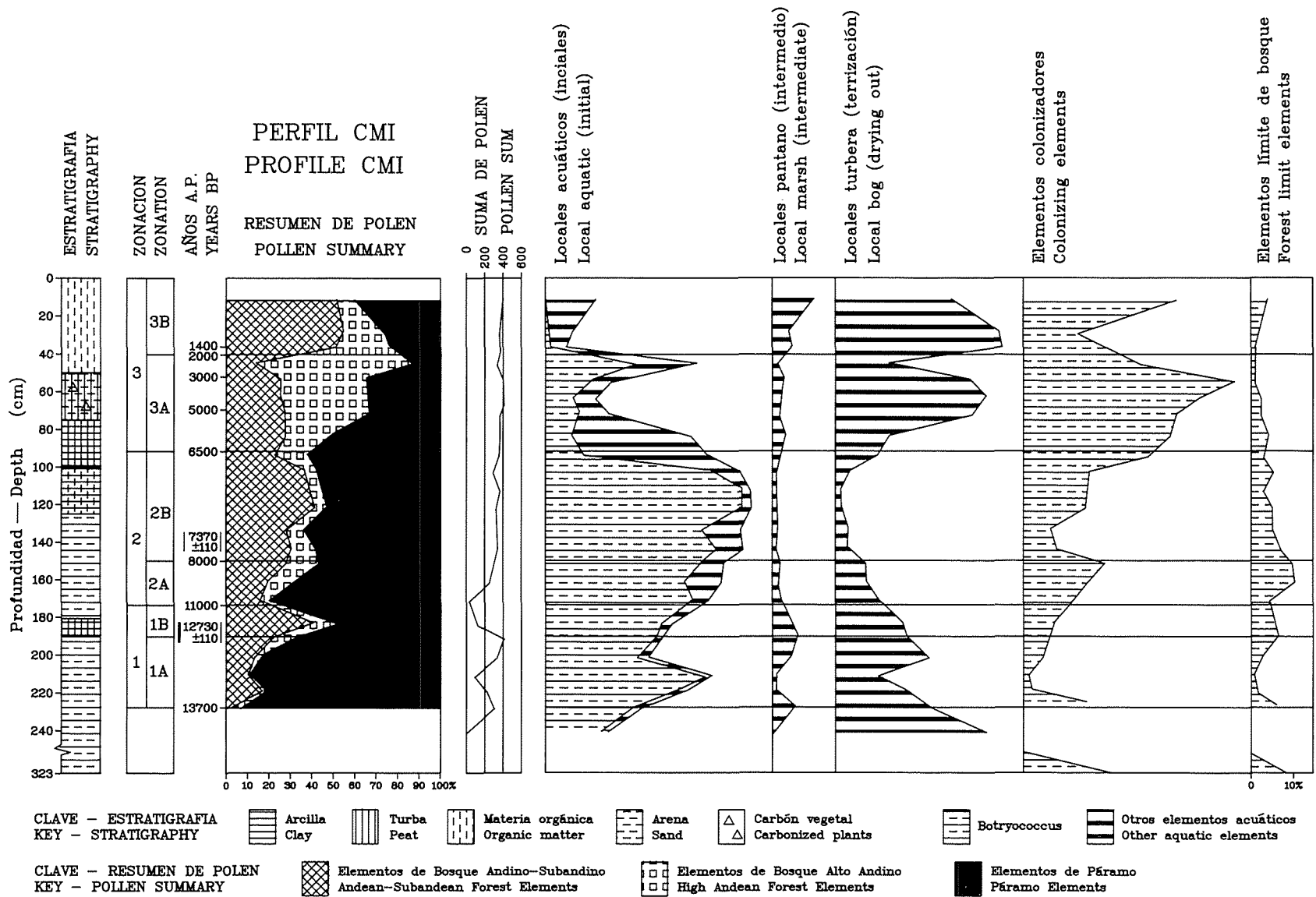


Figura 4.16. Diagrama de segregación ecológica local—Merenberg (Perfil CMI).—Figure 4.16. Local ecological segregation diagram—Merenberg (Profile CMI).

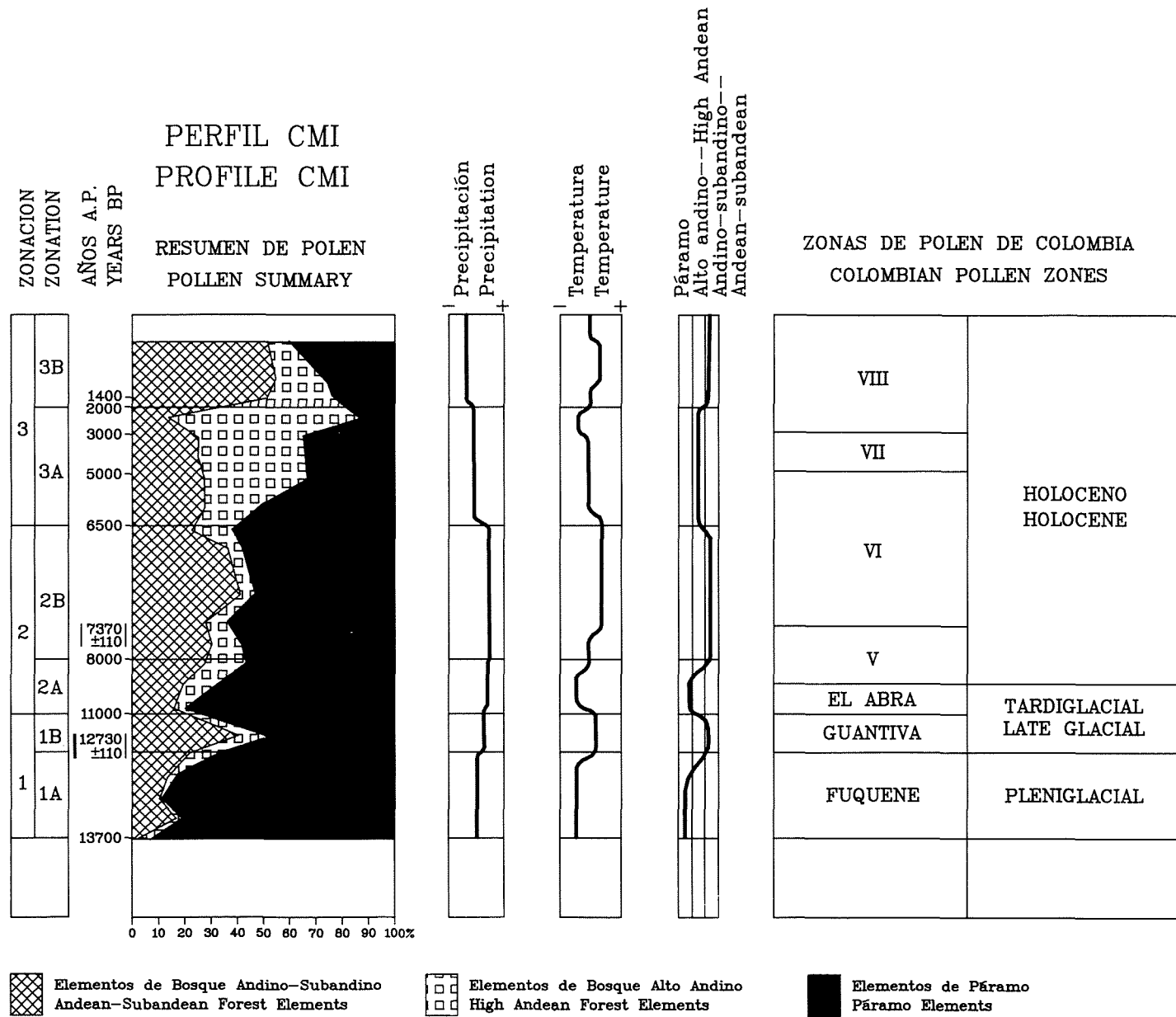
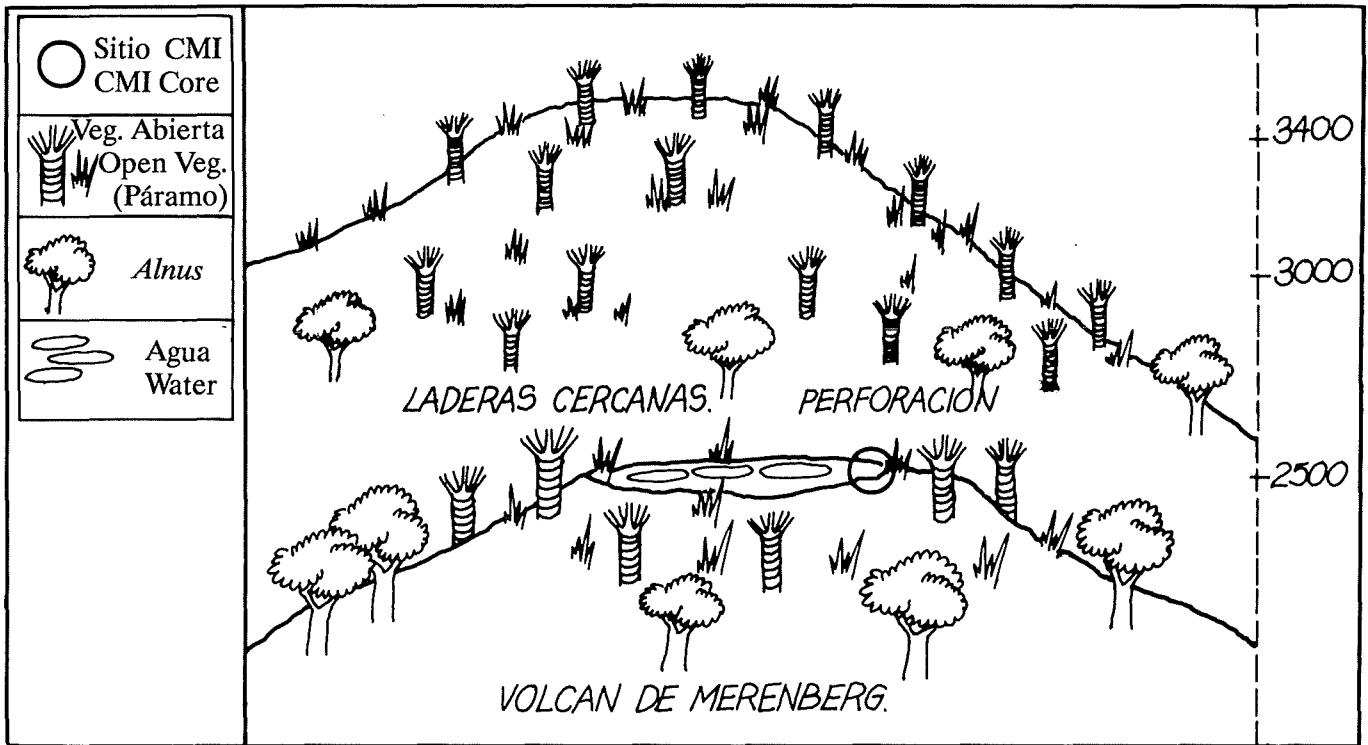


Figure 4.17. Climate and vegetation changes from late glacial times at Merenberg.—Figura 4.17. Cambios del clima y de la vegetación a partir del tardiglacial en Merenberg.

POLLEN

Subzone 1A—Subzona 1A



Subzone 1B—Subzona 1B

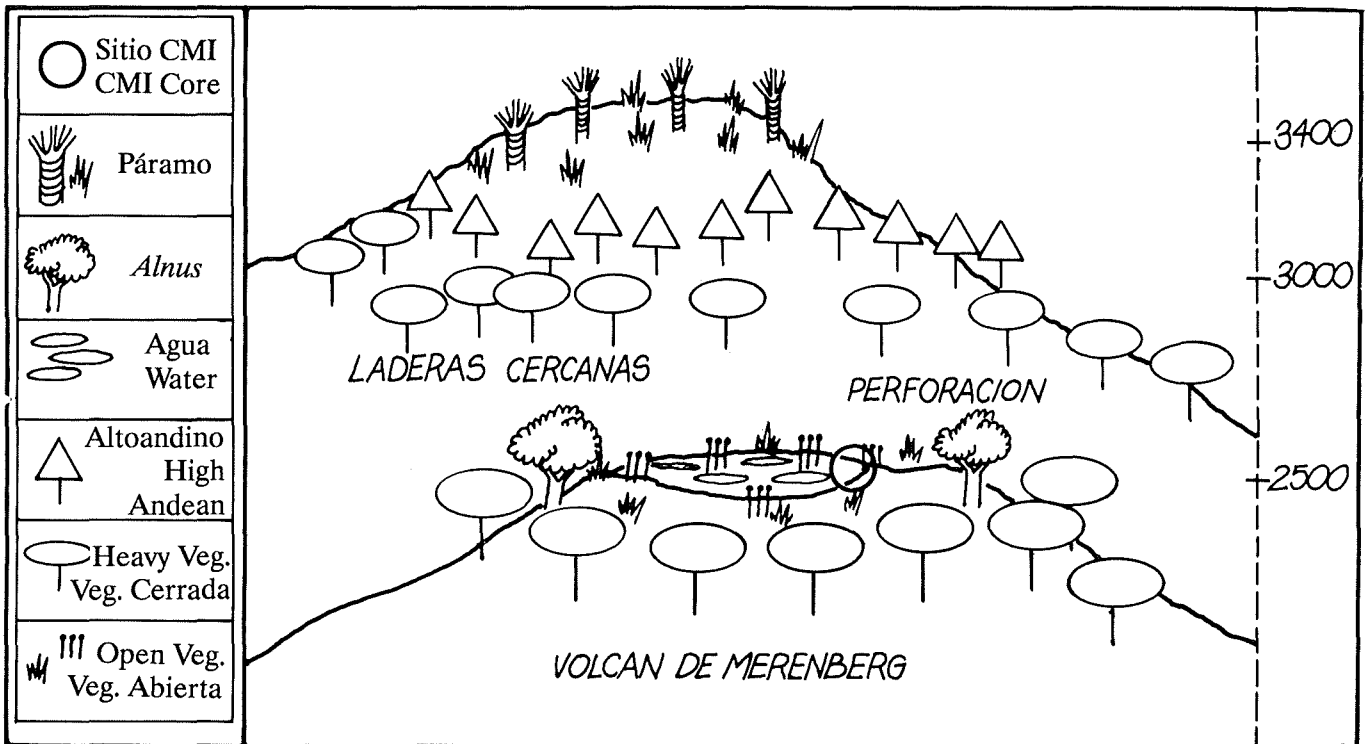
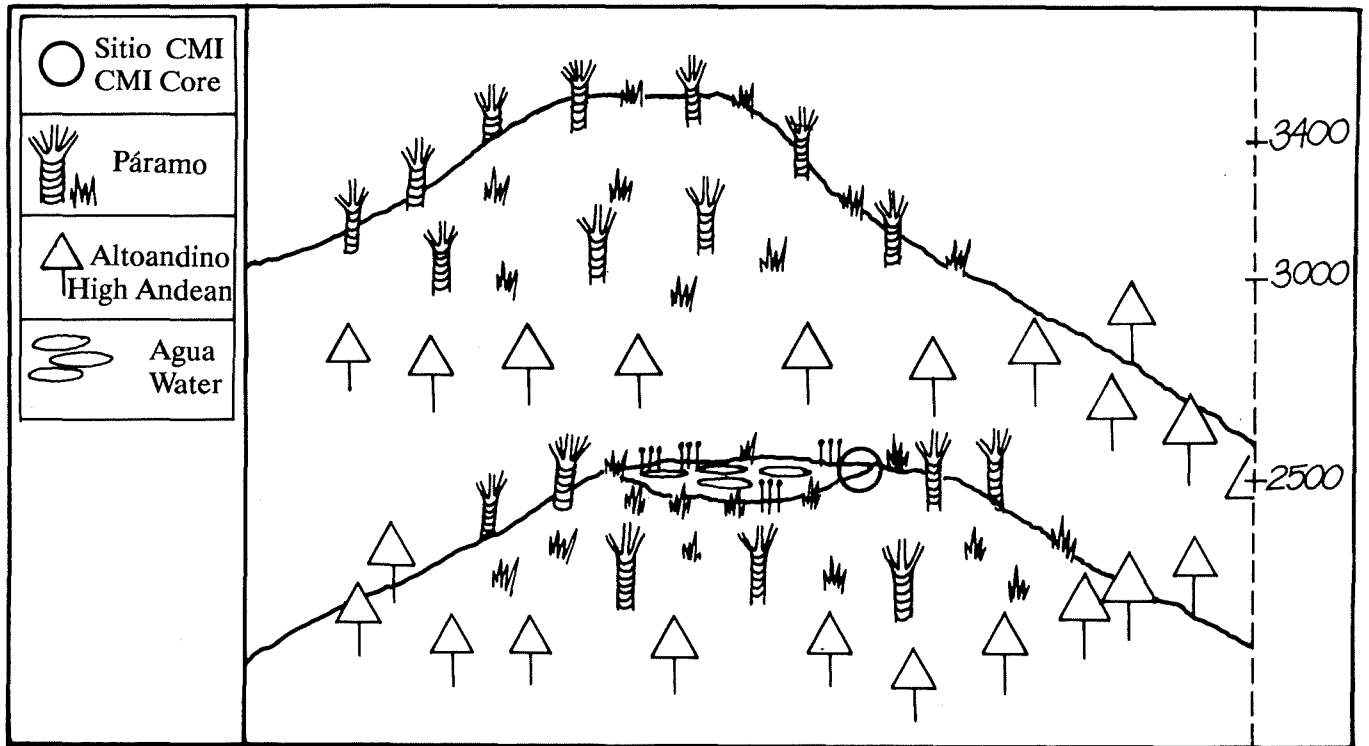


Figura 4.18. Reconstrucción de la vegetación local en tiempos de la zona de polen 1, Merenberg.
 Figure 4.18. Reconstruction of local vegetation at the time of pollen zone 1, Merenberg.

Subzone 2A—Subzona 2A



Subzone 2B—Subzona 2B

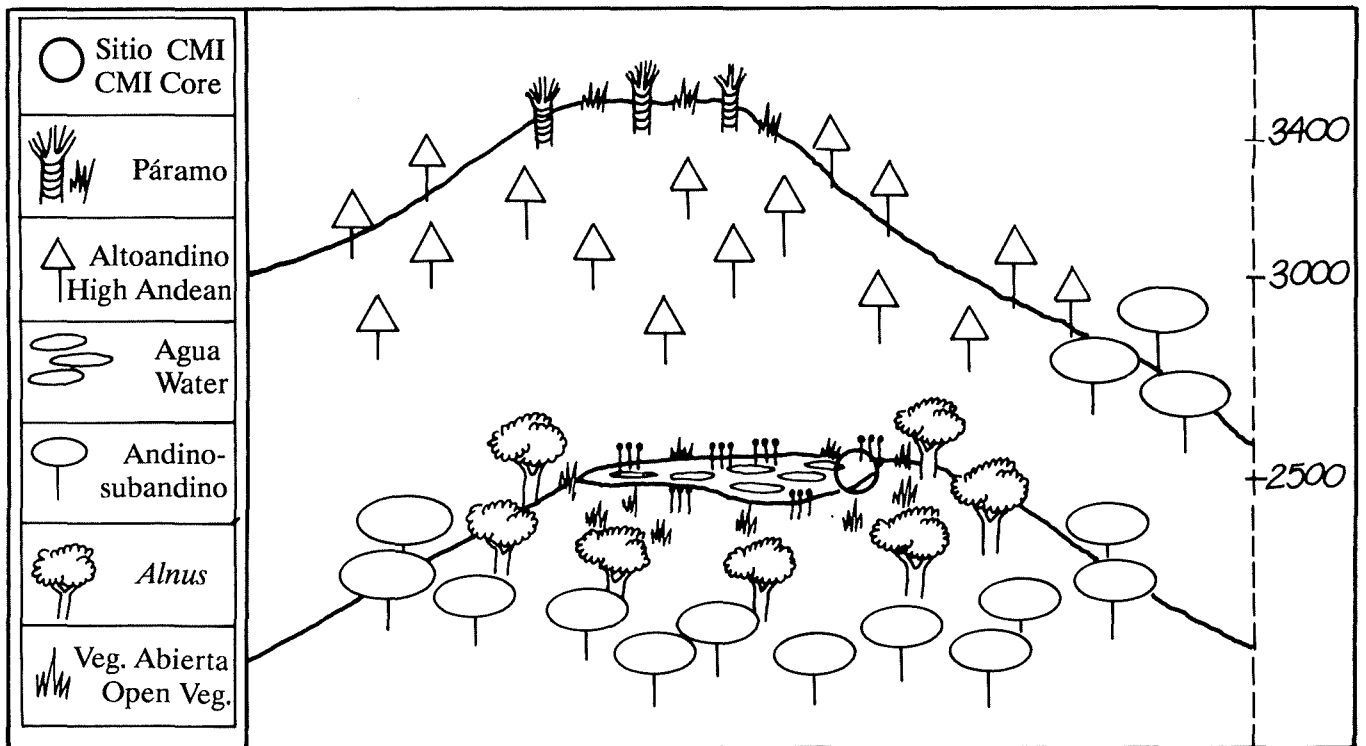


Figure 4.19. Reconstruction of local vegetation at the time of pollen zone 2, Merenberg.
 Figura 4.19. Reconstrucción de la vegetación local en tiempos de la zona de polen 2, Merenberg.

que dejaban el pajonal y el bosque de *Alnus*.

ZONA 2 (175–93 cm)

Subzona 2A (175–150 cm)

Predomina nuevamente una vegetación abierta de tipo pajonal paramuno en el sitio. El límite de distribución del bosque andino-subandino se retrae, siendo reemplazado por un bosque altoandino con *Myrica*, *Weinmannia* y *Rapanea* (Figura 4.19). Durante este período del 11.000 al 8000 A.P., estadal El Abra, el predominio de vegetación abierta y el retroceso de las franjas de vegetación debido al descenso de la temperatura y un aumento de precipitación estuvieron acompañados de continuas lluvias de ceniza volcánica en la parte alta del Valle de la Plata (Figura 4.17).

Subzona 2B (150–93 cm)

Durante este período la vegetación de tipo abierta se presenta sólo en el cráter o cubeta mientras que en las laderas cercanas y por debajo del lugar de muestreo predominó una vegetación cerrada de bosque andino-subandino y de *Alnus*. Por encima del corte altitudinal de 2500 msnm en las laderas contiguas se estableció el bosque altoandino (Figura 4.19). Este ascenso del límite de bosque y la extensión de las áreas de distribución de la selva andina por encima de los 3000 msnm a partir de los 8000 años A.P. corresponde al "óptimo bioclimático" que se presentó a comienzos del holoceno (Figura 4.17).

La irrupción de vegetación cerrada al sitio y la extensión de las áreas con espejos de agua se debieron al mejoramiento climático durante el cual aumentó la precipitación, la temperatura fue de 2 o 3°C más elevada y la posición media de las franjas de vegetación estuvo 100 m por encima de la actual.

ZONA 3 (93–0 cm)

Subzona 3A (93–40 cm)

En los alrededores del sitio de muestreo continua la vege-

tación de tipo abierto con una área de distribución menor que la de la subzona anterior, disminuyen las áreas con espejos de agua, y predominan unas condiciones pantanosas con elementos como *Sphagnum* y cf. *Blechnum* (Figura 4.20). Durante este período, entre el 6500 y 3000 A.P. (4500 y 1000 A.C.), se evidencia una disminución de la temperatura y la humedad y el desarrollo de un bosque altoandino de *Weinmannia* y *Miconia* en las áreas anteriormente cubiertas por el robledal y por el bosque de *Alnus*. Entre el 3000 y 2000 A.P. (1000 y 0 A.C.) aumentó la precipitación y descendió la temperatura, registrándose una mayor depositación de polen del bosque altoandino en el sitio (Figura 4.17).

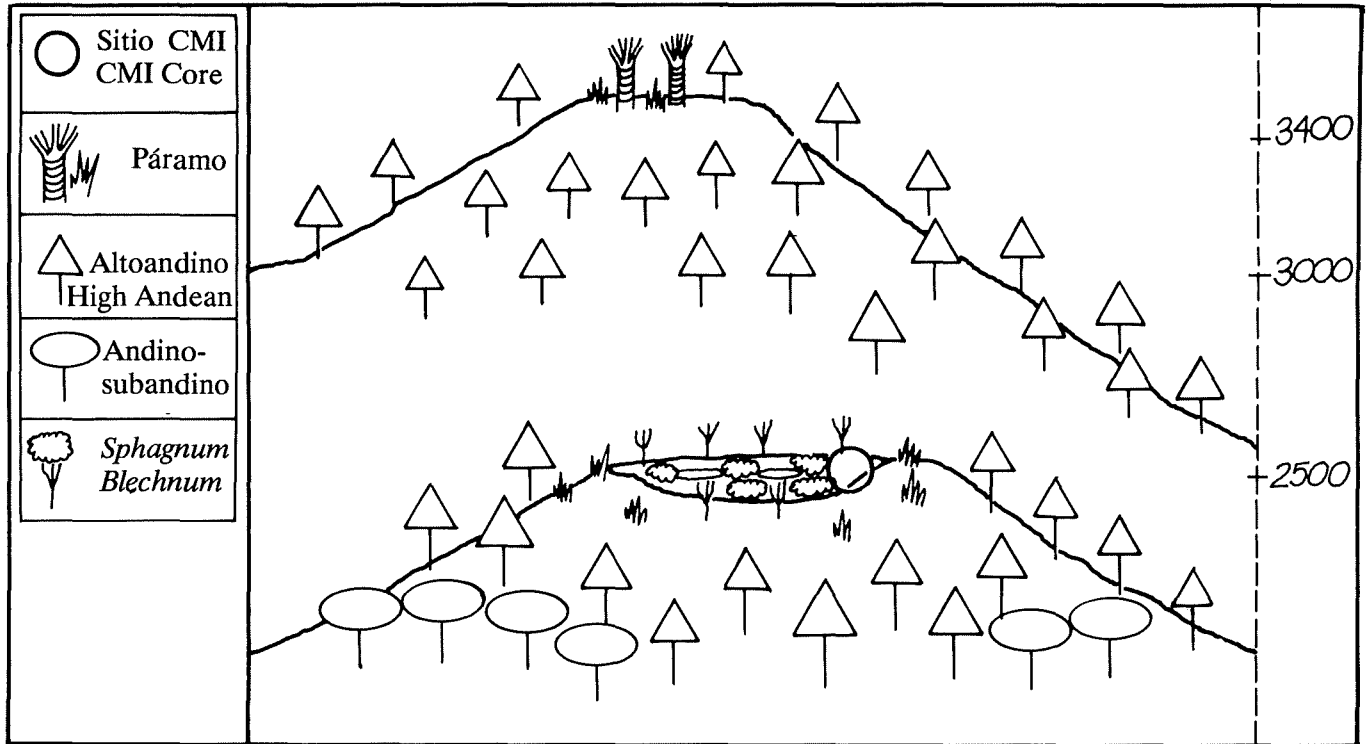
Subzona 3B (40–0 cm)

En los alrededores del sitio de muestreo continua presentándose la vegetación de tipo abierto (paramuna). El bosque altoandino retrajo su límite anterior de distribución, y sobre las áreas desprovistas de vegetación altoandina se presenta un proceso de colonización con elementos del bosque subandino entre los cuales se destacan *Hedyosmum* y *Alchornea*. El aumento de la temperatura y una precipitación menor o igual a la de la subzona anterior ocasionaron una disminución de los sitios con agua, presentándose un proceso de terrización similar al actual en el sitio (Figuras 4.16, 4.20).

Los cambios que se registran, a partir del 2000 A.P. (0 A.C.) en la composición de la vegetación se deben muy probablemente a la combinación de factores climáticos y antrópicos en la región. La disminución del bosque altoandino y el incremento del polen de elementos andinos-subandinos (Figura 4.17) está indicando, además de un cambio climático, una intervención por parte de grupos agricultores en la región, evento que con el tiempo conllevaría a originar vegetación de tipo abierto (pastizales arbustivos) en las zonas de ocupación.

Una interpretación más detallada de las actividades agrícolas prehispánicas en la zona se presenta en el último capítulo de esta publicación.

Subzone 3A—Subzona 3A



Subzone 3B—Subzona 3B

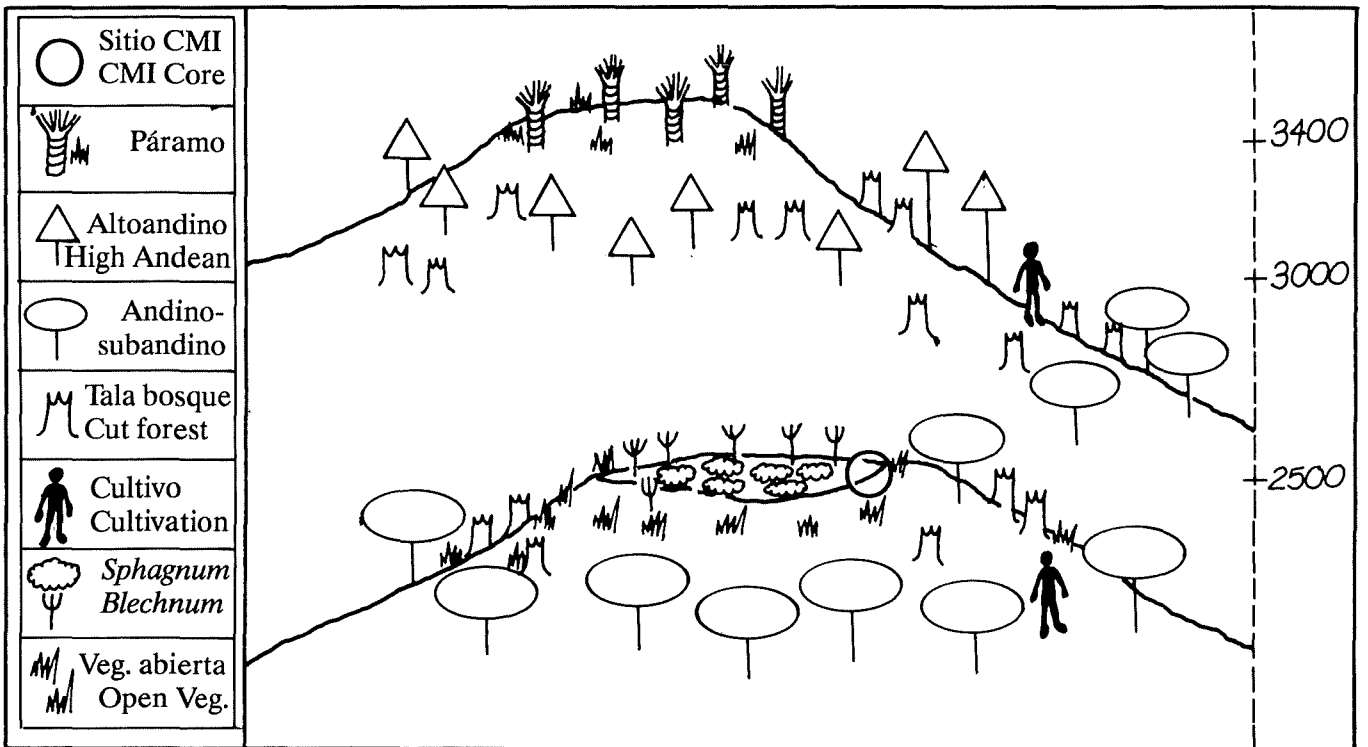


Figure 4.20. Reconstruction of local vegetation at the time of pollen zone 3, Merenberg.
 Figura 4.20. Reconstrucción de la vegetación local en tiempos de la zona de polen 3, Merenberg.

4.5. Pollen Analysis of Palmira (Profile 6) and Barranquilla Alta (Profile 14)

Luisa Fernanda Herrera

Palmira

This profile is located on the eastern slope of the central cordillera (Soil 6 in Table 4.1 and Figure 4.1) at 2300 m above sea level in Great Landscape D3 of the Serranía de las Minas in the cold humid climatic province. The profile is at the top of erosional slopes in an Andean forest. Adjacent relief is steep, with slopes between 40 and 60%. No evidence of erosion is to be observed at the site because the area is completely covered by forest. This situation is rapidly changing as the forest is being extensively cut for firewood. Once stripped of their forest cover, these slopes will be very vulnerable to erosion. The humidity regime of the soil is udic and its temperature regime is isomesic. The effective depth of the soil is great, with medium external and internal drainage. The profile's taxonomy is Andic Dystropept.

The parental material of the soil is generally clay derived from very ancient volcanic or sedimentary materials with variable coverings of recent volcanic ash. The ash is thinner at the bottom of the steep slopes and thicker near the summit where the slopes are more gradual and the environmental conditions are more favorable for its conservation.

Soils range from clay to clay loam and are moderately to strongly acid (pH 5.5 to 4.0). These soils have lost much of their ash covering through erosion, but this erosion can also rejuvenate the soils by bringing less weathered materials to the surface.

Natural soil fertility is low to moderate, and their potential for human use is restricted because of the steep slopes and the small number of plant species adapted to the conditions they present. They can, however, support species that provide wood of high quality.

General Characteristics of the Profile

-10-0 cm	Horizon O. Partially decomposed leaf litter.
0-17 cm	Horizon A1. Color 7.5YR 2/1. Slight reaction to NaF, pH 5.0. Crumbly organic loam, very friable. Large quantity of roots. Discontinuity in root penetration. Clear undulating limit.
17-33 cm	Horizon B. Color 10YR 5/8. Moderate reaction

The soil analysis of the profiles was done by Pedro José Botero.

to NaF, pH 4.5. Loam to clay loam, friable. Fine weakly subangular blocky structure. Frequent and abundant roots.

The Fieldes test carried out for this profile indicates that the lower layer is formed by only slightly evolved volcanic ash. The upper horizon shows incipient weathering and a high content of organic material (low mineralization). These soils, in short, show very direct relation to their parent materials. There is fine gravel in the lower layer, which provided the surface on which the ash fell and with which it was mixed.

The two horizons share some characteristics, such as the low quantity of calcium, magnesium, potassium, and sodium, indicative of low current fertility resulting from inadequate weathering of the mineral fraction of the soil. For this reason, plants grow from decomposing organic material. On the other hand, aluminum content is relatively high but it does not reach toxic levels for most plants. It is easy to see that the soil is not appropriate for agriculture. In addition, available phosphorus is extremely low, providing an additional problem for any cultivar.

Modern Vegetation

Orlando Rangel and Gustavo Lozano made a vegetation collection at the location of the profile (Chapter 3). A brief summary of the results follows.

The area is an Andean forest with *Quercus humboldtii*, *Weinmannia sorbifolia*, *Clusia multiflora*, *Ladenbergia* sp., and *Clethra fagifolia* in its arboreal stratum. In its small tree stratum are *Alfaroa* sp., *Cyathea caracasana*, and *Weinmannia sorbifolia*. The shrubby stratum includes *Conomorpha pas-tensis*, *Palicourea* sp., *Schefflera decagyna*, *Alfaroa* sp., *Geonoma margarita*, and *Cyclanthaceae* spec. The herbaceous stratum contains such species as *Pleurothallis* sp., *Madesvillia estradae*, *Rapanea ferruginea*, *Piticaernia conmixta*, and *Guzmania coriastachya*. In the ground stratum the characteristic species are *Monotropa uniflora*, *Hymenophyllum* sp., *Mandevilla fendlerii*, and *Dictyostega orobanchoides*. The epiphytes collected included *Tillandsia ropalocarpa*, *Tillandsia* cf. *tetranha*, *Grammitis serrulata*, *Peperomia hartwegiana*, and *Stelis lentiginosa*.

Pollen Analysis

The Palmira pollen profile (Figure 4.21) has a depth of 50 cm. Pollen preservation was quite good down to a depth of 17

4.5. Análisis Palinológico de los Sitios de Palmira (Perfil 6) y Barranquilla Alta (Perfil 14)

Luisa Fernanda Herrera

El Sitio de Palmira

Este sitio se encuentra localizado en la vertiente oriental de la cordillera central (suelo 6 en la Tabla 4.1 y la Figura 4.1) a 2300 msnm dentro del gran paisaje D3 de la Serranía de las Minas, en la provincia climática fría y húmeda. El perfil se encuentra en la cima de laderas erosionales, dentro de un bosque andino. El relieve de la región adyacente es escarpado, con una pendiente entre 40 y 60%. No se observaron en el sitio evidencias de erosión, por encontrarse el área hasta el momento cubierta de bosque. Desafortunadamente, en la actualidad la gente de la región se encuentra talando el bosque para comerciar la madera como combustible, y es probable que muy pronto aparezcan los primeros signos de erosión acelerada. El régimen de humedad del suelo es údico y el de temperatura del suelo isomésico. Su profundidad efectiva es profunda, con un drenaje interno y externo medio. El epipedón es úmbrico, con un horizonte subsuperficial cámbico. La taxonomía del perfil es Andic Dystrocept.

El material parental de los suelos es generalmente de arcillas, derivado de materiales sedimentarios o volcánicos muy antiguos, con cubiertas variables de ceniza volcánica reciente. Estas son delgadas en las partes bajas de pendientes fuertes, y más espesas cerca de la cima, donde las pendientes son más suaves y las condiciones ambientales más propicias para su conservación.

Sus texturas son arcillosas hasta franco-arcillosas, moderada hasta fuertemente ácidos (pH 5.5 a 4.0). Estos suelos han perdido mucha de su ceniza superficial por procesos erosivos, pero la misma erosión puede llegar a rejuvenecerlos porque saca a la superficie materiales que no están tan intemperizados.

Su fertilidad natural es baja a moderada, y las condiciones para utilización de los suelos son restringidas, debido a las pendientes muy fuertes y a la menor cantidad de especies vegetales adaptadas a estas condiciones; sin embargo, son excelentes proveedoras de maderas de muy buena calidad.

Características Generales del Perfil

-10-0 cm Horizonte O. Hojarasca parcialmente descompuesta.

El análisis de los suelos de los diferentes perfiles fue realizado por Pedro José Botero.

0-17 cm Horizonte A1. Color 7.5YR 2/1. Reacción al NaF ligera, pH 5.0. Franco orgánico migajoso, muy friable. Muy alta cantidad de raíces. Discontinuidad en la penetración de raíces. Límite claro y ondulado.

17-33 cm Horizonte B. Color 10YR 5/8. Reacción al NaF moderada, pH 4.5. Franco a franco arcilloso, friable. Bloques subangulares, débiles y finos. Raíces frecuentes a abundantes.

La prueba de Fielde realizada para este perfil indica que el horizonte inferior está formado por ceniza volcánica poco evolucionada (Alófana). El horizonte superior presenta un incipiente proceso de meteorización y un alto contenido de materia orgánica (baja mineralización). El suelo se encuentra en un estado en el cual los materiales tienen mucha relación directa con el material original. Se observa la presencia de gravilla en el horizonte inferior y que la ceniza cayó sobre el manto de gravilla, mezclándose con éste.

Se encuentran características comunes a los dos horizontes, como es la baja cantidad de calcio, magnesio, potasio y sodio, indicativa de una condición de baja fertilidad actual por la baja intemperización de la fracción mineral del suelo. Por lo tanto, las plantas crecen a partir del producto de descomposición de la materia orgánica. Por el contrario, el aluminio de intercambio es relativamente alto pero no alcanza a ser tóxico para la mayoría de las plantas. Se puede apreciar que no es un suelo apto para los cultivos. Además, que el fósforo disponible es extremadamente bajo, lo que constituirá un problema para cualquier cultivo.

Vegetación Actual

En el área donde se ubica dicho perfil, Orlando Rangel y Gustavo Lozano realizaron un levantamiento de vegetación, el cual se resume a continuación.

Se trata de un bosque andino de *Quercus humboldtii*, *Weinmannia sorbifolia*, *Clusia multiflora*, *Ladenbergia* sp. y *Clethra fagifolia* en su estrato arbóreo. En el estrato de arbolitos se destacan *Alfaroa* sp., *Cyathea caracasana* y *Weinmannia sorbifolia*. Dentro del estrato arbustivo se encuentran *Conomorpha pastensis*, *Palicourea* sp., *Schefflera decagyna*, *Alfaroa* sp., *Geonoma margrafia* y *Cyclanthaceae* spec. El estrato herbáceo tiene especies como *Pleurothallis* sp., *Madesvallis estradae*, *Rapanea ferruginea*, *Piticaernia conmixta* y *Guzmania coriastachya*. En el estrato rasante, son características

cm (corresponding to the A1 horizon). From this depth down, pollen was virtually absent; only occasional monolete spores appeared. The lack of pollen preservation in the lower layers is the result of the nature of the sediments, which, from 17 cm downward consist of volcanic ash not yet developed into soil. This segment of the profile, then, pertains to a period of intense ash fall that did not permit the growth of vegetation because of the rapidity with which the sediments accumulated.

Several cultivated plants, such as *Zea mays* (maize) and *Erythroxylum coca* (coca), appear in the pollen diagram. These crops were clearly being grown in the area, although perhaps at lower elevations where human intervention was detected.

Chronology for this profile is based on establishing relationships to the two profiles, Cabaña San Nicolás (Profile 8) and Merenberg (Profile CMI), for which C14 dates were obtained, taking into account the fact that all these profiles are located in different ecological zones.

Three different zones are distinguished in the pollen diagram for the upper 17 cm of the profile. They show changes in patterns of temperature and relative humidity during the period when these upper 17 cm were deposited.

ZONE A (17–13 cm)

This zone corresponds to a cold period with high humidity before 2000 BP (50 BC). The predominant vegetation during this period was high Andean forest. The limits of the Andean-subandean forest were very close, as indicated by the high percentage of pollen from this type of vegetation. During this zone the dominant element is *Alnus*, followed by *Quercus*, *Hedyosmum*, *Rapanea*, Melastomataceae, *Miconia*, Ericaceae, Polygalaceae, Rubiaceae, and Cruciferae (Figure 4.21). This period shows the highest percentages for ferns, especially verrucate triletes, Cyatheaceae, psilate monoletes, and *Sphagnum*. The high proportion of this last element indicates increased humidity.

ZONE B (13–8 cm)

From 2000 BP (50 BC) onward, temperature rises and relative humidity drops; dominant vegetation is Andean-subandean forest.

The predominant elements are *Weinmannia*, Palmae, Melastomataceae, *Miconia*, and Solanaceae. *Alnus* declines almost to the point of disappearance, as do *Gunnera* and Cruciferae. A shift toward warmer climate could cause the decrease in these elements and the increase in *Weinmannia* as well.

Other elements, such as *Muehlenbeckia*, Urticaceae, and *Rumex* (colonizing plants), have increased from their levels in the previous subzone, although their values are still low. These rises might result from increased aeolic dispersal caused by clearing of forest for agricultural purposes at slightly lower elevations.

Elements of open vegetation, such as Gramineae and Compositae, are very scarce during this zone, and some elements

characteristic of the páramo (*Geranium* and *Valeriana*) appear near the end of the zone. Cultivated plants such as *Erythroxylum coca* and *Zea mays* are also found, probably not because they were growing right at the location of the profile, but more likely because they were planted lower on the slopes, where direct archeological evidence of denser prehispanic settlement is observed. Their pollen would, then, have been carried to Palmira by the wind.

ZONE C (8 to -2 cm)

This zone shows increases in both temperature and relative humidity, but conditions are still drier than in Zone A. There are two subzones: Subzone C1 is a forest with little human intervention, and Subzone C2 shows a decline in the forest vegetation. This last subzone corresponds to the present situation in which cutting of firewood for sale has removed much of the forest cover.

Subzone C1 (8–0 cm)

During this subzone the Andean-subandean forest dominates, with an increase in the arboreal species, especially *Quercus*, *Weinmannia*, and *Rapanea*. A decrease in Melastomataceae, *Miconia*, Ericaceae, Palmae, and Solanaceae also occurs. *Clethra*, *Gaiadendron*, Rubiaceae, *Viburnum*, Leguminosae, and Mimosaceae disappear. Compositae increase and remain stable all through this subzone; Gramineae, on the other hand, increase toward the end of the subzone.

Subzone C2 (0 to -2 cm)

This subzone is deposited in the leaf litter on the forest floor and, as mentioned above, represents modern conditions of temperature and humidity. The most dramatic vegetation change is the decline in a great part of the arboreal vegetation, excepting only *Quercus*, *Juglans*, and *Alchornea*. *Myrica* shows a large increase. Relative humidity rises, as indicated by species such as *Gunnera*, *Sphagnum*, and Zygnemataceae.

Barranquilla Alta

This profile (No. 14 in Figure 4.1 and Table 4.1) is located at 1640 m above sea level on the eastern slope of the central cordillera. It is found in an Andean forest which has been almost completely cut, leaving only remnants in ravines. The area is dominated today by fenced-in pastures for livestock, and, to a lesser degree, agriculture.

The profile is located at the foot of Serranía de las Minas in Great Landscape C2, which is made up of recent and ancient colluvial-alluvial deposits. There are partial and thin coverings of recent volcanic ash. The soils are mainly clay, reddish, deep, and slightly acid at the surface, becoming very acid farther down. They are very young and not well developed. Saturation of bases in the interchange complex is low, resulting in low natural fertility from nutrient loss through the continual washing of the soils under conditions of high environmental humidity.

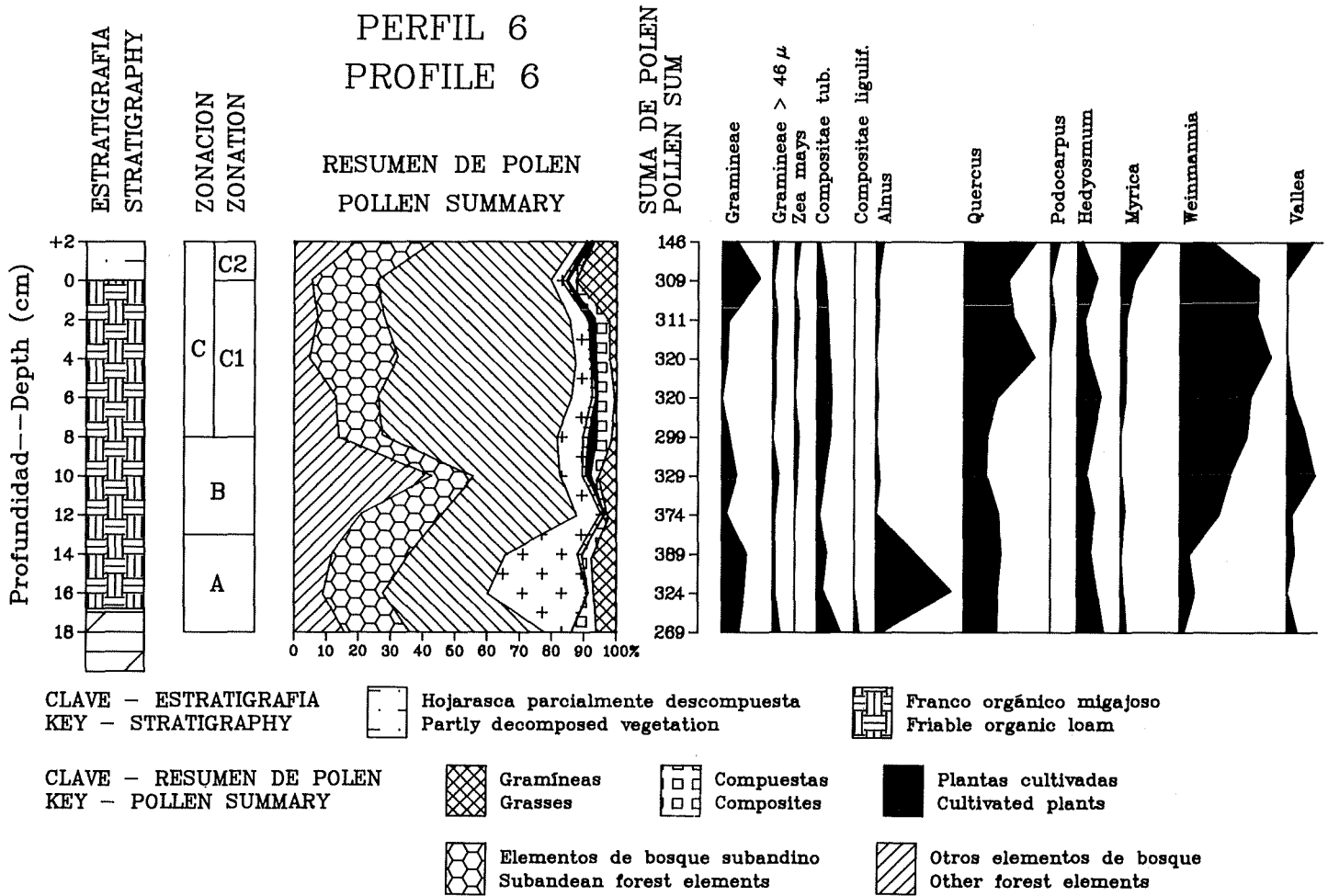


Figura 4.21. Diagrama palinológico—Palmira (Perfil 6).

Monotropa uniflora, *Hymenophyllum* sp., *Mandevilla fendlerii* y *Dictyostega orobanchoides*. Entre las epífitas censadas figuran *Tillandsia ropalocarpa*, *Tillandsia* cf. *tetranha*, *Grammitis serrulata*, *Peperomia hartwegiana* y *Stelis lentiginosa*.

Análisis de Polen

El perfil de polen para el sitio de Palmira (Figura 4.21) corresponde al suelo 6 con una profundidad de 50 cm. En este suelo la preservación de polen fue bastante buena hasta 17 cm de profundidad, correspondiendo con el horizonte A1. De este punto en adelante (en profundidad), el polen prácticamente desaparece, encontrándose de cuando en cuando esporas monoletas. La ausencia de polen se puede explicar puesto que de dicho nivel hacia abajo el suelo corresponde a uno de ceniza volcánica, la cual no alcanzó a edafizarse. Este segmento del perfil se relaciona con un período de constante lluvia de ceniza volcánica la cual no permitió el crecimiento de vegetación. Se trata de un suelo de sedimentación muy rápida.

En el diagrama de polen se observa la presencia de especies cultivadas, tales como *Zea mays* (maíz) y *Erythroxylum coca* (coca), lo que indica la presencia de dichos cultivos hacia la parte más baja de la ladera en donde se detectaron evidencias de asentamientos prehispánicos.

A partir de la cronología obtenida en los perfiles de la Cabaña San Nicolás (Perfil 8) y Merenberg (Perfil CMI), es posible elaborar una cronología relativa para los anteriores diagramas, teniendo en cuenta las variaciones que se presentan en las regiones de vida en cada uno de los perfiles (ver Capítulo 5).

Para el diagrama de polen se pudieron distinguir tres zonas diferentes en los primeros 17 cm, resultantes de cambios causados por variaciones en temperatura y humedad relativa. Ellas son las siguientes.

ZONA A (17–13 cm)

Corresponde a una época fría y de alta humedad anterior al

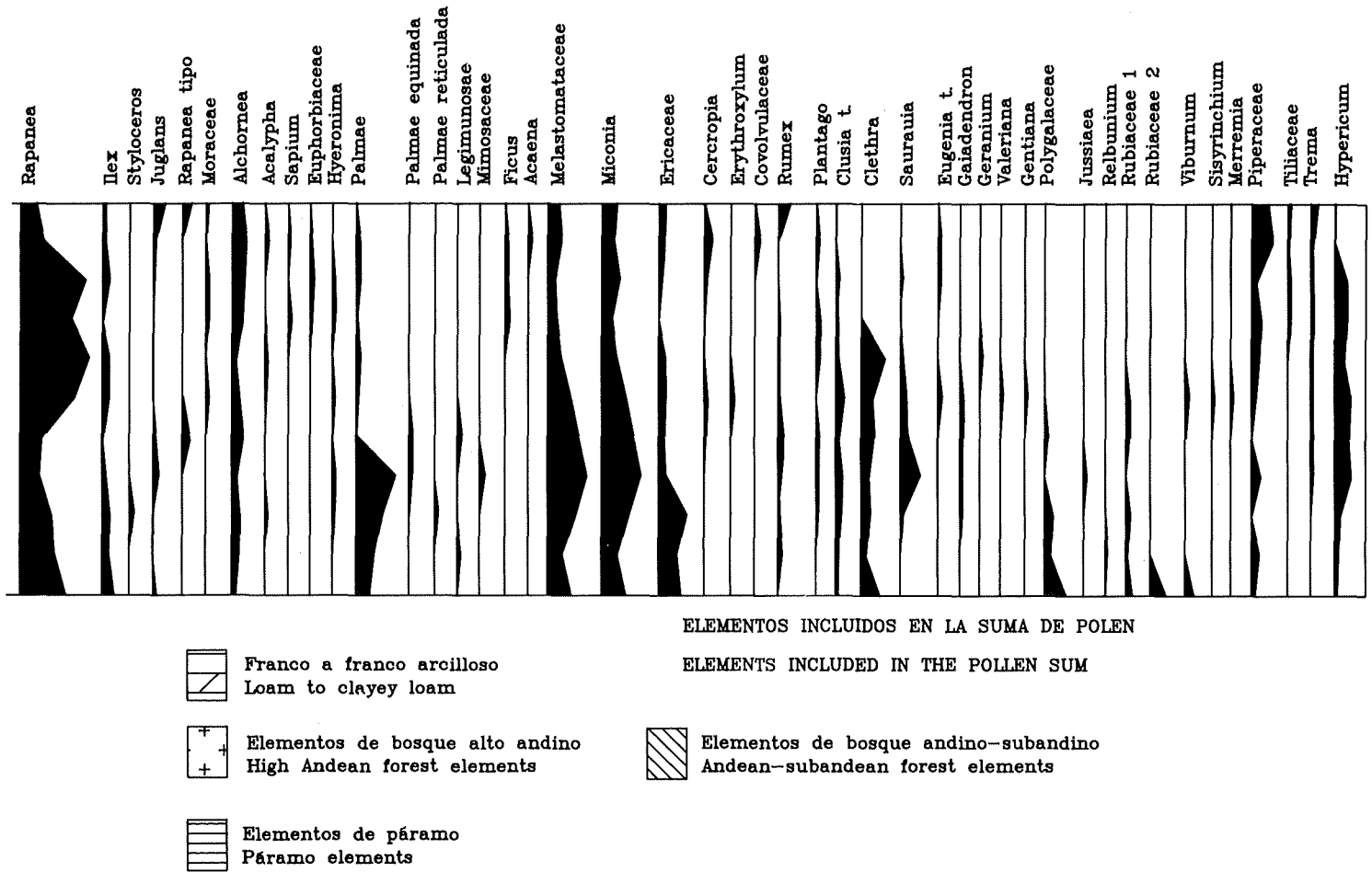


Figure 4.21. Pollen diagram—Palmira (Profile 6).

The pollen profile derives from a stratigraphic trench excavated across an artificially constructed residential (not cultivation) terrace at the archeological site VP010 (Drennan 1985:129–136). The profile, of course, does not show normal soil development since it results from the cutting and filling operations that removed the original soil and formed the terrace.

The site is located on erosional slopes with rugged relief. The general slope is 21% and the location of the profile itself (that is to say, the “level” surface of the terrace) forms a 12% slope. There is some erosion, augmented by soil disturbance by cattle. The humidity regime of the soil is udic, and its temperature regime is isomesic. Effective depth is moderate. The clay is not very permeable. The profile is totally humid, with a rapid external drainage, a slow internal drainage, and a moderately good natural drainage.

General Characteristics of the Profile

- 0–16 cm Horizon A1. Color 7.5YR 3/2. No reaction to NaF, pH 6.0. Clay; friable, sticky, and plastic. Fine weakly subangular blocky structure. Gradual even limit.
- 16–23 cm Horizon A2. Color 7.5YR 3/2. No reaction to NaF, pH 6.0. Clay. Fine strongly subangular blocky structure. Abundant roots. Highly compacted artificial fill. Frequent interstitial pores. Moderate biological activity. Gradual even limit.
- 23–40 cm Horizon AC. Color 7.5YR 2/2 (80%), 7.5YR 4/6 (10%), 10YR 7/1 (10%). No reaction to NaF, pH 6.0 to 6.5. Clay. Artificial fill subsequently slightly evolved; sticky and plastic. Great abundance of nodules, with reddish brown exteriors and black interiors suggesting manganese.

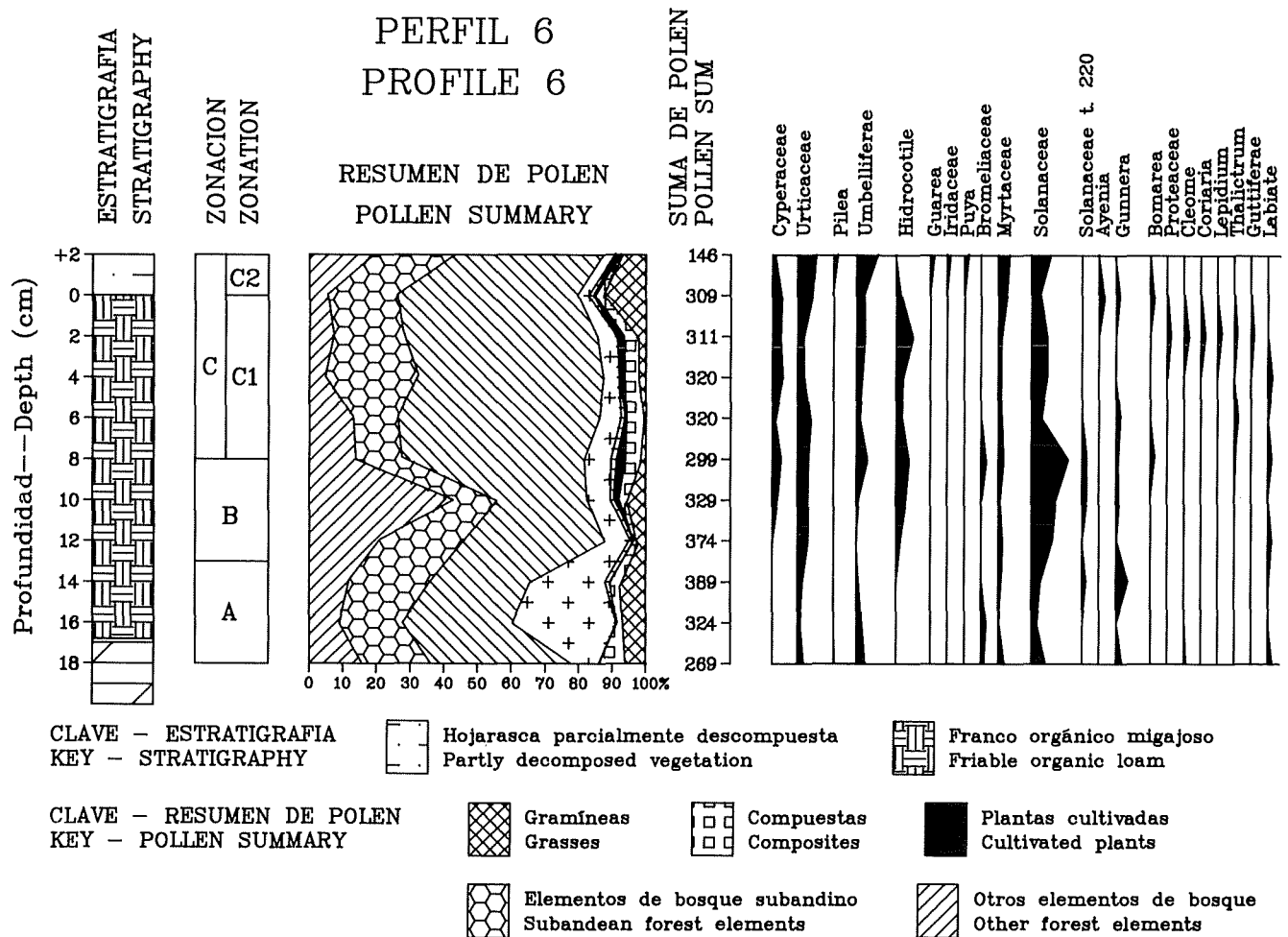


Figura 4.21 (cont.)

2000 A.P. (50 A.C.). La vegetación predominante durante este período es de un bosque alto andino, encontrándose los límites del bosque andino subandino bastante cerca, lo que se deduce por la presencia en altos porcentajes de este tipo de vegetación. Durante esta zona el elemento predominante es *Alnus* (aliso), seguido por *Quercus* (roble), *Hedyosmum* (granizo), *Rapanea* (cucharero), Melastomataceae, *Miconia* (tuno), Ericaceae, Polygalaceae, Rubiaceae y Cruciferae (Figura 4.21). Durante este período se registra el mayor valor porcentual de helechos, especialmente de triletes verrugados, Cyatheaceae, Monoletes psilados y *Sphagnum*. La alta proporción de este último elemento está indicando una mayor humedad en el sitio.

ZONA B (13-8 cm)

A partir del 2000 A.P. (50 A.C.) se aprecia un incremento en la temperatura y una disminución en la humedad relativa, y la presencia de un bosque andino-subandino.

Predominan elementos tales como *Weinmannia* (encenillo),

Palmae, Melastomataceae, *Miconia* (tuno) y Solanaceae. Se observa una marcada disminución de *Alnus* (aliso), hasta casi desaparecer, lo mismo que de *Gunnera* y Cruciferae, lo que podría ser causado por un cambio en el clima hacia uno más cálido. Así mismo, el incremento de *Weinmannia* puede tener su origen en el mismo hecho.

Otros elementos como *Muehlenbeckia*, Urticaceae y *Rumex*, plantas colonizadoras, aunque tienen una baja representación en la curva, se encuentran más altas que durante la zona anterior. Estas pudieron llegar por vía aeólica al despejar el hombre el área inmediatamente inferior con fines agrícolas.

Elementos característicos de praderas, tales como Gramíneas y Compositae, son bastante escasos durante esta zona. Se encuentran presentes algunos elementos característicos de páramo, tales como *Geranium* y *Valeriana*, hacia el final de la zona; así mismo, algunas plantas cultivadas como *Erythroxylum coca* y *Zea mays*, las cuales se encuentran presentes no por estar creciendo en el sitio mismo de muestreo sino en la

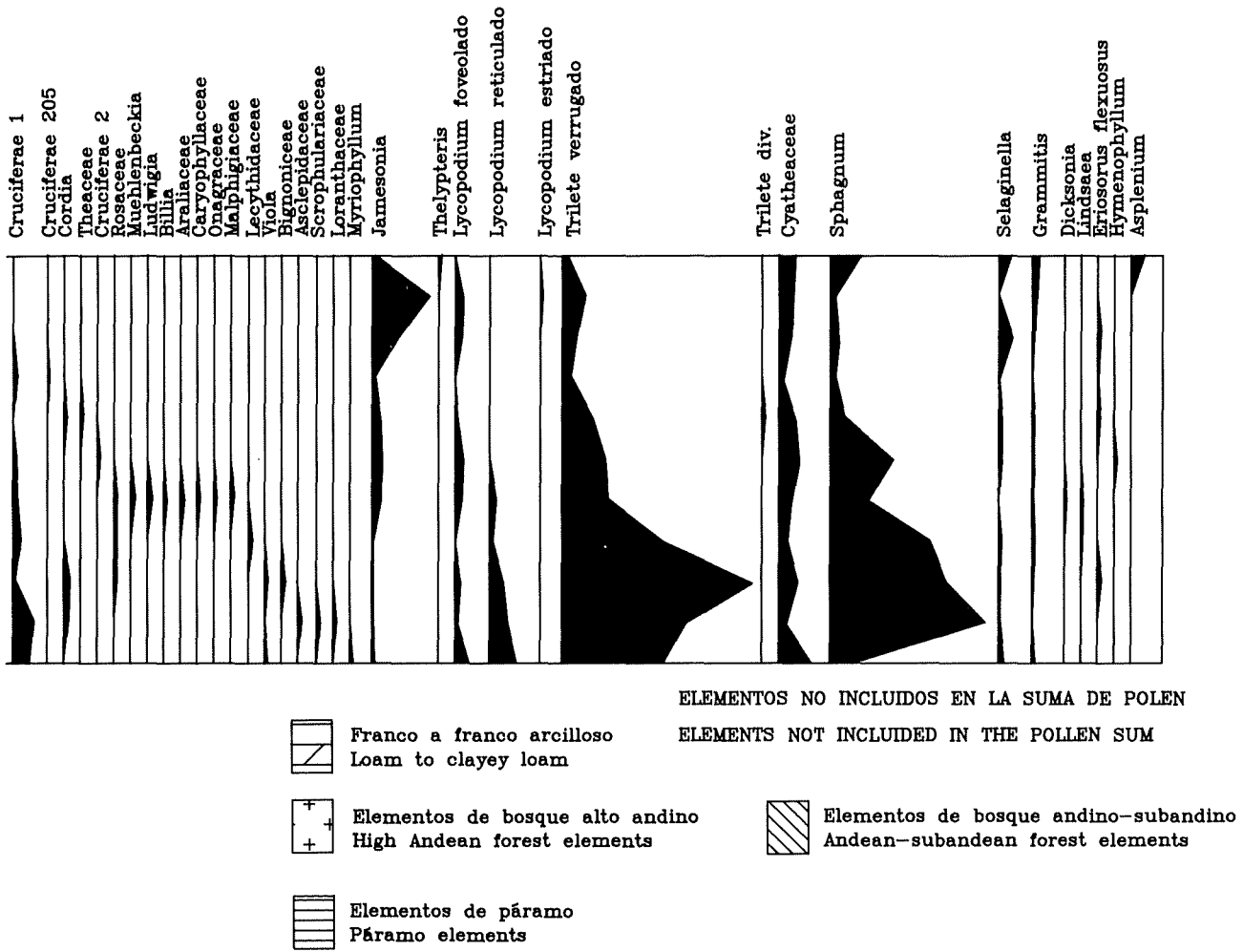


Figure 4.21 (cont.)

These nodules make up 5 to 10% of the total mass, and even as much as 20% in some parts of the trench. They are not uniformly distributed. Their size varies from 2 mm to 2 cm. Gradual undulating limit.

40-90 cm Horizon C1. Color 5YR 3/3. No reaction to NaF, pH 5.5. Clay; sticky and plastic. Abundant nodules of the same material as the previous layer, in the same quantity and sizes. This soil is also artificial fill. Irregular gradual limit.

90-106 cm Horizon C2. Color 5YR 4/6. No reaction to NaF, pH 5.5 to 5.0. Clay; hard, sticky, and plastic.

The soil profile indicates that the construction fill of the terrace was not placed at a single time but represents several episodes, a finding also indicated by the pollen analysis below. As implied by the above discussion, the profile is located toward the outer edge of the terrace where the original ground

surface was built up by adding fill rather than toward the inner edge produced by cutting away the original soil.

Modern Vegetation

As noted above, the profile is in a cleared pasture, and the natural vegetation (Andean forest) is restricted to small remnants in nearby ravines.

Pollen Analysis

The pollen profile analyzed had a depth of 50 cm. Scattered along its depth were a number of ruptures—zones where pollen was scarce to nonexistent. These points seem to correspond to the stages of construction and reconstruction of the terrace. Very little pollen was found below 40 cm.

A layer of reddish brown clay occurs at this same depth of 40 cm. This seems to be the soil on which the terrace fill was laid. It was apparently first cut and leveled off, and as a result shows some of the characteristics of artificial fill, but it actual-

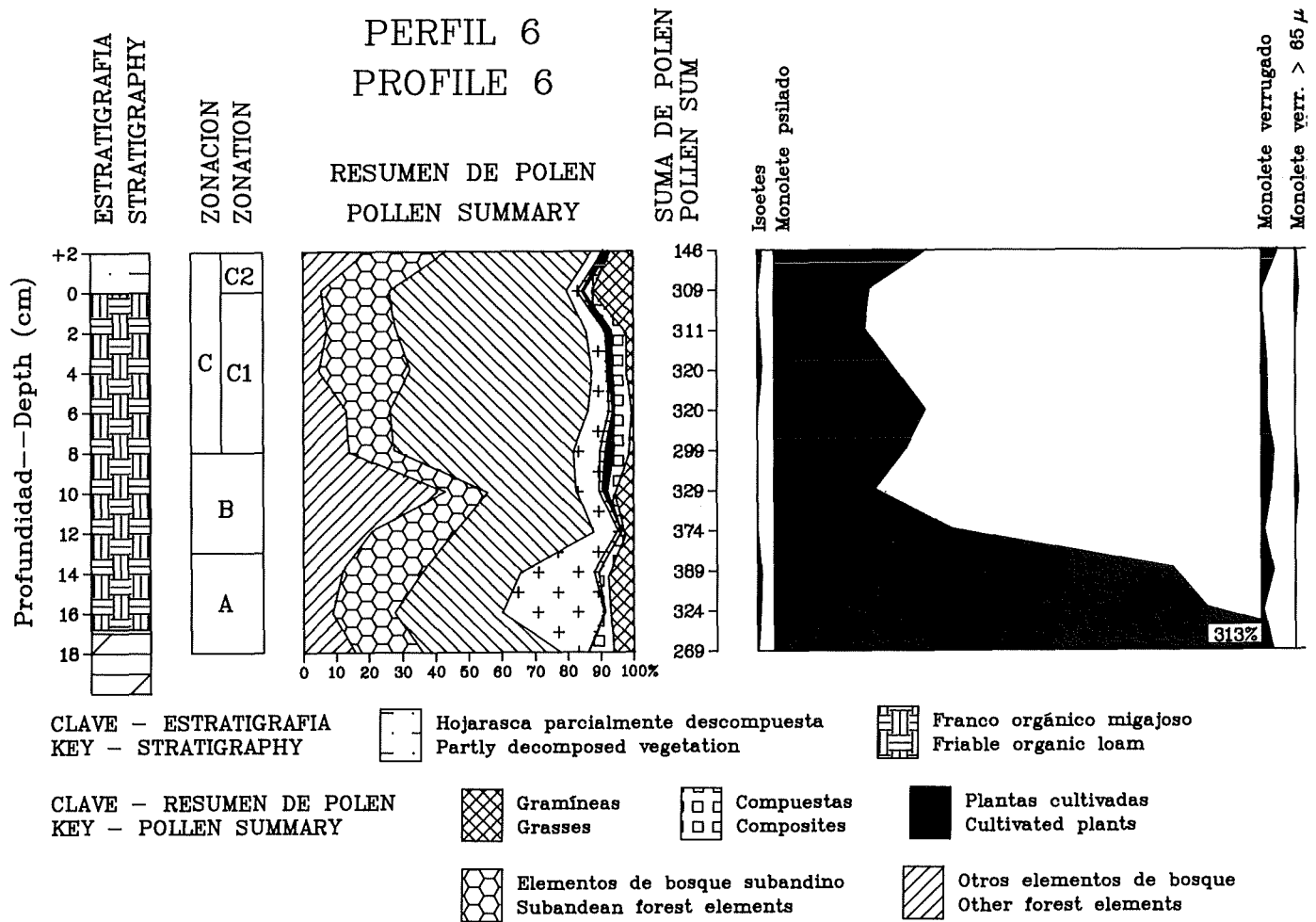


Figura 4.21 (cont.)

parte más baja, en donde se observaron huellas prehispánicas de ocupación, y llegaron al sitio transportadas por el viento.

ZONA C (8 a -2 cm)

La zona se caracteriza por presentar un incremento en la temperatura y un aumento en la humedad relativa, pero sin alcanzar los niveles a que llega durante la Zona A. Esta zona se dividió en dos subzonas, en donde la subzona C1 es un bosque sin mayor intervención del hombre y la subzona C2 muestra un descenso en la vegetación del bosque. Esta última subzona corresponde con la situación actual, en donde el colono ha venido talando indiscriminadamente el bosque para la obtención de madera, la cual lleva a vender al pueblo más cercano.

Subzona C1 (8-0 cm)

Durante esta subzona hay un predominio del bosque andino-subandino, con un aumento de las especies arbóreas, en

especial *Quercus*, *Weinmannia* y *Rapanea*, así como una disminución de elementos como Melastomataceae, *Miconia*, Ericaceae, Palmae y Solanaceae. Hay algunos elementos que desaparecen como *Clethra*, *Gaiadendron*, Rubiaceae, *Viburnum*, Leguminosae y Mimosaceae. Las Compositae aumentan y permanecen estables a lo largo de esta subzona; las Gramineae en cambio, aumentan al final de la subzona.

Subzona C2 (0 a -2 cm)

Esta subzona se ubica en la capa de hojarasca en proceso de descomposición, y como se mencionó anteriormente, este lapso se relaciona con la situación actual de clima y humedad. Es importante la disminución de gran parte de la vegetación arbórea, con excepción de *Quercus*, *Juglans* y *Alchornea*. Se da un gran aumento de *Myrica*, y se presenta un aumento en la humedad relativa, ya que especies como *Gunnera*, *Sphagnum* y Zygnemataceae, se hallan presentes.

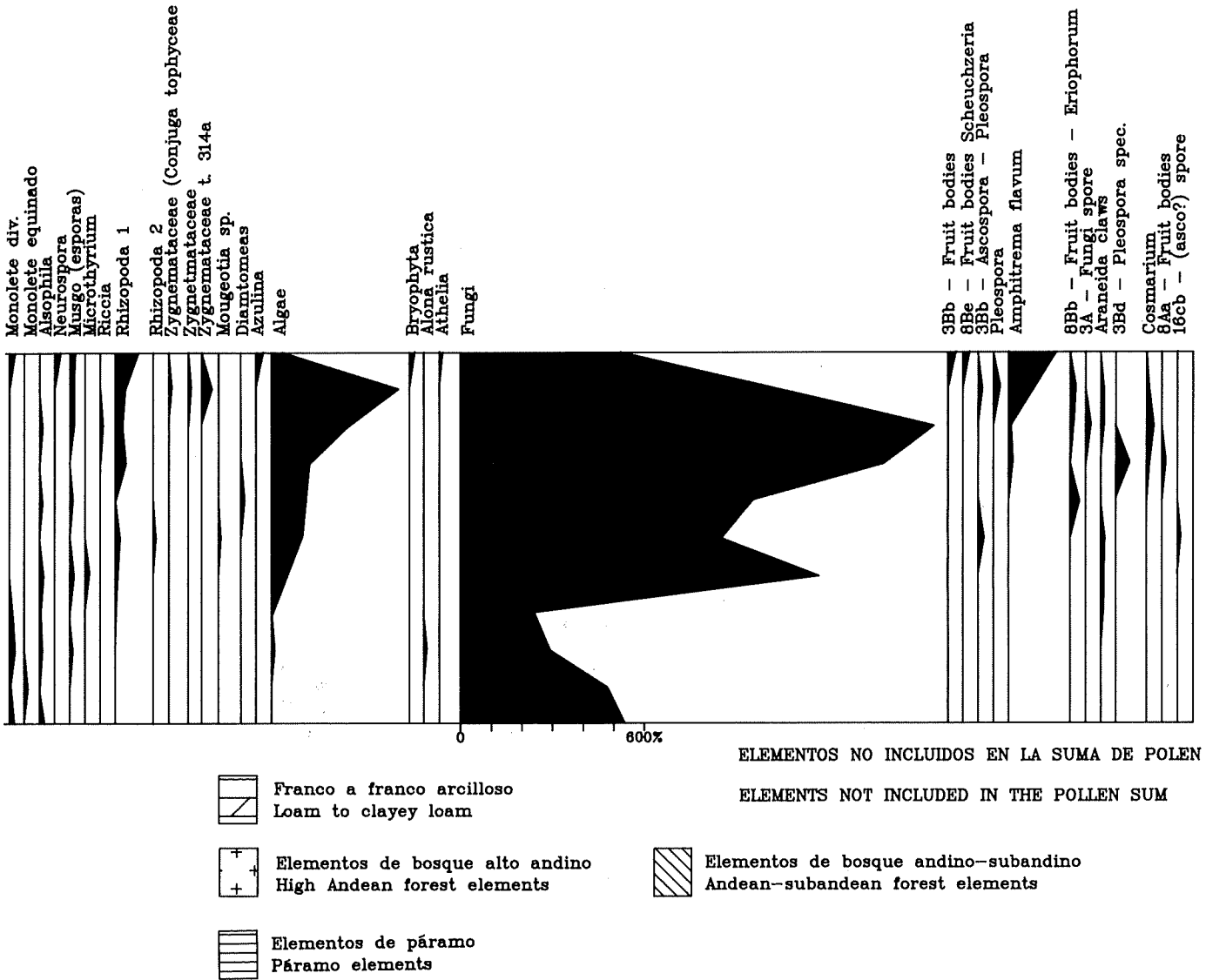


Figure 4.21 (cont.)

ly forms an earlier horizon (from the profile that existed before the arrival of the people who built the terrace).

Three principal zones are identified in the diagram (Figure 4.22), all relating to the period of construction and occupation of the terrace. Each zone is treated here as a single unit. No distinctions are made between pollen spectra from different levels within the zones because each zone is, in effect, a single deposition of sediment rather than a gradual accumulation with meaningful change during the interval. Fill deposited after initial terrace construction might involve reconstruction related to subsequent volcanic ash falls, which are evidenced in some other profiles, although there is no direct evidence of that here.

The pollen zonation relates principally to changes in human intervention in the local environment, rather than to climatic changes. The time elapsed between the construction of the terrace and its abandonment does not seem to be very long so the vegetation changes to be observed were surely caused by

human activity.

ZONE A (40-23 cm)

This zone corresponds to the time of original construction of the terrace, whose fill was derived from the ancient C horizon, with contributions of material scraped from the surrounding slope. There was enough time for vegetation to grow over the surface of this fill and to produce an A horizon. This is also confirmed by the pollen analysis. The interval must have been short, and the surface was soon buried by new contributions to the terrace fill. The zone is divided into three subzones.

Subzone A1 (40-31 cm)

This subzone has very little pollen, concentrated primarily between 38 and 34 cm below the surface. It corresponds to the moment of initial terrace construction. The movement of the soil from its original location, and consequent oxidation,

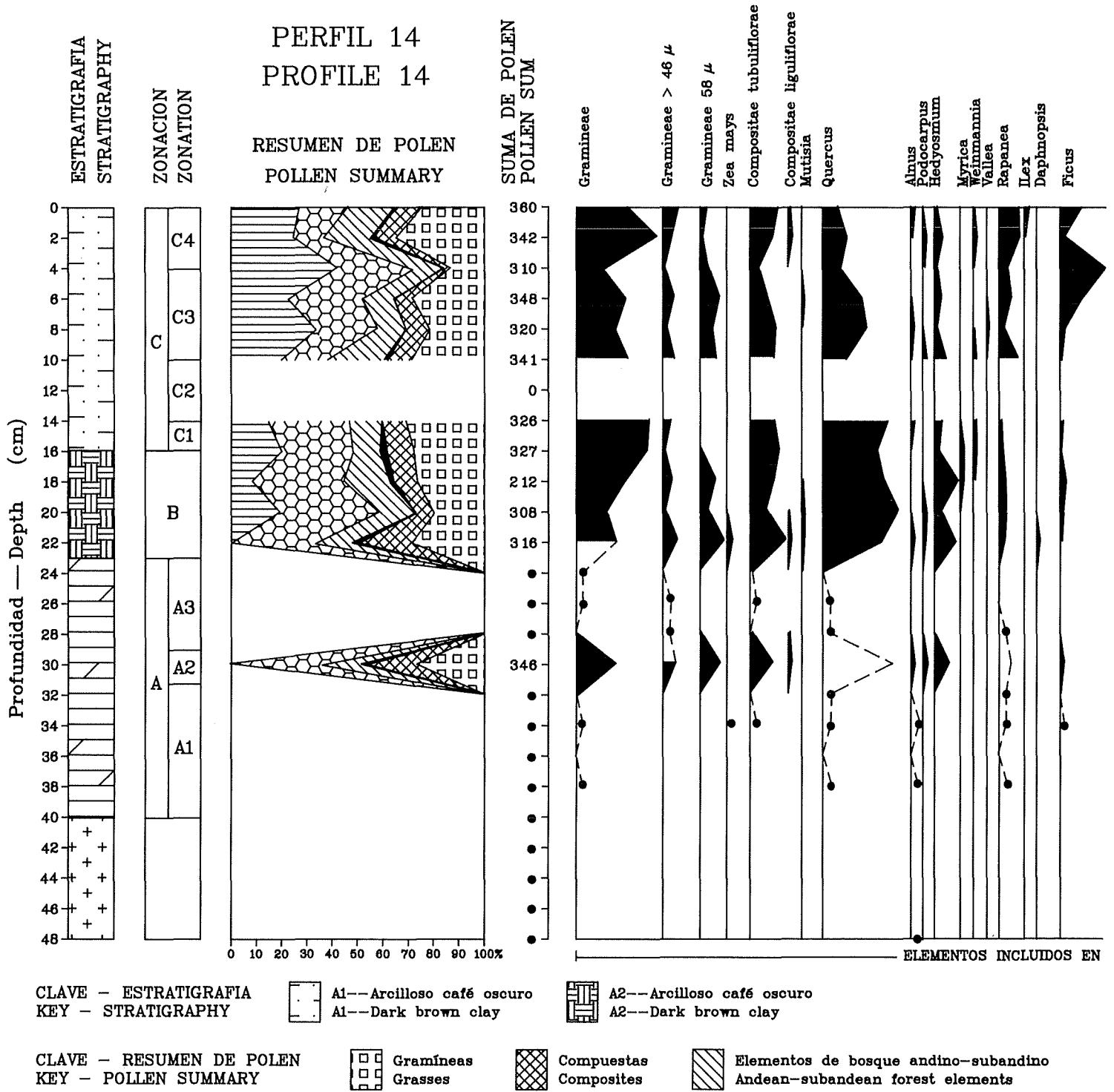


Figura 4.22. Diagrama palinológico—Barranquilla Alta (Perfil 14).

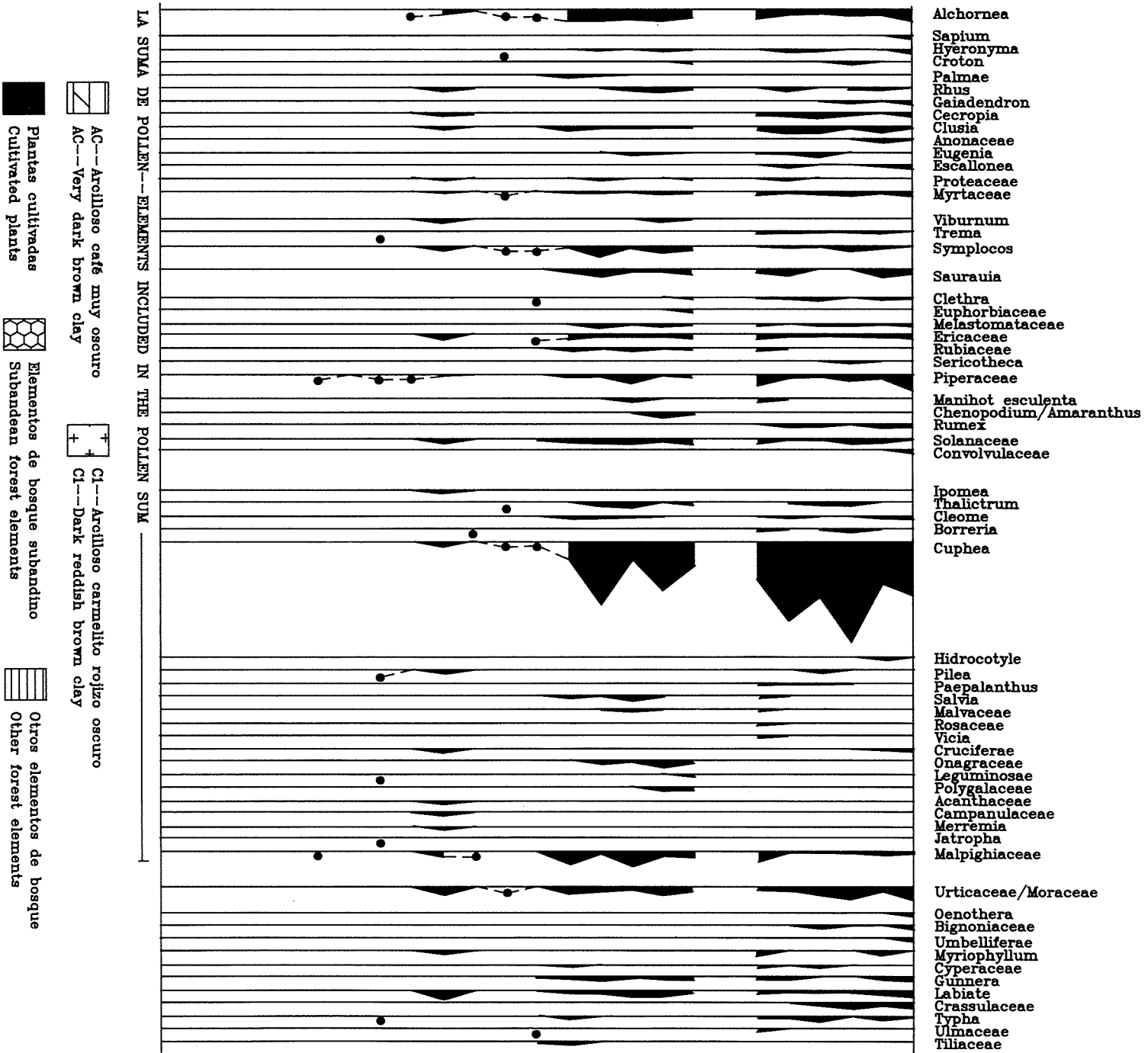
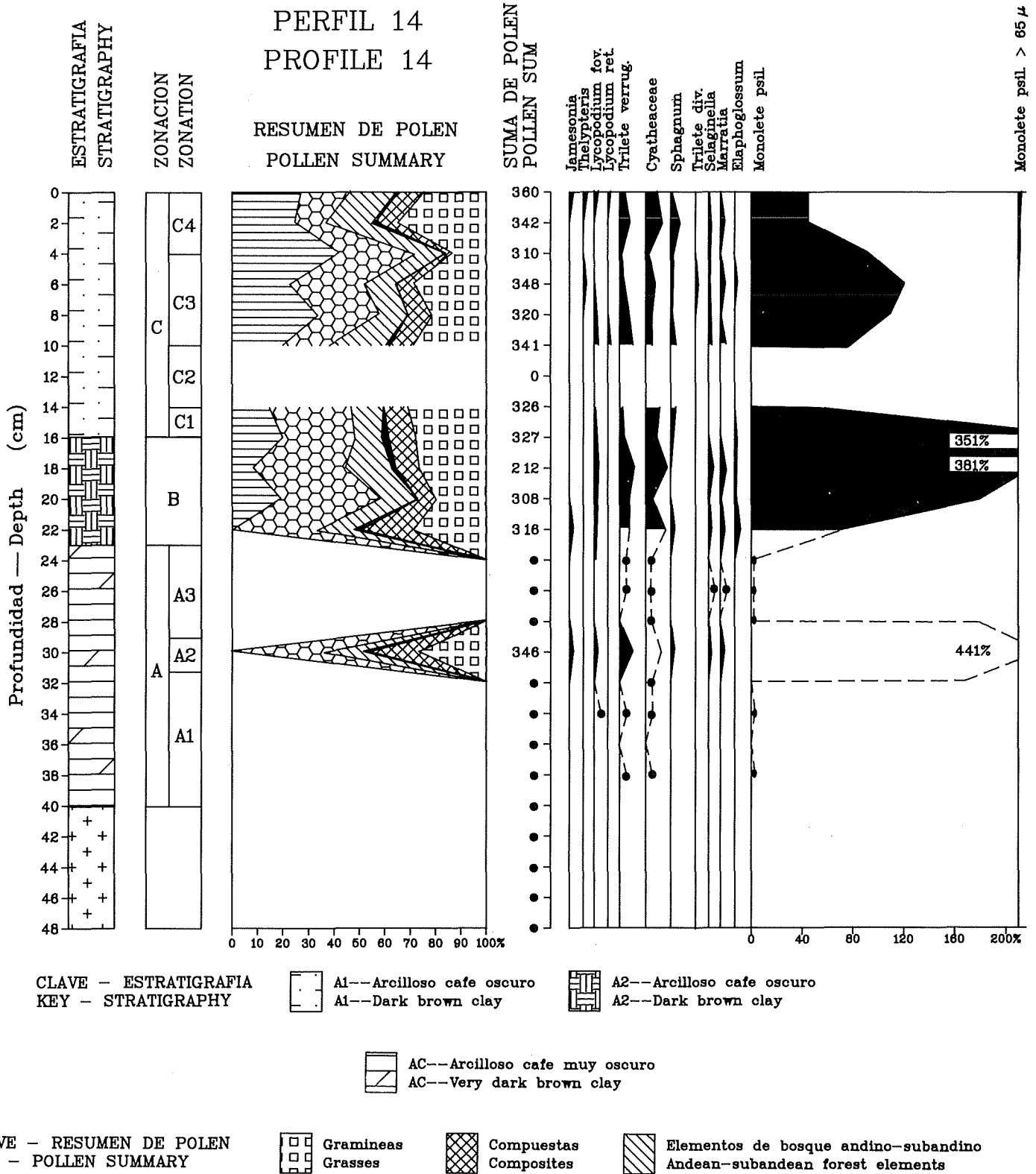


Figure 4.22. Pollen diagram—Barranquilla Alta (Profile 14).



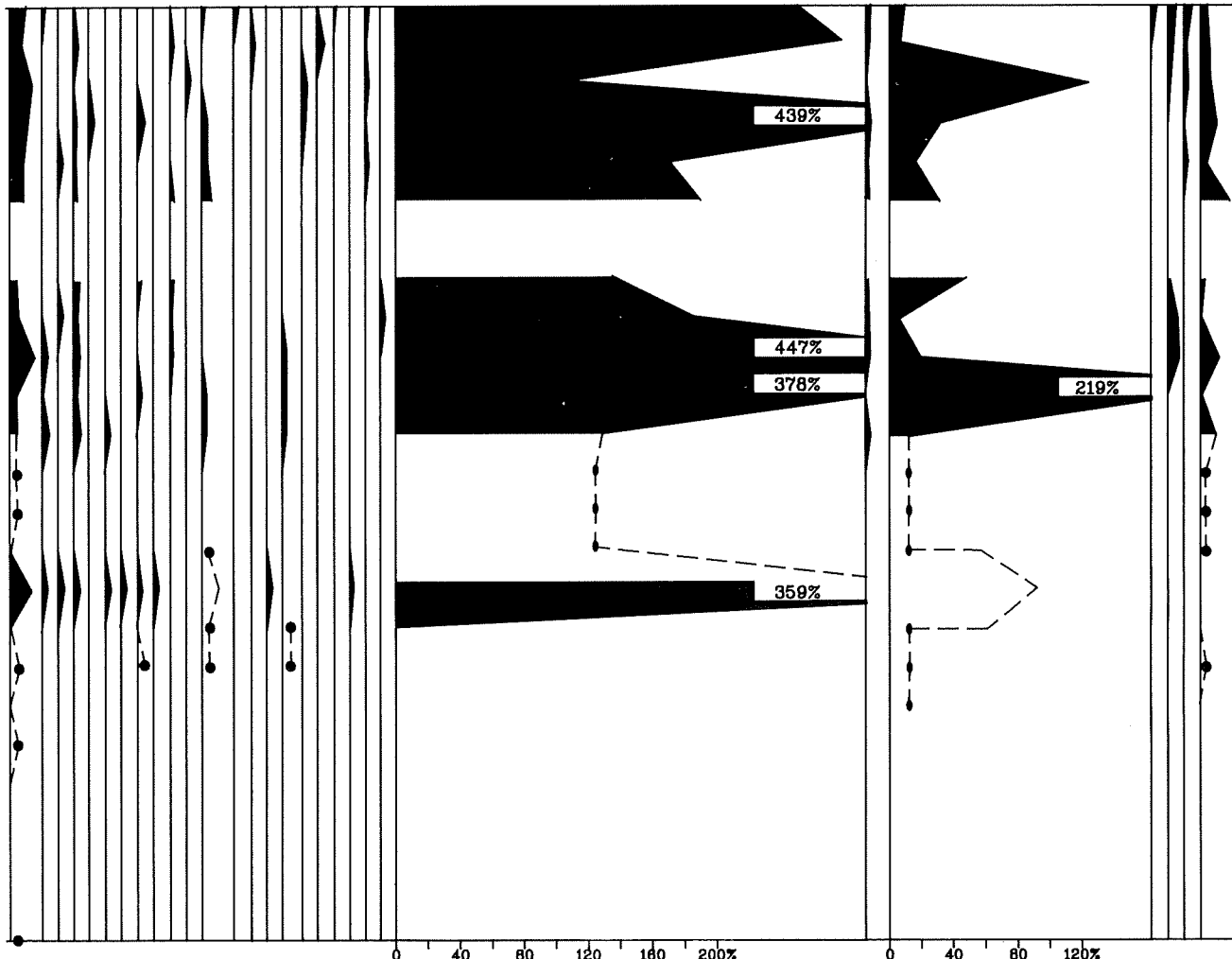
Monolete psil > 65 μ

Figura 4.22 (cont.)

Monolete verr.
 Isoetes
 Grammitis
 Dicksonia
 Cheilanthes
 Cheilanthes
 Alsophila
 Lophosoria
 Monolete div.
 Pityrogramma
 Tilieta
 Debaria glyptosperma
 Microthyrum
 t. 315 Spirogyra
 Riccia
 Bryum
 Rhizopoda
 Botryococcum
 Algae
 t. 239
 H 307
 Fungi

Ascospora t. 1
 Tipo 90

Bass t. 78
 Histriospheraeidae
 Tetraploa anstata
 Moss



+ C1--Arcilloso carmelito rojizo oscuro
+ C1--Dark reddish brown clay
ELEMENTOS NO INCLUIDOS EN LA SUMA DE POLEN
ELEMENTS NOT INCLUDED IN THE POLLEN SUM

Plantas cultivadas
 Cultivated plants
 Elementos de bosque subandino
 Subandean forest elements
 Otros elementos de bosque
 Other forest elements

Figure 4.22 (cont.)

El Sitio de Barranquilla Alta

Este perfil (No. 14 en la Figura 4.1 y la Tabla 4.1) se encuentra a 1640 msnm en la vertiente oriental de la cordillera central. Está ubicado dentro del bosque andino, el cual ha sido talado casi en su totalidad, quedando algunos remanentes cerca a las quebradas. Actualmente el área está cubierta de potreros dedicados a la ganadería, y en menor escala a la agricultura.

Se localiza dentro del gran paisaje C2, de depósitos coluvio-aluviales antiguos y recientes, al pie de la Serranía de las Minas. Se encuentran aquí recubrimientos parciales y delgados de ceniza volcánica reciente. Son principalmente suelos arcillosos, rojizos, profundos, y de acidez ligera en la superficie, pasando gradualmente a fuerte con la profundidad. Por su juventud no han desarrollado un horizonte argílico muy definido. Estos suelos presentan baja saturación de bases en el complejo de intercambio, y por lo tanto, una baja fertilidad natural, debido a los procesos de pérdida de nutrientes a que están sometidos por lavado del suelo debido a la alta humedad ambiental.

El perfil viene de una trinchera excavada en una terraza de construcción artificial en el sitio arqueológico denominado VP010 (Drennan 1985:129-136). En este suelo no se observa un desarrollo normal, debido a los cortes y rellenos que afectaron el suelo original.

El sitio se ubica sobre laderas erosionales, de un relieve escarpado y con una pendiente general de 21% y en el sitio mismo del perfil descrito (es decir, en la terraza) de un 12%. Se observa una erosión ligera causada por el pisoteo del ganado. El régimen de humedad del suelo es údico, y el de temperatura, isomésico. Tiene una profundidad efectiva, moderada. Son estas arcillas muy poco permeables. El perfil es totalmente húmedo, con un drenaje externo rápido, uno interno lento y el drenaje natural moderadamente bien drenado.

Características Generales del Perfil

0-16 cm	Horizonte A1. Color 7.5YR 3/2. Reacción al NaF ninguna, pH 6.0. Arcilloso, migajoso, pegajoso y plástico. Bloques subangulares débiles y finos. Límite gradual y plano.
16-23 cm	Horizonte A2. Color 7.5YR 3/2. Reacción al NaF ninguna, pH 6.0. Arcilloso. Bloques subangulares fuertes y finos. Raíces abundantes. Presenta gleización por la compactación del piso relleno. Poros frecuentes intersticiales. Actividad biológica moderada. Límite gradual y plano.
23-40 cm	Horizonte AC. Color 7.5YR 2/2 (80%), 7.5YR 4/6 (10%), 10YR 7/1 (10%). Reacción al NaF ninguna, pH 6.0 a 6.5. Arcilloso. Relleno un poco edafizado, pegajoso y plástico. Gran abundancia de nódulos, los cuales tienen el exterior pardo rojizo y el interior negro como de manga-

neso. El porcentaje de nódulos es de 5 a 10% de la masa total, y en otras partes hasta el 20%. No se encuentran uniformemente distribuidas. El tamaño varía de 2 mm a 2 cm. Límite gradual ondulado.

40-90 cm	Horizonte C1. Color 5YR 3/3. Reacción al NaF ninguno, pH 5.5. Arcilloso, pegajoso y plástico. Abundantes nódulos del mismo material del horizonte anterior, en la misma cantidad y tamaño. Se trata de un relleno. Límite gradual irregular.
90-106 cm	Horizonte C2. Color 5YR 4/6. Reacción al NaF ninguno, pH 5.5 a 5.0. Arcilloso, duro, pegajoso y plástico.

El perfil del suelo indica que el relleno de construcción del tambo en el cual se encuentra no fue hecho de una sola vez, sino gradualmente, como se comprobará más adelante en el análisis de polen. Esta parte corresponde al relleno ubicado hacia la parte exterior de la terraza.

Vegetación Actual

Como se mencionó anteriormente, la zona se encuentra en la actualidad desprovista de vegetación natural y hoy se dedica a la ganadería y la agricultura.

Análisis de Polen

El perfil de polen analizado tuvo una profundidad de 50 cm. A lo largo de éste se apreciaron una serie de rupturas, en donde la presencia de polen fue escasa o nula. Estos puntos parecen corresponder a períodos de construcción de la terraza y posteriores aterramientos que allí se hicieron. A partir de los 40 cm, se encontró muy poco polen.

Observando el suelo se aprecia que a esta misma profundidad se encuentra una capa arcillosa parda rojiza, que fue sobre la cual se levantó la terraza. Este material parece que fue primero cortado y luego emparejado, y por esto presenta características de relleno, pero realmente fue tomado de un antiguo horizonte (del perfil de suelos que existía antes de la llegada de la gente que construyó las terrazas).

En el diagrama se identificaron tres zonas principales, las cuales se relacionan con el período de ocupación. Se está tomando aquí cada zona en conjunto y no se da una variación para cada nivel, puesto que se considera que hubo un movimiento de tierra durante la construcción de la terraza y los posteriores aterramientos que se le hicieron. Dicho aterramiento puede estar relacionado con lluvias de ceniza volcánica, evento que se registra en los demás diagramas estudiados para el Valle de la Plata.

La zonación está dada principalmente por el tipo de interferencia del hombre con respecto al área de vivienda y no a cambios climáticos. Es probable que el tiempo transcurrido entre la construcción de la plataforma y el abandono de ésta hacia el final del período no sea muy largo, y los cambios que se observan en la vegetación fueran causados por el hombre.

destroyed pollen that had previously been deposited in the soil. Nevertheless, a few grains of pollen of *Zea mays* (maize) were found in this segment, presumably from nearby cultivation. Thus we can conclude that the area was already occupied when terrace construction was begun.

Subzone A2 (31–29 cm)

There is some soil formation during this interval, when the terrace was occupied. Sweet potatoes were grown.

The natural vegetation at this time was represented primarily by oak, followed by grasses and composites. Forest elements are also present in very low proportions. Thus substantial deforestation must already have occurred in the area.

Subzone A3 (29–23 cm)

This subzone corresponds to a fresh application of fill to the surface of the terrace. Once again, the movement of the soil and its fresh exposure to oxygen caused destruction of pollen.

ZONE B (23–16 cm)

This zone corresponds to a dark brown clayey soil. The A horizon is well defined, indicating more plant activity in the area around the house (which is where the sample was taken). There was more gradual addition of fill, presumably to maintain the terrace as the earlier fill settled and became compacted. Forest clearance was evidently even greater by now, suggesting yet more opening of agricultural land.

The predominant vegetation is, first, subandean forest and, second, and extensive area of savanna. Oak continues to be the most common element. Grasses, composites, and herbaceous elements, like *Cuphea*, also occur at high percentages during this zone. Arboreal elements such as *Hedyosmum*, *Alchornea*, *Rapanea*, *Saurauia*, and *Clusia* occur nearby. Towards the middle of the zone there is an increase in Piperaceae, which are characteristic of disturbed areas. As for cultivated plants, maize and manioc were probably cultivated around the house.

ZONE C (16–0 cm)

Subzone C1 (16–14 cm)

New fill continues to be added to the terrace as it settles. Savanna vegetation, especially Gramineae, increases. Arboreal vegetation like *Quercus* continues at high levels while other elements decline, indicating further forest cutting.

Subzone C2 (14–10 cm)

Yet another small addition is made to the artificial fill of the terrace, this time of sterile red clay from the old C horizon. No pollen was found.

Subzone C3 (10–4 cm)

Savanna vegetation is predominant, with such elements as Gramineae, Compositae, and *Cuphea*. *Cuphea*, especially, increases sharply over the previous zone. This is essentially the vegetation that dominates the area today.

The forest declines, especially the oak forest. In its place are elements like *Ficus*, very poorly represented at the beginning but increasing substantially toward the end of the subzone. Other elements that increase gradually are *Rapanea*, Urticaceae, and Piperaceae. The only cultivated plant is manioc at the beginning of the subzone.

Subzone C4 (4–0 cm)

Savanna vegetation increases further, especially Gramineae. Composites and *Cuphea* are also very well represented.

Some elements of the arboreal vegetation, especially oak, decline appreciably, but other elements increase (*Rapanea*, *Alchornea*, and *Saurauia*). Piperaceae, *Rumex*, and Urticaceae increase, indicating greater human intervention. Anonaceae appear as cultivated plants.

The soil study suggests that the great quantity of iron/manganese nodules found in the material used as fill at this level, may not be autochthonous but rather intentionally added to the fill to give it better consistency.

ZONA A (40–23 cm)

Corresponde esta zona al momento de construcción de la terraza, la cual se hace con materiales del antiguo horizonte C, y además recibe aportes de materiales arrastrados en la pendiente. Se produjo la formación de un horizonte A de suelo, o sea que hay evidencia de que hubo vegetación creciendo sobre este relleno. Esto es, además, sustentado por el análisis de polen. Este intervalo podría no haber tenido una duración prolongada en la superficie, pues fue sepultado por nuevos aportes al terraplén. La zona se dividió en tres subzonas.

Subzona A1 (40–31 cm)

Tiene muy poco polen, concentrado entre 38 y 34 cm de profundidad. Esta subzona corresponde al momento de construcción de la plataforma. Debido a que estuvo expuesta a remoción y oxidación, el polen desapareció. Se encontraron en este segmento algunos granos de polen de *Zea mays* (maíz), los cuales pudieron venir de algún campo de cultivo cercano. Se observa entonces, que el área ya se encontraba ocupada para entonces.

Subzona A2 (31–29 cm)

Para este intervalo se observa que ya hay una formación de suelos y corresponde al momento de ocupación de la plataforma. Se observan algunos cultivos como batata.

La vegetación durante este lapso se encuentra representada principalmente por roble, seguido por gramíneas y compuestas. Se encuentran además, elementos de bosque en muy baja proporción. Se aprecia que para esta época el hombre ya había comenzado el proceso de deforestación de gran parte del área.

Subzona A3 (29–23 cm)

Esta subzona corresponde a un primer aterramiento que la gente que ocupaba la terraza tuvo que hacer. El nuevo movimiento de tierra dejó la nueva superficie expuesta, por lo que se produjo una oxidación del polen.

ZONA B (23–16 cm)

Corresponde a esta zona un suelo arcilloso pardo oscuro. El horizonte A se encuentra bien definido, lo cual implica una mayor influencia de la vegetación en el área correspondiente a la huerta (que es de donde se tomó la muestra). Dicho relleno fue hecho gradualmente. A medida que se compactaba el piso y se dañaba el drenaje, se le agregaba más material. En dicho momento se clareaba más el bosque, mediante talas, con el fin de dejar libre más área para cultivos.

La vegetación predominante está dada, en primer lugar, por un bosque subandino y en segundo término, por una área extensa de sabana. El roble sigue siendo el elemento predominante. Las gramíneas, compuestas y elementos herbáceos,

como *Cuphea*, son otros que presentan altos porcentajes durante esta zona. Se puede apreciar que elementos arbóreos, como *Hedyosmum*, *Alchornea*, *Rapanea*, *Saurauia* y *Clusia* se encuentran presentes en las proximidades. Hacia la mitad de la zona se presenta un incremento de las Piperaceae, las cuales son características de áreas intervenidas. En cuanto a plantas cultivadas, aparecen maíz y yuca, las cuales estaban siendo cultivadas en la huerta.

ZONA C (16–0 cm)*Subzona C1 (16–14 cm)*

Se continua el aterramiento en la terraza a medida que se compacta el terreno. Hay un aumento de la vegetación de sabana, especialmente de gramíneas. La vegetación arbórea, como el *Quercus*, continua registrando altos valores; la restante disminuye, indicando un aumento en la tala del bosque.

Subzona C2 (14–10 cm)

Viene un nuevo relleno con material de arcilla roja estéril proveniente de un antiguo horizonte C. No se encontró polen.

Subzona C3 (10–4 cm)

La vegetación predominante es de sabana, con elementos como Gramineae, Compositae y *Cuphea*. Esta última incrementa notablemente con respecto a la zona anterior. Dicha vegetación es la que actualmente domina en el lugar.

El bosque disminuye y en especial el de roble. Hay en cambio algunos elementos que se encontraban muy pobremente representados, como el *Ficus*, los cuales aumentan notoriamente hacia el final de la subzona. Otros elementos que aumentan gradualmente son *Rapanea*, Urticaceae y Piperaceae. La única planta cultivada que aparece es la yuca, en la parte inicial de la subzona.

Subzona C4 (4–0 cm)

Se da un incremento en la vegetación de sabana, en especial de gramíneas. También se encuentran bien representadas las compuestas y *Cuphea*.

Hay un descenso apreciable en algunos elementos de la vegetación arbórea, en especial el roble, y por otra parte aumentan elementos como *Rapanea*, *Alchornea* y *Saurauia*. Piperaceae, *Rumex* y Urticaceae aumentan, indicando una mayor intervención del hombre. En cuanto a cultivos, aparecen Anonaceae.

Según el estudio de suelos realizado, la gran cantidad de nódulos de hierro y manganeso que se encuentran a este nivel, presentes en el material de relleno, pueden haber sido agregados a la mezcla para darle mayor consistencia al piso, lo que dice que no son autóctonos.

4.6. Correlation of the Paleoecological Reconstructions from the Different Pollen Profiles

Fernando Piñeros S.

In order to provide a general overview of the climatic and vegetational changes that occurred through time in the Valle de la Plata, it is necessary to correlate and integrate the paleoecological reconstructions of the six different stratigraphic profiles studied.

Table 4.5 lists the C14 dates obtained from the profiles at Merenberg (Profile CMI) and Cabaña San Nicolás (Profile 6). When the major stratigraphic and vegetational changes observed in the various profiles are properly aligned with each other, these dates can be used to establish an overall environmental chronology for the region which makes it possible to estimate the dates even of events observed only in profiles that provided no suitable samples for chronometric dating.

A constant rate of sedimentation was assumed for Profile 8 (Cabaña San Nicolás), from 2719 BP (at 72 cm depth). This was taken as a basis for assigning approximate dates to the changes observed in that profile during the last 3000 years or so.

For Profile CMI (Merenberg), absolute pollen counts were made so that pollen concentration (grains per cm³) could be determined for each sampled level (Figure 4.23). The resulting cumulative curve of pollen concentration per cm³ served as the basis for extrapolation from the two C14 dates from that profile. Thus an approximate date was assigned to each level in the Merenberg profile as well.

For the purpose of examining variation in the composition of the vegetation in the different life zones of the valley and determining the altitudinal displacements of their limits through time, the elements of each profile were grouped into three broad ecological classes: Andean-subandean elements, high Andean elements, and páramo or open vegetation elements (Figure 4.24). This made it possible to compare more directly the interpretations derived from the different profiles and to obtain a clearer view of relations between the fluctuations observed in each. At the same time, close attention was paid to the behavior of the curves of each individual taxon, although we do not attempt to discuss these in detail.

The dates and interpretations of the Merenberg, San Nicolás, and Laguna San Rafael profiles (CMI, 8, and 16) provided information for the paleoecological reconstruction of the period between 13,700 and 3000 BP. Changes in vegetation and climate over the last 3000 years were studied by playing off against each other data from profiles distant from human activity and therefore more reflective "natural" proces-

ses (Profiles 8, 15, 16, and CMI) and data from profiles close to or in archaeological sites (Profiles 6 and 14). This was done in an effort to sort out the natural climatic factors from those induced by human impact on the environment. Increasingly, after about 2000 BP, agricultural and habitational practices in the upper and middle areas of the Valle de la Plata have important environmental effects.

Since Profile 14 (Barranquilla Alta) comes from the artificial fill of a residential terrace, it could not be treated as a continuous register of vegetational change and therefore could not be given a date by the same procedure of correlating vegetational changes used for the other profiles. The cultural material included in the fill, however, clearly places the construction and occupation of the terrace in the archeological Middle period (see Chapter 5), or between approximately 1950 and 1100 BP (0–850 AD). Clearly, the construction and repeated maintenance of the terrace occurred in specific climatic and vegetational conditions, which are indicated by the pollen recovered from the profile.

During the course of the last 2000 years, the Valle de la Plata was subject to a series of climatic fluctuations that affected the distribution of the major vegetational zones. The period between 2000 and 1400 BP (50 BC and 550 AD) was characterized by temperature and humidity similar to their present levels. Between 1400 and 650 BP (550–1300 AD), increases in pre-

Tabla 4.5. Fechas de C14 (A.P.) de los Perfiles 6 y CMI.
Table 4.5. C14 dates (BP) from Profiles 6 and CMI.

6—Cabaña San Nicolás

GrN 13837 (Col 508)	2719 ± 88
GrN 13838 (Col 509)	8500 ± 260
GrN 13839 (Col 510)	9223 ± 500

CMI—Merenberg

GrN 12910 (Col 497)	7370 ± 110
GrN 12911 (Col 496A)	12730 ± 110

4.6. Correlación de las Reconstrucciones Paleoecológicas de los Varios Perfiles de Polen

Fernando Piñeros S.

La correlación de las reconstrucciones paleoecológicas de los distintos perfiles estratigráficos estudiados tiene como fin presentar una visión general de los cambios climáticos y de vegetación que se sucedieron a través del tiempo, en el Valle de la Plata.

Las dataciones de radiocarbono de los perfiles de Merenberg (Perfil CMI) y la Cabaña San Nicolás (Perfil 6) se ven en la Tabla 4.5. Estas fechas, junto con la correlación de las variaciones estratigráficas y de vegetación de los demás perfiles, permitieron estimar una cronología relativa de los cambios medioambientales que ocurrieron en períodos no datados en la historia paleoecológica del valle.

En el Perfil 8 (Cabaña San Nicolás), a partir del 2719 A.P. (a 72 cm de profundidad), se asumió una tasa de sedimentación constante, siendo posible datar detalladamente los cambios registrados durante los últimos 3000 años.

En la perforación del Perfil CMI (Merenberg) se llevó a cabo un conteo absoluto de polen, mediante el cual fue posible conocer la concentración de polen por cm^3 para cada nivel muestreado (Figura 4.23). Esto a su vez permitió elaborar una curva acumulativa de concentración de granos de polen por cm^3 , la cual, junto con las dos dataciones de radiocarbono, permitieron estimar las cronologías relativas para cada uno de los intervalos.

Con el fin de poder observar las variaciones en la composición de la vegetación de las distintas regiones de vida y sus desplazamientos altitudinales a través del tiempo a lo largo del valle, se agruparon los elementos para cada uno de los perfiles en tres grandes grupos ecológicos: elementos andino-subandinos, elementos altoandinos, y elementos de vegetación abierta o de páramo (Figura 4.24). Esto permitió homologar la información e interpretación de los diferentes perfiles y entender la relación existente entre las fluctuaciones que se observan en cada uno de los perfiles y pisos altitudinales. A su vez, se tuvo en cuenta el comportamiento de las curvas de los taxa individuales, aún cuando no se detallan en esta correlación.

Las dataciones e interpretaciones obtenidas de los perfiles de Merenberg, San Nicolás y Laguna San Rafael permitieron la reconstrucción paleoecológica del período comprendido

entre los 13,700 y 3000 años A.P. Los cambios de vegetación y clima de los últimos 3000 años se estudiaron correlacionando la información suministrada por los estudios, tanto de suelos no intervenidos (Perfiles 8, 15, 16, y CMI) como de suelos cercanos y en sitios arqueológicos (Perfiles 6 y 14). Se pudo, entonces, establecer que las variaciones de vegetación registradas a partir de entonces se debieron a la combinación de factores climáticos y antrópicos. Estos últimos son productos de prácticas agrícolas y de asentamiento en las zonas alta y media del valle.

Puesto que la estratigrafía del Perfil 14 evidencia un proceso de reacondicionamiento y reaposonamiento de una plataforma de vivienda por parte del hombre prehispánico, la información por él suministrada no se maneja como un registro continuo de cambios de vegetación, y tampoco se puede establecer con certeza con base en los datos palinológicos el momento de su elaboración y ocupación dentro de este período de 2000 años. Según el material cultural incluido dentro del relleno, esta construcción pertenece al período arqueológico denominado Medio (ver Capítulo 5), o sea entre aproximadamente 1950 y 1100 A.P. (0-850 D.C.). Lo que sí es claro es que la repetida readecuación del sitio parece tener relación con determinadas condiciones climáticas, lo cual falta aún por estudiar en forma más detallada.

En el curso de los últimos 2000 años se presentaron fluctuaciones climáticas que afectaron la distribución de las regiones de vida. El período entre 2000 y 1400 años A.P. (50 A.C. y 550 D.C.) se caracterizó por una temperatura y humedad similares a las actuales. Entre el 1400 y 650 A.P. (550-1300 D.C.) el incremento de la precipitación y la temperatura ocasionaron una mejora general en la calidad de los suelos de los distintos pisos térmicos y la expansión ascendente de las regiones de vida, que representan entonces una ampliación de las oportunidades abiertas a las comunidades agrícolas. Finalmente, a partir del 650 A.P. (1300 D.C.) volvió a disminuir la temperatura, lo cual hizo más difícil la explotación de los suelos por encima de los 2500 msnm conduciendo eventualmente a la regeneración de los bosques de esta zona del valle.

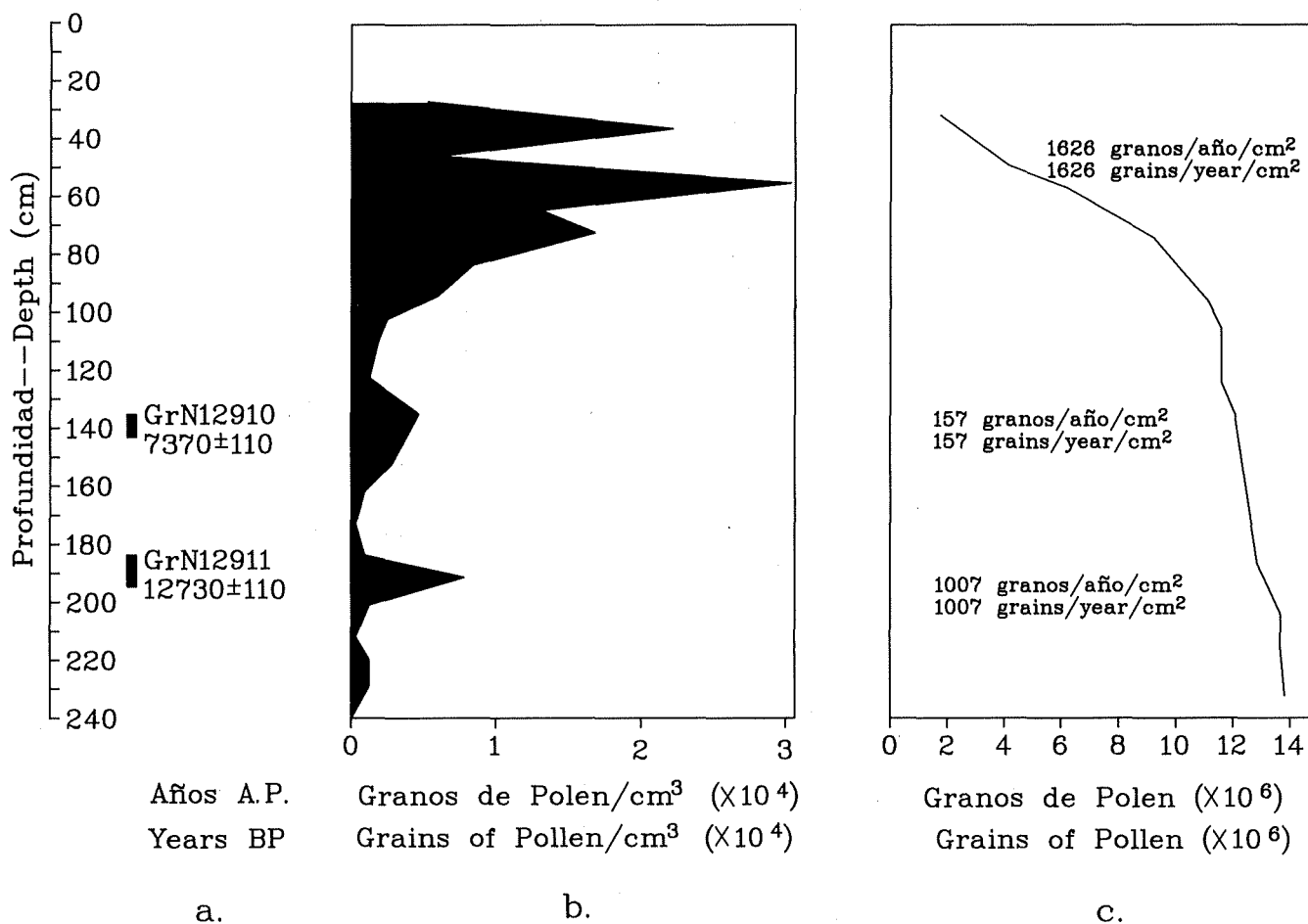


Figure 4.23. Pollen concentration in Profile CMI.—Figura 4.23. Concentración de polen en el perfil CMI.

precipitation and temperature led to a general improvement in the quality of soils at different elevations and to an upward shift of the major vegetation zones. This certainly represented a period of expanded opportunities for agricultural communities in the Valle de la Plata. Finally, from 650 BP (1300 AD)

onward, the temperature once again declined, making it more difficult to exploit the higher portions of the region (especially over 2500 m above sea level). Many areas that had once been cleared, especially at higher elevations, eventually reverted to forest.

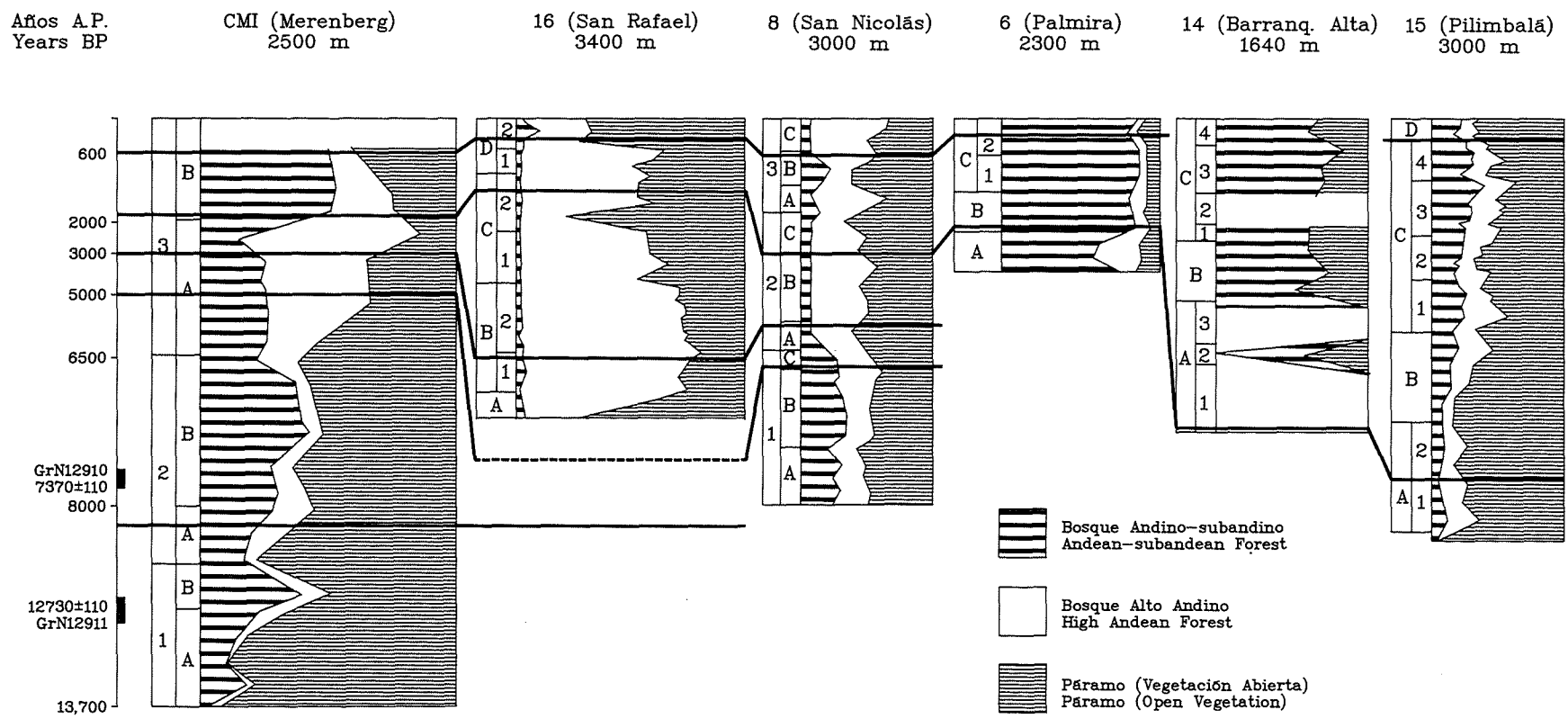


Figura 4.24. Correlación de diagramas palinológicos.—Figure 4.24. Correlation of pollen diagrams.

Environment and Human Occupation

*Robert D. Drennan
Luisa Fernanda Herrera
Fernando Piñeros S.*

As the previous chapters of this volume have shown, the Valle de la Plata offers a variety of environmental zones and resources for human exploitation. Climate varies with altitude from hot and dry in the eastern part of the study area (the region of Paicol and Tesalia) to temperate and subhumid in the canyons of the Río La Plata and its tributaries, to temperate and humid in the upper canyons of the Ríos Loro and Aguacatal and the region of La Argentina, to cold and humid in the higher portions of the Serranía de las Minas and the central cordillera. At higher elevations in the central cordillera, under frequently snow-capped volcanic peaks, are found cold and very humid subpáramo and páramo zones. The major impediments to agricultural use of the Valle de la Plata are the low fertility of many of the soils, the extremely steep slopes of the mountains and canyons, the dry conditions of the eastern sector, and the cold and humidity of the mountains toward the west.

In this mosaic of environments, the temperate and humid zone, and especially Great Landscape C2 (Structural-Erosional Mountains and Hills) defined in Chapter 1, is the portion of the Valle de la Plata most suitable for sustaining large agricultural populations. The inhabitants of this zone escape both drought and excessive humidity and cold. The soils are of relatively recent formation (many of them derived from volcanic ash) and only slightly weathered. Moreover, there are numerous areas of only gentle slopes (as at the foot of the main slopes of the Serranía de las Minas or along the tops of hills and ridges) where neither landslides nor erosion present serious problems. It is worth noting that this region also encompasses a great deal of internal variation in regard to agricultural potential, as its subdivision into seven different landscapes suggests.

Archeological fieldwork accomplished up to now consists of a regional survey conducted according to the methodology described by Drennan (1985) totaling approximately 350 km² (Fig. 5.1). In this survey, the entire zone is examined completely, field by field, and all evidence of human activity visible on the surface or accessible in shovel probes is re-

corded. The area surveyed as of now includes all the great landscapes defined in Chapter 1, except the subpáramo and páramo, and ranges from 700 to 2400 m above sea level. We emphasize that the archeological survey has not been completed (it will eventually include between 500 and 600 km²) and that the archeological materials recovered have been analyzed only in preliminary fashion. The complete results of the survey and the analysis of settlement patterns and their detailed correlation with environmental variables will form the subject matter of future reports of the Proyecto Arqueológico Valle de la Plata. As promised in the Introduction, however, we include some preliminary results in this volume in order to indicate the relevance of the results of this environmental study.

Radiocarbon dates from the pollen profiles at Merenberg (Profile CMI) and Cabaña San Nicolás (Profile 8) together with the correlation of the stratigraphic variations and vegetation changes in the other profiles make it possible to establish a relative chronology for the overall environmental history of the Valle de la Plata (see the last section of Chapter 4).

Paleoecological reconstruction from 13,700 to 3000 BP is based on interpretation of the data from the profiles at Merenberg (Profile CMI), San Nicolás (Profile 8), and Laguna San Rafael (Profile 16) (Figure 5.2). This climatic and environmental history of the Alto Magdalena begins at 13,700 BP toward the close of the last glaciation with predominantly open páramo vegetation in contact with glacial formations. The climatic improvement during the Guantiva Interstadial and the colder conditions of El Abra Stadial are both recognizable during these late glacial times (13,000 to 10,000 BP). The beginning of the Holocene at 10,000 BP is characterized in the Valle de la Plata by a climatic improvement, the dominance of forest vegetation in the middle and upper zones, and humidity above present levels.

As explained in Chapter 4, the relative chronology of the past 3000 years, for profiles 6, 14, and 15, is based on a calculated constant sedimentation rate from 2719 ± 88 BP (769 BC) at 72 cm below the surface in Profile 8 at Cabaña San

El Medioambiente y la Ocupación Humana

*Robert D. Drennan
Luisa Fernanda Herrera
Fernando Piñeros S.*

Como se ha visto en los capítulos anteriores, el Valle de la Plata ofrece una variedad de zonas y recursos para la explotación humana. El clima varía con la altura desde cálido y seco en el oriente de la zona de estudio (región de Paicol y Tesalia), a templado y subhúmedo en los cañones del Río La Plata y sus afluentes, a templado y húmedo en los cañones superiores de los ríos Loro y Aguacatal y la región de La Argentina, a frío y húmedo en las partes altas de la Serranía de las Minas y la Cordillera Central. Sobre la cima de la Cordillera Central, en la parte occidental de la zona de estudio, existen condiciones de subpáramo y páramo. Los principales limitantes al uso agrícola de la región son la baja fertilidad de muchos de los suelos, las pendientes muy fuertes de las montañas y los cañones, las condiciones secas de la sección oriental, y el frío y la humedad de la montañas hacia el occidente.

Dentro de este mosaico de ambientes, se destaca la zona templada y húmeda, y especialmente el Gran Paisaje C2 (Montañas y Colinas Estructural-Erosionales) definido en el Capítulo 1, como la parte del Valle de la Plata más apta para sostener grandes poblaciones de agricultores. En esta zona se evitan tanto las condiciones secas, como el frío y la superhúmedad. Se encuentran suelos relativamente recientes (muchos de ellos derivados de cenizas volcánicas) y poco meteorizados. Existen zonas de relieve suave (como de pie de ladera o en las cimas de colinas o cuchillas) donde no se presentan problemas graves de movimientos masivos de tierra ni de erosión. Cabe anotar que esta región tiene también mucha variación interna en cuanto a su potencial agrícola, tal como lo sugiere su subdivisión en siete paisajes.

El trabajo arqueológico adelantado hasta el momento, comprende un reconocimiento regional de acuerdo con la metodología descrita por Drennan (1985) de un total aproximado de 350 km² (Figura 5.1). Este reconocimiento consiste en la inspección sistemática de la totalidad de la zona definida, registrando todo tipo de evidencia de ocupación humana. El área de reconocimiento incluye partes de todos los grandes paisajes definidos en el Capítulo 1, con excepción del subpáramo y páramo, y varía desde los 700 a los 2400 msnm. Cabe

enfaticar que el reconocimiento total no se ha concluido (incluirá finalmente entre 500 y 600 km²) y que los materiales recuperados sólo han sido analizados en forma preliminar. Toda la información y el análisis de los patrones de asentamiento y sus correlaciones detalladas con variables medioambientales serán materia de futuros informes del Proyecto Arqueológico Valle de la Plata. Tal como se manifestó en la Introducción, se incluyen algunos resultados preliminares en la presente publicación con el fin de indicar hacia donde vamos con los resultados de este estudio medioambiental. Las fechas de radiocarbono de los perfiles de polen de Merenberg (Perfil CMI) y Cabaña San Nicolás (Perfil 8), junto con la correlación de las variaciones estratigráficas y los cambios de vegetación en los demás perfiles, permitieron establecer una cronología relativa para la historia medioambiental del Valle de la Plata (ver la última parte del Capítulo 4).

La reconstrucción paleoecológica desde el 13.700 al 3000 A.P. se basó en las interpretaciones obtenidas de los perfiles de Merenberg (CMI), San Nicolás (Perfil 8), y Laguna de San Rafael (Perfil 16). Esta historia climática y medioambiental del Alto Magdalena se inicia con el final del Pleniglacial (13.700 A.P.) y el predominio de la vegetación abierta paramuna en contacto con las formaciones glaciares. Durante el Tardiglacial (13.000–10.000 A.P.) se registran el mejoramiento climático correspondiente al Interstadial Guantiva y el enfriamiento reconocido como Estadial El Abra. El inicio del Holoceno (10.000 A.P.) se caracterizó en el valle por un mejoramiento climático, el predominio de la vegetación arbórea en las zonas media y alta, y un incremento de las condiciones de humedad con respecto a las actuales.

Como se explicó en el Capítulo 4, la cronología relativa de los últimos 3000 años de historia, para los perfiles 6, 14, y 15, se calculó estimando una tasa de sedimentación constante a partir del 2719 ± 88 A.P. (769 A.C.) a 72 cm de profundidad en el perfil de la Cabaña de San Nicolás (Perfil 8). Esto permitió correlacionar los cambios medioambientales registrados a 17 cm de profundidad del mismo perfil, que se presentaron hacia el 650 A.P. (1300 D.C.), con los observados

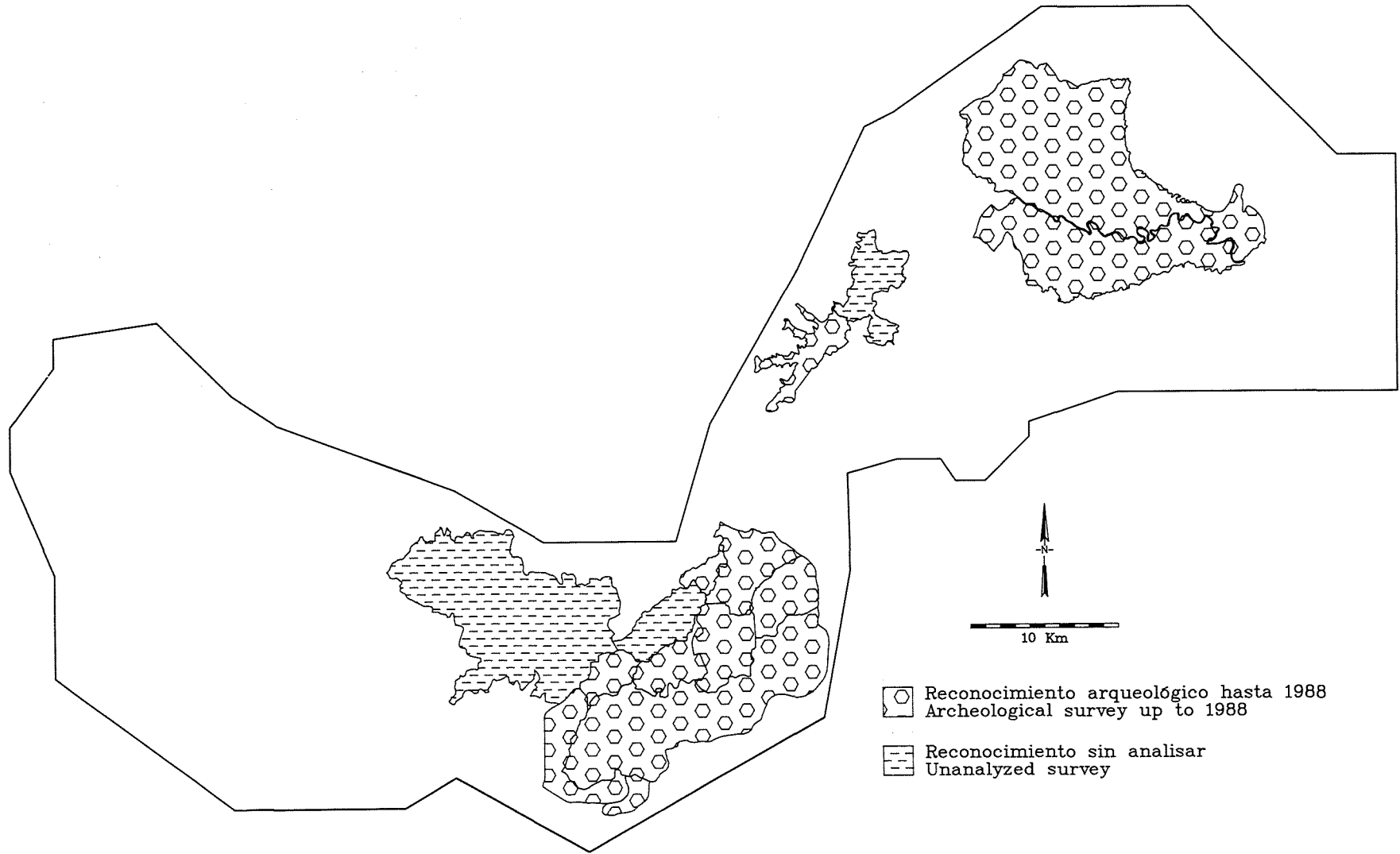


Figure 5.1. Map of the Valle de la Plata showing areas of archaeological survey.—Figura 5.1. Mapa del Valle de la Plata mostrando áreas de reconocimiento arqueológico.

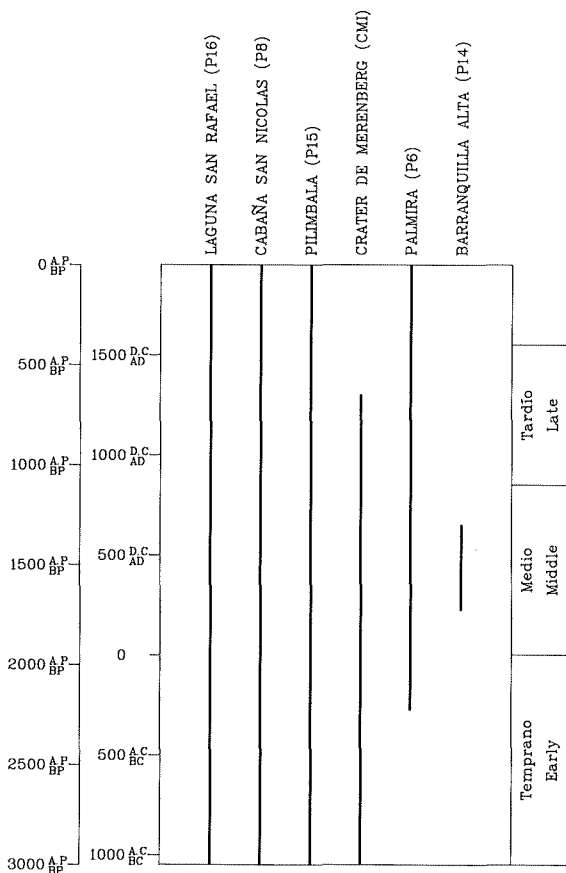


Figura 5.2. Cronograma de los perfiles de polen analizados para los últimos 3000 años.

Figure 5.2. Chronological diagram of the pollen profiles analyzed for the past 3000 years.

en los demás perfiles.

Período Temprano

Entre aproximadamente el 3000 y el 2000 A.P. (1050 a 50 A.C.) el estudio palinológico indica un movimiento del bosque Alto Andino hacia menores altitudes, debido a una disminución de la temperatura y a un incremento en la precipitación. Es posible inferir dicho comportamiento a partir de los diagramas de la Cabaña de San Nicolás (Perfil 8), San Rafael (Perfil 16), y Palmira (Perfil 6). Estas condiciones climáticas fueron también detectadas para la Cordillera Central (Parque de los Nevados—Kuhry et al. 1983 y Melief 1985), Cordillera Oriental (alrededores de la Sabana de Bogotá—van der Hammen y González 1963, van Geel y van der Hammen 1978), y Llanos Orientales (Wijmstra y van der Hammen 1966).

A dicho período caracterizado por unas condiciones más frías y húmedas que las actuales corresponde, en forma aproximada, el período arqueológico Temprano (Drennan 1985). Se evidencia una ocupación humana en la totalidad del Valle de la Plata, dándose una distribución no homogénea. La

mayor concentración poblacional se ubica en un sector del Gran Paisaje C2 (Montañas y Colinas Estructural-Erosionales de Clima Templado Húmedo) especialmente al oriente del pueblo de La Argentina, a una altura aproximada de 1600 msnm (ver Figura 5.3). Esta concentración indica que los primeros pobladores sedentarios prefirieron las condiciones de alta fertilidad en el suelo y de relieve relativamente suave que les ofreció este gran paisaje. A pesar de las condiciones más frías y húmedas que las actuales, se encuentran asentamientos correspondientes a este período por encima de los 2200 msnm. Cabe anotar que la utilización de un sector de los Grandes Paisajes D2 y D3, alrededor de 2000 msnm, era muy elevada si se compara con el período siguiente, cuando, como se describe a continuación, se mejoraron las condiciones climáticas y se dio un aumento considerable de la población regional.

Durante este período Temprano, la parte baja del Valle de la Plata (por debajo de 1000 msnm) presentaba una baja densidad de población. Esta región cálida incluye los Grandes Paisajes A1, A2, B1 y B2, generalmente con suelos de baja fertilidad, muchos de ellos muy difíciles de cultivar.

Los perfiles de polen analizados no registran ningún tipo de alteración humana sobre el paisaje durante el período Temprano. Esta falta de evidencia de intervención humana no implica una ausencia de ocupación, sino unas bajas densidades de población que no alcanzaron a afectar el paisaje de manera apreciable. Dichos resultados concuerdan con los del reconocimiento arqueológico en donde, a pesar de la variación de densidad de población dentro del período Temprano, todos los sectores del valle presentaban densidades relativamente bajas, al compararlas con las de los períodos siguientes.

Período Medio

A partir del 2000 A.P. (50 A.C.) el estudio palinológico indica un mejoramiento climático hacia unas condiciones similares a las actuales, ocasionando un ascenso de las franjas de vegetación y un predominio del bosque Andino-Subandino en la parte media del Valle de la Plata. Los cambios en la composición de la vegetación que se registran en los perfiles de polen analizados se deben a la combinación de factores climáticos y antrópicos. Por lo general, un período de mayor alteración en la vegetación natural se debe a mayor densidad demográfica en el área circundante que en períodos donde la intervención es menor. Esto se explica por la necesidad de despejar áreas de bosque cada vez mayores, tendientes a la adecuación de suelos tanto para la agricultura como para la vivienda.

Este mejoramiento climático coincide aproximadamente con el inicio del período Medio dentro de la secuencia arqueológica (Drennan 1985). El reconocimiento regional sistemático evidencia un fuerte incremento poblacional durante este período, especialmente entre 1400 y 2000 msnm (ver Figura 5.3). Este incremento también se manifiesta, pero en menor proporción, en las regiones ubicadas por debajo de 1000 msnm

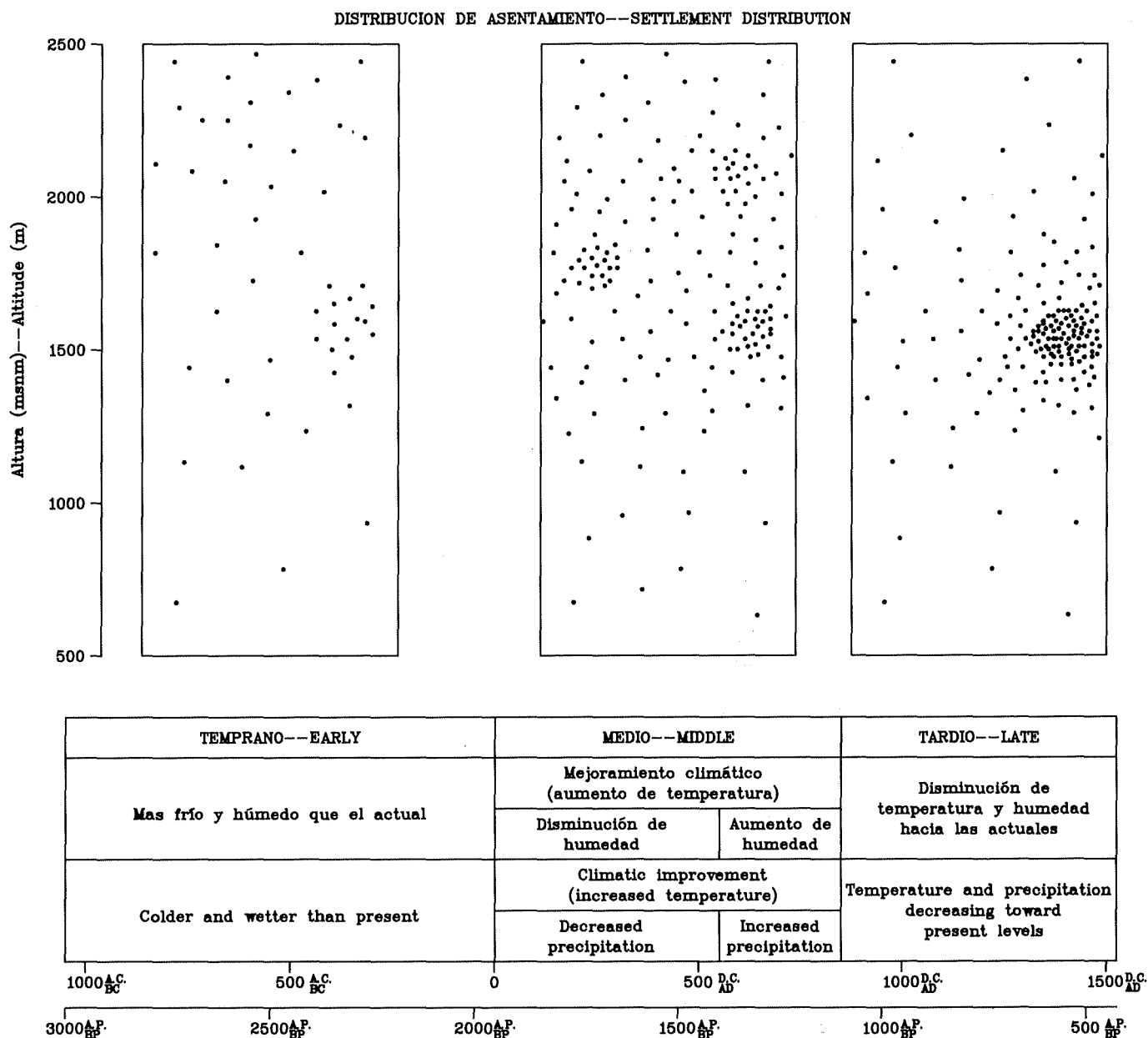


Figure 5.3. Schematic diagram of human settlement and climate change during the past 3000 years.
 Figura 5.3. Diagrama esquemático de asentamiento humano y cambios de clima durante los últimos 3000 años.

Nicolás. This made it possible to date the environmental changes seen at 17 cm below the surface in the same profile to about 650 BP (1300 AD) and to establish a date for the correlated changes observed in the other profiles.

Early Period

Between approximately 3000 and 2000 BP (1050 and 50 BC) the pollen evidence indicates a movement of the high Andean forest toward lower altitudes, due to decreased temperature and increased precipitation. This change is noted in the pollen

diagrams for San Nicolás (Profile 8), San Rafael (Profile 16), and Palmira (Profile 6). Similar climatic conditions at this time have also been reconstructed for other parts of the central cordillera (in the Parque de los Nevados—Kuhry et al. 1983 and Melief 1985), the eastern cordillera (the vicinity of the Sabana de Bogotá—van der Hammen and González 1963, van Geel and van der Hammen 1978), and the Llanos Orientales (Wijmstra and van der Hammen 1966).

The archaeologically defined Early period (Drennan 1985) corresponds approximately to this period of a climate colder and wetter than today's. Archeological survey for this period

y por encima de 2000 msnm.

La población del período Medio se organizó en torno a varias concentraciones, las cuales parecen estar regidas más por factores sociopolíticos que por razones estrictamente medioambientales. Cada una de las concentraciones de población del período Medio corresponde a un posible centro cacical con lugares de vivienda y entierro de caciques. En algunos casos se da una relación entre la ubicación de estas concentraciones de población y las zonas con las mejores condiciones para la agricultura, aunque en otros casos dicha relación no es fácil de establecer. Los datos palinológicos cercanos a las zonas de máxima concentración de población evidencian por primera vez la intervención humana sobre el paisaje. Sin embargo, persisten extensas áreas de bosque sin talar, lo cual sugiere que, a pesar del fuerte incremento demográfico, no se llegó al punto de presión sobre los recursos.

Los habitantes del Valle de la Plata durante el período Medio vivían de una agricultura compleja y variada, cultivando, por lo menos, maíz, papa, batata, quinoa, frijol, coca, yuca y anonaceas (familia que incluye el anón, la chirimoya, la guanábana, etc.) (Figura 5.4). El mejoramiento de condiciones climáticas permitió una ampliación de la zona de cultivo de productos tales como la batata, el maíz y el frijol hacia alturas superiores. Por otra parte, cultivos propios de zonas todavía más frías, tales como la papa y la quinoa, sugieren una explotación significativa hasta tal vez 3000 msnm, zona en la cual se localizan eras de cultivo posiblemente prehispánicas. Esta hipótesis queda por confirmar con evidencias que sólo vendrán del reconocimiento arqueológico de la parte más alta del Valle de la Plata.

Hacia la parte final de este período Medio, alrededor de 1400 A.P. (550 D.C.) se observa un incremento en la precipitación y temperatura, y se registra una mayor intervención del hombre sobre los bosques Alto Andino y Andino-Subandino. Puede ser que la población crecía y las prácticas agrícolas se intensificaban, pero, hasta tener un análisis de los materiales del reconocimiento arqueológico con más precisión cronológica, esta conclusión queda sin confirmación directa.

Este aumento de humedad también ha sido reportado para áreas arqueológicas diferentes a la región del Alto Magdalena. En la Depresión Momposina, Plazas et al. (1988) registran este mismo fenómeno, asociado con la utilización de canales artificiales a lo largo de planicies inundables. Así mismo, en la región del valle inundable del Bajo Calima se estaban utilizando eras de cultivo y canales de drenaje. A partir del 1200 D.C., al presentarse unas condiciones climáticas más secas, se observa un cambio en las técnicas agrícolas, abandonándose las partes bajas, antes inundadas, para concentrarse la actividad agrícola en las pendientes de las colinas cercanas (Bray et al. 1985:23). Evidencias de prácticas de cultivo, tales como eras o canales, aunque existen, no se han presentado con mucha frecuencia en el Valle de la Plata, y todavía no tenemos buenas asociaciones con material cultural para fecharlos.

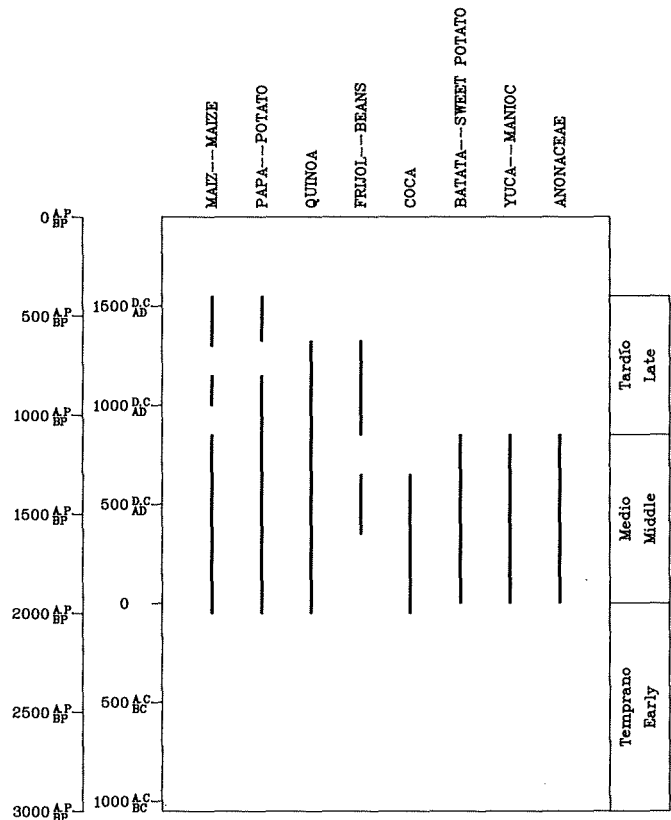


Figura 5.4. Resumen de evidencias de plantas cultivadas en los perfiles de polen analizados.

Figure 5.4. Summary of evidence for cultivated plants in the pollen profiles analyzed.

Período Tardío

El período Tardío se inicia alrededor de 1100 A.P. (850 D.C.) en el cual todavía se aprecian mayores temperaturas y precipitación que las actuales. La población demuestra una tendencia a formar concentraciones más densas que las registradas en períodos anteriores (ver Figura 5.3). De nuevo se ubica la mayor concentración de asentamientos en el gran paisaje número 6 al oriente del pueblo de La Argentina. En el nivel regional se tiene un aumento demográfico pero en menor proporción que el registrado para el período Medio.

El perfil de polen número 8 muestra un incremento de los elementos del bosque Andino-Subandino en los inicios del período Tardío. Esto tiene dos posibles interpretaciones. La primera está relacionada con un ascenso de las franjas de vegetación debido a un aumento en la temperatura. La segunda tiene que ver con la intervención humana. Se puede plantear la presencia de una segunda concentración demográfica en los alrededores de Santa Leticia, la cual hizo necesaria la mayor tala de bosque Alto Andino. Este hecho facilitó el transporte del polen (por vía aeólica) del bosque Andino-Subandino hacia zonas más altas. Una vez se haya completado

reveals human occupation spread throughout the Valle de la Plata, although its distribution is by no means homogeneous. The largest population concentration is located in one sector of Great Landscape C2 (Structural-Erosional Mountains and Hills with Temperate Humid Climate), especially to the east of the town of La Argentina, at an elevation of about 1600 m (see Fig. 5.3). This concentration indicates that the first sedentary inhabitants, not surprisingly, favored the high soil fertility and gentle relief which this great landscape provided them. Despite the fact that the climate was colder and wetter than at present, settlements of the Early period are found over 2200 m above sea level. Indeed, utilization of one sector of Great Landscapes D2 and D3, at about 2000 m above sea level, was particularly great, compared with the subsequent Middle period, when climatic conditions improved and the regional population grew considerably.

During this Early period, the lowest part of the Valle de la Plata (below 1000 m) had an extremely low population density. This hot region includes Great Landscapes A1, A2, B1 and B2, generally with soils of little fertility, many of them very difficult to cultivate.

The analyzed pollen profiles do not show any human influence on the landscape during the Early period. This lack of evidence of human intervention does not imply an absence of occupation, but rather very low population densities which simply did not have an appreciable impact on the environment. The palynological results are consistent with and complementary to the results of archeological survey since, despite the variation in population density from one part of the valley to another during the Early period, densities were very low in all parts of the valley compared to those of later periods.

Middle Period

From 2000 BP (50 BC) onwards, the pollen evidence indicates climatic improvement toward modern conditions with a resulting rise in the elevations of the vegetation belts and a predominance of Andean-subandean forest at middle elevations in the Valle de la Plata. The changes in the composition of the vegetation of the region observed in the pollen profiles are actually the result of a combination of natural and anthropogenic factors. As is often the case, periods of major alteration of natural vegetation seem to be periods of higher demographic pressure in the area surrounding a profile. This is largely the product of the need to clear ever larger areas of forest to provide for agricultural fields and living area.

The climatic improvement coincides approximately with the beginning of the Middle period in the archeological sequence (Drennan 1985). Systematic regional survey shows quite clearly a dramatic population increase during this period, concentrated especially between 1400 and 2000 m above sea level (see Fig. 5.3). This increase is also seen below 1000 m and above 2000 m, although it is less dramatic there.

The Middle period population forms several concentrations, quite possibly owing more to sociopolitical factors than

to strictly environmental ones. Each one of the Middle period population concentrations is focused on a probable chiefly center containing the residences and burial places of chiefs. In some instances these population concentrations are located to take advantage of the best agricultural conditions available, although in other cases such a relation between population concentration and agricultural potential is not so easily established. The pollen profiles closest to the Middle period population concentrations show, for the first time, human impact on the landscape. Nevertheless, extensive areas of uncut forest persist, suggesting that, despite strong population growth, the point of severe pressure on agricultural resources had not been reached.

The inhabitants of the Valle de la Plata during the Middle period used complex and varied agricultural practices, cultivating at least maize, potato, sweet potato, *quinoa*, beans, coca, manioc, and anonaceae (a family that includes a number of fruits, among them the *anón*, the *chirimoya*, the *guanábana*, and others) (Fig. 5.4). The improvement of climatic conditions made it possible to extend to higher altitudes the zone of cultivation of plants such as sweet potato, maize, and beans. In addition, however, the presence of cultivars adapted to cold highlands, such as potato and quinoa, suggests significant agricultural exploitation of the environment up to perhaps 3000 m. Field ridges, possibly of prehispanic date, do occasionally appear in this higher zone. This suggestion of high elevation cultivation during the Middle period can be confirmed only by the completion of archeological survey in the highest sections of the Valle de la Plata.

Near the end of the Middle period, around 1400 BP (550 AD) precipitation and temperature increased and even greater human impact on the high Andean and Andean-subandean forests is seen. This could be the result of still further population increases and more intensive agricultural practices toward the end of the Middle period, but this suggestion remains without direct confirmation until the materials from the archeological survey are analyzed with greater chronological precision.

The same increase in humidity has also been reported for regions outside the Alto Magdalena. In the Depresión Momposina, Plazas et al. (1988) see this climatic phenomenon associated with the utilization of artificial canals along the floodplains. Likewise, portions of the lower Calima valley subject to flooding were cultivated by means of ridged fields and drainage canals. After 1200 AD, when drier climatic conditions prevailed, agricultural strategies changed and low previously flooded areas were abandoned in favor of cultivation on the slopes of nearby hills (Bray et al. 1985:23). Direct evidence of cultivation practices, such as field ridges or canals, although they exist, are rather rare in the Valle de la Plata, and they are still without good associations with cultural material by which they could be dated.

el trabajo de reconocimiento arqueológico en la región de Santa Leticia se podrá confirmar o rechazar esta segunda posible interpretación.

A partir del 700 A.P. (1250 D.C.) disminuyen la temperatura y humedad hacia las condiciones actuales. A su vez se observa una disminución de elementos de bosque Andino-Subandino en el perfil de polen número 8, la cual implica una recuperación del bosque Alto Andino en la región de Santa Leticia. De haber existido la concentración de población planteada anteriormente para Santa Leticia, ésta debió haber disminuido durante la última parte del período tardío. En términos generales es posible inferir que la vertiente oriental de la Cordillera Central muestra una recuperación de la franja del bosque Alto Andino, lo que no sucede para la vertiente occidental.

En cuanto a la parte más baja del Valle de la Plata (inferior a los 1000 msnm), la población del período Tardío nunca alcanzó las densidades relativamente bajas del período Medio.

Conclusión

Este volumen ha presentado resultados finales de un estudio medioambiental del Valle de la Plata. Aunque consideramos estos resultados como "finales", no son sino el primer paso en un camino más largo. Ahora entendemos mejor el medioambiente del Valle de la Plata, los cambios climáticos que se han presentado durante los últimos milenios, y las posibilidades que dicho medioambiente ofreció a sus ocupantes durante varias épocas. El paso siguiente, para el cual se necesita como fundamento este entendimiento, es la investigación de los patrones de asentamiento. En este último capítulo hemos presentado algunas ideas de la secuencia de asentamiento del Valle de la Plata y de las relaciones entre la ocupación humana y el medioambiente cambiante. Estas ideas representan unas de las líneas de investigación que perseguimos en el análisis de los datos del reconocimiento regional y que formarán la materia de los informes sobre dicho reconocimiento.

Late Period

The Late period began around 1100 BP (850 AD) while climate was still warmer and moister than at present. Archeological survey shows a tendency for the Late period population to form denser concentrations than those recorded for earlier periods (see Fig. 5.3). Once again the largest concentration of settlement is in Great Landscape C2 to the east of the town of La Argentina. At the regional level there seems to be a population increase, although not as dramatic as that seen for the Middle period.

Pollen Profile 8 shows an increase in elements of Andean-subandean forest vegetation at the beginning of the Late period. There are two possible interpretations of this increase. The first is that the vegetation belts shifted to higher elevations owing to the increase in temperature. The second has to do with human intervention. If a significant concentration of Late period population existed in the vicinity of Santa Leticia, more of the high Andean forest of the zone would have been cut down. This would have permitted a greater dispersal of windborne pollen from the Andean-subandean forest of lower elevations upward toward the location of Profile 8. Once the archeological survey of the Santa Leticia region has been completed, the information necessary to confirm or reject this second interpretation will be available.

From 700 BP (1250 AD) temperature and humidity decreased again toward modern conditions. At the same time the proportion of Andean-subandean forest elements in Profile 8 decreased, implying a recovery of the high Andean forest near

Santa Leticia. If the second interpretation advanced above for the earlier diminution of this forest is correct, then the population concentration near Santa Leticia must have dispersed during the last part of the Late period. In general terms we can infer that the eastern slopes of the central cordillera showed a recovery of the band of high Andean forest which did not occur on the western slopes.

In the lowest part of the Valle de la Plata (below 1000 m), Late period population never reached even the relatively low densities of the Middle period.

Conclusion

This volume has presented final results of an environmental study of the Valle de la Plata. Although we consider these results final, they are only the first step on a longer road. Now we understand better the environment of the Valle de la Plata, the climatic changes that have occurred there during the last several thousand years, and the possibilities that this environment offered its inhabitants during several different periods. The next step, for which these understandings provide the necessary foundation, is the investigation of settlement patterns. In this last chapter we have presented some ideas about the sequence of settlement in the Valle de la Plata and of the relationship between the human occupation and the changing environment. These ideas represent some of the lines of investigation that we are pursuing in the analysis of the data from the regional survey and which will form the subject matter of reports on the results of that survey.



Bibliography—Bibliografía

- ABSY, M.L.**
1979 A Palynological Study of Holocene Sediments in the Amazon Basin. Ph.D. Dissertation, Universiteit van Amsterdam.
- AGUIRRE, J., AND J. ORLANDO RANGEL CH.**
1976 Contribución al estudio ecológico y fitosociológico de las comunidades acuáticas macroscópicas y continentales del Lago de Tota (Boyacá). Tesis de grado, Depto. de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- ARISTIDE U., LYS**
1969 Estudio ecológico de un bosque natural aislado en el Páramo de Monserrate, Bogotá. Tesis de grado, Depto. de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- BALTISSON, G., AND J. GEIJER**
1987 A Geomorphological Study of the Downstream Part of the River Páez Valley, Tesalia, Huila, Colombia. M.Sc. Thesis, Landbouwhogeschool (Agricultural University), Wageningen, Holland.
- BARKMAN, J., J. MORAVEC, AND S. RAUSCHERT**
1976 Code of Phytosociological Nomenclature. *Vegetatio* 32(3):131–185. The Hague.
- BARRIOS, M., AND O. BRICEÑO**
1974 Inventario y estudio de la estructura florística de los bosques ubicados en el área de influencia de Jusepín. *Memorias del II Congreso Venezolano de Botánica*, pp. 132–201. Mérida, Venezuela.
- BARTLETT, ALEXANDRA S., AND ELSO S. BARGHOORN**
1973 Geographical History of the Isthmus of Panama during the Past 12,000 Years: A History of Vegetation, Climate, and Sea Level Change. In *Vegetation and Vegetational History of Northern Latin America*, Alan Graham, ed. Amsterdam: Elsevier, pp. 203–299.
- BERNAL C., A., AND G. FIGUEROA**
1980 Estudio ecológico comparativo de la entomofauna de un bosque altoandino y un páramo, localizados en la región de Monserrate. Tesis de grado, Depto. de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- BONNEFILLE, R., AND G. RIOLLET**
1980 *Pollens des Savanes d'Afrique Orientale*. Paris: Centre National de la Recherche Scientifique.
- BORROR, DONALD J., AND DWIGHT M. DELONG**
1971 *An Introduction to the Study of Insects*. New York: Holt, Rinehart, and Winston.
- BOS, P., AND A. LANSU**
1987 A Geomorphological Study of the Páez Valley between La Plata and Paicol, Huila, Colombia. M.Sc. Thesis, Landbouwhogeschool (Agricultural University), Wageningen, Holland.
- BOTERO, PEDRO JOSE**
1985 Soilscares [Paisajes-Suelos]. In *Regional Archaeology in the Valle de la Plata, Colombia: A Preliminary Report on the 1984 Season of the Proyecto Arqueológico Valle de la Plata [Arqueología Regional en el Valle de la Plata, Colombia: Informe Preliminar sobre la Temporada de 1984 del Proyecto Arqueológico Valle de la Plata]*, Robert D. Drennan, ed. Museum of Anthropology, University of Michigan. *Technical Reports* No. 16. Ann Arbor, Michigan.
- BRAUN-BLANQUET, JOSIAS**
1979 *Fitosociología: Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Madrid: Blume.
- BRAY, WARWICK, LEONOR HERRERA, AND MARIANNE CARDALE DE SCHRIMPF**
1985 Report on the 1982 Field Season in Calima. In *PRO CALIMA: Archäologisches Projekt im Westlichen Kolumbien/Südamerika*, No. 4, pp. 2–26. Basel: Vereinigung Pro Calima.
- CLEEF, ANTOINE M.**
1981 *The Vegetation of the Páramos of the Colombian Cordillera Oriental. Dissertationes Botanicae*, Band 61. Vaduz: J. Cramer.
- CLEEF, ANTOINE M. AND J. ORLANDO RANGEL CH.**
1984 La Vegetación del Páramo del Noroeste de la Sierra Nevada de Santa Marta. In *La Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia): Transecto Buritaca-La Cumbre*, Thomas van der Hammen and Pedro Ruiz C., eds. *Studies on Tropical Andean Ecosystems [Estudios de Ecosistemas Tropandinos]* 2:203–266. Berlin: Cramer.
- CLEEF, ANTOINE M., J. ORLANDO RANGEL CH., AND SONIA SALAMANCA V.**
1983 Reconocimiento de la vegetación de la parte alta del transecto Parque Los Nevados. In *La Cordillera Central Colombiana: Transecto Parque los Nevados (Introducción y datos iniciales)*, Thomas van der Hammen, Alfonso Pérez Preciado, and Polidoro Pinto E., eds. *Studies on Tropical Andean Ecosystems [Estudios de Ecosistemas Tropandinos]* 1:150–173. Vaduz: Cramer.
- CLEEF, ANTOINE M., J. ORLANDO RANGEL CH., THOMAS VAN DER HAMMEN, AND ROBERTO JARAMILLO M.**
1984 La vegetación de las regiones de vida andina, subandina y ecuatorial en el transecto Buritaca, Sierra Nevada de Santa Marta. In *La Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia): Transecto Buritaca-La Cumbre*, Thomas van der Hammen and Pedro Ruiz C., eds. *Studies on Tropical Andean Ecosystems [Estudios de Ecosistemas Tropandinos]* 2:267–306. Berlin: Cramer.
- CORTES, A.**
1976 Taxonomía de suelos. *Publicaciones del Instituto Geográfico Agustín Codazzi* 12(1):1–472. Bogotá.
- CUATRECASAS, J.**
1934 Observaciones geobotánicas en Colombia. *Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Serie botánica* 27:1–44. Madrid.
- 1958 Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 10(40):221–268. Bogotá.

- CUERVO D., A., C. BARBOSA C., AND J. DE LA OSSA
1986 Aspectos ecológicos y etológicos de primates con énfasis el *Alouatta seniculus* (Cebidae), de la región de Colosó, Serranía de San Jacinto (Sucre), Costa Norte de Colombia. *Caldasia* 14(68-70):709-741. Bogotá.
- DRENNAN, ROBERT D.
1985 Archeological Survey and Excavation [Reconocimiento Arqueológico y Excavación]. In *Regional Archaeology in the Valle de la Plata, Colombia: A Preliminary Report on the 1984 Season of the Proyecto Arqueológico Valle de la Plata*. [Arqueología Regional en el Valle de la Plata, Colombia: Informe Preliminar sobre la Temporada de 1984 del Proyecto Arqueológico Valle de la Plata], Robert D. Drennan, ed. Museum of Anthropology, University of Michigan. *Technical Reports* No. 16. Ann Arbor, Michigan.
- DRENNAN, ROBERT D., ed.
1985 *Regional Archaeology in the Valle de la Plata, Colombia: A Preliminary Report on the 1984 Season of the Proyecto Arqueológico Valle de la Plata*. [Arqueología Regional en el Valle de la Plata, Colombia: Informe Preliminar sobre la Temporada de 1984 del Proyecto Arqueológico Valle de la Plata.] Museum of Anthropology, University of Michigan. *Technical Reports* No. 16. Ann Arbor, Michigan.
- DUGAND, A.
1941 Estudios geobotánicos colombianos: Descripción de una sinecia típica en la subxerofitia del litoral caribe. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 4(14):135-181. Bogotá.
- DUQUE N., ANDRES
1987 Comunidades vegetales en la zona paramuna del Parque Nacional Natural Puracé (Colombia). Tesis de grado, Depto. de Biología, Universidad del Valle, Cali.
- ELBERSEN, G.W.W., S.T. BENAVIDES, AND PEDRO JOSE BOTERO
1974 *Metodología para levantamientos edafológicos: especificaciones y manual de procedimientos*. Bogotá: Centro Interamericano de Fotointerpretación.
- ESLAVA, J., VA. LOPEZ, AND G. OLAYA
1986 Los climas de Colombia (sistema de C.W. Thornthwaite). *Atmósfera* 6: 33-76. Bogotá.
- ERDTMAN, G.
1960 The Acetolysis Method in a Revised Description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 54(4):561-564. Lund.
- ESPEJO B., NOHORA ESPERANZA
1986 Análisis palinológico de los cambios en la vegetación altoandina durante el Holoceno en el Parque Nacional Natural Puracé, Cauca (Colombia). Tesis de grado, Depto. de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- ESPINAL, L.S., AND E. MONTENEGRO
1963 *Formaciones vegetales de Colombia*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- FAEGRI, K., AND J. IVERSON
1966 *Textbook of Pollen Analysis*. Copenhagen: Munkgaard.
- FERREIRA, R.
1983 Los tipos de vegetación de la costa peruana. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 40(1):241-256.
- FRANCO, PILAR
1983 Estudios fitoecológicos en el Parque Nacional de Chingaza. Tesis de grado, Depto. de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- FRANCO, PILAR, J. ORLANDO RANGEL CH., AND GUSTAVO LOZANO C.
1986 Estudios ecológicos en la Cordillera Oriental, II: Las comunidades vegetales de los alrededores de la Laguna de Chingaza (Cundinamarca). *Caldasia* 15(71-75):219-248. Bogotá.
- FORERO, E.
1982 La Flora y la vegetación del Chocó y sus relaciones fitogeográficas. *Colombia Geográfica* 10(1):77-90. Bogotá.
- GRABANDT, R.A.J.
1980 Pollen Rain in Relation to Arboreal Vegetation in the Cordillera Oriental. *Review of Palaeobotany and Palynology* 29:65-147. Amsterdam.
1985 Pollen Rain in Relation to Vegetation in the Colombian Cordillera Oriental. Ph.D. Thesis, University of Amsterdam.
- HERNANDEZ, J.
1984 Parque Nacional Natural Puracé. In *Colombia: Parques Naturales INDERENA*. Fondo para la Protección del Medio Ambiente, Bogotá.
- HERRERA, LUISA FERNANDA
1985 *Agricultura aborigen y cambios de vegetación en la Sierra Nevada de Santa Marta*. Bogotá: Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales del Banco de la República.
- HEUSSER, C.J.
1971 *Pollen and Spores of Chile*. Tucson: University of Arizona Press.
- HOLDRIDGE, L.R.
1979 *Ecología basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.
- HOOGHIEMSTRA, H.
1984 *Vegetational and Climatic History of the High Plain of Bogotá, Colombia: A Continuous Record of 3.5 Million Years. (The Quaternary of Colombia, Vol. 10, and Dissertationes Botanicae, Vol. 79)*. Vaduz: J. Cramer.
- HUANG, TSENG-CHIENG
1972 *Pollen Flora of Taiwan*. National Taiwan University, Botany Department Press. Taipei.
1981 *Spore Flora of Taiwan*. National Taiwan University, Tah-Jinn Press. Taipei.
- INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI
1984 *Proyecto Cuenca Alto Magdalena, PROCAM-INDERENA, Vol. 3: Estudio de suelos*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi
- KROONENBERG, SALOMON B., AND HANS DIEDERIX
1985 Geology [Geología]. In *Regional Archaeology in the Valle de la Plata, Colombia: A Preliminary Report on the 1984 Season of the Proyecto Arqueológico Valle de la Plata*. [Arqueología Regional en el Valle de la Plata, Colombia: Informe Preliminar sobre la Temporada de 1984 del Proyecto Arqueológico Valle de la Plata], Robert D. Drennan, ed. Museum of Anthropology, University of Michigan. *Technical Reports* No. 16. Ann Arbor, Michigan.
- KUHRY, PETER, B. SALOMONS, P. RIEZEBOS, AND THOMAS VAN DER HAMMEN
1983 Paleocología de los últimos 6.000 años en el área de la laguna del Otún-El Bosque. In *La Cordillera Central Colombiana: Transecto Parque los Nevados (Introducción y datos iniciales)*, Thomas van der Hammen, Alfonso Pérez Preciado, and Polidoro Pinto B., eds. *Studies on Tropical Andean Ecosystems [Estudios de Ecosistemas Tropandinos]* 1:227-261. Vaduz: Cramer.
- LOZANO C., GUSTAVO
1981 *Claves ilustradas de los principales órdenes de insectos maduros*. Ediciones de la Universidad Nacional de Colombia, Seccional Palmira. Mimeo. Bogotá.

- 1984 Comunidades vegetales del franco norte del cerro "El Cielo" y la flora vascular del Parque Nacional Natural Tairona. In *La Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia): Transecto Buritaca-La Cumbre*, Thomas van der Hammen and Pedro Ruiz C., eds. *Studies on Tropical Andean Ecosystems [Estudios de Ecosistemas Tropandinos]* 2:407-422. Berlin: Cramer.
- LOZANO C., GUSTAVO, S. DIAZ, AND H. TORRES
1979 Inventario florístico de algunos bosques de robles (*Quercus*) en Colombia. Report to COLCIENCIAS. Unpublished ms., Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- LOZANO C., GUSTAVO, AND R. SCHNETTER
1976 Estudios ecológicos en el Páramo de Cruz Verde, Colombia, II: Las comunidades vegetales. *Caldasia* 11(54):54-68. Bogotá.
- LOZANO C., GUSTAVO, AND H. TORRES
1965 Estudio fitosociológico de un bosque de robles (*Quercus humboldtii* H. & B.) de "La Merced", Cundinamarca. Tesis de grado, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
1974 Aspectos generales sobre la distribución, sistemática fitosociológica, y clasificación ecológica de los bosques de robles (*Quercus*) en Colombia. *Ecología Tropical* 1(2):45-79. Bogotá.
- LUNA Z., C.
1975 Suelos de ceniza volcánica del Cauca. *Publicaciones del Instituto Geográfico Agustín Codazzi* 14(2):1-90. Bogotá.
- MARKGRAF, V., AND H. D'ANTONI
1978 *Pollen Flora of Argentina*. Tucson, Arizona: University of Arizona Press.
- MELIEF, B.M.
1984 Comparison of Vegetation and Pollen Rain on the Buritaca-La Cumbre Transect (Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia). In *La Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia): Transecto Buritaca-La Cumbre*, Thomas van der Hammen and Pedro Ruiz C., eds. *Studies on Tropical Andean Ecosystems [Estudios de Ecosistemas Tropandinos]* 2:547-560. Berlin: Cramer.
1985 *Late Quaternary Paleogeology of the Parque Nacional Natural de Los Nevados (Cordillera Central) and Sumapaz (Cordillera Oriental) Areas, Colombia. (The Quaternary of Colombia, Vol. 12.)*
- MUELLER-DOMBOIS, DIETER, AND HEINZ ELLENBERG
1974 *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. New York: Wiley.
- MURILLO, M.T., AND M.J.M. BLESS
1974 Spores of Recent Colombian Pteridophyta, I: Trilete Spores. (*The Quaternary of Colombia*, Vol. 3.) *Review of Palaeobotany and Palynology* 18:223-269. Amsterdam.
1978 Spores of Recent Colombian Pteridophyta, II: Monolete Spores. (*The Quaternary of Colombia*, Vol. 5.) *Review of Palaeobotany and Palynology* 25:319-365. Amsterdam.
- PEREZ PRECIADO, ALFONSO
1983 Algunos aspectos del clima. In *La Cordillera Central Colombiana: Transecto Parque los Nevados (Introducción y datos iniciales)*, Thomas van der Hammen, Alfonso Pérez Preciado, and Polidoro Pinto E., eds. *Studies on Tropical Andean Ecosystems [Estudios de Ecosistemas Tropandinos]* 1:38-48. Vaduz: Cramer.
1984 Aspectos climáticos de la Sierra Nevada de Santa Marta. In *La Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia): Transecto Buritaca-La Cumbre*, Thomas van der Hammen and Pedro Ruiz C., eds. *Studies on Tropical Andean Ecosystems [Estudios de Ecosistemas Tropandinos]* 2:33-44. Berlin: Cramer.
- PIÑEROS S., FERNANDO
1988 Paleoecología de los últimos 13.700 años y cambios culturales prehispánicos en la región de Merenberg, Valle de la Plata. Tesis de grado, Depto. de Antropología, Universidad de los Andes. Bogotá.
- PLAZAS, CLEMENCIA, ANA MARIA FALCHETTI, THOMAS VAN DER HAMMEN, AND PEDRO BOTERO
1988 Cambios ambientales y desarrollo cultural en el Bajo Río San Jorge. Museo del Oro, Banco de la República. *Boletín* No. 20:54-88. Bogotá.
- RANGEL CH., ORLANDO, AND J. AGUIRRE
1983 Comunidades acuáticas altoandinas, I: Vegetación sumergida y de ribera en el Lago de Tota (Boyacá, Colombia). *Caldasia* 13(65):719-742. Bogotá.
1986 Estudios ecológicos en la Cordillera Oriental colombiana, III: La vegetación de la Cuenca del Lago de Tota (Boyacá). *Caldasia* 15(71-75):263-311. Bogotá.
- RANGEL CH., ORLANDO, AND A. BERNAL C.
1980 Observaciones ecológicas en la Cordillera Oriental de Colombia, I: La entomofauna asociada en tres formaciones vegetales. *Boletín del Departamento de Biología* (Universidad Nacional de Colombia) 1(2):34-51. Bogotá.
- RANGEL CH., ORLANDO, ANTOINE M. CLEEF, THOMAS VAN DER HAMMEN, AND ROBERTO JARAMILLO M.
1982 Tipos de vegetación en el transecto Buritaca-La Cumbre, Sierra Nevada de Santa Marta (entre 0-4100 m). *Colombia Geográfica* 10(1):1-19. Bogotá.
- RANGEL CH., ORLANDO, SANTIAGO DIAZ P., ROBERTO JARAMILLO M., AND SONIA SALAMANCA V.
1983 Lista de material herborizado en el transecto del Parque los Nevados (Pteridophyta-Spermatophyta). In *La Cordillera Central Colombiana: Transecto Parque los Nevados (Introducción y datos iniciales)*, Thomas van der Hammen, Alfonso Pérez Preciado, and Polidoro Pinto E., eds. *Studies on Tropical Andean Ecosystems [Estudios de Ecosistemas Tropandinos]* 1:174-205. Vaduz: Cramer.
- RANGEL CH., ORLANDO, AND PILAR FRANCO
1985a Observaciones fitoecológicas en varias regiones de vida de la Cordillera Central de Colombia. *Caldasia* 14(67):211-249. Bogotá.
1985b Modern Flora [Flora Actual]. In *Regional Archaeology in the Valle de la Plata, Colombia: A Preliminary Report on the 1984 Season of the Proyecto Arqueológico Valle de la Plata. [Arqueología Regional en el Valle de la Plata, Colombia: Informe Preliminar sobre la Temporada de 1984 del Proyecto Arqueológico Valle de la Plata.]*, Robert D. Drennan, ed. *Museum of Anthropology, University of Michigan. Technical Reports* No. 16. Ann Arbor, Michigan.
- RANGEL CH., ORLANDO, AND GUSTAVO LOZANO C.
1986 Un Perfil de vegetación entre La Plata (Huila) y el Volcán de Puracé. *Caldasia* 14(68-70):503-547. Bogotá.
- RIEGER, W.
1976 Vegetationskundliche Untersuchungen auf der Guajira Halbinse (Nordost- Kolumbien). *Giessener Geographische Schriften*. Heft 40. Giessen.
- SALOMONS, J.B.
1986 *Paleoecology of Volcanic Soils in the Colombian Central Cordillera (Parque Nacional Natural de los Nevados)*. (*Dissertationes Botanicae*, Vol. 95.) Berlin: J. Cramer.
- SARMIENTO, G.
1987 Los principales gradientes ecoclimáticos en los Andes Tropicales. *Anales del 4 Congreso Latinoamericano de Botánica*, 1:47-64. Medellín, Colombia.

STURM, HELMUT, AND A. ABOUCHAAR

- 1981 Observaciones sobre la ecología del Páramo Andino de Monserrate, Colombia. *Caldasia* 12(62):223-256. Bogotá.

STURM, HELMUT, A. ABOUCHAAR, R. DE BERNAL, AND C. DE HOYOS

- 1970 Distribución de animales en las capas bajas de un bosque húmedo tropical de la región Carare-Opón (Santander, Colombia). *Caldasia* 10(50):529-578. Bogotá.

STURM, HELMUT, AND J. ORLANDO RANGEL CH.

- 1985 *Ecología de los páramos andinos: Una visión preliminar integrada*. Instituto de Ciencias Naturales, Museo de Historia Natural, Universidad Nacional de Colombia, *Biblioteca José Jerónimo Triana* No. 9. Bogotá.

THANIKAIMONI, G.

- 1970 *Les Palmiers: Palynologie et Systématique*. Institut Français de Pondichery. Travaux de la Section Scientifique et Technique. Tome 11. Pondicherry, India.

VAN DER HAMMEN, THOMAS

- 1974 The Pleistocene Changes of Vegetation and Climate in Tropical South America. *Journal of Biogeography* 1:3-26. Oxford.
- 1984a Datos ecoclimatológicos del transecto Buritaca y alrededores. In *La Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia): Transecto Buritaca-La Cumbre*, Thomas van der Hammen and Pedro Ruiz C., eds. *Studies on Tropical Andean Ecosystems [Estudios de Ecosistemas Tropandinos]* 2:45-67. Berlin: Cramer.
- 1984b La fauna de los suelos en el transecto Buritaca-La Cumbre. In *La Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia): Transecto Buritaca-La Cumbre*, Thomas van der Hammen and Pedro Ruiz C., eds. *Studies on Tropical Andean Ecosystems [Estudios de Ecosistemas Tropandinos]* 2:441-454. Berlin: Cramer.

VAN DER HAMMEN, THOMAS, J. BARELDS, H. DE JONG, AND A.A. DE VEER

- 1980 Glacial Sequence and Environmental History in the Sierra Nevada del Cocuy (Colombia). (*The Quaternary of Colombia*, Vol. 8.) *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 32:247-340. Amsterdam.

VAN DER HAMMEN, THOMAS, AND E. GONZALEZ

- 1963 Historia del clima y vegetación del Pleistoceno superior y del Holoceno de la Sabana de Bogotá. *Boletín Geológico* 11(1-3):189-226. Bogotá.

VAN DER HAMMEN, THOMAS, ALFONSO PEREZ PRECIADO, AND POLIDORO PINTO E., eds.

- 1983 *La Cordillera Central Colombiana: Transecto Parque los Nevados (Introducción y datos iniciales)*. *Studies on Tropical Andean Ecosystems [Estudios de Ecosistemas Tropandinos]* 1. Vaduz: Cramer.

VAN DER HAMMEN, THOMAS, J.H. WERNER, AND H. VAN DOMMELIN

- 1973 Palynological Record of the Uplift of the Northern Andes: A Study of the Pliocene and Lower Quaternary of the Colombian Eastern Cordillera and the Early Evolution of Its High-Andean Biota. (*The Quaternary of Colombia*, Vol. 2.) *Review of Palaeobotany and Palynology* 16:1-122. Amsterdam.

VAN GEEL, B., AND THOMAS VAN DER HAMMEN

- 1973 Upper Quaternary Vegetation and Climatic Sequence of the Fúquene Area (Eastern Cordillera, Colombia). (*The Quaternary of Colombia*, Vol. 1.) *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 14:9-92. Amsterdam.
- 1978 Zygnetaceae in Quaternary Colombian Sediments. (*The Quaternary of Colombia*, Vol. 5.) *Review of Palaeobotany and Palynology* 25:377-391. Amsterdam.

VARGAS R., JESUS ORLANDO

- 1982 Ordenamiento multidimensional en ecología vegetal: Procedimiento y aplicación. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, *Boletín* 1(4):45-60. Bogotá.
- 1986 Estudios ecológicos en un relicto de bosque de *Weinmannia tomentosa* y *Drimys granadensis* en la región de Monserrate. *Pérez-Arbelaesia* 1(3):337-356. Bogotá: Jardín Botánico.

VARGAS R., JESUS ORLANDO, AND SILVIO ZULUAGA

- 1980 Contribución al estudio fitoecológico de la región de Monserrate. Tesis de grado, Depto. de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- 1985 La vegetación del Páramo de Monserrate. In *Ecología de los páramos andinos: Una visión preliminar integrada*, Helmut Sturm and Orlando Rangel Ch. Instituto de Ciencias Naturales, Museo de Historia Natural, Universidad Nacional de Colombia, *Biblioteca José Jerónimo Triana* No. 9. Bogotá.

WEBER, H.

- 1959 *Los Páramos de Costa Rica y su concatenación fitogeográfica con los Andes Suramericanos*. San José: Instituto Geográfico de Costa Rica.

WIJMSTRA, T.A., AND THOMAS VAN DER HAMMEN

- 1966 Palynological Data on the History of Tropical Savannas in Northern South America. *Leidse Geologische Mededelingen* 38:71-83. Leiden.

WILLIS, J.C.

- 1973 *A Dictionary of the Flowering Plants and Ferns*. Cambridge: Cambridge University Press.

ZULUAGA, SILVIO

- 1987 Observaciones fitoecológicas en el Darién colombiano (Parque Nacional "Los Katíos"). *Pérez-Arbelaesia* 1(4-5):86-145. Bogotá: Jardín Botánica.

Memoirs in Latin American Archaeology

1. *Archaeological Research in the El Cajon Region, Volume 1: Prehistoric Cultural Ecology. Investigaciones Arqueológicas en la Región de El Cajón, Tomo 1: Ecología Cultural Precolombina.* Kenneth Hirth, Gloria Lara Pinto, & George Hasemann, eds. [Co-pub.: Instituto Hondureño de Antropología e Historia, Tegucigalpa.] \$15.00
2. *Prehispanic Chiefdoms in the Valle de la Plata, Volume 1: The Environmental Context of Human Habitation. Los Cacicazgos Prehispánicos del Valle de la Plata, Tomo 1: El Contexto Medioambiental de la Ocupación Humana.* Luisa Fernanda Herrera, Robert D. Drennan, & Carlos A. Uribe, eds. [Co-pub.: Universidad de los Andes, Bogotá.] \$15.00

Latin American Archaeology Reports

1. *Architectural Restoration at Uxmal, 1986–1987. Restauración Arquitectónica en Uxmal, 1986–1987.* Alfredo Barrera Rubio & José Huchím Herrera. Forthcoming.

Orders for publications should be sent to the address below. Prices include shipping by surface and are subject to change without notice. Payment must be made in U.S. dollars by money order or check payable to the University of Pittsburgh drawn on a U.S. bank. Standing orders for either series receive a 15% discount. Publications are also available from the co-publishing institutions indicated above.

Pedidos pueden ser enviados a la siguiente dirección. Los precios incluyen el costo del envío por tierra. Únicamente se aceptan pagos en dólares de Estados Unidos por giro o cheque contra un banco en los Estados Unidos. Suscripciones a cualquiera de las dos series reciben un descuento del 15%. Las instituciones co-editoras indicadas en la lista de volúmenes también distribuyen las publicaciones en sus respectivos países.

Latin American Archaeology Publications
Department of Anthropology
University of Pittsburgh
Pittsburgh, PA 15260
U.S.A.