

CARACTERIZACIÓN BIÓTICA DEL COMPLEJO DE PÁRAMOS GUANTIVA-LA RUSIA EN JURISDICCIÓN DE CORPOBOYACÁ Y CAS

Contrato de prestación No. 14-13-014-195CE Universidad
Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Objeto: Aunar esfuerzos técnicos, científicos, administrativos y financieros con el fin de elaborar los estudios bióticos a escala 1:25000 de los Complejos de Páramos Tota-Bijagual-Mamapacha y Guantiva-La Rusia para identificar la franja de transición páramo-bosque conforme a los compromisos establecidos con el Fondo Adaptación el Convenio Interadministrativo No. 13 – 014 (FA No. 005 de 2013).



Convenio interadministrativo 13-014 (FA 005 de 2013) Instituto de Investigación de Recursos
Biológicos Alexander von Humboldt - Fondo Adaptación

Subdirección de Servicios Científicos y Proyectos Especiales
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
Bogotá, D.C., 2015

INFORME FINAL COMPLEJO GUANTIVA-LA RUSIA

Convenio No. 14-13-014-195CE

**Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt**

Septiembre de 2015

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	22
INTRODUCCIÓN.....	23
ANTECEDENTES.....	25
EQUIPO DE TRABAJO	28
GENERALIDADES DEL COMPLEJO DE PÁRAMO	30
MATERIALES Y MÉTODOS	32
ÁREA DE ESTUDIO.....	32
MÉTODOS.....	32
VASCULARES	32
AVASCULARES.....	35
ENTOMOFAUNA	36
HERPETOFAUNA.....	38
AVIFAUNA.....	41
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
TRANSECTO UNO (CERINZA).....	44
VASCULARES	45
AVASCULARES.....	62
ENTOMOFAUNA	67
ANFIBIOS.....	73
AVIFAUNA.....	74
TRANSECTO DOS, TIPACOQUE	84
VASCULARES	86
AVASCULARES.....	102
ENTOMOFAUNA	106
ANFIBIOS.....	111
AVIFAUNA.....	112
TRANSECTO TRES, ONZAGA.....	121
VASCULARES	122

AVASCULARES.....	138
ENTOMOFAUNA	141
ANFIBIOS.....	148
AVIFAUNA.....	158
TRANSECTO CUATRO, BELÉN.....	168
VASCULARES	169
AVASCULARES.....	186
ENTOMOFAUNA	191
ANFIBIOS.....	197
AVIFAUNA.....	202
TRANSECTO CINCO, RUSIA-VIROLÍN	209
VASCULARES	211
AVASCULARES.....	227
ENTOMOFAUNA	231
ANFIBIOS.....	236
AVIFAUNA.....	246
TRANSECTO SEIS, RANCHERÍA (PAIPA).....	254
VASCULARES	256
AVASCULARES.....	274
ENTOMOFAUNA	279
ANFIBIOS.....	286
AVIFAUNA.....	288
CONCLUSIONES	297
RECOMENDACIONES.....	304
BIBLIOGRAFÍA.....	305
ANEXOS.....	311

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución del Complejo de Páramos Guantiva-La Rusia (Complejo de Páramos Guantiva-La Rusia, Ditrío Páramos de Boyacá Sector Cordillera Oriental); los exagonos corresponden a los transectos seleccionados para caracterización.....	31
Figura 2. Diseño de muestreo por transecto, el cual consiste en estaciones a diferente altitud y tres parcelas por estación, cuyo tamaño varía según el tipo de cobertura vegetal dominante: bosque, arbustal o herbazal (Modificado de Salgado et al. 2014).....	33
Figura 3. Diseño de muestreo de rasgos funcionales por transecto a diferentes altitudes. Se deben seleccionar 5 individuos (adultos, sanos, bien desarrollados) por especie dentro de cada estación o punto altitudinal, preferiblemente fuera de la parcela. Si la especie es dominante en otra estación o punto altitudinal (como se muestra con el frailejón), se deben seleccionar 5 individuos en esa altitud para la medición de rasgos (tomado de Salgado <i>et al.</i> 2014)	35
Figura 4. Trampas utilizadas para captura de edafofauna epígea. A. Trampa pitfall. B. Trampa pitfall con fruta en descomposición. C. Trampa pitfall con atún. D. Trampa pitfall con excremento humano.....	37
Figura 5. Muestreo y toma de datos de herpetofauna. A-B. Selección de áreas dentro y fuera de las coberturas escogidas; C. Muestreo en microhabitats correspondientes a las macollas o dentro de la vegetación; D. Toma de fotografía de los ejemplares muestreados; E-F. Toma de ejemplares en bolsas de plásticos que permita observar todas las caracteres de cada una de ellas; G. Toma de datos de los ejemplares; H. Toma de datos de georeferenciación.	39
Figura 6. Procesamiento de aves capturadas en cada una de las estaciones de los transectos altitudinales en el complejo Guantiva-La Rusia. A. Recuperación del individuo capturado en red; B. Toma de medidas convencionales para el análisis de rasgos funcionales; C. Registro fotográfico de los individuos capturados; D. Reanimación de colibríes debilitados por las capturas (procedimiento ocasional); a los individuos se les ofreció una mezcla de agua y azúcar. Posteriormente, se procedió a la liberación de cada individuo.....	42
Figura 7. Vista panorámica del área de estudio transecto Cerinza. A. Vista de fondo de la cima que se evaluo; B. Área de matorrales evaluadas; C. Vista de las zonas de valle que rodean el área de estudio; D. Zonas de acacias y eucaliptos como cultivos transforma dos contiguos al área de estudio.....	44
Figura 8. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación uno.	46
Figura 9. Perfil de vegetación de la estación uno, Cerinza.....	47
Figura 10. Especies con los mayores valores de IVI en la estación uno.	48
Figura 11. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación dos.....	49
Figura 12. Perfil de vegetación de la estación dos, Cerinza.....	49
Figura 13. Especies con los mayores valores de IVI en la estación dos.....	50
Figura 14. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación tres.	51
Figura 15. Perfil de vegetación de la estación tres, Cerinza.	52

Figura 16. Especies con los mayores valores de IVI en la estación tres.	52
Figura 17. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación cuatro.....	53
Figura 18. Perfil de vegetación de la estación cuatro, Cerinza.....	54
Figura 19. Especies con los mayores valores de IVI en la estación cuatro.....	54
Figura 20. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación cinco.....	55
Figura 21. Perfil de vegetación de la estación cinco, Cerinza.....	56
Figura 22. Especies con los mayores valores de IVI en la estación cinco.....	56
Figura 23. Distribución por estaciones de las formas de crecimiento para el transecto uno.....	59
Figura 24. Curvas de acumulación de especies por estación en el transecto uno.....	61
Figura 25. Diagrama de similaridad (Jaccard) entre las estaciones del transecto uno.....	62
Figura 26. Briófitos presentes en el municipio de Cerinza, transecto uno, estación uno. A. Vista frontal de <i>Dicranella</i> sp.; B. Vista de <i>Bryoerythrophyllum jamesonii</i> sobre tronco.	63
Figura 27. Briófitos presentes en el municipio de Cerinza, transecto uno, estación dos; A. Hábito de <i>Hypnum amabile</i> ; B. Acercamiento forma de crecimiento de <i>Campylopus</i> sp.; C. Vista aérea de la cobertura de <i>Campylopus</i> sp.....	64
Figura 28. Briófitos presentes en el municipio de Cerinza, transecto uno, estación tres; A. <i>Squamidium leucotrichum</i> (Brachytheciaceae) adherido al sustrato; B. Vista superior de <i>Leptodontium viticulosoides</i> ; C. hábito de <i>Campyllum praegracile</i>	64
Figura 29. Briófitos presentes en el municipio de Cerinza, transecto uno, estación cuatro.; A-B. Vista de diferentes ángulos de <i>Leptodontium viticulosoides</i>	65
Figura 30. Briófitos presentes en el municipio de Cerinza, transecto uno, estación cinco; A. Acercamiento a la forma de crecimiento de <i>Polytrichum juniperinum</i> ; B. Acercamiento a las hojas de <i>Rhodobryum grandifolium</i> ; C. Forma de crecimiento y esporofitos de <i>Didymodon</i> sp.....	66
Figura 31. Dendrodrama de similitud de especies de plantas no vasculares para el transecto uno en las cinco estaciones de muestreo (Cerinza).	67
Figura 32. Riqueza y abundancia por estación para el orden Araneae, familias Carabidae y Scarabaeidae del transecto uno.....	68
Figura 33. Curvas de acumulación de especies por estación para el orden Araneae y la familia Carabidae presentes en el transecto uno.....	69
Figura 34. Curvas de diversidad dominancia para el orden Araneae, familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto uno. Caponiidae Morfotipo 2 (Ca 2), Ctenidae Morfotipo 1 (Ct 1), Ctenidae Morfotipo 2 (Ct 2), Dipluridae Morfotipo 1 (D 1), Linyphiidae Morfotipo 3 (Li 3), Carabidae Morfotipo 1 (Mo 1), Carabidae Morfotipo 11 (Mo 11), Oonopidae Morfotipo 1 (O 1), Oonopidae Morfotipo 2 (O 2), Pholciae Morfotipo 1 (Ph 1), Pholciae Morfotipo 2 (Ph 2), Prodidomidae Morfotipo 1 (Pr 1), Salticidae Morfotipo 1 (S 1), Salticidae Morfotipo 2 (S 2), Scytodidae Morfotipo 1 (Sc 1), Theridiidae Morfotipo 1 (Th 1), Theridiidae Morfotipo 6 (Th 6), <i>Uroxys coarctatus</i> (Uc), Zadariidae Morfotipo 1 (Z 1).....	70
Figura 35. Dendogramas de Similitud Jaccard para el orden Araneae y familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto uno.....	71

Figura 36. A. Panorámica oriente del valle que rodea el transecto B. Vista general del transecto C. Panorámica occidente del valle que rodea el transecto D. Necromasa de frailejones muy seca.	74
Figura 37. Composición de especies e individuos por familias de las aves registradas en el complejo Guantiva-La Rusia en Boyacá.	75
Figura 38. Curva de acumulación de especies de aves observadas en el complejo Guantiva-La Rusia en los departamentos de Boyacá y Santander. Las observaciones se comparan con los estimadores Uniques, Chao 2 y Jackknife 2.....	75
Figura 39. Curvas de acumulación de especies de aves de las estaciones estudiadas en el transecto uno, del municipio de Cerinza. El número de muestras corresponde al número de puntos de conteo por estación. Los valores de especies observadas son comparados con los estimadores Singletons, ACE, Chao 1 y Bootstrap.	78
Figura 40. Composición de especies e individuos por familias de las aves registradas en el transecto uno. Thr, Thraupidae; Troc, Trochilidae; Tyr, Tyrannidae; Par, Parulidae; Emb, Emberizidae; Fur, Furnariidae; Ict, Icteridae; Pic, Picidae; Trog, Troglodytidae; Col, Columbidae; Fri, Fringillidae; Gra, Grallariidae; Rhi, Rhinocryptidae; Cat, Cathartidae; Tur, Turdidae; Cap, Caprimulgidae.	79
Figura 41. Curva de rango-abundancia para las tres estaciones del Transecto uno, en el municipio de Cerinza del complejo de páramos Guantiva-La Rusia.....	80
Figura 42. Elementos observados en el transecto uno, correspondiente al municipio de Cerinza, Boyacá.	81
Figura 43. Diagrama de Similitud entre las estaciones del transecto uno, en el municipio de Cerinza, Boyacá. Se tabulan los datos calculados a partir del índice de Jaccard.....	82
Figura 44. Vista panorámica del área de estudio transecto dos. A. Vista de fondo de la cima que se evaluo; B. Área de matorrales evaluadas; C. Vista de zona de páramo; D. Zona de bosque de roble.....	85
Figura 45. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura en la estación uno.	87
Figura 46. Perfil de vegetación de la estación uno, Tipacoque.....	88
Figura 47. Especies con los mayores valores de IVI en la estación uno.	89
Figura 48. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación dos.....	90
Figura 49. Perfil de vegetación de la estación dos, Tipacoque.	91
Figura 50. Especies con los mayores valores de IVI en la estación dos.....	92
Figura 51. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación tres.	93
Figura 52. Perfil de vegetación de la estación tres, Tipacoque.	94
Figura 53. Especies con los mayores valores de IVI en la estación tres.	94
Figura 54. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura en la estación cuatro.....	96
Figura 55. Perfil de vegetación de la estación cuatro, Tipacoque.	96
Figura 56. Especies con los mayores valores de IVI en la estación cuatro.....	97
Figura 57. Distribución por estaciones de las formas de crecimiento para el transecto dos, Tipacoque.....	99

Figura 58. Curvas de acumulación de especies por estación, en el transecto dos, Tipacoque.....	101
Figura 59. Diagrama de similaridad (Jaccard) entre las estaciones del transecto dos, Tipacoque.....	101
Figura 60. Briófitos presentes en el municipio de Tipacoque, transecto dos, estación uno; A-C. Vista de diferentes ángulos de <i>Dendroceros</i> sp.....	102
Figura 61. Briófitos presentes en el municipio de Tipacoque, transecto dos, estación dos; A. Vista de diferentes ángulos de <i>Hypopterygium tamariscinum</i>	103
Figura 62. Briófitos presentes en el municipio de Tipacoque, transecto dos, estación tres; A. Vista de <i>Jamesoniella</i> sp. sobre roca; B. Hábito y cobertura de <i>Leucolejeunea</i> sp.	104
Figura 63. Briófitos presentes en el municipio de Tipacoque, transecto dos, estación cuatro; A-C. Vista de varios ángulos de <i>Campylopus andersonii</i> , A. Hábito; B. Detalle de las capsulas; C. Detalle del gametofito.....	105
Figura 64. Dendrograma de similitud de especies de plantas no vasculares para el transecto 7, Tipacoque.....	105
Figura 65. Riqueza y abundancia por estación para el orden Araneae y las familias Carabidae y Scarabaeidae del transecto dos.....	106
Figura 66. Curvas de acumulación de especies por estación para el orden Araneae y la familia Carabidae presentes en el transecto dos.....	107
Figura 67. Curvas de acumulación de especies para escarabajos coprófagos presentes en el transecto dos.....	108
Figura 68. Curvas de diversidad dominancia para el orden Araneae y familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto dos.....	109
Figura 69. Dendrograma de similitud Jaccard para el orden Araneae y familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto dos.....	110
Figura 70. <i>Pristimantis</i> cf. <i>lynchi</i> A. Vista superior B. Vista dorsal.....	112
Figura 71. Curvas de acumulación de especies de aves de las estaciones estudiadas en el transecto dos, del municipio de Tipacoque, Boyacá. El número de muestras corresponde al número de puntos de conteo por estación. Los valores de especies observadas son comparados con los estimadores Singletons, ACE y Chao 1.....	115
Figura 72. Composición de especies e individuos por familias de las aves registradas en el transecto dos.....	116
Figura 73. Curva de rango-abundancia para las tres estaciones del transecto dos, en el municipio de Tipacoque perteneciente al complejo de páramos Guantiva-La Rusia.	117
Figura 74. Especies de aves observadas en el transecto dos localizado en el municipio de Tipacoque, Boyacá.....	118
Figura 75. Diagrama de Similitud entre las estaciones del transecto dos, en el municipio de Tipacoque, Boyacá. Se tabulan los datos calculados a partir del índice de Jaccard.....	119
Figura 76. Vista panorámica del área de estudio transecto tres, Onzaga.....	121
Figura 77. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación uno.....	123
Figura 78. Perfil de vegetación de la estación uno, Onzaga.....	124
Figura 79. Especies con los mayores valores de IVI en la estación uno.....	125
Figura 80. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación dos.....	126

Figura 81. Perfil de vegetación de la estación dos, Onzaga.	126
Figura 82. Especies con los mayores valores de IVI en la estación dos.....	127
Figura 83. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación tres.	128
Figura 84. Perfil de vegetación de la estación tres, Onzaga.....	129
Figura 85. Especies con los mayores valores de IVI en la estación tres.	129
Figura 86. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación cuatro.....	130
Figura 87. Perfil de vegetación de la estación cuatro, Onzaga.	131
Figura 88. Especies con los mayores valores de IVI en la estación cuatro.....	131
Figura 89. Distribución por estaciones de las formas de crecimiento para el transecto tres.	134
Figura 90. Curvas de acumulación de especies por estación, en el transecto tres.	136
Figura 91. Diagrama de similaridad (Jaccard) entre las estaciones del transecto tres.....	137
Figura 92. Briófitos presentes en el municipio de Onzaga, transecto tres, estación uno; A. Vista lateral de <i>Fissidens limbatus</i> ; B-C. Hábito y acercamiento del hábito de <i>Lepidozia reptans</i>	138
Figura 93. Briófitos presentes en el municipio de Onzaga, transecto tres, estación dos; A. Vista superior de <i>Syrrhopodon gaudichaudii</i> ; B. Hábito de <i>Brachythecium occidentale</i>	139
Figura 94. Briófitos presentes en el municipio de Onzaga, transecto tres, estación tres; A. Vista superior del hábito de <i>Rhodobryum grandifolium</i> ; B. Hábito en vista lateral de <i>Plagiochila</i> sp.; C. Vista superior de <i>Sematophyllum swartzii</i>	140
Figura 95. Briófitos presentes en el municipio de Onzaga, transecto tres estación cuatro; A-D. Vista desde diferentes ángulos de <i>Bryum densifolium</i>	141
Figura 96. Dendrodrama de similitud Jaccard de especies de plantas no vasculares para el transecto tres, Onzaga.	141
Figura 97. Riqueza y abundancia por estación para el orden Araneae y familias Carabidae y Scarabaeidae del transecto tres.....	142
Figura 98. Curvas de acumulación de especies por estación para el orden Araneae y la familia Carabidae presentes en el transecto tres.	143
Figura 99. Curvas de acumulación de especies de escarabajos coprófagos presentes en el transecto tres.	144
Figura 100. Curvas de diversidad dominancia para el orden Araneae y familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto tres.....	145
Figura 101. Dendrograma de similitud Jaccard para el orden Araneae y familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto tres.....	146
Figura 102. Riqueza de especies de anfibios en función del gradiente altitudinal en el municipio de Onzaga.	149
Figura 103. <i>Dendropsophus labialis</i> A. Vista superior B. Vista dorsal.....	149
Figura 104. <i>Pristimantis</i> aff. <i>lynchi</i> C. Vista dorsal D. Vista superior	150
Figura 105. <i>Pristimantis</i> aff. <i>bogotensis</i> E. Vista dorsal F. Vista superior	150
Figura 106. <i>Pristimantis</i> cf. <i>lynchi</i> G. Vista dorsal H. Vista superior	150
Figura 107. <i>Pristimantis</i> cf. <i>nervicus</i> I. Vista dorsal J. Vista superior	151
Figura 108. <i>Niceforonia nana</i> I. Vista superior J. Vista dorsal	151

Figura 109. Análisis de rarefacción con la representación del muestreo en las cuatro estaciones del gradiente altitudinal en el transecto tres.....	152
Figura 110. Curvas de distribución de abundancias para tres de las estaciones del gradiente altitudinal del transecto tres. A. Estación uno, B. Estación tres, C. Estación cuatro	153
Figura 111. Curva de distribución de abundancias para el gradiente altitudinal del transecto tres.	154
Figura 112. Índices de equidad de Shannon y dominancia de Simpson para las estaciones del gradiente altitudinal del transecto tres.	154
Figura 113. Índices de Chao2, ICE, Jackknife1, Jackknife2, Bootstrap, Uniques y MM para las estaciones del gradiente altitudinal del transecto tres.....	155
Figura 114. Análisis de clúster basado en el índice de Jaccard para las cuatro estaciones del gradiente altitudinal del transecto tres.	156
Figura 115. Análisis de clúster basado en el índice de Bray-Curtis para las cuatro estaciones del gradiente altitudinal del transecto tres.....	157
Figura 116. Curvas de acumulación de especies de aves de las estaciones estudiadas en el transecto tres, del municipio de Onzaga. El número de muestras corresponde al número de puntos de conteo por estación. Los valores de especies observadas son comparados con los estimadores Singletons, ACE y Chao 1.	161
Figura 117. Composición de especies e individuos por familias de las aves registradas en el transecto tres.	162
Figura 118. Curva de Rango Abundancia para tres estaciones del transecto tres del complejo de páramos Guantiva-La Rusia.	163
Figura 119. Especies de aves observadas en el transecto tres, localizado en el municipio de Onzaga, Santander.	165
Figura 120. Diagrama de Similitud entre las estaciones del transecto tres, en el municipio de Onzaga, Santander. Se tabulan los datos calculados a partir del índice de Jaccard.....	166
Figura 121. Vista panorámica del área de estudio transecto Belén. A. vista de fondo de la cima que se evaluo; B. Áreas en vistas panorámicas; C. Vista de las zonas de valle que rodean las zonas de estudio; D. Valles transformados y pie de monte del área de estudio.	168
Figura 122. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura en la estación uno, Belén.	170
Figura 123. Perfil de vegetación de la estación uno, Belén.....	171
Figura 124. Especies con los mayores valores de IVI en la estación uno, Belén.....	171
Figura 125. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación dos.	172
Figura 126. Perfil de vegetación de la estación dos, Belén.	173
Figura 127. Especies con los mayores valores de IVI en la estación dos.....	173
Figura 128. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura en la estación tres.	174
Figura 129. Perfil de vegetación de la estación tres, Belén.	175
Figura 130. Especies con los mayores valores de IVI en la estación tres.	175
Figura 131. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación cuatro.	177

Figura 132. Perfil de vegetación de la estación cuatro, Belén.	177
Figura 133. Especies con los mayores valores de IVI en la estación cuatro.....	178
Figura 134. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura en la estación cinco.	179
Figura 135. Perfil de vegetación de la estación cinco, Belén.	179
Figura 136. Especies con los mayores valores de IVI en la estación cinco.....	180
Figura 137. Distribución por estaciones de las formas de crecimiento para el transecto cuatro.....	183
Figura 138. Curvas de acumulación de especies por estación en el transecto cuatro.....	185
Figura 139. Diagrama de similaridad (Jaccard) entre las estaciones del transecto cuatro.	186
Figura 140. Briófitos presentes en Belén, transecto cuatro, estación uno; A. Vista lateral del hábito de <i>Plagiochila</i> sp; B. Hábito en vista lateral de <i>Eurhynchium praelonga</i>	187
Figura 141. Briófitos presentes en Belén, transecto cuatro, estación dos; A. Vista frontal de <i>Brachythecium occidentale</i> ; B. Hábito de <i>Didymodon</i> sp.	188
Figura 142. Briófitos presentes en Belén, transecto cuatro, estación tres; A. Vista superior del hábito de <i>Adelanthus</i> sp.; B. Hábito en vista lateral de <i>Schiffneriolejeunea polycarpa</i> ; C. Vista del sustrato tronco de <i>Frullania</i> sp 1.	189
Figura 143. Briófitos presentes en Belén, transecto cuatro, estación cuatro; A. Vista general de <i>Pylaisiella falcata</i>	189
Figura 144. Briófitos presentes en Belén, transecto cuatro, estación cinco; A. Vista superior del hábito de <i>Racomitrium crispipilum</i> ; B. Hábito de <i>Grimmia longirostris</i>	190
Figura 145. Dendrodrama de similitud de especies de plantas no vasculares para el transecto cuatro, Belén.....	190
Figura 146. Riqueza y abundancia por estación para el orden Araneae, familia Carabidae y Scarabaeidae del transecto cuatro.	191
Figura 147. Curvas de acumulación de especies por estación para el orden Araneae y la familia Carabidae presente en el transecto Belén.....	192
Figura 148. Curvas de diversidad dominancia para el orden Araneae, familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto cuatro, Belén.	193
Figura 149. Dendrogramas de similitud Jaccard para el orden Araneae, familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto cuatro.....	195
Figura 150. Riqueza de especies de anfibios en función del gradiente altitudinal en el municipio de Belén.	197
Figura 151. <i>Niceforonia nana</i> . C. Vista dorsal. B. Vista superior	198
Figura 152. <i>Dendropsophus labialis</i> . A. Vista dorsal. B. Vista superior	198
Figura 153. Análisis de rarefacción con la representación del muestreo en las cinco estaciones del gradiente altitudinal en el transecto cuatro.	199
Figura 154. Curva de distribución de abundancias para el gradiente altitudinal del transecto cuatro.	200
Figura 155. Índices de Chao2, ICE, Jackknife1, Jackknife2, Bootstrap, Uniques y MM para las estaciones del gradiente altitudinal de Belén.....	201
Figura 156. Curvas de acumulación de especies de aves de las estaciones estudiadas en el transecto cuatro. El número de muestras corresponde al número de puntos de conteo por	

estación. Los valores de especies observadas son comparados con los estimadores Singleton, ACE y Chao 1.....	204
Figura 157. Composición de especies e individuos por familias de las aves registradas en el transecto cuatro.....	205
Figura 158. Curva de rango-abundancia para las tres estaciones del transecto cuatro de Belén.....	206
Figura 159. Especies de aves observadas en el transecto cuatro (Belén-Boyacá).	207
Figura 160. Diagrama de Similitud entre las estaciones del transecto cuatro (Belén-Boyacá). Se tabulan los datos calculados a partir del índice de Jaccard.....	208
Figura 161. Vista panorámica del área de estudio transecto El páramo de La Rusia, ruta La Rusia-Virolín Boyaca-Santander. A. vista de fondo del complejo en general; B. Áreas en vistas panorámicas; C. Vista de las zonas aledañas a la vía; D. Áreas del páramo de la Rusia.	210
Figura 162. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación uno.....	213
Figura 163. Perfil de vegetación de la estación uno, en el transecto Rusia-Virolín.....	213
Figura 164. Especies con los mayores valores de IVI en la estación uno.	214
Figura 165. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación dos.	215
Figura 166. Perfil de vegetación de la estación dos, del transecto cinco, Rusia-Virolín. ..	216
Figura 167. Especies con los mayores valores de IVI en la estación dos.....	216
Figura 168. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura en la estación tres.	217
Figura 169. Especies con los mayores valores de IVI en la estación tres.	218
Figura 170. Perfil de vegetación de la estación tres del transecto cinco, Rusia-Virolín....	219
Figura 171. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación cuatro.	220
Figura 172. Perfil de vegetación de la estación cuatro del transecto cinco, Rusia-Virolín.	221
Figura 173. Especies con los mayores valores de IVI en la estación cuatro.....	221
Figura 174. Distribución por estaciones de las formas de crecimiento para el transecto cinco.....	224
Figura 175. Curvas de acumulación de especies por estación, en el transecto cinco.....	226
Figura 176. Diagrama de similaridad (Jaccard) entre las estaciones del transecto cinco. 226	226
Figura 177. Briófitos presentes en Rusia-Virolín, transecto cinco, estación uno; A. Vista general de <i>Plagiomnium rhynchophorum</i>	228
Figura 178. Briófitos presentes Rusia-Virolín, transecto cinco, estación dos; A. Vista superior del hábito de <i>Rhodobryum grandifolium</i> ; B. Hábito de <i>Dicranum frigidum</i>	229
Figura 179. Briófitos en Rusia-Virolín, transecto cinco, estación tres; A-B. Vista en diferentes ángulos de <i>Hedwigidium integrifolium</i>	230
Figura 180. Briófitos en Rusia-Virolín, transecto cinco, estación cuatro. Vista de diferentes ángulos de <i>Andreaea rupestris</i>	230
Figura 181. Dendrodrama de similitud de especies de plantas no vasculares para el transecto cinco, Rusia-Virolín.....	231

Figura 182. Riqueza y abundancia por estación para el orden Araneae, familia Carabidae y Scarabaeidae del transecto cinco, Rusia-Virolín.	232
Figura 183. Curvas de acumulación de especies por estación para el orden Araneae y la familia Carabidae presentes en el transecto Rusia-Virolín.	233
Figura 184. Curvas de diversidad dominancia para el orden Araneae, familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto cinco.....	234
Figura 185. Dendogramas de Similitud Jaccard para el orden Araneae, familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto cinco.....	235
Figura 186. Riqueza de especies de anfibios en función del gradiente altitudinal Rusia-Virolín.....	237
Figura 187. <i>Bolitoglossa adspersa</i> . A. Vista dorsal.....	237
Figura 188. <i>Niceforonia cf. nana</i> A. Vista superior B. Vista dorsal.....	237
Figura 189. <i>Niceforonia nana</i> D. Vista superior E. Vista dorsal.....	238
Figura 190. <i>Pristimantis elegans</i> F. Vista superior G. Vista dorsal.....	238
Figura 191. <i>Pristimantis cf. lynchi</i> F. Vista dorsal G. Vista superior.....	238
Figura 192. <i>Pristimantis</i> sp1 J. Vista dorsal K. Vista superior.....	239
Figura 193. <i>Pristimantis</i> sp2 L. Vista dorsal M. Vista superior.....	239
Figura 194. Análisis de rarefacción con la representación del muestreo en las cuatro estaciones del gradiente altitudinal Rusia-Virolín.....	240
Figura 195. Curvas de distribución de abundancias para tres de las estaciones del gradiente altitudinal de Rusia-Virolín. A. 3265, B. 3512, C. 3607 m.....	241
Figura 196. Curva de distribución de abundancias para el gradiente altitudinal de Rusia-Virolín.....	241
Figura 197. Índices de equidad de Shannon y dominancia de Simpson para las estaciones del gradiente altitudinal de Rusia-Virolín.....	242
Figura 198. Índices de Chao2, ICE. Jackknife1, Jackknife2, Bootstrap, Uniques y MM para las estaciones del gradiente altitudinal de Rusia-Virolín.....	243
Figura 199. Análisis de clúster basado en el índice de Jaccard para las cuatro estaciones del gradiente altitudinal La Rusia-Virolín.....	244
Figura 200. Análisis de clúster basado en el índice de Bray-Curtis para las cuatro estaciones del gradiente altitudinal La Rusia-Virolín.....	244
Figura 201. Curvas de acumulación de especies de aves del transecto cinco La Rusia-Virolín. El número de muestras corresponde al número de puntos de conteo por estación. Los valores de especies observadas son comparados con los estimadores Singletons, ACE y Chao 1.	248
Figura 202. Composición de especies e individuos por familias de las aves registradas del transecto cinco La Rusia-Virolín.....	249
Figura 203. Curva de rango-abundancia para las tres estaciones del transecto cinco La Rusia-Virolín.	250
Figura 204. Elementos observados en el transecto cinco La Rusia-Virolín.	251
Figura 205. Diagrama de similitud entre las estaciones del transecto cinco, La Rusia-Virolín. Se tabulan los datos calculados a partir del índice de Jaccard.....	252
Figura 206. Vista panorámica del área de estudio transecto seis Ranchería; A. Vista general del área donde se observar áreas transformadas de pinares; B. Zonas de vegetación nativas mezclada con eucaliptos y acacias; C. Camino que contacta las área	

establecidas de estudio; D. Zonas de transición; E. Interior de una cobertura en estudio; F. Área de páramo.....	255
Figura 207. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura en la estación uno.	258
Figura 208. Perfil de vegetación de la estación uno, transecto Ranchería.....	258
Figura 209. Especies con los mayores valores de IVI en la estación uno.	259
Figura 210. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación dos.	260
Figura 211. Perfil de vegetación de la estación dos, transecto Ranchería.	261
Figura 212. Especies con los mayores valores de IVI en la estación dos.....	262
Figura 213. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura en la estación tres.	263
Figura 214. Perfil de vegetación de la estación tres, transecto seis Ranchería.....	263
Figura 215. Especies con los mayores valores de IVI en la estación tres.....	264
Figura 216. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura en la estación cuatro.....	265
Figura 217. Perfil de vegetación de la estación cuatro, transecto Ranchería.....	265
Figura 218. Especies con los mayores valores de IVI en la estación cuatro.....	266
Figura 219. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura en la estación cinco.	267
Figura 220. Perfil de vegetación de la estación cinco, transecto Ranchería.....	267
Figura 221. Especies con los mayores valores de IVI en la estación cinco.....	268
Figura 222. Distribución por estaciones de las formas de crecimiento para el transecto seis.	270
Figura 223. Curvas de acumulación de especies por estación, en el transecto seis.	272
Figura 224. Diagrama de similaridad (Jaccard) entre las estaciones del transecto seis... 273	273
Figura 225. Briófitos presentes en Ranchería, transecto seis, estación uno; A-D. Vista de varios ángulos de <i>Chorisodontium mittenii</i>	275
Figura 226. Briófitos presentes en Ranchería, transecto seis, estación dos; A-B. Vista del hábito y acercamiento de <i>Neckera scabridens</i>	276
Figura 227. Briófitos presentes en Ranchería, transecto seis, estación tres; A. Vista de diferentes ángulos de <i>Ectropothecium</i> sp.	276
Figura 228. Briófitos del transecto seis, Ranchería, estación cuatro; A. Vista de la forma de crecimiento de <i>Bartramia brevifolia</i> ; B. Acercamiento de <i>Campylopus</i> aff. <i>heterotachys</i> . .	277
Figura 229. Briófitos presentes en Ranchería, transecto seis, estación cinco; A. Vista lateral de brotes de innovación de <i>Breutelia squarrosa</i> ; B. Forma de crecimiento de <i>Molendoa sendtneriana</i> ; C. Vista aérea de <i>Racomitrium crispipilum</i>	278
Figura 230. Dendrodrama de similitud de especies de plantas no vasculares para el transecto seis Ranchería (Paipa).....	278
Figura 231. Riqueza y abundancia por estación para el orden Araneae, familia Carabidae y Scarabaeidae del transecto Ranchería (Paipa).....	280
Figura 232. Curvas de acumulación de especies por estación para el orden Araneae y la familia Carabidae presentes en el transecto Ranchería (Paipa).	281
Figura 233. Curvas de acumulación de especies para escarabajos coprófagos presentes en el transecto Ranchería (Paipa).	281

Figura 234. Curvas de diversidad dominancia para el orden Araneae, familia Carabidae y Scarabaeidae en el transecto seis, Ranchería (Paipa).....	282
Figura 235. Dendogramas de Similitud Jaccard para el orden Araneae, familia Carabidae y Scarabaeidae en el transecto Ranchería (Paipa).....	284
Figura 236. <i>Pristimantis</i> aff. <i>lynchi</i> A. Vista dorsal B. Vista superior	286
Figura 237. <i>Dendropsophus labialis</i> A. Vista superior B. Vista dorsal.....	286
Figura 238. Coberturas vegetales transecto seis A. Bosque B Arbustal C. Páramo bajo D. Páramo	287
Figura 239. Curvas de acumulación de especies de aves de las estaciones estudiadas en el transecto seis, del municipio de Paipa (Boyacá). El número de muestras corresponde al número de puntos de conteo por estación. Los valores de especies observadas son comparados con los estimadores Singletons, ACE y Chao 1.....	290
Figura 240. Composición de especies e individuos por familias de las aves registradas en el complejo Guantiva-La Rusia en Boyacá.	291
Figura 241. Curva de Rango Abundancia para tres Estaciones del Transecto Paipa del complejo de páramos Guantiva-La Rusia.....	292
Figura 242. Aves registradas en el transecto seis, correspondiente al transecto seis, Ranchería municipio de Paipa, Boyacá.	293
Figura 243. Diagrama de Similitud entre las estaciones del transecto 6, en el municipio de Paipa, Boyacá. Se tabulan los datos calculados a partir del índice de Jaccard.	294

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Localización de las estaciones evaluadas en el transecto uno, Cerinza.	45
Tabla 2. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación uno.....	45
Tabla 3. Géneros con la mayor riqueza de especies de la estación uno.	46
Tabla 4. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación dos.	48
Tabla 5. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación tres.....	50
Tabla 6. Géneros con la mayor riqueza de especies de la estación tres.	51
Tabla 7. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación cuatro.	53
Tabla 8. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación cinco.	55
Tabla 9. Riqueza florística por estaciones del transecto uno.	57
Tabla 10. Número de especies exclusivas y compartidas entre las estaciones del transecto uno.	57
Tabla 11. Índices de diversidad alfa calculados por estación, para el transecto uno.	60
Tabla 12. Valores encontrados por estación para los estimadores de Chao 2 y Bootstrap en el transecto uno.....	60
Tabla 13. Índice de Whittaker calculado entre las estaciones del transecto uno.	62
Tabla 14. Riqueza, abundancia y diversidad (Shannon-Wiener) por estación de muestreo para el orden Araneae, familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto uno.	69
Tabla 15. Porcentaje de complementariedad para orden Araneae y familias Carabidae y Scarabaeidae presentes en las estaciones del transecto uno.	70
Tabla 16. Representatividad del muestreo e índices de diversidad para las estaciones del transecto uno, en el municipio de Cerinza, Boyacá. Los valores observados se compararon con los estimadores Bootstrap, ACE y Chao 1.	77
Tabla 17. Índice de complementariedad de especies entre las estaciones del transecto uno, Cerinza, Boyacá, de acuerdo a Villareal <i>et al.</i> (2006).	82
Tabla 18. Localización de las estaciones evaluadas en el transecto dos, Tipacoque.....	85
Tabla 19. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación uno.....	86
Tabla 20. Géneros con la mayor riqueza de especies de la estación uno.	86
Tabla 21. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación dos.	89
Tabla 22. Géneros con la mayor riqueza de especies de la estación dos.....	89
Tabla 23. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación tres.	92
Tabla 24. Géneros con la mayor riqueza de especies de la estación tres.	92
Tabla 25. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación cuatro.	95
Tabla 26. Géneros con la mayor riqueza de especies de la estación cuatro.....	95
Tabla 27. Riqueza florística por estaciones del transecto dos.	97
Tabla 28. Número de especies exclusivas y compartidas entre las estaciones del transecto dos.....	98
Tabla 29. Índices de diversidad alfa calculados por estación, para el transecto dos, Tipacoque.....	100
Tabla 30. Valores encontrados por estación para los estimadores de Chao 2 y Bootstrap, en el transecto dos.	100

Tabla 31. Índice de Whittaker calculado entre las estaciones del transecto dos.	102
Tabla 32. Riqueza, abundancia y diversidad (Shannon-Wiener) por estación de muestreo para el orden Araneae y las familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto dos.	108
Tabla 33. Porcentaje de complementariedad para orden Araneae y familias Carabidae y Scarabaeidae presentes en las estaciones del transecto dos.	109
Tabla 34. Representatividad del muestreo para las estaciones del transecto dos, en el municipio de Tipacoque, Boyacá. Los valores observados se compararon con los estimadores Singletons, ACE, Chao 1 y Bootstrap.....	114
Tabla 35. Índice de complementariedad de especies entre las estaciones del transecto dos, Tipacoque, Boyacá, de acuerdo a Villareal <i>et al.</i> 2006.	119
Tabla 36. Localización de las estaciones evaluadas en el transecto tres, Onzaga.	122
Tabla 37. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación uno.....	122
Tabla 38. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación dos.	125
Tabla 39. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación tres.	127
Tabla 40. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación cuatro.	130
Tabla 41. Riqueza florística por estaciones del transecto tres.....	132
Tabla 42. Número de especies exclusivas y compartidas entre las estaciones del transecto tres.	132
Tabla 43. Índices de diversidad alfa calculados por estación, para el transecto tres.....	135
Tabla 44. Valores encontrados por estación para los estimadores de Chao 2 y Bootstrap, en el transecto tres.	135
Tabla 45. Índice de Whittaker calculado entre las estaciones del transecto tres.....	137
Tabla 46. Riqueza, abundancia y diversidad (Shannon-Wiener) por estación de muestreo para el orden Araneae y familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto tres.	144
Tabla 47. Porcentaje de complementariedad para orden Araneae y familias Carabidae y Scarabaeidae presentes en las estaciones del transecto tres.....	145
Tabla 48. Abundancia y presencia de las especies de anfibios a lo largo del gradiente altitudinal del transecto tres.....	151
Tabla 49. Número de especies, individuos y especies únicas de anfibios a lo largo del gradiente altitudinal del transecto tres.	152
Tabla 50. Especies compartidas de anfibios a lo largo del gradiente altitudinal del transecto tres.	152
Tabla 51. Índices de equidad de Shannon y dominancia de Simpson para las estaciones del gradiente altitudinal del transecto tres.	154
Tabla 52. Índice de Jaccard para evaluar la diversidad beta de las cuatro estaciones a lo largo del gradiente altitudinal del transecto tres.....	155
Tabla 53. Índice De Bray-Curtis para evaluar la diversidad beta de las cuatro estaciones a lo largo del gradiente altitudinal del transecto tres.....	156
Tabla 54. Porcentaje de complementariedad para las cuatro estaciones del gradiente altitudinal del transecto tres.....	157
Tabla 55. Representatividad del muestreo para las estaciones del transecto tres, en el municipio de Onzaga, Santander. Los valores observados se compararon con los estimadores Singletons, ACE, Chao 1 y Bootstrap.....	160
Tabla 56. Índice de complementariedad de especies entre las estaciones del transecto tres, Onzaga, Santander, de acuerdo a Villareal <i>et al.</i> (2006).	166

Tabla 57. Localización de las estaciones evaluadas en el transecto cuatro, Belén.....	168
Tabla 58. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación uno.....	169
Tabla 59. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación dos.....	172
Tabla 60. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación tres.....	174
Tabla 61. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación cuatro.....	176
Tabla 62. Géneros con la mayor riqueza de especies de la estación cuatro.....	176
Tabla 63. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación cinco.....	178
Tabla 64. Géneros con la mayor riqueza de especies de la estación cinco.....	178
Tabla 65. Riqueza florística por estaciones del transecto cuatro.....	181
Tabla 66. Número de especies exclusivas y compartidas entre las estaciones del transecto cuatro.....	181
Tabla 67. Índices de diversidad alfa calculados por estación para el transecto cuatro.....	184
Tabla 68. Valores encontrados por estación para los estimadores de Chao 2 y Bootstrap, en el transecto cuatro.....	184
Tabla 69. Índice de Whittaker calculado entre las estaciones del transecto cuatro.....	186
Tabla 70. Riqueza, abundancia y diversidad (Shannon-Wiener) por estación de muestreo para el orden Araneae, familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto cuatro, Belén.	193
Tabla 71. Porcentaje de complementariedad para orden Araneae, familias Carabidae y Scarabaeidae presentes en las estaciones del transecto cuatro.....	194
Tabla 72. Abundancia y presencia de las especies de anfibios a lo largo del gradiente altitudinal de Belén.....	198
Tabla 73. Número de especies, individuos y especies únicas de anfibios a lo largo del gradiente altitudinal de Belén.....	198
Tabla 74. Especies compartidas de anfibios a lo largo del gradiente altitudinal de Belén.	199
Tabla 75. Índices de equidad de Shannon y dominancia de Simpson para las estaciones del gradiente altitudinal de Belén.....	200
Tabla 76. Índices de Jaccard y Bray-Curtis para evaluar la diversidad beta de las cinco estaciones a lo largo del gradiente altitudinal de Belén.....	201
Tabla 77. Representatividad del muestreo para las estaciones del transecto cuatro, en el municipio de Belén, Boyacá. Los valores observados se compararon con los estimadores Singletones, ACE, Chao 1 y Bootstrap.....	203
Tabla 78. Índice de complementariedad de especies entre las estaciones del transecto cuatro, Belén, Boyacá, de acuerdo a Villareal <i>et al.</i> (2006).	208
Tabla 79. Localización de las estaciones evaluadas en el transecto cinco.....	211
Tabla 80. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación uno.....	211
Tabla 81. Géneros con la mayor riqueza de especies de la estación dos.....	212
Tabla 82. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación dos.....	214
Tabla 83. Géneros con la mayor riqueza de especies de la estación dos.....	215
Tabla 84. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación tres.....	217
Tabla 85. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación cuatro.....	219
Tabla 86. Riqueza florística por estaciones del transecto cinco.....	222
Tabla 87. Número de especies exclusivas y compartidas entre las estaciones del transecto cinco.....	222
Tabla 88. Índices de diversidad alfa calculados por estación, para el transecto cinco.....	225

Tabla 89. Valores encontrados por estación para los estimadores de Chao 2 y Bootstrap, en el transecto cinco.	225
Tabla 90. Índice de Whittaker calculado entre las estaciones del transecto cinco.	227
Tabla 91. Riqueza, abundancia y diversidad (Shannon-Wiener) por estación de muestreo para el orden Araneae, familia Carabidae y Scarabaeidae en el transecto Duitama.	233
Tabla 92. Porcentajes de complementariedad para el orden Araneae, familias Carabidae y Scarabaeidae presentes en las estaciones del transecto Duitama.	234
Tabla 93. Abundancia y presencia de las especies de anfibios a lo largo del gradiente altitudinal de Rusia-Virolín.	239
Tabla 94. Número de especies, individuos y especies únicas de anfibios a lo largo del gradiente altitudinal Rusia-Virolín.	239
Tabla 95. Especies compartidas de anfibios a lo largo del gradiente altitudinal de Rusia-Virolín.	240
Tabla 96. Índices de equidad de Shannon y dominancia de Simpson para las estaciones del gradiente altitudinal de Rusia-Virolín.	242
Tabla 97. Índices Jaccard para evaluar la diversidad beta de las cuatro estaciones a lo largo del gradiente altitudinal de Rusia-Virolín.	243
Tabla 98. Índice de Bray-Curtis para evaluar la diversidad beta de las cuatro estaciones a lo largo del gradiente altitudinal de Rusia-Virolín.	243
Tabla 99. Porcentaje de complementariedad para las cuatro estaciones del gradiente altitudinal La Rusia-Virolín.	245
Tabla 100. Representatividad del muestreo para las estaciones del transecto cinco, en el municipio de Duitama, Boyacá. Los valores observados se compararon con los estimadores Singletons, ACE y Chao 1.	247
Tabla 101. Índice de complementariedad de especies entre las estaciones del del transecto 10 La Rusia-Virolín, a partir de Villareal <i>et al.</i> (2006).	252
Tabla 102. Localización de las estaciones evaluadas en el transecto seis.	255
Tabla 103. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación uno.	256
Tabla 104. Géneros con la mayor riqueza de especies de la estación uno.	257
Tabla 105. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación dos.	259
Tabla 106. Géneros con la mayor riqueza de especies de la estación dos.	260
Tabla 107. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación tres.	262
Tabla 108. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación cuatro.	264
Tabla 109. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación cinco.	266
Tabla 110. Riqueza florística por estaciones del transecto seis.	268
Tabla 111. Número de especies exclusivas y compartidas entre las estaciones del transecto cuatro.	269
Tabla 112. Índices de diversidad alfa calculados por estación, para el transecto seis.	271
Tabla 113. Valores encontrados por estación para los estimadores de Chao 2 y Bootstrap, en el transecto seis.	271
Tabla 114. Índice de Whittaker calculado entre las estaciones del transecto seis.	273
Tabla 115. Riqueza, abundancia y diversidad (Shannon-Wiener) por estación de muestreo para el orden Araneae, familia Carabidae y Scarabaeidae en el transecto Ranchería (Paipa).	282

Tabla 116. Porcentaje de complementariedad para orden Araneae, familia Carabidae y Scarabaeidae presentes en las estaciones del transecto Ranchería (Paipa).....	283
Tabla 117. Representatividad del muestreo e índices de diversidad para las estaciones del transecto 6, en el municipio de Paipa, Boyacá. Los valores observados se compararon con los estimadores Singletons, ACE, Chao 1 y Bootstrap.....	289
Tabla 118. Índice de complementariedad de especies entre las estaciones del transecto 6, Paipa, Boyacá, de acuerdo a Villareal <i>et al.</i> (2006).	294

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Distribución de las especies por estaciones en el transecto uno, Cerinza.	311
Anexo 2. Distribución de las especies por estaciones en el transecto dos, Tipacoque.....	314
Anexo 3. Distribución de las especies por estaciones en el transecto tres, Onzaga	318
Anexo 4. Distribución de las especies por estaciones en el transecto cuatro, Belén.....	321
Anexo 5. Distribución de las especies por estaciones en el transecto cinco, Virolín-La Rusia.	326
Anexo 6. Distribución de las especies por estaciones en el transecto seis, Ranchería.....	330
Anexo 7. Familias colectadas en el complejo de páramos Guantiva-La Rusia.	334
Anexo 8. Abundancias relativas por morfotipos presentes en el transecto Cerinza.	336
Anexo 9. Abundancias relativas por morfotipos presentes en el transecto Ranchería.....	337
Anexo 10. Abundancias relativas por morfotipos presentes en el transecto Tipacoque... 338	
Anexo 11. Abundancias relativas por morfotipos presentes en el transecto Onzaga.	339
Anexo 12. Abundancias relativas por morfotipos presentes en el transecto Belén.	340
Anexo 13. Abundancias relativas por morfotipos presentes en el transecto Rusia-Virolin.	341
Anexo 14. Lista de morfotipos presentes en cada una de las estaciones del transecto Cerinza.	342
Anexo 15. Lista de morfotipos presentes en cada una de las estaciones del transecto Ranchería	343
Anexo 16. Lista de morfotipos presentes en cada una de las estaciones del transecto Tipacoque.....	345
Anexo 17. Lista de morfotipos presentes en cada una de las estaciones del transecto Onzaga.	347
Anexo 18. Lista de morfotipos presentes en cada una de las estaciones del transecto Belén.	348
Anexo 19. Lista de morfotipos presentes en cada una de las estaciones del transecto Virolin-Rusia.	350
Anexo 20. Lista de especies del transecto 1, localizado en el municipio de Cerinza, Boyacá. Se detalla el gremio trófico, endemismo, migración, categoría de amenaza y estación en la que se registró.....	351
Anexo 21. Lista de especies del transecto 6, localizado en el municipio de Paipa, Boyacá. Se detalla el gremio trófico, endemismo, migración, categoría de amenaza y estación en la que se registró.....	353
Anexo 22. Lista de especies del transecto 2, localizado en el municipio de Tipacoque, Boyacá. Se detalla el gremio trófico, endemismo, migración, categoría de amenaza y estación en la que se registró.....	354
Anexo 23. Lista de especies del transecto 8, localizado en el municipio de Onzaga, Santander. Se detalla el gremio trófico, endemismo, migración, categoría de amenaza y estación en la que se registró.....	356



Anexo 24. Lista de especies del transecto 9, localizado en el municipio de Belén, Boyacá. Se detalla el gremio trófico, endemismo, migración, categoría de amenaza y estación en la que se registró..... 359

Anexo 25. Lista de especies del transecto 10, localizado en el municipio de Rusia-Virolín, Boyacá. Se detalla el gremio trófico, endemismo, migración, categoría de amenaza y estación en la que se registró..... 361

RESUMEN

Se desarrollo un trabajo enfocado al estudio de la flora y la fauna del complejo Guantiva-La Rusia, comprendiendo los flancos oriental y occidental, así como el sector húmedo y seco del mismo, de tal manera que, permitiera establecer el rango de inicio de la zona de transición para las coberturas bosque a páramo.

Este complejo comprende áreas de Boyacá y Santander, y que debido a los procesos de transformación, es un área con alto grado de cambio en sus coberturas vegetales. Lo cual ha llevado a la pérdida de diversidad con las principales afectaciones que son la minería, agricultura (monocultivo de papa), y ganadería, conllevando a procesos de tala y generando grandes extensiones de potreros.

Que en el cambio de bosque a páramo, se establece en el área de transición como la combinación de elementos de estas dos formaciones, y ha implicado la migración de elementos del bosque hacia el páramo y viceversa; así mismo, esta área se ha convertido en el más diverso por tal combinación de los elementos florísticos y/o faunísticos de tales. Que el área de transición debe protegerse porque es una respuesta estratégica del ambiente a los cambios de coberturas por acción humana y las consecuencias que estas transformaciones han conllevado.

También, la humedad es un factor fundamental en la distribución altitudinal de las coberturas, donde tal condición, permite que el bosque ascienda más altitudinalmente que el flanco seco del complejo Guantiva-La Rusia. Toda la información puede ser identificable a lo largo de este documento.

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas de páramo se consideran únicos, además de la vegetación que los caracteriza, por que poseen condiciones climáticas, de suelos y de altitud que los diferencian los hacen a ellos conjuntos de condiciones ambientales singulares. Además de su alta diversidad de especies y hábitats, los páramos ofrecen importantes servicios ecosistémicos que son fundamentales para el bienestar de todos los colombianos. Con frecuencia es muy difícil establecer el límite original entre páramo y bosque, ya que en muchas partes el bosque de las zonas altas ha desaparecido por la acción del hombre. En estas áreas se presenta el fenómeno de “paramización”, es decir, el descenso de la vegetación con especies de páramo, reemplazando al bosque nativo. Este fenómeno, que puede presentarse incluso en una altitud de ~3000 m, tiene relación con el lento crecimiento de las especies leñosas en estas altitudes, mientras que las especies de vegetación abierta se establecen mucho más rápido. Existe también una vegetación de páramo azonal (o extrazonal), en sitios que se ubican por debajo del propio límite altitudinal del bosque, en el fondo de valles donde se presenta inversión de temperaturas, o en lugares pantanosos o con suelos rocosos (Morales *et al.* 2007).

Actualmente, la minería, la transformación para la producción agrícola-ganadera y la extensión de la ocupación humana, amenazan de forma dramática la región, su biota y sus recursos hídricos (Caro 2010, Redford 1997, Rangel-Ch. 2000, Rueda-Almonacid *et al.* 2004). La rápida transformación de los ecosistemas naturales originados por actividades humanas, genera la extinción masiva y acelerada de especies, además de poner en riesgo la funcionalidad y estabilidad de todos los ecosistemas del planeta (Ehrlich & Ehrlich 1981). Por esta razón, en este estudio se seleccionaron los grupos de plantas (vasculares y no vasculares), aves, anfibios y edafofauna epígea como elementos bioindicadores del estado de conservación y de los procesos de transformación que se presentan en el gradiente altitudinal, con el fin de generar bases científicas que permitan conocer el estado actual de cada cobertura vegetal y de esta forma, facilite la delimitación de la franja de transición entre el ecosistema de páramo y el de bosque.

Para esto es importante comprender que en todo ecosistema la flora y fauna juega un papel fundamental, porque se integran de forma dinámica al ambiente en la cadena trófica, representando un reservorio genético y mantiene el equilibrio ecológico (CI 2007, Ruiz-Pérez *et al.* 2007, Valencia-Aguilar *et al.* 2010).

La diversidad de fauna es uno de los indicadores del funcionamiento de un ecosistema, reacciona ante los cambios de forma dinámica y establece el equilibrio que el hábitat les permite en ese momento y lugar (Krebs 1985, Navas 1999). El estudio de la diversidad de especies de fauna aporta conocimientos sobre la composición, estructura y función de un ambiente dado. En especial los artrópodos terrestres han sido reconocidos recientemente, como eficientes indicadores del funcionamiento de los ecosistemas, y de allí su utilidad en programas de

inventarios de biodiversidad o evaluación de recuperación de áreas degradadas (King *et al.* 1998, Kremen *et al.* 1993, Longcore 1999).

El uso de los organismos como bioindicadores ha tenido un gran éxito en diversos escenarios. Coleópteros y arañas, han sido utilizados en diversas regiones del trópico tanto como indicadores de biodiversidad como de cambio ambiental. Estos grupos son elementos importantes en los ecosistemas de alta montaña, ya que intervienen activamente en procesos de degradación del material orgánico, además de ser buenos indicadores de la calidad del suelo y de cambios en los ambientes (Amat 1991, Amat & Vargas 1991, Navarrete-Heredia *et al.* 2002, Martínez 2005, Moret 2005, Díaz *et al.* 2007, Fernández & Sharkey 2006). En el presente estudio se pretendió tomar como punto de trabajo el complejo de Páramos Guantiva-La Rusia, con el fin de identificar cambios en la franja de transición entre el bosque altoandino y páramo teniendo como parte de referencia la composición y estructura de la flora (vascular y no vascular), aves, anfibios y la edafofauna epígea (orden Araneae, familia Carabidae y Scarabaeidae) presente en el área de interés dentro de un gradiente de condiciones ecológicas relacionadas con la altitud.

ANTECEDENTES

Flora

Según mapas de delimitación de páramos de Colombia (escala 1:100000), Guantiva La Rusia es uno de los cinco complejos de páramos distribuidos en el distrito de páramos del departamento de Boyacá (junto con Cocuy, Pisba, Tota-Bijagual-Mamapacha e Iguaque-Merchan), se distribuye en el flanco Occidental de la cordillera Oriental con elevaciones entre 3.100 y 4.280 m de elevación; las zonas limítrofes al nororiente son el páramo de Merchan e Iguaque hasta las estribaciones del cañón del río Chicamocha con los municipios de Onzaga (Santander) y Tipacoque (Boyacá) (Morales et al., 2007).

Según zonificación ambiental, el complejo Guantiva La Rusia cuenta con áreas para conservación con coberturas de páramos, subpáramos y bosques altoandinos. El bosque altoandino se distribuye aproximadamente entre los 3.200 a 3.600 m y está representado por una fisionomía arbórea y arbustiva conformada por especies como: *Polylepis quadrijuga*, *Escallonia myrtilloides*, *Clusia multiflora*, *Weinmannia* sp., *Miconia* sp., *Ageratina fastigiata*, otras; la vegetación de páramo y subpáramo (3.600 a 4.200 msnm) con elementos florísticos herbáceos, arbustivos y en roseta dominado por *Hypericum myricariifolium* y *Pentacalia* sp., *Chusquea tessellata*, *Calamagrostis effusa*, *Agrostis* sp., *Espeletia*, *Espeletopsis*, *Puya* y *Paepalanthus*, que en algunos casos presentan distribución restringida (Morales et al., 2007).

Las investigaciones realizadas para la zona de influencia directa del complejo se centran en la identificación de características estructurales, de composición y taxonomía de grupos biológicos bioindicadores del grado de conservación de páramo y bosque.

Galindo et al., (2003) evaluaron la estructura y composición florística de cuatro bosques altoandinos del Santuario de Fauna y Flora Guanentá-Alto Río Fonce, importante reserva forestal por contener bosque nublados de montaña en buen estado que se extienden como cordón de vegetación hasta los bosques de Onzaga (Santander) en el flanco occidental. En esta investigación la riqueza de familias disminuyó con la elevación, el mayor número de familias se registró en alturas de 2400 m, con menor riqueza en los 3100 m (40-28-24-23 familias).

En alturas de 2400 domina *Quercus humboldtii* (49% y 69%), mientras que en alturas superiores a 2800 m la dominancia se hace heterogénea con *Graffenrieda uribeu*, *Centronia dichromantha*, *Clusia elliptica*, *Ladenbergia macrocarpa*, *Ocotea calophylla*, *Clethra lanata*, *Paragynoxys neodendroides* y *Clusia* aff. *elliptica*. Las familias más dominantes fueron *Fagaceae*, *Rubiaceae*, *Melastomataceae*, *Clusiaceae*, *Asteraceae* y *Lauraceae*.

Gil-Novoa y Morales-Puentes (2014), en el Parque Natural Municipal Robledales de Tipacoque (Boyacá), evaluaron la brioflora asociado a *Quercus humboldtii* en diferentes estratos (base, tronco, dosel interno, dosel medio y dosel externo). La riqueza florística de esta investigación determinó una mayor diversidad en los estratos inferiores (Base y tronco) mientras el dosel fue el menos diverso. Esta

patrón está asociado a condiciones microclimáticas que los estratos presentan, con mayor humedad absoluta, mayor sombra y menor radiación solar. Este patrón de distribución determinó especie hombrófilas y heliofilas y asoció a los forofitos evaluados como potenciales indicadores de conservación de epífitas vasculares.

Valencia et al., (2013), evaluaron los procesos que controlan los cambios en la composición de especies en el páramo de la Rusia, afectado por perturbaciones humanas en décadas. Los resultados muestran que la riqueza de especies exóticas y nativas evidencia diferencias significativas con la altitud, con las condiciones de suelo y con la historia de uso humano, son especies dominantes asociadas a zonas de páramo y subpáramo que no parecen estar distribuidos formando un cordón de vegetación, sino un mosaico de parches determinado por la altitud e historia de uso ocupación del suelo.

Según documento técnico para el municipio de Duitama, el Plan de Ordenamiento Territorial (POT Duitama, 2009) establece áreas de especial importancia en las que se encuentran las áreas de páramo, de amortiguación y de bosque protector, de ellos se destacan inventarios florística en particular para las zonas de páramo y los bosques de *Quercus humboldtii* y *Polylepis quadrijuga*, especies de importancia ecológica y de conservación.

Según Plan de Manejo Ambiental del Santuario de Fauna y Flora Guanentá alto río Fonce (Palacios et al., 2005) esta área protegida cuenta con coberturas de bosque altoandino (2300-2500 hasta 3300-3550 m de altitud) fisionómicamente dominada por especies arbóreas entre 15-18 m y 25-30 m; por encima de este rango el santuario presenta coberturas de páramo dominado por especies herbáceas, (gramíneas), arbustillos plantas en roseta y caulirrósulas (*Espeletia*).

En el SFF Guanenta son abundantes las palmas y helechos arborescentes, además de musgos, hepáticas, líquenes y hongos con gran diversidad de especies epífitas. Especies representativas del bosque altoandino son: *Weinmania rollottii*, *W. fagaroides* y *W. pinnata*, *Hesperomeles obtusifolia*, *H. goudotiana* y *H. Lanuginosa*. *Befaria aestuans*, *Clethra fimbriata*, *Clusia multiflora*, *Durantha mutisii*, *Eugenia rhopaloides*, *Hedyosmum bomplandianum*, *Macleania rupestris*, *Drymis winteri*, *Diplostephium rosmarinifolium*, *D. floribundum*, *D. phylicoides*, *Gynoxis* sp., *Paragynoxis* sp., *Baccharis prunifolia*, *Vaccinium floribundum*, *V. meridionale*, *Pentacalia vaccinioides*, *Gaultheria* sp, *G. anastomosans*, *Myrcianthes ternifolia*, *Myrsine dependens*, *R. ferruginea*, *Escallonia myrtilloides*, *Vallea stipularis*, *Miconia parvifolia*, *M. ligustrina*, *M. salicifolia*, *Hypericum goyanesii*, *H. lycopodioides*, *H. laricifolium* y *Ageratina tinifolium*.

Según García (2005) en el complejo de páramo Guantiva La Rusia se distribuyen especies de frailejón endémicos y con categoría de peligro de extinción. Caso particular *Espeletia paipana*, categorizada en peligro crítico (EN), con área de distribución potencial y extensión de presencia inferior a una hectárea, restringida a los municipios de Paipa y Sotaquirá (Díaz-Piedrahita et al., 2001; 2006, Morales-Puentes et al., 2011).

Fauna

Los estudios de fauna para el complejo Guantiva La Rusia se limitan a los realizados por Acosta-Galvis (2000), Lynch & Suárez (2002) y Rueda et al., (2004) para el grupo de anfibios; estas investigaciones generaron registros de distribución y diversidad por franjas de vegetación (incluidas páramo y bosque altoandino), a su vez, evaluaron categorías de peligro de extinción y estado de conservación de especies de anuros representativos de Colombia.

De estudios realizados para el grupo de aves se destacan los realizados por Gutiérrez (2007), Ortiz & Umba (2008), Meneses & Gonzales (2008), Sáenz-Jiménez (2010), Meneses & Herrera-Martínez (2013) cuyos resultados arrojan información sobre diversidad, relación planta animal y registros de distribución de especies endémicas.

Sáenz-Jiménez (2010), registraron para Guantiva - La Rusia - Iguaque, un total de 256 especies de aves, distribuidas en 164 géneros y 37 familias; Thraupidae (40), Tyrannidae (32), Trochilidae (29) y Furnaridae (22) fueron las más ricas en especies; esta investigación reportó especies de aves con categoría de peligro de extinción: *Macroagelaius subalaris*, *Odontophorus strophium* (En Peligro, EN), *Coeligena prunellei*, *Dendroica cerúlea*, *Hapalopsittaca amazonina amazonina* y *Odontophorus atrifrons variegatus* (Vulnerable, VU); *Aburria aburri* y *Eriocnemis cupreiventris* (Casi Amenazadas, NT) y especies endémicas para Colombia como: *Amazilia cyanifrons*, *Coeligena prunellei*, *Odontophorus strophium*, *Macroagelaius subalaris* y *Synallaxis subpudica*.

Meneses & Herrera-Martínez (2013) en bosque de *Polylepis quadrijuga* registraron una riqueza de aves conformada por 34 especies, en 29 géneros y 13 familias. Del total de familias Trochilidae y Emberizidae son las más ricas con ocho y tres especies respectivamente.

La investigación realizada por Amat-García et al. (1997), Medina et al. (2001) determinan los patrones de distribución de escarabajos Coprofagos (Coleoptera: Scarabaeidae) para Colombia, particularmente en la cordillera Oriental colombiana en relictos del bosque altoandino. González-A et al. (2009) dilucidó caracteres taxonómicos en los géneros *Deltochilum*, *Calhyboma*, *Hybomidium* y *Telhyboma* e identificó nuevas especies para la ciencia. Ortiz & Fernández (2011) elaboraron un libro ilustrado para la determinación de especies del género *Dolichoderus* (Formicidae: Dolichoderinae) en Colombia incluida la sinopsis de las especies, distribución y la descripción de una nueva especie.

EQUIPO DE TRABAJO

GRUPO DE INVESTIGACIÓN SISTEMÁTICA BIOLÓGICA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

MARÍA EUGENIA MORALES-PUENTES, Lic. Biología, MSc-PhD, trabajo en en vasculares y avasculares, coordinadora del convenio e investigador principal, trabajo de campo, laboratorio, análisis de información y manuscritos.

CARLOS NELSON DÍAZ PÉREZ, Biólogo, MSc, trabajo en vasculares y avasculares, investigador principal, trabajo de campo, laboratorio, análisis de información y manuscritos.

PABLO ANDRÉS GIL LEGUIZAMÓN, Biólogo, (c) MSc, trabajo en vasculares y coinvestigador, trabajo de campo, laboratorio, cartografía, análisis de información y manuscritos.

EDNA CAROLINA SÁNCHEZ, Bióloga, (est) MSc, trabajo en vasculares y coinvestigador, trabajo de campo, laboratorio, manejo de base de datos, y análisis de información.

JORGE ENRIQUE GIL NOVOA, Biólogo, (c) MSc, trabajo en avasculares y vasculares coinvestigador, trabajo de campo, laboratorio, análisis de información, base de datos, manuscritos y fotografías.

MANUEL DAVID CORTES, Biólogo, MSc, trabajo en avasculares, coinvestigador, trabajo de campo y laboratorio.

VIVIANA MARITZA ALVARADO FAJARDO, Bióloga, (est) MSc, trabajo en vasculares y auxiliar de investigación, trabajo de campo, laboratorio, manejo de base de datos y elaboración de perfiles de vegetación.

NAISLA TATIANA MANRIQUE VALDERRAMA, Bióloga, trabajo en vasculares y auxiliar de investigación, trabajo de campo, laboratorio y elaboración de perfiles de vegetación.

WILLIAM JAVIER BRAVO, Biólogo, trabajo en vasculares y auxiliar de investigación, trabajo de campo, laboratorio, manejo de colecciones de tejidos vegetales y fotografías.

NOHORA ALBA CAMARGO, Est. Biología, trabajo en vasculares, auxiliar de investigación, trabajo de campo, laboratorio y base de datos.

JEISON ADRIAN OLAYA, Est. Biología, trabajo en vasculares, auxiliar de investigación, trabajo de campo, laboratorio y elaboración de perfiles de vegetación.

DIEGO ANDRÉS MORENO GAONA, Biólogo, trabajo en avasculares auxiliar de investigación, trabajo de campo, laboratorio, análisis de información, apoyo en el manuscrito y fotografías.

XIOMARA VILLALBA CARMONA, Bióloga, trabajo en funcional, auxiliar de investigación, trabajo de campo, laboratorio, base de datos de funcional, colección de funcional y elaboración de perfiles de vegetación.

DAVID RICARDO HERNÁNDEZ, Biólogo, (est) MSc, trabajo en funcional, auxiliar de investigación, trabajo de campo, laboratorio, base de datos de funcional, colección de funcional y elaboración de perfiles de vegetación.

LIA ESPERANZA CUTA, Est. Biología, trabajo en avasculares, auxiliar de investigación, trabajo de campo y laboratorio.

MARTHA FABIOLA MARTÍNEZ, Lic. Biología, (est) MSc, trabajo en avasculares, auxiliar

de investigación, trabajo de laboratorio.

WILDERSON ALFONSO MEDINA, Biólogo, trabajo en Avifauna, coinvestigador, trabajo de campo, laboratorio, base de datos y manuscrito.

SEBASTIAN CAMILO PÉREZ, Biólogo, trabajo en Avifauna, coinvestigador, trabajo de campo, laboratorio, base de datos y manuscrito.

JAVIER ANDRÉS MUÑOZ, Biólogo, (est) MSc, trabajo en Herpetofauna, coinvestigador, trabajo de campo, laboratorio, base de datos y manuscrito.

CAMILO ANDRÉS GÓMEZ, Biólogo, trabajo en Herpetofauna, coinvestigador, trabajo de campo, laboratorio, base de datos y manuscrito.

FREDY MOLANO RENDÓN, Biólogo, MSc-(c) PhD, trabajo en Entomofauna, investigador y laboratorio.

MARÍA ISABEL CASTRO VARGAS, Bióloga, trabajo en Entomofauna, coinvestigadora, trabajo de campo y laboratorio, manejo de base de datos y colección.

PATRICIA MONGRAGÓN, Bióloga, trabajo en Entomofauna, coinvestigadora, trabajo de campo y laboratorio, manejo de base de datos y colección.

JESSICA BARRERA, Bióloga, trabajo en Entomofauna, auxiliar de investigación, trabajo de campo y laboratorio, manejo de base de datos y colección.

OSCAR FELIPE MORENO MANCILLA, Biólogo, trabajo en Entomofauna y Avifauna, auxiliar de campo.

CLAUDIA ESPERANZA HERNANDEZ RUIZ, Est. Biología, trabajo en funcional, auxiliar de investigación, trabajo de campo, laboratorio, base de datos de funcional y colección de funcional.

JUAN CARLOS ZABALA RIVERA, Biólogo, (est) MSc, trabajo en vasculares y coinvestigador, trabajo de campo y laboratorio.

OSCAR EDUARDO GARZÓN, Est. Biología, trabajo en funcional, auxiliar de investigación, trabajo de campo, laboratorio, base de datos de funcional y colección de funcional.

NATALY POVEDA, Bióloga, Auxiliar en base de datos.

STEFANNY PORRAS LÓPEZ, Bióloga (est) MSc, Auxiliar de campo.

GENERALIDADES DEL COMPLEJO DE PÁRAMO

Según Morales *et al.* (2007) el complejo Guantiva-La Rusia se encuentra ubicado en el flanco occidental de la cordillera Oriental, entre los departamentos de Boyacá y Santander, con una extensión de 100.262 ha. Se extiende desde el nororiente del Santuario de Fauna y Flora de Iguaque hasta las estribaciones del cañón del río Chicamocha, entre los 3100 a 4238 m. Forma parte de un corredor extenso de páramo y bosque andino y es considerado como área prioritaria de conservación, debido a los relictos de roble *Quercus humboldtii* y *Colombobalanus excelsa* que se encuentran en el complejo; adicionalmente, según Cuatrecasas (1958), reconoce que en la cordillera Oriental es un área de especiación de frailejones.

Para el complejo Guantiva-La Rusia, predominan los páramos muy húmedos (40.41%), concentrado en los municipios de Paipa, Duitama y Beteitiva, esto debido a que el complejo está influenciado por la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y el movimiento de las corrientes de vientos locales, lo que genera un régimen húmedo, producto de lluvias, originadas por la humedad proveniente del valle del Magdalena, esto para el caso del departamento de Santander. En cambio, para el sector de Boyacá es menos húmedos, ya que está sometida al efecto sobra del valle del Magdalena. El régimen de lluvias es bimodal, con una precipitación máxima entre abril y mayo, y octubre y noviembre.

El complejo tiene importancia hidrológica, pertenece al área hidrográfica de Magdalena-Cauca, donde nacen afluentes del río Chicamocha como el río Susa y río Fonce; además, presenta nacimientos de quebradas, lagunas de origen glaciar como Brava, El Santuario, Redonda, entre otras y da origen a la red hidrológica de la región (Morales *et al.* 2007).

De acuerdo a la zonificación ambiental, los tipos de vegetación que se encuentran en el complejo son bosque altoandino (3200 a 3600 m), forma una franja muy estrecha entre el subpáramo y el bosque andino, caracterizado por especies como *Polylepis quadrijuga*, *Escallonia myrtilloides*, *Clusia multiflora*, *Weinmannia* sp. y *Chusquea tessellata* (en los matorrales del subpáramo). Y el páramo (3600-4200 m), predominado individuos de *Chusquea tessellata*, *Calamagrostis effusa*, *Agrostis* sp. *Espeletia*, *Espeletiopsis*, *Puya* y *Paepalanthus*. Para el año 2002, se registran 578 especies distribuidas en 297 especies, 144 géneros y 51 familias. Uno de los páramos más diversos del complejo en el de La Rusia, ya que representa el 9% de la flora paramuna de angiospermas, 28% de musgos, 24% de líquenes, 11% de helechos y 7% de hepáticas y especies en peligro son *Espeletia arbelaezii*, *E. discoidea*, *E. rositae*, *E. tunjana* y otras especies de los géneros *Espeletia*, *Espeletiopsis* y *Libanothamnus*.

Actualmente, se llevan a cabo proyectos de zonificación para la preservación de áreas de gran importancia como los bosques de roble y páramos, ya que regulan el ciclo hidrológico y el abastecimiento de agua para la población, además existe una franja de bosque alto andino y páramo a lo largo del corredor, de gran interés para la región y para el Sistema de Parques Nacionales (fig. 1).

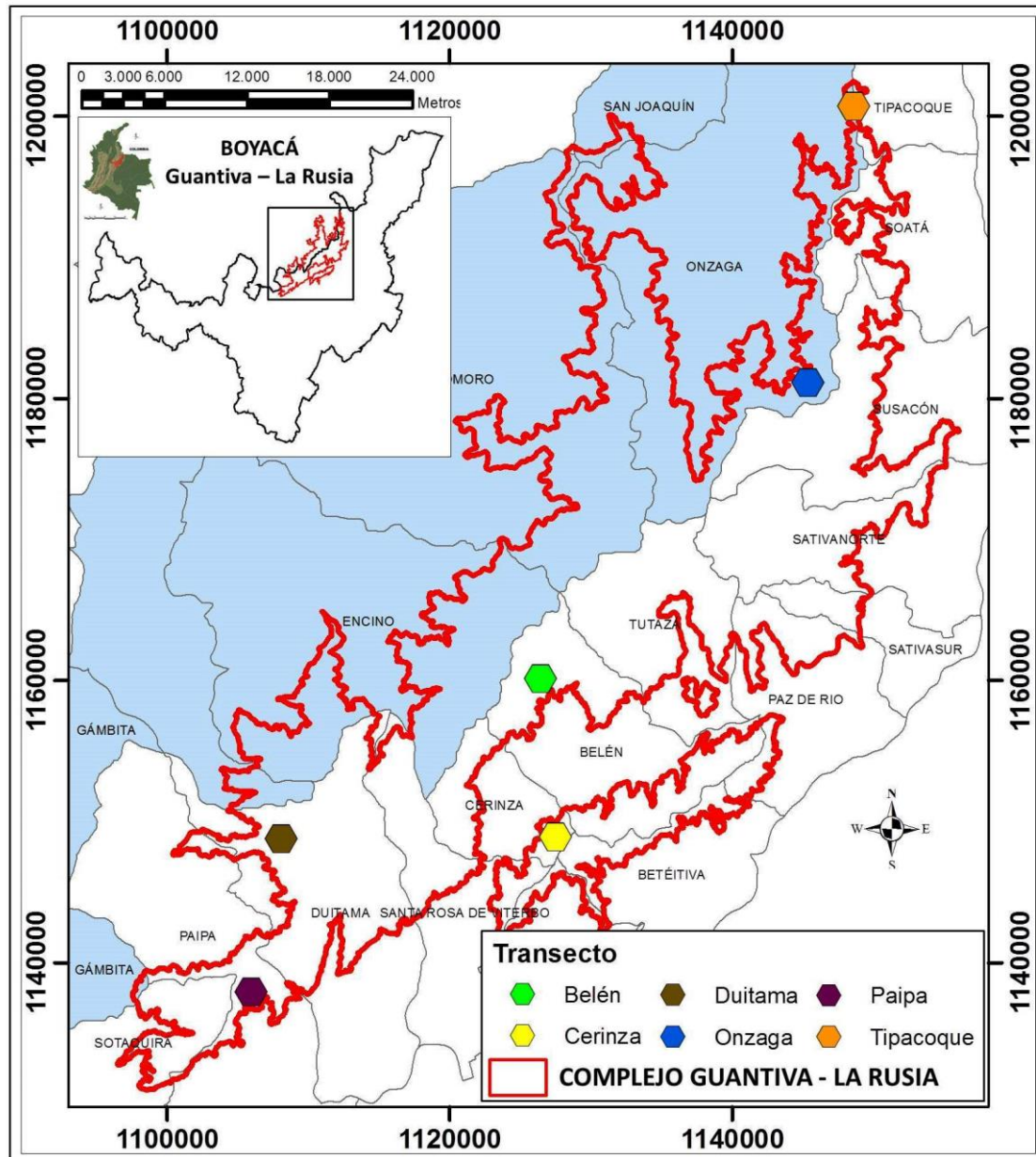


Figura 1. Distribución del Complejo de Páramos Guantiva-La Rusia (Complejo de Páramos Guantiva-La Rusia, Distrito Páramos de Boyacá Sector Cordillera Oriental); los exagonos corresponden a los transectos seleccionados para caracterización.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El estudio fue realizado en seis transectos altitudinales, correspondientes al complejo de páramo Guantiva-La Rusia, en los departamentos de Boyacá y Santander. Estos se definieron a partir de salidas de reconocimiento junto a investigadores del Instituto Alexander von Humboldt y miembros del grupo de investigación Sistemática Biológica de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Se seleccionaron tres transectos en el flanco oriental y tres en el occidental, con el fin de evaluar si la precipitación y humedad relativa influye en el ascenso o descenso de la vegetación de bosque y páramo. Los transectos se realizaron en los municipios de Cerinza, Tipacoque, Onzaga, Belén, Duitama (Virolín-Rusia) y Paipa (Ranchería).

MÉTODOS

VASCULARES

Diseño del muestreo. La presente metodología se realizó siguiendo los parámetros propuestos por Marín (2013) y Salgado et al. (2014) del Instituto Alexander von Humboldt, el cual busca conocer la zona de transición entre el páramo y el bosque.

Se buscaron a lo largo del complejo Guantiva – La Rusia, zonas que presentaran el menor grado de intervención humana, estuvieran distantes de fuentes hídricas y que evidenciara en el gradiente altitudinal una variación de coberturas vegetales (herbazal, arbustal y bosque). La evaluación de la flora en el gradiente recibió el nombre de transecto, los cuales fueron seis a lo largo del complejo; en cada uno se realizaron de cuatro a seis estaciones de muestreo, distanciados altitudinalmente entre 80 y 100 m (Marín 2013). La ubicación de las estaciones se realizó teniendo como referente la cobertura de herbazal (parte alta de la montaña) desde donde se empezó a descender hasta cuando se registró vegetación de bosque.

En cada estación se identificó el tipo de cobertura vegetal dominante (bosque, arbustal y herbazal) y se realizaron tres parcelas separadas a una distancia mayor a 30 m, con características similares de exposición orográfica y ubicación en la subcuenca hidrográfica, con las siguientes especificaciones (fig. 2):

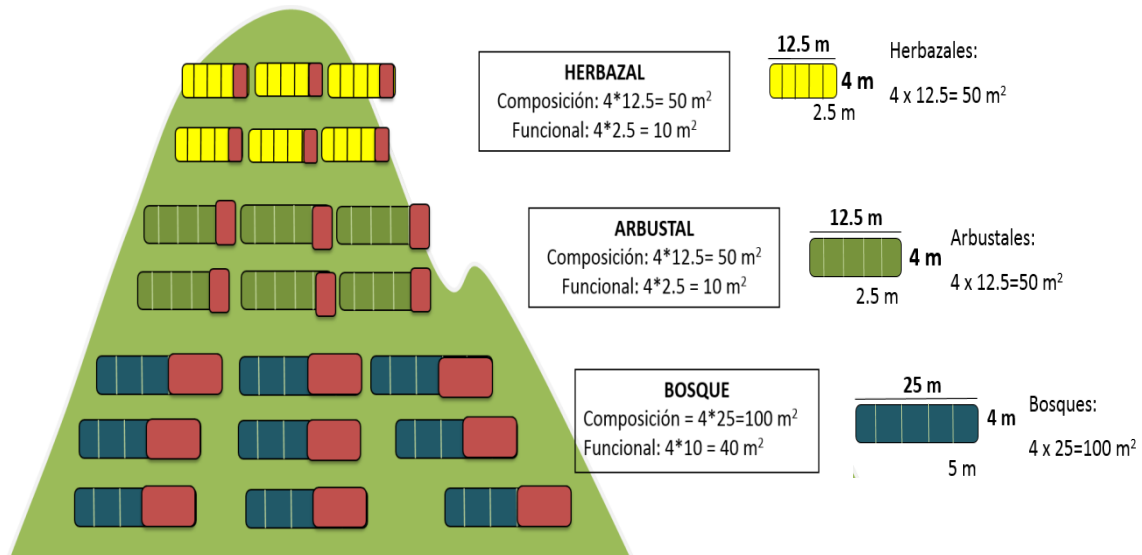


Figura 2. Diseño de muestreo por transecto, el cual consiste en estaciones a diferente altitud y tres parcelas por estación, cuyo tamaño varía según el tipo de cobertura vegetal dominante: bosque, arbustal o herbazal (Modificado de Salgado et al. 2014).

Caracterización florística. Para el muestreo de composición y estructura, en bosque se realizaron parcelas de $4 \times 25 \text{ m}$, divididas en subparcelas de $4 \times 5 \text{ m}$. Para el componente funcional únicamente se muestrearon las primeras dos subparcelas de cada parcela (área total de 40 m^2). En herbazales y arbustales se realizaron parcelas de $4 \times 12.5 \text{ m}$, divididas en subparcelas de $2.5 \times 4 \text{ m}$. Para el componente funcional únicamente se muestreo la primera subparcela de cada parcela, (área total de 10 m^2).

En cada estación de muestreo se registraron datos de localidad (departamento, municipio, vereda, sector) coordenadas geográficas, altitud e inclinación.

Composición y estructura. De cada individuo con un diámetro basal $\geq 2 \text{ cm}$ a 30 cm del suelo, se registró la siguiente información: hábito, altura total, altura a la primera ramificación (para árboles), diámetro del tallo a 30 cm de altura, cobertura de copa y estado fenológico. Para aquellos individuos herbáceos que fueron difíciles de individualizar se registró información sobre: hábito, altura total, cobertura, porcentaje de cobertura respecto a cada subparcela y estado fenológico.

De cada especie botánica se recolectaron de 2 a 3 muestras, preferiblemente con estructuras reproductivas para así favorecer su proceso de determinación.

Determinación del material vegetal. La determinación se realizó en el herbario UPTC, apoyada en información bibliográfica (floras y monografías), colecciones de herbario, bases de datos y corroboración con especialistas.

Análisis de datos. Con los datos registrados en campo se realizó un análisis por estación y uno entre las estaciones dentro del mismo transecto. El primero de ellos presenta la riqueza de familias, géneros y especies, forma de crecimiento dominante según valores de abundancia y cobertura, densidad, índice de valor de importancia y el perfil de vegetación. En el segundo se evalúa la distribución altitudinal de las especies, a partir de una matriz de presencia-ausencia con el fin de establecer especies exclusivas en algún rango altitudinal y especies generalistas de amplia distribución. A su vez, se presentan las formas de crecimiento por estación, con el fin de determinar la estructura y el tipo de cobertura que predomina en cada estación.

Se calcularon los índices de equidad de Shannon-Wiener y dominancia de Simpson, a partir del programa de uso libre PAST (Hammer 2001). A su vez, para cada estación se elaboró la curva de acumulación de especies con el programa estadístico EstimateS 9.1.0, con ella se interpretó el comportamiento de las curvas de especies observadas, frente a los estimadores no paramétricos Chao 2 y Bootstrap; de igual manera, se analizaron los valores de Singletons y Doubletons.

La diversidad beta se calculó a partir de los índices de similaridad de Jaccard, para ello se presenta un dendrograma entre las estaciones, a su vez, se calculó el índice de Whittaker que evalúa la diferenciación de la diversidad o el recambio de especies entre estaciones.

Rasgos funcionales: selección de especies e individuos y toma de datos. En bosques se midió los rasgos funcionales de cinco individuos de cada especie presente en las dos subparcelas de cada parcela, por punto altitudinal y con un DAP >2.5 cm.

En herbazales y arbustales: se midieron los rasgos funcionales únicamente a las especies dominantes (en términos del número de individuos o cobertura). En el arbustal, el criterio fue el número de individuos y en el herbazal y/o coberturas mixtas (con rasantes) el criterio para la selección fue la cobertura. Por especie se escogieron cinco individuos que en lo posible fueran adultos, sanos y sin afectaciones por herbivoría o patógenos (fig. 3).

En las estaciones donde se registraron las especies *Drimys granadensis* y *Espeletia* spp., se hizo colecta de 500 gr de hojas por especie para los análisis químicos (Nitrógeno y Fosforo foliar) que serán realizados en el laboratorio de genética del Instituto Alexander von Humboldt.

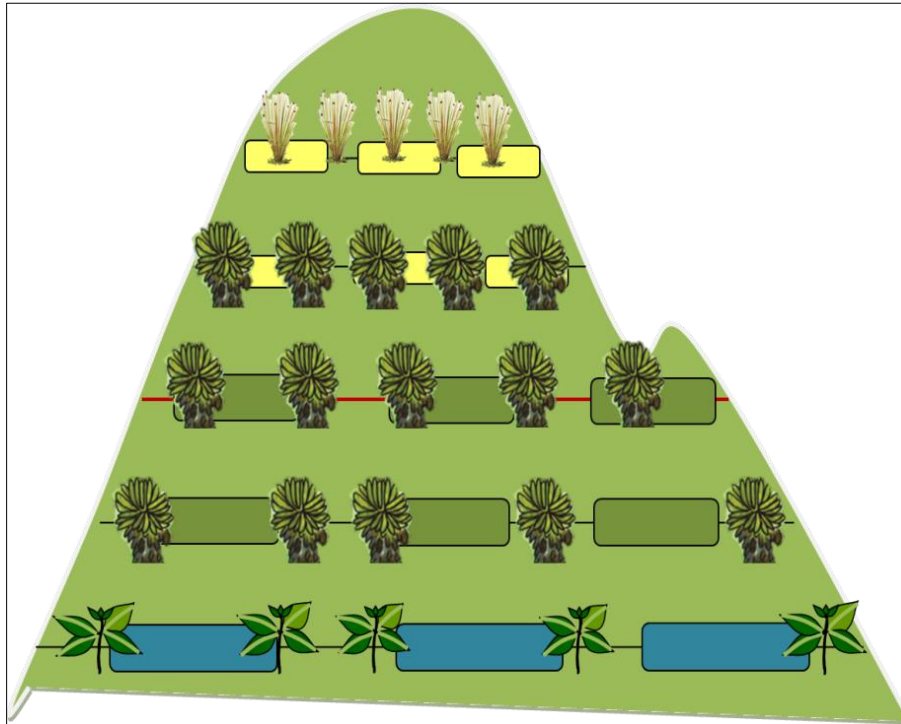


Figura 3. Diseño de muestreo de rasgos funcionales por transecto a diferentes altitudes. Se deben seleccionar 5 individuos (adultos, sanos, bien desarrollados) por especie dentro de cada estación o punto altitudinal, preferiblemente fuera de la parcela. Si la especie es dominante en otra estación o punto altitudinal (como se muestra con el frailejón), se deben seleccionar 5 individuos en esa altitud para la medición de rasgos (tomado de Salgado *et al.* 2014)

Rasgos funcionales de plantas. Se registraron los datos de los rasgos funcionales propuestos por Salgado *et al.* (2014), como forma de crecimiento, altura máxima, área foliar, área foliar específica, contenido foliar de materia seca y densidad de madera.

Esta información se consolidó en la base de datos propuesta por el Instituto Alexander von Humboldt, para que desde allí se realicen los análisis necesarios.

AVASCULARES

Definición de los sitios de muestreo: Se dividió el complejo en seis transectos altitudinales, y en cada uno de ellos se establecieron entre cuatro y cinco parcelas de 12.5x4 m, a partir del límite entre el bosque y el páramo, dependiendo de la disponibilidad de las coberturas vegetales. Para todo el complejo se realizaron 29 estaciones de muestreo.

Recolecta de material vegetal: se realizaron colectas generales de material (briófitas) en las áreas definidas, y en todos los sustratos (rocas, suelo desnudo, hojarasca, epifitos, materia orgánica, árboles y arbustos hasta 2 m de alto)

preferiblemente en estado fértil. Se realizaron registros fotográficos y descripciones de características morfológicas que pueden perderse en el proceso de secado; además, se tomaron datos de la localidad, georeferenciación, número de colección, colectores, fecha y forma de crecimiento.

Determinación del material: se utilizaron claves descriptivas, monografías y floras, y se realizó comparación del material del área de estudio con los depositados en las colecciones de los Herbarios UPTC y la colección virtual del herbario COL; así mismo, en algunos casos se envió material o fotografías de alta resolución a especialistas para confirmar las determinaciones.

Análisis: se hicieron descripciones de la vegetación no vascular y se interpretó su distribución de acuerdo a sus preferencias ecológicas, de tal manera que se pudiera interpretar su ubicación en cada una de las coberturas vegetales. Adicional a esto, se realizó un análisis de Jaccard para cada uno de los transectos, donde se analizó la similaridad en cada una de las estaciones de muestreo.

ENTOMOFAUNA

Diseño del muestreo y recolecta de edafofauna epígea. Se estableció la captura de tres grupos estratégicos: orden Araneae y familia Carabidae y Scarabaeidae. En la primera fase (transectos altitudinales: Cerinza y Ranchería) y con el fin de hacer más efectiva la captura de estos grupos, se utilizaron trampas pitfall con diferentes cebos: pitfall sin cebo (fig. 4A), pitfall con fruta en descomposición (fig. 4B), con atún (fig. 4C) y con excremento humano (fig. 4 D).

Los recipientes se instalaron en dos transectos lineales de 100 m sobre los que se ubicaron en cada uno diez recipientes plásticos separados entre sí por 5 m. Estas trampas se retiraron después de 48 horas de su instalación. Tiempo en el cual se estimó que había una alta representatividad de la fauna de artrópodos epigeos. En cada uno de los transectos lineales se registró una coordenada.



Figura 4. Trampas utilizadas para captura de edafofauna epígea. A. Trampa pitfall. B. Trampa pitfall con fruta en descomposición. C. Trampa pitfall con atún. D. Trampa pitfall con excremento humano.

Para la segunda fase de muestreo (transectos altitudinales: Tipacoque, Onzaga, Belén y Rusia-Virolín) se modificó la metodología teniendo en cuenta la información obtenida en el Taller “Páramos sin límites” y nuestra experiencia con las salidas anteriores. De esta manera se redujo a un transecto lineal con un total de diez trampas y los cebos utilizados fueron atún y excremento humano.

Dentro de los análisis de datos se establecieron:

Composición y estructura de las comunidades. Para determinar la composición de la comunidad de edafofauna epígea de cada uno de los transectos altitudinales a partir de tres grupos estratégicos (Scarabaeidae, Araneae y Carabidae), se evaluó la riqueza o número total de especies encontradas en cada uno de los grupos por estación de muestreo.

Se elaboraron curvas de acumulación de especies utilizando el programa EstimateS 9.1.0, donde se interpretó el comportamiento de las curvas de especies observadas frente a los estimadores no paramétricos Chao 1, Chao 2 y Bootstrap. La efectividad del muestreo se representó como la proporción de especies observadas con respecto a las estimadas por los índices utilizados.

Teniendo en cuenta que los escarabajos coprófagos son atraídos por cebos específicos, se realizaron curvas de acumulación de especies independientes para

este grupo. De esta manera, para la primera fase de muestreo se tuvieron en cuenta los atrayentes de fruta en descomposición y excremento humano; mientras que para la segunda fase únicamente las de excremento humano. Para los otros dos grupos, se tuvieron en cuenta todos los cebos usados en ambas fases.

Se evaluaron aspectos de la estructura de las comunidades de la edafofauna epigea a partir del estimativo del índice de abundancia relativa. También se determinó la equitatividad por medio del índice de Shannon-Wiener (H').

Recambio de especies (diversidad β) y patrones de distribución de la riqueza de especies de edafofauna epigea. Se calculó mediante la complementariedad de especies entre estaciones para cada transecto.

Para identificar la franja de transición entre bosque y páramo, se compararon con respecto a su diversidad beta, las estaciones de muestreo que estaban distribuidas a lo largo del gradiente. Para este fin se realizó un análisis de agrupamiento usando como medida de similitud el índice de Jaccard, a través del programa de libre uso PAST (Hammer *et al.* 2001).

HERPETOFAUNA

Para la búsqueda de anfibios (fig. 5), se realizaron recorridos diurnos y nocturnos utilizando la técnica de búsqueda por encuentro visual (VES) (Crump & Scott 2001) combinada con la técnica de remoción utilizando azadón y rastrillo (Mueses-Cisneros *et al.* 2009). Las mismas técnicas de muestreo se utilizaron en cada una de las estaciones de los transectos definidos para cada complejo, con el objetivo de cubrir todas la coberturas en sus respectivas franjas de transición, método utilizado para registrar cambios en gradientes altitudinales en hábitats heterogéneos (Jaeger 2001, Lovich *et al.* 2012).



Figura 5. Muestreo y toma de datos de herpetofauna. A-B. Selección de áreas dentro y fuera de las coberturas escogidas; C. Muestreo en microhabitats correspondientes a las macollas o dentro de la vegetación; D. Toma de fotografía de los ejemplares muestreados; E-F. Toma de ejemplares en bolsas de plásticos que permita observar todas las caracteres de cada una de ellas; G. Toma de datos de los ejemplares; H. Toma de datos de georeferenciación.

Los muestreos nocturnos se realizaron entre las 18:00 y 22:00 horas mientras los diurnos entre las 9:00-11:00, y las 14:00-18:00 horas. Se hizo énfasis en los muestreos nocturnos, debido a que ofrecen más posibilidades de observar individuos. Además, se realizaron búsquedas en cuerpos de agua y microhábitats, como por ejemplo cerca de quebradas que tuvieran una corriente lenta, pozos, entre colchones de briófitos, macollas, hojarasca, debajo de rocas, entre la necromasa de frailejón, puyas, troncos caídos y en general material orgánico en descomposición.

Toma de datos. Para cada una de las localidades visitadas del complejo se tomaron los siguientes datos:

1. Localidad, 2. Coordenadas geográficas por estación, 3. Altitud, 4. Fotografías, 5. Actividad (diurna o nocturna), 6. Hora del registro, 7. Ambiente terrestre o

acuático, 8. Hábitat (acuático, terrestre, fosorial, arborícola, necromasa y en briófitos) y 9. Microhábitat donde se hizo el registro.

Captura de individuos. Una vez se realizó la toma de datos, cada individuo fue colectado manualmente en bolsas plásticas transparentes, marcadas con su respectivo código y/o serial de la colección. Las bolsas permitieron manejar cada individuo independientemente, lo cual, minimiza el riesgo de transmitir alguna infección entre los mismos.

Los ejemplares colectados se prepararon según lo establecido por Simmons (1987) y Mc Diarmid (2001), lo cual consistió en realizar una inmersión en alcohol al 10%, posteriormente, se fijaron en solución de formol 10% y finalmente depositados en frascos de vidrio con alcohol al 70%.

Rasgos funcionales. Se realizaron registros de microhábitat, hora de actividad y temperatura (individuo y sustrato). Cada individuo fue pesado en vida con una balanza electrónica, y se tomaron datos sobre, longitud rostro-cloaca, ancho de la cabeza, ancho de la boca, largo del antebrazo, longitud de la tibia, longitud del fémur y longitud del pie.

Fase de laboratorio. Identificación de los ejemplares: se realizó en campo en el momento de la captura hasta donde fue posible; posteriormente, se observó el material en laboratorio con ayuda de estereoscopios. Se consultaron las siguientes páginas especializadas:

- Biodiversidad en Colombia <http://www.sibcolombia.net/web/sib/cifras>
- Provee información sobre las especies de reptiles vivientes y su clasificación <http://www.reptile-database.org>
- Colección de Reptiles del Instituto de Ciencias (ICN) de la Universidad Nacional de Colombia <http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/>
- Lista de anfibios de Colombia <http://batracia.com>
- Información sobre disminución, historia natural, conservación y taxonomía <http://www.amphibiaweb.org>
- Museo Americano de Historia Natural – Centro de Biodiversidad y Conservación <http://digitallibrary.amnh.org/dspace/>
- Lista Roja de especies amenazadas <http://www.iucnredlist.org>

Y, colecciones biológicas tales como:

- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) sede Villa de Leyva.
- Instituto de Ciencias Naturales (ICN), en la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá.
- Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). Museo de Historia Natural “Luis Gonzalo Andrade”.

El registro en campo se llevó a cabo mediante el uso de un número serial y una etiqueta con el respectivo número, se fijó a la extremidad posterior izquierda.

Todos los individuos colectados se depositaron en la colección del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) sede Villa de Leyva y en el Museo de Historia Natural “Luis Gonzalo Andrade” de la UPTC.

Análisis de datos. Para la caracterización de la zona de transición, los análisis fueron realizados para cada transecto con sus respectivas estaciones. La composición, la estructura, la representatividad del muestreo, los índices de equidad de Shannon y dominancia de Simpson, los patrones de distribución de la riqueza de especies y el porcentaje de complementariedad se calcularon y graficaron en el programa R versión 3.1.2.

Los índices de diversidad Alfa (Chao2, ICE, Jackknife1, Jackknife2, Bootstrap, Uniques y MM) fueron calculados en el programa EstimateS 9.10 y graficados en el software Statistica versión 7. Para los análisis de diversidad beta a partir de los índices de Jaccard y Bray-Curtis; se generaron dendrogramas que permitieron establecer una relación entre los patrones de composición con respecto al gradiente altitudinal de cada transecto, los cuáles fueron elaborados utilizando el programa PAST (Hammer *et al.* 2001).

AVIFAUNA

Para la caracterización de aves en cada transecto, se hicieron detecciones visuales y auditivas, y capturas con redes de niebla. Las detecciones se hicieron en tres a cinco puntos de conteo por estación, dependiendo de la topografía de los sitios (Ralph *et al.* 1997, Bibby *et al.* 1998, Hill *et al.* 2005), mediante el uso de binoculares (Nikon Monarch) y una grabadora digital (Olympus VN-702PC), con una duración de 15 a 20 minutos por punto. Adicionalmente, se hicieron observaciones *ad libitum* (Ralph *et al.* 1996). Para las capturas se usaron dos grupos de tres redes por estación separadas aproximadamente 100 m entre sí (Villareal *et al.* 2006), para un total de seis redes (cuatro redes de 12x2.5 m y dos redes de 4 x2.5 m), siendo estas revisadas cada 15 a 30 minutos (fig. 6A).

Las aves capturadas fueron procesadas para la obtención de rasgos funcionales; así, se registraron medidas convencionales y se tomaron muestras de tejido de una a dos plumas de la cola, siempre y cuando fuera posible (*e.g.* en el caso de los colibríes, debido a su tamaño, solo fueron tomadas algunas medidas). Finalmente, se hizo registro fotográfico de las aves capturadas (fig. 6B-D). En general, por estación, el muestreo estuvo a cargo de dos investigadores, los cuales durante una jornada de trabajo (05:30-18:00 horas) dividieron el tiempo entre las observaciones y las capturas. El tiempo de muestreo por estación varió entre uno a dos días, para un total de tres a seis días por transecto altitudinal.



Figura 6. Procesamiento de aves capturadas en cada una de las estaciones de los transectos altitudinales en el complejo Guantiva-La Rusia. A. Recuperación del individuo capturado en red; B. Toma de medidas convencionales para el análisis de rasgos funcionales; C. Registro fotográfico de los individuos capturados; D. Reanimación de colibríes debilitados por las capturas (procedimiento ocasional); a los individuos se les ofreció una mezcla de agua y azúcar. Posteriormente, se procedió a la liberación de cada individuo.

Para la identificación de las especies observadas y capturadas, se utilizaron guías de campo especializadas (Hilty & Brown 1986, Restall *et al.* 2007, MacMullan *et al.* 2010). Aquellos especímenes capturados que no lograron sobrevivir, fueron debidamente procesados para la conservación de pieles y la extracción de tejidos internos (Villarreal *et al.* 2006). Los especímenes preparados fueron ingresados a la colección de vertebrados del Instituto Alexander von Humboldt siguiendo los protocolos, y copias de algunos vouchers al Museo de Historia Natural “Luis Gonzalo Andrade” de la UPTC.

Análisis de datos. Para comprobar la representatividad del muestreo se realizaron curvas de acumulación de especies, ya sea usando datos de presencia-ausencia para determinar la eficacia a nivel del complejo, o las abundancias por punto de conteo, para estimar los parámetros por estación, en cada transecto altitudinal. Para tales casos, se corrieron los estimadores Chao 2, Jack 2 y Uniques (presencia-ausencia), y Ace, Chao 1, Bootstrap y Singletons (abundancias). Los análisis fueron hechos mediante el programa EstimateS 7.52, mientras que las curvas fueron obtenidas en Excel (Office 2010).

Diversidad alfa. Para estimar la diversidad local, se organizaron matrices de abundancia por estación, con cada punto de conteo como una réplica y se obtuvieron los índices de dominancia (Simpson, D) y equitatividad (Shannon, H), a través del programa Past v. 1.93 (Hammer *et al.* 2001). Adicionalmente, para

observar el comportamiento de estos parámetros se obtuvieron gráficas de rango-abundancia, que nos muestran el patrón general en composición y estructura de especies por estación (Gardner *et al.* 2007). Estas se construyeron a partir de matrices usando el logaritmo con base 10 de las abundancias relativas y se graficaron en Excel (Office 2010). Para verificar diferencias estadísticas entre valores de diversidad por estación, se hicieron análisis de varianza, con un nivel de confianza del 95%. Sumado a esto, para especificar el punto de diferencia entre estaciones se corrió una prueba de comparaciones múltiple de Tukey y se verificó la homogeneidad en las varianzas de las medias (Zuur 2007). Estos análisis fueron hechos mediante el programa PasW Statistics 18 (SPSS software).

Diversidad beta. Para medir la disimilitud entre estaciones se hicieron análisis de complementariedad a partir del número de especies compartidas sobre el número total de especies por estación por cien (Magurran 2004). Adicionalmente, se construyeron matrices de presencia-ausencia para obtener la similitud entre estaciones. Para esto, se usó el programa Past v. 1.93, y se tuvo en cuenta el estimador Jaccard (Hammer *et al.* 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

TRANSECTO UNO (CERINZA)

Departamento de Boyacá, municipio de Cerinza, vereda Centro Rural. El transecto se localiza en un fragmento aislado del complejo, que corresponde a un relieve montañoso, rodeado de zonas planas, cuyo uso del suelo es la producción de pastos para ganadería multipropósito. Dada tales características topográficas, en esta localidad, los vientos se consideran fuertes y existe alta exposición a la radiación solar, debido a la poca presencia de nubosidad. En este transecto se realizaron cinco estaciones de muestreo, localizadas entre los 2808-3404 m de altitud. En el muestreo realizado se identificaron tipos de vegetación de arbustales y herbazales; no se observó bosque, transformación vinculada a los procesos de intervención humana que esta región ha sufrido. A continuación, se presenta una panorámica del área y una tabla con la información de cada estación evaluada (fig. 7, Tabla 1).



Figura 7. Vista panorámica del área de estudio transecto Cerinza. A. Vista de fondo de la cima que se evaluo; B. Área de matorrales evaluadas; C. Vista de las zonas de valle que rodean el área de estudio; D. Zonas de acacias y eucaliptos como cultivos transforma dos contiguos al área de estudio.

Tabla 1. Localización de las estaciones evaluadas en el transecto uno, Cerinza.

Estación	Parcela	Altitud (m)	Coordenadas N	Coordenadas W	Tipo de vegetación
1	1	2827	5° 56' 44,6"	72° 55' 29,2"	Arbustal
	2	2813	5° 56' 43,1"	72° 55' 30,6"	
	3	2802	5° 56' 41,67"	72° 55' 31,84"	
2	1	2915	5° 56' 35,1"	72° 55' 26,8"	Arbustal
	2	2923	5° 56' 34,5"	72° 55' 28,1"	
	3	2902	5° 56' 36"	72° 55' 25,4"	
3	1	3051	5° 56' 29,4"	72° 55' 20,3"	Arbustal
	2	3045	5° 56' 28,6"	72° 55' 20,4"	
	3	3046	5° 56' 30,8"	72° 55' 20,1"	
4	1	3183	5° 56' 27,5"	72° 55' 13,6"	Herbazal
	2	3192	5° 56' 28,7"	72° 55' 12,6"	
	3	3199	5° 56' 28,9"	72° 55' 12"	
5	1	3332	5° 56' 22,8"	72° 55' 8,3"	Herbazal
	2	3366	5° 56' 22,1"	72° 55' 8,4"	
	3	3347	5° 56' 18,2"	72° 55' 9,5"	

VASCULARES

ANÁLISIS POR ESTACIÓN

ESTACIÓN UNO. Se registran 24 familias, 39 géneros y 50 especies. La familia más diversa es Asteraceae con siete géneros y siete especies, seguido de Melastomataceae (3/5) (Tabla 2). El 53,84% (14) de las familias presentan una sola especie.

Tabla 2. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación uno.

Familia	No. Géneros	No. Especies
Asteraceae	7	7
Melastomataceae	3	5
Polypodiaceae	4	4
Ericaceae	3	3
Aquifoliaceae	1	3
Myrtaceae	1	3
Piperaceae	1	3
Rosaceae	2	2
Rubiaceae	2	2
Alstroemeriaceae	1	2

Los géneros *Ilex*, *Miconia*, *Myrcianthes* y *Peperomia* son los más diversos con tres especies cada uno (Tabla 3). El 82.05% (32) de los géneros presentan una sola especie.

Tabla 3. Géneros con la mayor riqueza de especies de la estación uno.

Género	No. especies
<i>Ilex</i>	3
<i>Miconia</i>	3
<i>Myrcianthes</i>	3
<i>Peperomia</i>	3
<i>Bomarea</i>	2
<i>Morella</i>	2
<i>Smilax</i>	2

Forma de crecimiento. La forma arbórea presenta la mayor abundancia con el 65,27%, dentro de la cual, la categoría de arbustos predominan con el 41,48% del total, seguido de las hierbas con el 25,72%. Los árboles son los menos dominantes con el 1,29%, que corresponde a una sola especie con cuatro individuos (figs. 8 y 9).

Al analizar la forma de crecimiento según los valores de cobertura se registra que la categoría arbolito presenta los mayores valores con el 43,68%, seguido del arbusto con el 41,18%. Lo anterior, permite definir que la fisonomía de la cobertura vegetal que predomina en la estación uno, es de arbustal (individuos entre 1,1 y 3 m de altura) con la presencia de algunos individuos con alturas hasta de 6 m (arbolitos) y abundantes hierbas que no superan el metro de altura. Los árboles se encuentran representados por individuos aislados con copas pequeñas y ralas, lo cual permiten la incidencia de luz directa sobre el suelo.

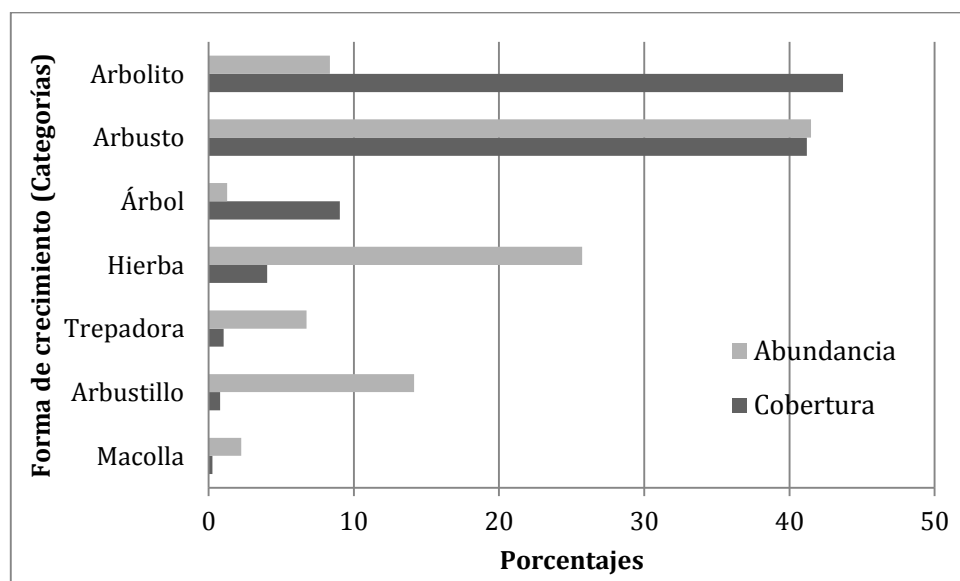


Figura 8. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación uno.

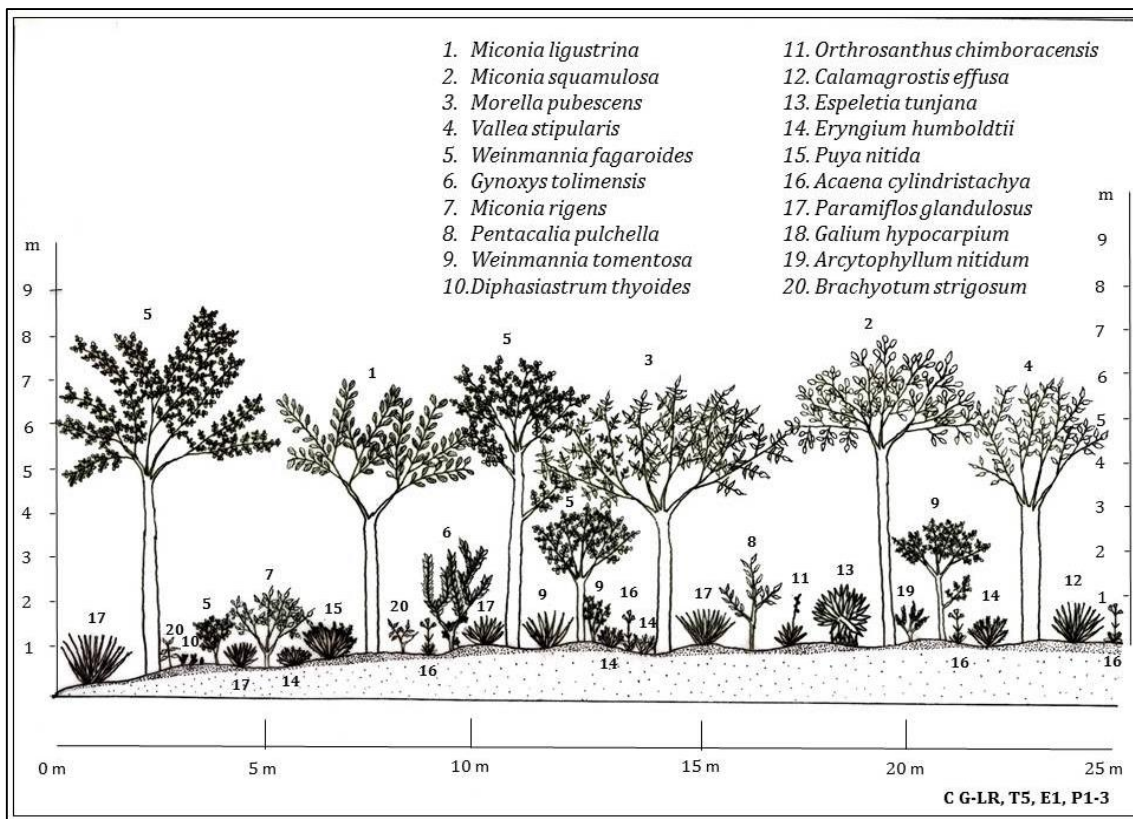


Figura 9. Perfil de vegetación de la estación uno, Cerinza.

Índice de valor de importancia (IVI). Las 10 especies dominantes según este índice, para la estación uno se muestra en la figura 10. Se observa que el atributo que más incide es el área basal, seguido de la abundancia. La mayor dominancia la presenta *Vallea stipularis*, debido a los mayores valores de área basal, a pesar de no ser muy abundante y frecuente. Seguida de *Lepidaploa karstenii* cuya especie fue la más abundante en esta estación.

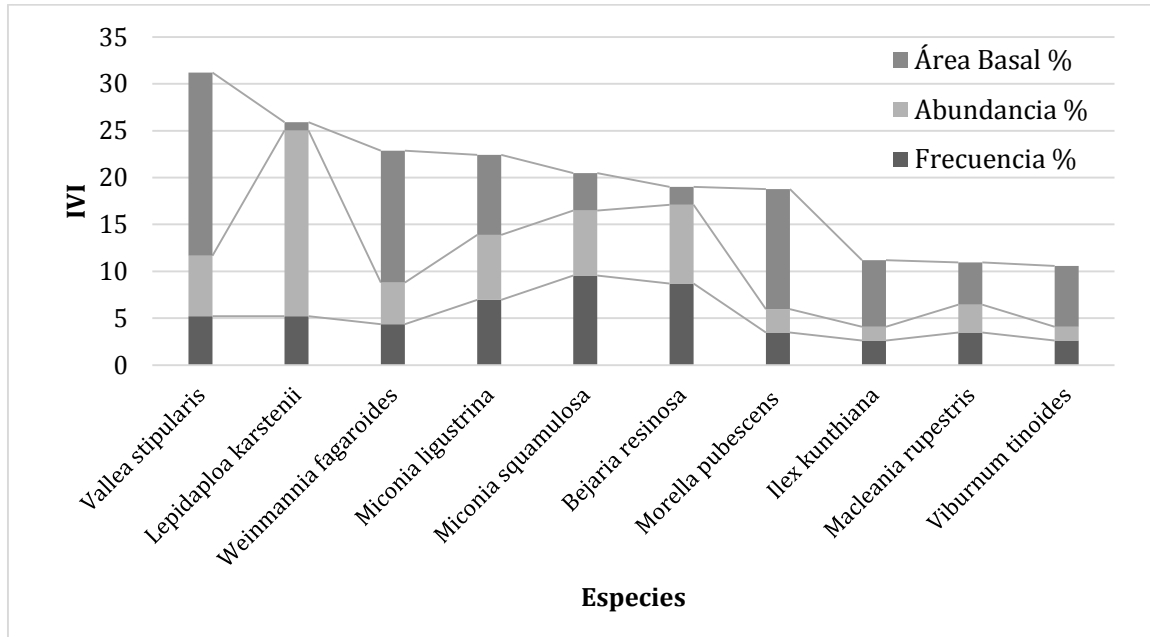


Figura 10. Especies con los mayores valores de IVI en la estación uno.

ESTACIÓN DOS. Se registran 17 familias, 30 géneros y 35 especies. Las familias más diversas son Asteraceae y Ericaceae con cinco géneros y seis especies cada una (Tabla 4), y el 58,82% de las familias presentan una sola especie.

Tabla 4. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación dos.

Familia	No. Géneros	No. Especies
Asteraceae	5	6
Ericaceae	5	6
Lycopodiaceae	3	3
Rubiaceae	3	3
Melastomataceae	2	3
Dennstaedtiaceae	1	2
Myrsinaceae	1	2

La riqueza se precisa en algunos géneros como *Gualtheria*, *Lepidaploa*, *Miconia*, *Myrsine* y *Pteridium* que presentan dos especies cada uno, y el 83,33% (25) de los género restantes con una especie cada uno.

Forma de crecimiento. Las formas leñosas arbóreas presentan la mayor abundancia, con el 90,27%, en el que la categoría arbusto tiene el mayor porcentaje con el 53,70% del total. Seguido están los arbustillos, con el 28,70%, y las hierbas con 8,56% (fig. 11). La categoría de arbusto, presenta también el mayor porcentaje de cobertura, lo cual indica que la cobertura vegetal es dominada por individuos con alturas entre los 1,1 y 3 m, seguido de arbolitos con alturas hasta de 6 m, que no son los más abundantes. Estas condiciones pueden afectar la baja predominancia de hierbas, rosetas y trepadoras. El que los arbustos sean los más

abundantes y presenten la mayor cobertura, corrobora la dominancia de este tipo de vegetación en la estación dos (figs. 12 y 13).

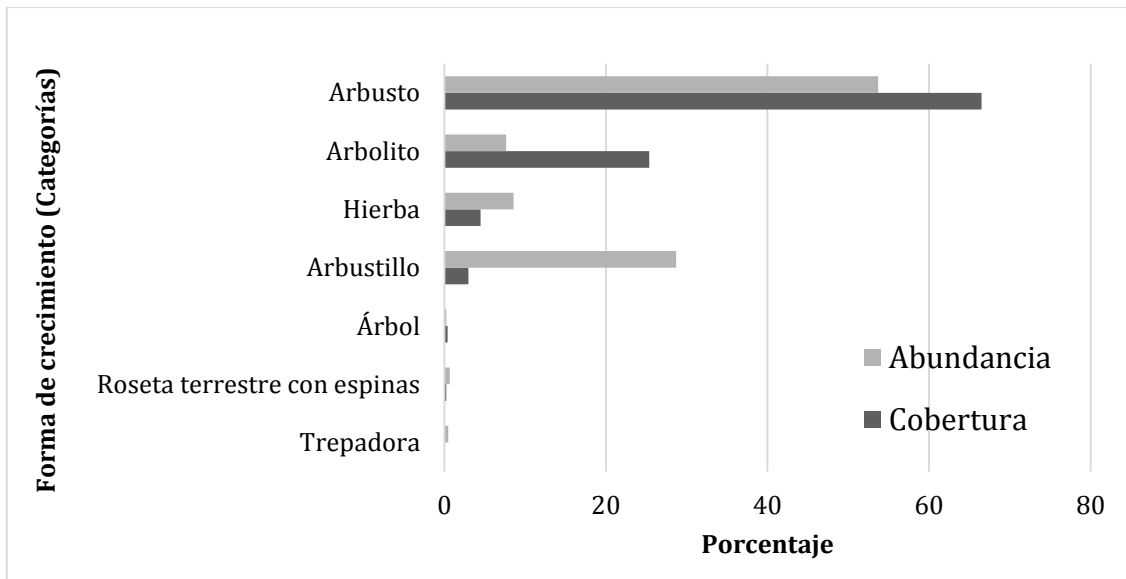


Figura 11. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación dos.

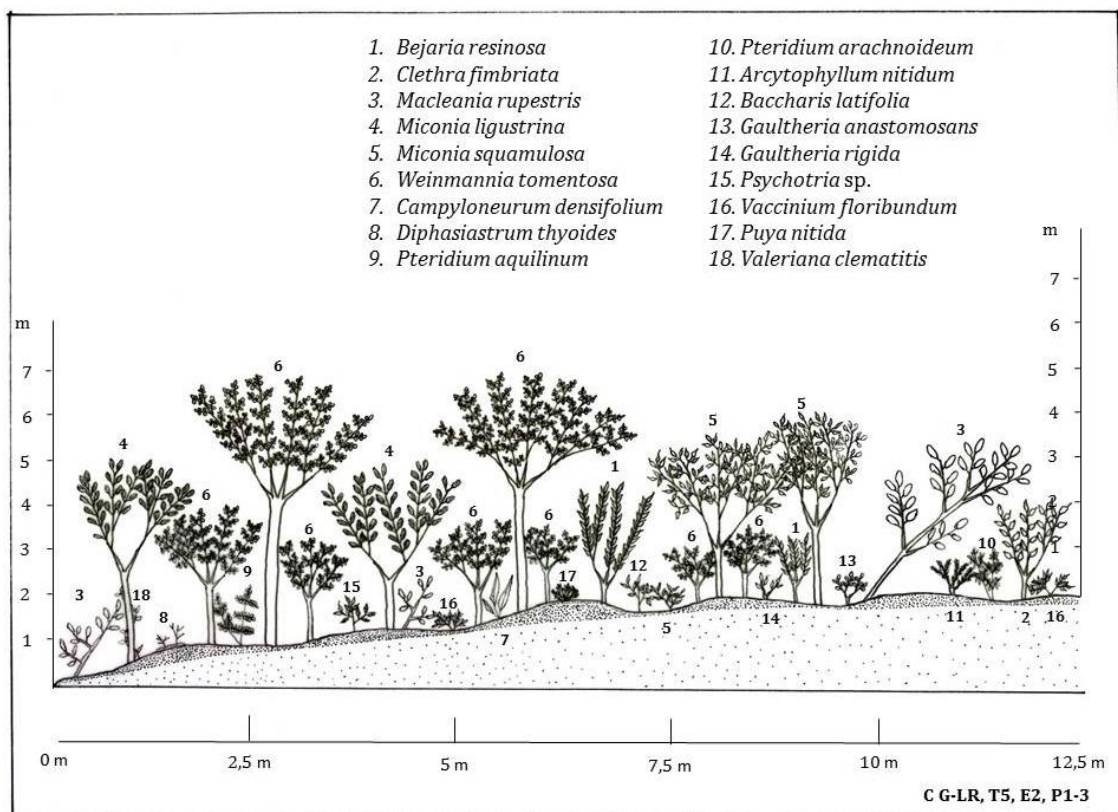


Figura 12. Perfil de vegetación de la estación dos, Cerinza.

Índice de valor de importancia (IVI). La especie dominante, para la estación dos es *Weinmannia tomentosa*, ya que presenta el mayor valor de área basal, y de abundancia. Especies como *Macleania rupestris* y *Miconia ligustrina* son

dominantes, pero sus valores estructurales no superan el 10%; las especies restantes dominan por la frecuencia y la abundancia.

Es así como, se identificó que el atributo que más incide en las primeras tres especies es el área basal, lo cual indica que estos individuos presentan estados avanzados de desarrollo. Las demás especies son mucho más abundantes y frecuentes en la estación dos, pero con tallos muy delgados, como consecuencia de la forma de crecimiento, donde la mayoría son arbustillos y arbustos.

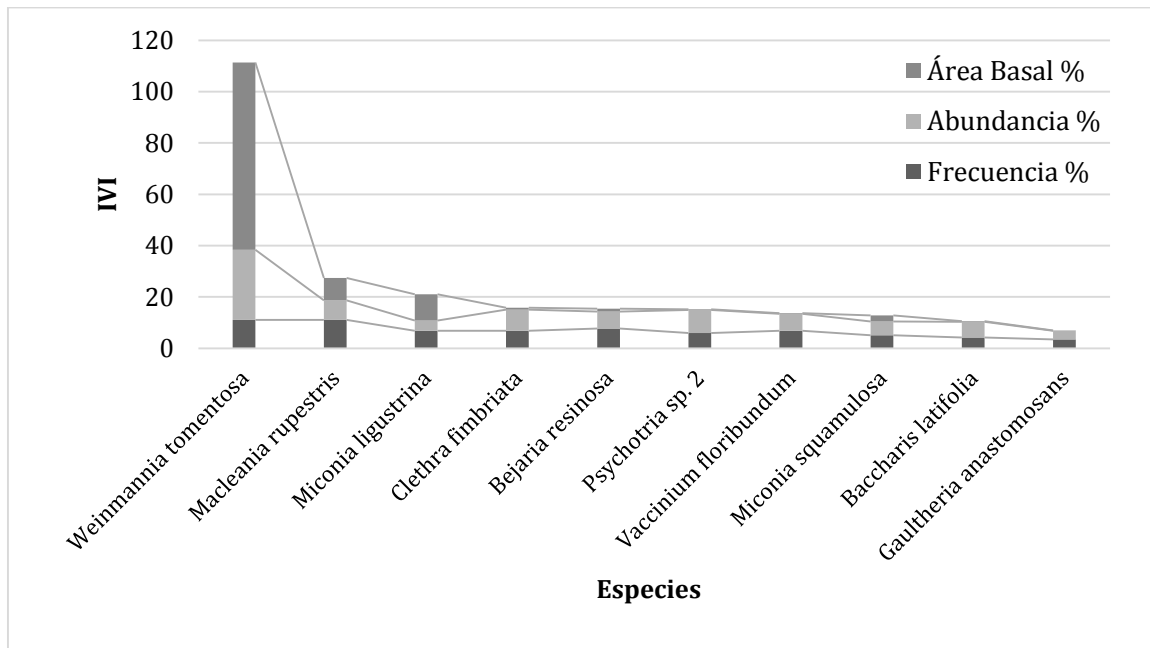


Figura 13. Especies con los mayores valores de IVI en la estación dos.

ESTACIÓN TRES. Se registran 18 familias, 30 géneros y 37 especies. Las taxa más diversas son Ericaceae con cinco géneros y siete especies, seguido de Asteraceae con cinco géneros y seis especies (Tabla 5), y el 66,66% de las familias presentan una sola especie.

Tabla 5. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación tres.

Familia	No. Géneros	No. Especies
Ericaceae	5	7
Asteraceae	5	6
Melastomataceae	3	4
Bromeliaceae	2	4
Lycopodiaceae	2	2
Clusiaceae	1	2

Los géneros con mayor número de especies son *Gaultheria* y *Puya*, cada uno con tres especies (Tabla 6), y los géneros restantes solo tienen una especie y corresponden al 83,33% (25).

Tabla 6. Géneros con la mayor riqueza de especies de la estación tres.

Género	No. Especies
<i>Gaultheria</i>	3
<i>Puya</i>	3
<i>Miconia</i>	2
<i>Hypericum</i>	2
<i>Monochaetum</i>	2
<i>Pentacalia</i>	2

Forma de crecimiento. Los estratos leñosos (arbustillos, arbusto y arbolito) corresponden a las formas de crecimiento predominantes, tanto en abundancia como en cobertura. Los arbustos presentan el mayor porcentaje de cobertura con el 63,70%, seguido de los arbolitos con 22,54% y arbustillos 8,33%. Mientras que los arbustillos, predominan en número de individuos con el 42,62%, seguido por los arbustos con el 26,72%. En esta estación no se registran árboles, lo cual refleja que esta cobertura presenta una fisonomía de arbustal con escasos individuos de alturas superiores a 3 m (figs. 14 y 15).

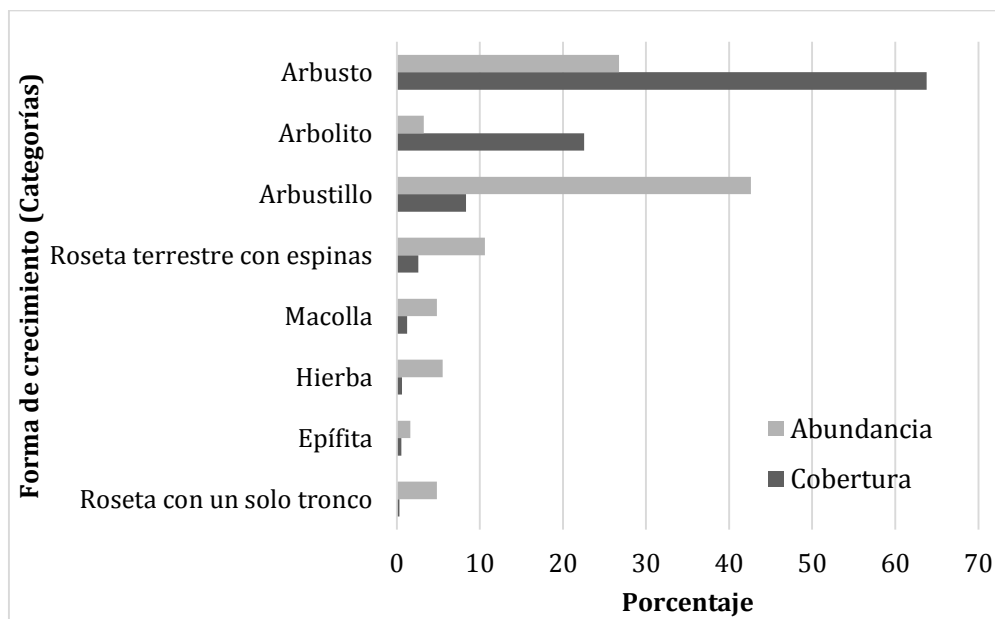


Figura 14. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación tres.

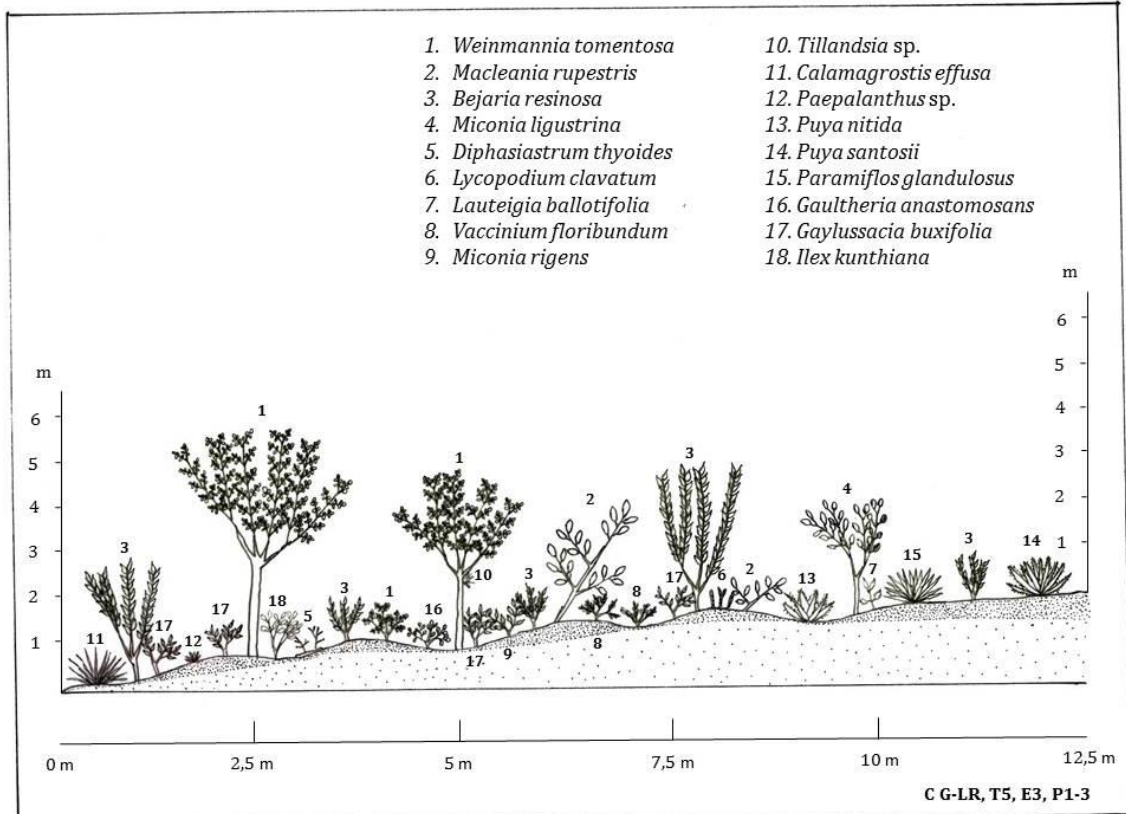


Figura 15. Perfil de vegetación de la estación tres, Cerinza.

Índice de valor de importancia (IVI). Los parámetros estructurales que determinan la dominancia en la estación son el área basal y la abundancia. Es así como *Weinmannia tomentosa*, *Bejaria resinosa* y *Macleania rupestris* cumplen con estos patrones, mientras que *Gaylussacia buxifolia* y *Miconia rigens* son representativas por la frecuencia y la abundancia (fig. 16).

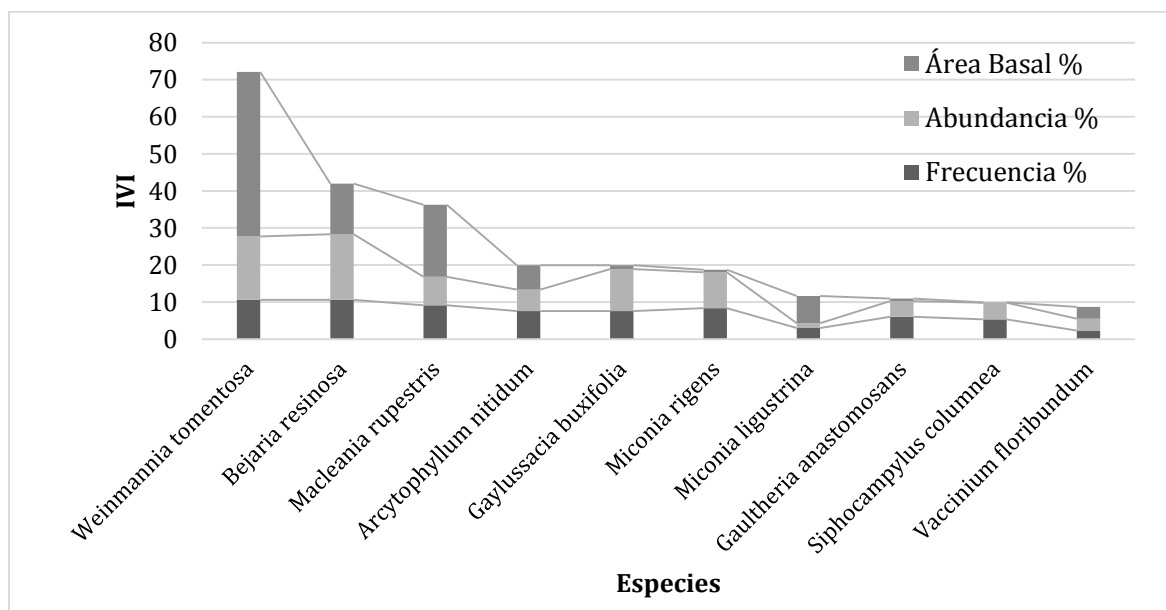


Figura 16. Especies con los mayores valores de IVI en la estación tres.

ESTACIÓN CUATRO. Se registran 15 familias, 22 géneros y 25 especies. La familia más diversa es Asteraceae con cinco géneros y seis especies (Tabla 7), mientras que el 60% de las familias presentan una sola especie.

Tabla 7. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación cuatro.

Familia	No. Géneros	No. Especies
Asteraceae	5	6
Ericaceae	2	2
Melastomataceae	2	2
Poaceae	2	2
Bromeliaceae	1	2
Rubiaceae	1	2

Los únicos géneros que presentaron dos especies son *Arcytophyllum*, *Diplostephium* y *Puya*, mientras que los demás, solo tienen una sola especie, es decir, el 86,36% (19).

Forma de crecimiento. La forma en roseta es la más abundante con el 57,60%, siendo la categoría roseta terrestre con espinas, la predominante con el 36,18% del total, seguida de los arbustillos (33,48%). Los arbustos son los menos dominantes con el 0,67% (figs. 17 y 18).

Según los valores de cobertura, las rosetas terrestres con espinas presentan el mayor valor (67,79%), seguido de las rosetas con un solo tronco (14,71%). Lo anterior, permite establecer como fisonomía predominante, una cobertura de rosetales terrestres, con algunos individuos leñosos que no superan un metro de altura.

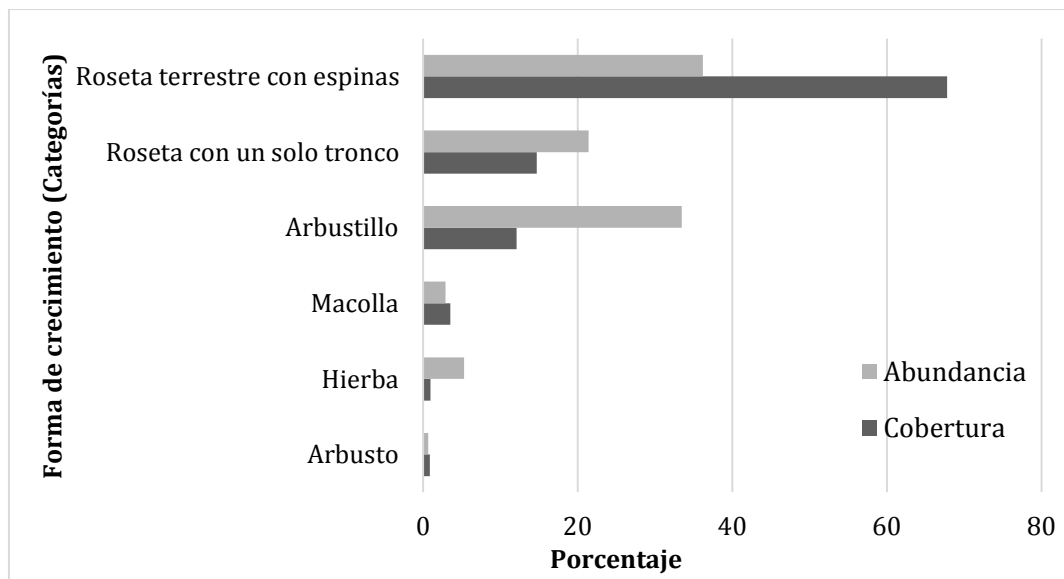


Figura 17. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación cuatro.

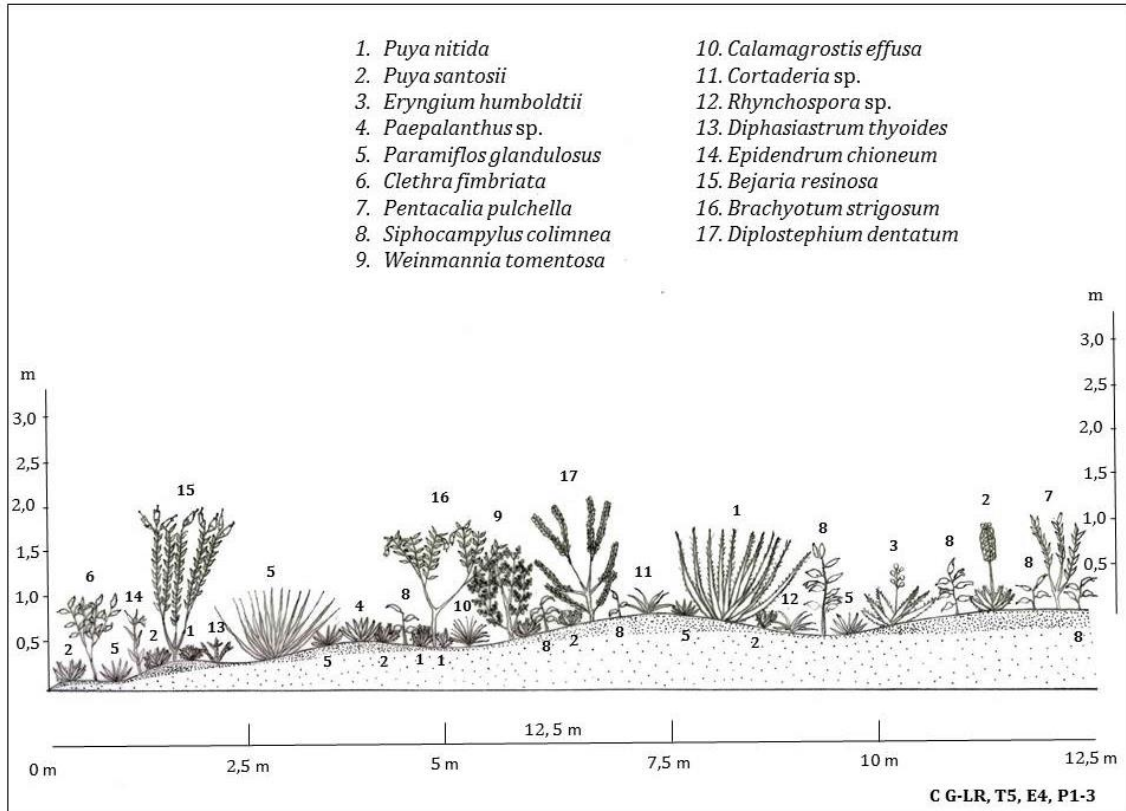


Figura 18. Perfil de vegetación de la estación cuatro, Cerinza.

Índice de valor de importancia (IVI). De las especies leñosas presentes en la estación cuatro, *Siphocampylus columnea* es la más dominante, donde el atributo mejor representado es la abundancia. Seguida de *Clethra fimbriata*, la cual es poco abundante y frecuente, pero con tallos muy gruesos (fig. 19).

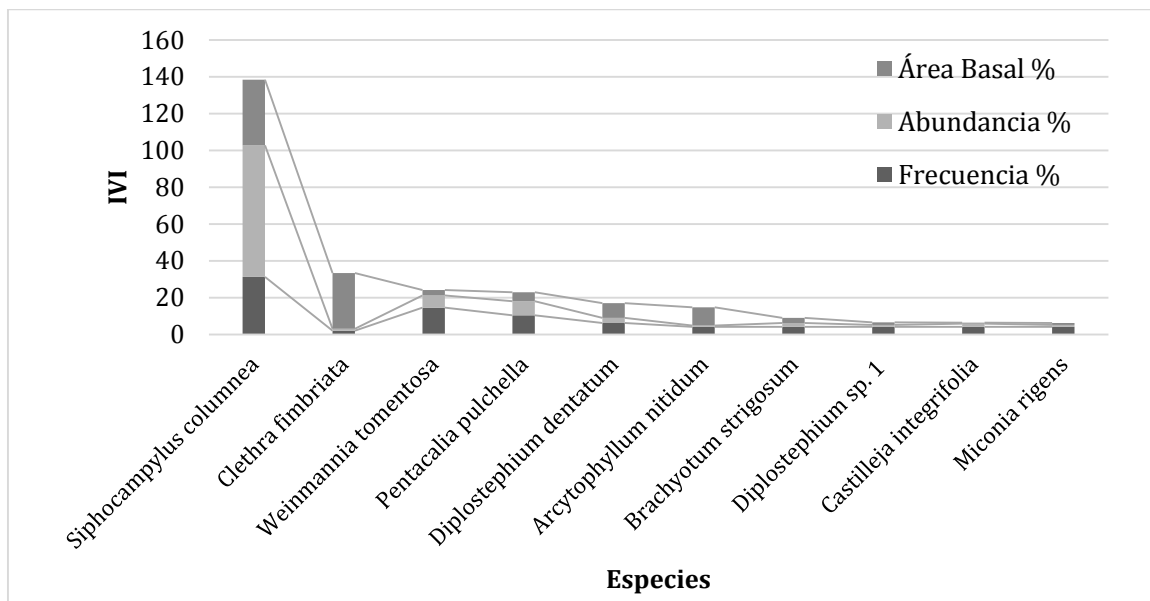


Figura 19. Especies con los mayores valores de IVI en la estación cuatro.

ESTACIÓN CINCO. Se registran 20 familias, 33 géneros y 36 especies. La familia más diversa es Asteraceae con nueve géneros y diez especies (Tabla 8), y el 60% (12) de las familias presentan cada una, solo una especie.

Tabla 8. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación cinco.

Familia	No. Géneros	No. Especies
Asteraceae	9	10
Poaceae	2	2
Melastomataceae	2	2
Rosaceae	2	2
Rubiaceae	2	2
Clusiaceae	1	2
Cunoniaceae	1	2

Los géneros más diversos son *Hypericum*, *Pentacalia* y *Weinmannia* con dos especies cada uno. Del total de géneros el 90,90% (30) están representados por una especie cada uno.

Forma de crecimiento. La roseta predomina con los mayores porcentajes de cobertura (49,48%), de la cual la categoría roseta con un solo tronco, presenta el mayor valor (31,14%), seguido por los arbustos (22,56%). En cuanto a la abundancia los arbustillos predominan (23,66%), seguido de las rosetas terrestres con espinas (24,29%). Lo anterior, permite definir el área con fisonomía de arbustillos (individuos hasta un metro) con dominio de rosetas terrestres con espinas y de un solo tronco (figs. 20 y 21).

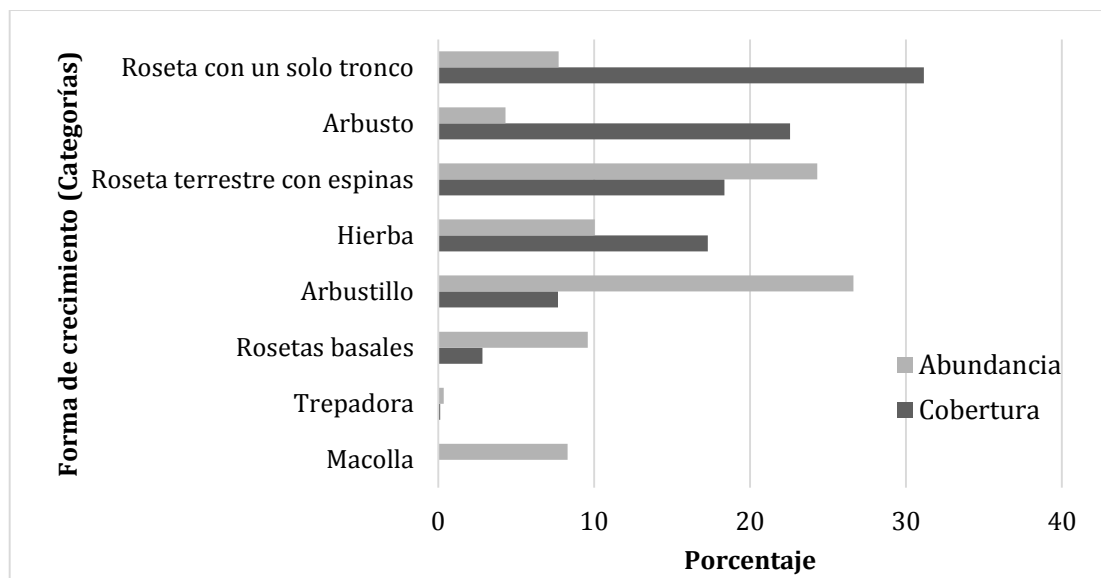


Figura 20. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación cinco.

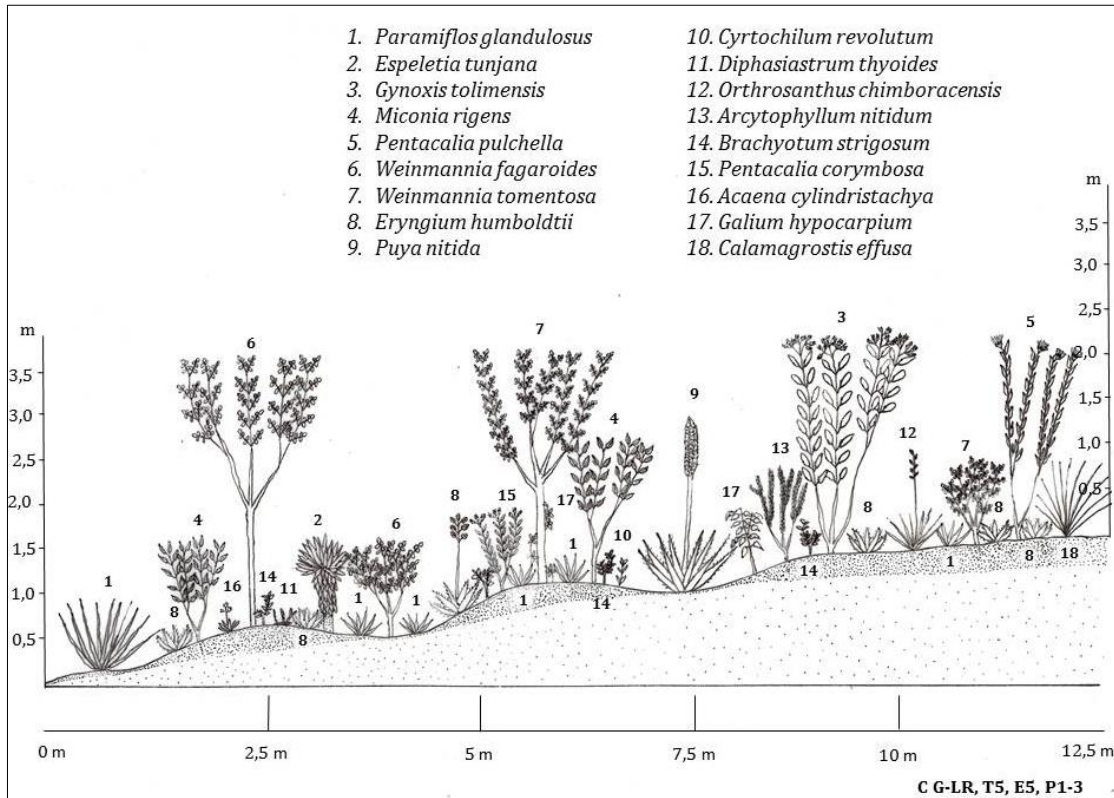


Figura 21. Perfil de vegetación de la estación cinco, Cerinza.

Índice de valor de importancia (IVI). De las especies leñosas, se observa que entre las primeras cuatro especies no existe una diferencia muy marcada; se destacan por sus altos valores en este índice, *Brachyotum strigosum* y *Siphocampylus columnea* con los mayores valores de abundancia. *Gynoxis tolimensis* presenta el mayor valor de área basal y *Miconia ringens* el mayor valor de frecuencia (fig. 22).

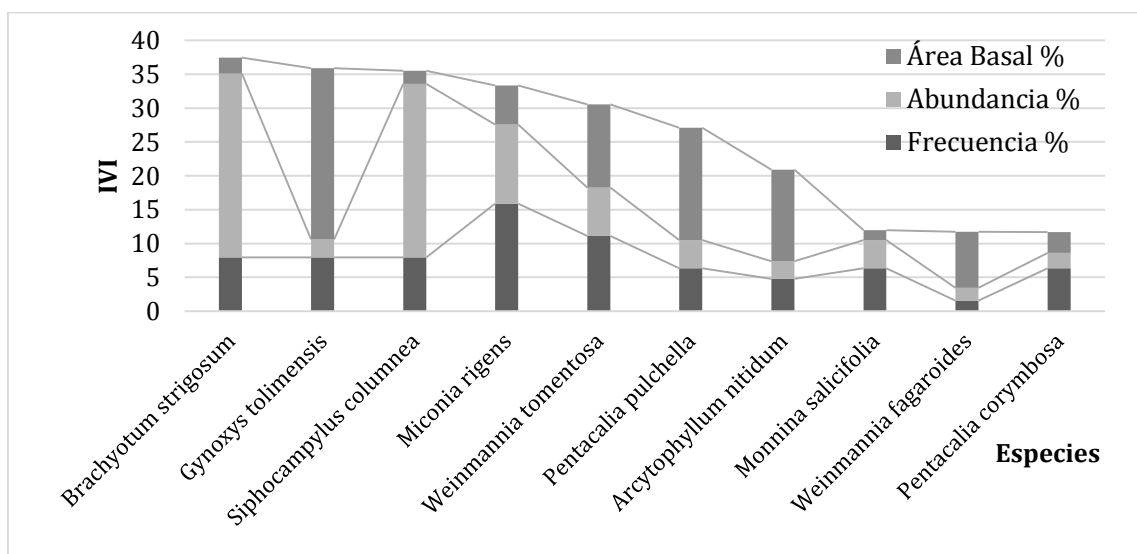


Figura 22. Especies con los mayores valores de IVI en la estación cinco.

ANÁLISIS ENTRE ESTACIONES

Riqueza florística. La estación uno presenta la mayor riqueza de especies, lo cual puede verse favorecido por la altitud y la cercanía con vegetación contigua que se encuentra en las zonas planas. Sin embargo, la estación cinco a pesar de no presentar un alto número de especies, registra el segundo mayor número de familias. De acuerdo a la densidad, se presenta que las estaciones cuatro y cinco tienen el mayor número con 5,75 y 5,65 individuos/m² respectivamente, debido a la predominancia de individuos con forma de crecimiento en roseta. La zona uno es la menos densa, con 1,94 individuos/m², ya que dominan individuos leñosos de mayor porte (Tabla 9).

Tabla 9. Riqueza florística por estaciones del transecto uno.

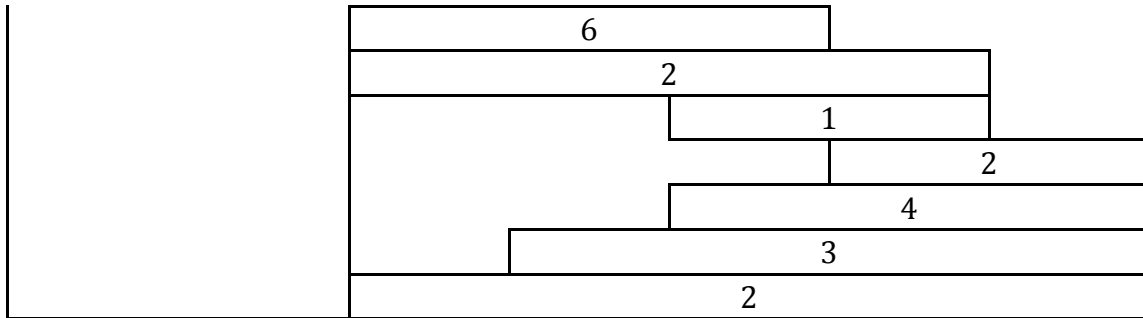
Estación	No. Familias	No. Géneros	No. Especies	Individuos/m ²
1	24	39	50	1,94
3	18	30	37	2,80
2	17	30	35	2,73
5	20	33	36	5,65
4	15	22	25	5,75

Distribución altitudinal de las especies. Se observa que el mayor número de especies son exclusivas a una sola estación, siendo mayor en la estación uno, que según Llambí (2015), las zonas de ecotono entre bosque y páramo registran altos valores de riqueza de especies, debido a que allí se combinan especies de los dos tipos de coberturas. A su vez, el mismo autor, menciona que la presencia del ecotono en elevaciones bajas (2808 m) se debe a: 1) el aislamiento montañoso (el llamado efecto “top”, “telescopio” o “Massenerhebung”); 2) a que se localice en una vertiente más seca y con estacionalidad hídrica y 3) en áreas sujetas a intervención antrópica (fuego, pastoreo o agricultura), condiciones observadas en la zona de estudio.

Con respecto a las especies compartidas el mayor número se presenta entre las estaciones uno y dos (7 spp), seguido de la estación tres (6). Las especies presentes en todo el gradiente altitudinal son *Arcytophyllum nitidum* y *Diphasiastrum thyoides*, donde la primera, es una especie de la comunidad fitosociológica tipo vegetación de páramo según Cuatrecasas (1958) y Berg & Suchi (2001) (Tabla 10).

Tabla 10. Número de especies exclusivas y compartidas entre las estaciones del transecto uno.

Especies	E1 (2827 m)	E2 (2915 m)	E3 (3051 m)	E4 (3183 m)	E5 (3332 m)
Exclusivas	25	11	8	8	18
Compartidas	7				
			4		



Forma de crecimiento por estación. Estas varían entre las estaciones, y en las tres primeras (uno, dos y tres) los arbustos y arbolitos son los mejor representados; de acuerdo con Llambí (2015) la estructura de la vegetación con estos elementos predominantes corresponde a un subpáramo. En las dos estaciones superiores (cuatro y cinco) predominan las rosetas terrestres y con un solo tronco (fig. 23).

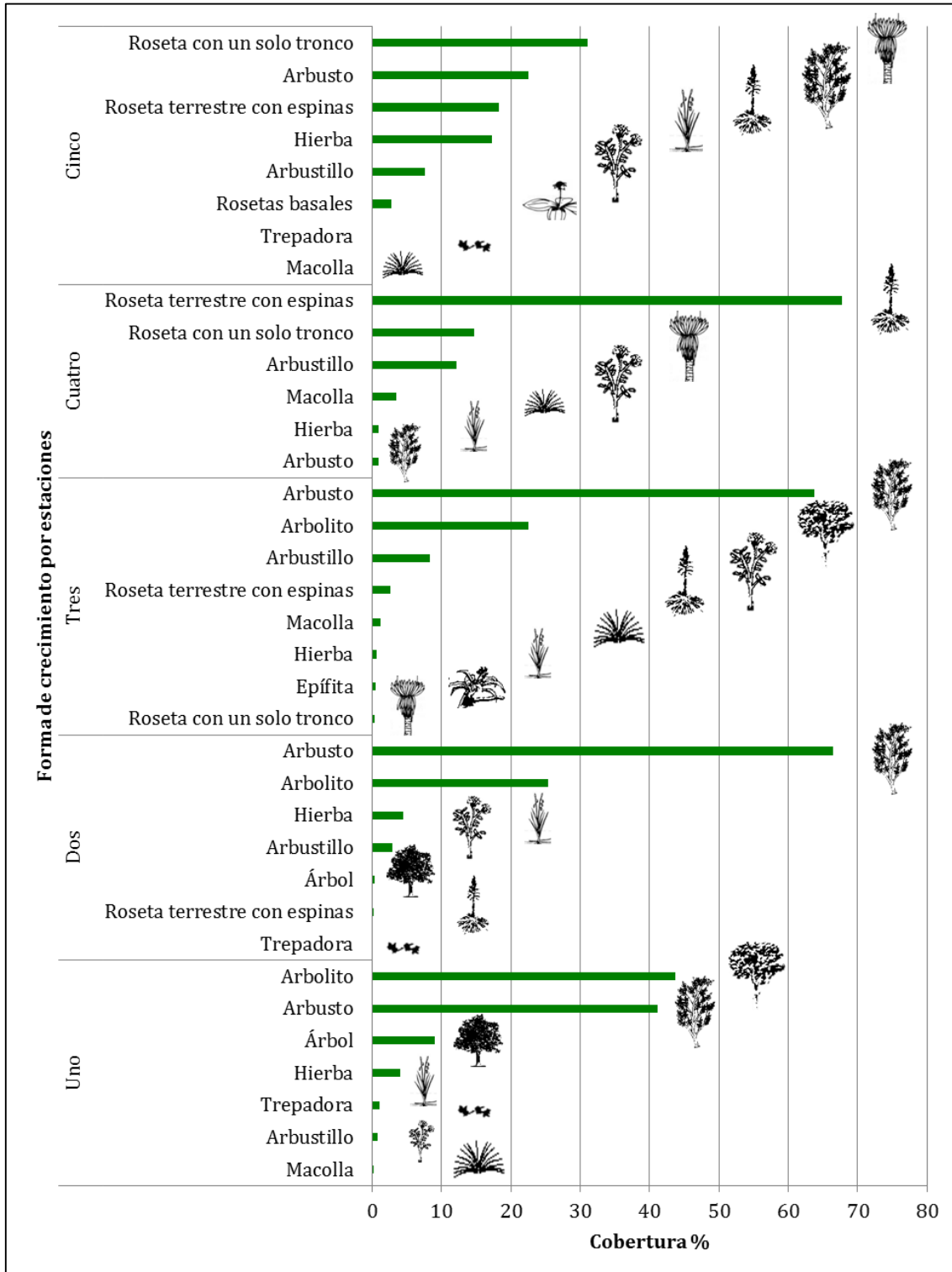


Figura 23. Distribución por estaciones de las formas de crecimiento para el transecto uno.

Diversidad alfa. El índice de equidad de Shannon-Wiener, refleja que la estación uno presenta el mayor valor (3,508), seguido de la estación cinco (2,879) y dos (2,854). La menos diversa es la cuatro (2,206, Tabla 11).

El índice de dominancia de Simpson, indica que la estación cuatro presenta el mayor valor de diversidad (0,1575) seguido de la estación dos (0,09887, Tabla 11).

Tabla 11. Índices de diversidad alfa calculados por estación, para el transecto uno.

Estación	1	2	3	4	5
Taxa_S	50	35	37	25	36
Individuals	291	409	420	863	847
Dominance_D	0,04385	0,09887	0,0621	0,1575	0,07871
Simpson_1-D	0,9562	0,9011	0,9379	0,8425	0,9213
Shannon_H	3,508	2,854	3,121	2,206	2,879

Curva de representatividad de los muestreos. En general se observa que la representatividad de los muestreos por estación es superior al 83%, presentando los valores más bajos, en la estación cinco y los más altos en la estación tres (Tabla 12, fig. 24). En las estaciones uno, tres y cuatro se observa que la curva de especies raras (singletons) a medida que avanza el número de subparcelas, tiende a descender, lo que demuestra que sí se tuvo en cuenta, un alto porcentaje de las especies; a diferencia de las estaciones dos y cinco, donde la curva no desciende considerablemente.

Tabla 12. Valores encontrados por estación para los estimadores de Chao 2 y Bootstrap en el transecto uno.

Estación	Valor observado	Estimador		Representatividad	
		Chao 2	Bootstrap	Chao 2 (%)	Bootstrap (%)
1	50	54,28	55,61	92,114959	89,9118864
2	35	40,6	39,1	86,206897	89,5140665
3	37	38,56	40,29	95,954357	91,834202
4	25	26,17	27,68	95,529232	90,3179191
5	36	43,33	40,7	83,083314	88,4520885

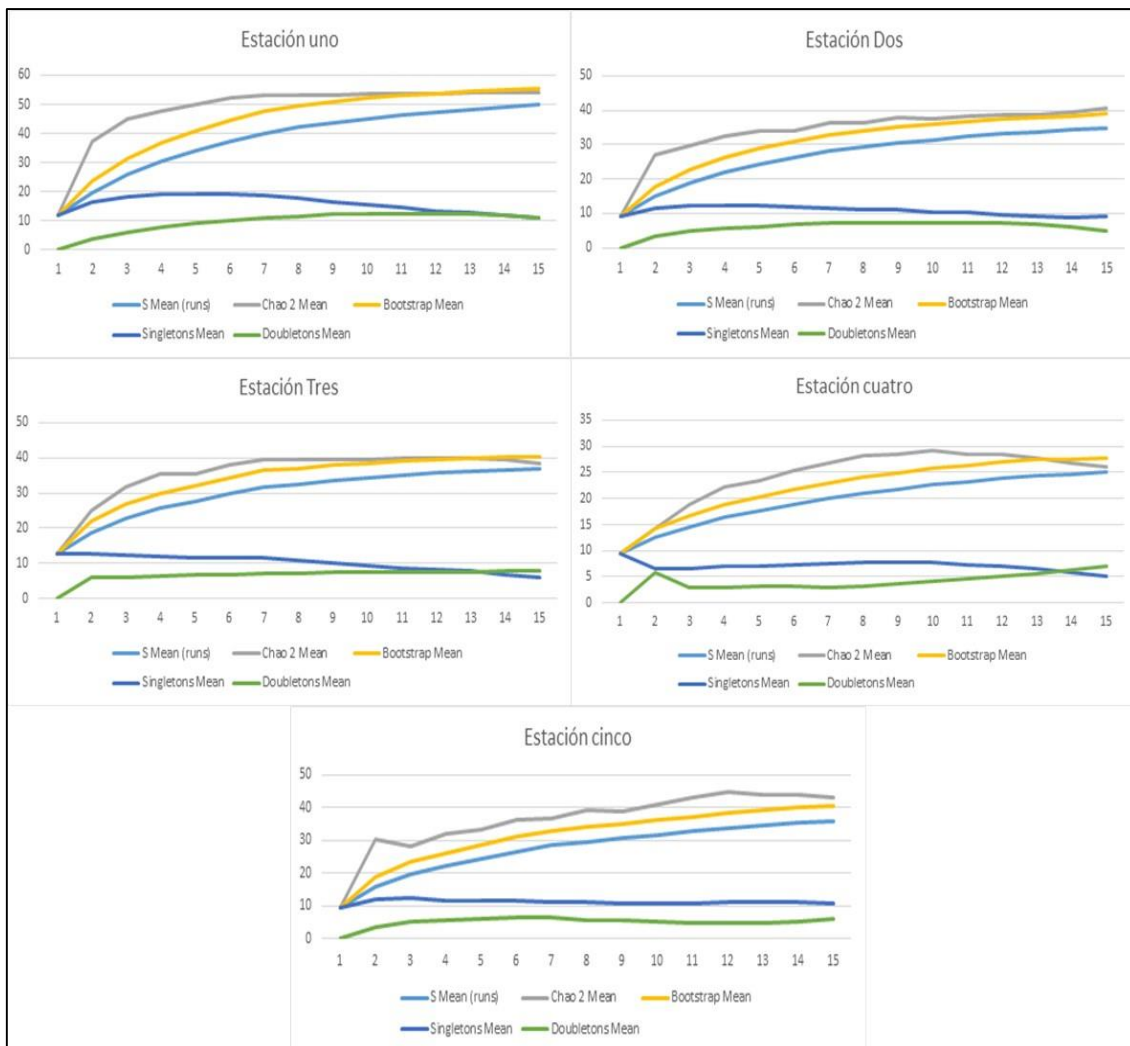


Figura 24. Curvas de acumulación de especies por estación en el transecto uno.

Diversidad beta. Según el índice de similaridad de Jaccard, se observa en general que existen pocas especies compartidas entre las estaciones, siendo mayor entre la estación dos y tres con valores de 0,34. Este grupo a su vez, se relaciona con la estación uno, que concuerda con lo registrado anteriormente y con la predominancia de individuos con forma de crecimiento arbustivo y arbolito. De otro lado, las estaciones cuatro y cinco conforman otro grupo, que puede ser favorecido por la altitud y la cercanía entre ellas (fig. 25).

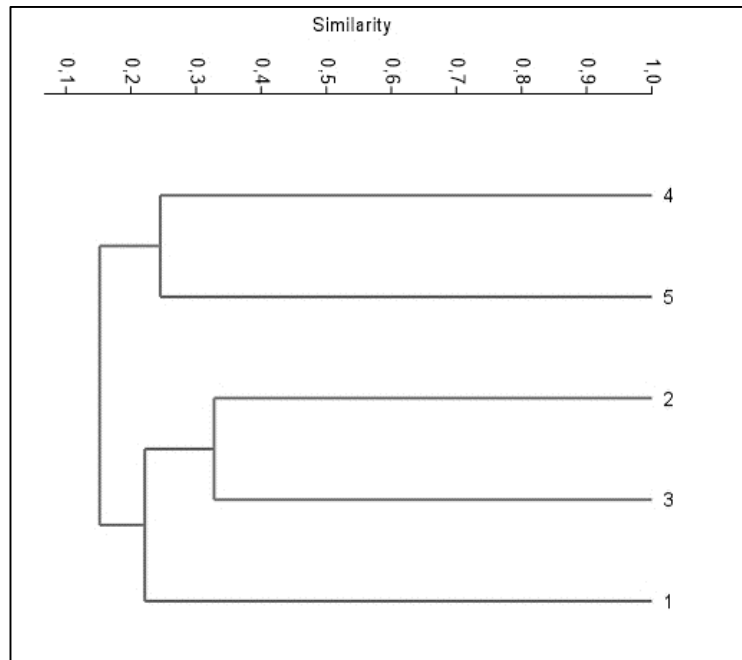


Figura 25. Diagrama de similaridad (Jaccard) entre las estaciones del transecto uno.

El índice de Whittaker que permite evaluar la diferenciación de la diversidad entre estaciones, establece a su vez, que la distancia entre estaciones está directamente relacionada con los mayores valores de recambio de especies (Tabla 13), así:

Tabla 13. Índice de Whittaker calculado entre las estaciones del transecto uno.

Estaciones	No. Especies	No. Promedio	Índice de Whittaker
1 Vs 2	72	45	0,6
1 Vs 3	78	46,5	0,677419355
1 Vs 4	70	38,5	0,818181818
1 Vs 5	83	45,5	0,824175824
2 Vs 3	61	40,5	0,50617284
2 Vs 4	58	32,5	0,784615385
2 Vs 5	72	39,5	0,82278481
3 Vs 4	55	34	0,617647059
3 Vs 5	65	41	0,585365854
4 Vs 5	53	33	0,606060606

AVASCULARES

ESTACIÓN UNO. Se encontraron en esta estación nueve organismos representados en una hepática foliosa *Frullania convoluta* (Frullaniaceae), cinco especies de musgos (*Dicranella* sp. fig. 26A, *Hypnum amabile*, *Campylopus andersonii*,

Bryoerythrophyllum jamesonii fig. 26B, y *Leptodontium viticulosoides*) y tres especies de líquenes (*Cladonia* sp., *Everniastrum* sp. y *Usnea* sp.).

La mayoría de las especies (5) se colectaron directamente sobre el suelo, mientras que las cuatro restantes se hallan sobre corteza de árbol. No hay especies de distribución restringida para esta estación.

Parmeliaceae y Pottiaceae son las familias mejor representadas en diversidad y abundancia en la zona, la cual presenta una alta intervención humana y alta exposición a la radiación solar y vientos; lo que ha ocasionado que las condiciones microclimáticas sean adversas para el desarrollo de estos organismos, y su dominancia se debe a que las especies de estas familias son consideradas resistentes a condiciones extremas (Slack, 2001; Zander, 1996).



Figura 26. Briófitos presentes en el municipio de Cerinza, transecto uno, estación uno. A. Vista frontal de *Dicranella* sp.; B. Vista de *Bryoerythrophyllum jamesonii* sobre tronco.

ESTACIÓN DOS. Se colectaron 12 especies, de las cuales, tres son hepáticas (*Frullania atrata*, *F. convoluta* y *Plagiochila* sp.) y nueve musgos (*Bartramia trianae*, *Rhodobryum grandifolium*, *Dicranum frigidum*, *Pleurozium schreberi*, *Hypnum amabile* fig. 27.A, *Campylopus* sp. fig. 27.B-C, *Leptodontium viticulosoides*, *Pseudocrossidium* sp. y *Thuidium peruvianum*). Las familias Frullaniaceae y Pottiaceae con la mayor diversidad y abundancia, con dos especies y dos registros cada una.



Figura 27. Briófitos presentes en el municipio de Cerinza, transecto uno, estación dos; A. Hábito de *Hypnum amabile*; B. Acercamiento forma de crecimiento de *Campylopus* sp.; C. Vista aérea de la cobertura de *Campylopus* sp.

El 61,53% de las especies se distribuye sobre la corteza de los árboles, mientras que el restante 38,46%, lo hicieron directamente sobre el suelo. Se resalta la presencia del musgo *Bartramia trianae* una especie de distribución restringida para esta estación.

ESTACIÓN TRES. Se encontraron 15 especies, de las cuales una, es hepática (*Frullania convoluta*), ocho son musgos (5 familias/8 géneros) y seis son líquenes (4/6). Parmeliaceae y Pottiaceae (fig. 28.B) presentan la mayor diversidad con tres especies cada una, seguidas de Amblystegiaceae con dos. Así mismo, Pottiaceae, tiene la mayor abundancia, con cuatro registros, seguida de Parmeliaceae con tres y Amblystegiaceae, Frullaniaceae y Leucobryaceae con dos cada una (fig. 28.C).



Figura 28. Briófitos presentes en el municipio de Cerinza, transecto uno, estación tres; A. *Squamidium leucotrichum* (Brachytheciaceae) adherido al sustrato; B. Vista superior de *Leptodontium viticulosoides*; C. hábito de *Campylium praegracile*.

En la distribución por sustratos de las especies, el 53,33% se colectaron sobre tallos, y el restante 46,66% se encontró sobre el suelo.

ESTACIÓN CUATRO. Se colectaron 12 especies de plantas no vasculares, distribuidas en tres hepáticas (3 géneros/3 familias), ocho musgos (6/6) y un líquen (*Cladonia* sp.). Bartramiaceae es la familia con mayor diversidad y abundancia, al registrar tres especies y cinco ejemplares, seguida de Amblystegiaceae y Frullaniaceae con dos ejemplares. Así mismo, el género *Breutelia* registra la mayor diversidad con tres especies (*B. brittoniae*, *B. squarrosa* y *B. subdisticha*). Así también, se presentaron Arneliaceae (*Gongylanthus liebmannianus*), Dicranaceae (*Campylopus arctocarpus*), Lejeuneaceae (*Schiffneriolejeunea liebmannia*), Meteoraceae (*Meteorium remotifolium*), Pottiaceae (*Leptodontium viticulosoides*, fig. 29.A-B) y Thuidiaceae (*Thuidium peruvianum*) con una sola especie.



Figura 29. Briófitos presentes en el municipio de Cerinza, transecto uno, estación cuatro.; A-B. Vista de diferentes ángulos de *Leptodontium viticulosoides*.

En la distribución por sustratos, el suelo presentó la mayor diversidad, con siete especies, seguido de los cortícolas con cuatro y la roca con tres.

Como especies restringidas se encontró *Breutelia subdisticha* (musgo), y a las hepáticas *Gongylanthus liebmannianus* y *Schiffneriolejeunea liebmannianus*.

ESTACIÓN CINCO. Se colectaron seis especies de musgos (*Breutelia chrysea*, *Rhodobryum grandifolium* fig. 30.B, *Campylopus arctocarpus*, *Polytrichum juniperinum* fig. 30.A, *Didymodon* sp. fig. 30.C y *Taxithelium* sp.), y cuatro de líquenes (*Cladonia* sp., *Parmotrema* sp. *Physcia* sp. y *Ramalina* sp.). Cada una de las especies pertenece a una familia diferente y presenta un registro cada una.



Figura 30. Briófitos presentes en el municipio de Cerinza, transecto uno, estación cinco; A. Acercamiento a la forma de crecimiento de *Polytrichum juniperinum*; B. Acercamiento a la hojas de *Rhodobryum grandifolium*; C. Forma de crecimiento y esporofitos de *Didymodon* sp.

La mayoría de las especies (9) se colectaron sobre el suelo desnudo, mientras que en roca, sólo se encontró a *Parmotrema* sp. Como especies restringidas para esta estación, está *Ramalina* sp., un líquen fruticuloso y un musgo (*Taxithelium* sp.).

En el transecto uno (Cerinza), se evidencia que existe una baja similitud entre las estaciones, presentando el mayor valor entre las estaciones uno y tres con cerca del 27% de las especies, seguida de este grupo con la estación dos que comparte el 17%, mientras que las estaciones cuatro y cinco comparten el 12 y el 11% de las especies registradas en el área de muestreo (fig. 31). Esta distribución se debe probablemente al grado de transformación que presenta la zona, debido a que los microhabitats para el desarrollo de estos organismos, están altamente perturbados, ello hace que la diversidad se vea disminuida, y que los grupos presentes tienen estrategias adaptativas (coloraciones rojizas como en *Frullania* y formas de crecimientos en tapetes laxos como en *Hypnum* o cespitosas como en *Bartramiaceae*) que les ha permitido colonizar dichos ambientes. En el caso de los líquenes como *Parmeliaceae* que pueden crecer sobre suelos, rocas y cortezas.

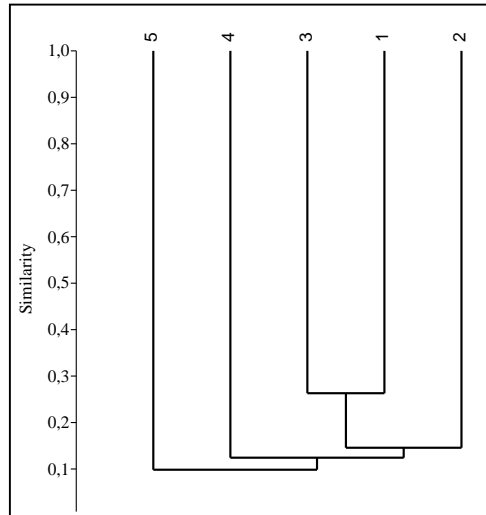


Figura 31. Dendrograma de similitud de especies de plantas no vasculares para el transecto uno en las cinco estaciones de muestreo (Cerinza).

ENTOMOFAUNA

Riqueza, abundancia y diversidad. En todo el transecto se recolectaron 299 individuos, de los cuales hay 12 familias de Coleoptera y 11 familias de arañas, todas estas familias son nuevos registros para el sitio. Las familias más abundantes son Staphylinidae (116 individuos), seguida por Ptiliidae (51) e Hydrophilidae (49) (Anexo 8).

En cuanto a los grupos seleccionados, se recolectaron 49 individuos, de los cuales, 16 morfotipos son arañas, dos son Carabidae y uno es escarabajo coprófago.

Las estaciones uno y dos registraron la mayor riqueza de arañas, carábidos y escarabajos coprófagos, con ocho especies cada una, seguidas por la estación cuatro con siete especies, la estación cinco con seis, y la estación tres que presentó el menor número (2). En cuanto al número de individuos, la estación dos mostro el mayor número de individuos (17), seguido por la estación uno (13), la estación cuatro (9), la estación cinco (7) y la estación tres con el menor número (3) (fig. 32).

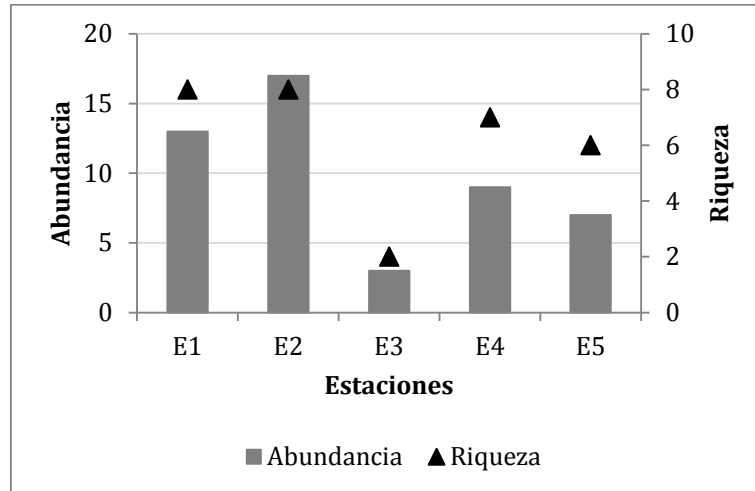
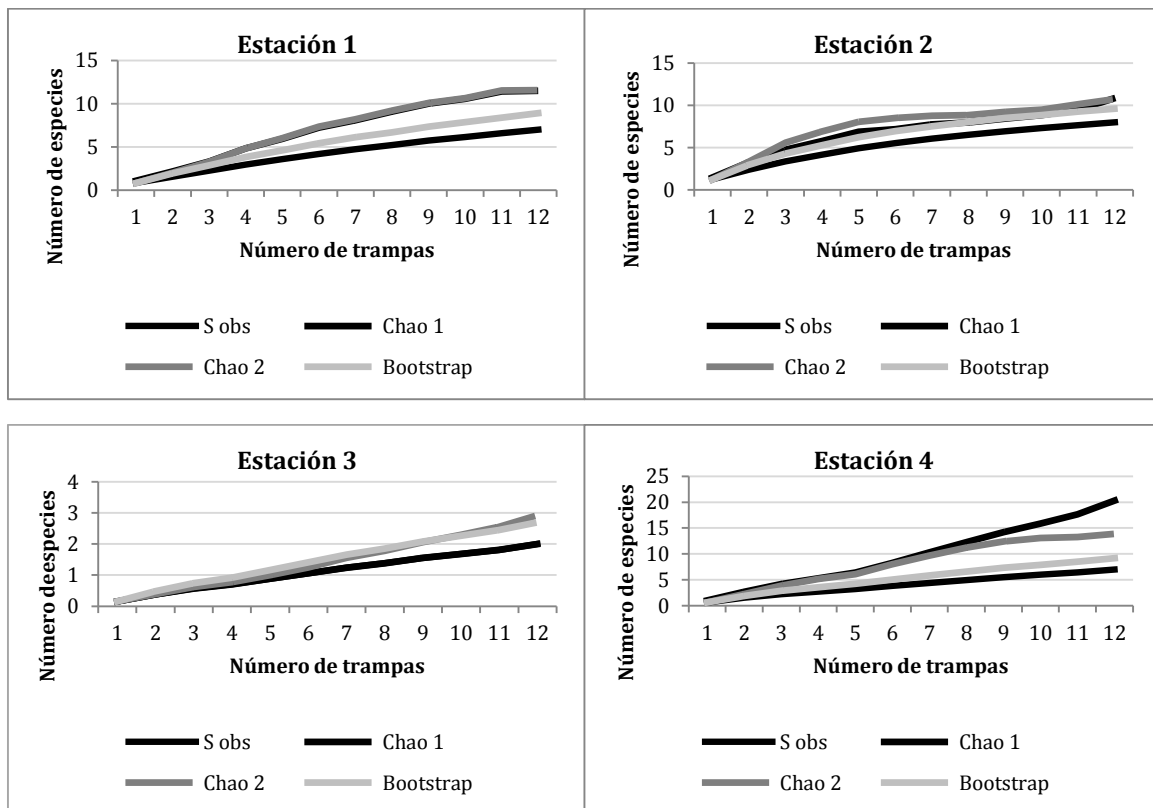


Figura 32. Riqueza y abundancia por estación para el orden Araneae, familias Carabidae y Scarabaeidae del transecto uno.

Curvas de acumulación de especies. Según los estimadores de riqueza Chao 1, Chao 2 y Bootstrap la representatividad del muestreo de la estación uno, oscilo entre el 60-78% de las especies esperadas de carábidos y arañas para el muestreo, el número de especies observadas no se estabiliza si se compara con las curvas de los estimadores Chao 1 y Chao 2, pero se asemeja al comportamiento de Bootstrap (fig. 33).



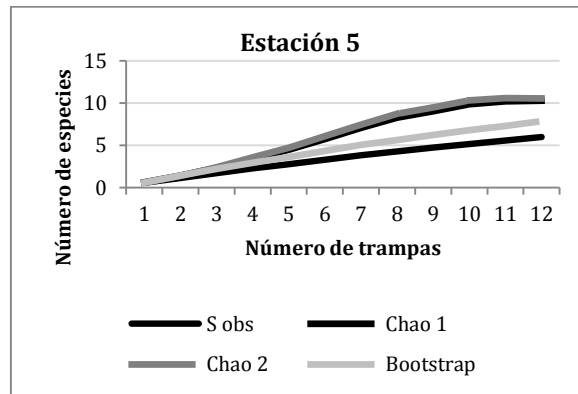


Figura 33. Curvas de acumulación de especies por estación para el orden Araneae y la familia Carabidae presentes en el transecto uno.

Para la estación dos, con los estimadores de riqueza Chao y Bootstrap la representatividad del muestreo que se encontró fluctuó entre el 73 y 83% de las especies de carábidos y arañas esperadas. El porcentaje de representatividad del muestreo para la estación tres varía entre el 74 y 68%, según los estimadores de riqueza Bootstrap y Chao 2, el estimador Chao 1 arroja un porcentaje del 100%. Para la estación cuatro se obtuvo un porcentaje de representatividad del muestreo de 34 y 50%. En la estación cinco el porcentaje de representatividad del muestreo fue del 58% para el estimador de riqueza Chao 1, 56% para el estimador Chao 2 y del 76% para Bootstrap (fig. 33).

En general, para las cinco estaciones los estimadores Chao 1 y Chao 2 están por encima de la curva de los valores observados, mientras la curva del estimador Bootstrap es la que más se asemeja a la misma (fig. 33).

Índice de Shannon-Wiener (H'). La equidad entre hábitats medida con el índice de Shannon-Wiener mostró los valores más altos en las estaciones uno y dos, frente a las demás estaciones (Tabla 14).

Tabla 14. Riqueza, abundancia y diversidad (Shannon-Wiener) por estación de muestreo para el orden Araneae, familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto uno.

Estaciones	Riqueza	Abundancia	H'
E1	8	13	1.951
E2	8	17	1.905
E3	2	3	0.6365
E4	7	9	1.831
E5	6	7	1.748

Curvas de diversidad-dominancia. Las cinco estaciones muestreadas reflejan curvas de diversidad dominancia, con pendientes similares poco pronunciadas para cada estación (fig. 34).

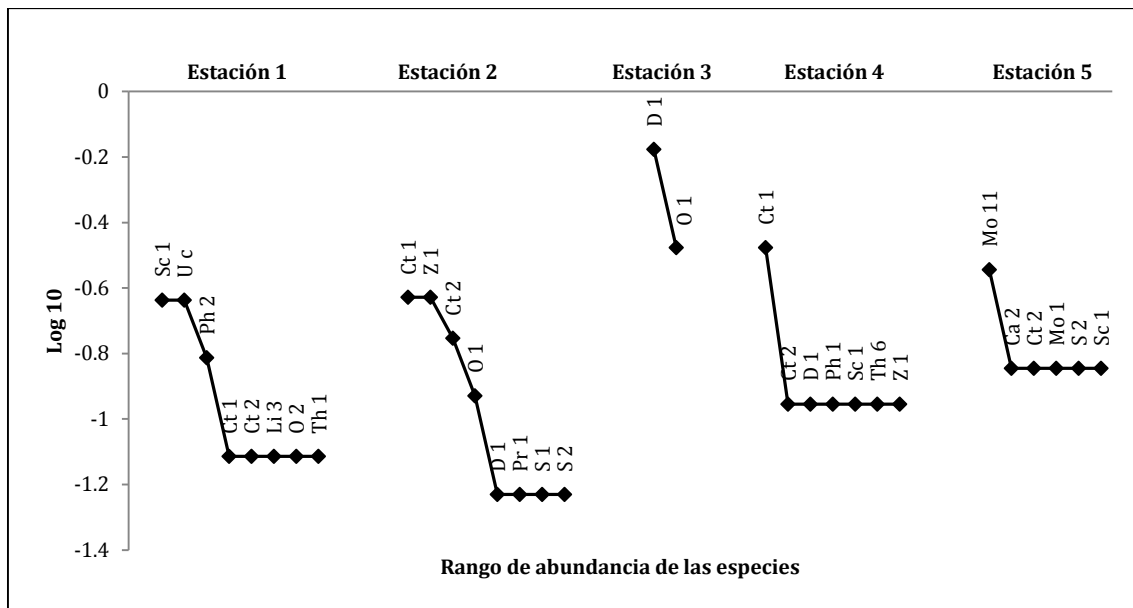


Figura 34. Curvas de diversidad dominancia para el orden Araneae, familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto uno. Caponiidae Morfotipo 2 (Ca 2), Ctenidae Morfotipo 1 (Ct 1), Ctenidae Morfotipo 2 (Ct 2), Dipluridae Morfotipo 1 (D 1), Linyphiidae Morfotipo 3 (Li 3), Carabidae Morfotipo 1 (Mo 1), Carabidae Morfotipo 11 (Mo 11), Oonopidae Morfotipo 1 (O 1), Oonopidae Morfotipo 2 (O 2), Pholciae Morfotipo 1 (Ph 1), Pholciae Morfotipo 2 (Ph 2), Prodidomidae Morfotipo 1 (Pr 1), Salticidae Morfotipo 1 (S 1), Salticidae Morfotipo 2 (S 2), Scytodidae Morfotipo 1 (Sc 1), Theridiidae Morfotipo 1 (Th 1), Theridiidae Morfotipo 6 (Th 6), *Uroxys coarctatus* (Uc), Zodariidae Morfotipo 1 (Z 1).

En cada una de las estaciones es diferente la especie que domina, excepto para las estaciones dos y cuatro, en las que domina Ctenidae Morfotipo 1 (y Zodaridae morfotipo 1 para la estación dos), en la estación uno dominan las especies Scytodidae Morfotipo 1 y *Uroxys coarctatus*, en la estación tres Dipluridae Morfotipo 1 y en la estación cinco Carabidae morfotipo 11, presente únicamente en esta estación (fig. 34, Anexo. 14).

Recambio de especies. El porcentaje de complementariedad más bajo esta entre las estación dos y cuatro (63.6%), los porcentajes de complementariedad más altos están entre las estaciones uno y tres y entre las estaciones tres y cinco, siendo este porcentaje del 100%. En general, el porcentaje de complementariedad es alto entre todas las estaciones comparadas, estos porcentajes son altos, ya que el número de especies compartidas entre sitios es de tan solo una o dos especies (Tabla. 15).

Tabla 15. Porcentaje de complementariedad para orden Araneae y familias Carabidae y Scarabaeidae presentes en las estaciones del transecto uno.

	E2	E3	E4	E5
E1	86	100	75	83
E2		75	63	83
E3			87	100

Para las estaciones de muestreo del transecto uno se encontraron morfotipos únicos para las estaciones, así, en la estación uno Linyphiidae morfotipo 3, Oonopidae morfotipo 2, Pholcidae morfotipo 2, Theridiidae morfotipo 1 y *Uroxys coarctatus*; para la estación dos Prodidomidae morfotipo 1 y Salticidae morfotipo 1; para la estación cuatro Pholcidae morfotipo 1 y Theridiidae morfotipo 6 y para la estación cinco Caponiidae morfotipo 2 y Carabidae morfotipos 1 y 11; morfotipos como Ctenidae morfotipo 1 y 2, Dipluridae morfotipo 1 y Scytodidae morfotipo 1, están presentes en la mayoría de las estaciones (Anexo 14).

Similitud de Jaccard. Basados en el índice de Jaccard con cerca de un 19% la estación uno es similar a las estaciones dos y cuatro, las cuales a su vez, son las estaciones más similares con cerca del 35%. Con aproximadamente un 17%, la estación cinco es similar con las estaciones uno, dos y cuatro. La estación que menos similitud tiene con el resto de estaciones, es la estación tres. En general el dendrograma de similitud muestra que existe una baja similitud entre estaciones, implicando una composición diferente (fig. 35).

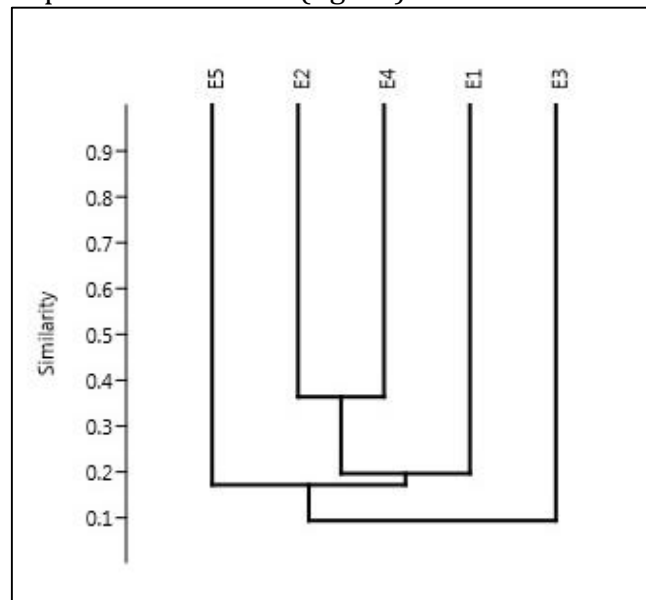


Figura 35. Dendogramas de Similitud Jaccard para el orden Araneae y familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto uno.

Los valores de abundancia y riqueza presentaron altas fluctuaciones en todas las estaciones. Las estaciones uno y dos presentaron la mayor abundancia y riqueza con respecto a las demás, es probable que estos valores sean altos para la estación dos, debido a las condiciones ambientales a pesar de que, es una estación de arbustales, al igual que las estaciones tres y cuatro, pero en la estación dos hay arbustos más altos y en mayor densidad, lo que ofrece mayor porcentaje de sombra, que le confiere a esta estación mayor humedad y una leve capa de hojarasca, permitiendo la estabilización de un mayor número de especies (Morales-Castaño & Amat-García 2012), mientras que en las estaciones tres y cuatro hay baja presencia de arbustos, por lo cual se presenta alta incidencia solar.

Las estaciones uno y dos, y cuatro y cinco presentan valores de equidad similares entre sí, siendo el valor más alto para la estación uno, por lo que se puede decir que, en esta estación hay menor dominancia de algunas especies, lo que se ve reflejado en la diversidad. La estación tres presentó el valor de equidad más bajo, probablemente sea por la baja riqueza ya que en este sitio solo se registraron dos especies.

Es baja la representatividad de los carábidos para este transecto, ya que solo se observaron dos morfotipos y están restringidos a la estación cinco, caso contrario se obtuvo con las arañas, las cuales están más o menos bien representadas con 16 morfotipos; según Flórez (1999) las arañas son un grupo diverso pero poco abundante, lo que se demostró en este estudio, pues los morfotipos están presentes en su gran mayoría con uno o dos individuos.

Cepeda *et al.* (2005) registran que gran cantidad de especies de arañas son altamente selectivas con su microhabitat, partiendo de esta afirmación para el transecto uno, se encontraron varios morfotipos de arañas asociadas a determinada estación; en la estación uno Linyphiidae morfotipo 3, Oonopidae morfotipo 2, Pholcidae morfotipo 2, Theridiidae morfotipo 1 y *Uroxys coarctatus*; para la estación dos, Prodidomidae morfotipo 1 y Salticidae morfotipo 1; para la estación cuatro, Pholcidae morfotipo 1 y Theridiidae morfotipo 6 y para la estación cinco, Caponiidae morfotipo 2.

En cuanto a los escarabajos coprófagos solo se recolectó la especie *Uroxys coarctatus*, la cual es un taxón generalista y típica de zonas de potrero (Amat-García *et al.* 1997), solo se encontró en la estación uno, la cual se ubica cerca a potreros y viviendas.

En general para las cinco estaciones son una o dos, las especies que están dominando, lo que puede deberse a las condiciones ambientales de los sitios y a la intervención que presentan, haciendo que pocas especies dominen y el resto utilicen recursos alternos para su supervivencia.

El transecto uno es un lugar con bastante intervención antrópica, en el cual se han presentado quemadas, no hay una zona de bosque y en los alrededores del transecto hay bastante área de potrero; los efectos antrópicos pueden ocasionar cambios en los suelos y la vegetación nativa de los ecosistemas altoandinos, lo que se evidencia a través de la declinación en las poblaciones y en la diversidad de los artrópodos (Vargas & Pedroza 2003). Esta intervención está afectando seriamente la edafofauna del lugar y es la que probablemente también está ocasionando la baja similitud entre las estaciones y por lo tanto, una composición diferente en las mismas, adicionalmente al comparar este transecto con otros transectos del complejo Guantiva-La Rusia es baja la cantidad de individuos recolectados, tanto en abundancias como en riquezas.

Son pocos los morfotipos que están presentes en la mayoría de las estaciones, (Ctenidae morfotipo 1 y 2, Dipluridae morfotipo 1 y Scytodidae morfotipo 1), lo

que puede indicar que son pocas las especies generalistas que están siendo capaces de aprovechar de forma exitosa los pocos recursos que se presentan en estas estaciones, debido a la ya mencionada intervención antrópica.

La mayor complementariedad esta entre las estaciones uno y dos, y entre las estaciones tres y cinco, las cuales no comparten especies, las estaciones dos y cuatro tiene el valor más bajo compartiendo el mayor número es especies (4), en general los porcentajes de complementariedad son altos para todas las estaciones, ya que el número de especies que se comparte es bajo; Morales & Sarmiento (2002) plantean que existe una estrecha relación positiva entre los artrópodos y la vegetación, lo que explicaría los altos valores de la complementariedad entre las estaciones del transecto uno, ya que todas tienen diferentes especies dominantes en cada una de las estaciones evaluadas.

ANFIBIOS

Se registraron en total 106 individuos, distribuidos en las familias, Craugastoridae (con las especies *Pristimantis lynchi*, *P. bogotensis*, *P. nervicus*, *P. elegans* y *Niceforonia nana*), Plethodontidae (*Bolitoglossa adspersa*) e Hylidae (con la especie *Dendropsophus labialis*). Además, de dos especies del género *Pristimantis* de las cuales no ha sido posible su correcta identificación.

En el transecto uno, no se encontró ninguna especie. Este transecto en particular presentaba condiciones poco favorables para el establecimiento de las poblaciones de anfibios, debido a las siguientes razones:

1. El lugar corresponde a una montaña aislada, rodeada de zonas de planicie, altamente intervenidas por procesos humanos, lo que ha llevado al deterioro y desaparición de cuerpos de agua (fig. 36A).
2. El grado de inclinación supera los 50°, lo que afecta fisiológicamente a los anfibios, puesto que es mayor el costo energético en el desplazamiento (fig. 36A).
3. Es una montaña bastante transitada, principalmente por personas, con fines de romerías o peregrinaciones religiosas, además de animales de carga.
4. El grado de transformación de las coberturas vegetales del transecto ha generado ambientes hostiles o no propicios para el establecimiento de los anfibios, debido a la alta radiación que incide sobre los remanentes de vegetación, sobre el suelo desnudo y los vientos que asotan desde los diferentes flancos a la montaña (fig. 36A).



Figura 36. A. Panorámica oriente del valle que rodea el transecto B. Vista general del transecto C. Panorámica occidente del valle que rodea el transecto D. Necromasa de frailejones muy seca.

AVIFAUNA

Composición y estructura de aves del complejo Guantiva-La Rusia. Con un esfuerzo de muestreo de 360 horas de observación y 1020 m red, para el complejo Guantiva-La Rusia se logró registrar un total de 130 especies, agrupadas en 33 familias y 14 ordenes (fig. 37), con una representatividad de muestreo entre el 74% y el 83% (fig. 38). Las familias más representativas fueron Thraupidae y Trochilidae con 19 especies cada una, seguidas por Tyrannidae y Emberizidae con 13 y 10 especies respectivamente. Dentro de los registros hechos para el presente complejo, se destacan seis especies con distribución restringida y cuatro especies amenazadas. Adicionalmente, se amplía la distribución tanto en el rango altitudinal y latitudinal de nueve especies (ver anexo 20).

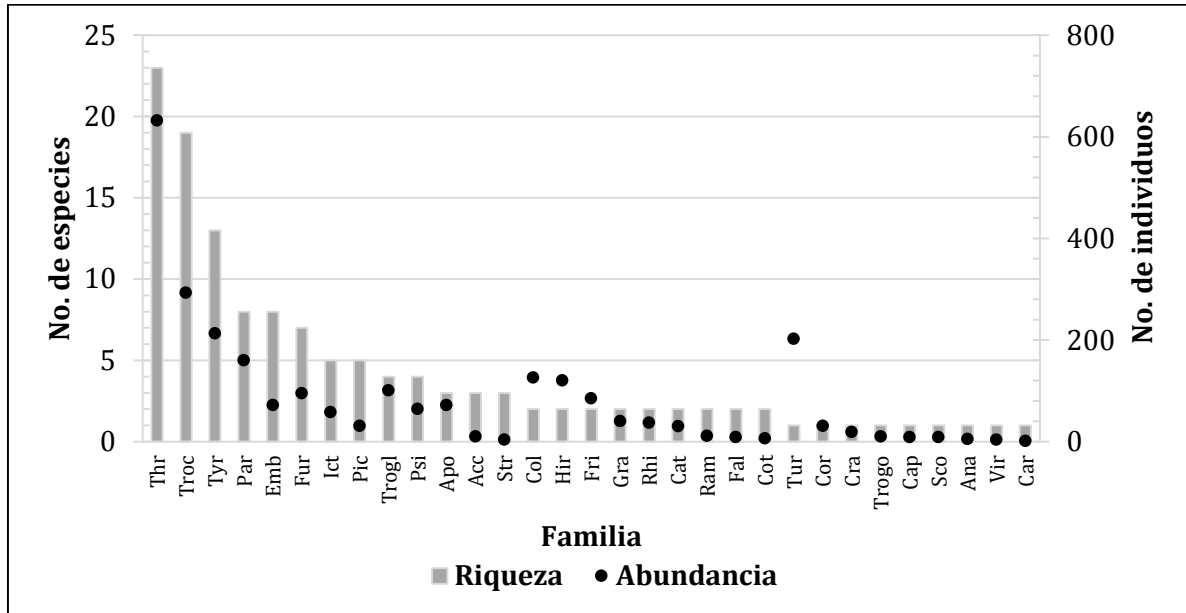


Figura 37. Composición de especies e individuos por familias de las aves registradas en el complejo Guantiva-La Rusia en Boyacá.

Thr, Thraupidae; Troc, Trochilidae; Tyr, Tyrannidae; Par, Parulidae; Emb, Emberizidae; Fur, Furnariidae; Ict, Icteridae; Pic, Picidae; Trogl, Troglodytidae; Psi, Psittacidae; Apo, Apodidae; Acc, Accipitridae; Str, Strigiidae; Col, Columbidae; Hir, Hirundinidae; Fri, Fringillidae; Gra, Grallariidae; Rhi, Rhinocryptidae; Cat, Cathartidae; Ram, Ramphastidae; Fal, Falconidae; Cot, Cotingidae; Tur, Turdidae; Cor, Corvidae; Cra, Cracidae; Trogo, Trogonidae; Cap, Caprimulgidae; Sco, Scolopacidae; Ana, Anatidae; Vir, Virionidae; Car, Cardinalidae.

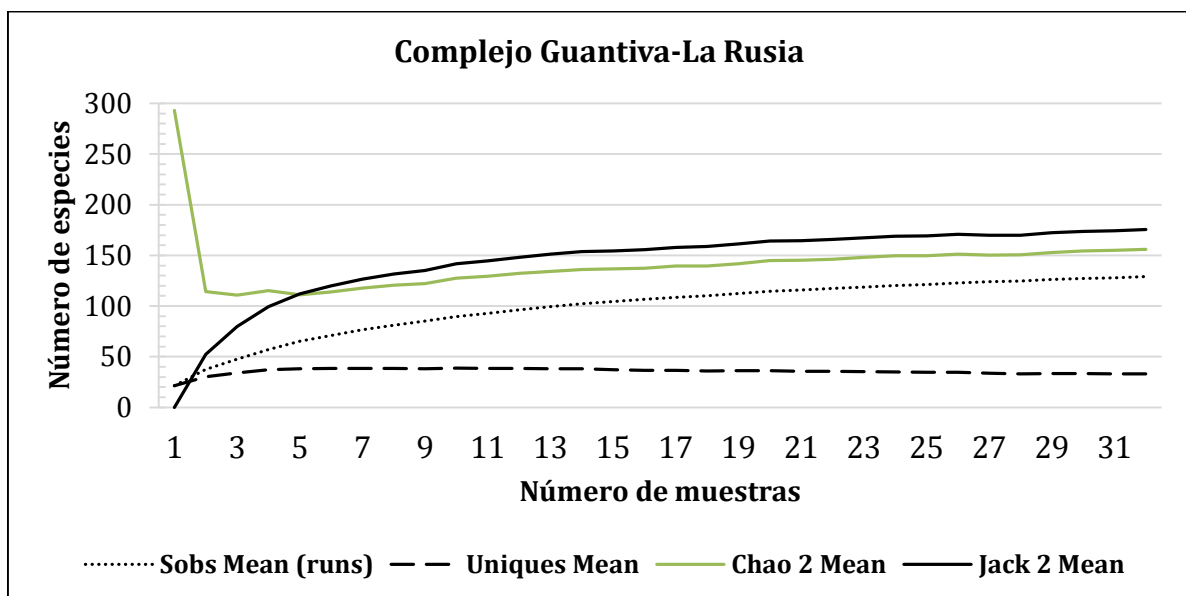


Figura 38. Curva de acumulación de especies de aves observadas en el complejo Guantiva-La Rusia en los departamentos de Boyacá y Santander. Las observaciones se comparan con los estimadores Uniques, Chao 2 y Jackknife 2.

Composición y estructura

Diversidad alfa. Con un esfuerzo de muestreo de 36 horas de observación y 102 m red, comprendiendo el rango altitudinal entre los 2900 a los 3400 m, en el presente transecto se logró registrar 28 especies y 143 individuos, en un total de 16 familias, dentro de las cuales las más representativas fueron Trochilidae con cuatro especies, y Thraupidae, Tyrannidae, Parulidae y Emberizidae cada una con tres especies. Las especies más abundantes fueron *Turdus fuscater* con 20 individuos, y *Synallaxis subpudica* y *Anisognathus igniventris*, cada una con 19 individuos.

Estación 1 (E1, 2900 m). Con una representatividad de muestreo del 85 al 93%, para la presente estación, se registran 24 especies y 94 individuos dentro de 14 familias (tabla 16, fig. 39). Las familias de aves más representativas para esta estación fueron Trochilidae, Parulidae, Tyrannidae y Emberizidae (3 spp. cada una) (fig. 40). Aquí, las especies dominantes fueron *S. subpudica* (Furnariidae) con 16 individuos, *A. igniventris* (Thraupidae) con 14 individuos y *T. fuscater* (Turdidae) con 10 individuos. Se denotan elementos de zonas altamente disturbadas como el copetón *Zonotrichia capensis* (Emberizidae) (fig. 41).

Estación 2 (E2, 3100 m). Con una representatividad de muestreo del 42 al 78%, se registran 10 especies y 17 individuos dentro de ocho familias de aves para la presente estación (tabla 16, fig. 39). En esta estación, las familias Trochilidae y Tyrannidae registran el mayor número de especies (2 spp.). Aquí, domino *T. fuscater* con cuatro individuos (fig. 40).

Estación 3 (E3, 3300 m). Con una representatividad de muestreo del 29 al 83%, para la presente estación se registran 11 especies y 32 individuos dentro de siete familias de aves (tabla 16, fig. 39). En esta estación sobresalen las familias Thraupidae y Trochilidae con tres especies cada una (fig. 10). Aquí, las especies dominantes fueron *D. humeralis* con siete especies, y *C. rufum* y *T. fuscater* con seis especies cada una. Adicionalmente, se logró la captura de una gallina ciega *Systemellura longirostris* (fig. 41), y la captura del Chamicero cundiboyacense *Synallaxis subpudica* especie endémica, restringida al altiplano cundiboyacense.

Los índices de Simpson y Shannon evidenciaron diferencias en dominancia y equidad de especies entre estaciones, siendo mayores en la estación uno, seguida de la dos y tres consecutivamente (Tabla 17). En efecto, un análisis de varianza demuestra que estas diferencias son significativas (H: $F=13.77$, $p<0.01$; D: $F=5.45$, $p<0.05$). En particular, una prueba de comparaciones múltiples de Tukey revela que, entre la estación uno tanto como la dos, y con la tres, la equidad difiere considerablemente (a un nivel de confianza entre el 95 y el 99%), mientras que para dominancia estas diferencias son leves (a un nivel de confianza del 90%). En contraste, las estaciones dos y tres mantuvieron una relación estrecha en diversidad. Resultados similares son mostrados en las curvas de rango-abundancia, las cuales tienen una pendiente similar; es decir, dominan pocas especies en todas las estaciones y las abundancias por especies dominantes difieren entre estaciones (fig. 41). En efecto, aunque en las tres estaciones dominan

principalmente *T. fuscater* y *A. igniventris*, en las estaciones dos y tres el número de individuos registrado por cada una de estas especies es más parecido que con la estación uno (fig. 42).

Tabla 16. Representatividad del muestreo e índices de diversidad para las estaciones del transecto uno, en el municipio de Cerinza, Boyacá. Los valores observados se compararon con los estimadores Bootstrap, ACE y Chao 1.

Estación	Especies observadas	Representatividad			Índices	
		ACE Mean (%)	Chao 1 Mean (%)	Bootstrap (%)	Simpson (D)	Shannon (H)
E1	24	85	93	88	0.92	2.80
E2	10	64	42	78	0.87	2.18
E3	11	29	43	83	0.85	2.09

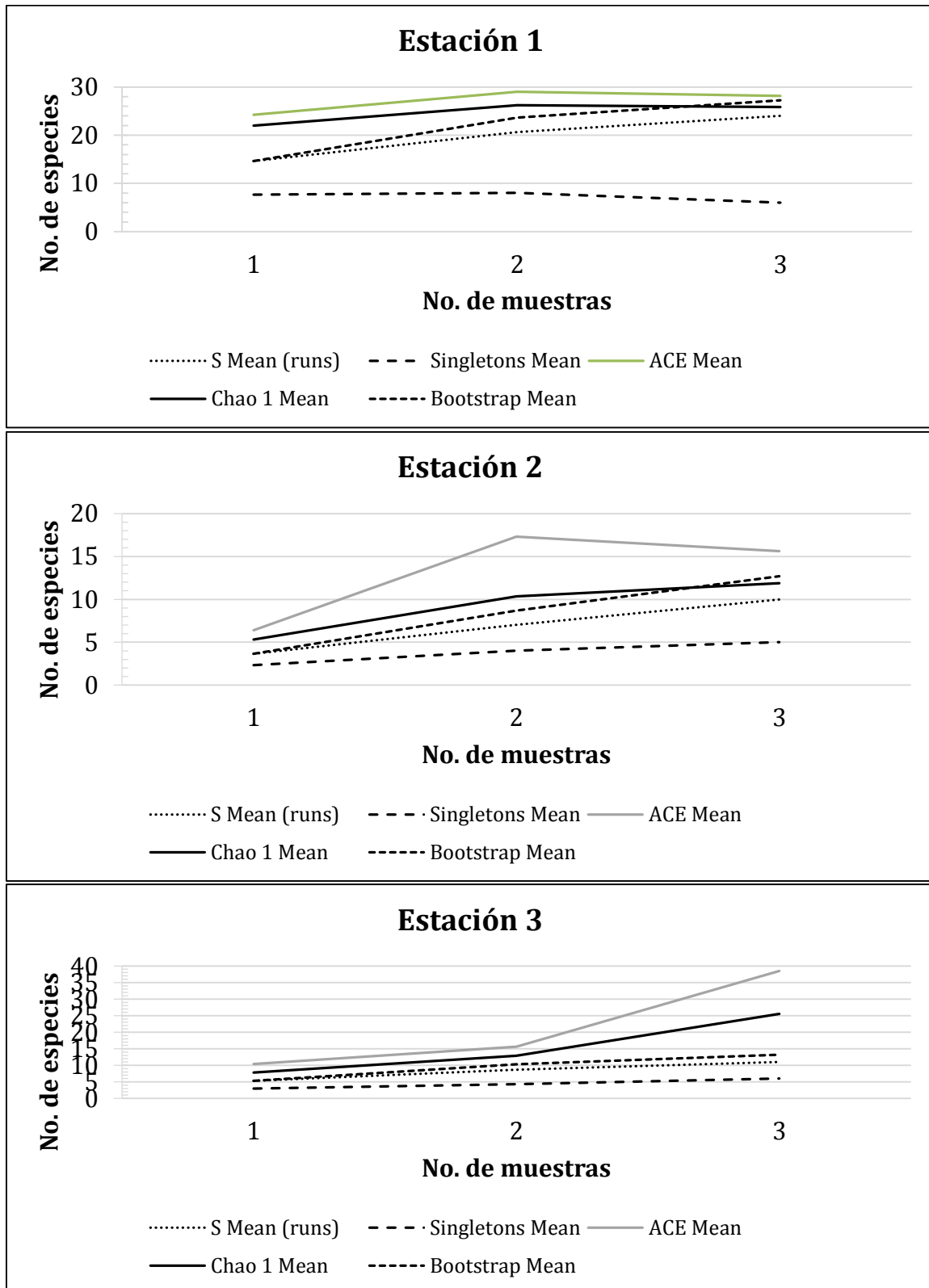


Figura 39. Curvas de acumulación de especies de aves de las estaciones estudiadas en el transecto uno, del municipio de Cerinza. El número de muestras corresponde al número de puntos de conteo por estación. Los valores de especies observadas son comparados con los estimadores Singletons, ACE, Chao 1 y Bootstrap.

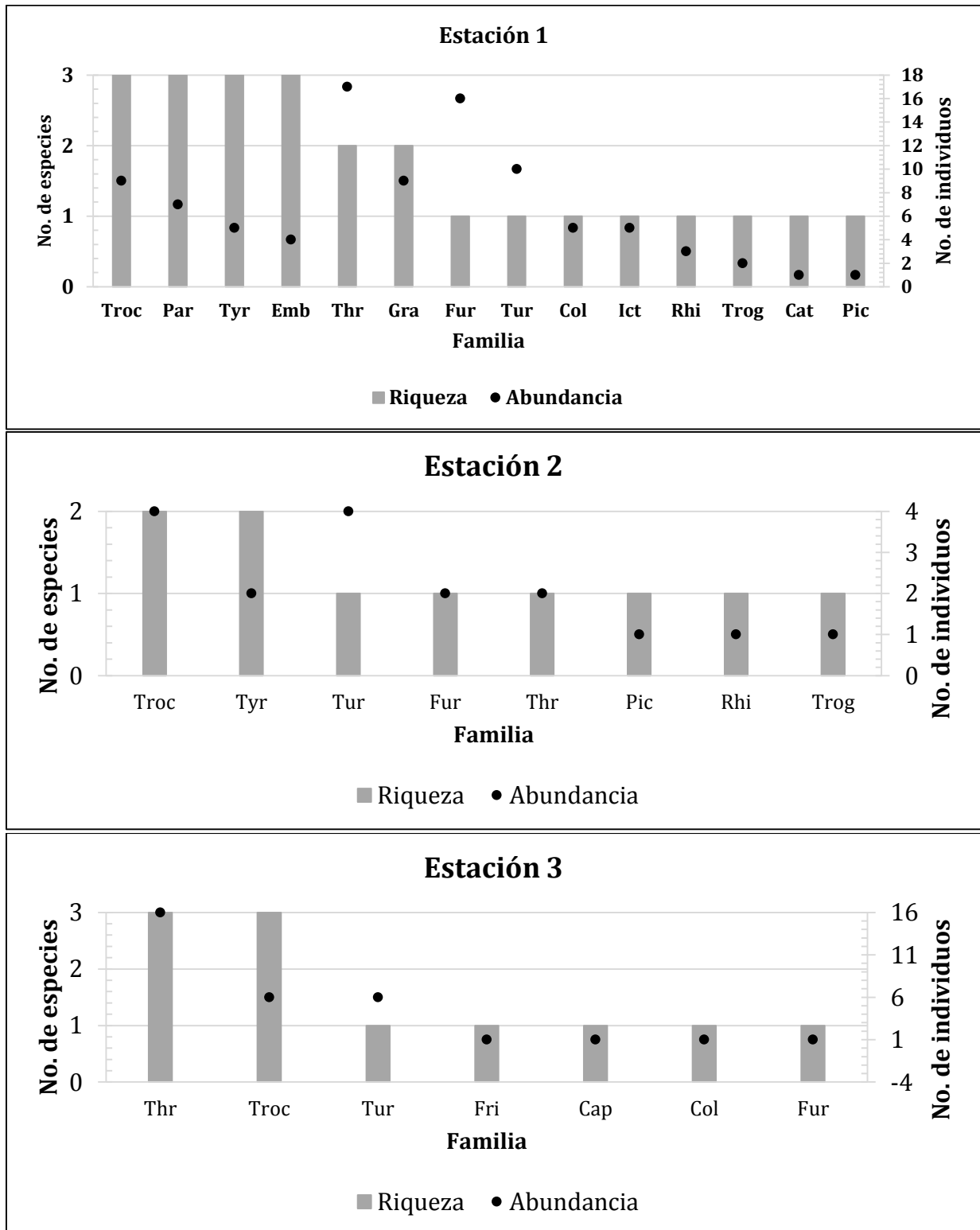


Figura 40. Composición de especies e individuos por familias de las aves registradas en el transecto uno. Thr, Thraupidae; Troc, Trochilidae; Tyr, Tyrannidae; Par, Parulidae; Emb, Emberizidae; Fur, Furnariidae; Ict, Icteridae; Pic, Picidae; Trog, Troglodytidae; Col, Columbidae; Fri, Fringillidae; Gra, Grallariidae; Rhi, Rhinocryptidae; Cat, Cathartidae; Tur, Turdidae; Cap, Caprimulgidae.

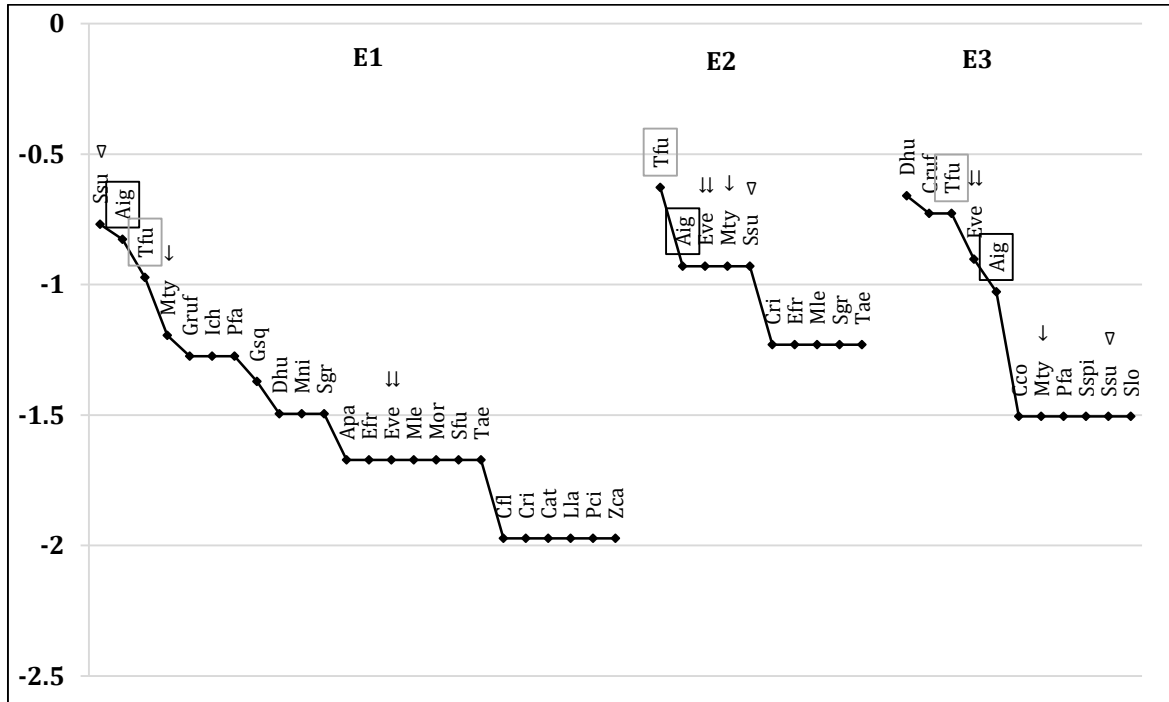


Figura 41. Curva de rango-abundancia para las tres estaciones del Transecto uno, en el municipio de Cerinza del complejo de páramos Guantiva-La Rusia.

Synallaxis subpudica, Ssu, *Anisognathus igniventris*, Aig, *Turdus fuscater*, Tfu, *Metallura tyrianthina*, Mty, *Grallaria ruficapilla*, Gruf, *Icterus chrysater*, Ich, *Patagioenas fasciata*, Pfa, *Grallaria squamigera*, Gsq, *Diglossa humeralis*, Dhu, *Myiothlypis nigrocristata*, Mni, *Scytalopus griseicollis*, Sgr, *Atlapetes pallidinucha*, Apa, *Elaenia frantzii*, Efr, *Eriocnemis vestita*, Eve, *Mecocerculus leucophrys*, Mle, *Myioborus ornatus*, Mor, *Setophaga fusca*, Sfu, *Troglodytes aedon*, Tae, *Chlorospingus flavopectus*, Cfl, *Colaptes rivolii*, Cri, *Coragyps atratus*, Cat, *Lafresnaya lafresnayi*, Lla, *Pyrrhomyias cinnamomeus*, Pci, *Zonotrichia capensis*, Zca, *Conirostrum rufum*, Cruf, *Colibri coruscans*, Cco, *Sporaga spinescens*, Sspi, *Systellura longirostris*, Slo. Especies que mantienen sus valores de dominancia en todas las estaciones. ↓ *Metallura tyrianthina*, Mty, ⇓ *Eriocnemis vestita*, Eve, ◁ *Synallaxis subpudica*, Ssu, □ *Turdus fuscater*, Tfu, *Anisognathus igniventris*, Aig.

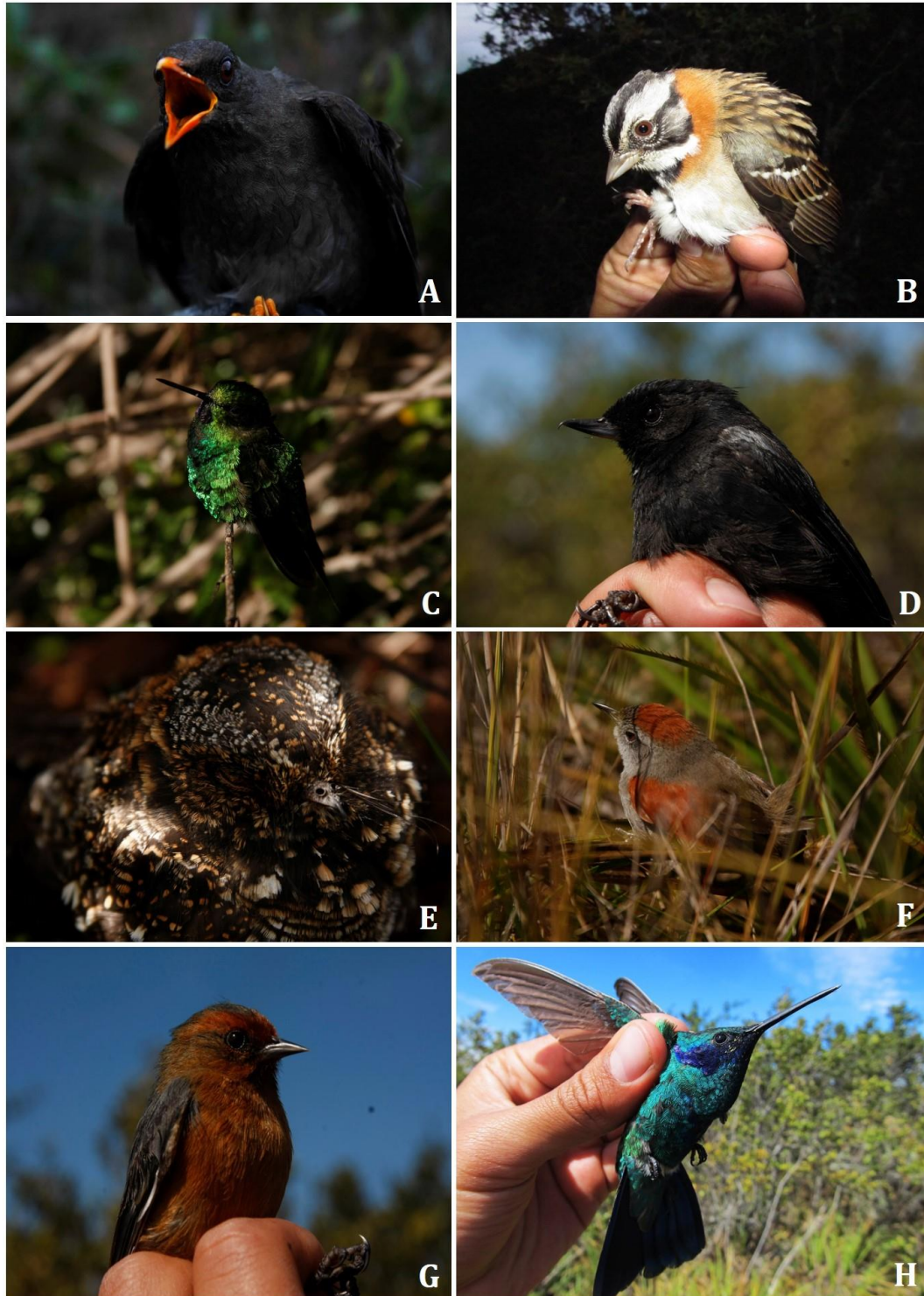


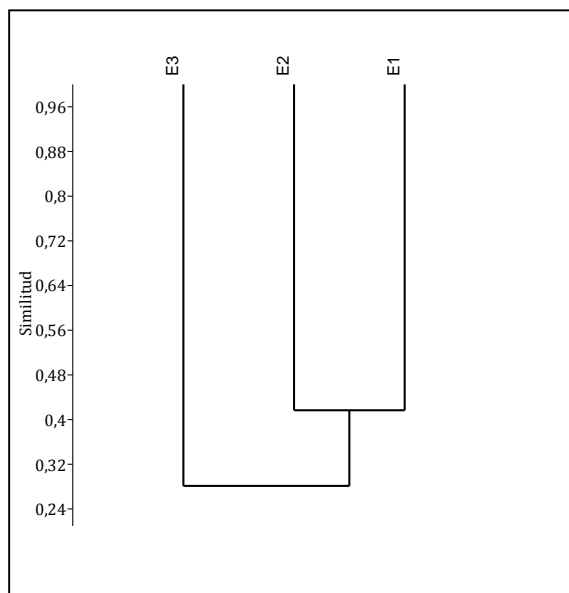
Figura 42. Elementos observados en el transecto uno, correspondiente al municipio de Cerinza, Boyacá.

A. Vista frontal de *T. fuscater* (Turdidae). B. Vista lateral de *Z. capensis* (Emberizidae). C. Vista lateral de *E. vestita* (Trochilidae). D. Vista lateral de *D. humeralis* (Thraupidae). E. Vista frontal de *S. longirostris* (Caprimulgidae). F. Vista lateral de *S. subpudica* (Furnariidae). G. Vista lateral de *C. rufum* (Thraupidae). H. Vista lateral de *C. coruscans* (Trochilidae).

Diversidad beta. El análisis de complementariedad reveló que hay mayor número de especies compartidas entre las estaciones uno y dos en comparación con la estación tres, la cual se mantuvo disímil con las anteriores estaciones (Tabla 17). En correspondencia, el índice de similitud de Jaccard, muestra una relación entre las dos primeras estaciones, conteniendo especies en su mayoría distintas a las encontradas en la estación tres. Sin embargo, la mayor similitud observada (entre las estaciones uno y dos), esta soportada únicamente por el 42 % (fig. 43).

Tabla 17. Índice de complementariedad de especies entre las estaciones del transecto uno, Cerinza, Boyacá, de acuerdo a Villareal *et al.* (2006).

Cerinza	E1	E2	E3
E1		58.3	75
E2	58.3		68.8
E3	75	68.8	



Jaccard	E1	E2	E3
E1	1	0,42	0,25
E2	0,42	1	0,31
E3	0,25	0,31	1

Figura 43. Diagrama de Similitud entre las estaciones del transecto uno, en el municipio de Cerinza, Boyacá. Se tabulan los datos calculados a partir del índice de Jaccard.

La diversidad encontrada en cada una de las estaciones del transecto uno, refleja a comunidades típicas de zonas altoandinas, en las cuales las familias mejor representadas son Thraupidae, Trochilidae, Tyrannidae, Emberizidae y Parulidae (Andrade *et al.* 1993, Stiles & Rosselli 1998, Cuervo *et al.* 2008). Una baja representatividad de muestreo en las estaciones dos y tres puede estar soportada por el aumento de especies raras a medida que se aumentaba el esfuerzo de muestreo. En este caso, el estimador Bootstrap es el mejor para comparar los datos observados, debido a que tiene en cuenta el sesgo producido por las especies con bajo número de individuos registrados (Pineda & Halffter 2003, Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona 2008). Sin embargo, factores como la estacionalidad o el clima local pueden afectar la dinámica de las poblaciones. Por lo tanto, se sugiere

umentar el esfuerzo de muestreo en todas las estaciones para contrastar los resultados y tomar adecuadas decisiones.

En este transecto, fue posible observar a través de los índices de diversidad local, que a medida que se ascendía altitudinalmente disminuía la diversidad, mostrando un acierto al modelo macro-ecológico de riqueza de especies a los largo del gradiente altitudinal (Kattan & Franco 2004). Dos patrones claros surgieron a partir de los datos. Primero, el número de especies con abundancias similares fue alto entre los 3100 y los 3400 m, mientras que los valores de importancia de las especies muestreadas se mantuvieron uniformes a lo largo del gradiente altitudinal (Moreno 2001). Segundo, el mayor recambio de especies ocurrió entre los 2900 y los 3100 m. En este sentido, independiente de la dominancia, la cual estuvo representada por las especies *T. fuscater* y *A. igniventris*, se podría inferir que la equitatividad fue inversamente proporcional al recambio de especies para el transecto uno, y que el punto altitudinal en el que ocurrieron estos cambios fue alrededor de los 3100 m.

Para explicar el comportamiento de estos patrones, es necesario observar más allá del cambio en el gradiente altitudinal (Terborgh 1977, Kattan & Franco 2004), y determinar aquellos factores relacionados, tales como el clima o la productividad del sitio, que afectan el cambio en la riqueza de especies (Brown 2001). Particularmente, la vegetación desempeña un papel importante en estos patrones de distribución. En efecto, a medida que se ascendía altitudinalmente, el porcentaje de cobertura de los arbustales (elementos dominantes en el área de estudio) disminuía, mientras que otros elementos de menor porte como herbazales y la matriz de pajonal-frailejona aumentaban, fijándose el punto intermedio de cambio en composición y estructura vegetal alrededor de los 3100 m. No obstante, fue posible observar que sobre los 3300 m, sitio caracterizado por la matriz de pajonal-frailejona, ocurrían elementos arbustivos con porcentajes de cobertura similares a los descritos para la estación dos. Teniendo en cuenta esto, se debe esperar que los datos se modifiquen mostrando tendencias distintas. Y ya que el área de estudio se ubicó en una zona con alta influencia de actividades humanas es necesario evaluar el efecto de las modificaciones al paisaje sobre el comportamiento de las poblaciones de aves.

Por lo tanto, aunque los datos sugieren que a los 3100 m en el transecto uno, ubicado en el municipio de Cerinza, ocurre un cambio en la diversidad y que este punto puede ser tomado como franja de delimitación del área de páramo, es necesario evaluar los factores ecológicos tales como la competencia y las interacciones depredador-presa, así como la heterogeneidad y la estructura del hábitat, para dar un mejor concepto que determine la diversidad de especies (Lomolino 2001). Por último, deben ser incluidos aquellos elementos que se encuentren amenazados por la pérdida de hábitat o que su rango de distribución este restringido. Tal es el caso de *S. subpudica*, especie endémica para el altiplano cundiboyacense, de la cual no se tienen estudios acerca del efecto de las perturbaciones sobre su hábitat (Birdlife International 2012, Chaparro-Herrera *et al.* 2013), y que aquí dominó a los 2900 m. En este caso, en el que ocurren especies de interés, se sugiere bajar la franja de delimitación hasta este rango altitudinal,

funcionando como zona de amortiguación para la protección de la especie en la zona de transición bosque-páramo.

TRANSECTO DOS, TIPACOQUE

Departamento de Boyacá, municipio de Tipacoque, vereda La Calera. El transecto se localiza al noreste del corredor de robles Guantiva-La Rusia, con conexión complejo Iguaque-Merchán, que atraviesa de oeste a este el departamento de Boyacá. Es una zona seca, que presenta en la parte baja de la montaña una vegetación xerofítica, debido al paso del río Chicamocha. Presenta una precipitación de 1081.85 mm/año y temperatura promedio de 17.4°C; la evaporación promedio anual registrada, es de 109.3 mm, presentándose los mayores valores en el mes de enero con 142.7 mm y los menores en el mes de junio con 85.2 mm (EOT Tipacoque).

El transecto se realizó en el Parque Natural Municipal “Robledales de Tipacoque”, en un gradiente altitudinal desde los 2916 a 3236 m; corresponde a un paisaje de montaña conformado geológicamente por materiales originados a partir de rocas devónicas y paleozóicas; de acuerdo con su posición altitudinal, presenta el piso climático frío y se caracteriza por ser semihúmedo, con frecuente presencia de neblina. En el área predominan bosques andinos que presentan un buen estado de conservación, con pequeñas áreas fragmentadas; se observa igualmente comunidades de páramo (zona denominada “Alto El Frailejonal”), la cual han sido medianamente afectada por la acción humana, relacionada con la actividad agropecuaria (pastoreo de ganado vacuno y cultivos de papa); sin embargo, las comunidades vegetales y animales que persisten en el Parque presentan una importante diversidad y cumplen una función estratégica en la protección del agua y los suelos (Fundación Natura 2007). A continuación se presenta una panorámica general del área de trabajo, así como, una tabla con la información de cada estación evaluada (fig. 44 y Tabla 18).



Figura 44. Vista panorámica del área de estudio transecto dos. A. Vista de fondo de la cima que se evaluó; B. Área de matorrales evaluadas; C. Vista de zona de páramo; D. Zona de bosque de roble.

Tabla 18. Localización de las estaciones evaluadas en el transecto dos, Tipacoque.

Estación	Parcela	Altitud (m)	Coordenadas N	Coordenadas W	Tipo de vegetación
1	1	2916	6° 23' 44,5"	72° 43' 43,7"	Bosque
	2	2904	6° 23' 44,97"	72° 43' 42,52"	
	3	2940	6° 23' 43,5"	72° 43' 44,6"	
2	1	3013	6° 23' 38"	72° 43' 45,4"	Bosque
	2	3001	6° 23' 38,1"	72° 43' 46,9"	
	3	2998	6° 23' 37,8"	72° 43' 44,2"	
3	1	3136	6° 23' 46,1"	72° 43' 55,6"	Arbustal
	2	3119	6° 23' 47,3"	72° 43' 55,1"	
	3	3130	6° 23' 45,8"	72° 43' 54,5"	
4	1	3224	6° 24' 27,1"	72° 44' 3,5"	Herbazal
	2	3225	6° 24' 29,5"	72° 44' 2,8"	
	3	3236	6° 24' 32,8"	72° 44' 4,2"	

VASCULARES

ANÁLISIS POR ESTACIÓN

ESTACIÓN UNO. Se registran 31 familias, 39 géneros y 53 especies. La familia más diversa es Asteraceae con tres géneros y siete especies, seguido de Melastomataceae (2/4) (Tabla 19). El 67,74% (21) de las familias presentan una sola especie.

Tabla 19. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación uno.

Familia	No. Géneros	No. Especies
Asteraceae	3	7
Melastomataceae	2	4
Aspleniaceae	1	4
Rubiaceae	3	3
Solanaceae	2	3
Araceae	1	3
Acanthaceae	2	2
Piperaceae	2	2
Lauraceae	1	2
Woodsiaceae	1	2

El género *Asplenium* es el más diverso con cuatro especies (Tabla 20). El 76,92% (30) de los géneros presentan una sola especie, lo cual puede indicar que corresponde a una franja que necesita mayor muestreo.

Tabla 20. Géneros con la mayor riqueza de especies de la estación uno.

Género	No. Especies
<i>Asplenium</i>	4
<i>Anthurium</i>	3
<i>Miconia</i>	3
<i>Mikania</i>	3
<i>Ageratina</i>	2
<i>Diplazium</i>	2
<i>Jungia</i>	2
<i>Ocotea</i>	2
<i>Solanum</i>	2

Forma de crecimiento. La forma arbórea presenta la mayor abundancia con el 79,39%, dentro de la cual, la categoría arbusto predominan con el 37,37%, seguido

de arbustillo con 34,94%, mientras que las hierbas tiene el 18,38%. Las epífitas son las menos dominantes con el 0,20% (figs. 45 y 46).

Según los valores de cobertura se registra que la categoría árbol presenta el mayor valor con el 62,85%, seguido del arbusto con el 18,21%. Lo anterior, indica que la fisonomía de la cobertura vegetal predominante en la estación uno, es el bosque con abundantes hierbas que no superan el metro de altura.

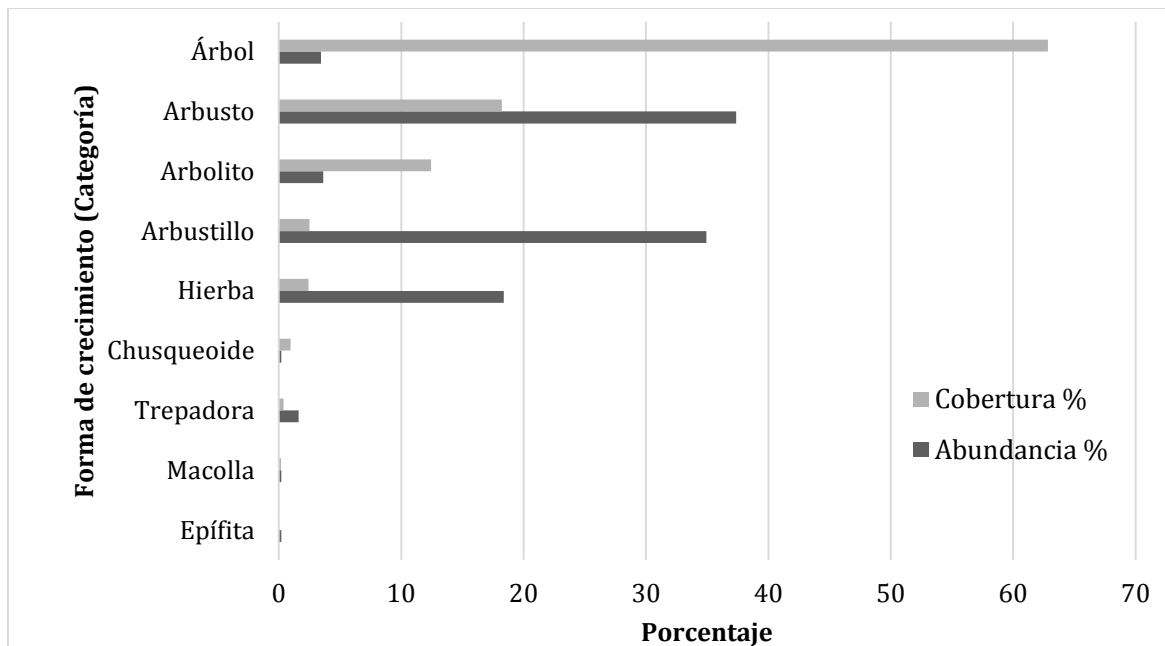


Figura 45. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura en la estación uno.

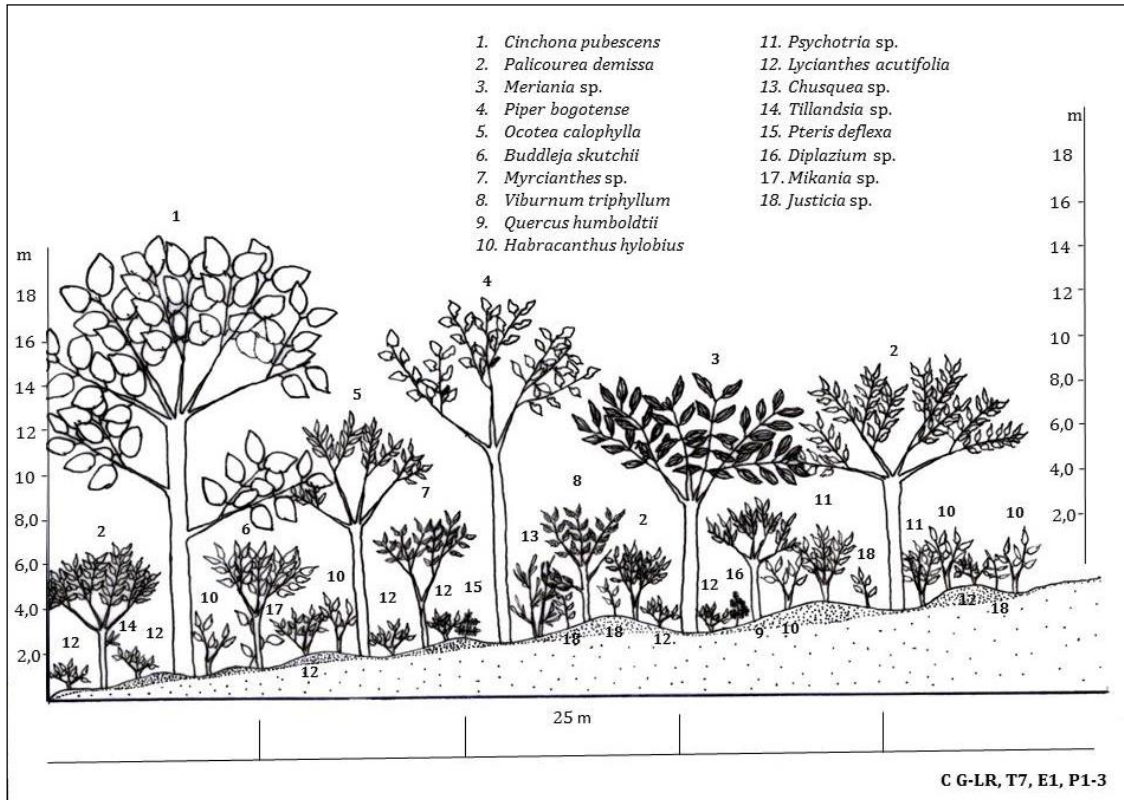


Figura 46. Perfil de vegetación de la estación uno, Tipacoque.

Índice de valor de importancia (IVI). En las diez especies dominantes se observa que el atributo que más incide en este índice es la abundancia, seguido del área basal. *Cinchona pubescens* es la especie dominante, debido a que presenta el mayor valor de área basal, a pesar de no ser muy abundante y frecuente. Seguida de *Lycianthes acutifolia* cuya especie fue la más abundante en esta estación (fig. 47).

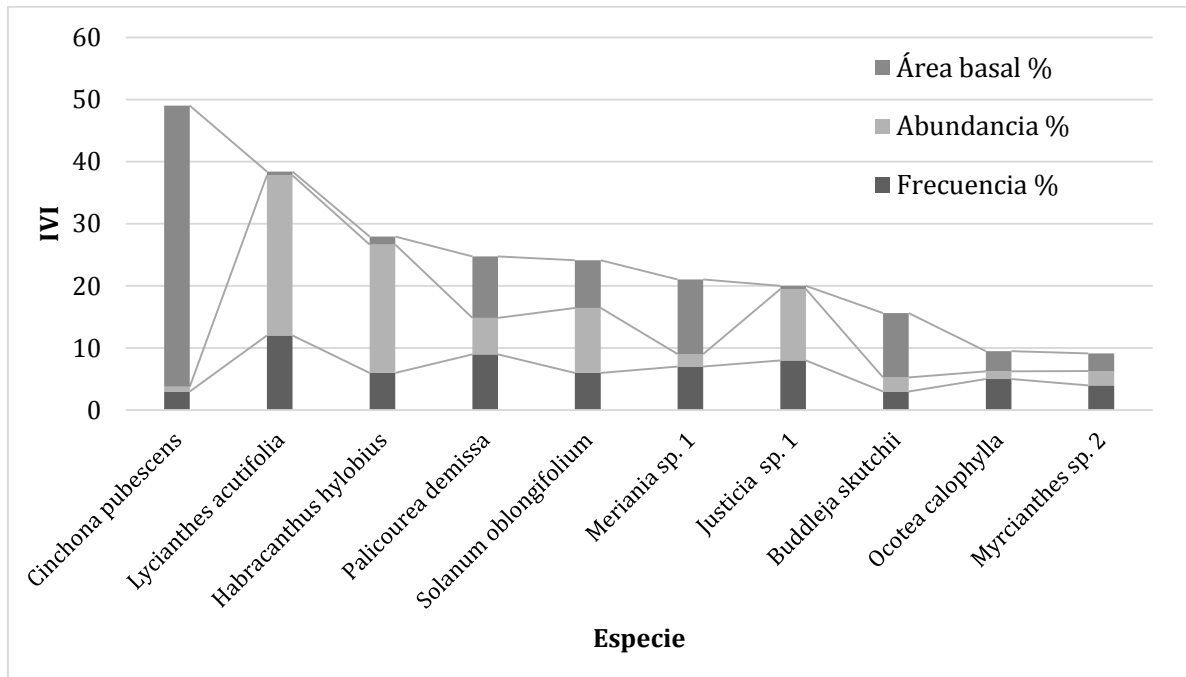


Figura 47. Especies con los mayores valores de IVI en la estación uno.

ESTACIÓN DOS. Se registran 31 familias, 42 géneros y 49 especies. La familia más diversa es Asteraceae con ocho géneros y nueve especies (Tabla 21). El 70,96% de las familias presentan una sola especie.

Tabla 21. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación dos.

Familia	No. Géneros	No. Especies
Asteraceae	8	9
Rubiaceae	3	3
Aspleniaceae	1	3
Melastomataceae	2	2
Solanaceae	2	2
Amaranthaceae	1	2
Chloranthaceae	1	2
Dioscoreaceae	1	2
Pteridaceae	1	2

Asplenium es el género con más especies (3) y el 85,71% (36) de los géneros tienen una sola especie.

Tabla 22. Géneros con la mayor riqueza de especies de la estación dos.

Género	No. Especies
<i>Asplenium</i>	3
<i>Alternanthera</i>	2
<i>Dioscorea</i>	2

Género	No. Especies
<i>Hedyosmun</i>	2
<i>Pentacalia</i>	2
<i>Pteris</i>	2

Forma de crecimiento. La forma arbórea tiene la mayor abundancia con el 68,61%, y la categoría arbustiva con el mayor porcentaje (42,02%), seguido de las hierbas (23,40%, figs. 48 y 49). Los árboles, presentan el mayor porcentaje de cobertura, con el 59,44%, lo cual permite definir que la cobertura que predomina es de bosque con individuos de alturas superiores a 6 m y doseles amplios. Estas condiciones pueden afectar la baja predominancia de hierbas, rosetas y trepadoras.

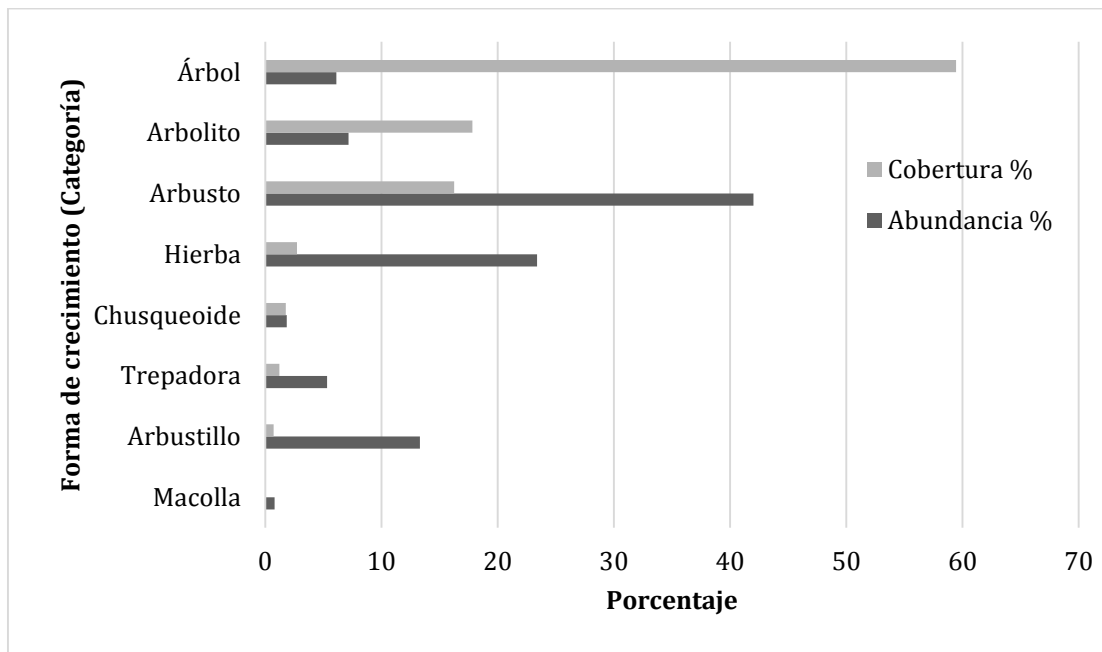


Figura 48. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación dos.

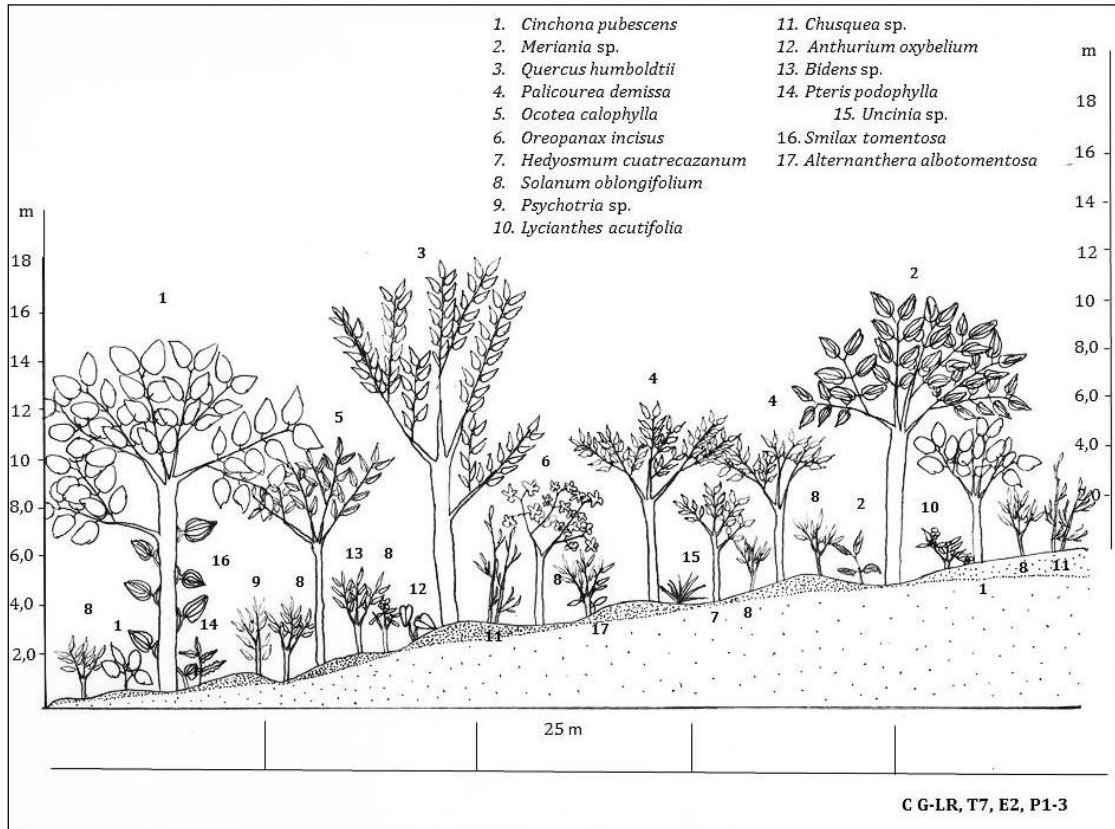


Figura 49. Perfil de vegetación de la estación dos, Tipacoque.

Índice de valor de importancia (IVI). *Quercus humboldtii* corresponde a la especie dominante, debido a que presenta el mayor valor de área basal; seguida de *Palicourea demissa* siendo la más frecuente en esta estación. En general el atributo que más incide es la abundancia, seguido de la frecuencia. Lo que indica que a diferencia del roble (*Quercus humboldtii*), la cobertura vegetal está representada por individuos con tallos muy delgados, por lo tanto se puede inferir que este bosque está en regeneración (fig. 50).

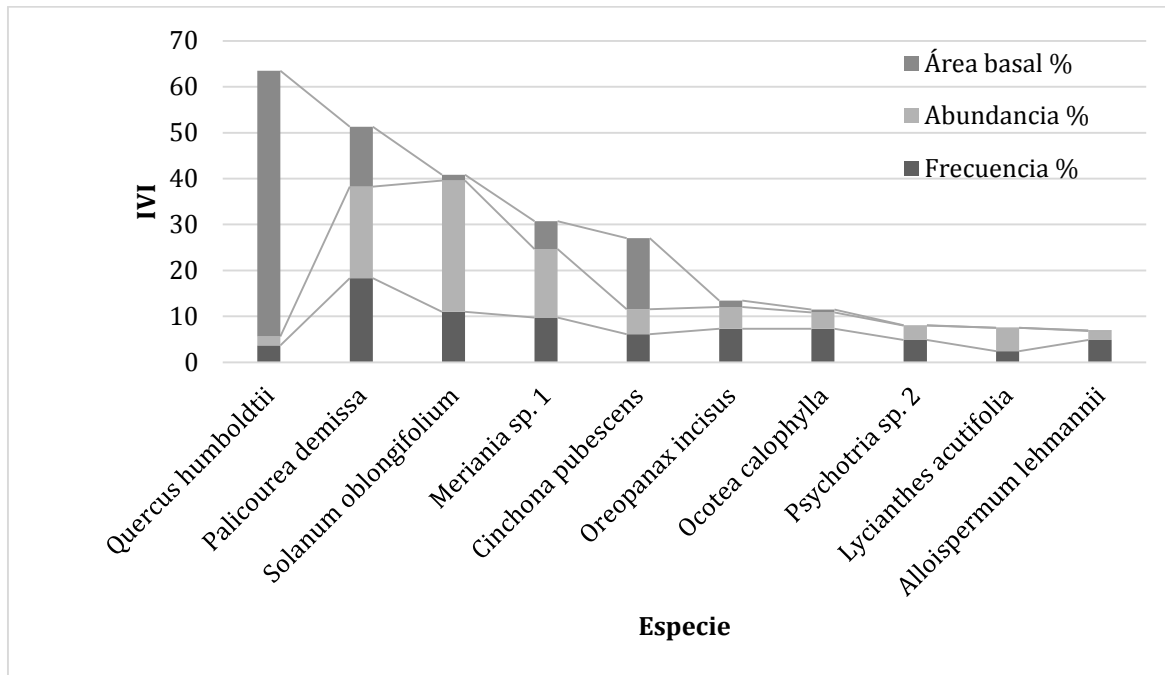


Figura 50. Especies con los mayores valores de IVI en la estación dos.

ESTACIÓN TRES. Se registran 22 familias, 41 géneros y 49 especies. La familia más diversa es Ericaceae con ocho géneros y nueve especies, seguido de Orchidaceae (5/7) (Tabla 23). El 59,09% de las familias presentan una sola especie.

Tabla 23. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación tres.

Familia	No. Géneros	No. Especies
Ericaceae	8	9
Orchidaceae	5	7
Asteraceae	4	5
Clusiaceae	2	4
Melastomataceae	3	3
Polypodiaceae	2	2
Rubiaceae	2	2
Aquifoliaceae	1	2
Myrsinaceae	1	2

A nivel de géneros, *Clusia* es la más diversa con tres especies (Tabla 24). El 82,92% (34) de los géneros presentan una sola especie.

Tabla 24. Géneros con la mayor riqueza de especies de la estación tres.

Género	No. Especies
<i>Clusia</i>	3
<i>Ilex</i>	2
<i>Masdevallia</i>	2
<i>Maxillaria</i>	2

<i>Myrsine</i>	2
<i>Pentacalia</i>	2
<i>Vaccinium</i>	2

Forma de crecimiento. Los estratos leñosos (arbusto, arbolito y arbustillos) corresponden a los predominantes, tanto en abundancia como en cobertura. Los arbustos presentan el mayor porcentaje de cobertura con el 47,06%, seguido de arbolito con 40,86% y árbol 6,03%. Con respecto a la abundancia, igualmente predominan los arbustos con el 50,73%, seguido de los arbustillos con el 34,65%. Lo anterior, refleja que esta cobertura presenta una fisonomía de arbustal con algunos individuos arbóreos de alturas superiores a 4 m y doseles amplios (figs. 51 y 52).

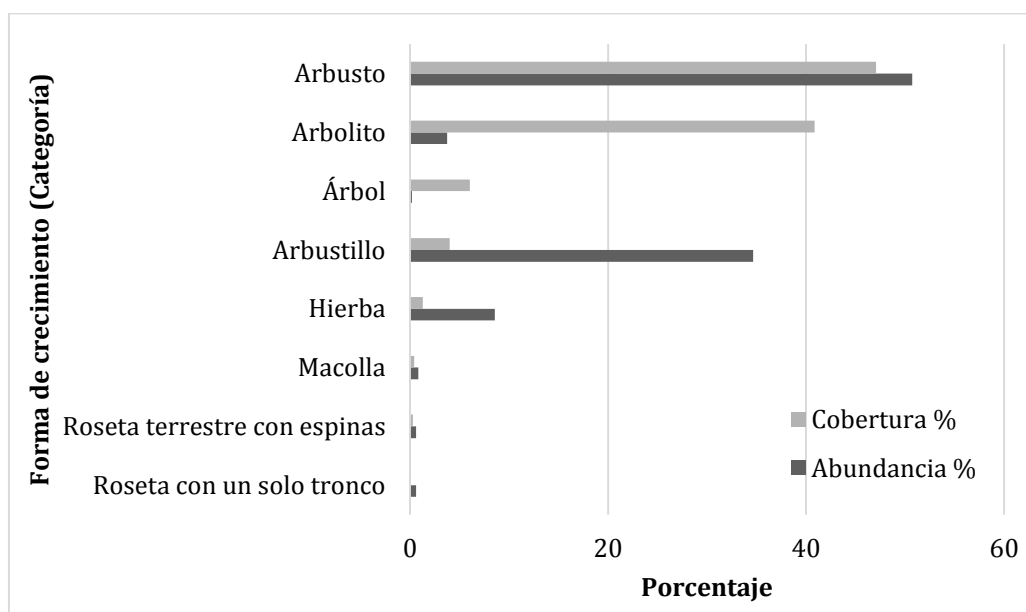


Figura 51. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación tres.

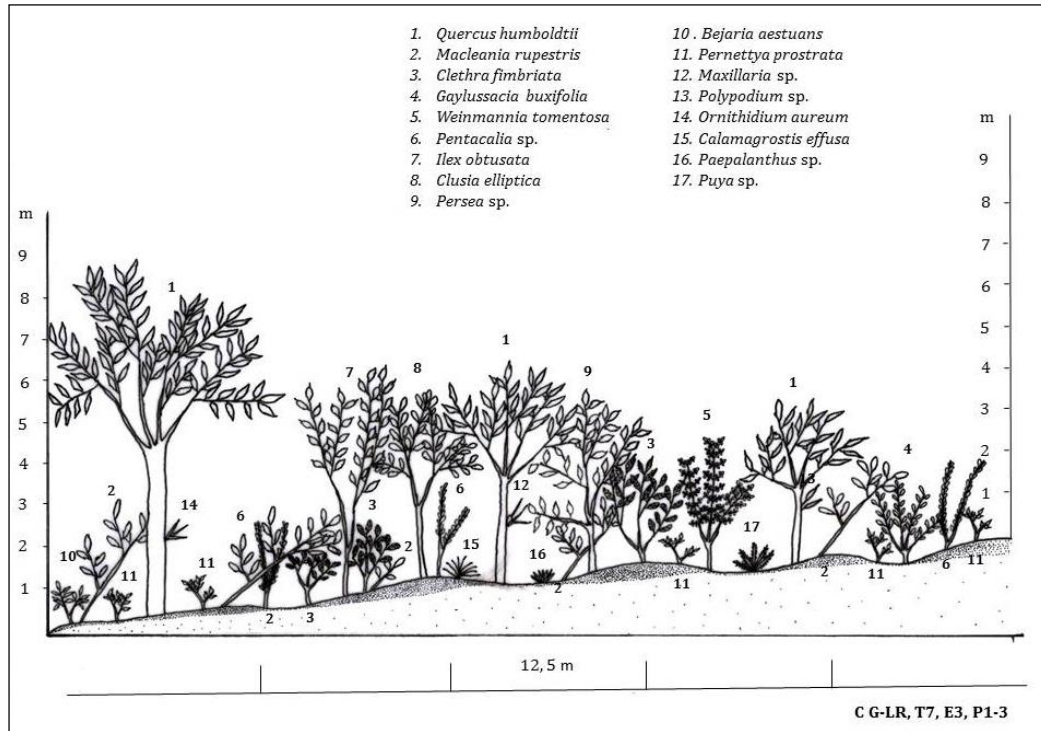


Figura 52. Perfil de vegetación de la estación tres, Tipacoque.

Índice de valor de importancia (IVI). Los atributos que más inciden son la abundancia y la frecuencia. La especie *Quercus humboldtii* corresponde a la de mayor dominancia, debido a que presenta el mayor valor de área basal, a pesar de no ser muy abundante y frecuente. Seguida de *Macleania rupestris* siendo la más abundante en esta estación.

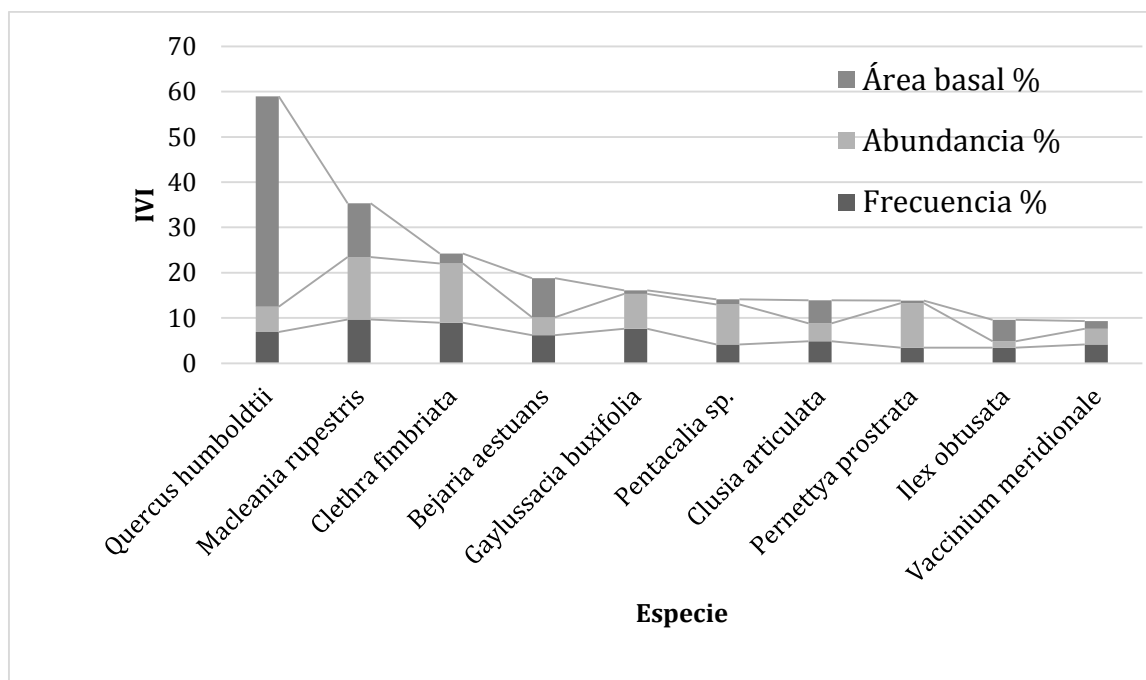


Figura 53. Especies con los mayores valores de IVI en la estación tres.

ESTACIÓN CUATRO. Se registran 22 familias, 41 géneros y 49 especies. La familia más diversa es Asteraceae con nueve géneros y 14 especies (Tabla 25). El 63.63% de las familias presentan una sola especie.

Tabla 25. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación cuatro.

Familia	No. Géneros	No. Especies
Asteraceae	9	14
Ericaceae	5	6
Melastomataceae	3	4
Poaceae	3	3
Lycopodiaceae	2	2
Orchidaceae	2	2
Cyperaceae	1	2
Eriocaulaceae	1	2

Los géneros *Ageratina* y *Pentacalia* presentan tres especies cada uno y el 85,36% (35) de los géneros tienen una sola especie.

Tabla 26. Géneros con la mayor riqueza de especies de la estación cuatro.

Género	No. Especies
<i>Ageratina</i>	3
<i>Pentacalia</i>	3
<i>Achyrocline</i>	2
<i>Chaetolepis</i>	2
<i>Gaultheria</i>	2
<i>Paepalanthus</i>	2

Forma de crecimiento. La categoría arbustillo presenta la mayor abundancia con el 65,01%, seguido de roseta con un solo tronco (18,31%) (figs. 54 y 55).

Al analizar la forma de crecimiento según los valores de cobertura, se registra que la categoría roseta terrestre con un solo tronco, presenta el mayor valor con el 28,87%, seguido de los arbustillos (28,10%) y arbustos (25,36%). Lo anterior, permite establecer que la fisonomía de la cobertura vegetal que predomina en la estación cuatro es de rosetales terrestres con individuos leñosos que no superan un metro de altura.

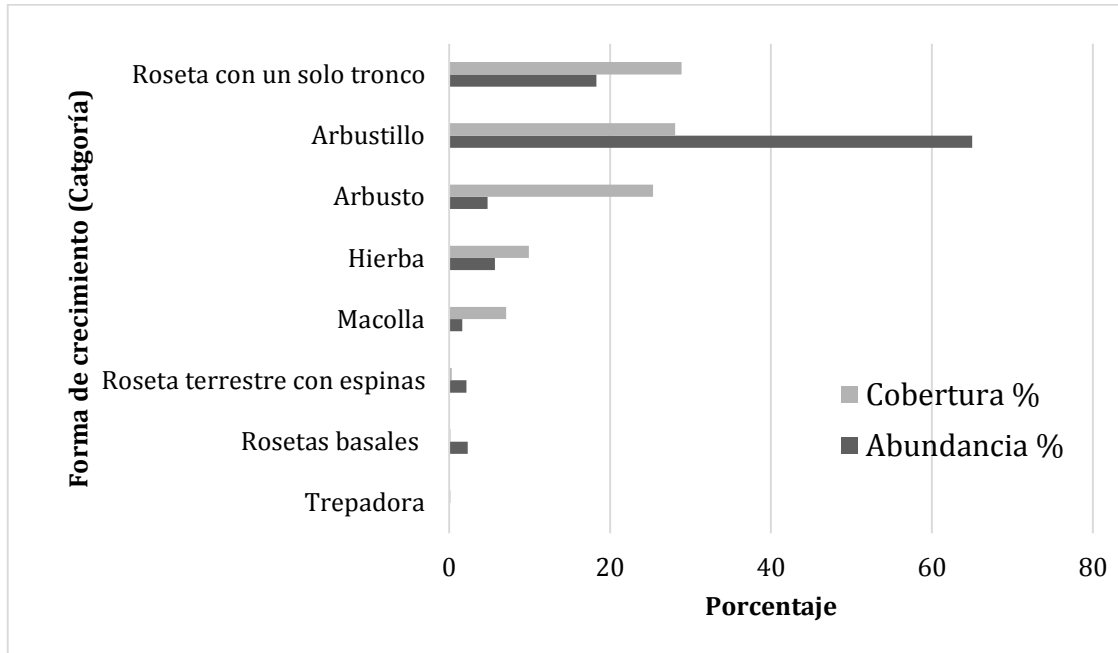


Figura 54. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura en la estación cuatro.

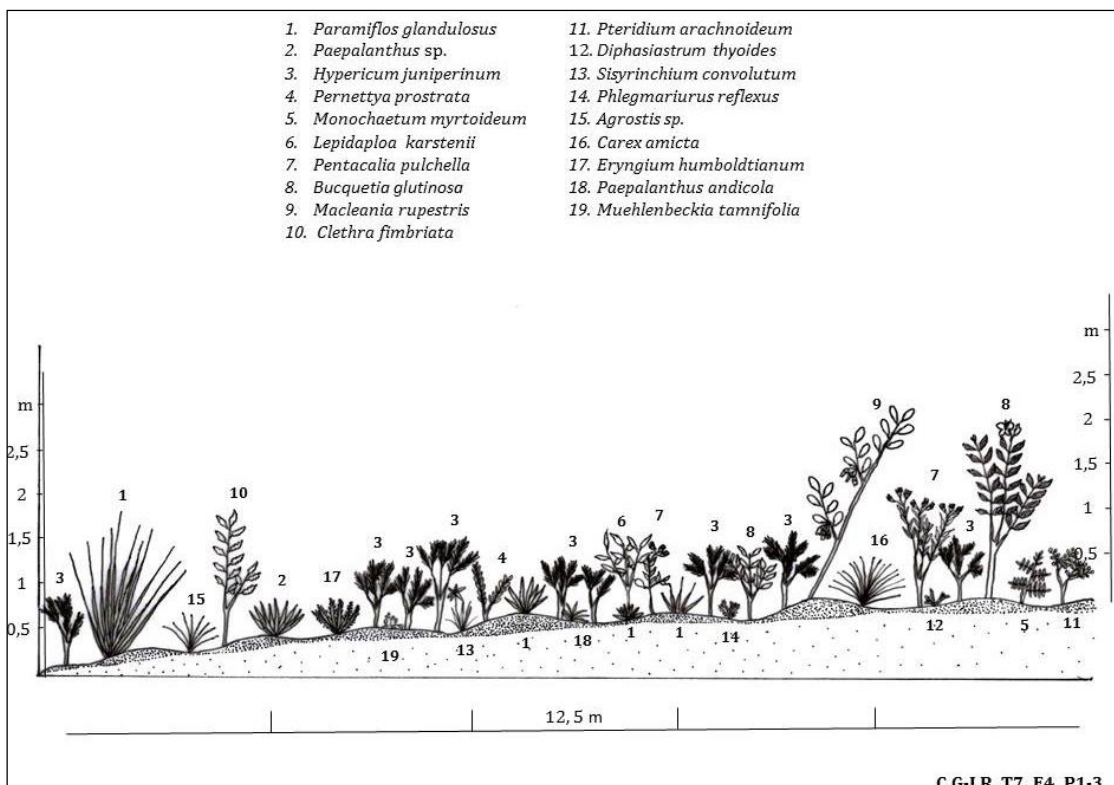


Figura 55. Perfil de vegetación de la estación cuatro, Tipacoque.

Índice de valor de importancia (IVI). De las especies leñosas presentes en la estación cuatro, se registró a *Hypericum juniperinum* como la especie dominante, con el atributo mejor representado que es la abundancia, seguida de *Monochaetum*

myrtoideum la cual es poco abundante y frecuente, pero con tallos muy gruesos (fig. 56).

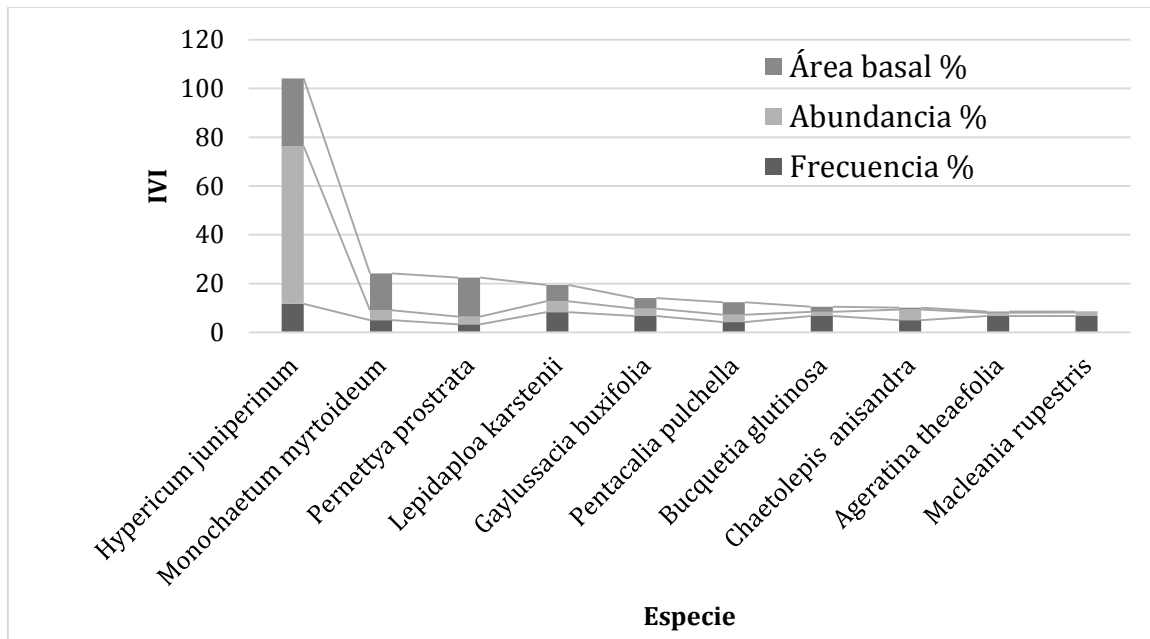


Figura 56. Especies con los mayores valores de IVI en la estación cuatro.

ANÁLISIS ENTRE ESTACIONES

Riqueza florística. La estación uno presenta la mayor riqueza de especies, seguido de la dos, lo cual puede relacionarse con el tipo de cobertura vegetal evaluado que corresponde a bosque; predominando en ambas estaciones la familia Asteraceae. En la estación tres predomina la familia Ericaceae, lo cual podría ser considerado como el cinturón de las ericáceas propuesto por Cuatrecasas (1958). En la cuarta estación predominan individuos de las familias Asteraceae y Ericaceae, con gran abundancia de *Paramiflos glandulosus*.

La mayor densidad (número de individuos/m²), se presenta en la estación cuatro con 24,24 debido que el bajo porte de los individuos favorece el establecimiento de un mayor número (Tabla 27).

Tabla 27. Riqueza florística por estaciones del transecto dos.

Estación	No. Familias	No. Géneros	No. Especies	Individuos/m ²
1	31	39	53	4,95
2	31	42	49	3,76
3	22	41	49	9,58
4	22	41	49	24,24

Distribución altitudinal de las especies. Se observa que el mayor número de especies son exclusivas a una sola estación. Las estaciones uno y cuatro registran los mayores valores en especies exclusivas; mientras que las especies compartidas en su mayor número se presentan entre las estaciones uno y dos (21 spp), esto se debe a que pertenecen al mismo tipo de vegetación (bosque); seguido de las estaciones tres y cuatro con 17 spp., que corresponden a arbustales. La especie registrada en las tres primeras estaciones (2916-3119 m) es *Quercus humboldtii*, la cual se registran en Colombia en un rango altitudinal desde los 1100-3400m (bosque subandino, andino y altoandino), formando bosques homogéneos y mixtos en las vertientes inter e intra andinas, menos húmedas de las tres cordilleras y en especial en la cordillera Oriental (Cuatrecasas 1958, Espinal 1964, Solano 2006) (Tabla 28).

Tabla 28. Número de especies exclusivas y compartidas entre las estaciones del transecto dos.

Especies	E1 (2916 m)	E2 (2998 m)	E3 (3119 m)	E4 (3224 m)
Exclusivas	31	25	30	31
Compartidas	21			
			1	
			17	
	1			

Forma de crecimiento por estación. Se observa que las formas de crecimiento varían entre las estaciones, y que en las dos primeras (uno y dos) prevalecen las formas de crecimiento leñosas de árbol, arbolito y arbusto; en la estación tres predominan las formas de crecimiento arbolito y arbusto que según Llambí (2015) se puede considerar un tipo de vegetación de subpáramo; en la estación cuatro dominan las rosetas terrestres con un solo tronco (fig. 57).

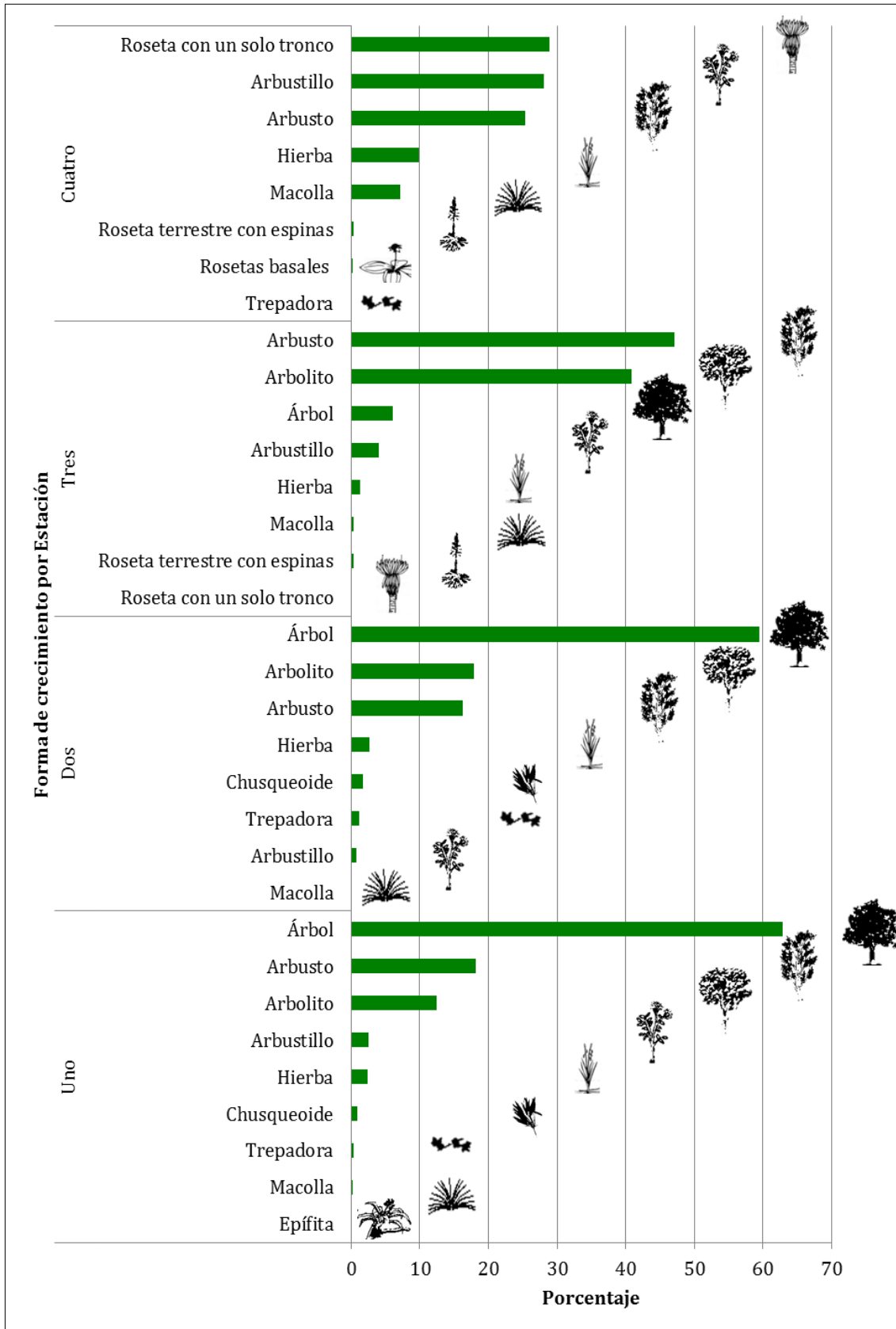


Figura 57. Distribución por estaciones de las formas de crecimiento para el transecto dos, Tipacoque.

Diversidad alfa. El índice de equidad de Shannon-Wiener, refleja que la estación tres presenta el mayor valor (3,232), seguido de la estación dos (3,052). La menos diversa es la cuatro (2,313). El índice de dominancia de Simpson, indica que la estación cuatro presenta el mayor valor con 0,2373, seguido de la estación uno (0,09356) (Tabla 29).

Tabla 29. Índices de diversidad alfa calculados por estación, para el transecto dos, Tipacoque

Índices	Estación			
	1	2	3	4
Taxa_S	53	49	49	49
Individuals	495	376	479	1212
Dominance_D	0,09356	0,08334	0,05934	0,2373
Simpson_1-D	0,9064	0,9167	0,9407	0,7627
Shannon_H	2,965	3,052	3,232	2,313

Curva de representatividad de los muestreos. En general se observa que la representatividad de los muestreos es baja, al no superar el 83,84% (Chao 2) de la riqueza estimada en el muestreo. La estación uno presenta el menor valor con el 68,38%. El estimador Bootstrap oscila entre 85,08% y 88,97% con las estaciones dos y tres como las menos representativas (Tabla 30, fig. 58). Para las tres primeras estaciones se observa que la curva de especies raras (Singletons), a medida que incrementa en número de subparcelas se mantiene constante. Lo que indica que hace falta incrementar los muestreos en este transecto.

Tabla 30. Valores encontrados por estación para los estimadores de Chao 2 y Bootstrap, en el transecto dos.

Estación	Valor observado	Estimador		Representatividad	
		Chao 2	Bootstrap	Chao 2 (%)	Bootstrap (%)
1	53	77,5	61,7	68,387097	85,899514
2	49	63,78	57,59	76,826591	85,084216
3	49	63,78	57,59	76,826591	85,084216
4	49	58,44	55,07	83,84668	88,977665

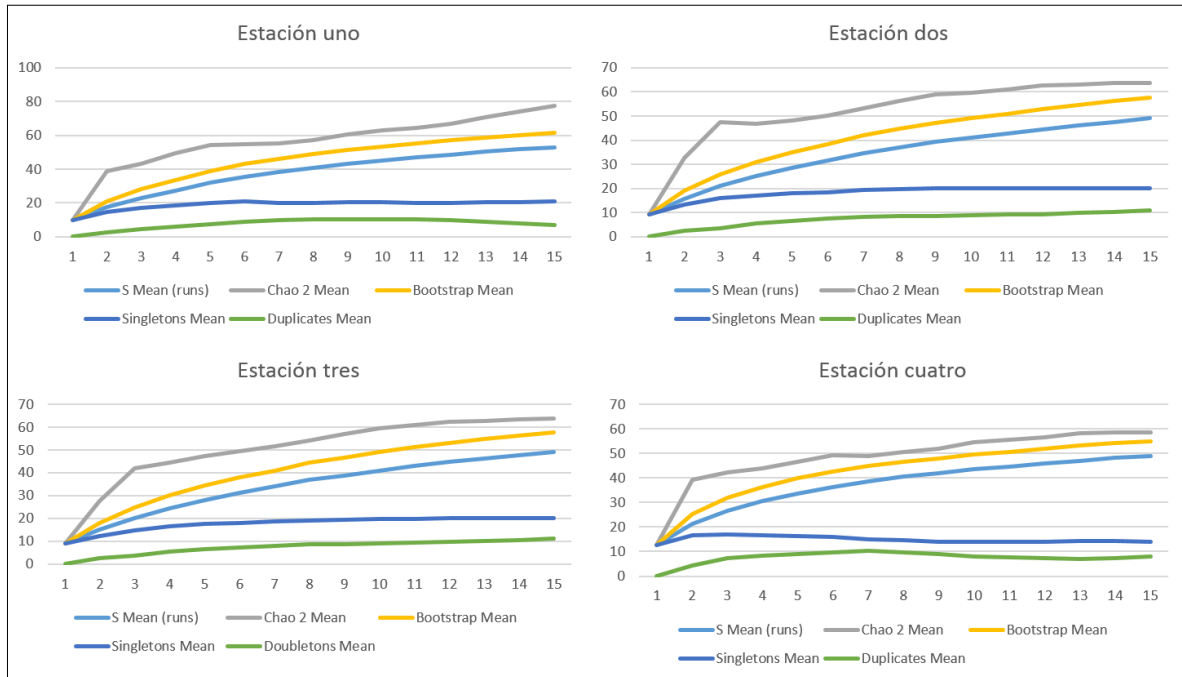


Figura 58. Curvas de acumulación de especies por estación, en el transecto dos, Tipacoque.

Diversidad beta. El índice de similaridad de Jaccard, muestra en general que existen pocas especies compartidas entre las estaciones. Las estaciones uno y dos presentan los mayores valores con 0,28; seguido de las estaciones tres y cuatro con 0,21 (fig. 59). Se puede concluir que estos clados están relacionados con los tipos de vegetación evaluados. A su vez, se observa que en el gradiente altitudinal existen especies exclusivas, ya que solamente se comparten entre estaciones contiguas.

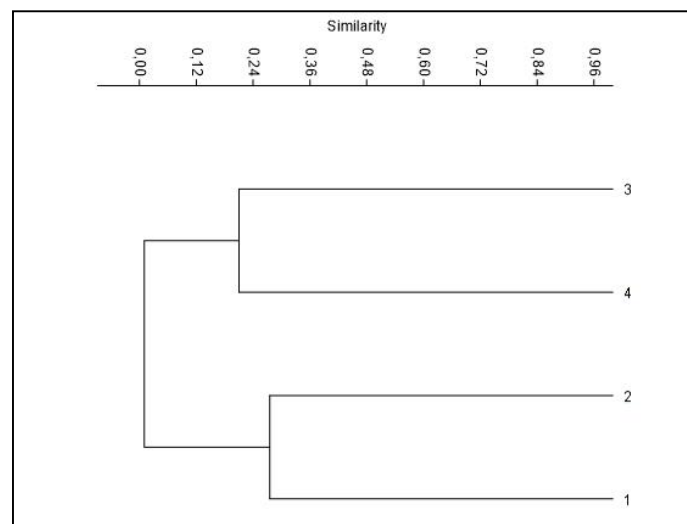


Figura 59. Diagrama de similaridad (Jaccard) entre las estaciones del transecto dos, Tipacoque.

El índice de Whittaker (que evalúa la diferenciación de la diversidad entre estaciones), registra que la distancia entre las estaciones está directamente

relacionada con los mayores valores de recambio de especies. Es de resaltar que el recambio de especies es menor entre las estaciones uno y dos, y mayor entre tres y cuatro. Sin embargo, los valores registrados en general son muy similares (Tabla 31).

Tabla 31. Índice de Whittaker calculado entre las estaciones del transecto dos.

Estaciones	No. Especies	No. Promedio	Índice de Whittaker
1 y 2	80	51	1,60
1 y 3	101	51	2,02
1 y 4	102	51	2,04
2 y 3	96	49	2,00
2 y 4	97	49	2,02
3 y 4	81	49	1,69

AVASCULARES

ESTACIÓN UNO. Se colectaron dos especies de hepáticas *Monoclea gottschei* (Monocleaceae, fig. 60. A-C) y *Radula conferta* (Radulaceae), y ocho especies de musgos *Brachythecium occidentale* (Brachytheciaceae), *Syrrophodon gaudichaudii* (Calymperaceae), *Mittenothamnium reptans* (Hypnaceae), *Hypopterygium tamariscinum* (Hypopterygiaceae), *Leskea angustata* (Leskeraceae), *Porotrichum expansum* (Neckeraceae), *Prionodon densus* (Prionodontaceae) y *Sematophyllum* aff. *adnatum* (Sematophyllaceae). La mayoría de las especies se encontraron sobre corteza de árboles (5), tres directamente en el suelo y dos en madera en descomposición.



Figura 60. Briófitos presentes en el municipio de Tipacoque, transecto dos, estación uno; A-C. Vista de diferentes ángulos de *Dendroceros* sp.

Las especies de musgos *Leskea angustata* y *Sematophyllum* aff. *adnatum* y de hepática *Radula conferta* se catalogan aquí como de distribución restringida en la estación.

ESTACIÓN DOS. Se encontro una hepática de *Plagiochila* sp. (Plagiochilaceae) y seis de musgos *Meteoridium remotifolium* (Brachytheciaceae), *Mittenothamnium reptans* (Hypnaceae), *Hypopterygium tamariscinum* (Hypopterygiaceae, fig. 61A-C), *Neckera scabridens* y *Neckeropsis undulata* (Neckeraceae) y *Prionodon densus* (Prionodontaceae). En términos de abundancia, Hypopterygiaceae y Neckeraceae poseen los valores más altos con dos ejemplares cada una.



Figura 61. Briófitos presentes en el municipio de Tipacoque, transecto dos, estación dos; A. Vista de diferentes ángulos de *Hypopterygium tamariscinum*.

Para la distribución por tipo de sustrato, cinco de las especies, incluyendo *Plagiochila* sp. (hepática foliosa) se distribuyeron en sustrato cortícola (roble), mientras que las dos especies restantes (*Meteoridium remotifolium* y *Mittenothamnium reptans*) se colectaron sobre madera en descomposición.

ESTACIÓN TRES. Se colectaron tres especies de hepáticas (3 familias/3 géneros), seis de musgos (5/6) y ocho de líquenes (4/7). Parmeliaceae presenta la mayor diversidad con cinco especies, seguida de Leucobryaceae con dos. Así *Parmotrema* registró dos especies, siendo el líquen con mayor diversidad. En términos de abundancia, Parmeliaceae y Leucobryaceae son las familias con mayor número de registros con cinco y dos especies respectivamente. En hepáticas se destaca *Jamesoniella* sp. (fig. 62.A) y *J. sphaerocarpa*, y Lejeuneaceae (*Leucolejeunea* sp. fig. 62.B).



Figura 62. Briófitos presentes en el municipio de Tipacoque, transecto dos, estación tres; A. Vista de *Jamesoniella* sp. sobre roca; B. Hábito y cobertura de *Leucolejeunea* sp.

El 41,17% de las especies se colectaron directamente sobre el suelo, el 29,41% sobre la corteza de árboles de roble (*Quercus humboldtii*) y sobre madera en descomposición el 29,41%.

Es importante resaltar que, a pesar de la diversidad obtenida, se registran 10 especies con distribución restringida para este complejo *Anoplolejeunea conferta* y *Jungermannia sphaerocarpa* (hepáticas), *Breutelia* cf. *polygastrica*, *Campylopus flexuosus* var. *incacorrallis* y *Leucobryum crispum* (musgos) y *Cladonia arbuscula*, *Cora pavonia*, *Hypotrachyna caraccensis*, *Pseudocyphellaria crocata* y *Sticta dilatata* (líquenes).

ESTACIÓN CUATRO. Se colectaron cinco musgos, *Breutelia* cf. *chrysea* (Bartramiaceae), *Hedwigidium integrifolium* (Hedwigiaceae), *Campylopus andersonii* (fig. 63A-C) (Leucobryaceae), *Macrocoma tenuis* subsp. *sullivantii* (Orthotrichaceae) y *Pyrrhobryum spiniforme* (Rhizogoniaceae). Tres de las especies se colectaron sobre el suelo (*Breutelia* cf. *chrysea*, *Campylopus andersonii* y *P. spiniforme*), una sobre corteza de árboles (*M. tenuis*), y una sobre roca (*H. integrifolium*).

Las especies *Breutelia* cf. *chrysea* y *Pyrrhobryum spiniforme*, tienen distribución restringida a esta estación.



Figura 63. Briófitos presentes en el municipio de Tipacoque, transecto dos, estación cuatro; A-C. Vista de varios ángulos de *Campylopus andersonii*, A. Hábito; B. Detalle de las capsulas; C. Detalle del gametofito.

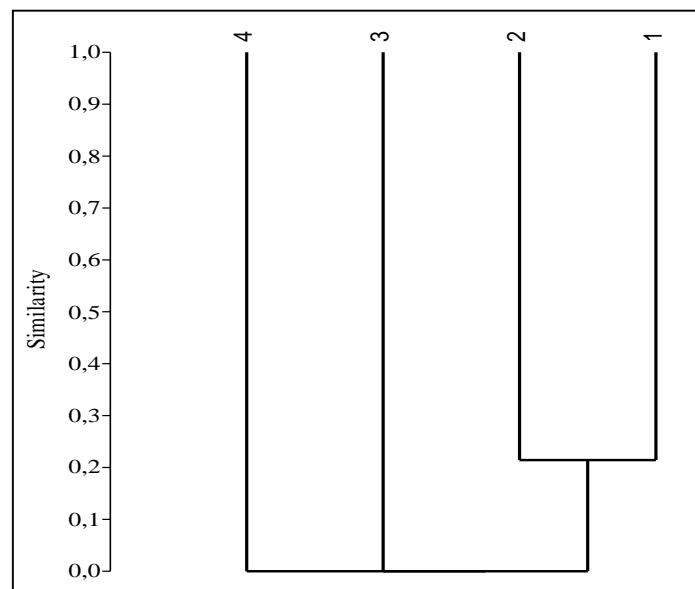


Figura 64. Dendrograma de similitud de especies de plantas no vasculares para el transecto 7, Tipacoque.

El transecto esta constituido por cuatro estaciones, de las cuales, las dos primeras presentaron la mayor similitud, con el 22% de las especies (fig. 64), posiblemente se deba a que tales estaciones se ubicaron en bosque de roble, donde la distribución de briófitos tiene una mayor similitud, auspiciado a los microambientes generados por la cobertura vegetal. Es así, que las estaciones tres y cuatro presentaron una distribución completamente heterogénea, al no compartir ninguna de las especies, ni entre ellas, así como tampoco con las dos primeras. En las estaciones tres y cuatro, se puede observar un alto grado de alteración del paisaje, debido a la tala de árboles de roble, lo que ha implicado una modificación drástica del ambiente, lo que afecto también las coberturas de criptógamas.

ENTOMOFAUNA

Riqueza, abundancia y diversidad. Se recolectaron 475 individuos, pertenecientes a 17 familias de Coleoptera y 16 familias de arañas, las familias más abundantes son Leiodidae (166), Staphylinidae (124), Carabidae (71), Scarabaeidae (37); Brentidae, Tenebrionidae, Barycheliidae, Clubionidae, Dipluridae, entre otras están representados por solo un individuo, todas estas familias constituyen un nuevo registro para este sitio (Anexo 16).

En cuanto a los grupos seleccionados en total se recolectaron 139 individuos de los cuales, hay 19 morfotipos de arañas, dos morfotipos de Carabidae y cuatro especies de escarabajos coprófagos.

La estación que registró la mayor riqueza fue la estación uno (con 13), seguida por la estación tres (12), la estación dos (nueve) y el menor número de especies lo presenta la estación cuatro (con cuatro). En cuanto al número de individuos, la estación uno, también mostro la mayor cantidad (57), seguido por la estación dos (53), la estación tres (20) y la estación cuatro con la menor abundancia (nueve) (fig. 65).

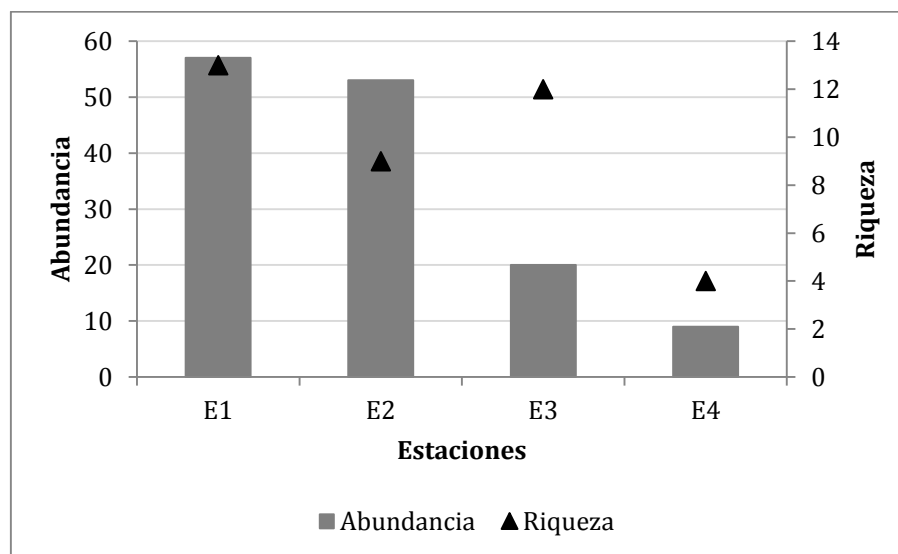


Figura 65. Riqueza y abundancia por estación para el orden Araneae y las familias Carabidae y Scarabaeidae del transecto dos.

Curvas de acumulación de especies. En las estaciones uno, dos y tres, según los estimadores de riqueza Chao 1 y Chao 2 no se logró un muestreo representativo de carábidos y arañas, los porcentajes de representatividad para estas estaciones están entre 38-79% con estos estimadores. Las curvas del estimador Bootstrap son las más parecidas a las curvas de los valores observados (fig. 66).

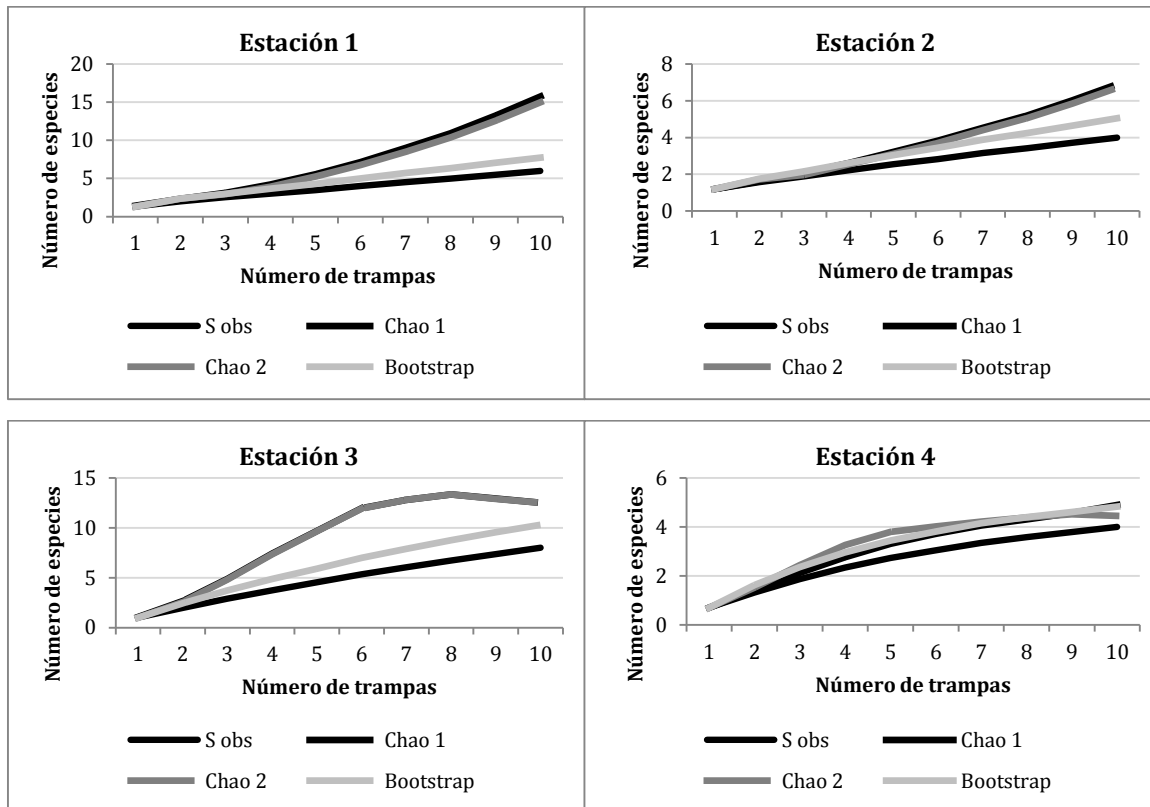


Figura 66. Curvas de acumulación de especies por estación para el orden Araneae y la familia Carabidae presentes en el transecto dos.

En la estación cuatro el porcentaje de representatividad del muestreo para los morfotipos de carábidos y arañas esperados fluctuó entre el 81 y 89% para los estimadores de riqueza Chao1, Chao2 y Bootstrap. Los valores de los estimadores usados indican que para el muestreo de esta estación faltó por recolectar una especie. Las curvas de los estimadores de riqueza Cha1, Chao2 y Bootstrap se asemejan a los valores observados (fig. 67).

El porcentaje de representatividad del muestreo para las especies de escarabajos coprófagos esperados de la estación uno, con el estimador de riqueza Chao 1 fue de 90%, con el estimador de riqueza Chao2, 45% y de 75% para Bootstrap; la estación dos, el porcentaje de representatividad del muestreo para los estimadores Chao 1 y Chao 2 es del 100% mientras que para el estimador Bootstrap es de 86%. En la estación tres, los estimadores de riqueza calculados Chao1 y 2 y Bootstrap para las especies de escarabajos coprófagos muestran que la representatividad del muestreo oscilo entre 71-100%. La curva del estimador Chao 1 es la que más se asemeja a la curva de los valores observados en las tres estaciones en las que están presentes los escarabajos coprófagos (fig. 68).

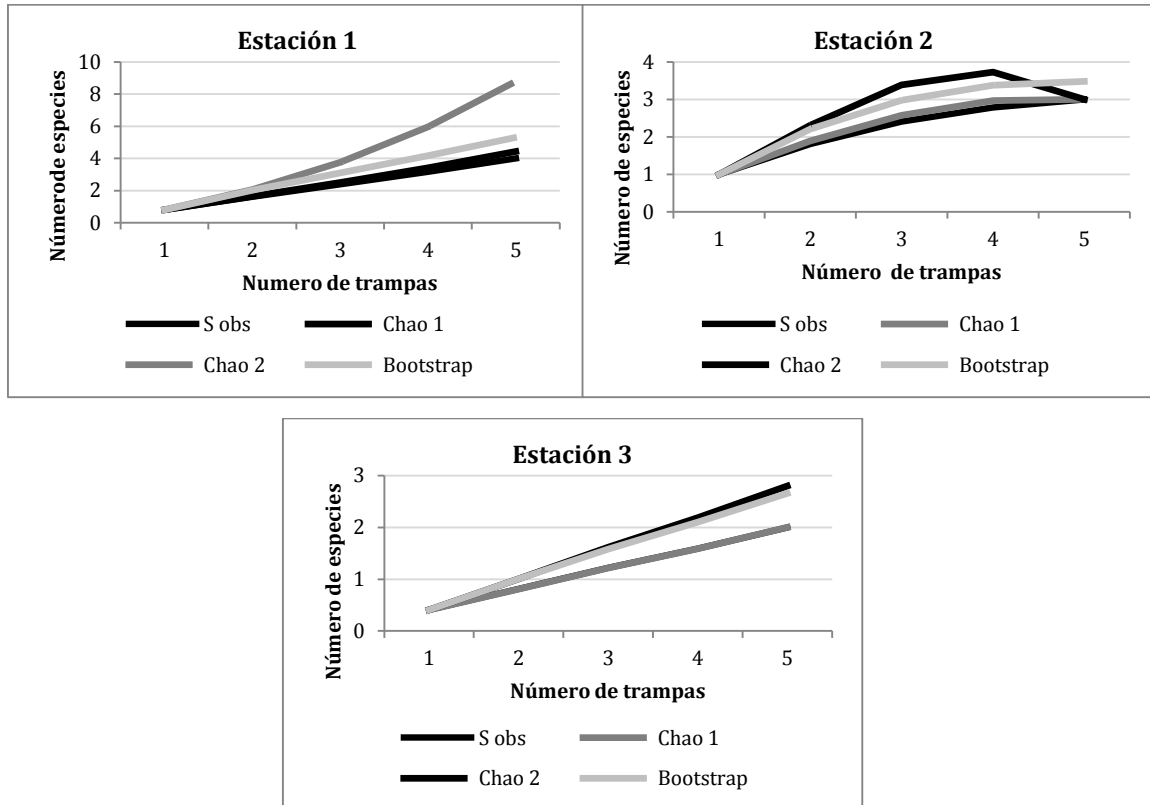


Figura 67. Curvas de acumulación de especies para escarabajos coprófagos presentes en el transecto dos.

Índice de Shannon-Wiener (H'). El valor más alto para el índice de Shannon-Wiener es el de la estación tres, seguido por la estación dos, la estación uno y la estación cuatro; las estaciones uno y cuatro presentan valores similares (Tabla 32).

Tabla 32. Riqueza, abundancia y diversidad (Shannon-Wiener) por estación de muestreo para el orden Araneae y las familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto dos.

Estaciones	Riqueza	Abundancia	H'
E1	13	57	1.289
E2	9	53	1.526
E3	12	20	2.303
E4	4	9	1.215

Curvas de diversidad-dominancia. Estas curvas muestran una pendiente similar entre las cuatro estaciones, lo cual significa que la distribución de las abundancias se ajusta más a un modelo donde pocas especies son dominantes. Los escarabajos coprófagos también están dentro de las especies más dominantes para tres de las estaciones muestreadas (fig. 68).

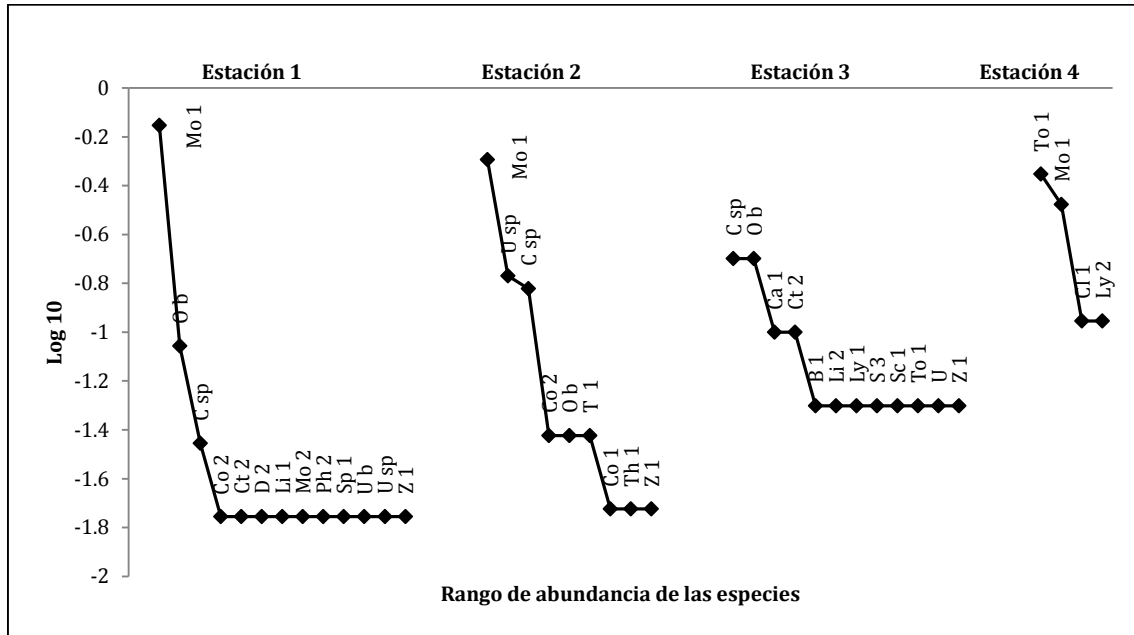


Figura 68. Curvas de diversidad dominancia para el orden Araneae y familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto dos.

Barycheliidae Morfotipo 1 (B 1), Caponiidae Morfotipo 1 (Ca 1), Clubionidae Morfotipo 1 (Cl 1), Corinnidae Morfotipo 1 (Co 1), Corinnidae Morfotipo 2 (Co 2), Dipluridae Morfotipo 2 (D 2), Linyphiidae Morfotipo 1 (Li 1), Linyphiidae Morfotipo 2 (Li 2), Lycosidae Morfotipo 1 (Ly 1), Lycosidae Morfotipo 2 (Ly 2), Carabidae Morfotipo 1 (Mo 1), Carabidae Morfotipo 2 (Mo 2), Pholciae Morfotipo 2 (Ph 2), Salticidae Morfotipo 3 (S 3), Scytodidae Morfotipo 1 (Sc 1), Sparassidae Morfotipo 1 (Sp 1), Tetragnathidae Morfotipo 1 (T 1), Theridiidae Morfotipo 1 (Th 1), Thomisidae Morfotipo 1 (To 1), *Canthidium* sp. (C sp.), *Ontherus brevicollis* (O b), *Uroxys* aff. *brachialis* (U b), *Uroxys* sp. (U), Zodariidae Morfotipo 1 (Z 1).

Recambio de especies. El porcentaje de complementariedad más bajo esta entre las estación uno y dos (62%), los porcentajes de complementariedad más altos están entre las estaciones uno y cuatro (94%), dos y cuatro (91%), y tres y cuatro (93%), e indican la disimilitud que hay entre estos hábitats (Tabla 33).

Tabla 33. Porcentaje de complementariedad para orden Araneae y familias Carabidae y Scarabaeidae presentes en las estaciones del transecto dos.

	E2	E3	E4
E1	62	75	94
E2		76	91
E3			93

Similitud de Jaccard. Se observa que los sitios más similares son las estaciones uno y dos, y la estación tres guardan más similitud con las estaciones uno y dos que con la estación cuatro, siendo esta la estación más disímil (fig. 69).

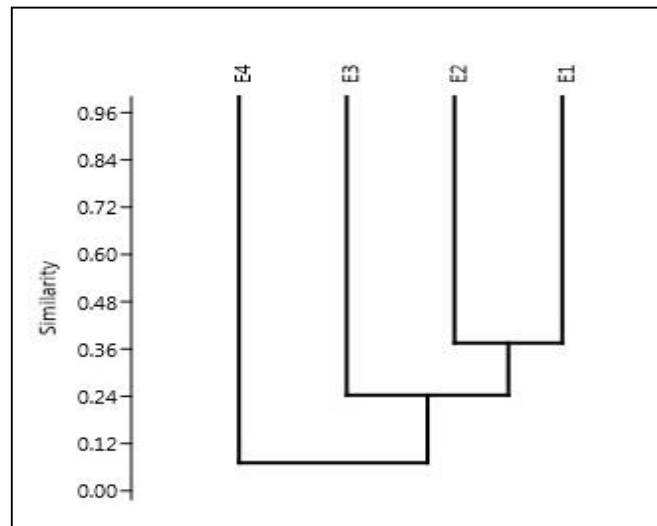


Figura 69. Dendrograma de similitud Jaccard para el orden Araneae y familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto dos.

La riqueza de especies más alta se presentó en la estación uno, esto puede deberse a que existe una mayor heterogeneidad de la vegetación, lo que aumenta la probabilidad tanto de recursos como de microhábitats disponibles, lo que conlleva a una diversificación de la artropofauna (Morales-Castaño & Amat-García 2012), la estación dos, presenta una composición vegetal muy similar a la de la estación uno, pero para esta estación, la riqueza y la abundancia disminuyen, mientras en la estación tres, la riqueza vuelve a aumentar, este aumento marcado en la riqueza, se debe a la adición de nuevas especies que se registraron únicamente para la misma.

La estación tres es la que mayor equidad presenta, lo que puede deberse a que los valores de riqueza son altos y los de abundancia son bajos, indicando que en esta estación probablemente haya mayor disponibilidad de recurso.

Las arañas están presentes en todas las estaciones de muestreo, con la máxima riqueza en la estación tres; es así como, las arañas son un de los grupos más diversos pero poco abundantes (Flórez 1999), y que se ve reflejada en este estudio, ya que, se registró un buen número de morfotipos de arañas, pero estos morfotipos están representados en su gran mayoría por uno o dos individuos; en esta estación, se presentó el mayor valor de equidad, lo que puede deberse a que los valores de riqueza son altos y baja abundancia, indicando que probablemente haya mayor disponibilidad de recurso.

Cepeda *et al.* (2005) indican que gran cantidad de especies de arañas son altamente selectivas con su microhabitat, característica que probablemente también se este presentando en el transecto dos, donde varios morfotipos de arañas encontrados se asocian a alguna estación, Linyphiidae morfotipo 1, Pholciae morfotipo 2, Dipluridae morfotipo 2 y Sparassiidae morfotipo 1 para la estación uno; Corinnidae morfotipo 1, Theridiidae morfotipo 1, y Tetragnathidae morfotipo1 para la estación dos; Caponiidae morfotipo 1, Barycheliidae morfotipo 1, Lycosidae morfotipo 1, Linyphiidae morfotipo 2, Salticidae morfotipo 3 y Scytodidae morfotipo1 para la estación tres, y para la estación cuatro, Clubionidae

morfotipo 1 y Lycosidae morfotipo 2. Ningún morfotipo de arañas se registró en las cuatro estaciones de muestreo.

En cuanto a los escarabajos coprófagos se recolectaron cuatro especies *Canthidium* sp., *Ontherus brevicollis*, *Uroxys* aff. *brachialis* y *Uroxys* sp., presentes en las estaciones uno, dos y tres, excepto *Uroxys* aff. *brachialis* que solamente se encontró en la estación uno.

La selección de hábitat por parte de los escarabajos puede deberse a ciertas limitaciones como la cobertura vegetal, uno de los factores primordiales que limitan su dispersión; el tipo de suelo o sustrato donde se permite la nidificación, la influencia de tipo de excremento y la influencia del clima y microclima dentro y fuera del hábitat (Hanski & Cambefort 1991), características que pueden estar influyendo en el establecimiento de los coprófagos en este transecto.

La fauna de escarabajos coprófagos propia de ambientes alto andinos presenta patrones específicos de ocupación de hábitats; de esta dinámica histórica, se identifican especies generalistas y especialistas con preferencias de hábitats por su presencia en los complejos de interior, borde y claro-potrero (Amat-García *et al.* 1997).

Se identificaron dos morfotipos de carábidos; el morfotipo 1, presente en las estaciones uno, dos y cuatro, y el morfotipo 2 solo en la estación uno, la amplia distribución del morfotipo 1, y su alta dominancia en las estaciones en las que esta registrado, pueden indicar que es una especie generalista, mientras que el morfotipo 2 probablemente sea más selectiva su hábitat.

Los porcentajes de complementariedad más bajos los presentan las estaciones uno y dos; uno y tres, y dos y tres, esta agrupación puede deberse a la cercanía y continuidad que hay entre las mismas, significando una mayor similitud, y los porcentajes de complementariedad los presenta la estación cuatro frente a las demás, probablemente se deba a que esta estación es diferente a las otras en su composición y estructura vegetal, pues Morales y Sarmiento (2002) han registrado la estrecha relación que hay entre los artrópodos y la vegetación.

ANFIBIOS

Composición y estructura. En el transecto dos realizado en Tipacoque – Parque Natural Municipal “Robledales de Tipacoque” se muestrearon cuatro estaciones ubicados desde los 2916 hasta los 3236m. En la estación dos se encontraron catorce individuos de la misma especie, y en las demás no hubo registros, tal taxón corresponde a *Pristimantis* cf. *lynchi* (Craugastoridae) (fig. 70).

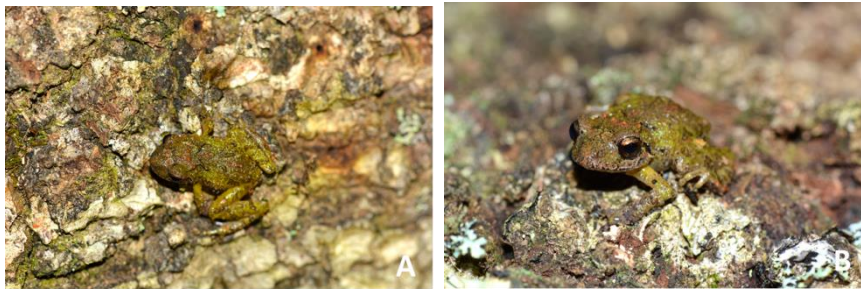


Figura 70. *Pristimantis cf. lynchi* A. Vista superior B. Vista dorsal

La especie *Pristimantis lynchi*, se encuentra bajo la categoría de Datos Deficientes (DD), según los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Sus principales amenazas son la pérdida de hábitat para establecimiento de cultivos agrícolas, zonas de pastoreo, plantaciones de pino, y en especial el pastoreo de cabras (www.amphibiaweb.com). Esta especie se encontró bajo cobertura de arbustal.

Estación uno. No se encuentran cuerpos de agua cerca a la esta estación. La pendiente es de aproximadamente 20°. No se registró ninguna especie.

Estación dos. No se encuentran cuerpos de agua cerca a la esta estación. La pendiente es de aproximadamente 20°. Se registraron catorce individuos de *Pristimantis aff. lynchi*.

Estación tres. El cuerpo de agua más cercano está a 200 m. La pendiente es de aproximadamente 30°. No se registró ninguna especie.

Estación cuatro. No se encuentran cuerpos de agua cerca a la estación. La pendiente es de aproximadamente 10°. No se registró ninguna especie.

A pesar del registro de la especie *Pristimantis lynchi* en el transecto dos, de las 10 especies de anfibios registradas para el complejo Guantiva-La-Rusia, los esfuerzos de muestreo deben ser no solamente aumentados, sino también deben realizarse en las épocas secas y de lluvia, permitiendo así, obtener un inventario completo de todas las especies presentes. Así también en lo observado en el transecto corresponde a un ambiente muy seco, presenta bastante vegetación de roble (*Quercus humboldti*) y además el muestreo se realizó en época de luna llena, lo cuál hace que por comportamiento, los anfibios se resguarden en la noche y sea más difícil su detección.

AVIFAUNA

Composición y estructura

Diversidad alfa. Con un esfuerzo de muestreo de 72 horas de observación y 258 m red, comprendiendo el rango altitudinal entre los 2830 y 3220 m, el transecto localizado en el municipio de Tipacoque arrojó un total de 59 especies y 336 individuos, incluidos en 24 familias, dentro de las cuales las más representativas fueron Thraupidae (11 spp.), Trochilidae (9 spp.) y Parulidae (9 spp.). Las especies más abundantes fueron *Patagioenas fasciata* con 54 individuos, *Turdus fuscater* y *Cyanocorax yncas* con 23 y 22 individuos respectivamente, y *Diglossa albilatera*, *Aeronautes montivagus* y *Diglossa humeralis* con 15, 14 y 13 individuos respectivamente.

Estación 1. Con una representatividad de muestreo del 79 al 85%, se registran 34 especies y 129 individuos dentro de 18 familias de aves para la presente estación (Tabla 34, fig. 71). Las familias de aves más representativas de esta estación fueron Trochilidae (6 spp.), Parulidae (5 spp.) y Thraupidae (5 spp.) (fig. 72). Las especies más abundantes fueron *P. fasciata* y *C. yncas* con 46 y 10 individuos, respectivamente. Se logró la captura del tapaculos *S. griseicollis* y de la especie migratoria boreal *C. canadensis* (fig. 74. A, C). Para este sitio se resalta el primer registro, dentro del presente estudio, del tucán *Aulacorhynchus prasinus*, del vencejo *Aeronautes montivagus*, y del carpintero *Melanerpes formicivorus*.

Estación 2. Con una representatividad de muestreo del 85 al 93%, se registran 32 especies y 108 individuos dentro de 18 familias de aves para la presente estación (Tabla 34, fig. 71). Las familias más ricas fueron Thraupidae y Trochilidae con cinco y cuatro especies respectivamente (fig. 72). La especies más representativas por su alta densidad poblacional fueron *T. fuscater* y *L. lacrymiger* con 14 y ocho especies, respectivamente. Se resalta la presencia de *C. crhysonotus* y *T. personatus*, las cuales aparecen como nuevos registros dentro del presente estudio. Se logró la captura del búho *M. albogularis* (fig. 74E).

Estación 3. Con una representatividad de muestreo del 86 al 95%, se registran 31 especies y 100 individuos dentro de 18 familias de aves (tabla 34, fig. 71). Para esta estación las familias más representativas fueron Thraupidae y Trochilidae con siete y cuatro especies, respectivamente (fig. 72). Las especies más abundantes fueron *D. humeralis* y *A. montivagus* con 11 y ocho especies, respectivamente. Se resalta la captura de un individuo de *E. cupreovertris* especie poco común con distribución restringida al norte de la cordillera oriental y en categoría de Casi amenazada de acuerdo a la UICN, debido principalmente a la destrucción de su hábitat (fig. 74B).

Los índices de Simpson y Shannon evidenciaron una dominancia y equitatividad de especies similar entre las estaciones dos y tres, a la vez diferentes de la estación uno (tabla 34). Sin embargo, un análisis de varianza revela que las diferencias existentes no son significativas (H: $F=2.34$, $p>0.1$; D: $F=2.06$, $p>0.1$). En efecto, las curvas de rango-abundancia reflejan homogeneidad entre las estaciones (pendientes similares), con dominancia de un alto número de especies en cada sitio, y en consecuencia abundancias semejantes entre las especies dominantes (fig. 73). No obstante, en cada estación las especies más dominantes fueron distintas.

Tabla 34. Representatividad del muestreo para las estaciones del transecto dos, en el municipio de Tipacoque, Boyacá. Los valores observados se compararon con los estimadores Singletons, ACE, Chao 1 y Bootstrap.

Estación	Especies observadas	Representatividad			Indices	
		ACE Mean (%)	Chao 1 Mean (%)	Bootstrap (%)	Simpson (D)	Shannon (H)
E1	34	79	85	85	0.85	2.74
E2	32	85	93	86	0.94	3,18
E3	31	86	95	86	0.95	3.20

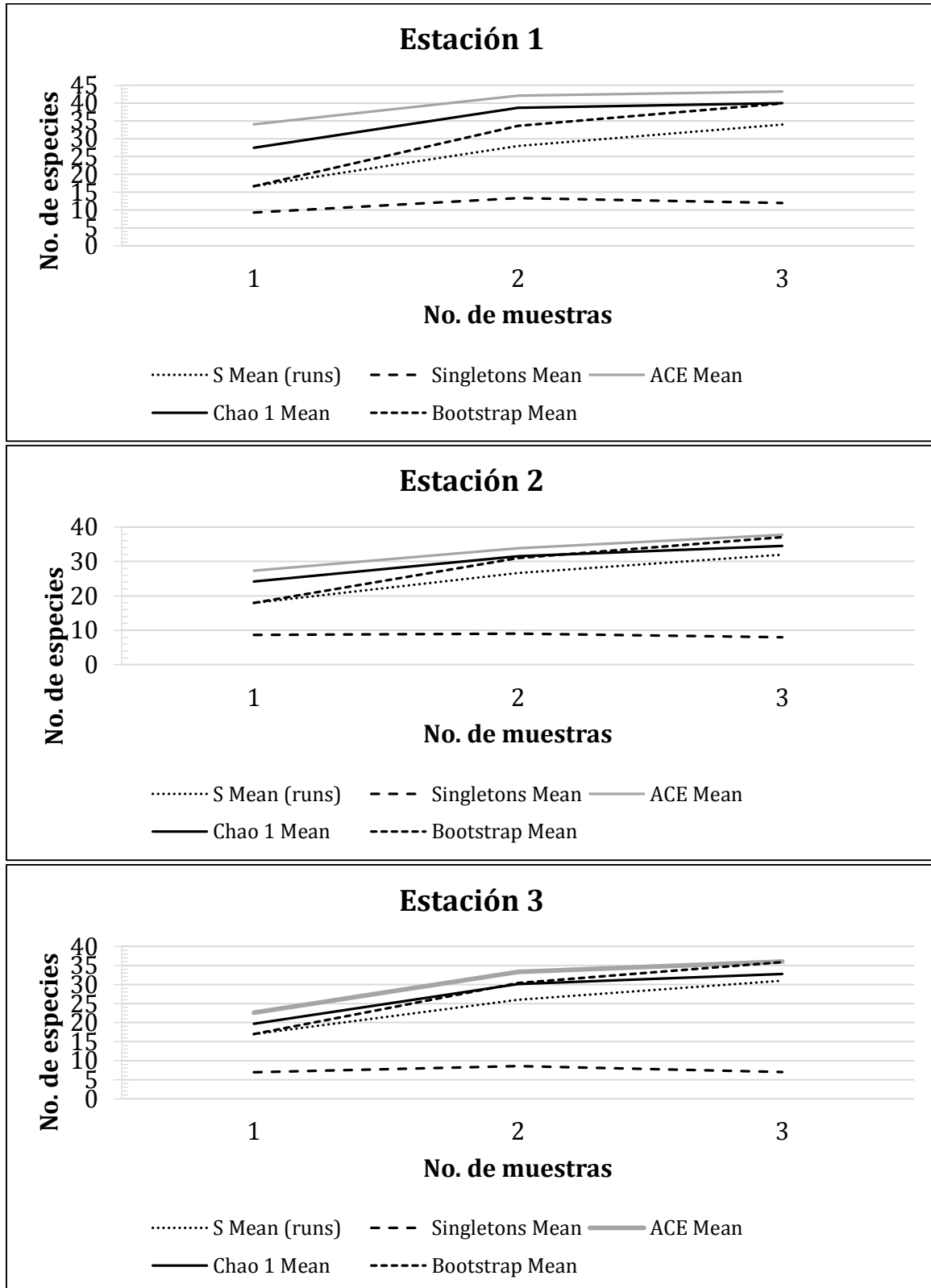


Figura 71. Curvas de acumulación de especies de aves de las estaciones estudiadas en el transecto dos, del municipio de Tipacoque, Boyacá. El número de muestras corresponde al número de puntos de conteo por estación. Los valores de especies observadas son comparados con los estimadores Singletons, ACE y Chao 1.

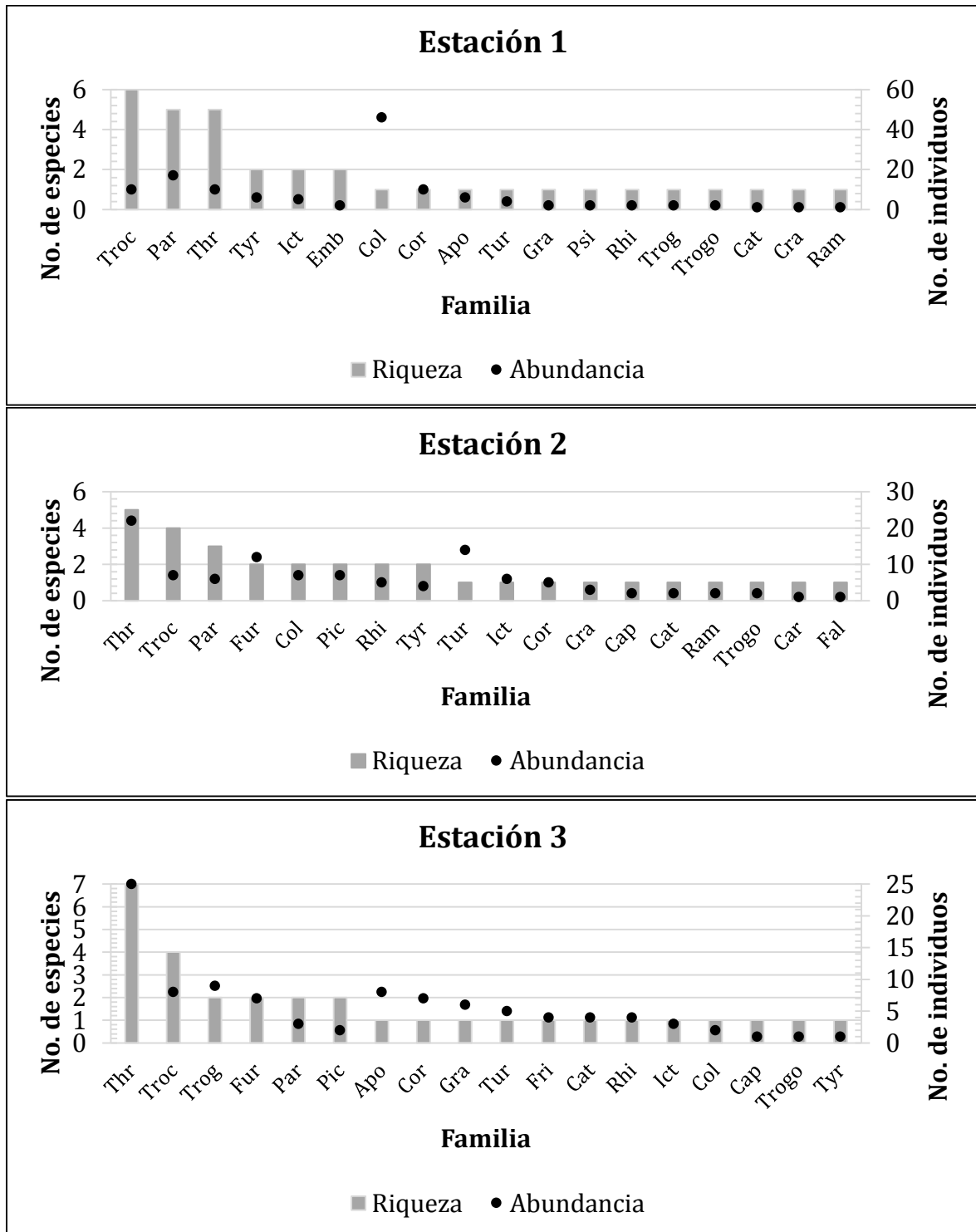


Figura 72. Composición de especies e individuos por familias de las aves registradas en el transecto dos.

Thr, Thraupidae; Troc, Trochilidae; Tyr, Tyrannidae; Par, Parulidae; Emb, Emberizidae; Fur, Furnariidae; Ict, Icteridae; Pic, Picidae; Trog, Troglodytidae; Psi, Psittacidae; Apo, Apodidae; Str, Strigiidae; Col, Columbidae; Fri, Fringillidae; Gra, Grallariidae; Rhi, Rhinocryptidae; Cat, Cathartidae; Ram, Ramphastidae; Fal, Falconidae; Tur, Turdidae; Cor, Corvidae; Cra, Cracidae; Trogo, Trogonidae; Cap, Caprimulgidae.

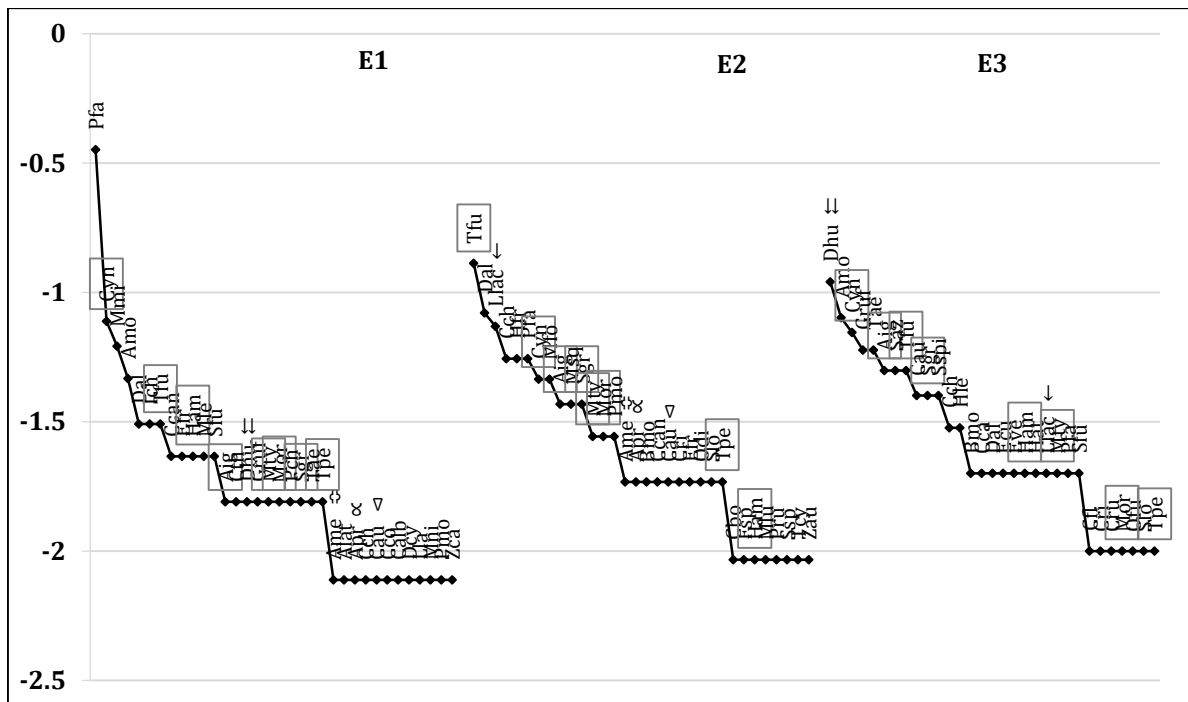


Figura 73. Curva de rango-abundancia para las tres estaciones del transecto dos, en el municipio de Tipacoque perteneciente al complejo de páramos Guantiva-La Rusia.

Patagioenas fasciata, Pfa, *Cyanocorax yncas*, Cyn, *Myioborus miniatus*, Mmi, *Aeronautes montivagus*, Amo, *Diglossa albilatera*, Dal, *Icterus chrysater*, Ich, *Turdus fuscater*, Tfu, *Cardellina canadensis*, Ccan, *Elaenia frantzii*, Efr, *Heliangelus amethysticollis*, Ham, *Mecocerculus leucophrys*, Mle, *Setophaga fusca*, Sfu, *Anisognathus igniventris*, Aig, *Colibri thalassinus*, Cth, *Diglossa humeralis*, Dhu, *Grallaria ruficapilla*, Gruf, *Metallura tyrianthina*, Mty, *Myioborus ornatus*, Mor, *Pionus chalcopterus*, Pch, *Scytalopus griseicollis*, Sgr, *Troglodytes aedon*, Tae, *Trogon personatus*, Tpe, *Adelomyia melanogenys*, Ame, *Atlapetes latinuchus*, Alat, *Aulacorhynchus prasinus*, Apr, *Cacicus chrysonotus*, Cch, *Cathartes aura*, Cau, *Colibri coruscans*, Cco, *Conirostrum albicans*, Calb, *Diglossa cyanea*, Dcy, *Lafresnaya lafresnayi*, Lla, *Myiothlypis nigrocristata*, Mni, *Penelope montagnii*, Pmo, *Zonotrichia capensis*, Zca, *Lepidocolaptes lacrymiger*, Llac, *Hemispingus frontalis*, Hfr, *Melanerpes formicivorus*, Mfo, *Margarornis squamiger*, Msq, *Buthraupis montana*, Bmo, *Colaptes rivolii*, Cri, *Ochthoeca diadema*, Odi, *Systellura longirostris*, Slo, *Coeligena bonapartei*, Cbo, *Falco sparverius*, Fsp, *Myiothlypis luteoviridis*, Mlu, *Piranga rubriceps*, Pru, *Scytalopus spillmanni*, Ssp, *Thraupis cyanocephala*, Tcy, *Zenaida auriculata*, Zau, *Synallaxis azarae*, Saz, *Sporaga spinescens*, Sspi, *Henicorhina leucophrys*, Hle, *Chlorospingus canigularis*, Cca, *Eriocnemis cupreovertris*, Ecu, *Eriocnemis vestita*, Eve, *Hemispingus atropileus*, Hat, *Chlorospingus flavopectus*, Cfl, *Colaptes rubiginosus*, Cru, *Ochthoeca fumicolor*, Ofu. Especies que mantienen en todas o casi todas las estaciones sus valores de dominancia. ↓ *Lepidocolaptes lacrymiger*, Llac, ↓↓ *Diglossa humeralis*, Dhu, < *Cathartes aura*, Cau, ≈ *Adelomyia melanogenys*, Ame, ∝ *Aulacorhynchus prasinus*, Apr, □ *Cyanocorax yncas*, Cyn, *Turdus fuscater*, Tfu, *Heliangelus amethysticollis*,

Ham, *Anisognathus igniventris*, Aig, *Metallura tyrianthina*, Mty, *Myioborus ornatus*, Mor, *Scytalopus griseicollis*, Sgr, *Trogon personatus*, Tpe.



Figura 74. Especies de aves observadas en el transecto dos localizado en el municipio de Tipacoque, Boyacá.

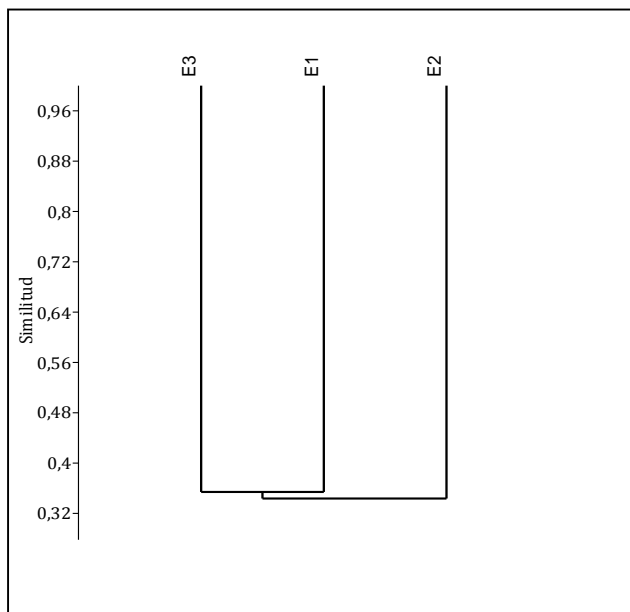
A. Vista frontal de *C. canadensis* (Parulidae). B. Vista lateral de *E. cupreiventris* (Trochilidae). C. Vista lateral de *S. griseicollis* (Rhynocriptidae). D. Vista lateral de

C. bonapartei (Trochilidae). E. Vista frontal de M. albogularis (Strigiidae). F. Vista lateral de O. diadema (Tyrannidae). G. Vista frontal de L. lacrymiger (Furnariidae).

Diversidad beta. El análisis de complementariedad reveló que el número de especies compartidas entre las estaciones es bajo, indicando que existe un alto porcentaje de disimilitud entre cada estación (tabla 35). En contraste, el índice de similitud de Jaccard muestra una relación entre las estaciones uno y tres, conteniendo algunas especies distintas a las encontradas en la estación dos. Sin embargo, esta similitud es mínima desde que es soportada únicamente por el 35 % de los datos (fig. 75).

Tabla 35. Índice de complementariedad de especies entre las estaciones del transecto dos, Tipacoque, Boyacá, de acuerdo a Villareal *et al.* 2006.

Tra Dos	E1	E2	E3
E1		88	96.6
E2	88		97.3
E3	96.6	97.3	



Jaccard	E1	E2	E3
E1	1	0,35	0,35
E2	0,35	1	0,34
E3	0,35	0,34	1

Figura 75. Diagrama de Similitud entre las estaciones del transecto dos, en el municipio de Tipacoque, Boyacá. Se tabulan los datos calculados a partir del índice de Jaccard.

La diversidad encontrada en cada una de las estaciones del transecto dos, refleja a comunidades típicas de zonas altoandinas, en las cuales las familias mejor representadas son Thraupidae, Trochilidae y Parulidae (Andrade *et al.* 1993, Stiles & Rosselli 1998, Cuervo *et al.* 2008). El muestreo en cada una de las estaciones revela una alta representatividad desde que supera el 80%, valor sugerido para determinar un óptimo muestreo (Pineda & Halffter 2003, Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona 2008).

En este transecto, fue posible observar a través de los índices de diversidad local, una mayor relación entre los 2830 y los 3150 m. En efecto, a medida que se ascendía altitudinalmente disminuía la diversidad, tal como se ha registrado para otros grupos de vertebrados (Lomolino 2001, Kattan & Franco 2004); no obstante, estos cambios en diversidad no eran representativos. En efecto, los análisis estadísticos sugirieron que no había diferencias notables en la diversidad de las tres estaciones. Así, a lo largo del gradiente altitudinal en el transecto dos, hubo una dominancia y equitatividad homogéneas, con ligeras variaciones (Moreno 2001). En contraste, los análisis de diversidad beta revelaron muy baja complementariedad y en correspondencia baja similitud entre estaciones. De este modo, aunque los valores de diversidad local fueron similares entre estaciones, un reducido recambio de especies sugiere que cada punto altitudinal es independiente, conteniendo especies en su mayoría distintas.

Para comprender este comportamiento, es posible atribuir estos patrones a factores como el clima o las características bióticas de cada sitio (Brown 2001, Kattan & Franco 2004). Por ejemplo, a 3250 m fue posible observar una matriz de pajonal-frailejónal que domina el sitio, rodeada de parches de arbustales y áreas boscosas similares a las encontradas por debajo de los 3200 m. En efecto, la diversidad allí encontrada pudo deberse principalmente al complejo estructural vegetal altamente contrastante que es normalmente encontrado a lo largo de un gradiente altitudinal. Sumado a esto se resalta el efecto de las actividades humanas sobre el sitio que, de acuerdo a observaciones personales de los botánicos acompañantes, modificaron la estructura y composición vegetal mediante la tala de especies maderables, representadas por el roble (*Quercus humboldtii*). Por lo tanto, es necesario evaluar factores ecológicos tales como la competencia y las interacciones depredador-presa, así como la heterogeneidad y la estructura del hábitat, para dar un mejor concepto que determine cambios en la diversidad de especies en el presente transecto (Lomolino 2001).

Por otro lado, se propone que para delimitar el área de páramo se incluyan aquellos elementos que se encuentren amenazados por la pérdida de hábitat o que su rango de distribución este restringido. Para el presente transecto se destaca la presencia del conjunto de especies dentro de la familia Trochilidae, consideradas dentro del apéndice II del CITES (www.cites.org). Particularmente, se resalta la presencia del colibrí *E. cupreiventris*, especie endémica y recientemente retirada del estado de casi amenazada (Birdlife Interantional 2012, Renjifo et al. 2014), capturada a los 3250 m. Y el colibrí *C. bonapartei*, especie casi endémica y considerada como rara, capturada a 3150 m (Chaparro-Herrera et al. 2013). Teniendo en cuenta la presencia de estas especies, y los análisis de recambio de especies es posible determinar que en efecto cada punto altitudinal es notablemente distinto. Sin embargo, dado que se desea tener una aproximación al límite visible de la franja entre bosque y páramo desde el punto de vista de la diversidad de aves, se sugiere establecer este límite alrededor de los 2830 m, de tal manera que los bosques de roble, notablemente alterados por la fragmentación (Solano & Vargas 2006), funcionen como área de amortiguación para la conservación de los elementos contenidos en él y en consecuencia del páramo.

TRANSECTO TRES, ONZAGA

Departamento de Santander, municipio de Onzaga, vereda Ganivita. El transecto se localiza al norte del corredor de robles Guantiva – La Rusia, en el flanco occidental, donde se registran altos valores de precipitación, que oscilan entre 2000 y 2500 mm anuales, y se considera un costado húmedo (POT Onzaga, 2000). Desde allí, se originan diversas quebradas como Piedra Parada y Colorada, que hacen parte de la cuenca del río Suárez. La zona se encuentra atravesada por una vía intermunicipal que ha favorecido la entrada de personas que hacen aprovechamiento de los recursos del bosque de roble. En la parte superior, donde se encuentra el páramo, este es atravesado por una vía principal, que comunica al municipio de Onzaga (Santander) con los municipios de Belén y Susacón (Boyacá), lo que ha originado fuerte intervención humana, por el continuo tránsito de vehículos. A continuación se presenta una panorámica general del área de trabajo, así como, una tabla con la información de cada estación evaluada (fig 76 y tabla 36).



Figura 76. Vista panorámica del área de estudio transecto tres, Onzaga.

A. Vista de fondo de la cima que se evaluó con la vía inter departamental que atraviesa el páramo y bosque; **B.** área de matorrales evaluadas y vista de la cima en el límite entre Santander y Boyacá; **C.** Vista de las zonas transformada de páramo en cultivos de papa; **D.** Zonas de páramo asociada a áreas de cultivos transformados contiguos al área de estudio.

Tabla 36. Localización de las estaciones evaluadas en el transecto tres, Onzaga.

Estación	Parcela	Altitud (m)	Coordenadas N	Coordenadas W	Tipo de Vegetación
1	1	3129	6° 13' 18,6"	72° 46' 48,2"	Bosque
	2	3108	6° 13' 19"	72° 46' 45,8"	
	3	3122	6° 13' 22,5"	72° 46' 47,7"	
2	1	3191	6° 13' 7,8"	72° 46' 43,2"	Bosque
	2	3200	6° 13' 9,4"	72° 46' 46,6"	
	3	3198	6° 13' 10,3"	72° 46' 42,2"	
3	1	3300	6° 13' 14,2"	72° 47' 4,4"	Arbustal
	2	3300	6° 13' 10,7"	72° 47' 5,6"	
	3	3313	6° 13' 9,2"	72° 47' 7,7"	
4	1	3445	6° 12' 47,3"	72° 46' 58,5"	Herbazal
	2	3444	6° 12' 45,6"	72° 46' 58,4"	
	3	3455	6° 12' 46,6"	72° 46' 57,7"	

VASCULARES

ANÁLISIS POR ESTACIÓN

ESTACIÓN UNO. Se registraron 35 familias, 48 géneros y 57 especies. Las familias más diversas son Ericaceae con cinco géneros y siete especies, seguido de Orchidaceae (3/3), Lauraceae y Piperaceae con dos géneros y tres especies respectivamente (Tabla 37). Del total de la familias identificadas el 65,71% (23) están representadas con una especie.

Los géneros más diversos son *Anthurium*, *Clusia*, *Elaphoglossum*, *Gualtheria*, *Thibaudia*, *Ocotea*, *Peperomia*, *Palicourea* y *Solanum*, con dos especies cada uno. El 81,25% (39) de los géneros identificados están representados con una especie.

Tabla 37. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación uno.

Familia	No. Géneros	No. Especies
Ericaceae	5	7
Orchidaceae	3	3
Lauraceae	2	3
Piperaceae	2	3
Rubiaceae	2	3
Solanaceae	2	3
Asteraceae	2	2

Melastomataceae	2	2
Myrsinaceae	2	2
Araceae	1	2
Clusiaceae	1	2
Dryopteridaceae	1	2

Forma de crecimiento. Las formas leñosas presentan la mayor abundancia con el 71,83% de estas, la categoría arbustos presentan el mayor número de individuos con el 32,13%, seguido de los arbustillos con 24,19% y solo las hierbas están representadas con el 26,27%. Las rosetas con un solo tronco son las menos abundantes con 0,18% (figs. 77 y 78).

Según valores de cobertura se registra que la categoría árbol presenta el mayor valor, con el 64,59% seguido de los arbolitos y arbusto con el 14,65 y 14,61% respectivamente. Lo anterior, permite inferir que la fisonomía de la cobertura vegetal que predomina en la estación uno, es de bosque con abundantes hierbas que no superan el metro de altura.

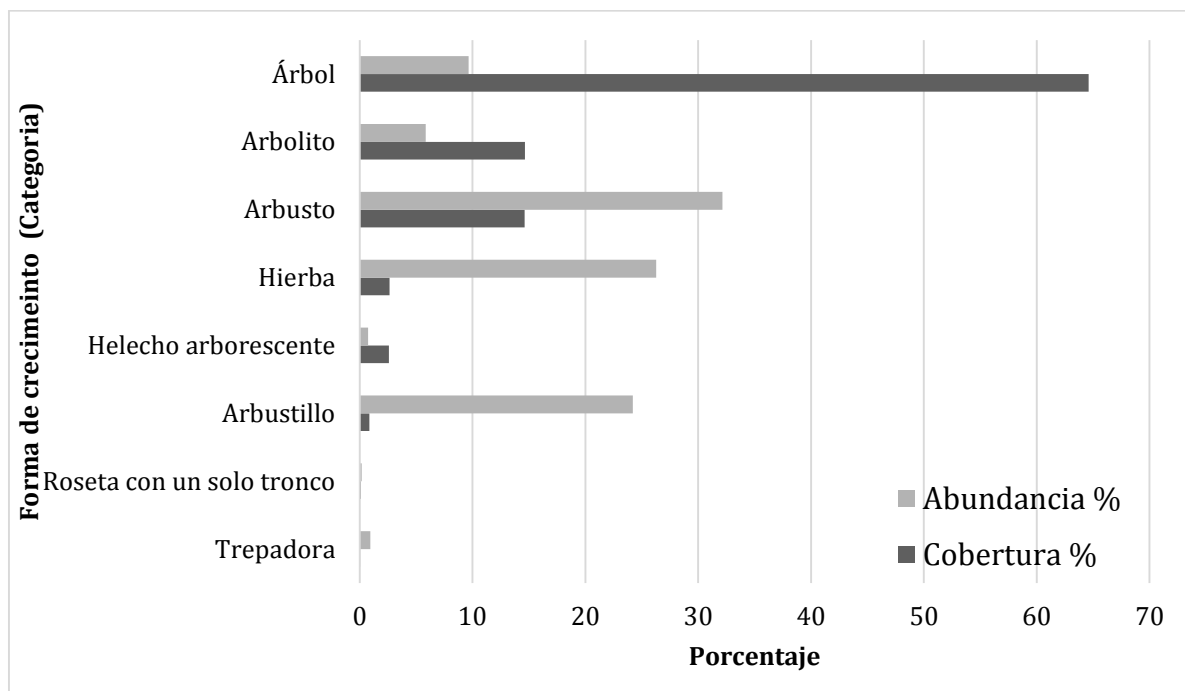


Figura 77. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación uno.

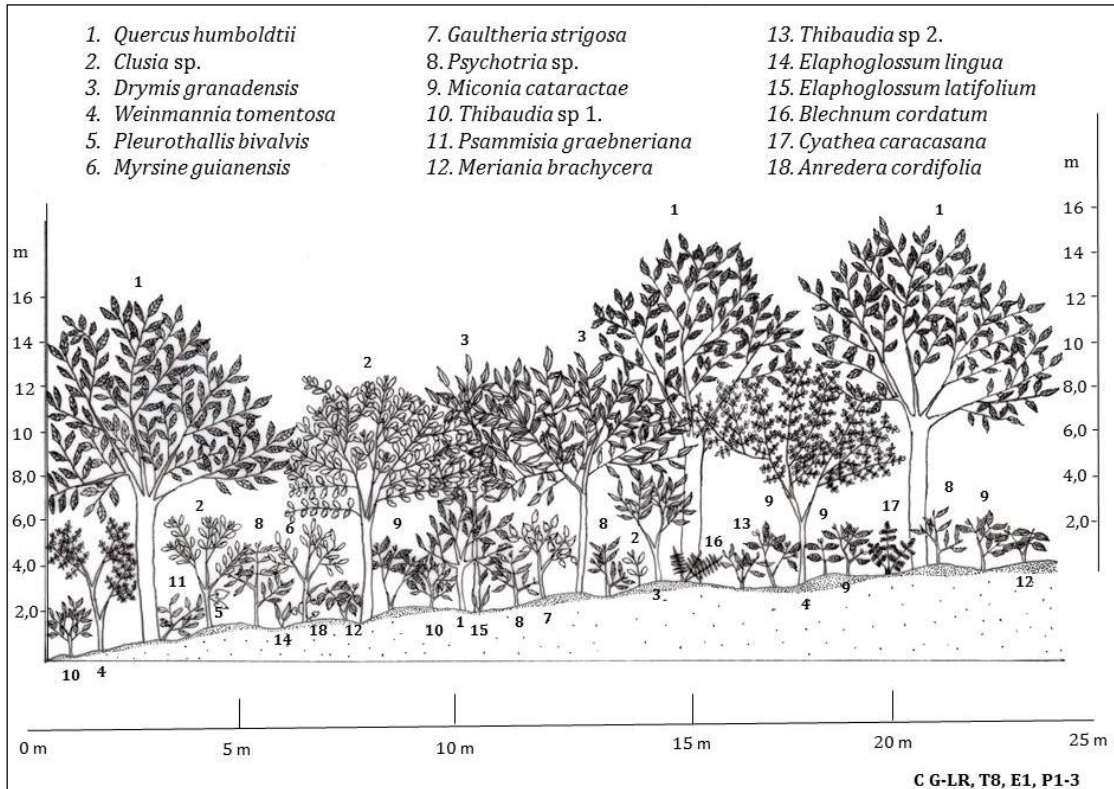


Figura 78. Perfil de vegetación de la estación uno, Onzaga.

Índice de valor de importancia (IVI). Los parámetros estructurales que determinan la dominancia para las 10 especies con mayor IVI son la abundancia y el área basal. *Quercus humboldtii* es la más dominante, ya que presenta el mayor valor de área basal, aunque no es muy abundante y frecuente. *Miconia cataractae* y *Psychotria* sp., son dominantes por ser abundantes y frecuentes (fig. 79). En general en la comunidad vegetal los árboles de roble definen la fisonomía, debido a la biomasa que presentan, esto evidenciado en los altos valores de área basal, a su vez, presentan alturas superiores 12 m, y existe el desarrollo de plántulas que garantizan el remplazo de individuos de futuro.

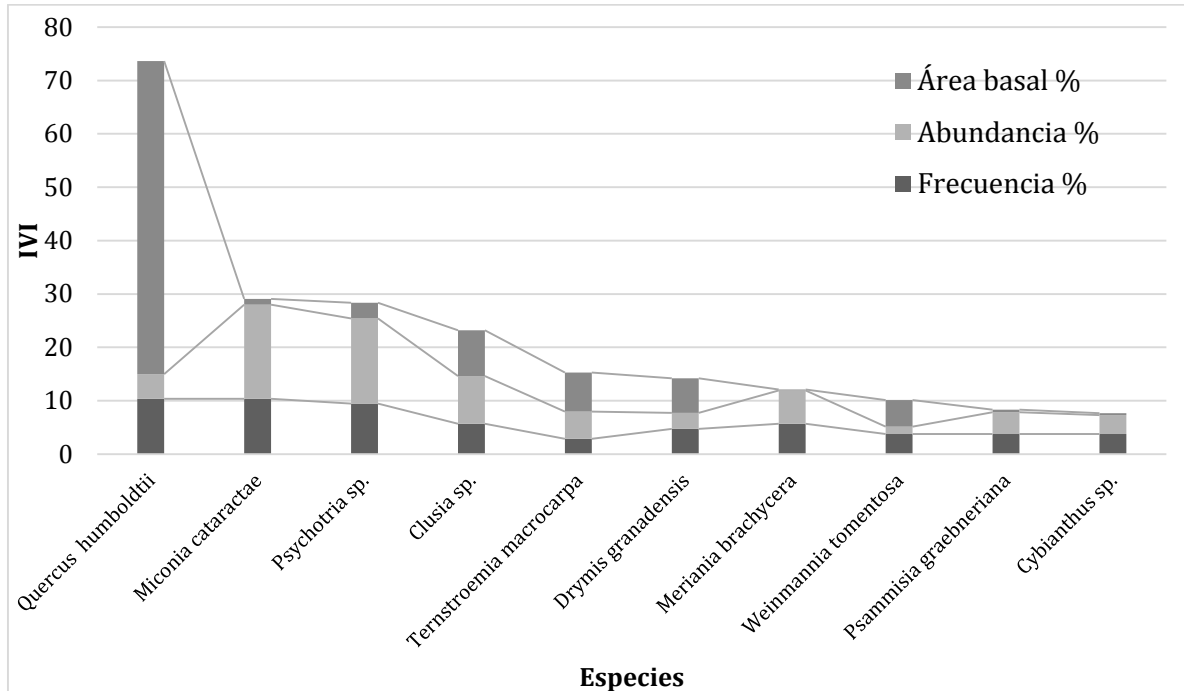


Figura 79. Especies con los mayores valores de IVI en la estación uno.

ESTACIÓN DOS. Se identificaron 37 familias, 50 géneros y 60 especies. La familia más diversa corresponde a Ericaceae con cinco géneros y cinco especies seguido de Dryopteridaceae, Melastomataceae y Solanaceae con dos géneros y cuatro especies respectivamente (Tabla 38). Del total de familias identificadas, el 70,27% están representadas con una especie. Los géneros más diversos son *Clusia* con cuatro especies, *Elaphoglossum*, *Miconia* y *Solanum* con tres cada uno y *Ocotea* con dos especies. Del total de especies determinadas, el 90% (45) presentan una sola especie.

Tabla 38. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación dos.

Familia	No. Géneros	No. Especies
Ericaceae	5	5
Dryopteridaceae	2	4
Melastomataceae	2	4
Solanaceae	2	4
Clusiaceae	1	4
Asteraceae	3	3
Bromeliaceae	2	2
Orchidaceae	2	2
Rosaceae	2	2
Rubiaceae	2	2
Lauraceae	1	2

Forma de crecimiento. La forma arbórea presenta la mayor abundancia con el 50,21%, en el que la categoría arbusto presenta un porcentaje del 24,67%. Las

hierbas son las más abundantes con el 42,71%. La categoría de árbol, presenta el mayor porcentaje de cobertura, con el 82,44% (figs. 80 y 81). Este resultado determina que la fisonomía en esta cobertura vegetal es de bosque, con alturas hasta de 6 m y doseles amplios, así también con abundancia de individuos entre 1,1 y 4 m de altura con doseles reducidos.

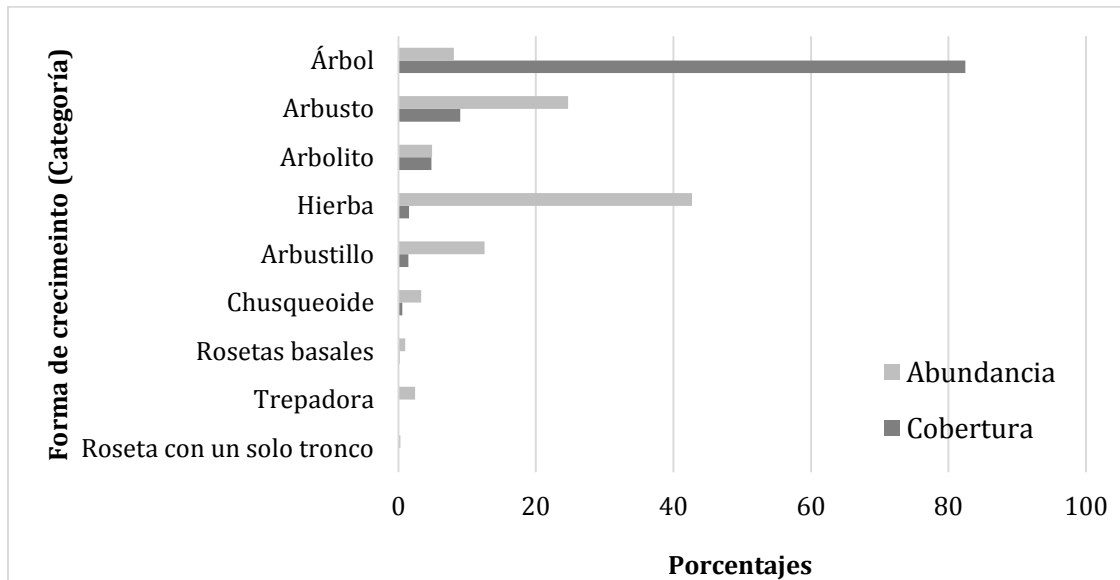


Figura 80. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación dos.

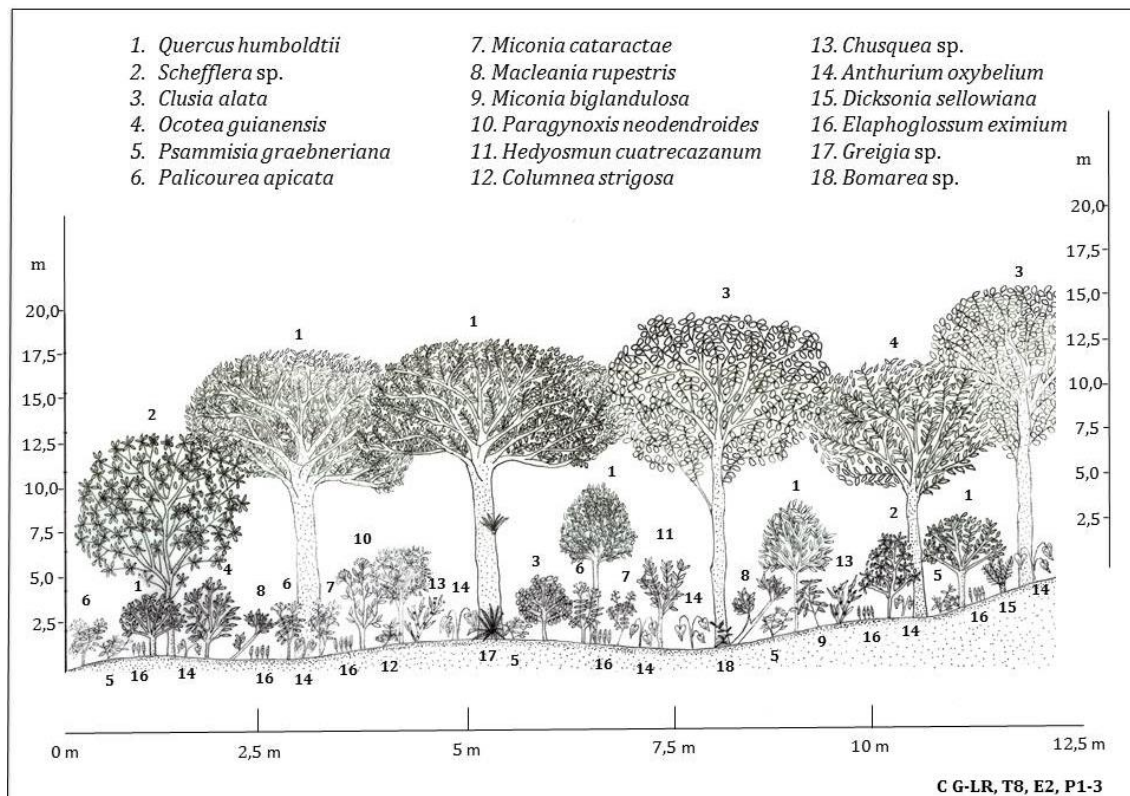


Figura 81. Perfil de vegetación de la estación dos, Onzaga.

Índice de valor de importancia (IVI). Del 300% que define la dominancia para las especies arbóreas, el 73% determina la dominancia de *Quercus humboldtii* en la comunidad, esta característica esta explicada en un 59% por el área basal. Otras especies dominantes son *Palicourea apicata* y *Psammisia graebneriana* por ser las más abundantes, mientras *Ocotea guianensis* es representativa también por área basal (fig. 82).

En general los parámetros estructurales incidentes son la abundancia y la frecuencia; esto indica, que a diferencia del roble (*Quercus humboldtii*) la cobertura vegetal está representada por individuos con tallos muy delgados, característica de la comunidad que puede estar en regeneración.

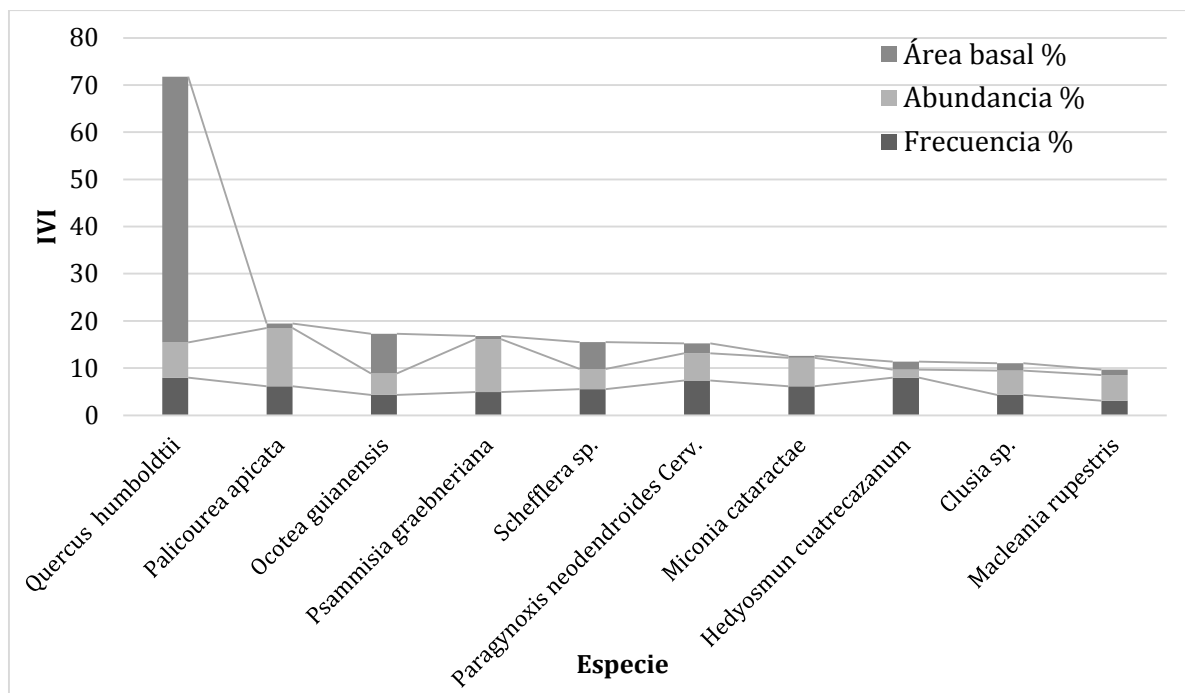


Figura 82. Especies con los mayores valores de IVI en la estación dos.

ESTACIÓN TRES. En las parcelas realizadas se identificaron 27 familias, 45 géneros y 50 especies. Las familias más diversas son Asteraceae con siete géneros y ocho especies, seguidas de Ericaceae y Rubiaceae con cuatro géneros y cuatro especies respectivamente (Tabla 39). Del total de familias, el 66,66% están representadas con una especie. Los géneros más diversos son *Ilex*, *Ageratina*, *Hypericum*, *Cortaderia* y *Hesperomeles* con dos especies cada uno. Del total de géneros registrados, el 88,88% (40) presentan una especie.

Tabla 39. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación tres.

Familia	No. Géneros	No. Especies
Asteraceae	7	8
Ericaceae	4	4
Rubiaceae	4	4

Familia	No. Géneros	No. Especies
Rosaceae	3	4
Clusiaceae	2	3
Poaceae	2	3
Lycopodiaceae	2	2
Melastomataceae	2	2
Aquifoliaceae	1	2

Forma de crecimiento. Los estratos leñosos (arbusto y arbustillos) corresponden a las formas de crecimiento predominantes tanto en abundancia como en cobertura. Los arbustos presentan el mayor porcentaje de cobertura con el 71,43%, seguido de arbustillo con 14,76% y hierba 7,11%. Las formas de crecimiento más abundantes son los arbustos con el 48,66%, seguido de los arbustillos con el 39,21%. Este resultado corrobora que la cobertura presenta una fisonomía de arbustal con algunos individuos de alturas superiores a 4 m y doseles amplios (figs. 83 y 84).

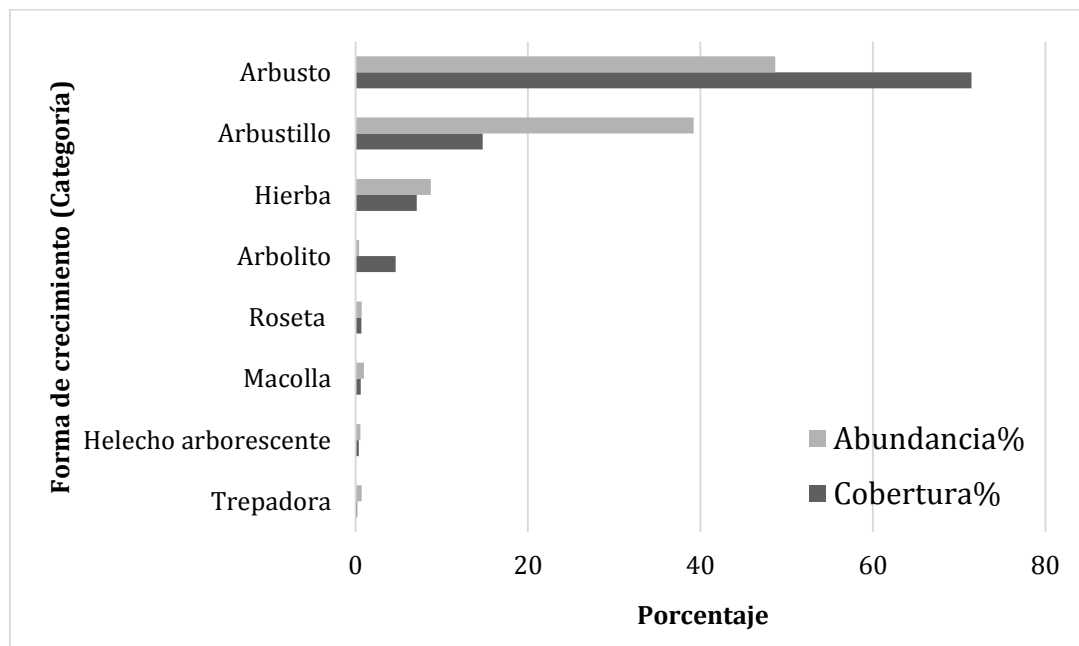


Figura 83. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación tres.

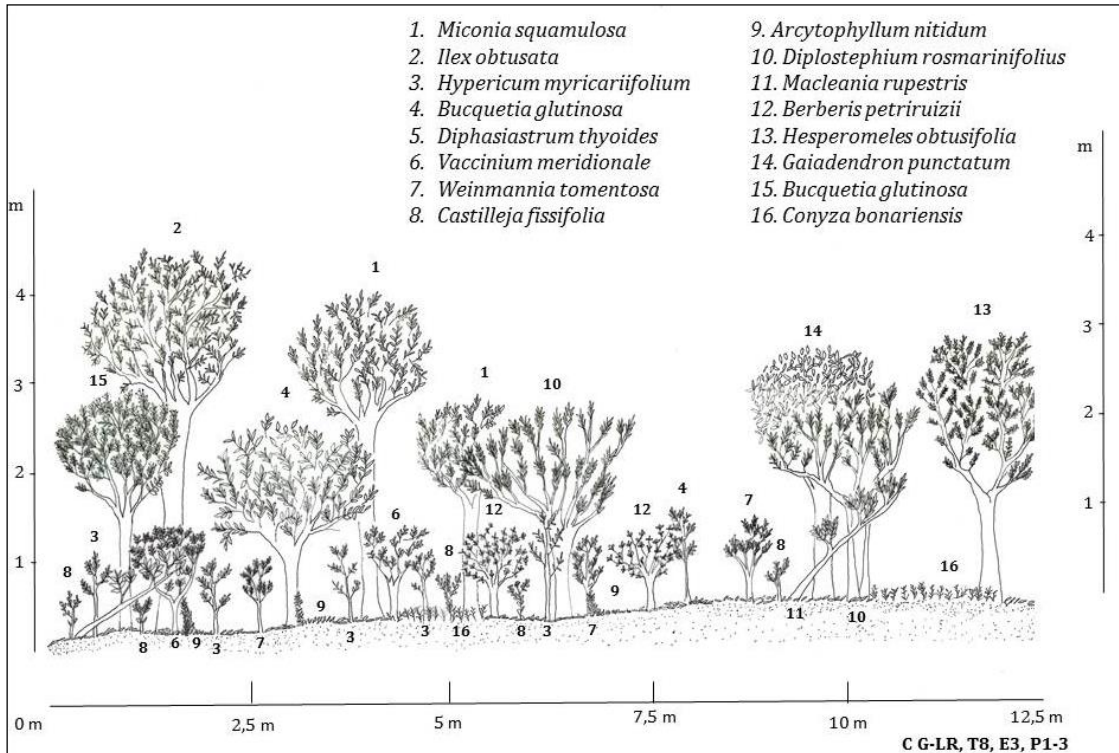


Figura 84. Perfil de vegetación de la estación tres, Onzaga.

Índice de valor de importancia (IVI). Los atributos que determinan la dominancia de las especies arbóreas en la estación son el área basal, seguido de la abundancia. Las especie *Vaccinium meridionale*, *Arcytophyllum nitidum* y *Diplostephium rosmarinifolius* son las dominantes, debido a que presenta los mayores valor de área basal, aunque no son las más abundante y frecuente y *Bucquetia glutinosa* es abundante en la estación (fig. 85).

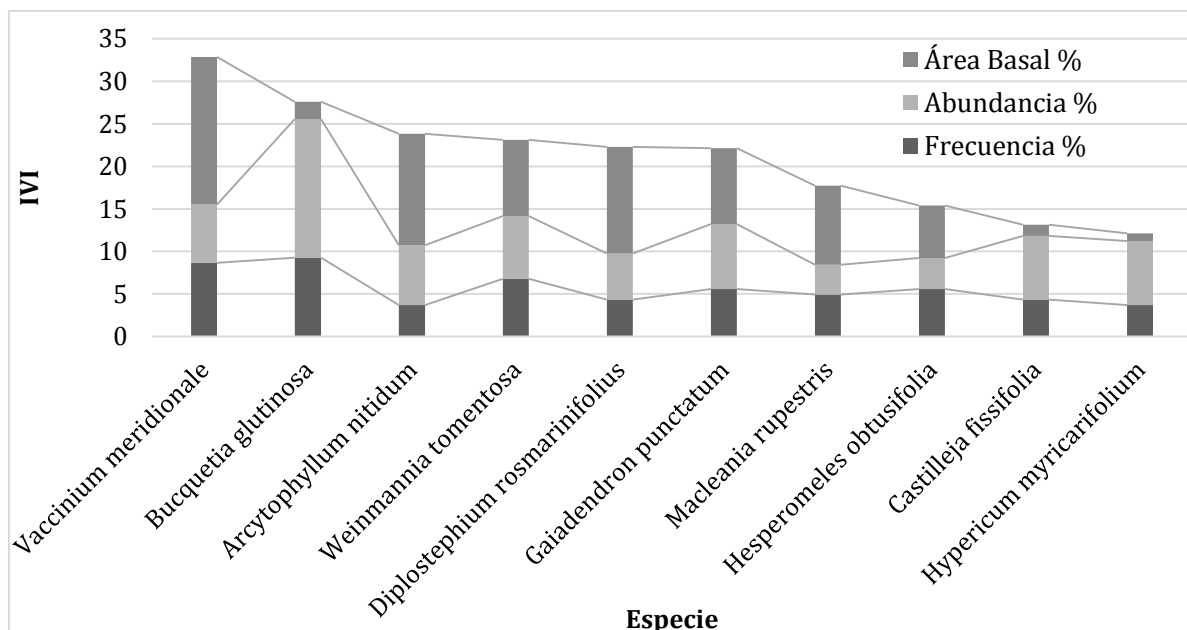


Figura 85. Especies con los mayores valores de IVI en la estación tres.

ESTACIÓN CUATRO. En las parcelas realizadas se identificaron 13 familias, 24 géneros y 26 especies. Las familias más diversas son Asteraceae con cinco géneros y siete especies y Ericaceae con cuatro géneros y cuatro especies (Tabla 40). Del total de familias registradas, el 69.23% están representadas con una especie. Los géneros más diversos son *Ageratina* y *Espeletia* con dos especies cada uno, mientras el 91,66% (22) de ellos presentan una especie.

Tabla 40. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación cuatro.

Familia	No. Géneros	No. Especies
Asteraceae	5	7
Ericaceae	4	4
Lycopodiaceae	3	3
Poaceae	3	3

Forma de crecimiento. La categoría roseta con un solo tronco presenta la mayor abundancia con el 49,19%, seguido de arbustillo con 34,61%. Según valores de cobertura, la categoría macolla presenta el mayor valor con el 24,1%, seguido de roseta con un solo tronco (21,64%) y arbustillo (21,16%). Este resultado, determina una fisonomía de la cobertura vegetal de tipo rosetales y graminoides con algunos individuos leñosos que no superan un metro de altura (figs. 86 y 87).

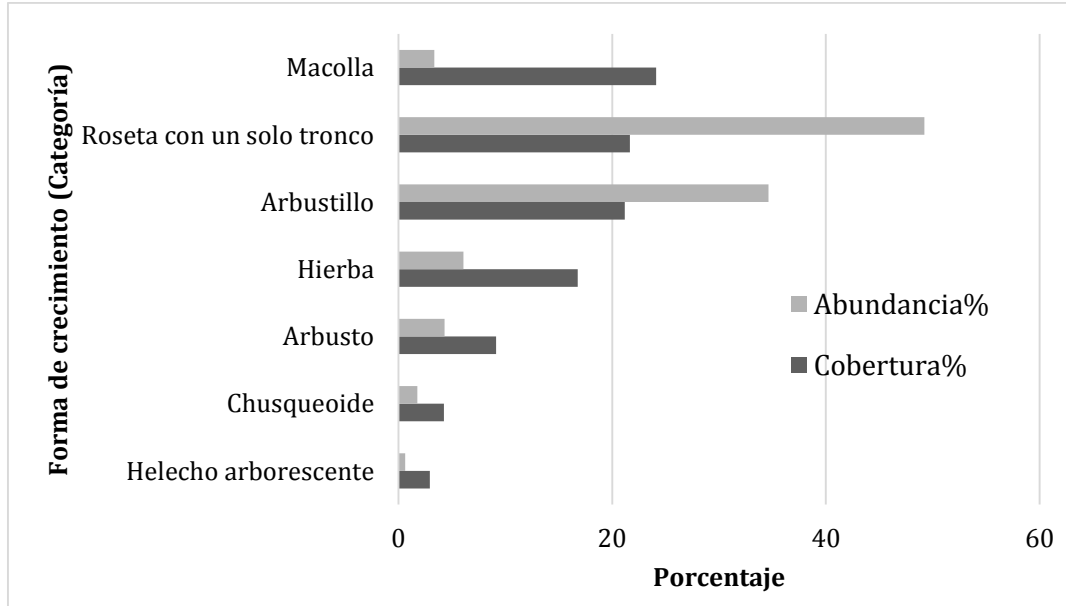


Figura 86. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación cuatro.

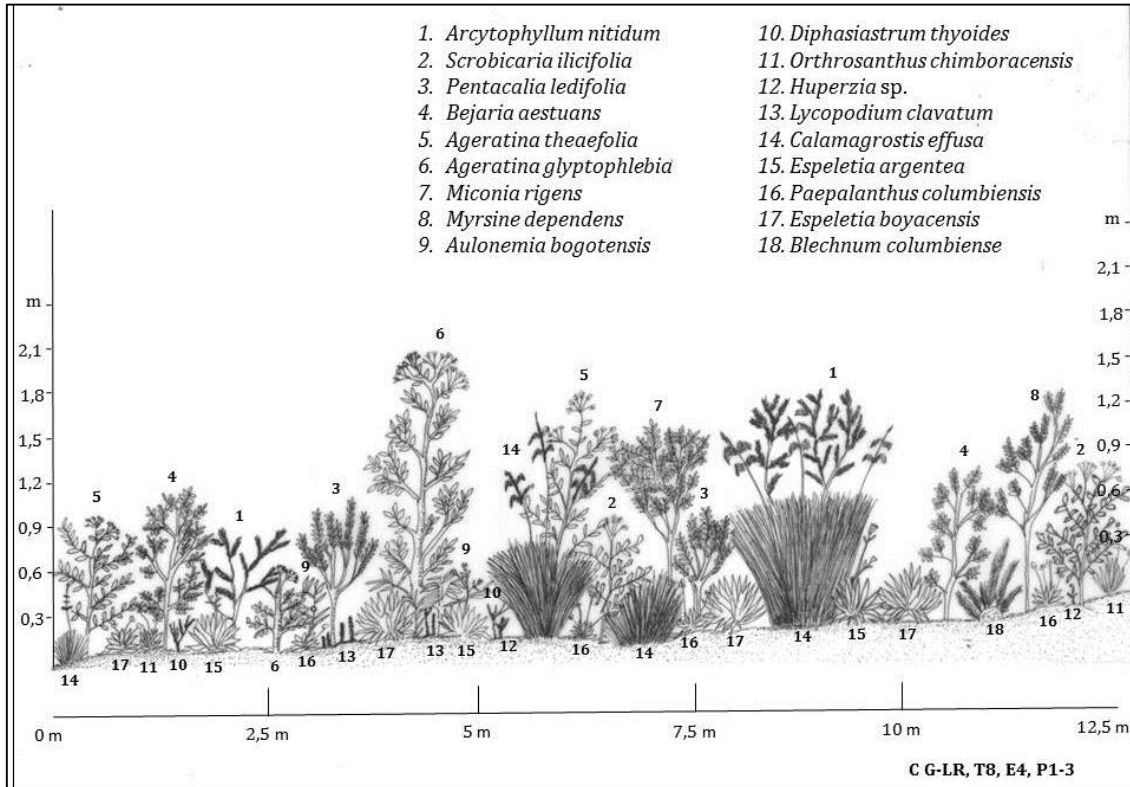


Figura 87. Perfil de vegetación de la estación cuatro, Onzaga.

Índice de valor de importancia (IVI). De las especies leñosas presentes en la estación cuatro, se registró *Ageratina glyptophlebia* como la especie dominante por los valores de área basal (56%), seguida de *Arcytophyllum nitidum* con valores inferiores de área basal y superiores en abundancia y frecuencia (22 y 18% respectivamente; fig. 88).

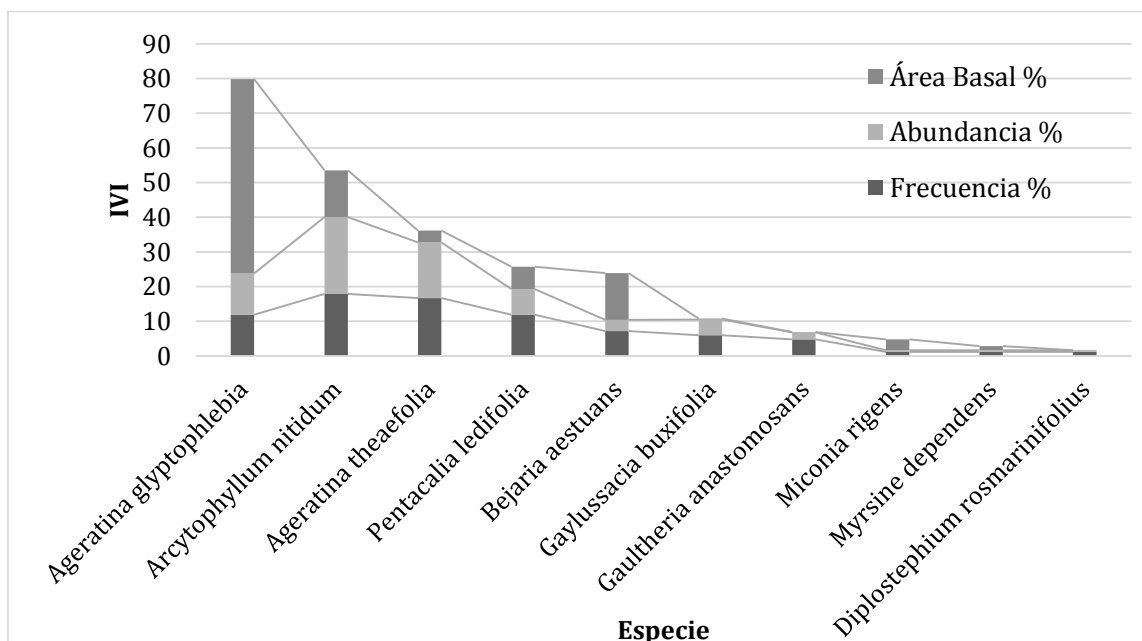


Figura 88. Especies con los mayores valores de IVI en la estación cuatro.

ANÁLISIS ENTRE ESTACIONES

Riqueza florística. Se colectaron 54 familias, distribuidas en 100 géneros y 144 especies, de las cuales, Asteraceae presenta la mayor diversidad con 15 especies, seguida de Ericaceae con 14 y Poaceae con siete. Las estaciones con mayor riqueza florística son la dos y uno (60 y 57 especies). Aunque las estaciones tres y cuatro evidencian la menor riqueza de especies, son las más abundantes por unidad de área (4,73 y 4,16 respectivamente), mientras la estación uno es la menos densa con 1,76 individuos/m² (Tabla 41). Estos resultados, concuerdan con lo planteado por Gentry (1995) y confirmado por Galindo *et al.* (2003), sobre la disminución en la diversidad de familias y especies a medida que se aumenta la altitud; sin embargo, la estación dos, presenta una riqueza ligeramente mayor, debido, posiblemente al grado de intervención humana observado en la cercanía a la estación uno.

Tabla 41. Riqueza florística por estaciones del transecto tres.

Estación	No. Familias	No. Géneros	No. Especies	Individuos/m ²
1	35	48	57	1,76
2	37	50	60	2,31
3	27	45	50	4,73
4	13	24	26	4,16

Distribución altitudinal de las especies. Los registros de distribución de especies por estación determinan que la estación tres presenta el mayor número de especies exclusivas (31) y la estación cuatro el menor número (15). Se observa que las especies exclusivas para cada estación, arrojan información sobre el tipo de cobertura vegetal evaluada, por ejemplo para la estación uno se encuentran especies de los géneros *Anthurium*, *Clusia*, *Piper* y *Stellis*, que son típicas de las coberturas de bosque, mientras que para la estación tres y cuatro, las especies restringidas, son indicadoras de la coberturas de subpáramo y paramo, por ejemplo especies de los géneros *Baccharis*, *Bejaria*, *Espeletia* y *Ageratina* (Cuatrecasas 1989).

Con respecto a las especies compartidas el mayor número se presenta entre las estaciones uno y dos (22 spp), seguido de las estaciones tres y cuatro con siete especies. No existe ninguna especie que se encuentre en las cuatro estaciones (Tabla 42).

Tabla 42. Número de especies exclusivas y compartidas entre las estaciones del transecto tres.

Especies	E1 (3108 m)	E2 (3191 m)	E3 (3300 m)	E4 (3444 m)
Exclusivas	29	27	31	15

Especies	E1 (3108 m)	E2 (3191 m)	E3 (3300 m)	E4 (3444 m)
Compartidas	22			
			4	
			7	
	4			
			2	

Forma de crecimiento por estación. Se observa que las formas de crecimiento varían entre las estaciones, y que en las tres primeras (uno, dos, tres) predominan las formas de crecimiento leñosas y en la estación cuatro dominan las macollas y rosetas con un solo tronco (fig. 89).

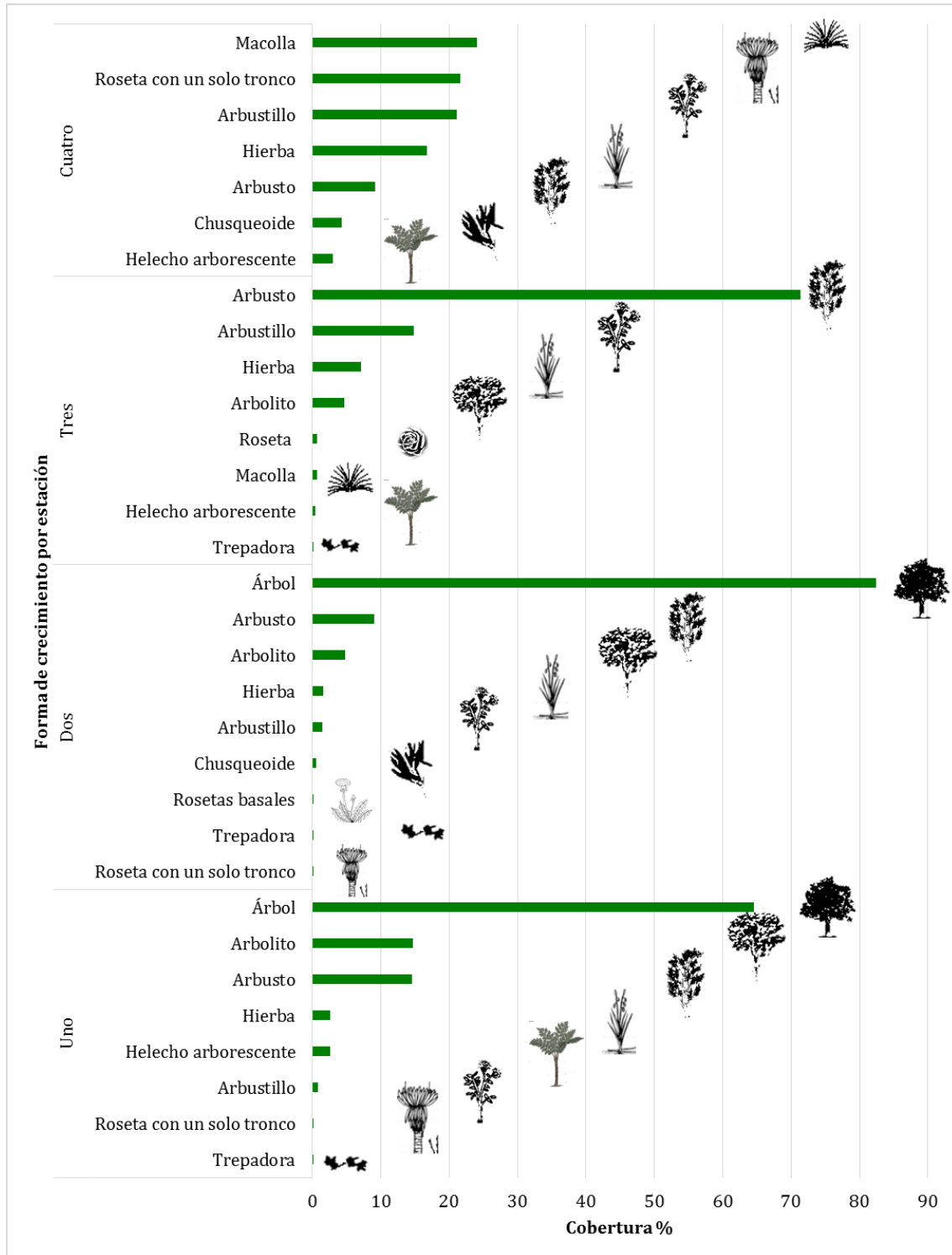


Figura 89. Distribución por estaciones de las formas de crecimiento para el transecto tres.

Como es de esperar, las formas de crecimiento de tipo leñoso se encuentran principalmente en las estaciones más bajas (uno y dos), lo que indica la presencia de bosque para estas estaciones, mientras que a medida que se asciende, las formas van cambiando paulatinamente en la estación tres, con dominancia de arbustos, pero se observa, al mismo tiempo, que las hierbas y los arbustillos

aumentan de cobertura, lo que puede indicar la zona de transición del bosque hacia el páramo. Finalmente, en la estación cuatro, las macollas y las rosetas con un solo tronco son las dominantes, lo que indica la presencia de subpáramo.

Diversidad alfa. El índice de equidad de Shannon-Wiener, determina que la estación dos presenta la mayor homogeneidad en la distribución de las especies, al registrar un valor de 3,392 seguido de la estación uno con 3,345 (Tabla 43). El índice de dominancia de Simpson, indica que la estación cuatro presenta el mayor valor con 0,1357, seguido de la estación tres (0,05788; Tabla 43).

Tabla 43. Índices de diversidad alfa calculados por estación, para el transecto tres.

Índice	Estación			
	1	2	3	4
Taxa_S	57	60	50	26
Individuals	529	693	709	624
Dominance_D	0,05228	0,05434	0,05788	0,1357
Simpson_1-D	0,9477	0,9457	0,9421	0,8643
Shannon_H	3,345	3,392	3,197	2,41

Curva de representatividad de los muestreos. La curva de acumulación de especies por estación (a partir de EstimateS 9.1.0, estimadores Chao 2 y Bootstrap) y el análisis de los valores de Singletons y Doubletons, determinan una representatividad baja al no superar el 72,62% (chao 2) de la riqueza identificada en el muestreo. La estación dos, presenta el menor valor (68,17%). El estimador Bootstrap oscila entre 67,09 y 90,81%, con la estación dos como la menos representativa (Tabla 44, fig. 90). Para las cuatro estaciones se observa que la curva de especies raras (singletons), a medida que avanza el número de subparcelas, tiende a descender, lo que demuestra que, aunque el muestreo no tuvo la representatividad esperada, sí se tuvo en cuenta un alto porcentaje de las especies, en todas las estaciones (Moreno 2001).

Tabla 44. Valores encontrados por estación para los estimadores de Chao 2 y Bootstrap, en el transecto tres.

Estación	Valor observado	Estimador		Representatividad	
		Chao 2	Bootstrap	Chao 2 (%)	Bootstrap (%)
1	57	78,54	67,58	72,574484	84,344481
2	60	67,65	66,37	68,17	67,09
3	50	72,4	56,44	69,060773	88,589653
4	26	35,8	28,63	72,625698	90,813832

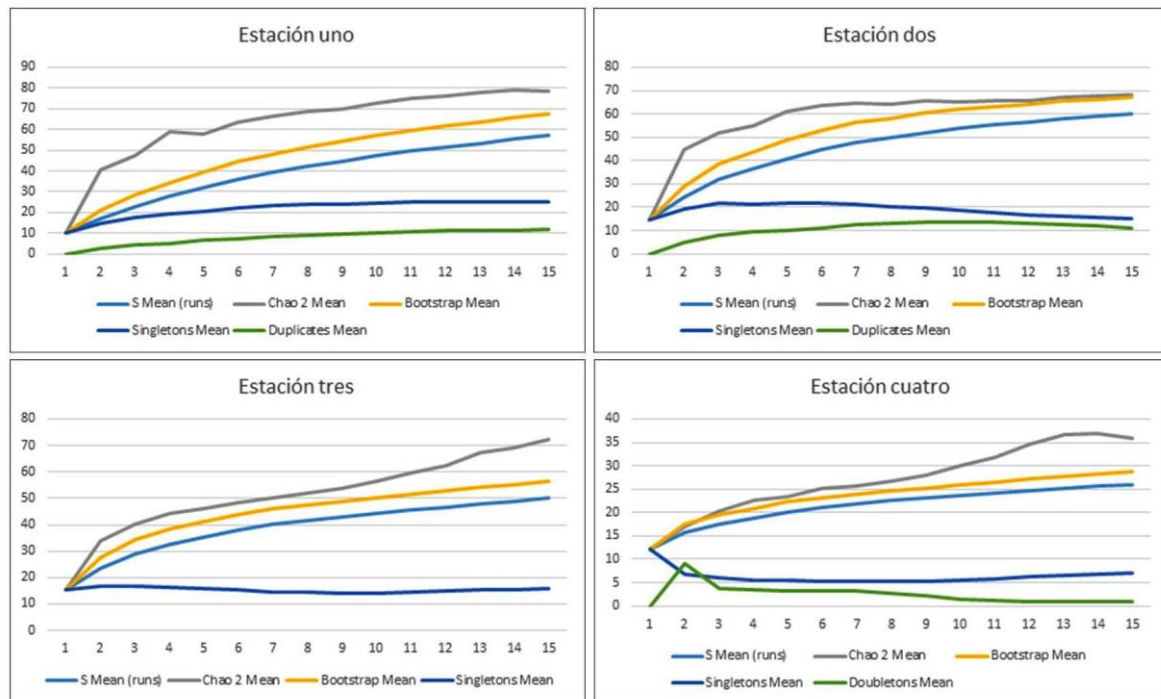


Figura 90. Curvas de acumulación de especies por estación, en el transecto tres.

Diversidad beta: Según el índice de similaridad de Jaccard, existen pocas especies compartidas entre las estaciones. Las estaciones uno y dos presentan la mayor similaridad en la composición de las especies, con cerca del 30%, lo que corresponde a las dos estaciones de bosque. Así mismo, se observa que entre las estaciones tres y cuatro comparten ~17% de las especies, con lo cual se presenta el cambio en las coberturas vegetales, de bosque a vegetación de páramo. Se puede determinar que en el gradiente altitudinal existen especies exclusivas que solamente se comparten entre estaciones contiguas (fig. 91).

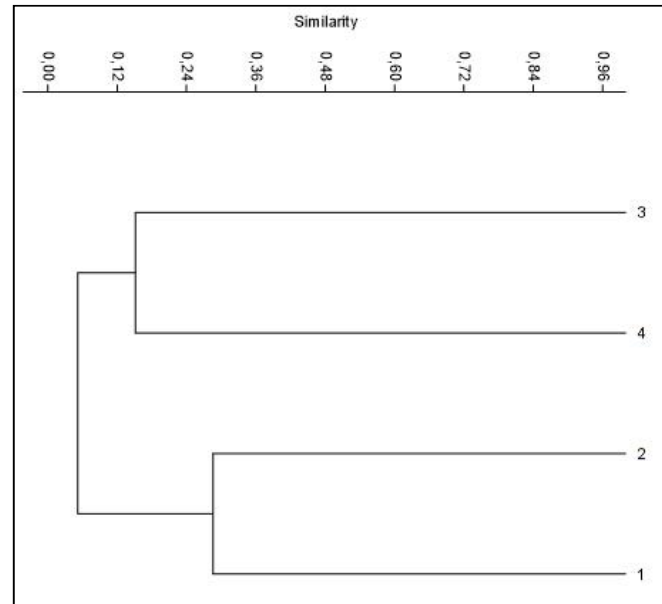


Figura 91. Diagrama de similaridad (Jaccard) entre las estaciones del transecto tres.

El índice de Whittaker (que evalúa la diferenciación de la diversidad entre estaciones), registra que la distancia entre las estaciones está directamente relacionada con los mayores valores de recambio de especies. Se resalta, que el recambio de especies es menor entre las estaciones uno y dos, ya que son contiguas y mayor entre uno versus cuatro, patrón esperado, porque corresponden a coberturas vegetales diferentes y espaciadas en rango altitudinal (Tabla 45).

Tabla 45. Índice de Whittaker calculado entre las estaciones del transecto tres.

Estaciones	No. Especies	No. Promedio	Índice de Whittaker
1 y 2	91	58,5	1,58
1 y 3	101	53,5	1,92
1 y 4	82	41,5	2,02
2 y 3	100	55	1,85
2 y 4	83	43	1,98
3 y 4	66	38	1,78

Los resultados para las estaciones uno y dos, coinciden con lo presentado por Marín-Corba & Betancur (1997) y Galindo-T. *et al.* (2003), quienes para una altitud menor (2800 m), registraron 53 especies, para el Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y 55 especies para el Santuario de Flora y Fauna Guanenta Alto Río Fonce respectivamente, siendo Ericaceae la familia más diversa, seguida de Lauraceae. En cuanto a la composición por géneros, se observan algunas diferencias, especialmente por elementos como *Elaphoglossum* y *Gualtheria*, ya que tienden a ser elementos de la transición del bosque hacia el páramo (Vargas-Rincón 2011). Así mismo, las formas de crecimiento dominantes para estas estaciones son los árboles, seguidos de los arbolitos y los arbustos. Estas formas de crecimiento,

confirman la presencia de bosque alto andino para estas altitudes (3108 y 3191 m).

Para la estación tres, se observa una variación en la composición de las familias, la cual es dominada por Asteraceae, seguida de Ericaceae y Rubiaceae, con principal dominancia de los arbustos, seguido de los arbustillos, características que pueden representar la transición entre el bosque y el páramo, ya que se encuentran elementos de los dos ecosistemas. Para la estación cuatro, se observa dominancia de Asteraceae, Ericaceae, Lycopodiaceae y Poaceae, que presentan formas de crecimiento como macollas, rosetas con un solo tronco o hierbas, y con baja presencia de elementos arbustivos o arbóreos, con lo que se observa una variación a la vegetación típica de páramo, para este transecto (Rangel 2002, Keating 2008).

AVASCULARES

ESTACION UNO. Se colectaron tres especies de hepáticas (3 familias/3 géneros), 10 de musgos (10/10) y cuatro de líquenes (3/4). Collemataceae es la única familia que registra más de una especie (*Collema* sp. y *Leptogium* sp.). En términos de abundancia, Plagiochilaceae registra tres colectas, seguida de Brachytheciaceae y Collemataceae con dos cada una.

En cuanto a la distribución de las especies por tipo de sustrato, el 47,36% se observó en corteza de árboles, en igual porcentaje se distribuyó en el suelo, y sólo el 5,26% sobre madera en descomposición.

Las especies de musgos *Brachymenium* sp., *Campylopus* cf. *pauper*, *Fissidens limbatus* (fig. 92.A) y *Rhacopilopsis trinitensis*, tienen distribución restringida para esta estación. También se registran Lepidoziaceae (*Lepidozia reptans*, fig. 92B-C), Lophocoleaceae (*Lophocolea* sp.), Neckeraceae (*Porotrichum mutabile*), Pottiaceae (*Leptodontium viticulosoides*) y Thuidiaceae (*Thuidium peruvianum*) solo con una especie.



Figura 92. Briófitos presentes en el municipio de Onzaga, transecto tres, estación uno; A. Vista lateral de *Fissidens limbatus*; B-C. Hábito y acercamiento del hábito de *Lepidozia reptans*.

ESTACIÓN DOS. Se colectaron cuatro especies de hepáticas (3 géneros/4 especies), 10 especies de musgos (9/10) y cinco especies de líquenes (5/5). Neckeraceae y Lepidoziaceae son las familias con mayor diversidad, al registrar dos especies cada una. A nivel de género, cada uno presentó una especie.

En cuanto a la abundancia, Lobariaceae presentó el valor más alto, con seis registros, Plagiochilaceae con cuatro, y Collemataceae, Lepidoziaceae, Leucobryaceae, Neckeraceae, Parmeliaceae y Stereoculaceae, registran dos especies cada una. También se registran otros taxones como Amblystegiaceae (*Campyllum praegracile*), Brachytheciaceae (*Brachythecium occidentale*, fig. 93.B), Calymperaceae (*Syrrophodon gaudichaudii*, fig. 93.A), Herbertaceae (*Herbertus juniperoideus*), Lepidoziaceae (*Bazzania affinis* y *Lepidozia* sp.), Lecondontaceae (*Leucodon curvirostris*), Neckeraceae (*Neckera scabridens*), Sematophyllaceae (*Sematophyllum swartzii*) y Thuidiaceae (*Thuidium peruvianum*). La mayoría de las especies (65%), se distribuyen en la corteza de árboles, el 20% se colectó directamente en el suelo, y el 15% se encontró sobre las rocas.

Las especies de musgos *Campylopus reflexisetus*, *Leucodon curvirostris*, y *Porotrichodendron superbum*, junto con la hepática *Bazzania affinis* son restringidas para esta estación.

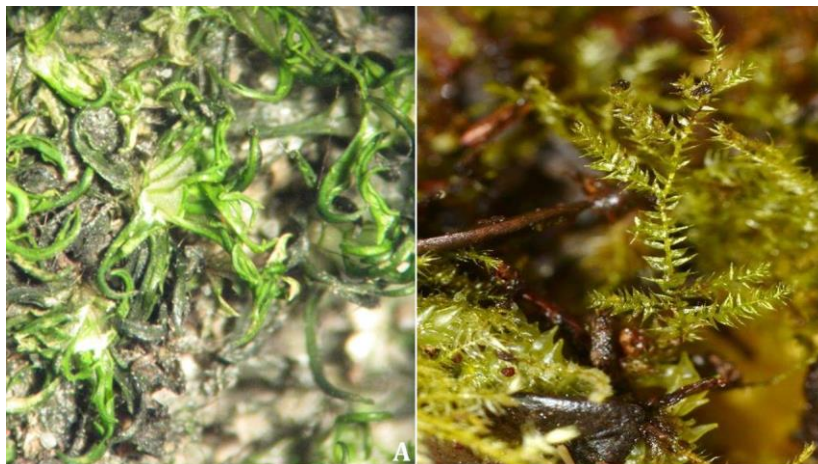


Figura 93. Briófitos presentes en el municipio de Onzaga, transecto tres, estación dos; A. Vista superior de *Syrrophodon gaudichaudii*; B. Hábito de *Brachythecium occidentale*.

ESTACIÓN TRES. Se encontraron tres especies de hepáticas (3 géneros/3 familias), nueve especies de musgos (7/8) y ocho líquenes (6/8). La mayor diversidad la registró Parmeliaceae con tres especies, seguida de Leucobryaceae y Pottiaceae con dos cada una.

También se registran Frullaniaceae (*Frullania peruviana*) con mayor abundancia, y en menor número, Bryaceae (*Rhodobryum grandifolium*, fig. 94.A), Dicranaceae (*Campylopus albirovirens*, *C.* cf. *arctocarpus*), Plagiochilaceae (*Plagiochila* sp. fig. 94.B), Sematophyllaceae (*Sematophyllum swartzii*, fig. 94.C) con un solo levantamiento.

En cuanto a la abundancia por familias, Parmeliaceae registra tres ejemplares, seguido de Frullaniaceae, Leucobryaceae, Lobariaceae y Pottiaceae con dos cada uno.

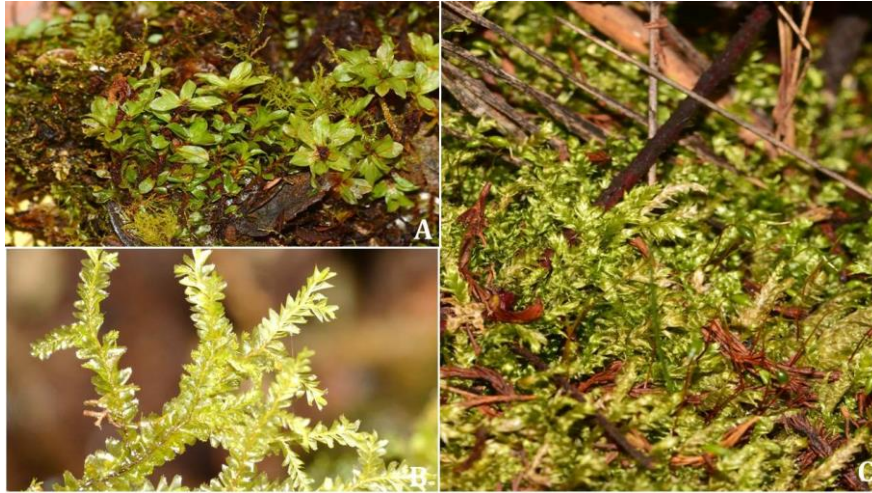


Figura 94. Briófitos presentes en el municipio de Onzaga, transecto tres, estación tres; A. Vista superior del hábito de *Rhodobryum grandifolium*; B. Hábito en vista lateral de *Plagiochila* sp.; C. Vista superior de *Sematophyllum swartzii*.

El suelo fue el sustrato que mayor diversidad de especies presentó con el 52,38%, seguido de la corteza de árboles (28,57%) y por último, la madera en descomposición con el 19,04%. La especie liquénica *Ramalina* sp., es la única de distribución restringida para esta estación.

ESTACIÓN CUATRO. Se registran dos especies de hepáticas de Frullaniaceae (*Frullania* cf. *bogotensis* y *F. convoluta*), 10 de musgos (7 familias/10 géneros) y seis de hongos liquenizados (5/6). Pottiaceae es la familia con mayor diversidad de especies (3), seguida de Parmeliaceae, Brachytheciaceae y Frullaniaceae, con dos cada una. A nivel de géneros, *Frullania* es el único con dos especies. En cuanto a la abundancia por familias, Pottiaceae registra el valor más alto de colectas (5), seguido de Collemaaceae y Frullaniaceae (4), y Brachytheciaceae y Physciaceae con tres cada una.

Para la distribución por sustratos, el 48% se colectó en la corteza de arbustos, seguido del sustrato cortícola (28,57%), y las epífilas (14,28%). La madera en descomposición y el suelo son los sustratos que menor diversidad presentaron, con el 9,52% de especies cada uno.

La especie de musgo *Bryum densifolium* (fig. 95.A-D) se registra como la única taxa de distribución restringida para esta estación.



Figura 95. Briófitos presentes en el municipio de Onzaga, transecto tres estación cuatro; A-D. Vista desde diferentes ángulos de *Bryum densifolium*.

Este transecto comprendió cuatro estaciones, donde las estaciones tres y cuatro, presentaron la mayor similitud al compartir cerca del 27% de epífitas no vasculares, así como, las estaciones uno y dos presentan otro grupo y comparten el 19% de la diversidad, pero entre ellos comparten ~15% (fig. 96). Lo anterior indica, que existe migración de especies a través del gradiente altitudinal, en las tres coberturas vegetales.

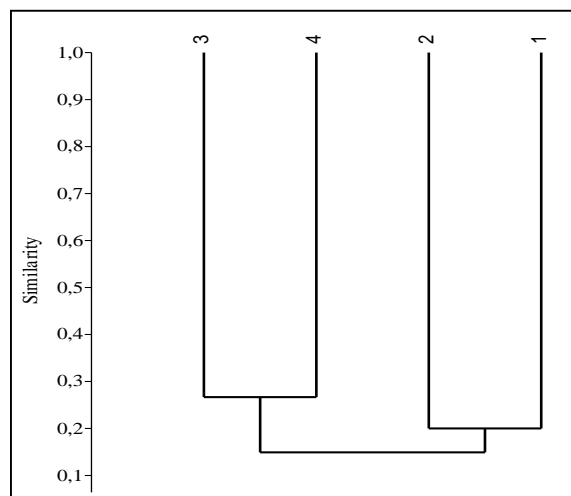


Figura 96. Dendrograma de similitud Jaccard de especies de plantas no vasculares para el transecto tres, Onzaga.

ENTOMOFAUNA

Riqueza, abundancia y diversidad. Se recolectaron 771 individuos, de los cuales hay 13 familias de Coleoptera y 16 familias de arañas, las familias más abundantes son Staphylinidae (242), Ptiliidae (182), Leiodidae (109), Scarabaeidae (84), Carabidae (51); familias como Melyridae, Nitidulidae, Scolytidae, Amaurobiidae,

Caponiidae, Clubionidae, Dipluridae y Ochyroceratidae, entre otras, y están representados por solo un individuo. Todas las familias mencionadas son nuevos registros para este sitio (Anexo 11).

En cuanto a los grupos seleccionados, se recolectaron 188 individuos, de los cuales hay 22 morfotipos de arañas, seis morfotipos de Carabidae y seis especies de escarabajos coprófagos.

La estación uno registró la mayor riqueza de especies (18), seguida por la estación cuatro con 13 especies, la estación dos con nueve, y la estación tres presentó el menor número de especies. En cuanto al número de individuos, la estación cuatro mostro el número más alto, seguida por la estación uno (con 52), la estación dos (con 45) y la estación tres con el menor número (fig. 97).

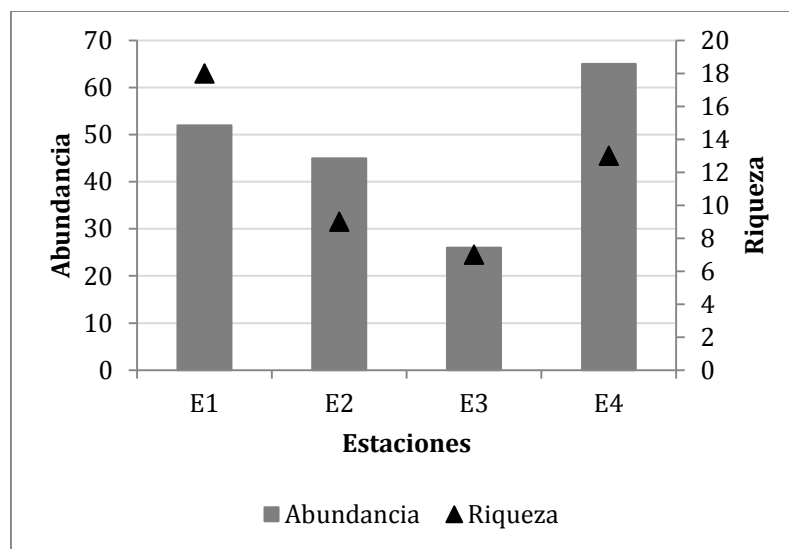


Figura 97. Riqueza y abundancia por estación para el orden Araneae y familias Carabidae y Scarabaeidae del transecto tres.

Curvas de acumulación de especies. El porcentaje de representatividad del muestreo para las especies de carábidos y arañas esperadas, de las estaciones uno, tres y cuatro del transecto tres, con los estimadores de riqueza Chao 1 y Chao 2, varía entre 30 y 63%, en estas estaciones la curva de los valores observados no tiende a forma una asíntota y las curvas de los estimadores Chao están por encima de la misma, para el estimador Bootstrap los porcentajes de representatividad del muestreo oscilan entre 74 y 88% para las cuatro estaciones muestreadas, siendo la curva de este estimador la que más se acerca a la curva de las especies observadas (fig. 98).

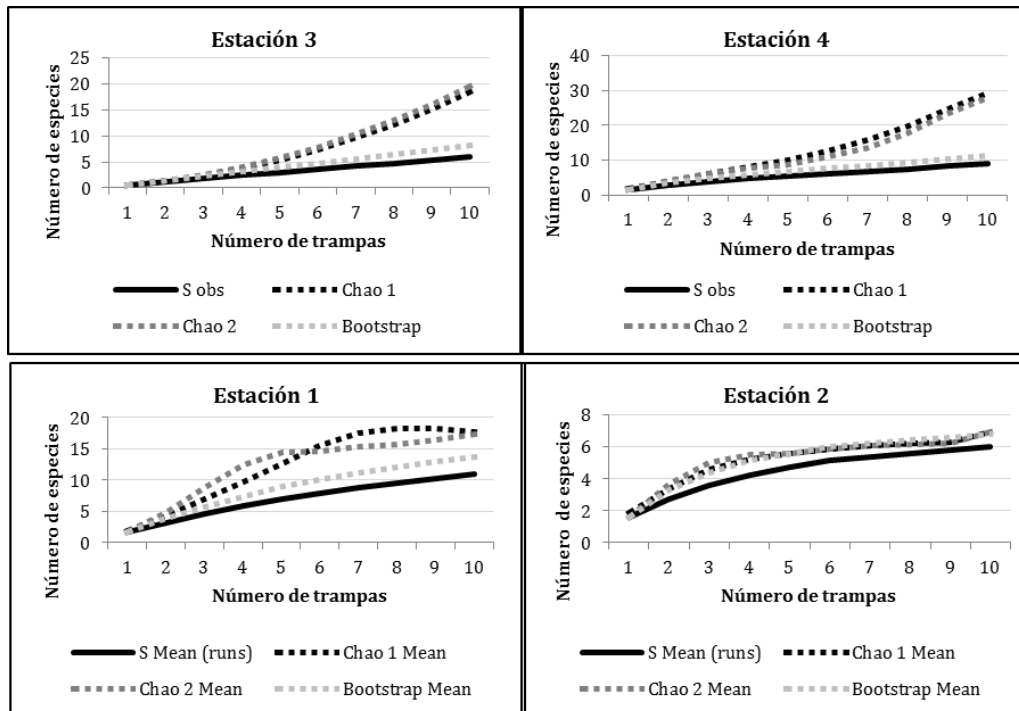


Figura 98. Curvas de acumulación de especies por estación para el orden Araneae y la familia Carabidae presentes en el transecto tres.

En la estación dos según los estimadores de riqueza Chao 1, Chao 2 y Bootstrap, con representatividad del muestreo entre el 86-88% de las especies esperadas de carábidos y arañas para el muestreo, la curva de las especies observadas tiene un comportamiento similar al de las curvas de los estimadores Chao 1 y 2 y Bootstrap (fig. 98).

Para la estación uno, la curva de las especies observadas de escarabajos coprófagos se estabiliza asintóticamente y el porcentaje de representatividad del muestreo para las especies de escarabajos coprófagos oscilo entre 99 y 100% con los estimadores Chao 1, Chao 2 y Bootstrap, indicando que el muestreo fue significativo (fig. 99). No se incluyen gráficas de las otras estaciones debido a que en estas se registró una sola especie con un único individuo.

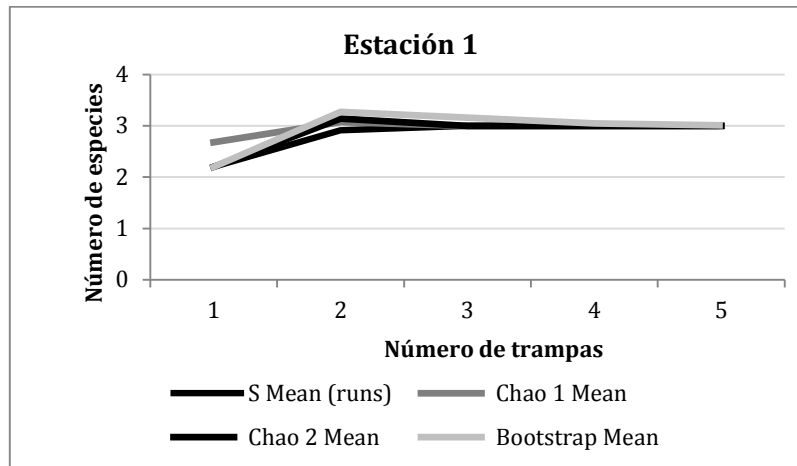


Figura 99. Curvas de acumulación de especies de escarabajos coprófagos presentes en el transecto tres.

Índice de Shannon-Wiener (H'). La equidad entre hábitats medida con el índice de Shannon-Wiener mostró que el valor más alto de este índice se presenta en la estación uno, seguida por la estación cuatro, la estación dos y finalmente la estación tres (Tabla 46).

Tabla 46. Riqueza, abundancia y diversidad (Shannon-Wiener) por estación de muestreo para el orden Araneae y familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto tres.

Estaciones	Riqueza	Abundancia	H'
E1	18	52	2.459
E2	9	45	1.656
E3	7	26	0.9537
E4	13	65	1.863

Curvas de diversidad-dominancia. Las cuatro estaciones muestreadas reflejan curvas de diversidad dominancia, con pendientes similares (fig. 100).

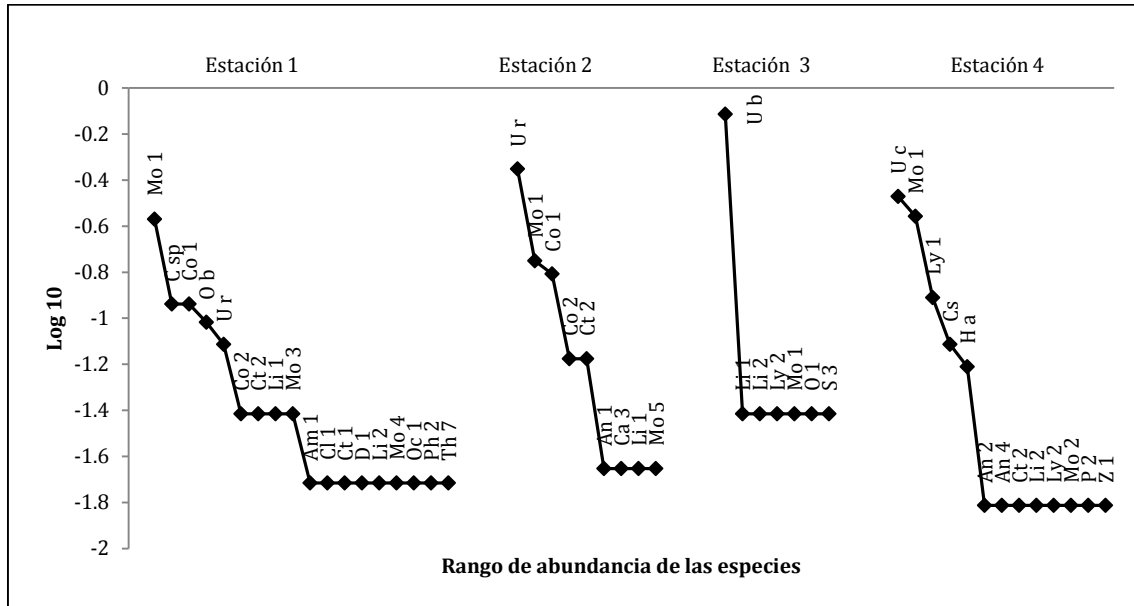


Figura 100. Curvas de diversidad dominancia para el orden Araneae y familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto tres.

Amaurobiidae Morfotipo 1 (Am 1), Anyphaenidae Morfotipo 1 (An 1), Anyphaenidae Morfotipo 2 (An 2), Anyphaenidae Morfotipo 4 (An 4), Caponiidae Morfotipo 3 (Ca 3), Clubionidae Morfotipo 1 (Cl 1), Corinnidae Morfotipo 1 (Co 1), Corinnidae Morfotipo 2 (Co 2), Ctenidae Morfotipo 1 (Ct 1), Ctenidae Morfotipo 2 (Ct 2), Dipluridae Morfotipo 1 (D 1), Linyphiidae Morfotipo 1 (Li 1), Linyphiidae Morfotipo 2 (Li 2), Lycosidae Morfotipo 1 (Ly 1), Lycosidae Morfotipo 2 (Ly 2), Carabidae Morfotipo 1 (Mo 1), Carabidae Morfotipo 2 (Mo 2), Carabidae Morfotipo 3 (Mo 3), Carabidae Morfotipo 4 (Mo 4), Carabidae Morfotipo 5 (Mo 5), Carabidae Scarites (Cs), Oonopidae Morfotipo 1 (O 1), Ochyroceratidae Morfotipo 1 (Oc 1), Paratropididae Morfotipo 2 (P 2), Pholcidae Morfotipo 2 (Ph 2), Salticidae Morfotipo 3 (S 3), Theridiidae Morfotipo 7 (Th 7), *Homocopris achamas* (H a), *Canthidium sp.* (C sp), *Ontherus brevicollis* (O b), *Uroxys aff. Brachialis* (U b), *Uroxys aff. rugatus* (U r), *Uroxys coarctatus* (U c), y Zodariidae Morfotipo 1 (Z 1).

El morfotipo Carabidae 1, está presente en las cuatro estaciones de muestreo, siendo una de las especies más dominante en tres de estas. Cinco de las seis especies de escarabajos coprófagos presentes en el área de estudio dominan en las cuatro estaciones y en cada estación domina una especie diferente (fig. 100).

Recambio de especies. Los porcentajes de complementariedad más altos están entre las estaciones dos y cuatro (90%), uno y cuatro (89%), y tres y cuatro (82%), el porcentaje de complementariedad más bajo esta entre las estaciones uno y dos (Tabla. 47).

Tabla 47. Porcentaje de complementariedad para orden Araneae y familias Carabidae y Scarabaeidae presentes en las estaciones del transecto tres.

	E2	E3	E4
E1	71	86	89
E2		86	90

	E2	E3	E4
E3			82

Similitud de Jaccard. Basados en el índice de Jaccard se forman dos agrupaciones una para las estaciones uno y dos, y otra para las estaciones tres y cuatro, siendo las estaciones uno y dos las más similares con aproximadamente un 29%; sin embargo, el dendrograma de similitud revela bajos porcentajes de similaridad entre las estaciones (fig. 101).

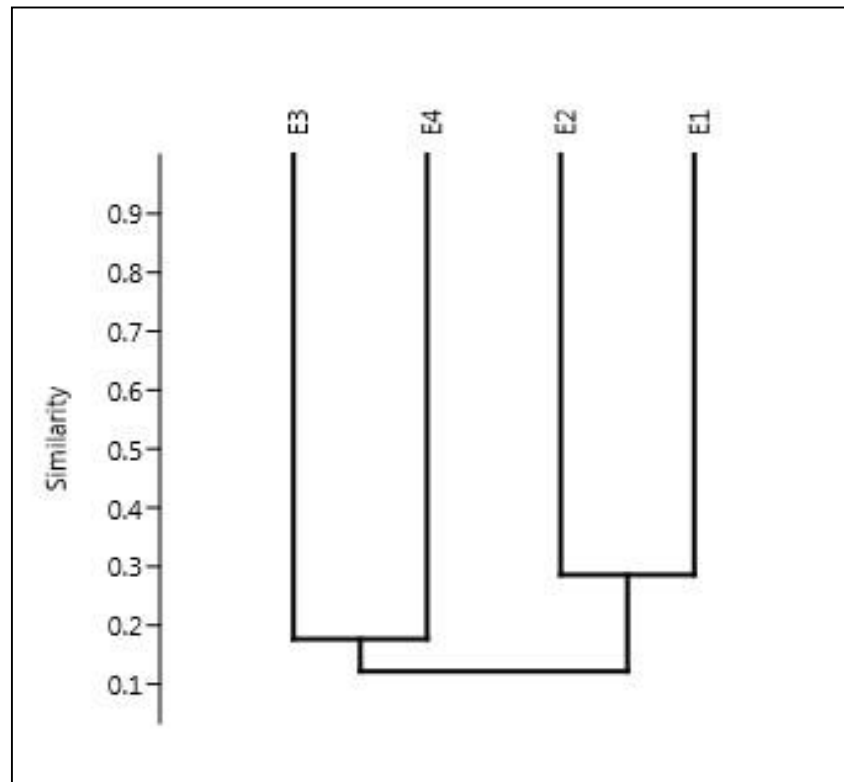


Figura 101. Dendrograma de similitud Jaccard para el orden Araneae y familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto tres.

Los morfotipos Anyphaenidae morfotipo 1, Caponiidae morfotipo 3, Oonopidae morfotipo 1, Salticidae morfotipo 3, Anyphaenidae morfotipo 2, y 4, Lycosidae morfotipo 1, Paratropididae morfotipo 2 y Zodariidae morfotipo 1 se encuentran asociados a alguna estación, y Carabidae morfotipo 1 se encontró en todas las estaciones (Anexo 17).

La riqueza de especies más alta se presentó en la estación uno, esto puede deberse a que a una mayor heterogeneidad de la vegetación aumenta la probabilidad tanto de recursos como de microhábitats disponibles lo que conlleva a una diversificación de la artropofauna (Morales-Castaño & Amat-García 2012), se esperaría que esta situación también se presentara en la estación dos, la cual presenta una composición vegetal muy similar a la de la estación uno, pero cerca a este sitio se evidencian varias zonas fragmentadas lo que puede estar influenciando el comportamiento de la edafofauna de esta estación generando una gran disminución en la riqueza de especies al ser comparada con la estación uno.

La estación cuatro tiene el valor de abundancia más alto y a su vez, es la segunda en cuanto a la riqueza, esta condición, no debería presentarse en las estaciones de páramo, debido a que según Rangel & Sturm (1994 en Cerón *et al.* 2008), la abundancia de las especies en estos hábitat disminuye debido a las condiciones climáticas que se presentan; sin embargo, tal condición puede explicarse desde el punto de vista de la intervención antrópica, ya que en las zonas aledañas a esta estación, se encuentran bastantes cultivos de papa. Las perturbaciones en las condiciones naturales debidas a la actividad antrópica, como el uso y manejo del suelo para actividades agropecuarias, provocan cambios en la biomasa, densidad, diversidad y riqueza de morfotipos (Morales & Sarmiento 2002).

La estación uno es la que mayor equidad presenta, lo que podría indicar que en el bosque hay mejor distribución de los recursos y que están siendo explotados más equilibradamente, lo cual probablemente corresponda con la disponibilidad del recurso alimenticio.

Las arañas están presentes en todas las estaciones de muestreo, con la máxima riqueza en la estación uno, las arañas son un grupo diverso pero poco abundante (Flórez, 1999), lo que se demostró en este estudio, ya que se registró un buen número de morfotipos de arañas pero estos morfotipos están representados en su gran mayoría por uno o dos individuos.

Varios morfotipos de arañas se encontraron asociados a alguna estación, por ejemplo, los morfotipos Anyphaenidae morfotipo 1 y Caponiidae morfotipo 3 para la estación dos; Oonopidae morfotipo 1 y Salticidae morfotipo 3 para la estación tres y para la estación cuatro, Anyphaenidae morfotipo 2 y 4, Lycosidae morfotipo 1, Paratropididae morfotipo 2 y Zodariidae morfotipo 1, debido probablemente a que son hábitats para sobrevivir, ya que Cepeda *et al.* (2005) registran que gran cantidad de especies de arañas son altamente selectivas con su microhábitat.

Linyphiidae son arañas tejedoras de telas y suelen construirlas en muchos casos sobre la superficie del suelo, asociadas a la litera o a los detritos donde son especialmente abundantes y diversas (Ayazo & Soto 2007), lo que explicaría su presencia en varias de las estaciones de muestreo.

En cuanto a los escarabajos coprófagos se recolectaron seis especies, *Canthidium* sp. y *Ontherus brevicollis* están restringidas a la estación uno, *Uroxys* aff. *brachialis* a la estación tres y *Uroxys* aff. *rugatus* en las estaciones uno y dos. La fauna de escarabajos coprófagos propia de ambientes alto andinos presenta patrones específicos de ocupación de hábitats; de su dinámica histórica se identifican especies generalistas y especialistas con preferencias de hábitats por su presencia en los complejos de interior, borde y claro-potrero (Amat-García *et al.* 1997).

Las especies *Homocopris achamas* y *Uroxys coarctatus* se registraron únicamente para la estación cuatro, *H. achamas* es una especie típica paramuna, pero la presencia de estas especies en esta estación también se pueda deber a la cercanía de la misma con zonas de potreros, ya estas especies son generalistas y típicas de estas áreas (Amat-García *et al.* 1997).

En general la estación uno presentó la mayor riqueza de especies lo que puede deberse a su estructura y composición vegetal, de tal manera que Hanski & Cambefort (1991) indican que la selección de hábitat por parte de los escarabajos puede deberse a ciertas limitaciones como la cobertura vegetal, uno de los factores primordiales que limitan su dispersión; el tipo de suelo o sustrato donde se permite la nidificación, la influencia de tipo de excremento y la influencia del clima y microclima dentro y fuera del hábitat.

Se identificaron seis morfotipos de carábidos, los cuales están presentes solamente para una estación, excepto el morfotipo 1, el cual se encontró en todas las estaciones, siendo una de las especies más dominantes, lo que puede indicar que es una especie generalista, mientras que los otros morfotipos probablemente sean más selectivos en determinados hábitats.

Los porcentajes de complementariedad más bajos los presentan las estaciones uno y dos y las estaciones tres y cuatro, esta agrupación puede deberse a la cercanía y continuidad que hay entre las mismas, significando una mayor similitud, este porcentaje es menor para las estaciones uno y dos, lo que probablemente se deba a que estas estaciones comparten similitud en los tipos de vegetación (estaciones de bosque); es así como, Morales & Sarmiento (2002) afirman que existe una estrecha relación entre los artrópodos y la vegetación.

ANFIBIOS

Composición y estructura. En el transecto tres realizado en Onzaga se muestrearon cuatro estaciones ubicadas desde los 3108 a 3444 m. Los análisis de riqueza muestran que las estaciones uno (3108 m) y tres (3313), presentan tres especies, siendo las más abundantes en todo el transecto; mientras que en la estación dos ubicada a 3200 m, fue la menos abundante con una sola especie y la estación cuatro a 3444 m presenta dos especies (fig. 102).

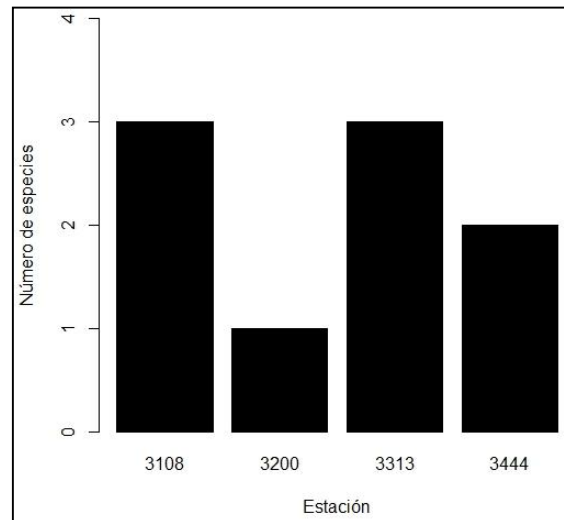


Figura 102. Riqueza de especies de anfibios en función del gradiente altitudinal en el municipio de Onzaga.

Para la localidad de Onzaga se registraron seis especies *Dendropsophus labialis* (Hylidae) (fig. 103), *Pristimantis* aff. *lynchi* (fig. 104), *Pristimantis* aff. *bogotensis* (fig. 105), *Pristimantis* cf. *lynchi* (fig. 106), *Pristimantis* cf. *nervicus* (fig. 107), *Niceforonia nana* (fig. 108) (Craugastoridae). El género *Pristimantis* es el más representativo en cuanto a cantidad de individuos registrados para el transecto. Las estaciones uno y tres, presentan dos especies compartidas y las estaciones dos y cuatro comparten una especie (Tablas 48, 49 y 50C).

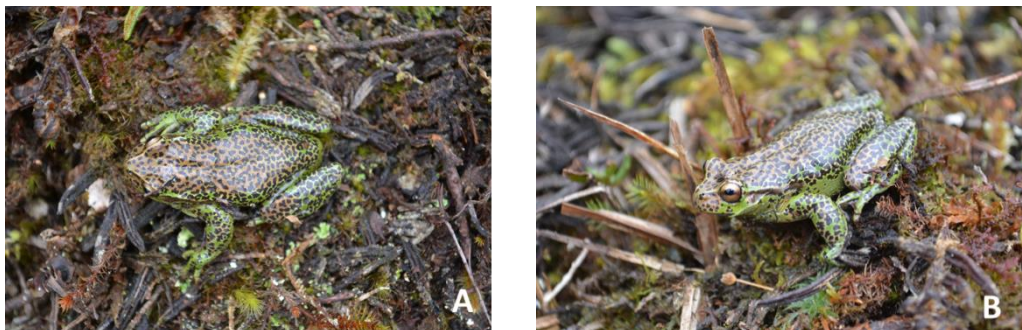


Figura 103. *Dendropsophus labialis* A. Vista superior B. Vista dorsal

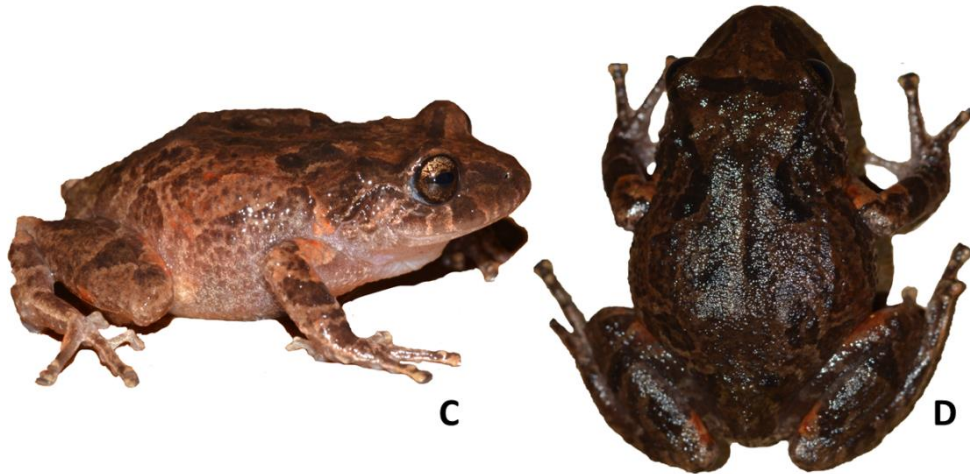


Figura 104. *Pristimantis* aff. *lynchi* C. Vista dorsal D. Vista superior

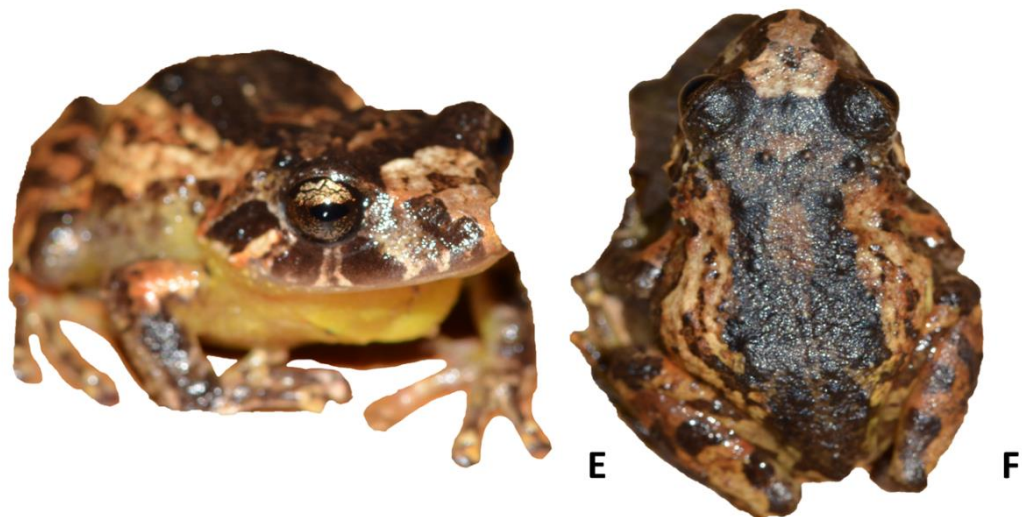


Figura 105. *Pristimantis* aff. *bogotensis* E. Vista dorsal F. Vista superior



Figura 106. *Pristimantis* cf. *lynchi* G. Vista dorsal H. Vista superior



Figura 107. *Pristimantis cf. nervicus* I. Vista dorsal L J. Vista superior



Figura 108. *Niceforonia nana* I. Vista superior J. Vista dorsal

Tabla 48. Abundancia y presencia de las especies de anfibios a lo largo del gradiente altitudinal del transecto tres.

Familia	Especie	Estación altitudinal (m)			
		E1	E2	E3	E4
Hylidae	<i>Dendropsophus labialis</i>	1	0	0	0
Craugastoridae	<i>Pristimantis aff. lynchi</i>	3	0	2	0
	<i>Pristimantis aff. bogotensis</i>	0	0	2	0
	<i>Pristimantis cf. lynchi</i>	0	4	0	2
	<i>Pristimantis cf. nervicus</i>	0	0	0	10
	<i>Niceforonia nana</i>	1	0	2	0

Tabla 49. Número de especies, individuos y especies únicas de anfibios a lo largo del gradiente altitudinal del transecto tres.

	Estación altitudinal (m)			
	E1	E2	E3	E4
Especies	3	1	3	2
Individuos	5	4	6	12
Especies únicas	1	0	1	1

Tabla 50. Especies compartidas de anfibios a lo largo del gradiente altitudinal del transecto tres.

Especies compartidas	E1	E2	E3
E1	0	1	0
E2	2	0	3
E3	0	1	0

Representatividad del muestreo. La curva de rarefacción muestra que la estación cuatro presenta una estabilización de su curva lo cual indica que para esta zona ya fueron muestreadas la totalidad de especies que pudiesen estar presentes; para las estaciones uno, dos y tres, hay un muestro incompleto para las especies presentes dado que la curva no muestra una tendencia asintótica. La estación tres corresponde a la que se esperaría tuviese un mayor número de especies faltantes por muestrear (fig. 109).

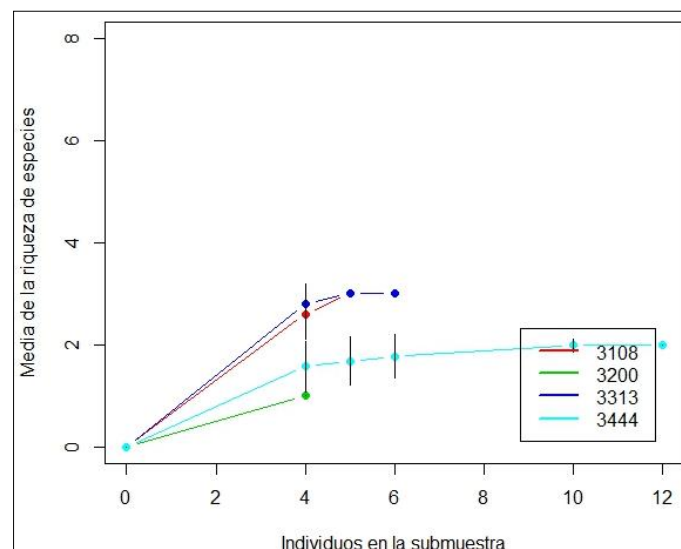


Figura 109. Análisis de rarefacción con la representación del muestreo en las cuatro estaciones del gradiente altitudinal en el transecto tres.

Patrones de distribución. Las gráficas de distribuciones de las abundancias para tres de las estaciones se acomodan a un modelo de distribución nulo (figs. 110 y 111).

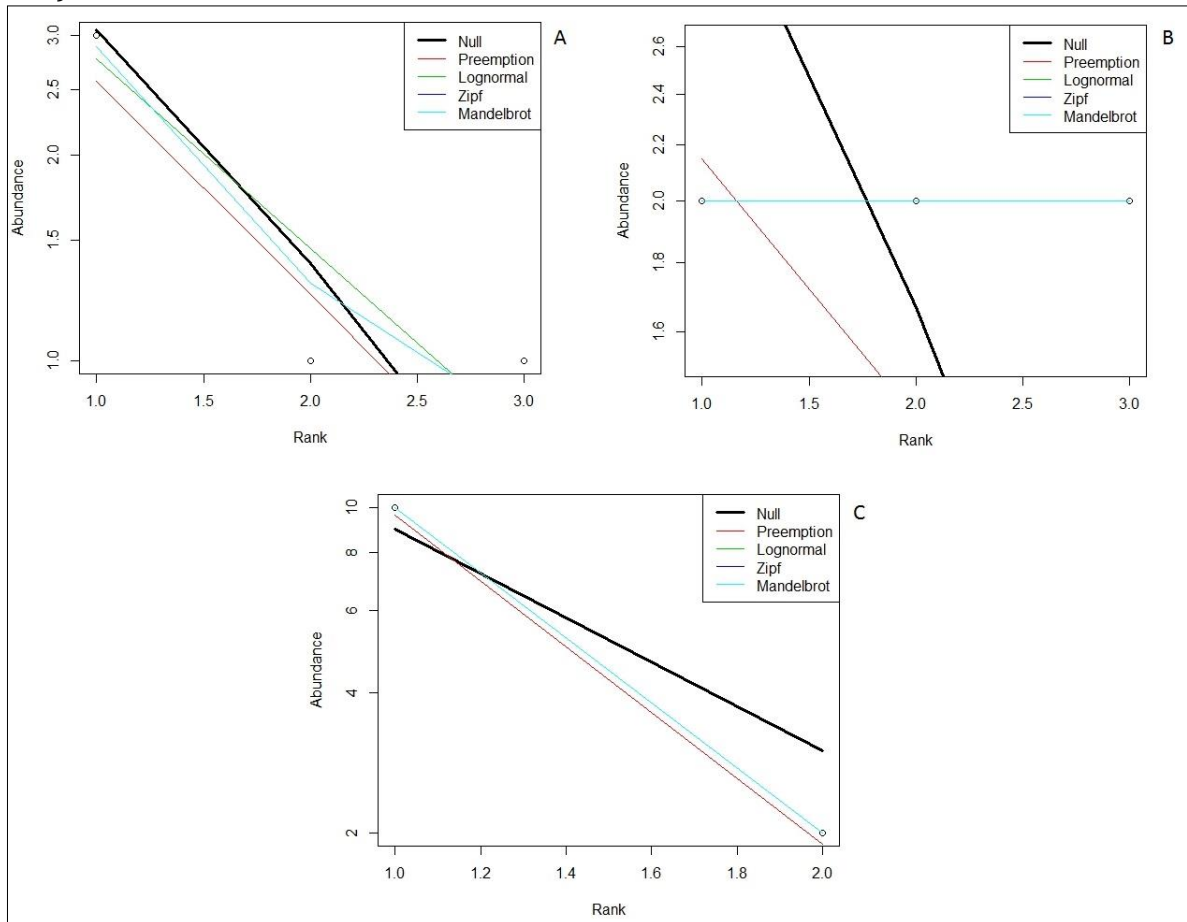


Figura 110. Curvas de distribución de abundancias para tres de las estaciones del gradiente altitudinal del transecto tres. A. Estación uno, B. Estación tres, C. Estación cuatro

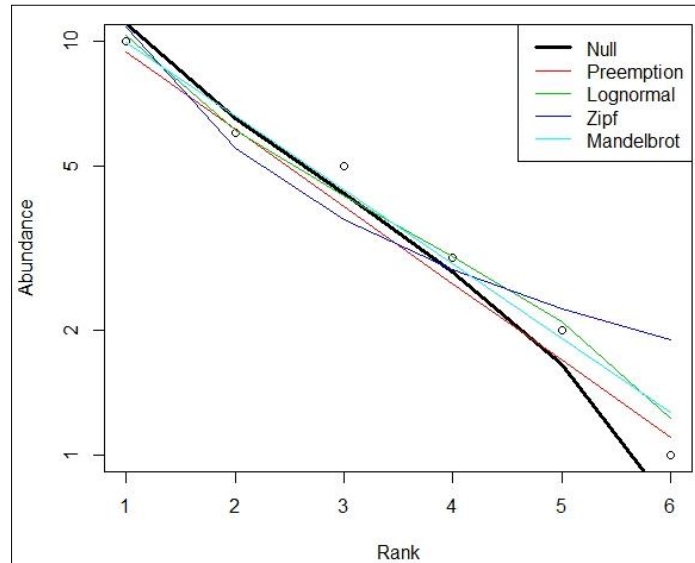


Figura 111. Curva de distribución de abundancias para el gradiente altitudinal del transecto tres.

Índices de diversidad. Los índices de diversidad alfa de Shannon y Simpson muestran que para las estaciones donde hubo registros de individuos, registró a la estación tres como la más diversa, mientras la cuarta estación fue la menos diversa (Tabla 51 y fig 112).

Tabla 51. Índices de equidad de Shannon y dominancia de Simpson para las estaciones del gradiente altitudinal del transecto tres.

	E1	E2	E3	E4
Shannon	0,95	0	1,1	0,45
Simpson	0,56	0	0,67	0,28

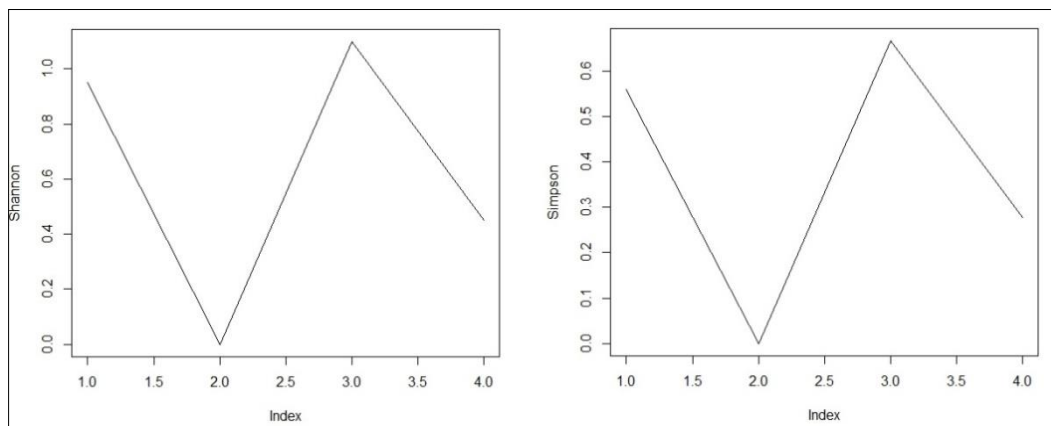


Figura 112. Índices de equidad de Shannon y dominancia de Simpson para las estaciones del gradiente altitudinal del transecto tres.

Los índices no paramétricos muestran que ningún estimador alcanzó una curva asintótica, en general todos los estimadores presentaron valores similares entre sí; el índice ICE presenta un alto crecimiento inicial y alcanza el valor más alto de especies, Chao2 y Bootstrap presentan los valores más bajos en el número de

especies, en general los cinco índices coinciden en un valor de riqueza entre 6 y 9 especies. El valor de uniques indica que aún no se han colectado el total de especies presentes en las estaciones y faltan más replicas (fig. 113).

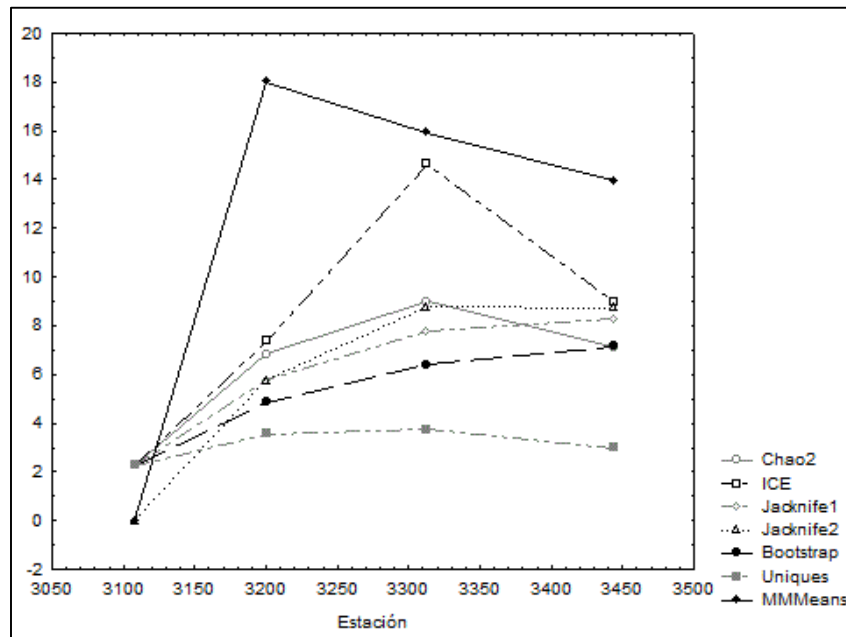


Figura 113. Índices de Chao2, ICE, Jackknife1, Jackknife2, Bootstrap, Uniques y MM para las estaciones del gradiente altitudinal del transecto tres.

Los índices de Jaccard y Bray-Curtis con sus respectivos dendogramas muestran una relación de similitud entre las estaciones, en las cuales la estación uno y la estación tres, son muy similares y el otro grupo está conformado por la estación dos y cuatro (Tabla 52 y 53, figs. 114 y 115).

Tabla 52. Índice de Jaccard para evaluar la diversidad beta de las cuatro estaciones a lo largo del gradiente altitudinal del transecto tres.

Jaccard	E1	E2	E3	E4
E1	1	0	0,5	0
E2	0	1	0	0,5
E3	0,5	0	1	0
E4	0	0,5	0	1

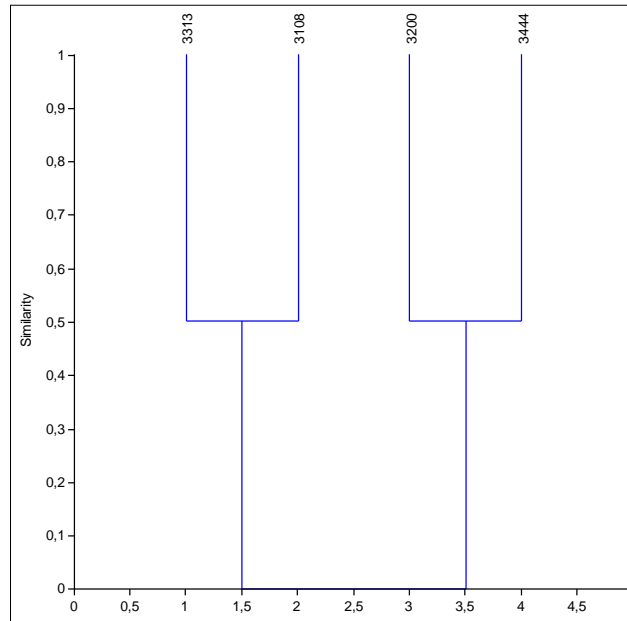


Figura 114. Análisis de clúster basado en el índice de Jaccard para las cuatro estaciones del gradiente altitudinal del transecto tres.

Tabla 53. Índice De Bray-Curtis para evaluar la diversidad beta de las cuatro estaciones a lo largo del gradiente altitudinal del transecto tres.

Bray-Curtis	E1	E2	E3	E4
E1	1	0	0,54	0
E2	0	1	0	0,25
E3	0,54	0	1	0
E4	0	0,25	0	1

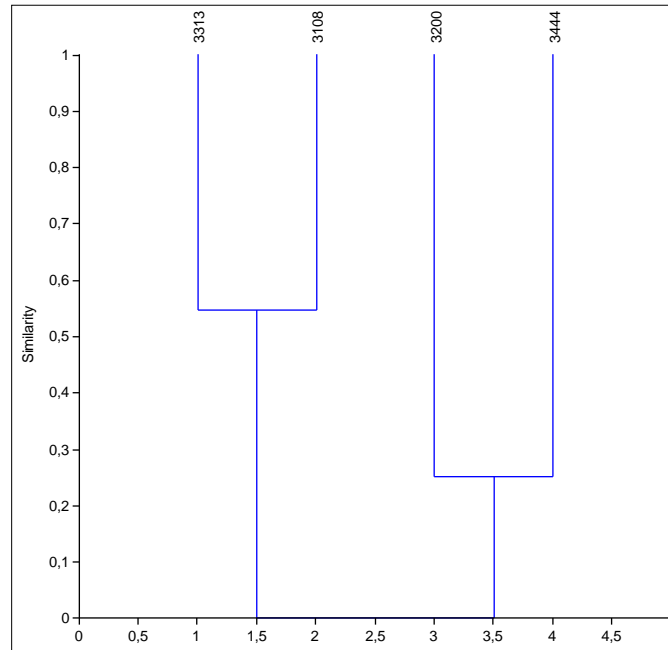


Figura 115. Análisis de clúster basado en el índice de Bray-Curtis para las cuatro estaciones del gradiente altitudinal del transecto tres.

Diversidad beta. El análisis de complementariedad muestra que el número de especies compartidas entre las estaciones está cercano a 1, lo cuál indica que existe un alto porcentaje de disimilitud entre cada estación (Tabla 54).

Tabla 54. Porcentaje de complementariedad para las cuatro estaciones del gradiente altitudinal del transecto tres.

Complementariedad

	E1	E2	E3
E1	100	0	100
E2	50	100	0
E3	100	50	100

En los muestreos de herpetofauna llevados a cabo en el transecto tres se colectaron 27 individuos distribuidos para la familia Craugastoridae en: *Pristimantis lynchi*, *Pristimantis bogotensis*, *Pristimantis nervicus*, *Niceforonia nana* y de la familia Hylidae la especie *Dendropsophus labialis*. De acuerdo con las categorías de amenaza según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (www.iucnredlist.org), la especie *Pristimantis lynchi* se encuentra bajo la categoría de Datos Deficientes (DD), *Pristimantis nervicus* Vulnerable (VU), *Niceforonia nana* (DD), *Pristimantis bogotensis* categoría de Preocupación Menor (LC), donde se destacan como las principales amenazas, la pérdida de hábitat por el establecimiento de cultivos agrícolas, zonas de pastoreo, plantaciones de pino, y en especial el pastoreo de cabras (www.amphibiaweb.com); Además a la especie *Niceforonia nana*, Ruiz & Rueda-Almonacid (2008) registran una infección, aún desconocida.

De otro lado la especie *Dendropsophus labialis* en categoría de Preocupación Menor (LC), no registra amenazas dado su alta capacidad de adaptación a la perturbación de sus hábitats (www.amphibiaweb.com).

Para este transecto la diversidad está representada por las especies de la familia Craugastoridae (*Pristimantis lynchi*, *Pristimantis bogotensis*, *Pristimantis nervicus*, *Niceforonia nana*) y de la familia Hylidae la especie *Dendropsophus labialis*. Se muestrearon 4 estaciones altitudinales, la estación uno que corresponde una cobertura vegetal de bosque, se registraron tres especies con cinco individuos (18.51%). En la estación dos se registró una especie con 4 individuos (14.81% del total), en la estación tres se registraron 3 especies y 6 individuos (22.22%) y en la estación cuatro, se registraron dos especies con 22 individuos (44.44%). Se hicieron las medidas de riqueza y diversidad para las poblaciones de anfibios a través de los transectos.

Estación uno. No se encuentran cuerpos de agua cerca a la esta estación. La pendiente es de aproximadamente 20°. Se registraron tres especies.

Estación dos. Se encuentra un cuerpo de agua a menos de 50 m de distancia. La pendiente es de aproximadamente 15°. Se registró una especie.

Estación tres. El cuerpo de agua más cercano está a 200 m. La pendiente es de aproximadamente 20°. Se registraron 3 especies.

Estación cuatro. No se encuentran cuerpos de agua cerca a la esta estación. La pendiente es de aproximadamente 10°. Se registraron dos especies con 22 individuos.

Al analizar cada estación por separado, el índice de diversidad alfa, muestra a la estación tres como la más diversa. El índice de diversidad beta, señala que la estación tres es el hábitat con mayor variación de la composición de especies. Este índice muestra de igual manera que las estaciones de bosque, arbustal y páramo tienen menor variación en composición de especies.

A pesar del registro de las cinco especies, las que integran la familia Craugastoridae (*Pristimantis lynchi*, *Pristimantis bogotensis*, *Pristimantis nervicus*, *Niceforonia nana*) y de la familia Hylidae (*Dendropsophus labialis*) en el transecto tres del complejo Guantiva-La-Rusia, los esfuerzos de muestreo deben ser aumentados y realizados en las épocas secas y de lluvia, lo cuál, permitirá obtener un inventario completo de todas las especies presentes. En el transecto tres se observó que la principal amenaza para los anfibios es la transformación de la cobertura para el establecimiento de cultivos.

AVIFAUNA

Composición y estructura

Diversidad alfa. Con un esfuerzo de muestreo de 72 horas de observación y 258 m red, comprendiendo el gradiente altitudinal entre los 2970 y los 3450 m, este transecto representa el sitio donde se pudo observar el mayor número de especies en el complejo Guantiva-La Rusia con 88 especies, y 876 individuos. Estas se encuentran incluidas dentro de 29 familias, de las cuales las más representativas fueron Trochilidae (16 spp.), Thraupidae (15 spp.) y Tyrannidae (9 spp.). Como el sitio con mayor riqueza, fue el sitio con mayor abundancia por especies; así, las especies más abundantes fueron *Turdus fuscater* con 69 individuos, seguidos por *Metallura tyrianthina* y *Orochelidon murina*, cada una con 49 individuos, *Streptoprocne zonaris* y *Chlorospingus canigularis* con 43 y 42 individuos cada uno, *Heliangelus amethysticollis* y *Mecocerculus leucophrys*, con 38 y 34 individuos respectivamente, *Myioborus ornatus*, *Diglossa albilatera* y *Anisognathus igniventris* con 33 individuos cada una, y *Diglossa humeralis* y *Hapalopsittaca amazonina* con 32 y 30 especies respectivamente.

Estación 1 (E1). Con una representatividad de muestreo del 87 al 94%, se registran 50 especies y 306 individuos dentro de 21 familias de aves para la presente estación (Tabla 5, fig. 116). Las familias más representativas fueron Trochilidae, Thraupidae y Tyrannidae con nueve especies la primera, y siete especies cada una de las restantes (fig. 117). Las especies más abundantes fueron *S. zonaris* con 28 individuos, y *H. amethysticollis* y *M. tyrianthina* con 25 individuos cada una. Se destaca el registro de *C. bonapartei* especie poco común y casi endémica con distribución restringida al norte de la cordillera Oriental en Colombia. Otras especies registradas por primera vez para este estudio son *P. cinnamomeus* y *O. cinnamomeiventris* (fig. 119).

Estación 2 (E2). Con una representatividad de muestreo del 68 al 88%, se registran 65 especies y 393 individuos dentro de 23 familias de aves para la presente estación (Tabla 55, fig. 116). Las familias más representativas fueron Thraupidae (13 spp.), Trochilidae (9 spp.) y Tyrannidae (8 spp.) (fig. 117). Las especies más abundantes fueron *C. canigularis* y *H. amazonina* con 31 y 30 especies respectivamente. Se logró el registro de tres especies de loros, *A. mercenarius*, *H. amazonina* y *P. chalcopterus*, así como también el registro de *C. fumigatus* muy por encima de su rango altitudinal de distribución cerca de los 3200 metros, y algunas especies migratorias boreales como *S. fusca* y *G. philadelphia* (fig. 119).

Estación 3 (E3). Con una representatividad de muestreo del 62 al 88%, se registran 35 especies y 177 individuos dentro de 19 familias de aves para la presente estación (Tabla 55, fig. 116). Las familias más representativas fueron Thraupidae (7 spp.) y Trochilidae (6 spp.) (fig. 117). Las especies más abundantes fueron *T. fuscater* y *O. murina* con 22 y 20 individuos, respectivamente. Se resalta la captura del colibrí *E. cupreiventris* especie casi Amenazada y casi endémica de Colombia, y el registro del búho *A. flameus*, el cual se caracteriza por su gran tamaño y por tener en algunas ocasiones actividad diurna, se le suele observar sobrevolando áreas abiertas.

Los índices de Simpson y Shannon evidenciaron una dominancia y equitatividad mínimas en la estación tres, seguida de la estación uno, y con mayores valores en la estación dos (Tabla 7). En efecto, estas diferencias son corroboradas a través de un análisis de varianza, siendo significativas (D: $F= 7.4$, $p<0.05$; H: $F= 31.82$, $p<0.01$). Con base en la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, las diferencias en equitatividad se dan entre cada estación; así, la equitatividad de la estación uno es muy diferente de la ocurrida en la estación dos, y de la ocurrida en la estación tres (con un nivel de significancia del 95 %), y entre estas dos últimas las diferencias son mayores (con un nivel de significancia del 99 %). En contraste, la dominancia sólo fue significativamente distinta entre las estaciones dos y tres (con un nivel de significancia del 95 %). Consecuentemente, las curvas de rango-abundancia presentaron diferencias en la composición de especies por estación y baja dominancia (fig. 118). Sin embargo, la curva menos inclinada corresponde a la estación dos, en la que varias especies compartieron abundancias similares. En seguida esta la curva correspondiente a la estación uno, la cual muestra una pendiente ligeramente mayor a la de la estación dos, y por último con tan sólo unas pocas especies compartiendo un número reducido de individuos, está la estación tres.

Tabla 55. Representatividad del muestreo para las estaciones del transecto tres, en el municipio de Onzaga, Santander. Los valores observados se compararon con los estimadores Singletons, ACE, Chao 1 y Bootstrap.

Estación	Especies observadas	Representatividad			Indices	
		ACE Mean (%)	Chao 1 Mean (%)	Bootstrap (%)	Simpson (D)	Shannon (H)
E1	50	87	94	88	0.95	3.33
E2	65	76	68	88	0.96	3.70
E3	35	62	69	88	0.94	3,10

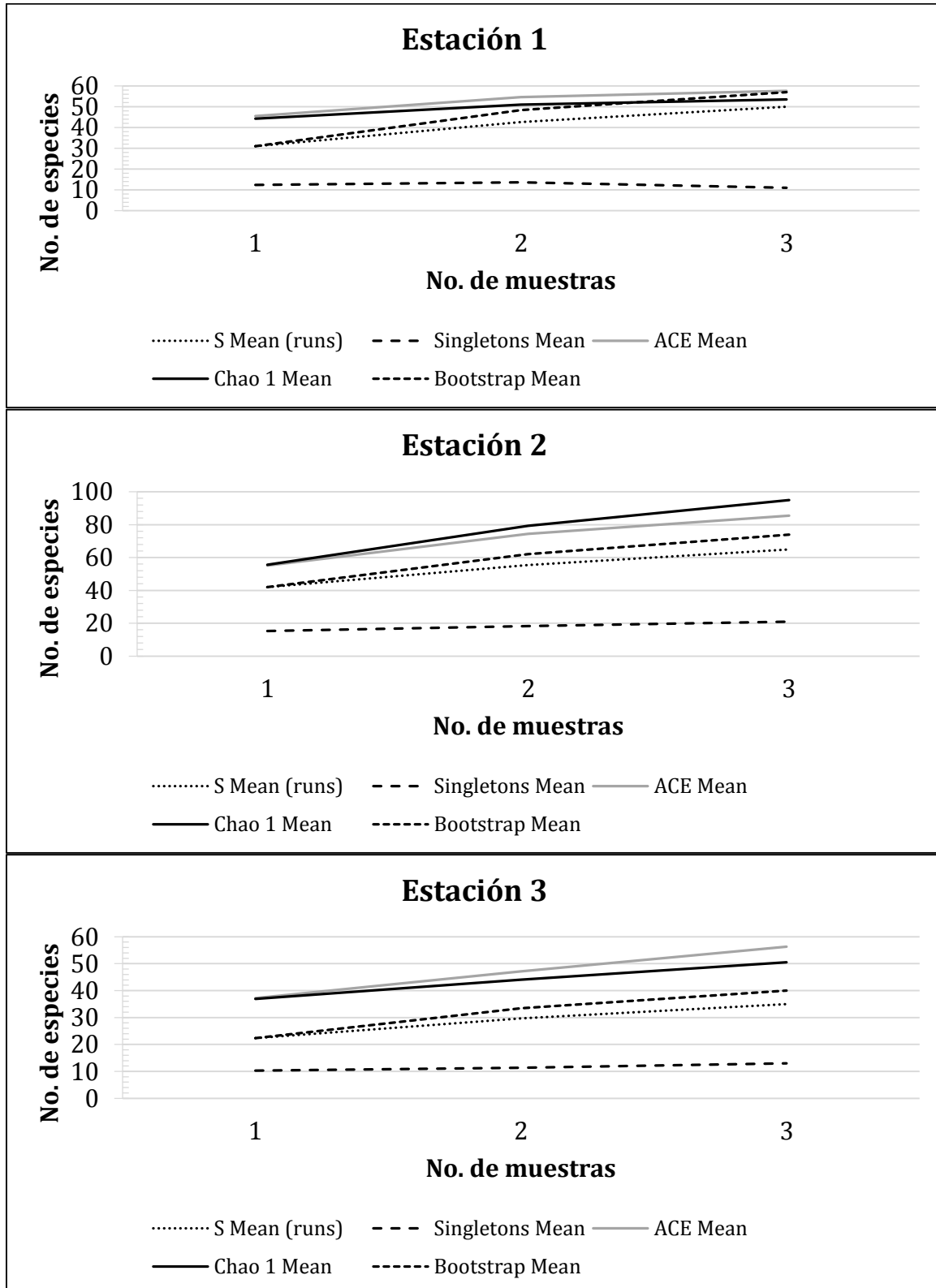


Figura 116. Curvas de acumulación de especies de aves de las estaciones estudiadas en el transecto tres, del municipio de Onzaga. El número de muestras corresponde al número de puntos de conteo por estación. Los valores de especies observadas son comparados con los estimadores Singletons, ACE y Chao 1.

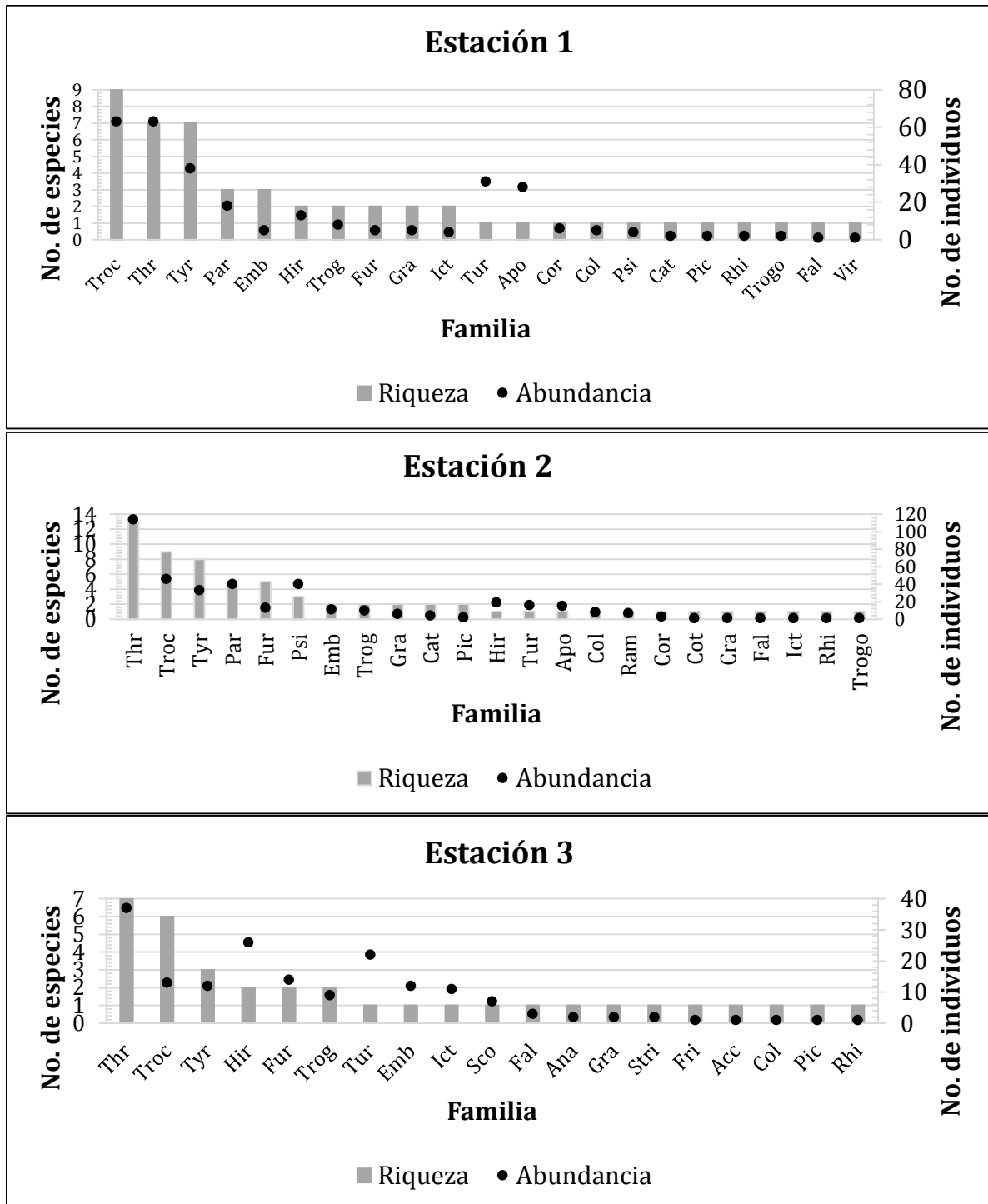


Figura 117. Composición de especies e individuos por familias de las aves registradas en el transecto tres.

Thr, Thraupidae; Troc, Trochilidae; Tyr, Tyrannidae; Par, Parulidae; Emb, Emberizidae; Fur, Furnariidae; Ict, Icteridae; Pic, Picidae; Trogl, Troglodytidae; Psi, Psittacidae; Apo, Apodidae; Acc, Accipitridae; Str, Strigiidae; Col, Columbidae; Hir, Hirundinidae; Fri, Fringillidae; Gra, Grallariidae; Rhi, Rhinocryptidae; Cat, Cathartidae; Ram, Ramphastidae; Fal, Falconidae; Cot, Cotingidae; Tur, Turdidae; Cor, Corvidae; Cra, Cracidae; Trog, Trogonidae; Cap, Caprimulgidae; Sco, Scolopacidae; Ana, Anatidae; Vir, Virionidae; Car, Cardinalidae.

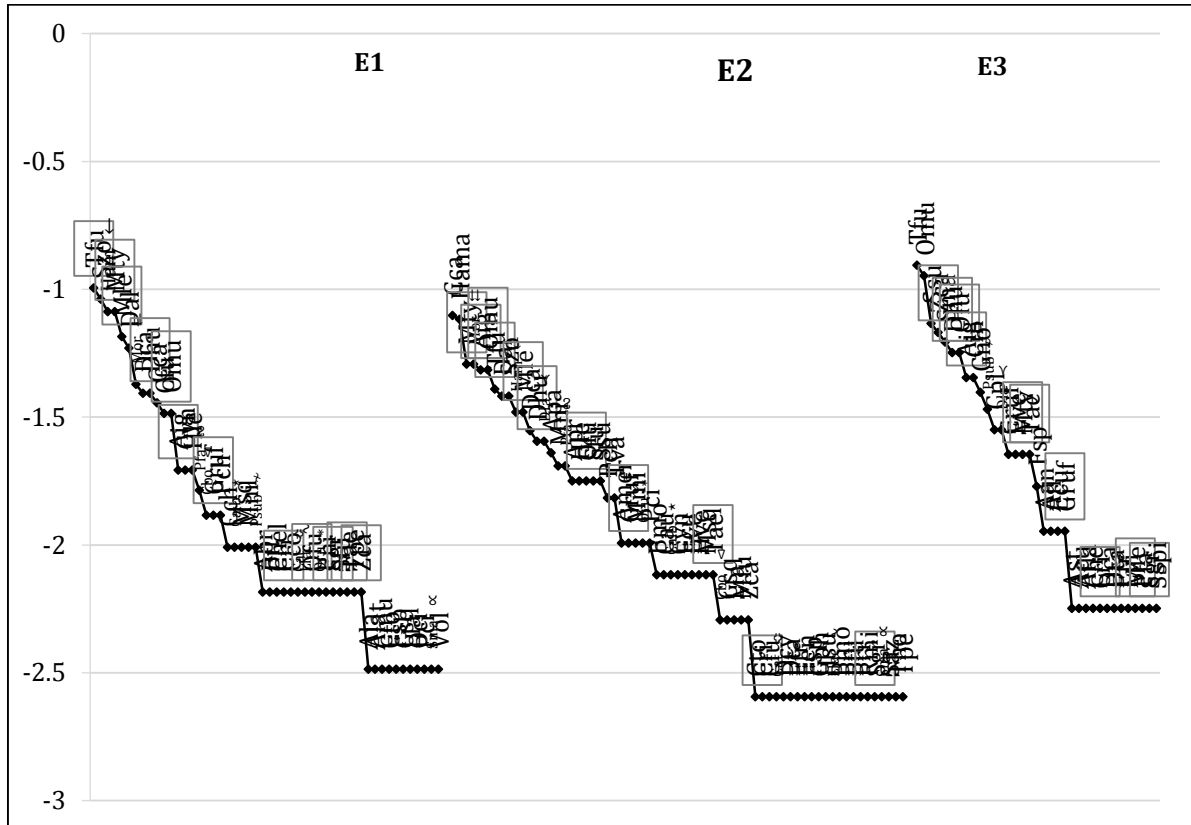


Figura 118. Curva de Rango Abundancia para tres estaciones del transecto tres del complejo de páramos Guantiva-La Rusia.

Turdus fuscater, Tfu, *Streptoprocne zonaris*, Szo, *Heliangelus amethysticollis*, Ham, *Metallura tyrianthina*, Mty, *Mecocerculus leucophrys*, Mle, *Diglossa albilatera*, Dal, *Myioborus ornatus*, Mor, *Diglossa caerulescens*, Dca, *Diglossa humeralis*, Dhu, *Chlorospingus canigularis*, Cca, *Contopus fumigatus*, Cfu, *Orochelidon murina*, Omu, *Anisognathus igniventris*, Aig, *Cyanocorax yncas*, Cyn, *Henicorhina leucophrys*, Hle, *Patagioenas fasciata*, Pfa, *Coeligena bonapartei*, Cbo, *Grallaria ruficapilla*, Gruf, *Pionus chalcopterus*, Pch, *Cacicus chrysonotus*, Cch, *Conirostrum albifrons*, Calb, *Margarornis squamiger*, Msq, *Myiothlypis nigrocrystata*, Mni, *Progne subis*, Psub, *Arremon brunneinucha*, Abr, *Boissonneaua flavescens*, Bfl, *Coeligena helianthea*, Chel, *Colaptes rivolii*, Cri, *Colibri coruscans*, Cco, *Coragyps atratus*, Cat, *Lepidocolaptes lacrymiger*, Llac, *Ochthoeca fumicolor*, Ofu, *Ochthoeca rufipectoralis*, Oru, *Phyllomyias nigrocapillus*, Pni, *Scytalopus griseicollis*, Sgr, *Setophaga fusca*, Sfu, *Troglodytes aedon*, Tae, *Trogon personatus*, Tpe, *Zonotrichia capensis*, Zca, *Anisognathus lacrymosus*, Ala, *Atlapetes latinuchus*, Alat, *Chaetocercus mulsant*, Cmu, *Coeligena torquata*, Cto, *Falco sparverius*, Fsp, *Grallaria squamigera*, Gsq, *Lafresnaya lafresnayi*, Lla, *Ochthoeca cinnamomeiventris*, Oci, *Pyrrhomyias cinnamomeus*, Pci, *Sturnella magna*, Sma, *Vireo olivaceus*, Vol, *Hapalopsittaca amazonina*, Hama, *Diglossa lafresnayii*, Dla, *Atlapetes pallidinucha*, Apa, *Aulacorhynchus prasinus*, Apr, *Synallaxis subpudica*, Ssu, *Tangara vassorii*, Tva, *Amazona mercenarius*, Amer, *Myioborus miniatus*, Mmi, *Buthraupis montana*, Bmo, *Cathartes aura*, Cau, *Eriocnemis cupreiventris*, Ecu, *Eriocnemis vestita*, Eve, *Hemispingus verticalis*, Hve, *Myiotheretes fumigatus*, Mfu, *Diglossa cyanea*, Dcy, *Dubusia taeniata*, Dta, *Elaenia frantzii*, Efr, *Ensifera ensifera*, Een, *Geothlypis philadelphia*, Gph, *Hemispingus superciliaris*, Hsu, *Penelope montagnii*, Pmo,

Picoides fumigatus, Pfu, *Pipreola riefferii*, Pri, *Ramphomicron microrhynchum*, Rmi, *Synallaxis azarae*, Saz, *Thripadectes holostictus*, Tho, *Catamenia inornata*, Cin, *Gallinago nobilis*, Gno, *Cistothorus platensis*, Cpl, *Conirostrum rufum*, Cruf, *Anas andium*, Aan, *Asio flammeus*, Afl, *Accipiter striatus*, Ast, *Aglaeactis cupripennis*, Acu, *Asthenes flammulata*, Afla, *Chalcostigma heteropogon*, Che, *Lesbia victoriae*, Lvi, *Sporaga spinescens*, Sspi.

Especies que mantienen en todas o casi todas las estaciones sus valores de dominancia. ↓ *Heliangelus amethysticollis*, Ham, ↓↓ *Myioborus ornatus*, Mor, < *Coeligena bonapartei*, Cbo, * *Conirostrum albifrons*, Calb, ~ *Lepidocolaptes lacrymiger*, Llac, ≈ *Coragyps atratus*, Cat, ∝ *Sturnella magna*, Sma, < *Diglossa lafresnayii*, Dla, ∞ *Patagioenas fasciata*, Pfa, ~ *Ochthoeca rufipectoralis*, Oru, * *Progne subis*, Psub, □ *Turdus fuscater*, Tfu, *Metallura tyrianthina*, Mty, *Diglossa humeralis*, Dhu, *Mecocerculus leucophrys*, Mle, *Ochthoeca fumicolor*, Ofu, *Troglodytes aedon*, Tae, *Zonotrichia capensis*, Zca, *Orochelidon murina*, Omu, *Anisognathus igniventris*, Aig, *Scytalopus griseicollis*, Sgr, *Grallaria ruficapilla*, Gruf, *Colaptes rivolii*, Cri.



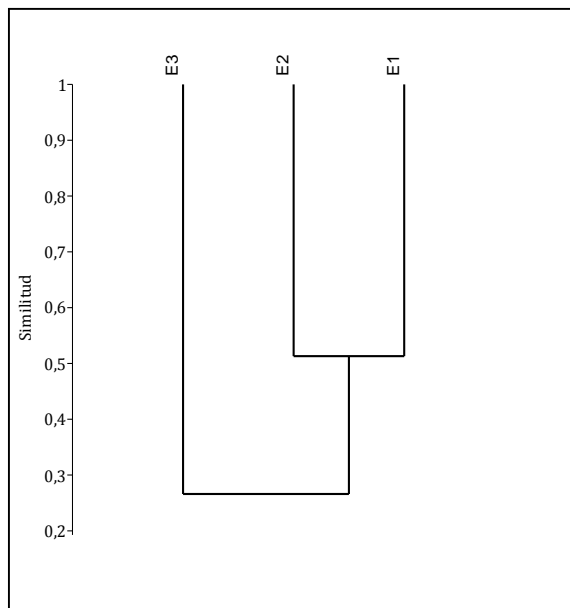
Figura 119. Especies de aves observadas en el transecto tres, localizado en el municipio de Onzaga, Santander.

A. Vista lateral de *Ochthoeca cinnamomeiventris* (Tyrannidae). B. Vista lateral de *Coeligena bonapartei* (Trochilidae). C. Observación de *Pyrrhomyias cinnamomeus* (Tyrannidae), en borde de bosque. D. Vista lateral de *Diglossa albilatera* (Thraupidae). E. Observación de *Dubusia taeniata* (Thraupidae) en borde de bosque. F. Vista lateral de hembra de *Conirostrum albifrons* (Thraupidae). G. Vista lateral de *Geothlypis philadelphia* (Parulidae). H. Vista lateral de *Ochthoeca rufipectoralis* (Tyrannidae).

Diversidad beta. El análisis de complementariedad reveló que el número de especies compartidas entre las estaciones uno y tres, y dos y tres es bajo, indicando que existe un alto porcentaje de disimilitud entre estas estaciones (Tabla 56). En contraste, el índice de similitud de Jaccard muestra una relación entre las dos primeras estaciones, conteniendo especies en su gran mayoría distintas a las encontradas en la estación tres, y esta relación está soportada por el 51 % de los datos (fig. 120).

Tabla 56. Índice de complementariedad de especies entre las estaciones del transecto tres, Onzaga, Santander, de acuerdo a Villareal *et al.* (2006).

Onzaga	E1	E2	E3
E1		48.7	75
E2	48.7		71.8
E3	75	71.8	



Jaccard	E1	E2	E3
E1	1	0.51	0.25
E2	0.51	1	0.28
E3	0.25	0.28	1

Figura 120. Diagrama de Similitud entre las estaciones del transecto tres, en el municipio de Onzaga, Santander. Se tabulan los datos calculados a partir del índice de Jaccard.

La diversidad encontrada en cada una de las estaciones del transecto tres, refleja a comunidades típicas de zonas altoandinas, en las cuales las familias mejor representadas son Thraupidae, Trochilidae y Tyranidae (Andrade *et al.* 1993, Stiles & Rosselli 1998, Cuervo *et al.* 2008). La representatividad del muestreo en cada estación fue óptima desde que se superó el 80% estimado para determinar un buen muestreo (Pineda & Halffter 2003, Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona 2008). Sin embargo, considerando otros factores como clima local y estacionalidad, se recomienda dedicar esfuerzo durante épocas distintas a las usadas en este estudio.

En este transecto, fue posible observar a través de los índices de diversidad local, una variación marcada por estación. Así, a lo largo del gradiente altitudinal la equitatividad varió significativamente mientras que la dominancia se mantuvo estable entre los 2970 y 3150 m, punto a partir del cual disminuye hacia los 3450 m. Sin embargo, no se observó una disminución en biodiversidad a medida que se ascendía altitudinalmente (Lomolino 2001). En particular, la estación ubicada a 3150 m, fue el punto con mayor diversidad observada, y se espera que estos resultados se deban a la conjunción de factores bióticos y abióticos (Ricklefs & Schluter 1993). Este punto de marcado cambio en la diversidad de aves es reflejado también por los análisis de diversidad beta, los cuales evidencian un mayor y considerable recambio de especies entre los 2970 y los 3150 m alt. Teniendo en cuenta este patrón, los datos sugieren que la franja que delimita el páramo puede ser asignada alrededor de los 3150 m.

Sin embargo, otros factores pueden explicar los resultados encontrados a lo largo del gradiente altitudinal (Kattan & Franco 2004). Tales factores tiene que ver con el clima, la productividad del sitio o los mismos efectos provocados por las actividades humanas, que afectan el cambio en la riqueza de especies (Brown 2001). En particular, es de resaltar que la estación uno, a 2970 m, estaba a una menor distancia a sitios de uso humano tales como pastizales para ganadería. Y esto en parte podría explicar una menor diversidad en comparación con la estación dos. No obstante, estas modificaciones al paisaje deben ser evaluadas para determinar si el comportamiento de las especies varía a lo largo del gradiente (Thiollay 1996).

Por lo tanto, aunque los datos sugieren que a los 3150 m, ocurre un cambio en la diversidad y que este punto puede ser tomado como franja de delimitación del área de páramo, es necesario evaluar los factores ecológicos tales como la competencia y las interacciones depredador-presa, así como la heterogeneidad y la estructura del hábitat, para dar un mejor concepto que determine la diversidad de especies. Por último, deben ser incluidas aquellas especies que se encuentren amenazadas por la pérdida de hábitat o que su rango de distribución este restringido. Por ejemplo, *S. subpudica*, especie endémica fue observada entre los 3150 m y los 3450 m (Birdlife International 2012, Chaparro-Herrera *et al.* 2013). Por otro lado, se resalta la importancia de los colibríes, los cuales se encuentran en el apéndice II de acuerdo al CITES (www.cites.org). Dentro de estas se destacan a las especies casi endémicas *C. bonapartei*, *C. helianthea* y *E. cupreovertris*, las cuales son consideradas como raras, y en especial la última que hasta hace poco estaba considerada como casi amenazada (Renjifo *et al.* 2002, BirdLife International 2012). Adicionalmente, se destaca la presencia de la cotorra montañera *H. amazonina*, casi endémico y en estado vulnerable (BirdLife International 2012, Renjifo *et al.* 2014). Estos últimos observados entre los 2970 y 3150 m. Teniendo en cuenta la presencia de estas especies y su distribución en el área de estudio, se propone establecer la franja de delimitación del páramo a partir de los 2970 m, en un sitio dominado por el roble (*Q. humboldtii*), el cual se ha visto fuertemente diezmado por la tala (Solano & Vargas 2006). Así, el gradiente altitudinal entre los 2970 m hasta los 3150 m serviría como área de amortiguación para la protección de la especies en la zona de transición bosque-páramo.

TRANSECTO CUATRO, BELÉN

Departamento de Boyacá, municipio de Belén, vereda San José de la Motaña. El transecto se localiza en el corredor de Robles Guantiva-La Rusia, en el flanco occidental, donde se registran altos valores de precipitación y donde se considera un costado húmedo. La zona se encuentra atravesada por una vía intermunicipal que ha favorecido la entrada de personas que hacen aprovechamiento de los recursos del bosque de roble. En la parte superior donde se encuentra el páramo la atraviesa una vía principal que ha originado fuerte intervención humana, no obstante, ésta es el punto de confluencia de todos los poblados del área y de intercambio. A continuación, se presenta una panorámica del área y una tabla con la información de cada estación evaluada (fig. 121, Tabla 57).



Figura 121. Vista panorámica del área de estudio transecto Belén. A. vista de fondo de la cima que se evaluo; B. Áreas en vistas panorámicas; C. Vista de las zonas de valle que rodean las zonas de estudio; D. Valles transformados y pie de monte del área de estudio.

Tabla 57. Localización de las estaciones evaluadas en el transecto cuatro, Belén.

Estación	Parcela	Altitud (m)	Coordenadas N	Coordenadas W	Tipo de vegetación
----------	---------	-------------	---------------	---------------	--------------------

1	1	3321	6° 2' 47,7"	73° 0' 57,3"	Bosque
	2	3314	6° 2' 45,1"	73° 0' 57,9"	
	3	3275	6° 2' 41,3"	73° 1' 2,6"	
2	1	3411	6° 2' 46,9"	72° 59' 32,3"	Arbustal
	2	3414	6° 2' 49,77"	72° 59' 36,55"	
	3	3427	6° 2' 50,4"	72° 59' 42,8"	
3	1	3,504	6° 2' 47,25"	72° 59' 18,36"	Arbustal
	2	3499	6° 2' 37,59"	72° 59' 17,04"	
	3	3505	6° 2' 41,98"	72° 59' 13,59"	
4	1	3642	6° 2' 16,3"	72° 58' 49,9"	Arbustal
	2	3642	6° 2' 13,2"	72° 58' 46,5"	
	3	3649	6° 2' 10,7"	72° 58' 47,6"	
5	1	3776	6° 1' 43,8"	72° 57' 57"	Herbazal
	2	3766	6° 1' 40,5"	72° 57' 58,5"	
	3	3773	6° 1' 33,8"	72° 58' 6,2"	

VASCULARES

ANÁLISIS POR ESTACIÓN

ESTACIÓN UNO. Se registran 29 familias, 37 géneros y 52 especies. La familia más diversa corresponde Orchidaceae con tres géneros y cinco especies, seguido de Ericaceae (4/4) (tabla 58). El 51,72% (15) de las familias presentan una sola especie.

Tabla 58. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación uno.

Familia	No. Géneros	No. Especies
Orchidaceae	3	5
Ericaceae	4	4
Melastomataceae	2	3
Clusiaceae	1	3
Dryopteridaceae	1	3
Myrsinaceae	2	2
Theaceae	2	2
Alstroemeriaceae	1	2
Araceae	1	2
Araliaceae	1	2
Bromeliaceae	1	2
Campanulaceae	1	2
Cunoniaceae	1	2
Lauraceae	1	2

En cuanto a géneros *Clusia* y *Elaphoglossum*, registran tres especies cada uno. El 67,56% (25) de los géneros presentan una sola especie.

Forma de crecimiento. La forma herbácea presenta la mayor abundancia con el 46,16%, seguido de los arbustos con 28,07%. Los árboles representan el 6,22%. Los helechos arborescentes son los menos dominantes con el 0,43% (figs. 122 y 123). Según los valores de cobertura se registra que la categoría árbol presenta el mayor valor con el 92,29%, seguido de los arbustos con el 3,52%. Lo anterior, permite definir que la fisonomía de la cobertura vegetal que predomina en la estación uno, es de bosque con abundantes hierbas y arbustos.

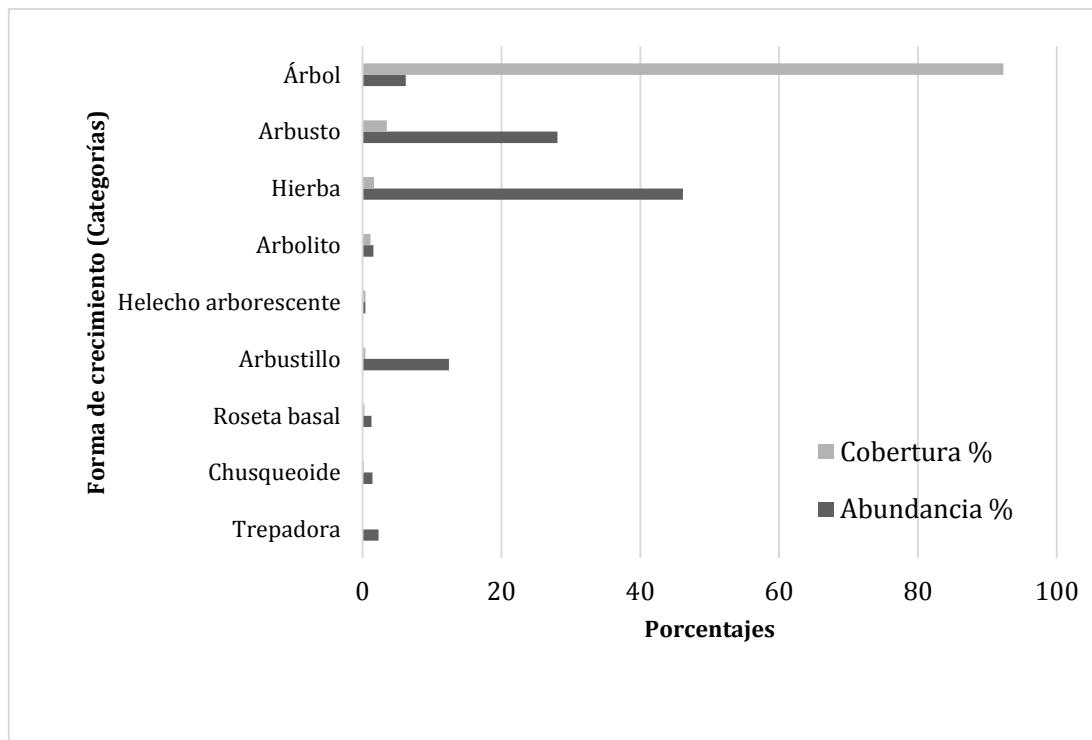


Figura 122. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura en la estación uno, Belén.

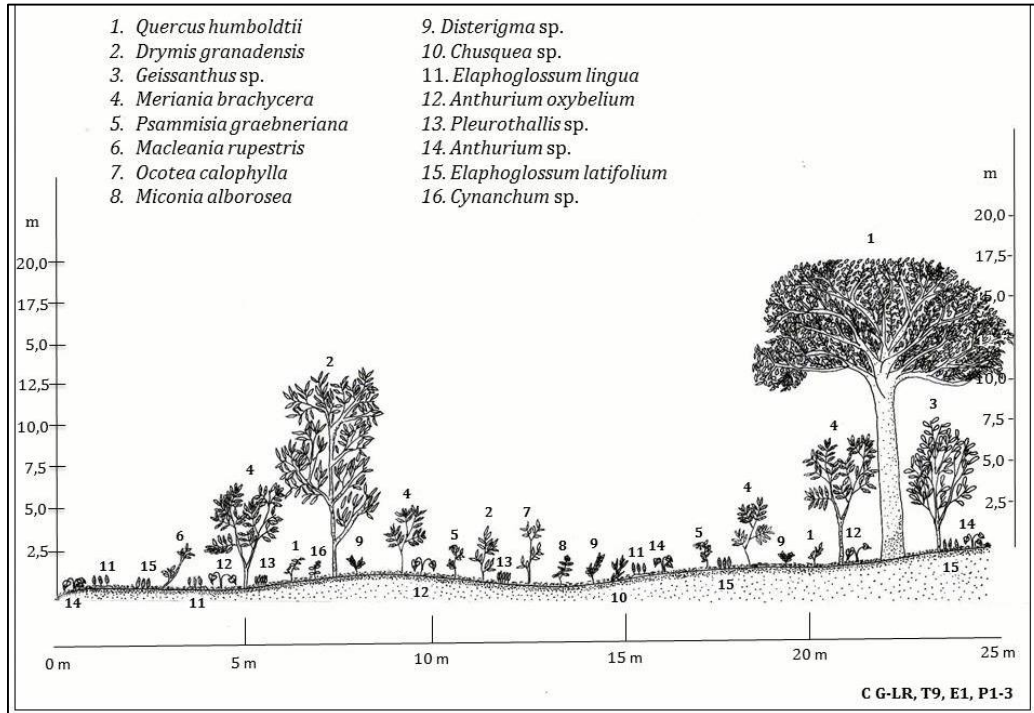


Figura 123. Perfil de vegetación de la estación uno, Belén.

Índice de valor de importancia (IVI). Las diez especies dominantes según este índice, para la estación uno se muestra en la figura 124. Se observa que el atributo que más incide en este índice es el área basal, seguido de la abundancia. La especie *Quercus humboldtii* corresponde a la de mayor dominancia, debido a que presenta el mayor valor de área basal, a pesar de no ser muy abundante y frecuente. Seguida de *Meriania brachycera* cuya especie fue de las más frecuentes en esta estación.

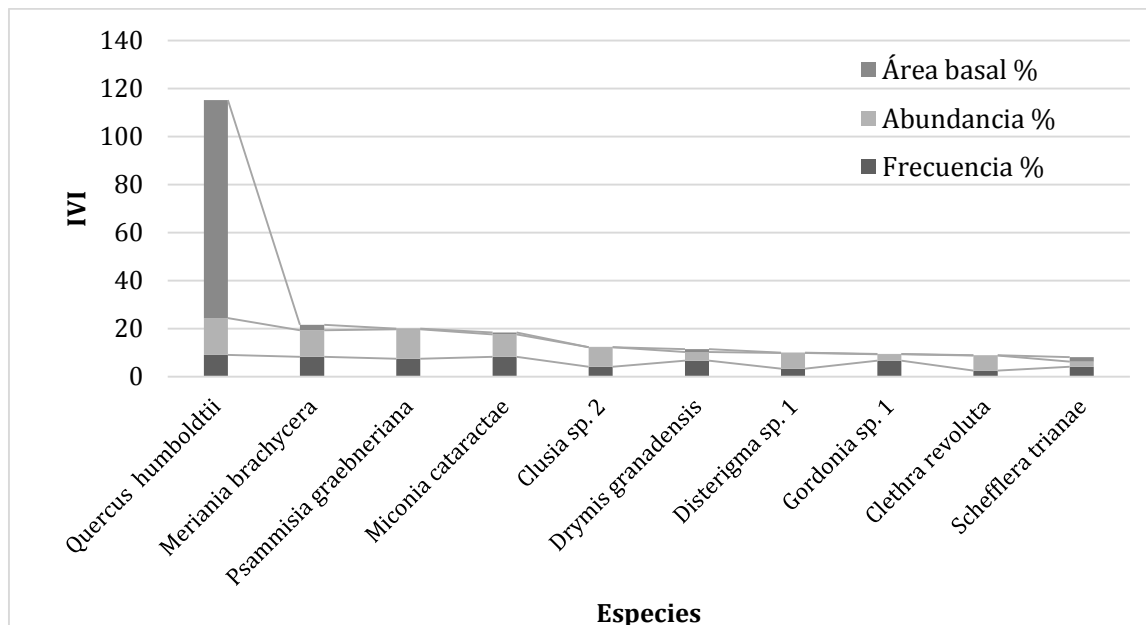


Figura 124. Especies con los mayores valores de IVI en la estación uno, Belén.

ESTACIÓN DOS. Se registran 19 familias, 31 géneros y 35 especies. La familia más diversa es Asteraceae con cinco géneros y siete especies (Tabla 59). El 68,42% de las familias presentan una sola especie.

Tabla 59. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación dos.

Familia	No. Géneros	No. Especies
Asteraceae	5	7
Ericaceae	4	5
Melastomataceae	4	4
Poaceae	2	2
Rubiaceae	2	2
Geraniaceae	1	2

A nivel de géneros *Diplostephium*, *Gualtheria*, *Geranium* y *Pentacalia* presentan dos especies. El 87,09% (27) presentan una sola especie.

Forma de crecimiento. La forma arbórea con la mayor abundancia (5,90%), que es la categoría arbustillo (67,91%), seguido de los arbustos con 17,91% (figs. 125 y 126). De igual forma, los arbustillos, presentan el mayor porcentaje de cobertura, con el 44,84%, seguido de los arbustos (41,37%); lo cual, permite definir que la cobertura vegetal es de arbustales con predominio de individuos con alturas inferiores a un metro, y la presencia de macollas y rosetas terrestres con espinas. Por lo anterior, el tipo de cobertura presentada corresponde a un páramo.

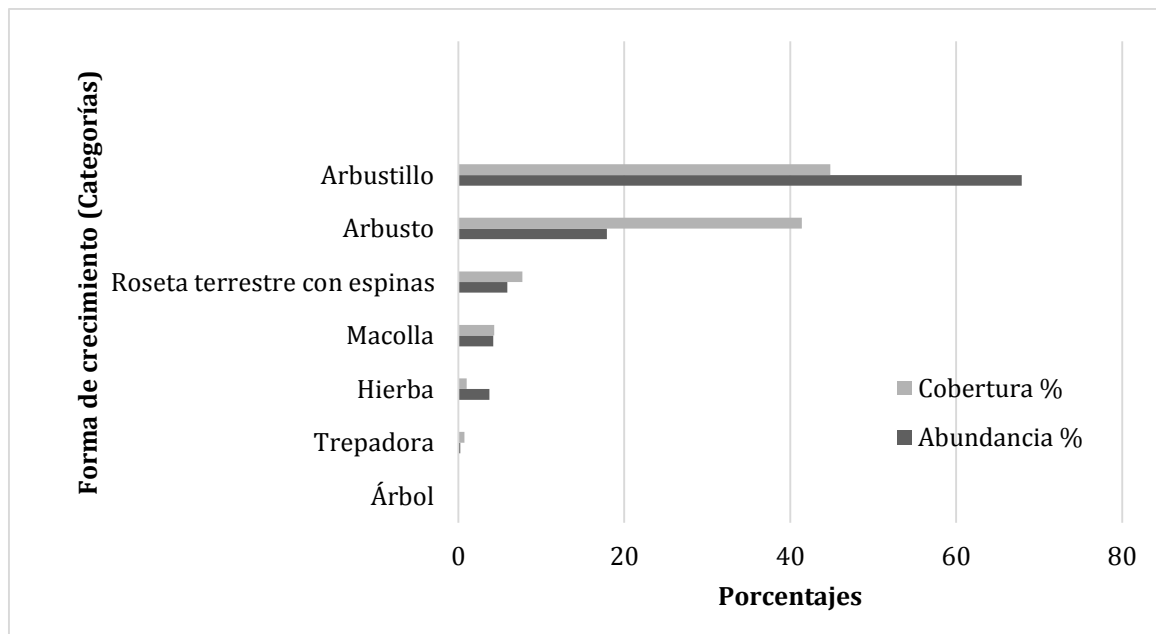


Figura 125. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación dos.

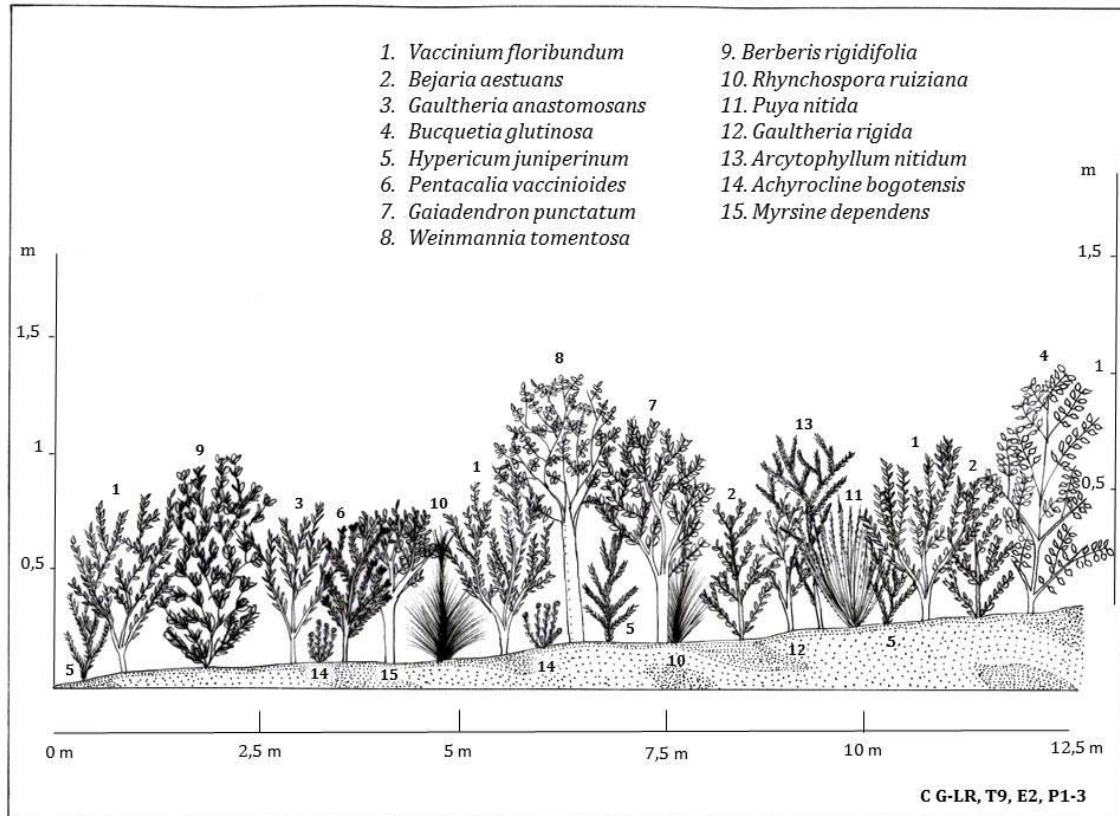


Figura 126. Perfil de vegetación de la estación dos, Belén.

Índice de valor de importancia (IVI). Las diez especies dominantes, para la estación dos se presentan en la fig. 127. La especie *Vaccinium floribundum* corresponde a la más dominante, con la mayor abundancia. Seguida de *Gaidendron punctatum* cuya especie fue la de mayor área basal en esta estación.

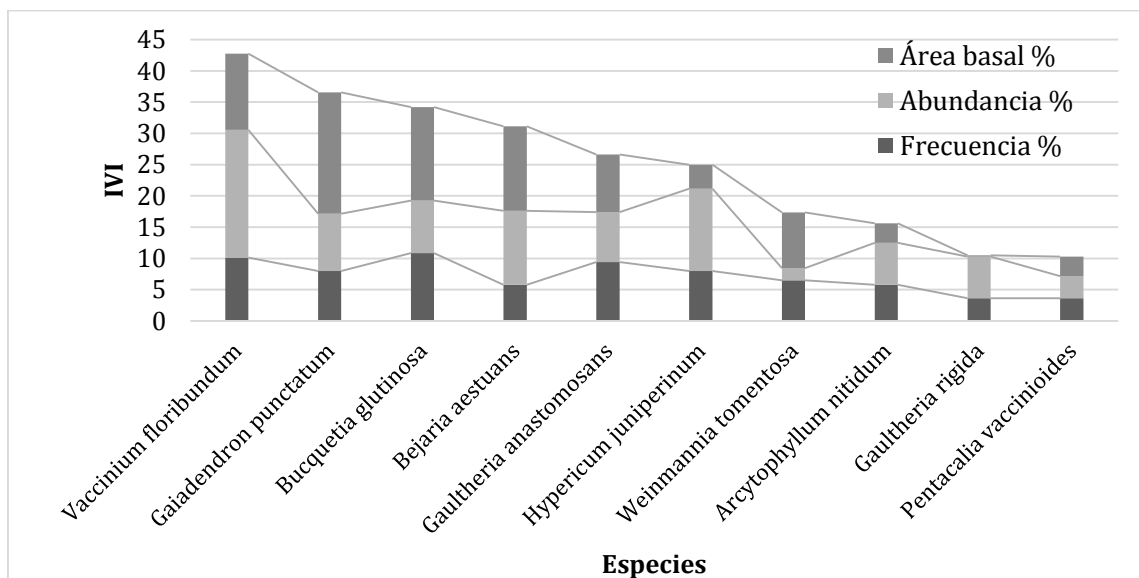


Figura 127. Especies con los mayores valores de IVI en la estación dos.

ESTACIÓN TRES. Se registran 28 familias, 47 géneros y 58 especies. La familia más diversa es Asteraceae con cinco géneros y siete especies, seguido de Ericaceae con cinco géneros y siete especies (Tabla 60). El 57,14% de las familias presentan una sola especie.

Tabla 60. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación tres.

Familia	No. Géneros	No. Especies
Asteraceae	5	7
Ericaceae	5	7
Poaceae	3	4
Rubiaceae	3	4
Rosaceae	2	4
Lycopodiaceae	3	3
Melastomataceae	3	3

A nivel de géneros *Ageratina*, *Arcytophyllum*, *Bejaria*, *Blechnum*, *Cortaderia*, *Diplostephium*, *Gaultheria*, *Hesperomeles*, *paepalanthus*, *Rubus* y *Symplocos*, son los más diversos con dos especies cada uno. El 76,59% (36) de los géneros presentan una sola especie.

Forma de crecimiento. Los estratos leñosos (arbusto y arbustillos) corresponden a las formas predominantes, tanto en abundancia como en cobertura. Los arbustos presentan el mayor porcentaje de cobertura con el 78,49%, seguido de arbustillo con 15,48%. Con respecto a la abundancia los arbustillos predominan con el 46,62%, seguido de los arbustos con el 38,5%. Lo anterior, refleja que esta cobertura presenta una fisonomía de arbustal con individuos en roseta con un solo tronco y rosetas terrestres con espinas (figs. 128 y 129).

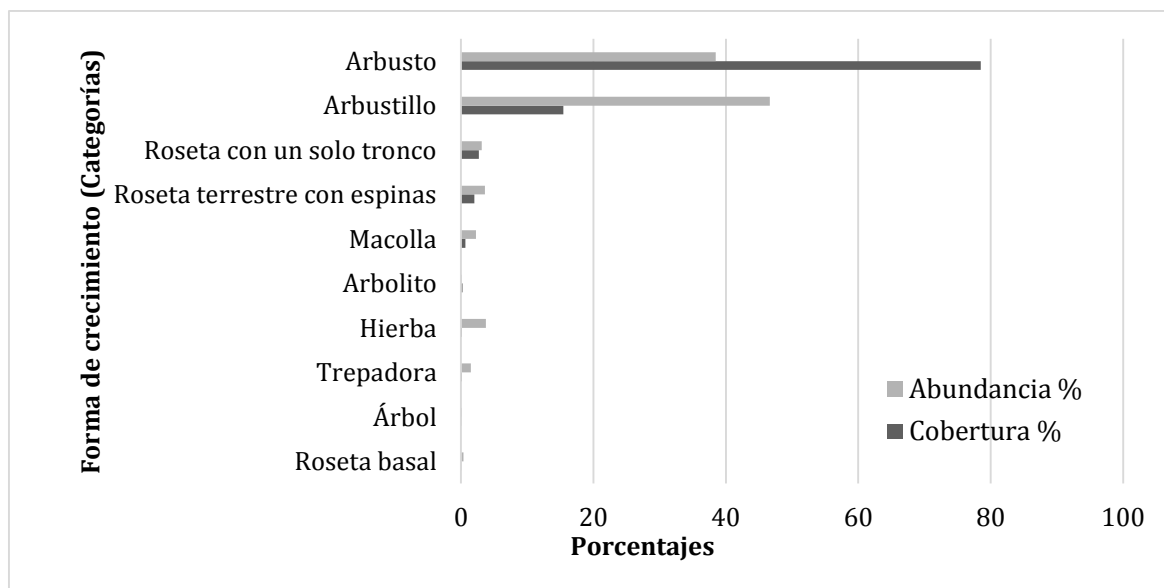


Figura 128. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura en la estación tres.

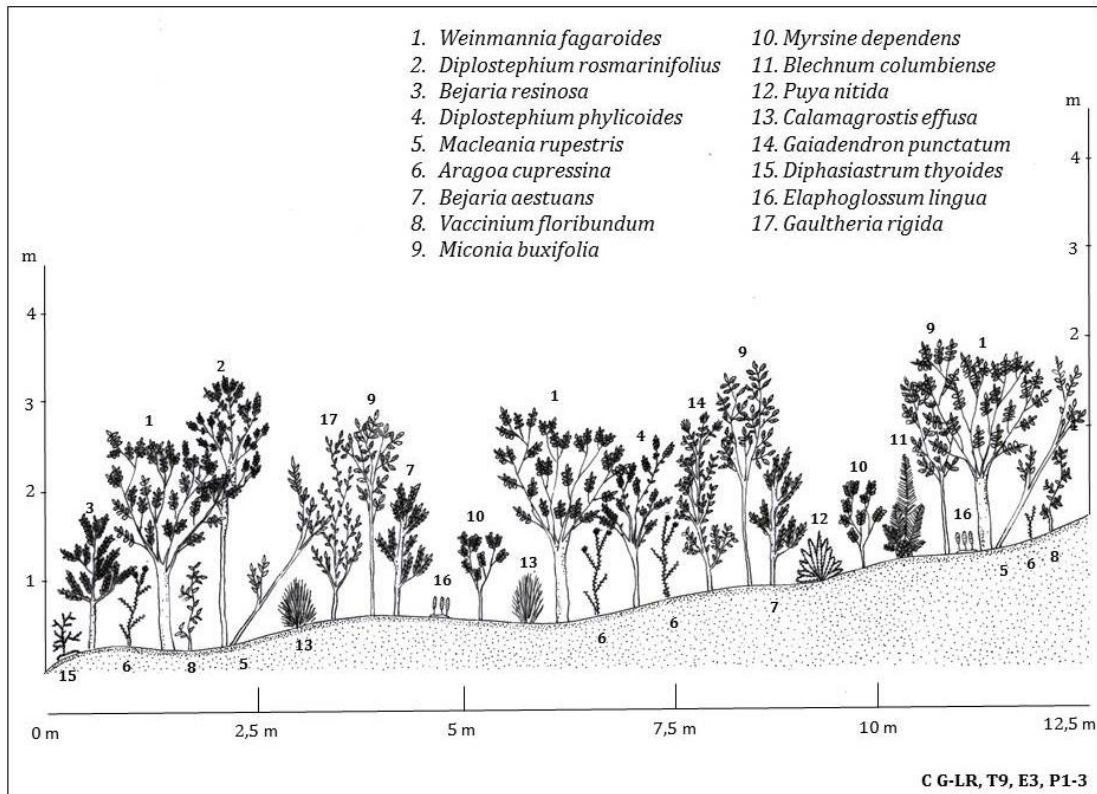


Figura 129. Perfil de vegetación de la estación tres, Belén.

Índice de valor de importancia (IVI). En la figura 130, se presentan las diez especies dominantes según este índice. Se registra que los atributos que más inciden en este índice son el área basal, seguido de la abundancia. La especie *Weinmannia fagaroides* corresponde a la de mayor dominancia, debido a que presenta el mayor valor de área basal y abundancia. Seguida de *Bejaria resinosa* cuya especie presenta un alto valor de área basal.

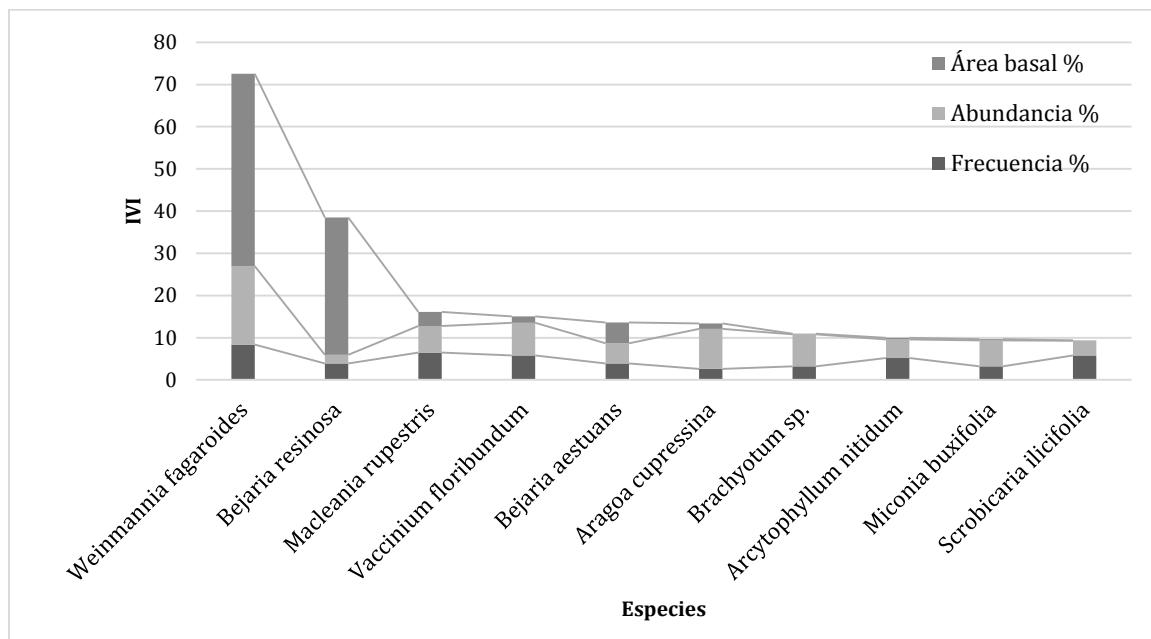


Figura 130. Especies con los mayores valores de IVI en la estación tres.

ESTACIÓN CUATRO. Se registran 34 familias, 56 géneros y 68 especies. La familia más diversa es Asteraceae con siete géneros y siete especies (Tabla 61). El 47.05% de las familias presentan una sola especie.

Tabla 61. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación cuatro.

Familia	No. Géneros	No. Especies
Asteraceae	7	7
Ericaceae	4	5
Rosaceae	4	5
Poaceae	4	4
Rubiaceae	3	3
Melastomataceae	2	3
Piperaceae	1	3

En cuanto a géneros *Peperomia* presentan tres especies. El 80,35% (45) de los géneros tienen una sola especie (Tabla 62).

Tabla 62. Géneros con la mayor riqueza de especies de la estación cuatro.

Género	No. Especies
<i>Peperomia</i>	3
<i>Acaena</i>	2
<i>Berberis</i>	2
<i>Blechnum</i>	2
<i>Campyloneurum</i>	2
<i>Dendrophthora</i>	2
<i>Gaultheria</i>	2
<i>Hypericum</i>	2
<i>Miconia</i>	2
<i>Monnina</i>	2
<i>Ribes</i>	2

Forma de crecimiento. La categoría arbustillo presenta la mayor abundancia con el 637.65%, seguido de hierbas con 27,53% (figs. 131 y 132). Al analizar la forma de crecimiento según los valores de cobertura, se registra que la categoría arbusto, presenta el mayor valor con el 38,33%, seguido de arbolito (29,75%) y arbustillo (13,76%). Lo anterior, permite ver que la fisonomía de la cobertura vegetal que predomina en la estación cuatro, es de arbustales con la presencia de arbolitos.

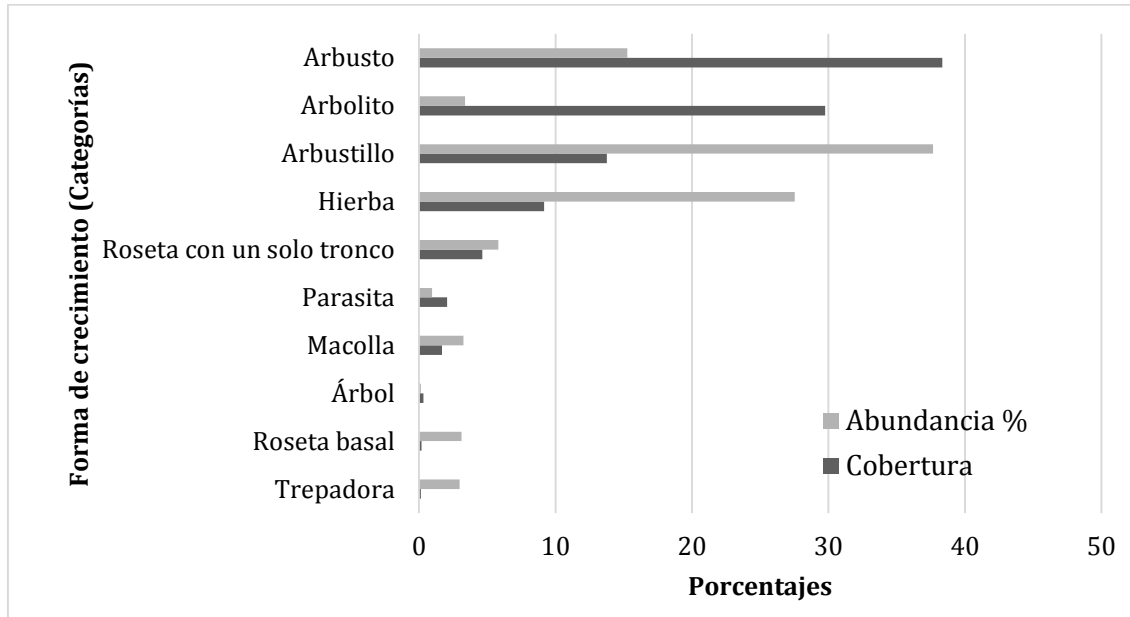


Figura 131. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación cuatro.

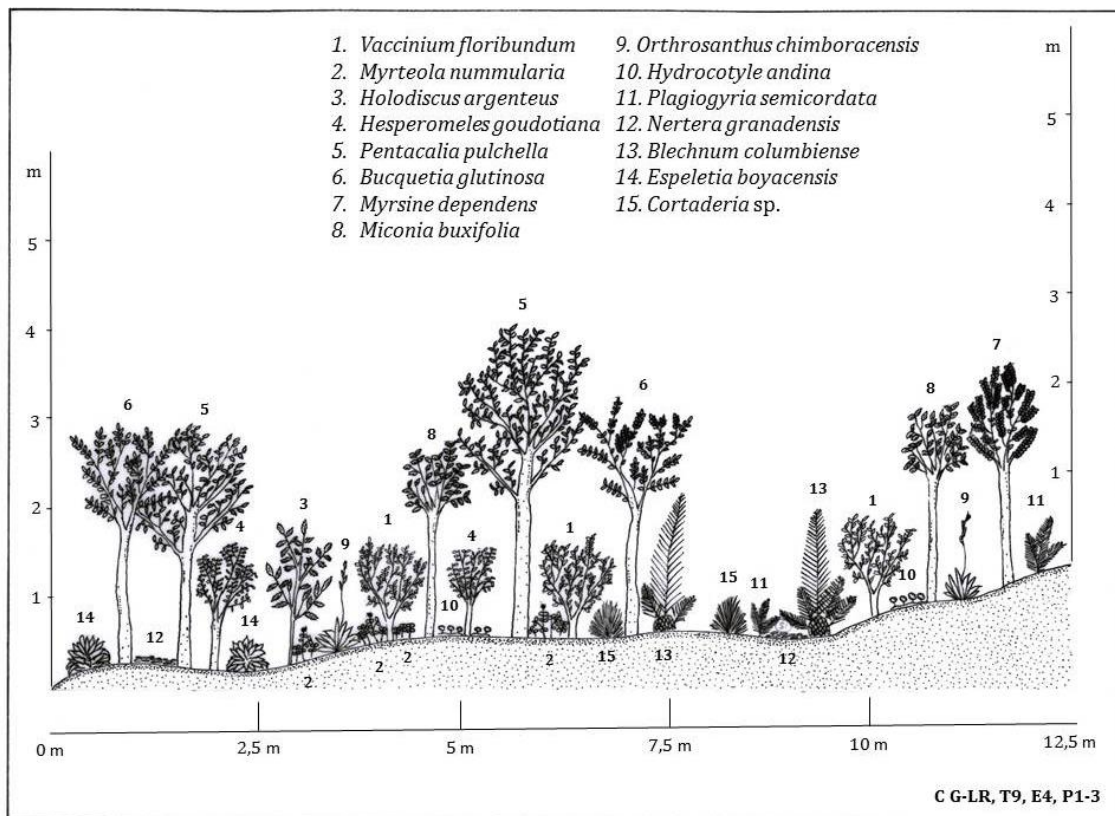


Figura 132. Perfil de vegetación de la estación cuatro, Belén.

Índice de valor de importancia (IVI). De las especies leñosas presentes en la estación cuatro, se registró a *Bucquetia glutinosa* como la especie dominante, donde el atributo mejor representado es la abundancia. Seguida de *Pentacalia pulchella*, la cual presenta un alto valor de área basal y poca abundancia y frecuencia (fig. 133).

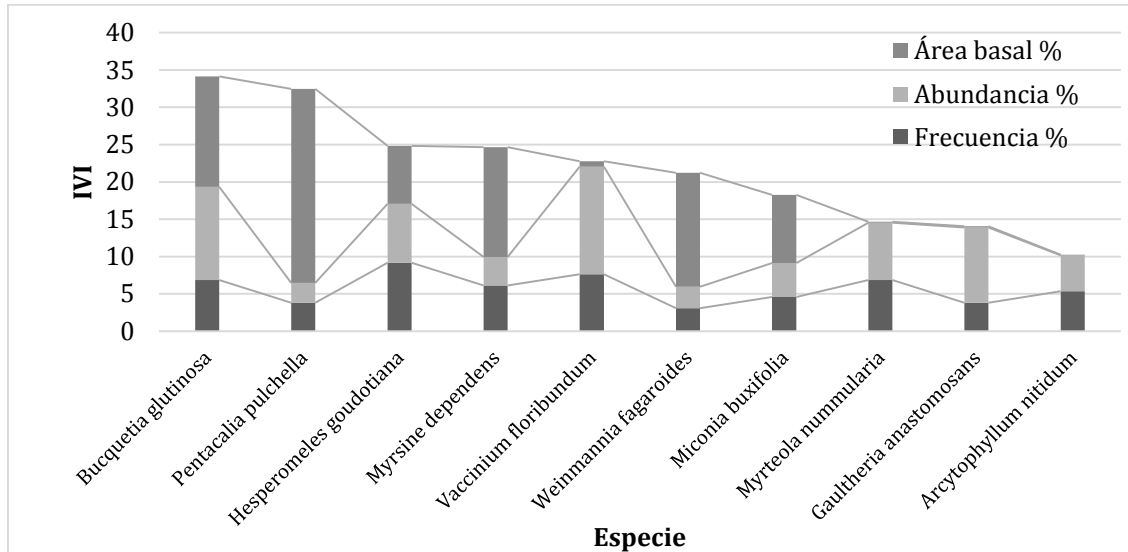


Figura 133. Especies con los mayores valores de IVI en la estación cuatro.

ESTACIÓN CINCO. Se registran 20 familias, 31 géneros y 39 especies. La familia más diversa es Asteraceae con cuatro géneros y seis especies (Tabla 63). El 40% de las familias presentan una sola especie.

Tabla 63. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación cinco.

Familia	No. Géneros	No. Especies
Asteraceae	4	6
Cyperaceae	3	3
Ericaceae	3	3
Clusiaceae	1	3

En cuanto a géneros *Hypericum* presentan tres especies. El 77,41% (24) de los géneros tienen una sola especie (Tabla 64).

Tabla 64. Géneros con la mayor riqueza de especies de la estación cinco.

Género	No. Especies
<i>Hypericum</i>	3
<i>Halenia</i>	2
<i>Hypochaeris</i>	2
<i>Orthrosanthus</i>	2
<i>Pentacalia</i>	2
<i>Ribes</i>	2
<i>Valeriana</i>	2

Forma de crecimiento. La categoría roseta basal presenta la mayor abundancia con el 43,83%, seguido de rosetas con un solo tronco con 21,41% (figs. 134 y 135). La forma de crecimiento de mayor valor según la cobertura, corresponde a la categoría roseta con un solo tronco (28,45%), seguido de macolla (22,24%) y

arbustillo (13,08%). Lo anterior, permite definir la fisonomía de la cobertura vegetal que predomina en la estación cinco, es de rosetales y graminoides.

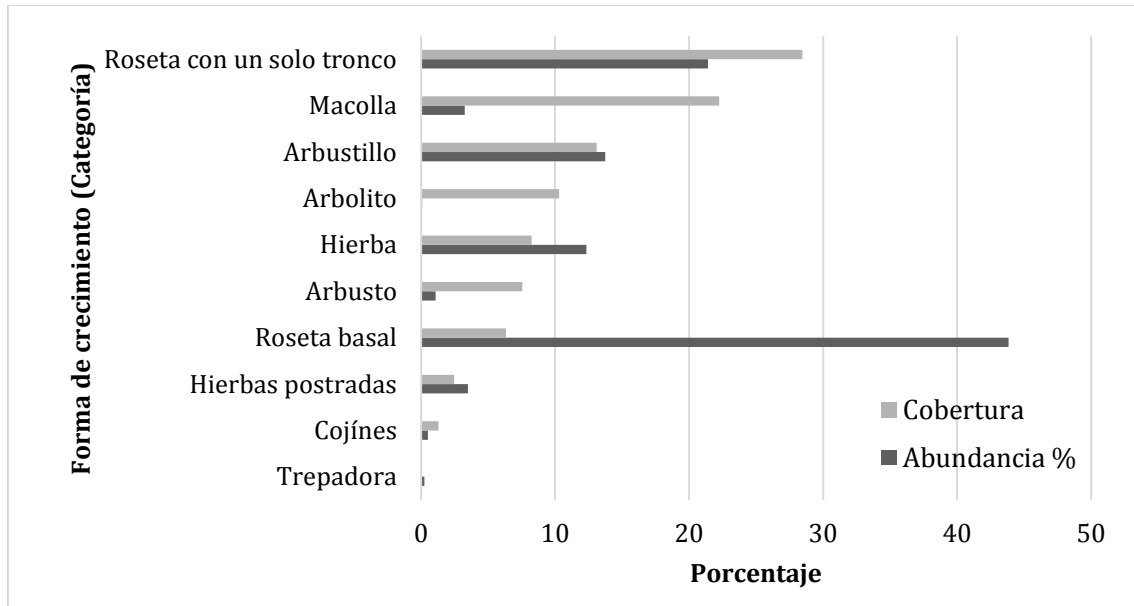


Figura 134. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura en la estación cinco.

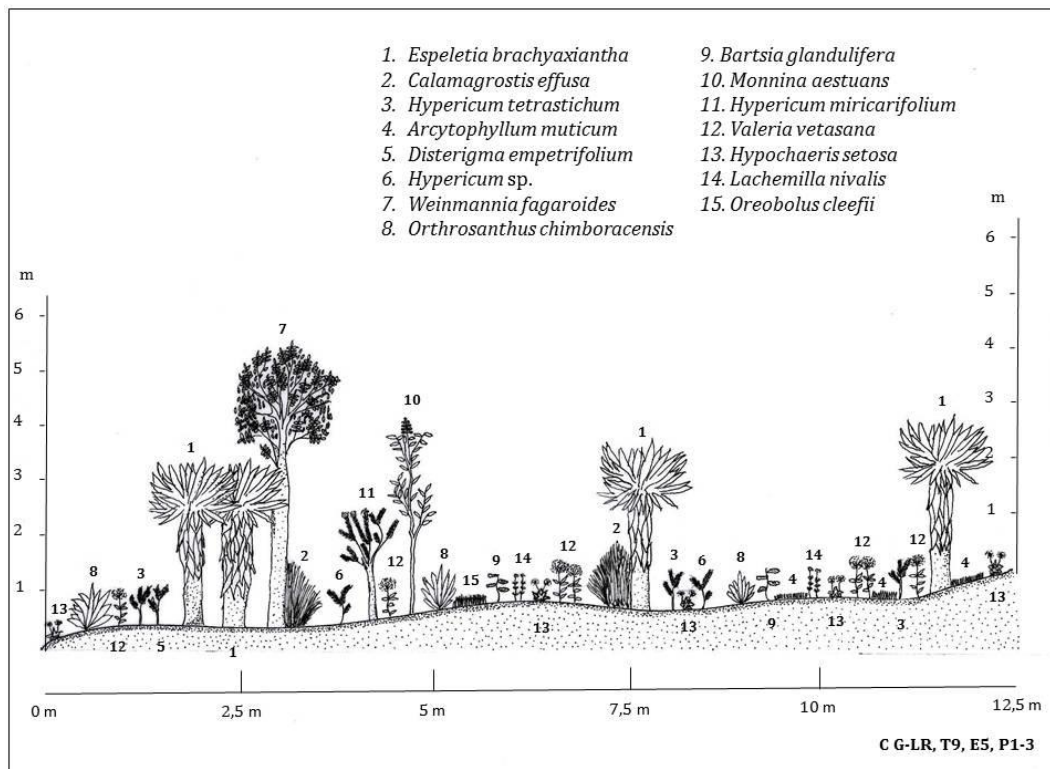


Figura 135. Perfil de vegetación de la estación cinco, Belén.

Índice de valor de importancia (IVI). De las especies leñosas presentes en la estación cuatro, se registró a *Hypericum tetrastichum* como la especie dominante, donde el atributo mejor representado que es la abundancia. Seguida de *Hypericum*

miricarifolium, la cual presenta un alto valor de área basal y poca abundancia y frecuencia (fig. 136).

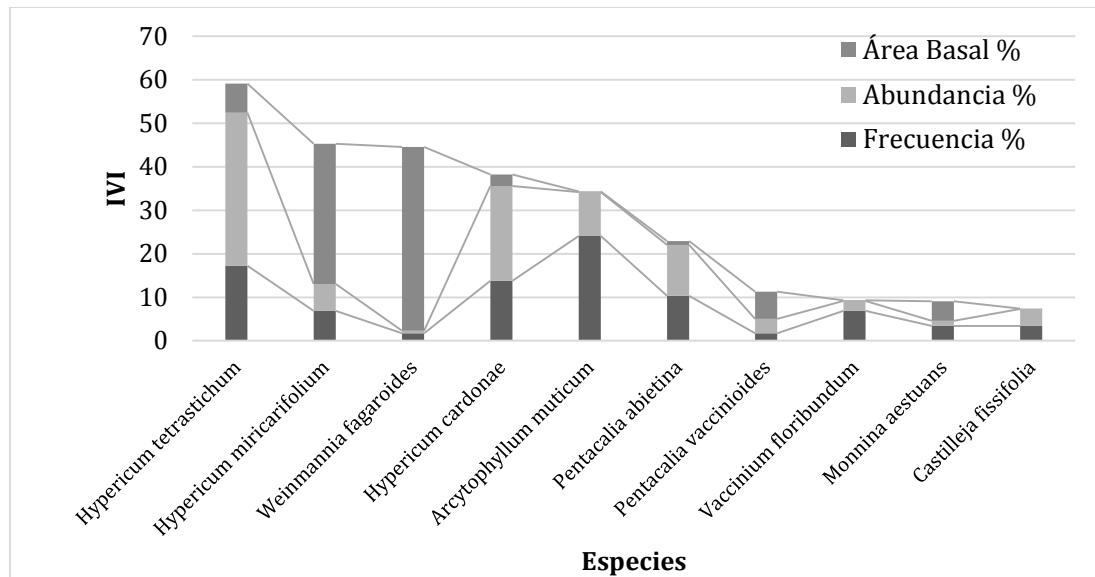


Figura 136. Especies con los mayores valores de IVI en la estación cinco.

ANÁLISIS ENTRE ESTACIONES

Riqueza florística. Se colectaron 55 familias, distribuidas en 110 géneros y 181 especies. De estas, la familia que presenta la mayor diversidad fue Asteraceae con 22 especies, seguida de Clusiaceae, Ericaceae y Melastomataceae con 10 especies, cada una. En cuanto a géneros, *Hypericum* presenta la mayor diversidad con seis especies, seguido de *Miconia* con cinco.

La estación cuatro presenta la mayor riqueza de especies (68), seguido de la tres (58), mientras que las estaciones dos y cinco registran la diversidad más baja. De acuerdo a la densidad (número de individuos/m²), se presenta que las estaciones tres y cinco registran el mayor número con 5,33 y ocho respectivamente. La zona uno es la menos densa con 2,3 individuos/m² (Tabla 65).

Se observa que en las primeras estaciones, la diversidad es relativamente baja, comparada con las dos siguientes (3 y 4), valores contrarios a los que se esperaría encontrar; según Gentry (1995), en donde la diversidad vegetal va a ser mayor es en los transectos con altitudes bajas y menor en las zonas altas. Este comportamiento puede atribuirse al alto grado de afectación al que históricamente se ha sometido esta cobertura vegetal, llegando en algunos casos a desaparecer, para la formación de pastizales o el establecimiento de cultivos, como se evidencia en la zona. Estos resultados se pueden confirmar con la abundancia en cada una de las estaciones, ya que la zona ha sido drásticamente intervenida, y existe entresaca, la estación uno es la que menor número de individuos registra por m².

Tabla 65. Riqueza florística por estaciones del transecto cuatro.

Estación	No. Familias	No. Géneros	No. Especies	Densidad/m ²
1	29	37	52	2,30
2	19	31	35	4,19
3	28	47	58	5,33
4	34	56	68	4,92
5	20	31	39	8

Distribución altitudinal de las especies. Se observa que la estación uno presenta el mayor número de especies exclusivas con 45. Las estación dos registra el menor número con nueve. Con respecto a las especies compartidas el mayor número se presenta entre las estaciones tres y cuatro (9 spp), seguido de las estaciones dos, tres y cuatro con siete especies. No existe ninguna especie que se encuentre en las cuatro estaciones (Tabla 66).

Tabla 66. Número de especies exclusivas y compartidas entre las estaciones del transecto cuatro.

Especies	E1 (3275 m)	E2 (3394 m)	E3 (3495 m)	E4 (3642 m)	E5 (3773 m)
Exclusivas	45	9	23	36	22
Compartidas	1				
	6				
	9				
					4
	2				
	7				
				3	
			3		

Según Cuatrecasas (1989), los bosques alto andinos, o como él los denomina “selvas andinas”, se caracterizan por ser la cobertura vegetal inmediatamente anterior a la transición con el páramo, la cual está dominada por árboles de porte alto, como los pertenecientes a los géneros *Brunellia*, *Clusia* e *Ilex*, de los cuales se encontraron especies únicas para esta estación. Así mismo, el hábito epífita es común encontrar abundantes bromelias, orquídeas y helechos, como *Greigia*, *Pleurothallis*, *Elaphoglossum*, entre otros, que presentaron especies con distribución restringida para esta estación. El hecho de que la estación uno sea la que presente el mayor número de especie restringidas, puede indicar una marcada diferencia en la composición de las especies, con las demás estaciones, por tanto, pude indicar que a partir de esta estación puede iniciar la transición del bosque al páramo.

De igual manera se observa que en cuanto a especies compartidas, las estaciones tres y cuatro son las que mayor relación tienen, al compartir nueve especies y que, de estas, comparten seis especies son compartidas con las estaciones dos y cinco, lo que demuestra que puede existir un flujo de especies, que estaría marcando una variación en las coberturas vegetales con la estación uno.

Forma de crecimiento por estación. Se observa que las formas varían entre las estaciones, en la uno predominan los árboles, es decir corresponde a un bosque; en la dos, tres y cuatro, dominan elementos arbustivos, sin embargo, en la estación cuatro se registran algunos individuos como arbolitos; en la estación cinco imperan individuos en roseta con un solo tronco y macollas. Lo anterior, podría indicar que la estación tres corresponde a una zona alterada por la ausencia de individuos con alturas superiores a 4 m (fig. 137).

Tal y como lo menciona Llambí (2015), las formas de crecimiento de la vegetación varía de manera significativa desde el bosque superior a medida que se asciende al páramo, donde en la zonas bajas (bosque), la dominancia está marcada por árboles, resultado que se obtiene en la estación uno. Para la estación dos, se observa un cambio drástico en las formas de crecimiento, y prácticamente los árboles desaparecen, dando paso a estructuras de menor porte como los arbustos y arbustillos dominantes en las estaciones dos a cuatro. Para la estación cinco, la estructura varía nuevamente, en la cual dominan las rosetas con un solo tronco y las macollas. Estos resultados confirman el inicio de la transición del páramo al bosque, a partir de la segunda estación (3411 m.).

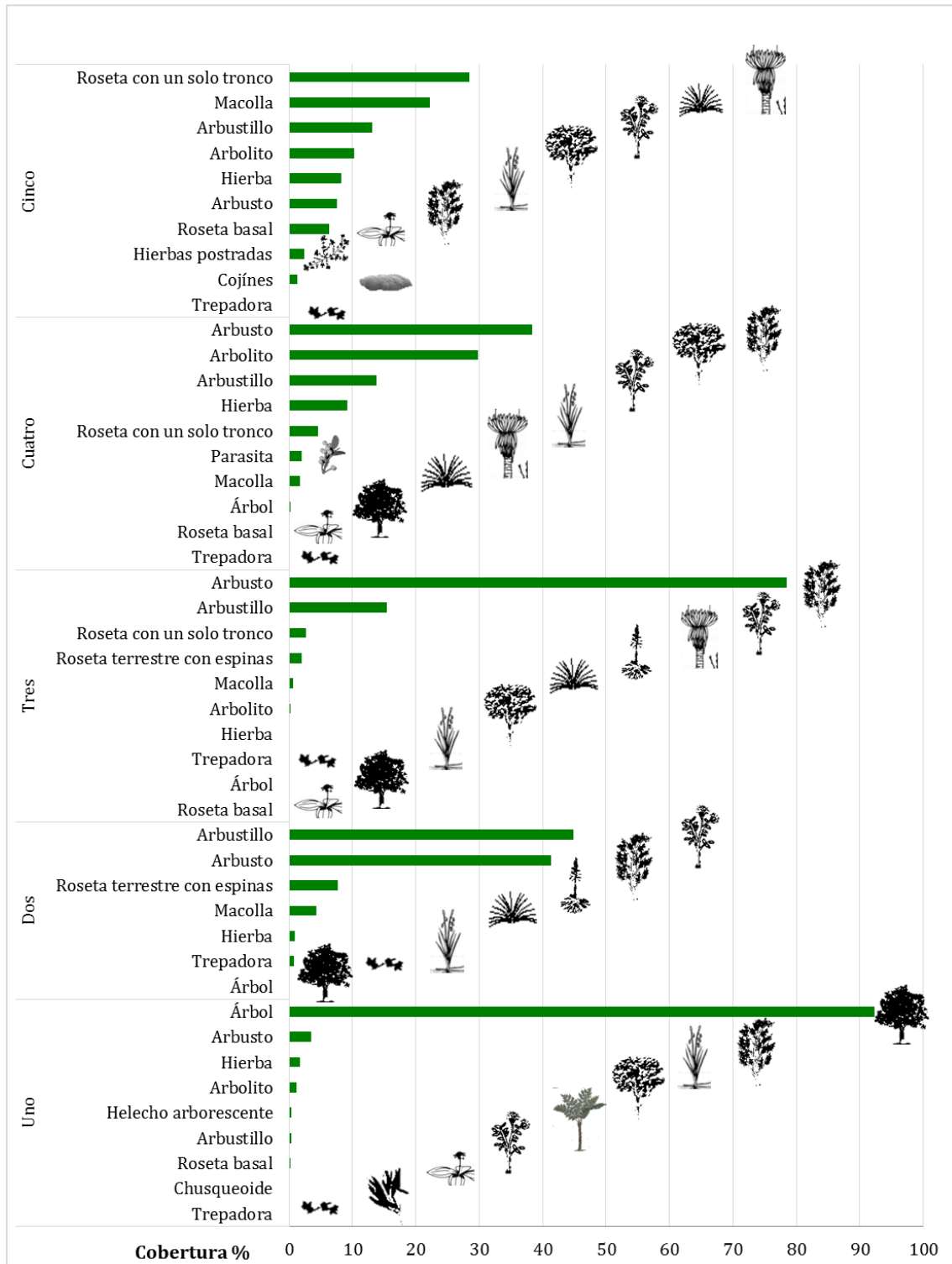


Figura 137. Distribución por estaciones de las formas de crecimiento para el transecto cuatro.

Diversidad alfa. El índice de equidad de Shannon-Wiener, refleja que la estación cuatro presenta el mayor valor con 3,624, seguido de la estación tres (3,289), con lo que se supondría que tienen una distribución más homogénea de las especies, y por tanto la diversidad es mayor. La estación menos diversa es la cinco (2,482; Tabla 67).

El índice de dominancia de Simpson, indica que la estación cuatro presenta el mayor valor (0,9625), seguido de la estación dos (0,084; Tabla 67). Estos resultados muestran que, aunque son de las estaciones que presentan la mayor diversidad de especies, también registran un alto número de especies dominantes para la estación.

Tabla 67. Índices de diversidad alfa calculados por estación para el transecto cuatro.

Índice	Estación				
	1	2	3	4	5
Taxa_S	51	35	58	68	39
Individuals	691	1256	800	738	1200
Dominance_D	0,06204	0,084	0,05803	0,03752	0,1557
Simpson_1-D	0,938	0,916	0,942	0,9625	0,8443
Shannon_H	3,18	2,77	3,289	3,624	2,482

Curva de representatividad de los muestreos. Se observa que la representatividad de los muestreos en las estaciones uno y dos es superior al 91%. Sin embargo, las estaciones tres y cuatro presentan valores del 73,97 y 80,39% respectivamente (Tabla 68, fig. 138). Estos resultados muestran que para todas las estaciones, el muestreo fue estadísticamente representativo, donde se censaron la mayoría de las especies, llegando en algunos casos a tener una representatividad de más del 95% de las especies.

Adicionalmente, para las cinco estaciones se observa que aquellas especies consideradas como raras, representadas por las curvas de Singletons y Doubletons, tuvieron un muestreo completamente representativo, ya que las curvas tienden a descender (Moreno, 2001).

Tabla 68. Valores encontrados por estación para los estimadores de Chao 2 y Bootstrap, en el transecto cuatro.

Estación	Especies observadas	Valor del Estimador		Representatividad (%)	
		Chao 2	Bootstrap	Chao 2	Bootstrap
1	52	54,24	57,15	95,870206	90,988626
2	35	38,27	38,2	91,455448	91,623037
3	58	78,4	65,34	73,979592	88,766452
4	68	84,58	77,67	80,397257	87,549891
5	39	63,27	43,97	61,640588	88,696839

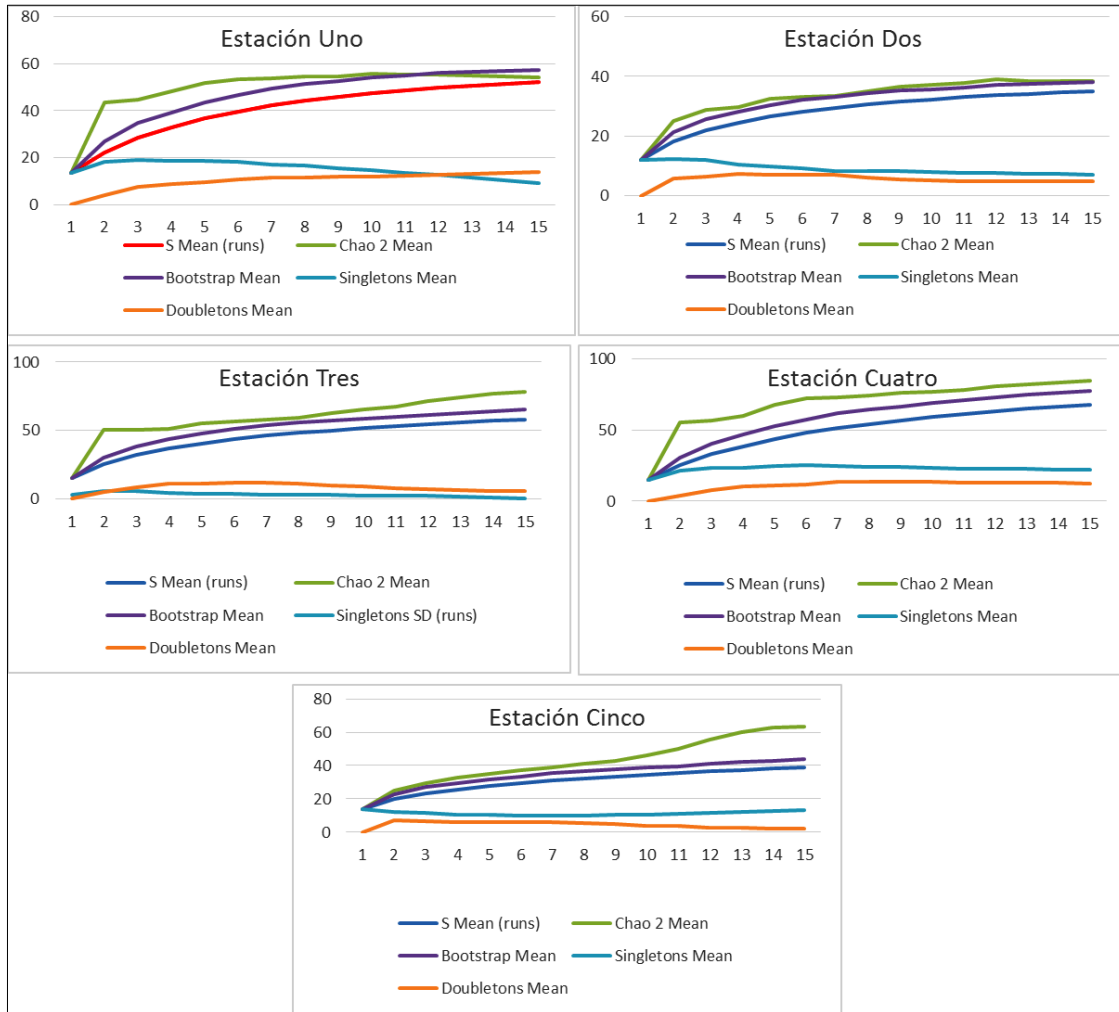


Figura 138. Curvas de acumulación de especies por estación en el transecto cuatro.

Diversidad beta. El análisis de similaridad se basa en el índice de Jaccard, donde se observa en general que existen pocas especies compartidas entre las estaciones. Las estaciones dos y tres presentan el porcentaje más alto de similaridad en la composición de las especies, al registrar cerca del 26%, y estas a su vez, comparten el 18% con la estación cuatro, y con la estación cinco el 12%. Se observa que la estación uno es la que presenta las mayores diferencias en la composición de las especies en todo el transecto, lo que confirmaría que, a partir de esta, se encuentra la variación en las coberturas vegetales que indican la transición del bosque hacia el subpáramo y páramo (fig. 139).

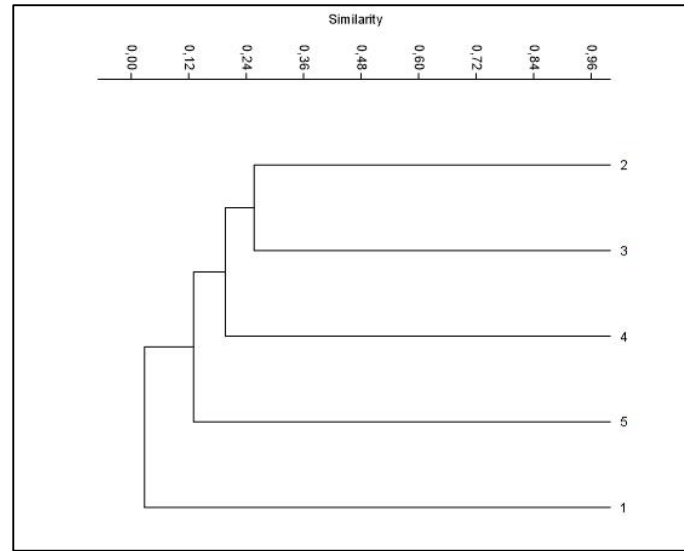


Figura 139. Diagrama de similaridad (Jaccard) entre las estaciones del transecto cuatro.

El índice de Whittaker evalúa la diferenciación de la diversidad entre estaciones, donde se registra que la distancia entre las estaciones está directamente relacionada con los mayores valores de recambio de especies. Se resalta que el recambio de especies es menor entre las estaciones uno y dos, y mayor entre, uno y cuatro (Tabla 69).

Tabla 69. Índice de Whittaker calculado entre las estaciones del transecto cuatro.

Estaciones	No. Especies	No. Promedio	Índice de Whittaker
1 y 2	84	43,5	1,98
1 y 3	104	55	1,93
1 y 4	119	60	2,02
1 y 5	90	45,5	2,02
2 y 3	74	46,5	1,63
2 y 4	88	51,5	1,74
2 y 5	65	37	1,81
3 y 4	103	63	1,66
3 y 5	89	48,5	1,87
4 y 5	92	53,5	1,75

AVASCULARES

ESTACION UNO. Se colectaron seis especies de hepáticas (4 familias/5 géneros), seis de musgos (4/5) y dos de líquenes (2/2). Las familias con mayor diversidad de especies son Brachytheciaceae, Leucobryaceae, Lejeuneaceae y Lepidoziaceae, con dos cada una. En términos de abundancia, Lejeuneaceae y Lepidoziaceae son las

que mayores valores registran (tres cada una), seguidas de Lobariaceae, Brachytheciaceae y Neckeraceae con dos cada una.

Se registran también Lejeuneaceae (*Blepharolejeunea* sp.) y Lepidoziaceae (*Bazzania stolonifera*) con mayor abundancia, Brachytheciaceae (*Eurhynchium praelonga* fig. 140.B), Lejeuneaceae (*Ceratolejeunea* sp.), Lepidoziaceae (*Bazzania hookeri*), Meteoraceae (*Meteoridium remotifolium*), Neckeraceae (*Thamnobryum Fasciculatum*) y Plagiochilaceae (*Plagiochila* sp. fig. 140.A) con un levantamiento.

La distribución de las especies por sustratos, estuvo dominada por el cortícola con el 73,33%, mientras que la madera en descomposición y el suelo, registraron cada uno el 13,33%. No se presentaron especies restringidas para esta estación.



Figura 140. Briófitos presentes en Belén, transecto cuatro, estación uno; A. Vista lateral del hábito de *Plagiochila* sp; B. Hábito en vista lateral de *Eurhynchium praelonga*.

ESTACION DOS. Para esta estación se colectaron dos especies de hepáticas (*Frullania confertifolia* y *F. convoluta*), 11 especies de musgos (6 familias/8 géneros) y ocho de líquenes (4/6). Parmeliaceae y Pottiaceae son las familias con mayor diversidad, al registrar cada una tres especies, mientras que Cladoniaceae, Collemataceae, Bryaceae y Frullaniaceae, registran cada una dos especies. En términos de abundancia, Parmeliaceae es que la de mayor valor, presenta cuatro registros, seguida de Pottiaceae con tres y Cladoniaceae, Collemataceae, Bryaceae y Frullaniaceae con dos cada uno.

También especies de Brachytheciaceae (*Brachythecium occidentale*, fig. 141.A), Bryaceae (*Brachymenium* cf. *systylium* y *Rhodobryum* sp.), Dicranaceae (*Pylaisiella falcata*), Frullaniaceae (*Frullania confertifolia* y *F. convoluta*), Hylocomiaceae (*Pleurozium schreberi*), Polytrichaceae (*Polytrichum ericoides*), Pottiaceae (*Didymodon* sp. fig. 141.B y *Leptodontium* sp.), Prionodontaceae (*Prionodon densus*) y Thuidiaceae (*Thuidium peruvianum*) con una sola especie.

El análisis por sustratos, revela que la mayoría de las especies (12) se colectaron directamente en el suelo, mientras que las demás se colectaron sobre la corteza de árboles o arbustos.

Para esta estación se registran como especies de distribución restringida musgos como *Brachymenium* cf. *systylium*, *Leptodontium flexifolium* y *Polytrichum ericoides*, *Frullania confertifolia* (hepática foliosa) y dos líquenes, *Leptogium* aff. *azureum* y *Everniastrum cirrhatum*.



Figura 141. Briófitos presentes en Belén, transecto cuatro, estación dos; A. Vista frontal de *Brachythecium occidentale*; B. Hábito de *Didymodon* sp.

ESTACION TRES. Se colectaron nueve especies de hepáticas (6 familias/8 géneros), 11 de musgos (9/9) y ocho de líquenes (4/6). Las familias con mayor diversidad son Parmeliaceae con cuatro especies, seguida de Lejeuneaceae con tres, y Cladoniaceae, Batramiaceae, Leucobryaceae y Metzgeriaceae con dos cada una. En términos de abundancia, Parmeliaceae y Lejeuneaceae, presentan los mayores valores con cuatro registros, seguidas de Cladoniaceae, Bartramiaceae, Hypnaceae, Leucobryaceae y Metzgeriaceae con dos cada una.

El 69% de las especies se ubicaron en el sustrato cortícola, mientras que el restante 31%, lo hizo en el suelo.

Esta es la estación que mayor número de especies restringidas presenta, con 11 en total *Breutelia austro-arcuata*, *Sematophyllum napoanum*, *Lepyrodon tomentosus*, (musgos) *Adelanthus* sp. (fig. 142.A), *Diplasiolejeunea pauckertii*, *Schiffneriolejeunea polycarpa* (fig. 142.B), *Lepidozia* aff. *andicola*, *Metzgeria decipiens*, *Prionolejeunea aemula*, *Radula* aff. *nudicaulis* y *Frullania* sp. (fig. 142.C) (hepáticas), *Usnea* aff. *bogotensis*, *Cladonia squamosa* y *Everniastrum vexans* (líquenes).

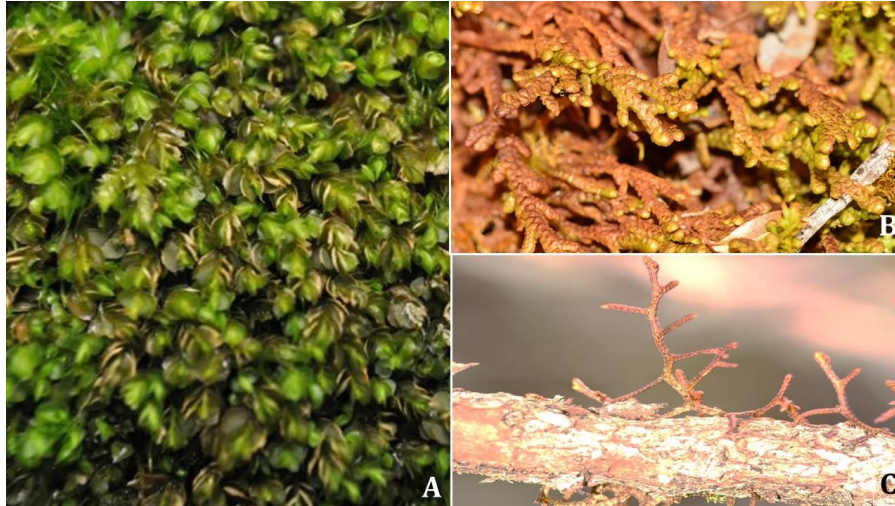


Figura 142. Briófitos presentes en Belén, transecto cuatro, estación tres; A. Vista superior del hábito de *Adelanthus* sp.; B. Hábito en vista lateral de *Schiffneriolejeunea polycarpa*; C. Vista del sustrato tronco de *Frullania* sp 1.

ESTACION CUATRO. Se colectaron cuatro especies de hepáticas, cada una perteneciente a una familia y un género, cuatro de musgos (4/4) y seis de líquenes (3/3). Parmeliaceae es la familia que presentó, tanto la mayor abundancia como la mayor diversidad, con tres especies e igual número de registros. La totalidad de las especies se colectaron sobre la corteza de los árboles.

Como especies de distribución restringida, se colectó a *Brachymenium globosum* Dicranaceae (*Pylaisiella falcata*, fig. 143.) (musgos), *Microlejeunea bullata* y *Odontoschisma* sp. (hepáticas) y *Pannaria rubiginosa* y *Hypotrachyna laevigata* (líquenes).



Figura 143. Briófitos presentes en Belén, transecto cuatro, estación cuatro; A. Vista general de *Pylaisiella falcata*.

ESTACION CINCO. Para esta estación se colectó una especie de hepática (*Blepharolejeunea* sp.), siete especies de musgos (*Taxiphyllum taxirameum*, *Grimmia longirostris* fig. 144.B, *Racomitrium crispipilum* fig. 144.A, *Hypnum cupressiforme*, *Pylaisia falcata*, *Campylopus* sp. y *Polytrichum juniperinum*), y dos especies de líquenes (*Cladia aggregata* y *C. aff. pyxidata*). Cladoniaceae, Hypnaceae

y Grimmiaceae son las familias con mayor diversidad y riqueza, al registrar dos especies cada una.

En cuanto a la diversidad por sustratos, el rupícola presentó la mayor diversidad de especies con cinco, seguida del suelo con cuatro registros, y por último la corteza de arbustos con una. La mitad de las especies para esta estación, presentaron distribución restringida (*Cladonia aggregata*, *C. aff. pyxidata*, *G. longirostris*, *Hypnum cupressiforme* y *Taxilhyllum taxirameum*).



Figura 144. Briófitos presentes en Belén, transecto cuatro, estación cinco; A. Vista superior del hábito de *Racomitrium crispipilum*; B. Hábito de *Grimmia longirostris*.

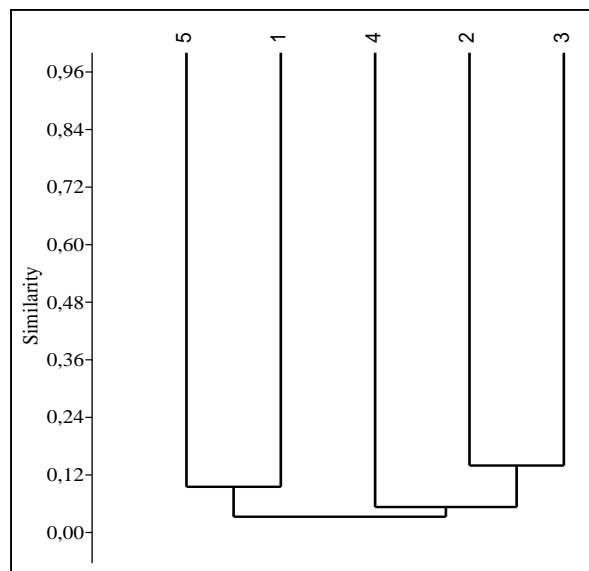


Figura 145. Dendrograma de similitud de especies de plantas no vasculares para el transecto cuatro, Belén.

Se observa la presencia de avasculares similar en las cinco estaciones y es relativamente baja, donde las estaciones dos y tres presentan los valores más altos con cerca del 14% de la diversidad compartida; seguida de la estación cinco, con el 6% de similitud respecto a las dos mencionadas. Las estaciones cinco y uno,

forman una agrupación diferente con el 10% de las especies compartidas (fig. 145). Estos resultados pueden darse por el alto grado de intervención que se observa en la estación uno; por tal razón, pueden desaparecer los briófitos tolerantes a la baja luminosidad y debe ser ocupado el espacio por especies tolerantes a la alta radiación, como sucede en el páramo, por ejemplo la mayor abundancia de musgos con crecimiento acrocárpico.

ENTOMOFAUNA

Riqueza, abundancia y diversidad. Se recolectaron 695 individuos, agrupados en 19 familias de Coleoptera y 13 familias de arañas, siendo todos nuevos registros para el sitio. Las familias más abundantes son Staphylinidae (472) y Leiodidae (73), familias como Tenebrionidae, Cantharidae, Cerambycidae, entre otras, están representadas por uno o dos individuos (Anexo. 18).

De los grupos de interés se recolectaron 74 individuos, de los cuales se registran 20 morfotipos de arañas, seis de carábidos y dos especies de escarabajos coprófagos.

La estación que registró la mayor riqueza de especies de arañas, carábidos y escarabajos coprófagos fue la estación uno (bosque, con 14), seguida por la estación cuatro (gerbazal, con 8), la estación tres (herbazal, con 7), y las estaciones dos (herbazal) y cinco (herbazal) presentaron la menor riqueza (6). En cuanto al número de individuos, la estación uno con la mayor cantidad de individuos (40), seguido de la estación cuatro (13), la estación tres (8) y las estaciones dos y cinco con el menor número (fig. 146, Tabla 70).

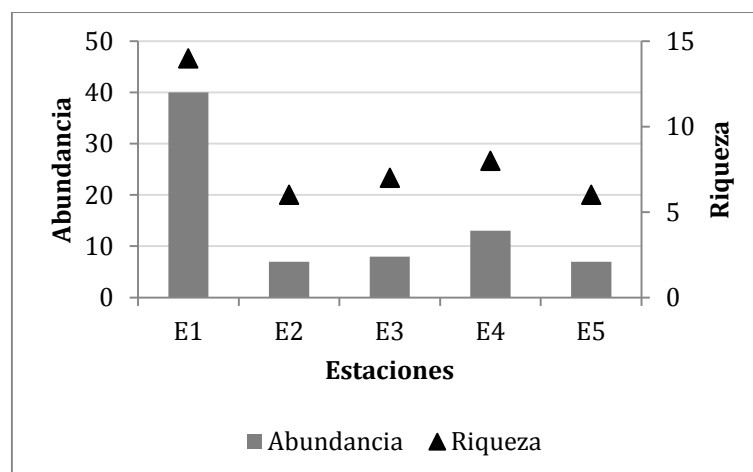


Figura 146. Riqueza y abundancia por estación para el orden Araneae, familia Carabidae y Scarabaeidae del transecto cuatro.

Curvas de acumulación de especies. Para la estación uno, la curva de acumulación de especies con los estimadores de riqueza Bootstrap, Chao 1 y Chao 2 para los carábidos y arañas esperados indica que la representatividad del muestreo oscilo entre 91-100%; en las estaciones dos y tres los estimadores de

riqueza Chao 1 y Chao 2, muestran que la representatividad del muestreo se encuentra entre 57-58%, el número de especies observadas no se estabiliza, sí se le compara con las curvas de Chao 1 y Chao 2, pero se asemeja al comportamiento de Bootstrap (fig. 147).

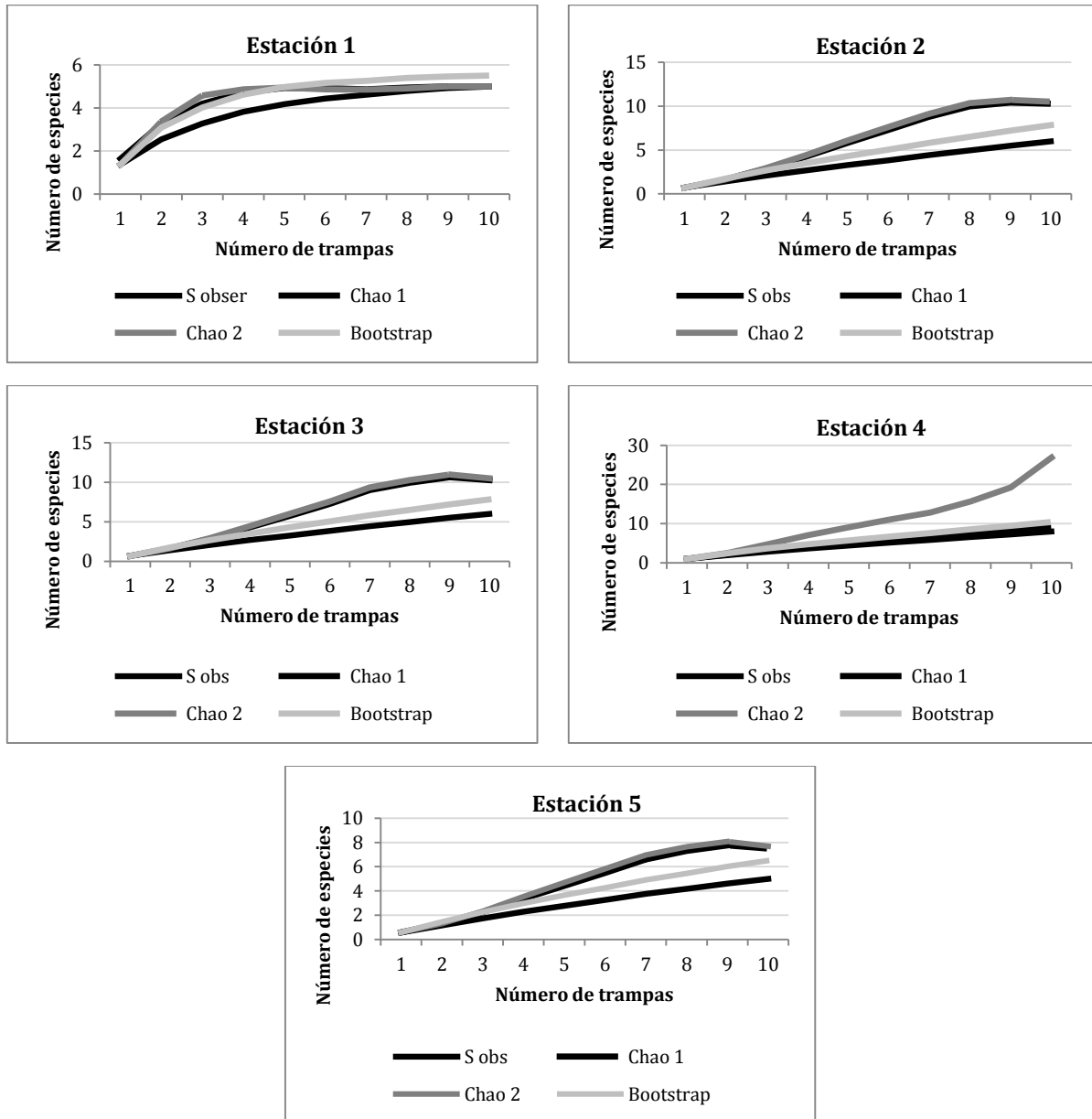


Figura 147. Curvas de acumulación de especies por estación para el orden Araneae y la familia Carabidae presente en el transecto Belén.

En la estación cuatro para el estimador de riqueza Chao 1, el porcentaje de representatividad del muestreo es del 85%, mientras que para el estimador Chao 2, la representatividad del muestreo es del 29%, a partir de la trampa siete, este estimador presenta un aumento importante en el número de especies que faltan por recolectar, la curva del mismo se aleja considerablemente de las curvas de los otros estimadores; la curva del estimador Bootstrap tiene un comportamiento similar con la curva del estimador Chao1. El porcentaje de representatividad del

muestro oscilo entre 66-77% para los estimadores de riqueza Chao 1, 2 y Bootstrap, en la estación cinco, y en general todos los estimadores estuvieron por encima de los valores observados (fig. 148).

Índice de Shannon-Wiener (H'). La equidad entre estaciones mostró un valor más alto en la estación uno, frente a las demás estaciones, con los valores más bajos para las estaciones dos y cinco, indicando que existe una distribución más uniforme de la abundancia entre las especies que habitan en el bosque (estación uno) (Tabla. 70).

Tabla 70. Riqueza, abundancia y diversidad (Shannon-Wiener) por estación de muestreo para el orden Araneae, familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto cuatro, Belén.

Estaciones	Riqueza	Abundancia	H'
E1	14	40	2.391
E2	6	7	1.748
E3	7	8	1.906
E4	8	13	1.992
E5	6	7	1.748

Curvas de diversidad-dominancia. Las cinco estaciones muestreadas reflejan curvas de diversidad dominancia, con pendientes similares poco pronunciadas para cada estación (fig. 149).

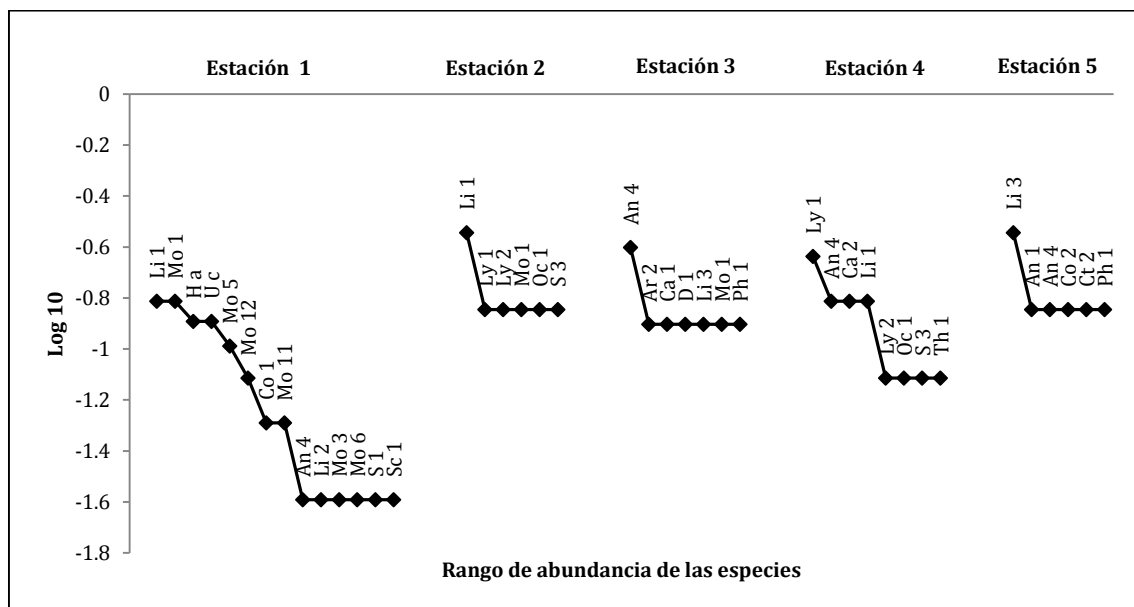


Figura 148. Curvas de diversidad dominancia para el orden Araneae, familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto cuatro, Belén.

Anyphaenidae morfotipo 1 (An 1), Anyphaenidae morfotipo 4 (An 4), Araneidae morfotipo 2 (Ar 2), Caponiidae morfotipo 1 (Ca 1), Caponiidae morfotipo 2 (Ca 2), Corinnidae morfotipo 1 (Co 1), Corinnidae morfotipo 2 (Co 2), Ctenidae morfotipo 2 (Ct 2), Dipluridae morfotipo 1 (D 1), Homocopris achamas (H a), Linyphiidae morfotipo 1 (Li 1), Linyphiidae morfotipo 2 (Li 2), Linyphiidae morfotipo 3 (Li 3),

Lycosidae morfotipo 1 (Ly 1), Lycosidae morfotipo 2 (Ly 2), Carabidae morfotipo 1 (Mo 1), Carabidae morfotipo 3 (Mo 3), Carabidae morfotipo 5 (Mo 5), Carabidae morfotipo 6 (Mo 6), Carabidae morfotipo 11 (Mo 11), Carabidae morfotipo 12 (Mo 12), Ochyroceratidae morfotipo 1 (Oc 1), Pholciae morfotipo 1 (Ph 1), Salticidae 1 (S 1), Salticidae 3 morfotipo (S 3), Scytodidae morfotipo 1 (Sc 1), Theridiidae morfotipo 1 (Th 1), *Uroxys coarctatus* (U c).

En cada uno de las estaciones son diferentes las especies que dominan, excepto en las estaciones uno y dos, en las que domina Linyphiidae morfotipo 1, en la estación uno, además de Linyphiidae morfotipo 1, dominan las especies Carabidae morfotipo 1, *Homocopris achamas* y *Uroxys coarctatus*, en la estación dos, al igual que en la estación uno domina Linyphiidae morfotipo 1, en la estación tres domina Anyphaenidae morfotipo 4, en la estación cuatro Lycosidae morfotipo 1 y en la estación cinco Linyphiidae morfotipo 3. El morfotipo Carabidae 1 está presente en 3, de las cinco estaciones, pasando de ser una de las especies más dominante en la estación uno a ser la menos dominante en las estaciones dos y tres (fig. 148, Anexo 12).

Recambio de especies. Los porcentajes del índice de complementariedad varían entre 44-100%; siendo el valor más bajo (44%), entre las estaciones dos y cuatro, estaciones que comparten cinco especies; en contraste con las estaciones dos y cinco en las que la complementariedad es del 100%, el resto de las estaciones presentan valores de complementariedad altos, indicando lo disímiles que son entre sí estas estaciones (Tabla. 71).

Tabla 71. Porcentaje de complementariedad para orden Araneae, familias Carabidae y Scarabaeidae presentes en las estaciones del transecto cuatro.

	E2	E3	E4	E5
E1	89	89	90	95
E2		91	44	100
E3			93	70
E4				92

Similitud de Jaccard. Se observan dos grupos bien delimitados, uno conformado por las estaciones uno, dos y cuatro y otro por las estaciones tres y cinco. Basados en el índice de Jaccard las estaciones más similares son estación dos y cuatro con cerca del 55%, seguidas por las estaciones tres y cinco con cerca del 30%, que a su vez, son las estaciones más disímiles con el resto, la estación uno es más similar a las estaciones dos y cuatro (fig. 149).

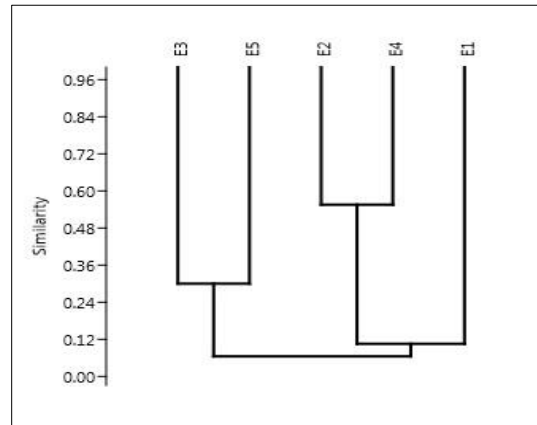


Figura 149. Dendogramas de similitud Jaccard para el orden Araneae, familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto cuatro.

Para las estaciones de muestreo del transecto Belén se encontraron morfotipos únicos para las estaciones, así en la estación uno Corinnidae morfotipo 1, Linyphiidae morfotipo 2, Salticidae morfotipo 1, Scytodidae morfotipo 1, los morfotipos 3, 5, 6, 11y 12 de Carabidae, y las especies *Homocopris achamas* y *Uroxys coarctatus*; para la estación dos Araneidae morfotipo 2, Caponiidae morfotipo 1 y Dipluridae morfotipo 1; para la estación tres Caponiidae morfotipo 2 y Theridiidae morfotipo 1; y para la estación cinco Anyphaenidae morfotipo 1, Corinnidae morfotipo 2, y Ctenidae morfotipo 2; morfotipos como Anyphaenidae morfotipo 4, Linyphiidae morfotipo 1 y Carabidae morfotipo 1, están presentes en la mayoría de las estaciones (Anexo 12).

La abundancia y la riqueza se comportaron similares entre las estaciones muestreadas, las estaciones en las que la riqueza es alta la abundancia también es alta o lo contrario; a medida que aumenta el gradiente altitudinal, tanto la riqueza como la abundancia disminuyen, así en la estación uno (bosque) se observó la mayor riqueza y abundancia, mientras que la estación cinco o de páramo esta entre los valores más bajos; este comportamiento también ha sido observado por Cerón *et al.* (2008) y por Rangel & Sturm (1994), quienes han encontrado que la altitud incide en la abundancia de los organismos y que esta baja abundancia de especies en el páramo se debe a las condiciones climáticas, que son más extremas y a la ausencia de una capa de hojarasca en el mismo.

Las estaciones dos (arbustales), tres (arbustales) y cuatro (arbustales), presentan valores de abundancia y riqueza bajos, lo que puede deberse en gran medida a las condiciones de estas estaciones, ya que presentan muy poca cobertura vegetal, ninguna capa de hojarasca, el suelo es extremadamente seco y el terreno presenta pendientes pronunciadas; además, no existe una continuidad entre el bosque (estación uno) y el herbazal y arbustal (estaciones dos, tres y cinco). Amat-García *et al.* (1997), han encontrado que la continuidad entre hábitats es importante, ya que la ausencia de corredores abiertos como potreros, permite la dispersión de individuos del fragmento grande a los fragmentos pequeños que aún siguen en contacto.

Las arañas son un grupo diverso pero poco abundante (Flórez 1999), lo que se demostró en este estudio ya que, se registró un buen número de morfotipos de arañas pero estos morfotipos están presentes en su gran mayoría por uno o dos individuos. Para el transecto se encontraron morfotipos de arañas asociadas a determinada estación, Corinnidae morfotipo 1, Linyphiidae morfotipo 2, Salticidae morfotipo 1, Scytodidae morfotipo 1 para la estación uno; Araneidae morfotipo 2, Caponiidae morfotipo 1 y Dipluridae morfotipo 1 para la estación dos; Caponiidae morfotipo 2 y Theridiidae morfotipo 1 para la estación tres y para la estación cinco Anyphaenidae morfotipo 1, Corinnidae morfotipo 2, y Ctenidae morfotipo 2, Cepeda *et al.* (2005) reportan que gran cantidad de especies de arañas son altamente selectivas con su microhabitat.

Las especies *Homocopris achamas* y *Uroxys coarctatus* se registraron únicamente para la estación uno (bosque), lo que puede deberse a la cercanía del mismo con zonas de potreros, ya estas especies son generalistas y típicas de potreros; adicionalmente, *Homocopris achamas* se ha considerado como una especie invasora (Amat-García *et al.* 1997). Estas especies, así como otras de escarabajos coprófagos no se encontraron en las estaciones dos, tres y cuatro (arbustales), debido a que el suelo es extremadamente seco y compacto, generando una situación adversa para el establecimiento de escarabajos coprófagos que requieren sitios más húmedos para la construcción de sus nidos (Hansky & Camberfort 1991).

Al igual que los escarabajos coprófagos los morfotipos de Carabidae (excepto el morfotipo 1), solo se encontraron en la estación uno, a pesar que siempre se han reportado como depredadores generalistas (Vélez-Azañero & Lizarraga 2013), lo que también pueda deberse a las condiciones ambientales del resto de estaciones.

La estación uno (bosque) es la que mayor riqueza, abundancia y equidad presenta, lo cual podría corresponder con la disponibilidad del recurso alimenticio que aporta este sitio, debido a los complejidad vegetal y las condiciones microclimáticas que ofrece.

Algunos morfotipos se encontraron en casi todas las estaciones, como el caso de Anyphaenidae morfotipo 4, Linyphiidae morfotipo 1 y Carabidae morfotipo 1, lo que puede indicar que estas son especies generalistas, que de alguna manera se están viendo favorecidas por los recursos que les ofrecen estas estaciones, tales especies están presentes en estas estaciones y son dominantes en una o varias.

La menor complementariedad se observó entre las estaciones dos y cuatro (arbustal y herbazal), las cuales comparten el mayor número de especies, mientras que para las demás estaciones la complementariedad es alta; el valor más alto lo presenta la estación cinco, si se compara con las demás estaciones, lo que puede deberse a las condiciones ambientales que presenta el páramo (estación cinco), y que estarían generando un mayor recambio de especies, las variaciones ambientales que se presentan en la estación cinco o herbazal harían que las especies se asocien parcial o totalmente a este hábitat.

Anyphaenidae morfotipo 4, es una especie que está presente en cuatro de las cinco estaciones, lo que puede indicar que es una especie generalista, capaz de aprovechar de forma exitosa los recursos que se presentan en las estaciones.

El porcentaje de complementariedad es alto entre las estaciones uno (bosque) y cinco (herbazal) y corroboran la disimilitud que existe entre estas estaciones; mientras que para las estaciones dos, tres y cuatro (arbustal) se esperarían porcentajes de complementariedad más bajos, debido a que las tres comparten características similares como son la composición y cobertura vegetal, inclinación del terreno, suelos secos y sin hojarasca.

Morales & Sarmiento (2002), plantean que existe una estrecha relación positiva entre los artrópodos y la vegetación, por lo cual se esperaría que las estaciones se agruparan y presentaran porcentajes de similitud de acuerdo a estas condiciones; con lo cual, se esperaría que las estaciones dos, tres y cuatro fueran las más similares y las estaciones dos y cinco las más disímiles. Sin embargo, la similitud se comportó de la siguiente manera, agrupando a las estaciones dos y cuatro y a las estaciones tres y cinco, se puede deber probablemente a la discontinuidad que existe entre los sitios, lo que genera cambios en la composición de especies y extinciones locales y regionales entre otras (García & Pardo-Locarno 2004).

ANFIBIOS

Composición y estructura. Los análisis de riqueza muestran que la estación de bosque y las dos de arbustal y en las estaciones cuatro y cinco se encontraron dos especies y una sola respectivamente (fig. 150).

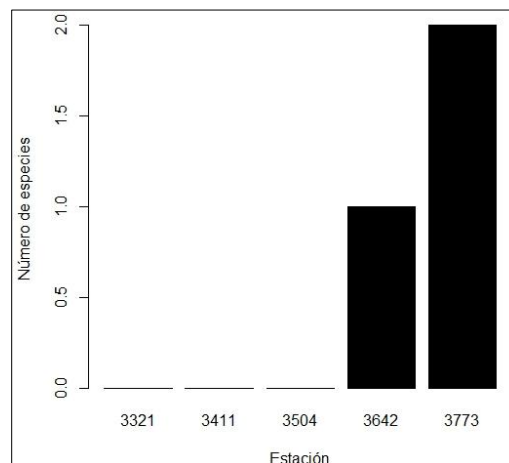


Figura 150. Riqueza de especies de anfibios en función del gradiente altitudinal en el municipio de Belén.

Para la localidad de Belén se registraron dos especies *Dendropsophus labialis* (Hylidae) (fig. 151) y *Niceforonia cf. nana* (Craugastoridae) (fig. 152). El género

Dendropsophus es el más representativo en cuanto a cantidad de individuos registrados para el transecto y con una especie compartida (Tablas 72 y 73).

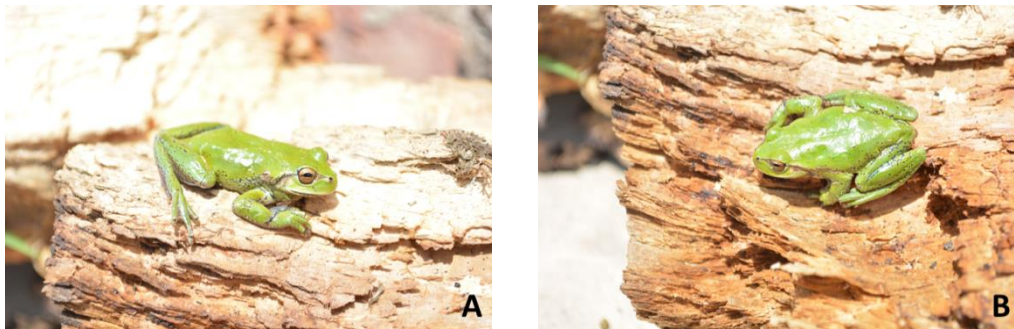


Figura 152. *Dendropsophus labialis*. A. Vista dorsal. B. Vista superior

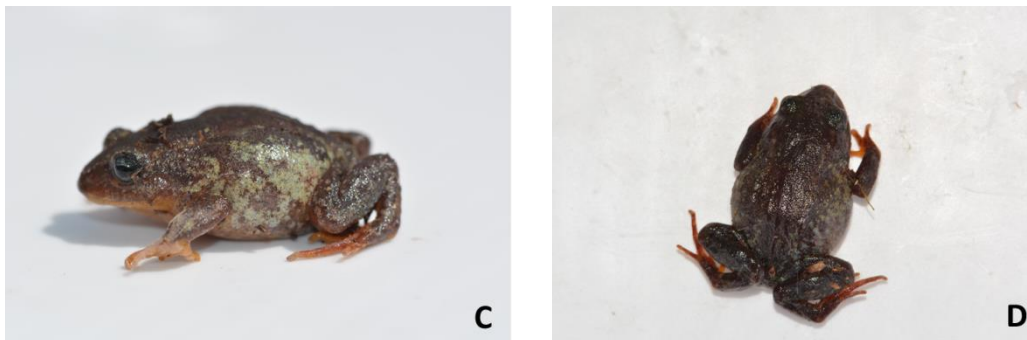


Figura 151. *Niceforonia nana*. C. Vista dorsal. B. Vista superior

Tabla 72. Abundancia y presencia de las especies de anfibios a lo largo del gradiente altitudinal de Belén.

FAMILIA	ESPECIE	ESTACIONES				
		E1	E2	E3	E4	E5
Hylidae	<i>Dendropsophus labialis</i>	0	0	0	11	11
Craugastoridae	<i>Niceforonia cf. nana</i>	0	0	0	0	1

Tabla 73. Número de especies, individuos y especies únicas de anfibios a lo largo del gradiente altitudinal de Belén.

	Estaciones				
	E1	E2	E3	E4	E5
Especies	0	0	0	1	2

Individuos	0	0	0	11	12
Especies únicas	0	0	0	0	1

Tabla 74. Especies compartidas de anfibios a lo largo del gradiente altitudinal de Belén.

Especies Compartidas	E1	E2	E3	E4
E1	0	0	0	0
E2	0	0	0	0
E3	0	0	0	2
E4	0	0	0	2

Representatividad del muestreo. La curva de rarefacción muestra que las estaciones ubicadas a los E3 y E4 m presenta una estabilización de su curva lo cual indica que para esta zona ya fueron muestreadas la totalidad de especies que pudiesen estar presentes. Las estaciones a E2, E3 y E4 no presentan una curva, debido a que en estos sitios no se encontraron individuos (fig. 152).

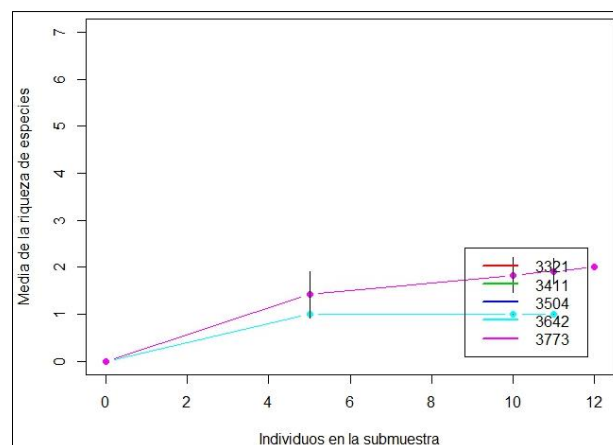


Figura 153. Análisis de rarefacción con la representación del muestreo en las cinco estaciones del gradiente altitudinal en el transecto cuatro.

Patrones de distribución. Las gráficas de distribuciones de las abundancias para las cinco estaciones del transecto de cuatro se acomodan a un modelo de distribución preemption (fig. 154).

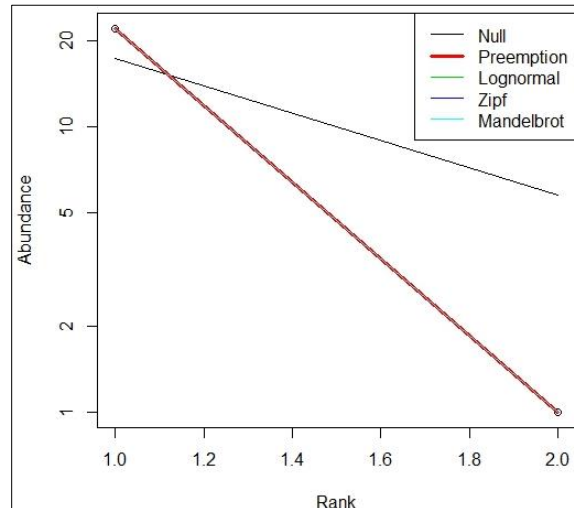


Figura 154. Curva de distribución de abundancias para el gradiente altitudinal del transecto cuatro.

Índices de diversidad. Los índices de Shannon y Simpson muestran que las estaciones son muy parejas y no es posible discriminar algún sitio que presente una mayor diversidad con respecto a las otras estaciones (Tabla 75).

Los índices no paramétricos muestran que ningún estimador alcanzó una curva asintótica, el estimador más bajo fue Bootstrap, mientras que Jackknife 2 presenta un crecimiento inicial altos y el índice ICE presenta el valor más alto de especies, en general los cinco índices coinciden en un valor de riqueza entre 2 y 4 especies. El valor de uniques indica que aún no se han colectado el total de especies presentes en las estaciones y faltan más replicas (fig. 76).

Los índices de Jaccard y Bray-Curtis muestran que todas las estaciones son muy diferentes entre sí (fig. 155).

Tabla 75. Índices de equidad de Shannon y dominancia de Simpson para las estaciones del gradiente altitudinal de Belén.

	E1	E2	E3	E4	E5
Shannon	0	0	0	0	0,29
Simpson	1	1	1	0	0,15

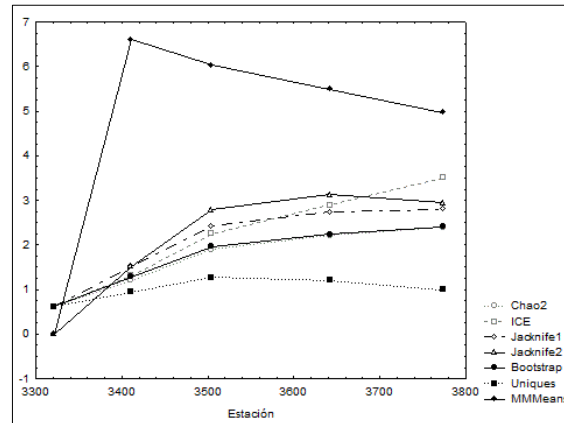


Figura 155. Índices de Chao2, ICE, Jackknife1, Jackknife2, Bootstrap, Uniques y MM para las estaciones del gradiente altitudinal de Belén.

Tabla 76. Índices de Jaccard y Bray-Curtis para evaluar la diversidad beta de las cinco estaciones a lo largo del gradiente altitudinal de Belén.

Jaccard	E1	E2	E3	E4
E1	0	0	0	0
E2	0	0	0	0
E3	0	0	0	0
E4	0	0	0	0

Bray-Curtis	E1	E2	E3	E4
E1	0	0	0	0
E2	0	0	0	0
E3	0	0	0	0
E4	0	0	0	0,96

En los muestreos de herpetofauna llevados a cabo en el transecto cuatro se colectaron 23 individuos distribuidos para la familia Hylidae con 22 *Dendropsophus labialis* y una *Niceforonia* cf. *nana*. La categoría de amenaza se basa según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) consultada en: www.iucnredlist.org. Las especies registradas fueron reportadas en cuatro hábitats, los cuáles fueron bosque, dos coberturas de arbustal, y herbazal.

Las especies registradas son *Niceforonia nana* se encuentra bajo la categoría Datos Deficientes (DD). Sus principales amenazas son la pérdida y degradación del hábitat para el establecimiento de actividades agrícolas, ganadería y plantaciones de bosque de pino (www.amphibiaweb.com), además de una infección reportada por Ruiz & Rueda-Almonacid (2008) y *Dendropsophus labialis* se encuentran bajo la categoría de Preocupación Menor (LC). No se registran amenazas dado su alta capacidad de adaptación a la perturbación de sus hábitats (www.amphibiaweb.com).

Para este transecto la diversidad está representada por las especies *Niceforonia nana* y la especie *Dendropsophus labialis*. Se muestrearon cinco estaciones altitudinales, en las estaciones de herbazal se registraron especies e con 11 individuos (47.82%) y 12 individuos (52.17%) que definieron la riqueza y diversidad para las poblaciones de anfibios a través del transecto.

Diversidad alfa. Con un esfuerzo de muestreo de 80 horas/hombre (dos personas recorriendo cada estación, cada una durante seis horas diurnas y cuatro nocturnas), en el rango altitudinal 3104 y 3773m, se registraron para el transecto dos especies de anfibios distribuidos en 23 individuos, que pertenecen a la familia Craugastoridae y Hylidae. La especie más abundante fue *Dendropsophus labialis* con 22 individuos

En el transecto cuatro, los esfuerzos de muestreo deben ser aumentados y realizados en las épocas secas y de lluvia lo cuál, permitirá obtener un inventario completo de todas las especies presentes. La principal amenaza de este transecto es la tala para el establecimiento de cultivos.

AVIFAUNA

Diversidad alfa. Con un esfuerzo de muestreo de 72 horas de observación y 258 m red, comprendiendo el rango altitudinal entre los 3250 m a los 3750 m, el transecto localizado en el municipio de Belén ocupa el segundo lugar en mayor riqueza observada con 71 especies y una abundancia de 562 individuos. Estas se incluyen dentro de 26 familias, dentro de las cuales las más representativas fueron Thraupidae (15 spp.), Trochilidae (8 spp.) y Tyrannidae (7 spp.). Para el transecto cuatro, las especies más abundantes fueron *Sporaga spinescens* con 66 individuos, seguido por *Turdus fuscater* con 64 individuos, *Anisognathus igniventris* con 40 individuos, *Diglossa humeralis* y *Patagioenas fasciata* con 34 y 31 individuos respectivamente, y *Ochthoeca fumicolor* y *Mecocerculus leucophrys* con 22 y 21 individuos respectivamente.

Estación 1 (E1). Con una representatividad de muestreo del 82 al 88%, para la presente estación se registran 47 especies y 269 individuos dentro de 18 familias de aves (tabla 77, fig. 156). Las familias más representativas fueron Thraupidae (11 spp.), Tyrannidae (7 spp.) y Trochilidae (6 spp.) (fig. 156). Las especies más abundantes fueron *S. spinescens* y *O. murina* con 60 y 20 individuos, respectivamente. Se resalta el registro del carpintero *C. pollens*, el más grande para este rango altitudinal y el de *C. pyrrhophrys*, especie poco común y difícil de observar debido a su comportamiento silencioso; lo que hace que la mayoría de veces pase desapercibido. Además estas son especies de primer registro para este estudio. Finalmente, se observó condición reproductiva de *L. lacrymiger* (fig. 159 C-F), el cual anida en cavidades de árboles.

Estación 2 (E2). Con una representatividad de muestreo del 79-90%, se registran 37 especies y 235 individuos dentro de 18 familias de aves para la presente

estación (tabla 77, fig. 156). Las familias más representativas fueron Thraupidae (9 spp.) y Trochilidae (7 spp.) (fig. 156). Las especies más abundantes fueron *T. fuscater* con 38 individuos, *A. igniventris* con 29 individuos, y *P. fasciata* y *D. humeralis* con 24 y 23 especies, respectivamente. Dentro de los registros de importancia, se destaca a *P. montagnii* y *A. rubrocristatus* como especies que requieren de vegetación de gran porte para el establecimiento de sus poblaciones y a *E. cupreiventris* como especie poco común, casi endémica y casi amenazada (fig. 159).

Estación 3 (E3). Con una representatividad de muestreo del 69-85%, se registran 22 especies y 58 individuos dentro de 15 familias de aves para la presente estación (tabla 77, fig. 156). La familia más representativa fue Thraupidae (5 spp.) (fig. 156). La especie más abundante fue *T. fuscater* con 10 individuos y *O. fumicolor* con ocho individuos. Se registró el esqueleto de un pato, *A. andium*, a las orillas de uno de los cuerpos de agua a 3700 m (fig. 159).

Los índices de Simpson y Shannon evidenciaron una dominancia y equitatividad de especies similar entre las tres estaciones, particularmente entre las estaciones uno y dos (tabla 77). En efecto, el análisis de varianza evidenció que la dominancia entre las tres estaciones es semejante, sin que haya diferencias significativas (D: $F=0.88$, $p>0.1$). En contraste, la equitatividad fue muy diferente entre la estación tres frente a las estaciones uno y dos (H: $F=18.59$, $p<0.01$). En efecto, las curvas de rango-abundancia reflejan comparativamente que, aunque en las tres estaciones dominan especies similares, la estación tres es menos equitativa, reflejada a través de una curva con mayor pendiente (fig. 158).

Tabla 77. Representatividad del muestreo para las estaciones del transecto cuatro, en el municipio de Belén, Boyacá. Los valores observados se compararon con los estimadores Singletons, ACE, Chao 1 y Bootstrap.

Estación	Especies observadas	Representatividad			Indices	
		ACE Mean (%)	Chao 1 Mean (%)	Bootstrap (%)	Simpson (D)	Shannon (H)
E1	47	82	84	88	0.93	3.22
E2	37	79	81	90	0.93	3.03
E3	22	69	78	85	0.91	2.75

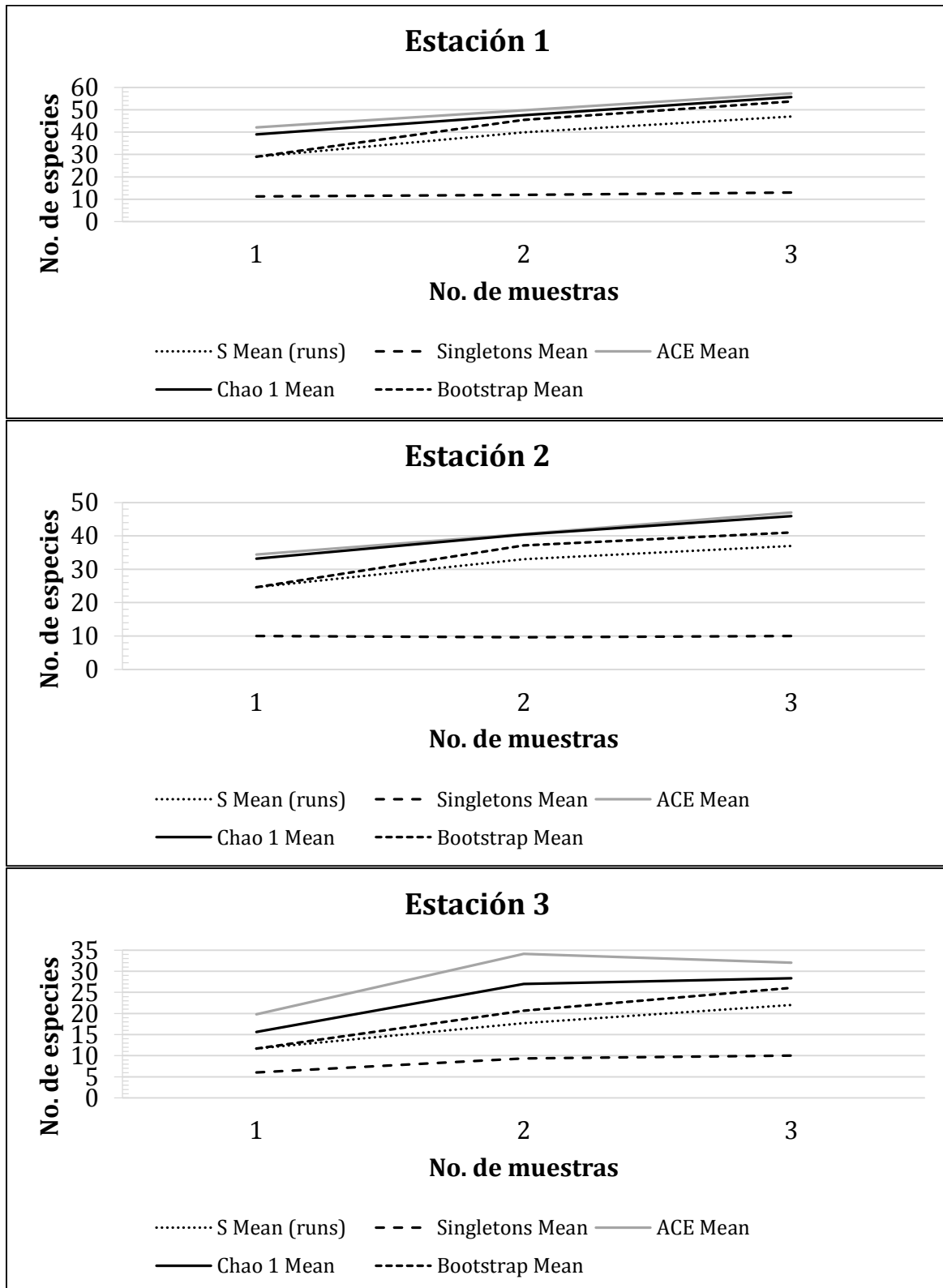


Figura 156. Curvas de acumulación de especies de aves de las estaciones estudiadas en el transecto cuatro. El número de muestras corresponde al número de puntos de conteo por estación. Los valores de especies observadas son comparados con los estimadores Singleton, ACE y Chao 1.

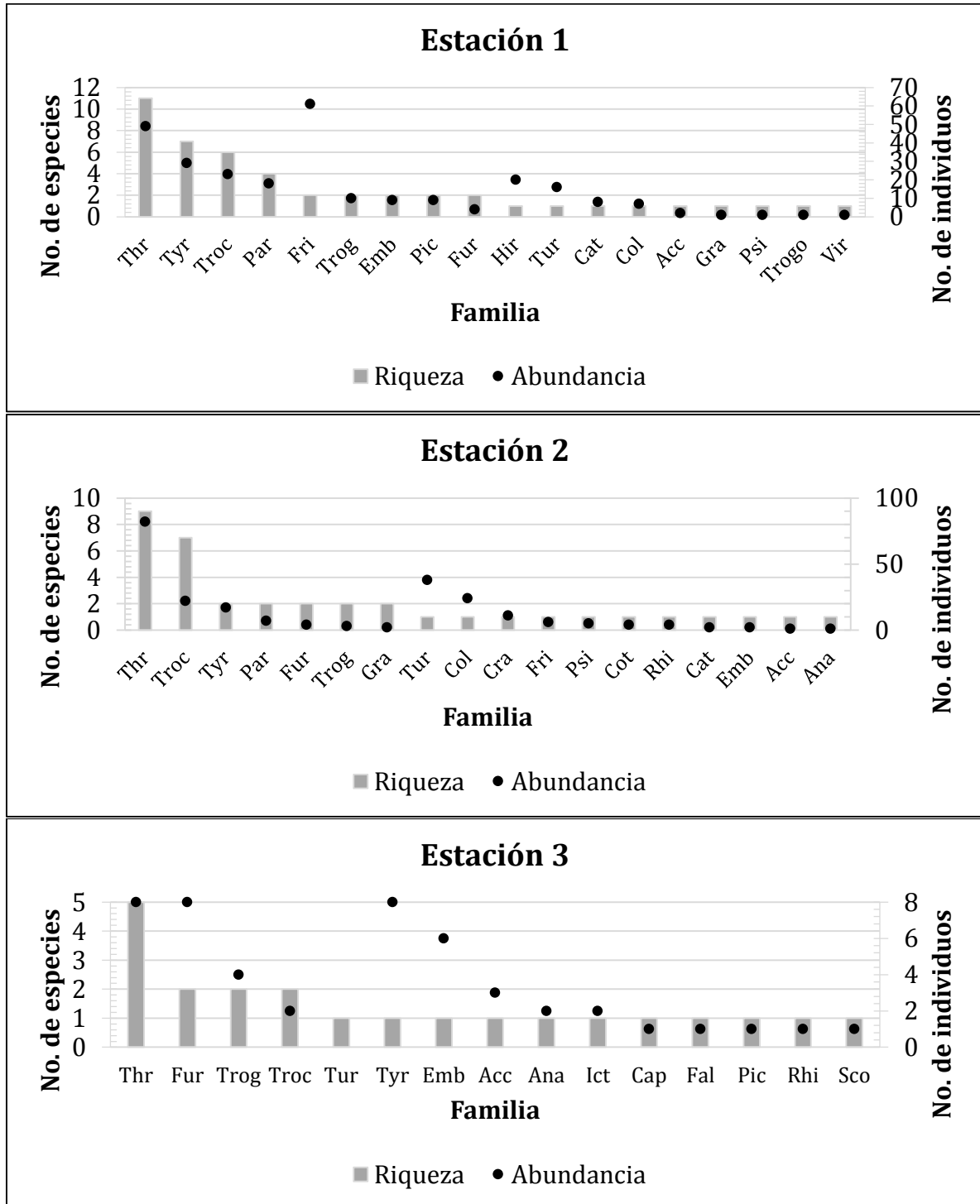


Figura 157. Composición de especies e individuos por familias de las aves registradas en el transecto cuatro.

Thr, Thraupidae; Troc, Trochilidae; Tyr, Tyrannidae; Par, Parulidae; Emb, Emberizidae; Fur, Furnariidae; Ict, Icteridae; Pic, Picidae; Trog, Troglodytidae; Psi, Psittacidae; Acc, Accipitridae; Col, Columbidae; Hir, Hirundinidae; Fri, Fringillidae; Gra, Grallariidae; Rhi, Rhinocryptidae; Cat, Cathartidae; Fal, Falconidae; Cot, Cotingidae; Tur, Turdidae; Cra, Cracidae; Trogo, Trogonidae; Cap, Caprimulgidae; Sco, Scolopacidae; Ana, Anatidae; Vir, Virionidae.

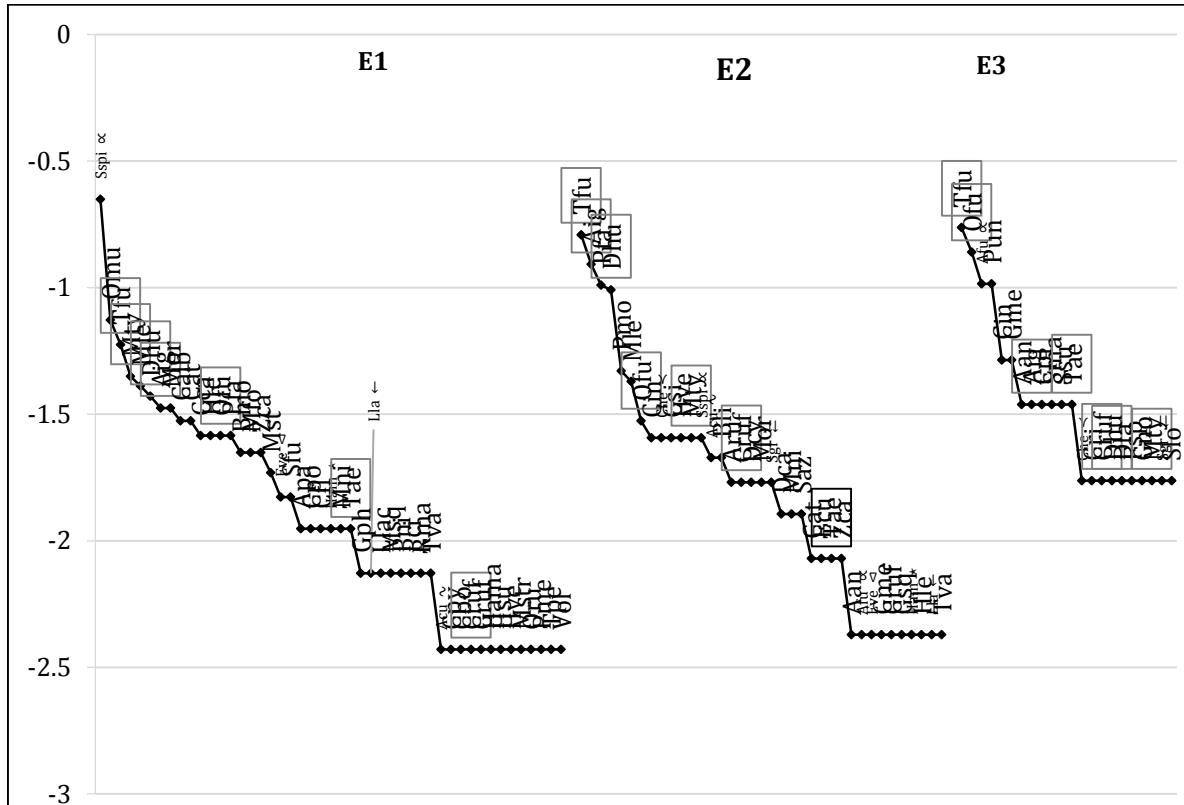


Figura 158. Curva de rango-abundancia para las tres estaciones del transecto cuatro de Belén.

Sporaga spinescens, Sspi, *Orochelidon murina*, Omu, *Turdus fuscater*, Tfu, *Metallura tyrianthina*, Mty, *Mecocerculus leucophrys*, Mle, *Diglossa humeralis*, Dhu, *Anisognathus igniventris*, Aig, *Myioborus ornatus*, Mor, *Conirostrum albifrons*, Calb, *Coragyps atratus*, Cat, *Chlorospingus canigularis*, Cca, *Henicorhina leucophrys*, Hle, *Ochthoeca fumicolor*, Ofu, *Patagioenas fasciata*, Pfa, *Buthraupis montana*, Bmo, *Melanerpes formicivorus*, Mfo, *Zonotrichia capensis*, Zca, *Mecocerculus stictopterus*, Mst, *Eriocnemis vestita*, Eve, *Setophaga fusca*, Sfu, *Atlapetes pallidinucha*, Apa, *Campephilus pollens*, Cpo, *Chlorospingus flavopectus*, Cfl, *Heliangelus amethysticollis*, Ham, *Myiothlypis nigrocrystata*, Mni, *Troglodytes aedon*, Tae, *Geothlypis philadelphia*, Gph, *Lafresnaya lafresnayi*, Lla, *Lepidocolaptes lacrymiger*, Llac, *Margarornis squamiger*, Msq, *Phyllomyias nigrocapillus*, Pni, *Pyrrhomyias cinnamomeus*, Pci, *Rupornis magnirostris*, Rma, *Tangara vassorii*, Tva, *Aglaeactis cupripennis*, Acu, *Chlorophonia pyrrhophrys*, Cpy, *Coeligena bonapartei*, Cbo, *Conirostrum rufum*, Cruf, *Grallaria ruficapilla*, Gruf, *Hapalopsittaca amazonina*, Hama, *Hemispingus superciliaris*, Hsu, *Hemispingus verticalis*, Hve, *Myiotheretes striaticollis*, Mstr, *Ochthoeca rufipectoralis*, Oru, *Pipraeidea melanonota*, Pme, *Trogon personatus*, Tpe, *Vireo olivaceus*, Vol, *Chalcostigma heteropogon*, Che. Especies que mantienen en todas o casi todas las estaciones sus valores de dominancia. ↓ *Lafresnaya lafresnayi*, Lla, ↓↓ *Scytalopus griseicollis*, Sgr, < *Eriocnemis vestita*, Eve, * *Heliangelus amethysticollis*, Ham, ~ *Aglaeactis cupripennis*, Acu, α *Sporaga spinescens*, Sspi, < *Chalcostigma heteropogon*, Che, □ *Turdus fuscater*, Tfu, *Metallura tyrianthina*, Mty, *Diglossa humeralis*, Dhu, *Troglodytes aedon*, Tae, *Anisognathus igniventris*, Aig, *Conirostrum rufum*, Cruf.



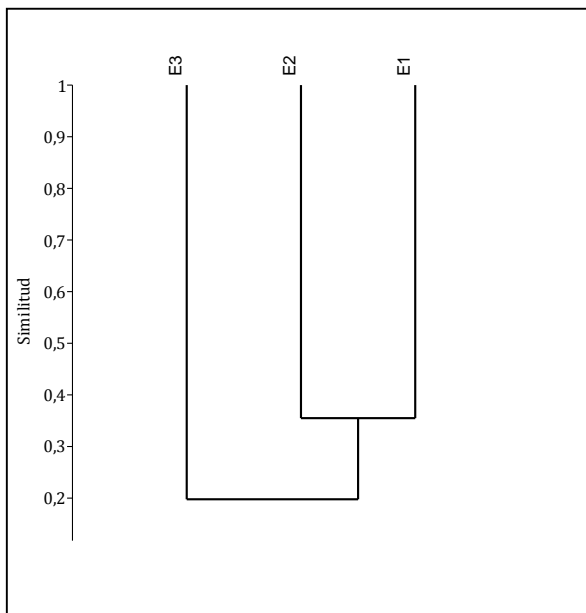
Figura 159. Especies de aves observadas en el transecto cuatro (Belén-Boyacá).

A. Vista lateral de *Asthenes fuliginosa* (Furnariidae). B. Vista lateral de *Conirostrum rufum* (Thraupidae). C. Vista postero-lateral de *Diglossa humeralis* (Thraupidae). D. Observación de *Hemispingus verticalis* (Thraupidae) en arbustal. E. Vista lateral de *Atlapetes pallidnucha* (Emberizidae). Vista frontal de *Chlorospingus canigularis* (Emberizidae). D. Observación de *Trogon personatus* (Trogonidae) en sotobosque de un bosque de roble. E. Vista lateral de *Anisognathus igniventris* (Thraupidae). F. Observación de *Lepidocolaptes lacrymiger* (Furnariidae), en un árbol rodeado por una matriz de pastizal.

Diversidad beta. El análisis de complementariedad reveló que el número de especies compartidas entre las estaciones es bajo, indicando que existe un alto porcentaje de disimilitud entre cada estación, particularmente entre la estación tres frente a las estaciones uno y dos (Tabla 78). En contraste, el índice de similitud de Jaccard muestra una relación entre las dos primeras estaciones, conteniendo especies en su mayoría distintas a las encontradas en la estación tres (fig. 160). Sin embargo, la mayor similitud encontrada (entre estaciones uno y dos), esta soportada únicamente por el 35 % de los datos.

Tabla 78. Índice de complementariedad de especies entre las estaciones del transecto cuatro, Belén, Boyacá, de acuerdo a Villareal *et al.* (2006).

Belén	E1	E2	E3
E1		64.5	86.9
E2	64.5		71.7
E3	86.9	71.7	



Jaccard	E1	E2	E3
E1	1	0.35	0.11
E2	0.35	1	0.28
E3	0.11	0.28	1

Figura 160. Diagrama de Similitud entre las estaciones del transecto cuatro (Belén- Boyacá). Se tabulan los datos calculados a partir del índice de Jaccard.

La diversidad encontrada en cada una de las estaciones del transecto cuatro, refleja a comunidades típicas de zonas altoandinas, en las cuales las familias mejor representadas son Thraupidae, Trochilidae, Tyranidae (Andrade *et al.* 1993, Stiles & Rosselli 1998, Cuervo *et al.* 2008). Cada una de las estaciones estudiadas tuvo una alta representatividad de muestreo (> 80 %), por lo que la caracterización se considera como óptima (Pineda & Halffter 2003, Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona 2008). Sin embargo, algunos factores como clima o estacionalidad pueden afectar la distribución altitudinal de las especies, por lo que se sugiere realizar muestreos adicionales en épocas distintas del año para ver si los datos varían y tomar mejores decisiones.

En este transecto, fue posible observar a través de los índices de diversidad local, que a medida que se ascendía altitudinalmente disminuía la diversidad, tal como se ha registrado para otros grupos de vertebrados (Lomolino 2001). A lo largo del gradiente altitudinal se observó un patrón marcado, que evidencia el límite en cambio en diversidad, soportado a través de la diversidad alfa y beta. En efecto, este límite parece establecerse a partir de los 3450 m, punto en el cual el recambio de especies y la equitatividad cambian, siendo estos parámetros similares entre los 3250 y los 3450 m. En contraste, alrededor de los 3750 m, la diversidad es muy distinta.

Sin embargo, es de resaltar el alto grado de fragmentación en el que se encuentra el área de estudio y su potencial efecto sobre las especies que aún se mantienen. Se destaca la presencia de especies en algún estado de amenaza como *H. amazonina*, actualmente considerada vulnerable (BirdLife International 2012, Renjifo *et al.* 2014), y la cual fue observada alrededor de los 3250 m. Otras especies con distribución restringida son los colibríes *C. bonapartei* y *E. cupreovertris*, casi endémicas, afectadas por la destrucción del hábitat (Stotz *et al.* 1996, BirdLife International 2014). En particular, esta última especie hasta hace poco considerada como casi amenazada (Renjifo *et al.* 2002, BirdLife International 2012), en el presente estudio fue observada en asociación con bosques de *Polylepis quadrijuga*, la cual es una especie vegetal diezmada por la fragmentación (Vélez *et al.* 1998) y localizada alrededor de los 3450 m. Por lo tanto, es necesario evaluar los factores asociados al gradiente altitudinal (Kattan & Franco 2004), que pueden estar afectando la diversidad de especies, entendiéndose esta como la relación entre las poblaciones y sus ecosistemas (Brown 2001).

Por lo tanto, aunque los datos sugieren que a los 3450 m, en el presente transecto, ocurre un cambio en la diversidad alfa y beta, y que este punto puede ser tomado como franja de delimitación del área de páramo, es necesario evaluar los factores ecológicos, tales como la competencia y las interacciones depredador-presa, así como la heterogeneidad y la estructura del hábitat, para dar un mejor concepto que determine la diversidad de especies. Por lo tanto, para salvaguardar aquellas especies en estado de amenaza, tanto animales como vegetales, incluyendo los fragmentos de bosque de *Q. humboldtii* y de *P. quadrijuga*, se propone que el límite se establezca a partir de los 3250 m. Así, a partir de este punto se establecería una zona de amortiguación para la protección de las especies en la zona de transición bosque-páramo.

TRANSECTO CINCO, RUSIA-VIROLÍN

Departamento de Boyacá, municipio de Duitama, vereda El Carmen. El transecto se localiza en el corredor de Robles del complejo Guantiva – La Rusia, en el flanco Occidental de la cordillera Oriental; en general, el clima es humedad con precipitación media anual de 1900 mm con régimen bimodal (febrero-Junio, septiembre-diciembre) y temperatura media anual de 12.1°C. Cercano al transecto

realizado se encuentran vertientes como el río Guillermo y más lejanas las quebradas Chontales Alto y El Venado que hacen parte de la cuenca del río Suárez (Castaño-Uribe & Cano 1998).

En la zona se identificaron intervenciones humanas tales como sistemas productivas (cultivo de papa), ganadería intensiva y extensiva, así como una vía intermunicipal de segundo orden que comunica a los municipios de Duitama (Boyacá) con Encino y Charalá (Santander). Las estaciones realizadas se ubicaron contiguo al Santuario de Fauna y Flora Guanenta Alto Río Fonce, que dada la figura de protección permite en su zona de amortiguación la presencia de una franja de bosque de roble (*Quercus humboldtii*) que ha impedido presiones humanas en el santuario. En este transecto se realizaron cuatro estaciones de vegetación distribuidas entre 3265 y 3615 m de elevación, según la fisonomía identificada para la estación uno la formación vegetal corresponde a bosque, dos y tres a arbustos y cuatro a macollas y rosetas. A continuación, se presenta una panorámica del área y una tabla con la información de cada estación evaluada (fig. 161, Tabla 79).



Figura 161. Vista panorámica del área de estudio transecto El páramo de La Rusia, ruta La Rusia-Virolín Boyaca-Santander. A. vista de fondo del complejo en general; B. Áreas en vistas panorámicas; C. Vista de las zonas aledañas a la vía; D. Áreas del páramo de la Rusia.

Tabla 79. Localización de las estaciones evaluadas en el transecto cinco.

Estación	Parcela	Altitud (m)	Coordenadas N	Coordenadas W	Tipo de Vegetación
1	1	3286	5° 56' 59,3"	73° 6' 36,4"	Bosque
	2	3272	5° 57' 1,4"	73° 6' 35,6"	
	3	3265	5° 56' 34,8"	73° 6' 44,8"	
2	1	3400	5° 56' 39,2"	73° 6' 20,8"	Arbustos
	2	3412	5° 56' 38,4"	73° 6' 18,8"	
	3	3434	5° 56' 36,7"	73° 6' 21,1"	
3	1	3490	5° 56' 27,9"	73° 6' 9,6"	Arbustos
	2	3491	5° 56' 27,39"	73° 6' 6,91"	
	3	3512	5° 56' 28,6"	73° 6' 4,7"	
4	1	3593	5° 56' 20,4"	73° 5' 50,4"	Herbazal
	2	3607	5° 56' 21,8"	73° 5' 49"	
	3	3615	5° 56' 23,2"	73° 5' 44,3"	

VASCULARES

ANÁLISIS POR ESTACIÓN

ESTACIÓN UNO. En este sector se registraron 62 especies, distribuidas en 48 géneros y 34 familias. Las familias más diversas son Orchidaceae con cinco géneros y siete especies, seguido de Ericaceae (4/5), Asteraceae (4/4) y Araliaceae (2/3) (Tabla 80). Del total de familias identificadas, el 58,82% (20) están representadas con una especie.

Tabla 80. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación uno.

Familia	No. Géneros	No. Especies
Orchidaceae	5	7
Ericaceae	4	5
Asteraceae	4	4
Araliaceae	2	3
Araceae	1	3
Dryopteridaceae	1	3
Melastomataceae	1	3
Polypodiaceae	2	2
Rosaceae	2	2
Rubiaceae	2	2
Alstroemeriaceae	1	2
Clusiaceae	1	2
Cunoniaceae	1	2

Poaceae	1	2
---------	---	---

Los géneros más diversos son *Anthurium*, *Elaphoglossum* y *Miconia* con tres especies cada uno, *Bomarea* y *Chusquea* con dos respectivamente (Tabla 81). Del total de géneros identificados, el 77,08% (37) están representados con una especie.

Tabla 81. Géneros con la mayor riqueza de especies de la estación dos.

Género	No. Especies
<i>Anthurium</i>	3
<i>Elaphoglossum</i>	3
<i>Miconia</i>	3
<i>Bomarea</i>	2
<i>Chusquea</i>	2
<i>Clusia</i>	2
<i>Masdevallia</i>	2
<i>Schefflera</i>	2
<i>Stellis</i>	2
<i>Vaccinium</i>	2
<i>Weinmannia</i>	2

Forma de crecimiento. La forma arbustillo presenta la mayor abundancia con el 34,17%, seguido de las hierbas con 28,60%. Los árboles representan el 8,86%, las hierbas postradas y rosetas basales son los menos dominantes con el 0,50% (figs. 162 y 163).

Según valores de cobertura la categoría árbol presenta el mayor valor con el 83,51%, seguido de los arbolitos (10,44%) y los arbustos (4%). Lo anterior, permite definir la fisonomía de la cobertura vegetal que predomina en la estación uno, es de tipo bosque con abundancia de hierbas y arbustos.

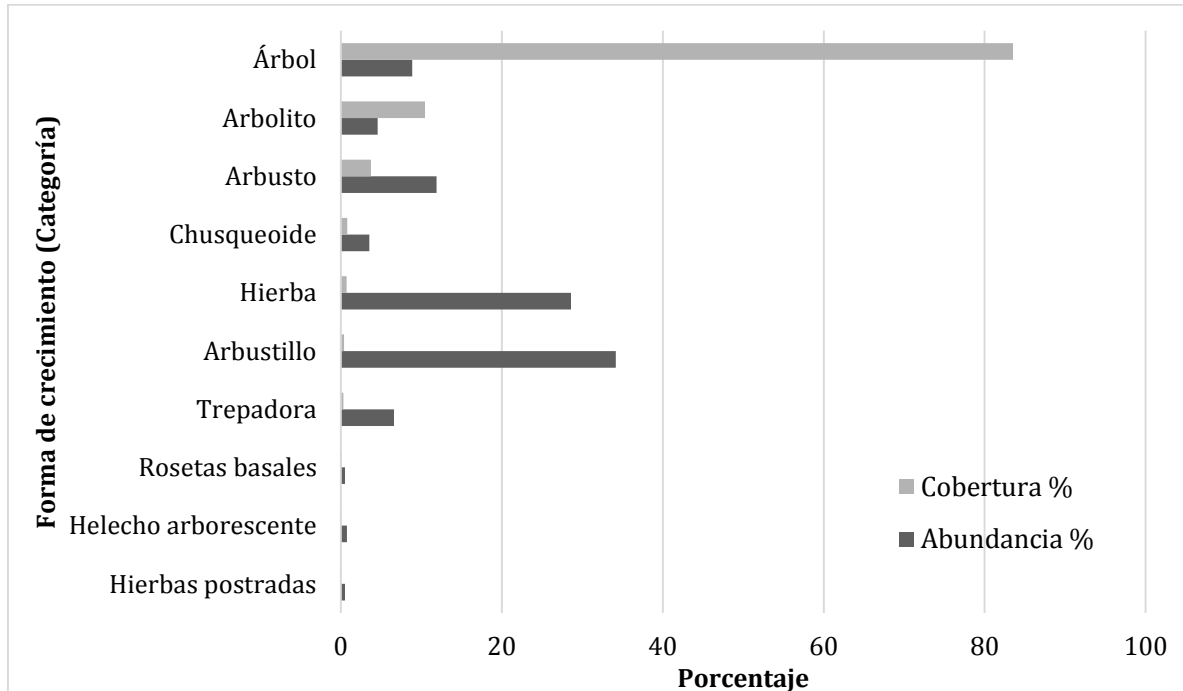


Figura 162. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación uno.

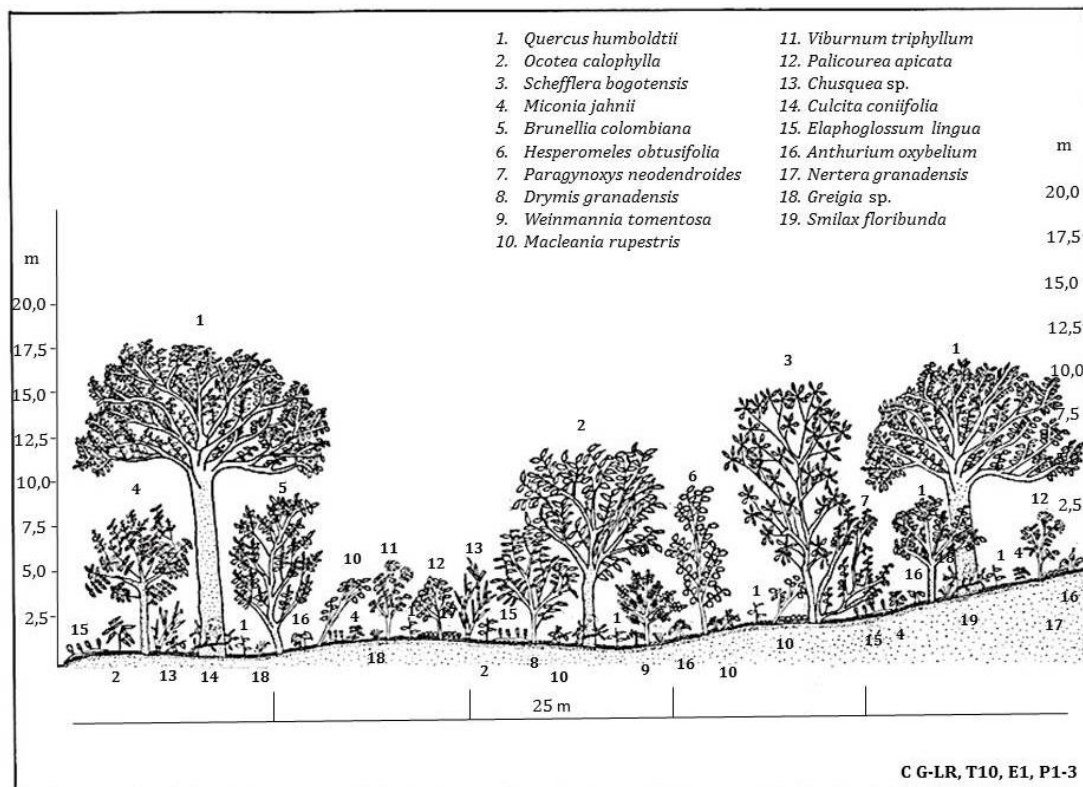


Figura 163. Perfil de vegetación de la estación uno, en el transecto Rusia-Virolín.

Índice de valor de importancia (IVI). Los parámetros estructurales que definen la dominancia en la estación son el área basal y la abundancia relativa; sin embargo, del total de especies leñosas identificadas *Quercus humboldtii* es la más

dominante, debido a que presenta el mayor valor de área basa (exhibe mayor biomasa) y abundancia (mayor número de individuos). *Ocotea calophylla* presenta importancia biológica por la madera y categoría de amenaza, y es dominante por los valores de área basal (fig. 164).

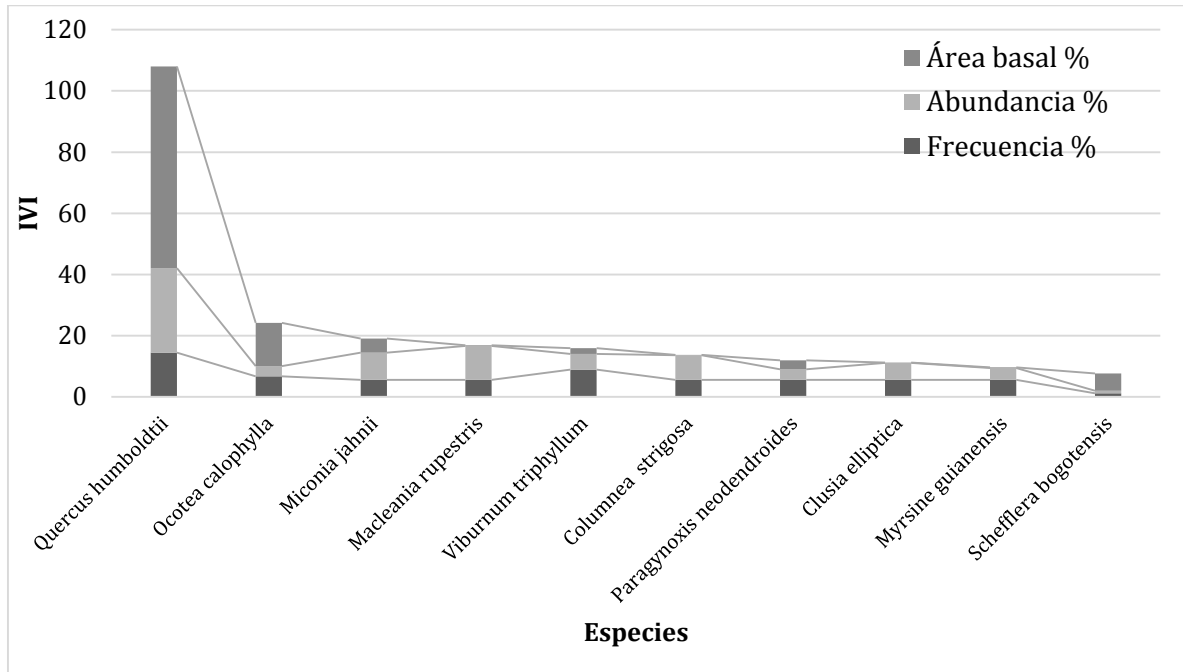


Figura 164. Especies con los mayores valores de IVI en la estación uno.

ESTACIÓN DOS. En total se registran 61 especies, distribuidas en 51 géneros y 34 familias. Las familias más diversas son Asteraceae con cinco géneros y ocho especies, seguido de Ericaceae (6/6), Melastomataceae (4/6) y Myrsinaceae (1/3) (Tabla 82). Del total de familias determinadas, el 64,70% están representadas con una especie.

Tabla 82. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación dos.

Familia	No. Géneros	No. Especies
Asteraceae	5	8
Ericaceae	6	6
Melastomataceae	4	6
Myrsinaceae	1	3
Apiaceae	2	2
Clusiaceae	2	2
Cyperaceae	2	2
Rosaceae	2	2
Rubiaceae	2	2
Aquifoliaceae	1	2
Dryopteridaceae	1	2
Symplocaceae	1	2

Los géneros más diversos son *Ageratina*, *Miconia* y *Myrsine* con tres especies cada una y *Elaphoglossum* con dos especies. Del total de géneros determinados el 87,09% (27) están representados con una especie (Tabla 83).

Tabla 83. Géneros con la mayor riqueza de especies de la estación dos.

Género	No. Especies
<i>Ageratina</i>	3
<i>Miconia</i>	3
<i>Myrsine</i>	3
<i>Elaphoglossum</i>	2
<i>Ilex</i>	2
<i>Pentacalia</i>	2
<i>Symplocos</i>	2

Forma de crecimiento. La forma arbórea presentó la mayor abundancia con el 85,59%, de estas, la categoría arbustillo presentó el mayor número de individuos con el 52,57%, seguido de los arbustos con 31.38% (fig. 165). Los arbustos presentaron el mayor cobertura (70,20%), seguido de los arbustillos (16.05%); este resultado determina que la cobertura vegetal dominante es de tipo arbustal con individuos menores a un metro de altura asociados a macollas y rosetas basales. Por lo anterior, esta formación vegetal se ajusta a las características fisionómicas de un páramo bajo.

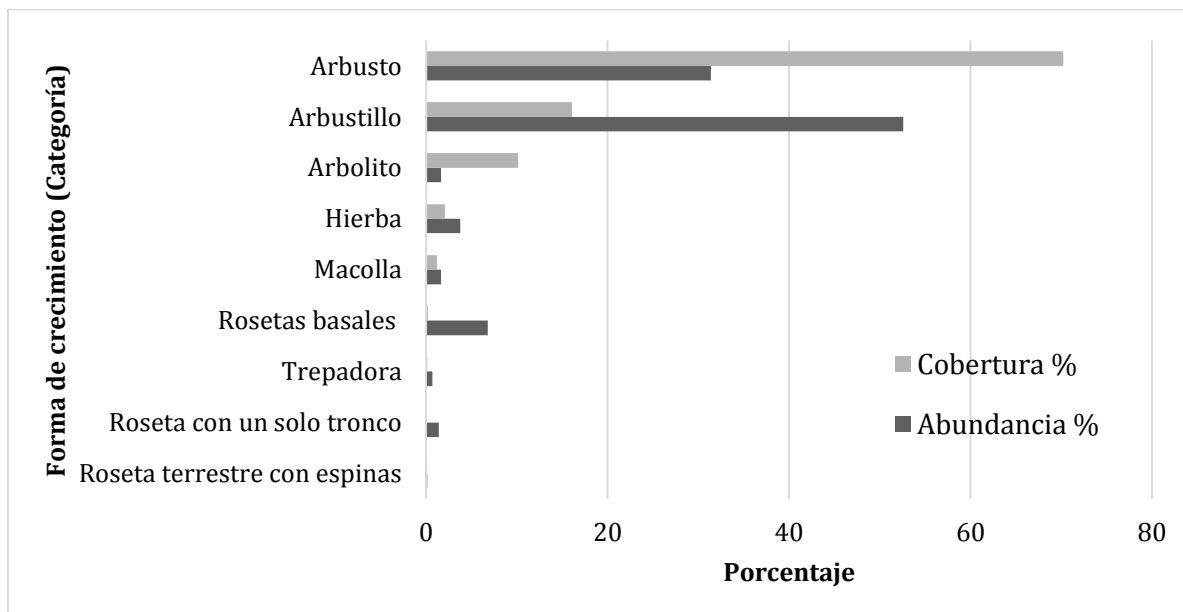


Figura 165. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación dos.

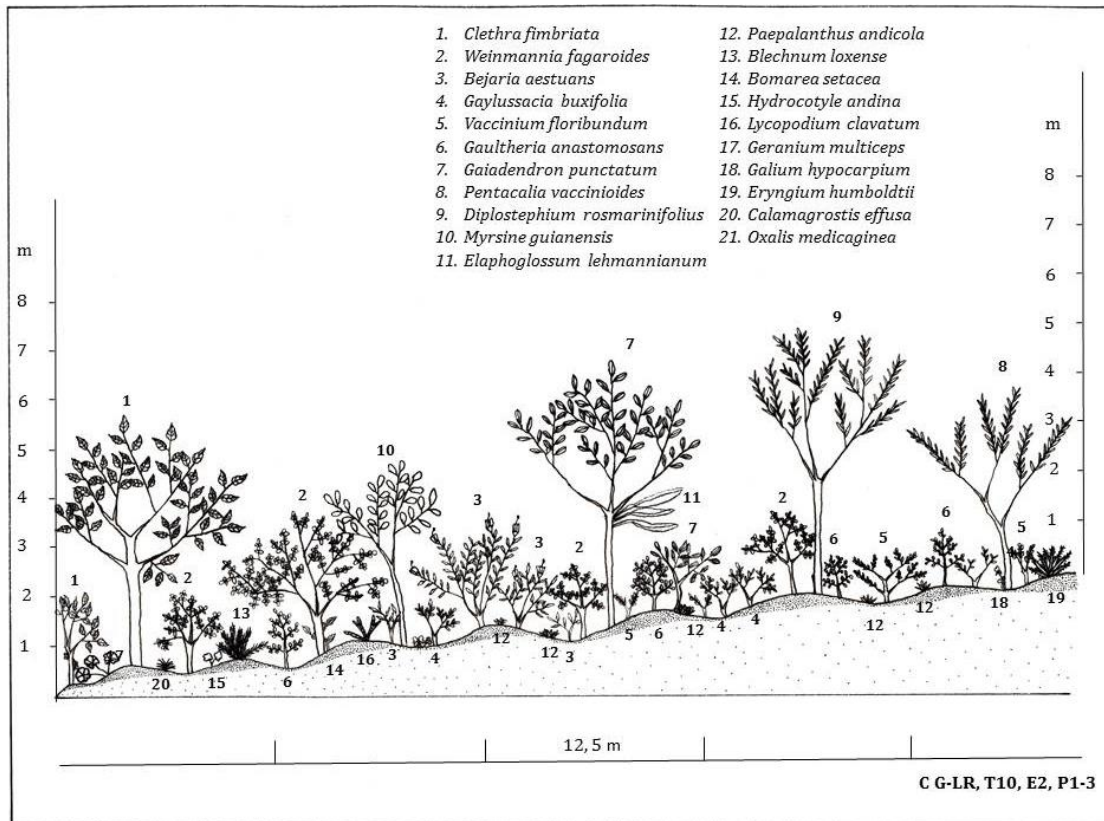


Figura 166. Perfil de vegetación de la estación dos, del transecto cinco, Rusia-Virolín.

Índice de valor de importancia (IVI). Los parámetros estructurales que explican la dominancia en la estación evaluada son la abundancia y el área basal. Del total de especies leñosas las más dominantes por altos valores de área basal son *Clethra fimbriata*, *Weinmannia fagaroides*, *Bejaria aestuans* y *Gaiadendron punctatum*, aunque las tres primeras también dominan por presentar el mayor número de individuos junto con *Gaylussacia buxifolia*, *Vaccinium floribundum* y *Gaultheria anastomosans*.

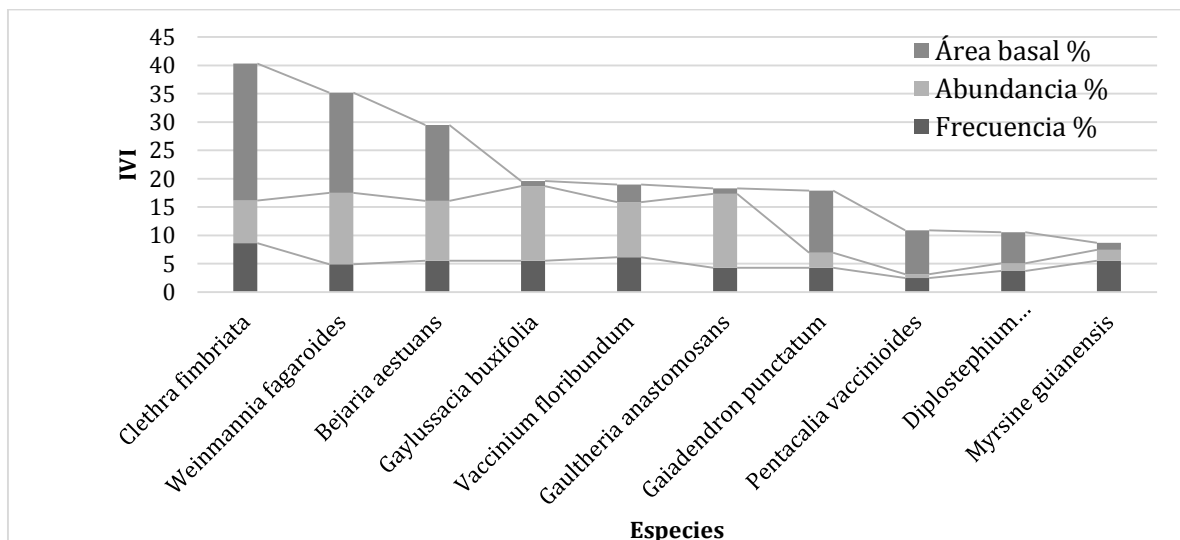


Figura 167. Especies con los mayores valores de IVI en la estación dos.

ESTACIÓN TRES. Se determinaron 50 especies distribuidas en 44 géneros y 23 familias. Las familias más diversas son Asteraceae con siete géneros y ocho especies, seguido de Ericaceae con siete géneros y siete especies (Tabla 84). El 60,86% de las familias presentan una sola especie. Los géneros más diversos son *Arcytophyllum*, *Cortaderia*, *Hesperomeles*, *Miconia*, *Pentacalia* y *Weinmannia* con dos especies cada uno. Del total de géneros identificadas, el 86.36% (38) están representados con una especie.

Tabla 84. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación tres.

Familia	No. Géneros	No. Especies
Asteraceae	7	8
Ericaceae	7	7
Poaceae	4	5
Melastomataceae	3	4
Rosaceae	3	4
Cyperaceae	2	2
Lycopodiaceae	2	2
Cunoniaceae	1	2
Rubiaceae	1	2

Forma de crecimiento. Los estratos leñosos (arbusto y arbustillos) corresponden a las formas de crecimientos representativas en abundancia y en cobertura. Los arbustillos presentan la mayor cobertura con el 46,03%, seguido de los arbustos con 42,86%. Respecto a la abundancia, los arbustillos predominan con el 78,85%, seguido de los arbustos con el 9,43%. Este resultado determina que la fisonomía de la cobertura vegetal es de tipo arbustal con individuos en macollas y roseta con un solo tronco (figs. 168 y 169).

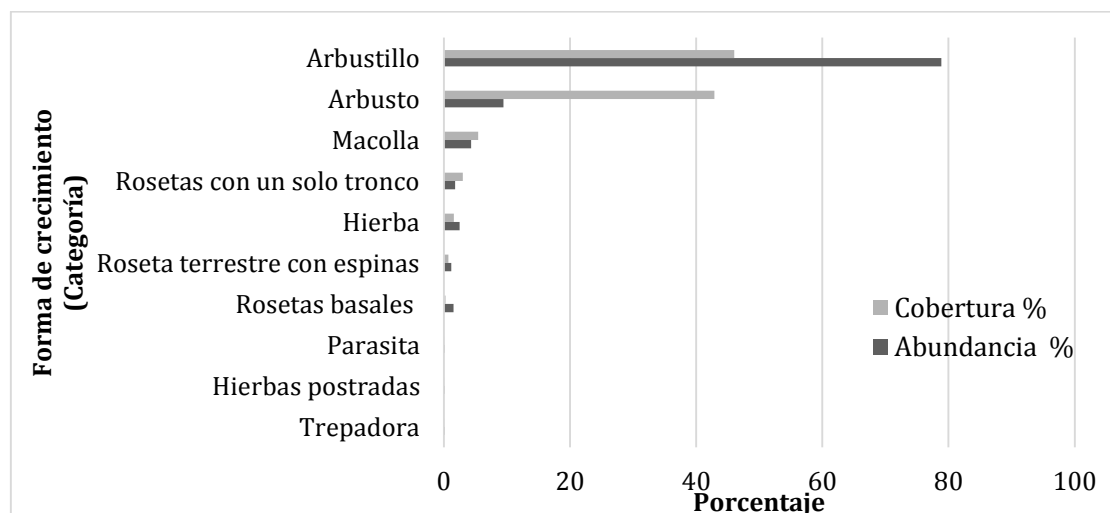


Figura 168. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura en la estación tres.

Índice de valor de importancia (IVI). En general, el parámetro estructural que define la dominancia de la comunidad vegetal evaluada es la abundancia; sin embargo, la especie *Weinmannia fagaroides* corresponde a la de mayor dominancia debido a que presenta el mayor valor de área basal y abundancia, seguida de *Clethra fimbriata* que presenta un alto valor de área basal, las restantes especies son representativas por ser abundantes (fig. 170).

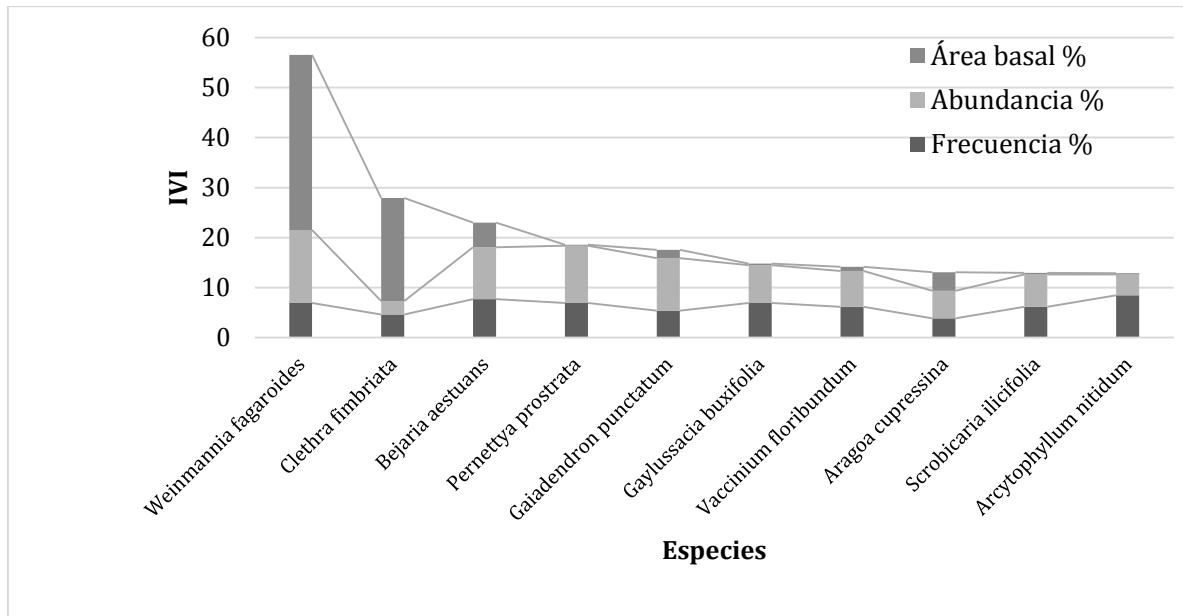


Figura 169. Especies con los mayores valores de IVI en la estación tres.

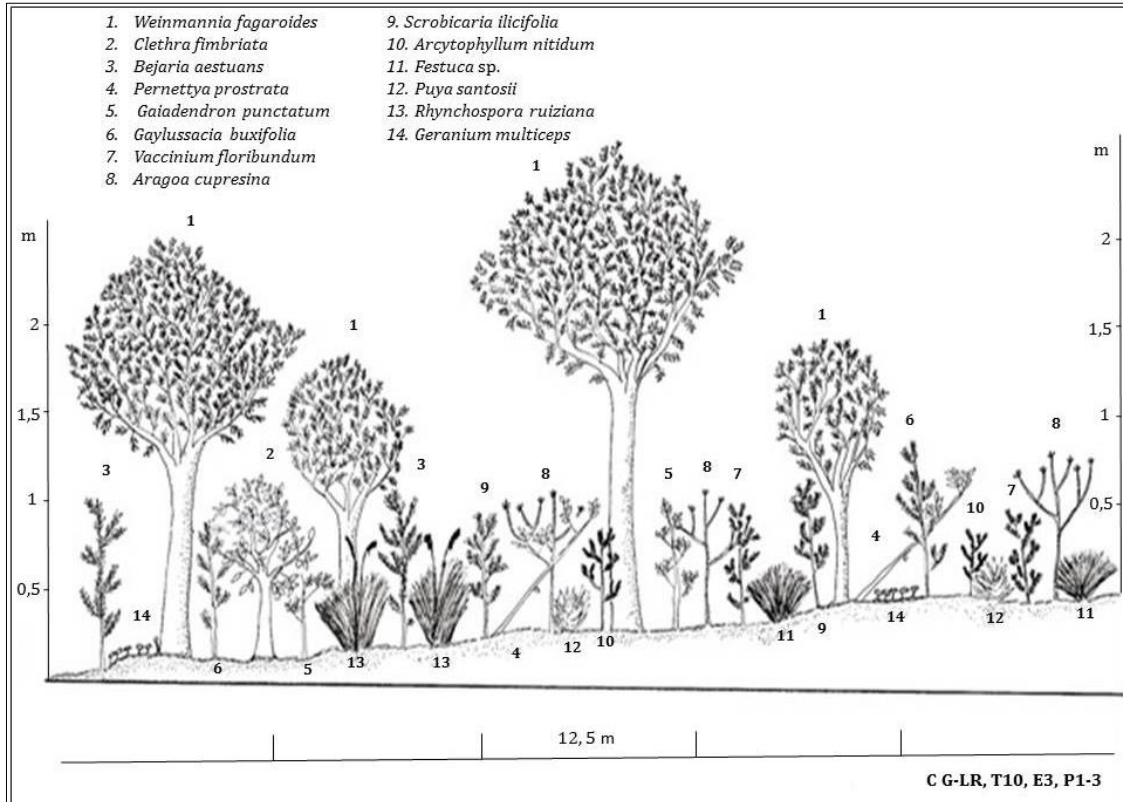


Figura 170. Perfil de vegetación de la estación tres del transecto cinco, Rusia-Virolín.

ESTACIÓN CUATRO. Se determinaron 38 especies distribuidas en 31 géneros y 20 familias. Las familias más diversas son Ericaceae con tres géneros y seis especies, Asteraceae (4/5), Poaceae (3/3) y Gentianaceae (2/3) (Tabla 85). Del total de familias, el 55% están representadas con una especie. Los géneros más diversos son *Gaultheria* con tres especies, seguido de *Achyrocline*, *Arcytophyllum*, *Halenia*, *Hypericum* y *Vaccinium* con dos especies respectivamente. Del total de géneros determinados, el 80,64% (25) están representados con una especie.

Tabla 85. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación cuatro.

Familia	No. Géneros	No. Especies
Ericaceae	3	6
Asteraceae	4	5
Poaceae	3	3
Gentianaceae	2	3
Cyperaceae	2	2
Melastomataceae	2	2
Scrophulariaceae	2	2
Clusiaceae	1	2
Rubiaceae	1	2

Forma de crecimiento. La categoría roseta basal presenta la mayor abundancia con el 42,14%, seguido de arbustillos con 36,16% (figs. 171 y 172). Al analizar la forma de crecimiento según los valores de cobertura, se registra que la categoría macolla, presenta el mayor valor con el 32,30%, seguido de arbustillo (23,46%) y chusqueoide (14,86%). Lo anterior, permite definir que la fisonomía de la cobertura vegetal que predomina en la estación cuatro, es de herbazales con la presencia de individuos leñosos que no superan un metro de altura.

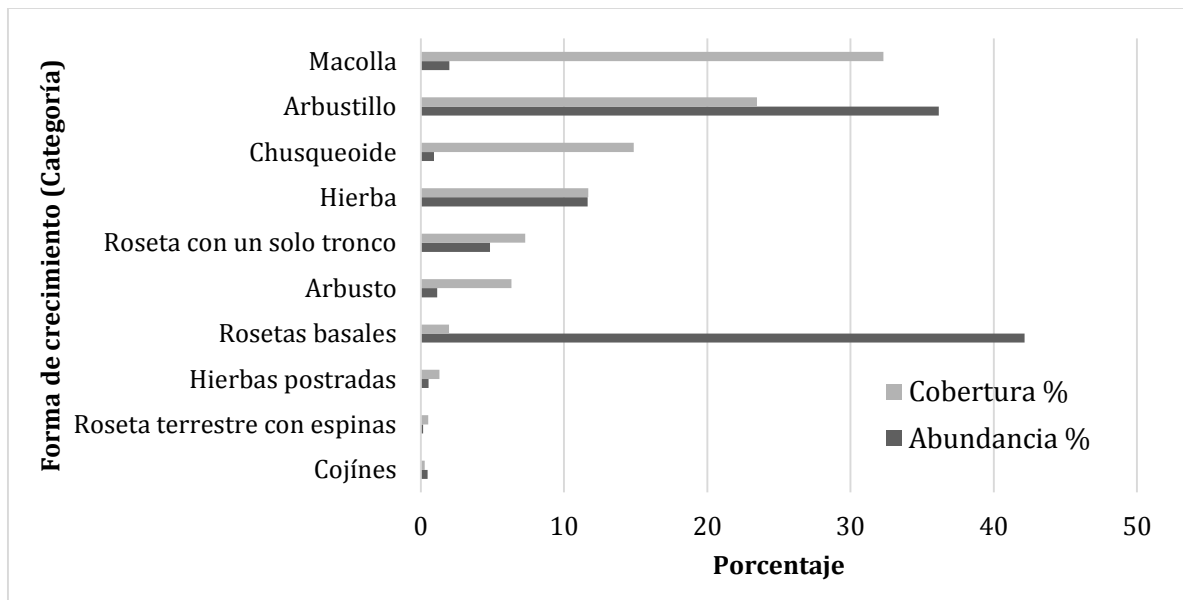


Figura 171. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación cuatro.

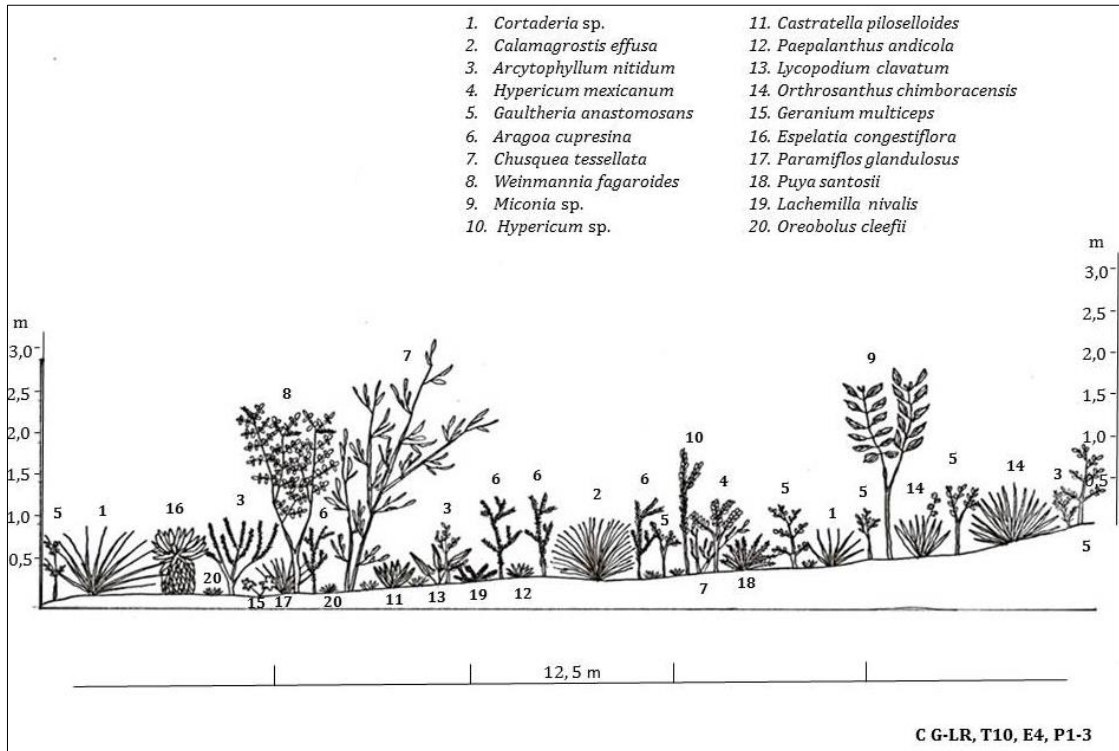


Figura 172. Perfil de vegetación de la estación cuatro del transecto cinco, Rusia-Virolín.

Índice de valor de importancia (IVI). De las especies leñosas presentes en la estación cuatro, se registró *Arcytophyllum nitidum* como la especie dominante, ya que presenta áreas basales superiores a las otras especies. Por su parte *Gaultheria anastomosans* y *Aragoa cupressina* son dominantes por presentar el mayor número de individuos en la comunidad vegetal (fig. 173).

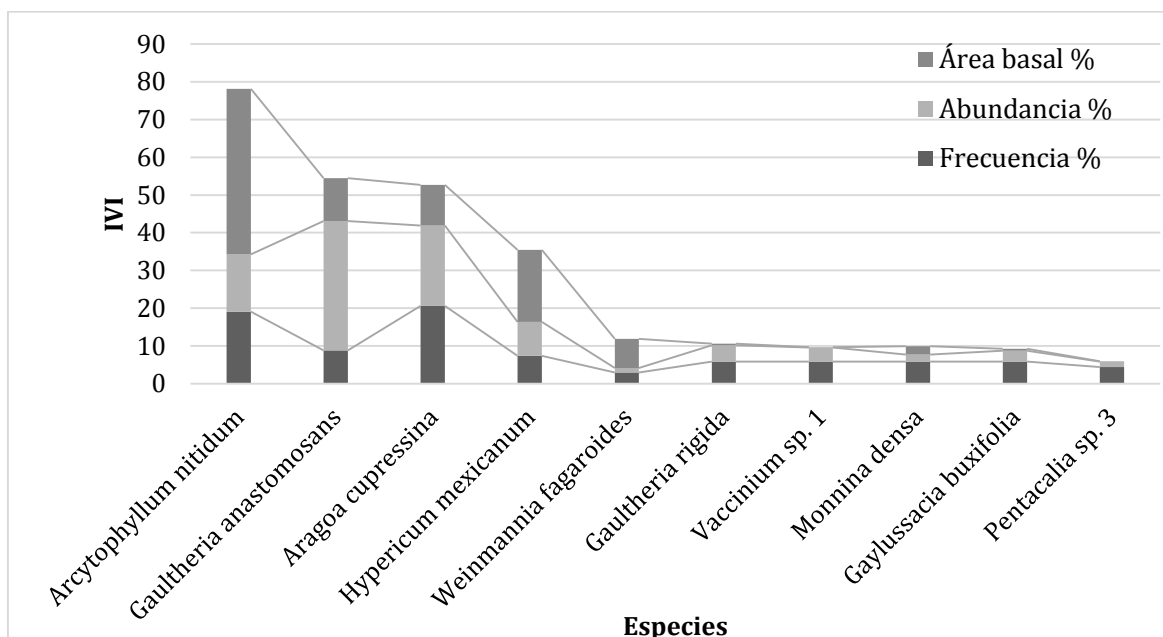


Figura 173. Especies con los mayores valores de IVI en la estación cuatro.

ANÁLISIS ENTRE ESTACIONES

Riqueza florística. Se registra que la estación uno presenta la mayor riqueza de especies, seguido de la dos. De acuerdo a la densidad (número de individuos/m²), las estaciones cuatro y dos registran el mayor número con 8,7 y 5,69% respectivamente. La zona uno es la menos densa con 1,32 individuos/m²; estos resultados están relacionados con el espacio ocupado por individuos adultos y de mayor porte, en la estación de bosque, la competencia por recursos es mayor dada las variadas formas de crecimiento que en esta cobertura se pueden presentar comparado con coberturas de tipo arbustal, rosetal o pajonal (fig. 86).

Tabla 86. Riqueza florística por estaciones del transecto cinco.

Estación	No. Familias	No. Géneros	No. Especies	Densidad No. Individuos/m ²
1	34	48	62	1,32
2	34	51	61	5,69
3	23	44	50	5,58
4	20	31	38	8,70

Distribución altitudinal de las especies. La estación uno presenta el mayor número de especies exclusivas con 49 y la estación tres con el menor número, 17. Las especies compartidas se dan en mayor número entre las estaciones dos y tres (11 spp), seguido de las estaciones tres y cuatro con nueve especies.

Especies compartidas entre la estación de bosque (E1) y arbustal (E2) son: *Clusia elliptica*, *Myrsine guianensis*, *Ocotea calophylla*, *Viburnum triphyllum*, *Vaccinium floribundum*, *Weinmannia fagaroides*, *Bomarea setacea*, *Elaphoglossum lehmannianum*, *E. lingua* y *Oxalis medicaginea*; de este conjunto de especies, aquellas con forma de crecimiento arbóreo y arbustivo, se identificaron con portes bajos en la estación dos (arbustal, E2), este resultado determina que el cambio en la fisionomía de estas especies (junto aquellas propias de arbustal), define a nivel altitudinal un cambio en la cobertura vegetal y composición florística. Para todo el transecto, se identificaron a *Vaccinium floribundum* y *Weinmannia fagaroides* como las de mayor distribución en las cuatro estaciones (Tabla 87).

Tabla 87. Número de especies exclusivas y compartidas entre las estaciones del transecto cinco.

Especies	E1 (3265 m)	E2 (3404 m)	E3 (3490 m)	E4 (3593 m)
Exclusivas	49	30	17	19
Compartidas	8			
			11	
			9	

	2	
		8
	2	

Forma de crecimiento por estación. Se observa que las formas varían entre las estaciones, en la estación uno predominan los árboles; la estación dos presenta una transición con predominio de arbustales y algunos individuos con alturas hasta de 6 m que corresponden a arbolitos. La estación tres presenta predominio de la forma de categoría arbustos y arbustillos y la estación cinco predominan individuos en macolla y arbustillos. Lo anterior, evidencia la existencia de una zona de transición entre la estación uno y dos (fig. 174).

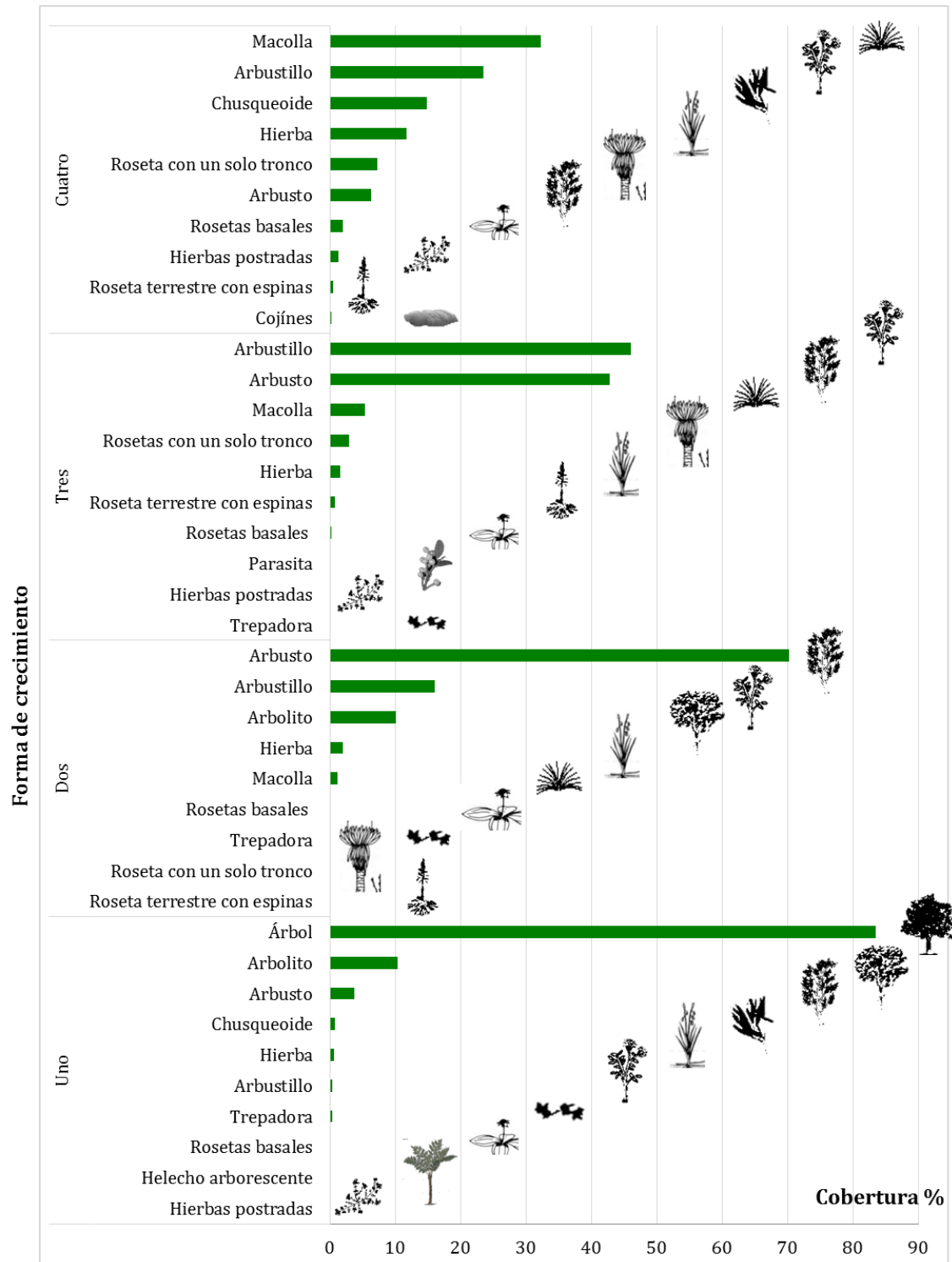


Figura 174. Distribución por estaciones de las formas de crecimiento para el transecto cinco.

Diversidad alfa. El índice de equidad de Shannon-Wiener, refleja que la estación uno presenta el mayor valor con 3,515, seguido de la estación dos (3,172), valor de diversidad que disminuye hasta la estación cuatro con 2,593 (Tabla 88).

El índice de dominancia de Simpson, indica que la estación cuatro presenta el mayor valor con 0,1274, seguido de la estación dos (0,084) (Tabla 88).

Tabla 88. Índices de diversidad alfa calculados por estación, para el transecto cinco.

Índice	Estación			
	1	2	3	4
Taxa_S	62	61	50	38
Individuals	395	854	837	1305
Dominance_D	0,05075	0,06535	0,06482	0,1274
Simpson_1-D	0,9492	0,9347	0,9352	0,8726
Shannon_H	3,515	3,172	3,107	2,593

Curva de representatividad de los muestreos. Se observa que la representatividad de los muestreos en las estaciones dos, tres y cuatro es superior al 86,2%. Sin embargo, la estación uno presenta la representatividad más baja con 77,34% (Chao 2) y 86,14% (Bootstrap) que en general se considera un muestreo representativo por subparceles (Tabla 89, fig. 175).

Tabla 89. Valores encontrados por estación para los estimadores de Chao 2 y Bootstrap, en el transecto cinco.

Estación	Especies observadas	Valor del Estimador		Representatividad (%)	
		Chao 2	Bootstrap	Chao 2	Bootstrap
1	62	80,16	71,97	77,345309	86,147006
2	61	70,76	68,79	86,206897	88,67568
3	50	57,7	55,32	86,655113	90,383225
4	38	41,73	41,8	91,061586	90,909091

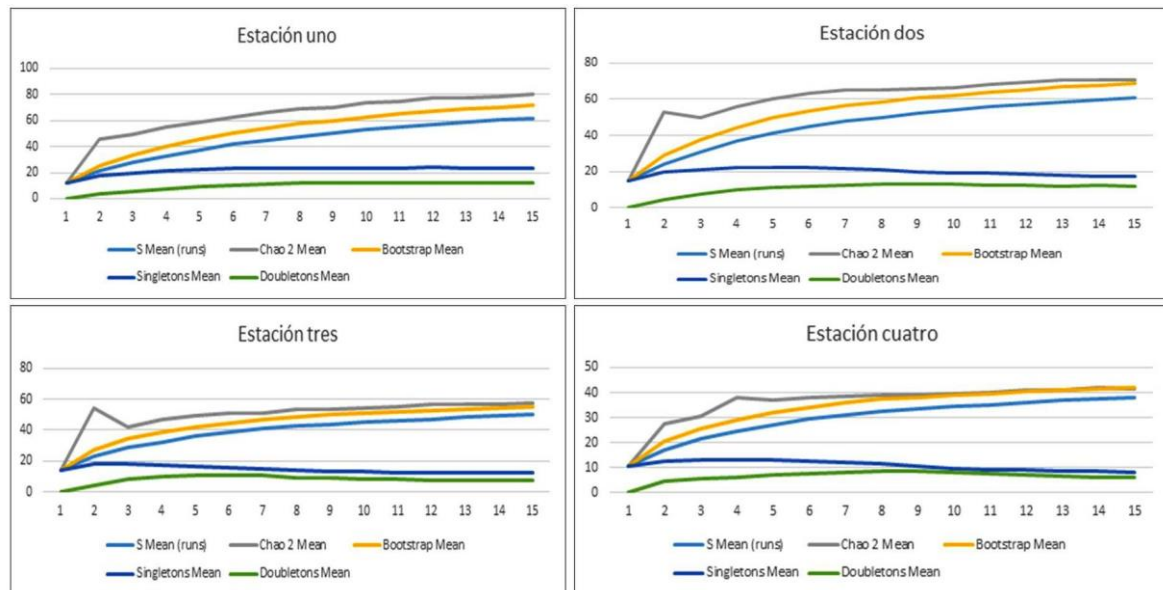


Figura 175. Curvas de acumulación de especies por estación, en el transecto cinco.

Diversidad beta. El análisis de similaridad se basa en el índice de Jaccard, donde se observa en general que existen pocas especies compartidas entre las estaciones. Las estaciones tres y cuatro presentan los mayores valores con 0,28 (fig. 176).

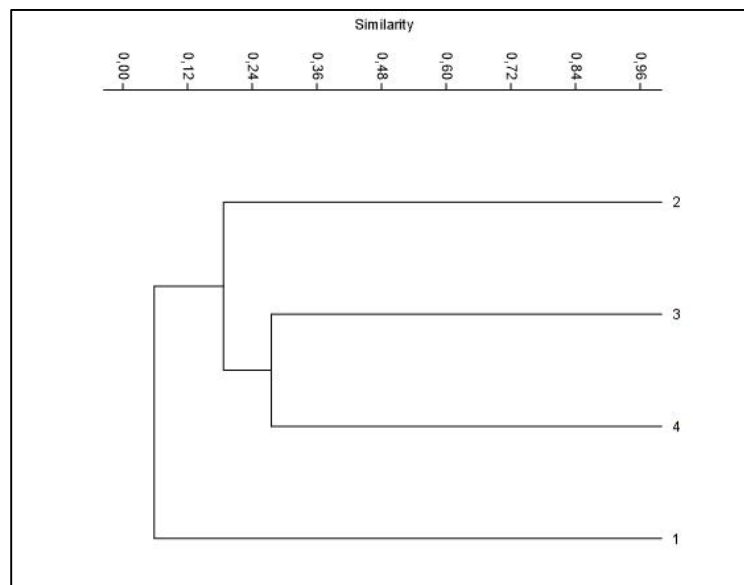


Figura 176. Diagrama de similaridad (Jaccard) entre las estaciones del transecto cinco.

El índice de Whittaker evalúa la diferenciación de la diversidad entre estaciones, donde se registra que la distancia entre las estaciones está directamente relacionada con los mayores valores de recambio de especies. Se destaca que el recambio de especies es menor entre las estaciones tres y cuatro, y mayor entre las estaciones uno y cuatro (Tabla 90).

Tabla 90. Índice de Whittaker calculado entre las estaciones del transecto cinco.

Estaciones	No. Especies	No. Promedio	Índice de Whittaker
1 y 2	111	61,5	1,83
1 y 3	107	56	1,95
1 y 4	98	50	2,00
2 y 3	88	55,5	1,61
2 y 4	89	49,5	1,84
3 y 4	69	44	1,60

En general la riqueza florística de este transecto se identificó para las familias Orchidaceae, Ericaceae, Asteraeae, Melastomataceae, Myrsinaceae y Poaceae, resultados que concuerdan con los registros obtenidos por Galindo-T *et al.* (2003) en la franja de bosque altoandino del SFF Guanenta Alto Río Fonce; aunque en este estudio los autores determinaron la dominancia y homegeneidad del bosque de *Quercus humboldtii* entre 2400-2800 m; los resultados de este transecto determinan que la homogeneidad de esta cobertura puede darse hasta los 3280 m, ya que, el índice de valor de importancia determinó un dominio superior al 100% de *Q. humboldtii* comparado con el 22% de *Ocotea calophylla* en la misma comunidad.

En este estudio también se identificó la dominancia de *Ocotea calophylla* y *Clusia elliptica*, especies también registrados en el estudio de Galindo-T *et al.* (2003).

Para este transecto los cambios fisonómicos identificados en las estaciones uno y dos (de árboles a arbustos) determina que a alturas superiores a 3300 m se observa un cambio en la estructura y la composición de especies, asociado con una zona de ecotono que evidencia el cambio entre el bosque altoandino al subpáramo. Según Valecia *et al.* (2013), la composición de especies en un gradiente altitudinal cambia en función a una respuesta fisiológica, debido a que este gradiente involucra factores topográficos, climáticos, suelo y disturbios que influyen en la variación de la diversidad biológica.

AVASCULARES

ESTACION UNO. Se colectaron cinco especies de hepáticas (4 familias/5 géneros), 10 de musgos (9/9) y cuatro de líquenes (3/4). Las familias con mayor diversidad y abundancia fueron Lobariaceae, Leucobryaceae y Lepidoziaceae con dos especies y dos registros cada una. En cuanto a las abundancias, las familias que presentan la mayor diversidad son Lepidoziaceae, Leucobryaceae, Lobariaceae y Pilotrichaceae, con dos ejemplares cada uno.

En términos de distribución por sustratos, el 65% de las especies se colectaron sobre sustrato cortícola, mientras que el restante 35%, se encontraron en el suelo.

Como especies restringidas se identificaron las hepáticas *Bazzania taleana* y *Syzygiella* aff. *liberata*, los musgos *Leptodontium capituligerum*, *Rigodium toxarion*, *Trachyxiphium subfalcatum* y *Plagiomnium rhynchophorum* (fig. 177), y los líquenes *Sticta beauvoisii* y *Cladonia subradiata*.



Figura 177. Briófitos presentes en Rusia-Virolín, transecto cinco, estación uno; A. Vista general de *Plagiomnium rhynchophorum*.

ESTACION DOS. Se colectaron 10 especies de hepáticas (5 familias/6 géneros), 13 de musgos (10/13) y seis de líquenes (3/5). La familia con mayor diversidad de especies fue Frullaniaceae con cuatro, seguida de Hypnaceae con tres y Coccocarpiaceae, Lobariaceae, Parmeliaceae, Bartramiaceae, Lejeuneaceae y Metzgeriaceae, presentaron dos cada una. De igual manera, *Frullania* fue el género que presentó la mayor diversidad con cuatro especies. En términos de abundancias, Fullaniaceae presentó el valor más alto con cuatro registros, seguida de Lobariaceae, Bryaceae e Hypnaceae, con tres cada una.

Bryaceae (*Rhodobryum grandifolium* (fig. 178.A) presento la mayor abundancia con tres levantamientos, sigue de Adelanthaceae (*Adelanthus decipiens*), Bartramiaceae (*Breutellia squarrosa* y *Philonotis elongata*), Dicranaceae (*Dicranum frigidum* fig. 178.B, *Pilopogon* sp. y *Pylaisiella falcata*), Frullaniaceae (*Frullania* aff. *bogotensis*, *F.* cf. *standaertii*, *Frullania* sp1 y *Frullania* sp2), Hypnaceae (*Hypnum amabile* y *Mittenothamnium reptans*), Lejeuneaceae (*Harpalejeunea ancistrodes* y *Microlejeunea* sp.), Meteoriaceae (*Pilotrichella flexilis*), Metzgeriaceae (*Metzgeria longiseta* y *Metzgeria* sp.), Neckeraceae (*Neckeropsis undulata*), Orthotrichaceae (*Macrocoma tenuis*), Plagiochilaceae (*Plagiochila* sp.), Pottiaceae (*Leptodontium wallissi*) y Thuidiaceae (*Thuidium peruvianum*) con una muestra.

Es así como, el 66,66% de las especies, se colectó sobre corteza de árboles o arbustos, el 30% sobre el suelo y sólo el 3,33% sobre rocas. No se presentaron especies con distribución restringida para esta estación.



Figura 178. Briófitos presentes Rusia-Virolín, transecto cinco, estación dos; A. Vista superior del hábito de *Rhodobryum grandifolium*; B. Hábito de *Dicranum frigidum*.

ESTACION TRES. Se colectaron 10 especies de hepáticas (5 familias/6 géneros), 14 de musgos (11/14) y siete de líquenes (4/6). Frullaniaceae con la mayor diversidad de especies (4), seguida de Hypnaceae (3), mientras que Coccocarpiaceae, Lobariaceae, Parmeliaceae, Bartramiaceae, Lejeuneaceae y Metzgeriaceae cada una con dos especies, también se identificaron los géneros más diversos, los cuales fueron *Frullania* (3), *Coccocarpia* y *Metzgeria* con dos especies cada uno. Así mismo, Frullaniaceae fue la familia con mayor abundancia con cuatro registros.

La distribución de las especies por tipo de sustrato, fue dominada por completo por los cortícolas con el 74,19%, mientras que el 25,81% restante, estuvo representado por las especies que crecen en el suelo.

Breutelia cf. subdistricha y *Hedwigidium integrifolium* (fig. 179.A-B) (musgos) son especies de distribución restringida a esta estación.



Figura 179. Briófitos en Rusia-Virolín, transecto cinco, estación tres; A-B. Vista en diferentes ángulos de *Hedwigidium integrifolium*.

ESTACION CUATRO. Para esta estación se colectaron cinco especies de musgos (*Andreaea rupestris*, *Hedwigidium integrifolium*, *Campylopus densicoma*, *Leptodontium* sp. y *Sematophyllum subsimplex*) y siete de líquenes (*Diploschistes* sp., *Cladonia confusa*, *C. pyxidata*, *C. rangiferina*, *Hypotrachyna* sp., *Parmotrema* sp. y *Usnea* sp.). La mayoría de las especies (7) se colectaron directamente sobre el suelo, mientras que tres se encontraron sobre corteza de arbustos y dos sobre rocas.

Las especie de musgo *Andreaea rupestris* (fig. 180) y de líquenes *Cladonia pyxidata* y *Diploschistes* sp., se colectaron como restringidas a esta estación.

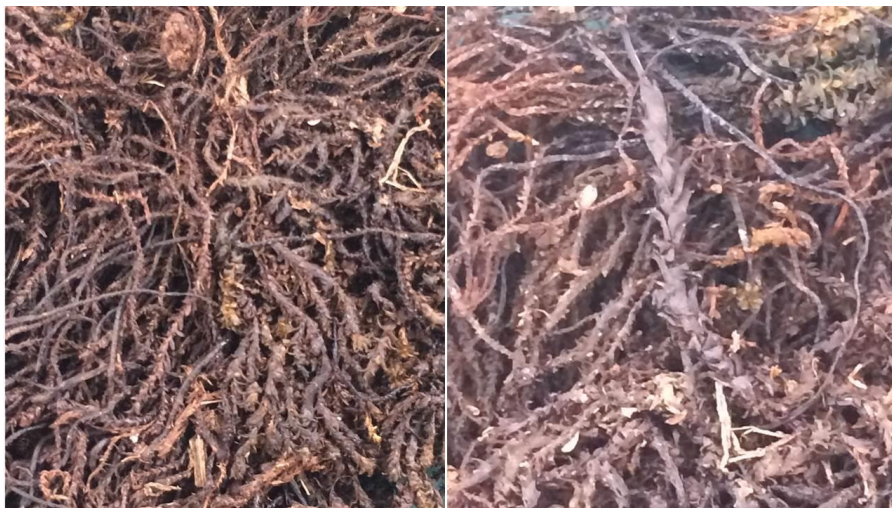


Figura 180. Briófitos en Rusia-Virolín, transecto cinco, estación cuatro. Vista de diferentes ángulos de *Andreaea rupestris*.

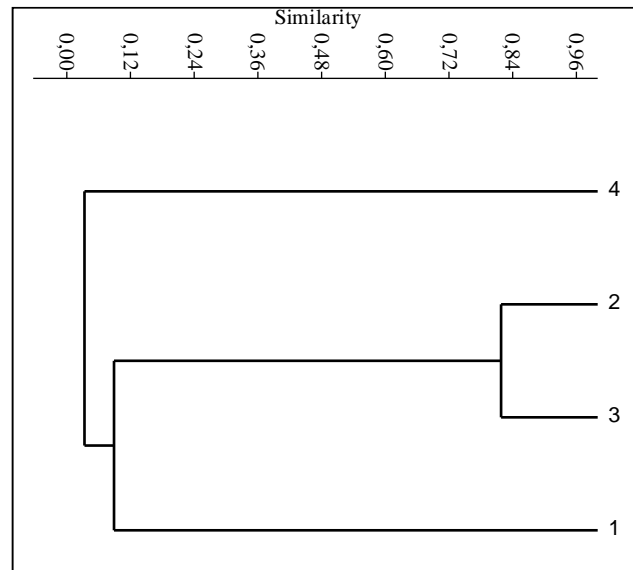


Figura 181. Dendrograma de similitud de especies de plantas no vasculares para el transecto cinco, Rusia-Violín.

Para el último transecto del complejo Guantiva-La Rusia, se establecieron cuatro estaciones, de las cuales las estaciones dos y tres presentaron el 80% de similitud, ubicadas en arbustal, y comparten el 9% con la estación uno (bosque), y el 4% con la estación cuatro (páramo) (fig. 181). Estos resultados muestran que las coberturas principal de arbustales han generado microhábitats (específicamente humedad, sobra y disminución en el impacto del viento) para procesos de colonización de especies criptogámicas.

ENTOMOFAUNA

Riqueza, abundancia y diversidad. En total se recolectaron 553 individuos, de los cuales, hay 21 familias de Coleoptera y 10 de arañas, las familias más abundantes son Staphylinidae (232), Leiodidae (79), Ptiliidae (60) y Carabidae (59), Cantharidae, Cleridae Dytiscidae, Phengodidae, Rhizophagidae, Scarabaeidae y Scydmaenidae, familias representadas por un único individuo, y no fue posible identificar una familia de Coleoptera. Todas las familias registradas en este transecto constituyen nuevos registros para el sitio (Anexo 7).

En cuanto a los grupos seleccionados en total se recolectaron 131 individuos, de los cuales, son 19 morfotipos de arañas, ocho morfotipos de Carabidae y una especie de escarabajo coprófago.

Las estación uno (bosque) registró el mayor número de especies de arañas, carábidos y escarabajos coprófagos (14), seguida por la estación cuatro (herbazal) con 12 especies, la estación tres (arbustal) con nueve, y la estación dos (herbazal) que presentó el menor número con siete especies. En cuanto al número de individuos, la estación cuatro (herbazal) mostro la mayor cantidad (39), seguido

por la estación tres (herbazal) con 36, la estación uno (bosque) con 31, y la estación dos (arbustal) con el menor número (25) (fig. 182, Tabla. 91)

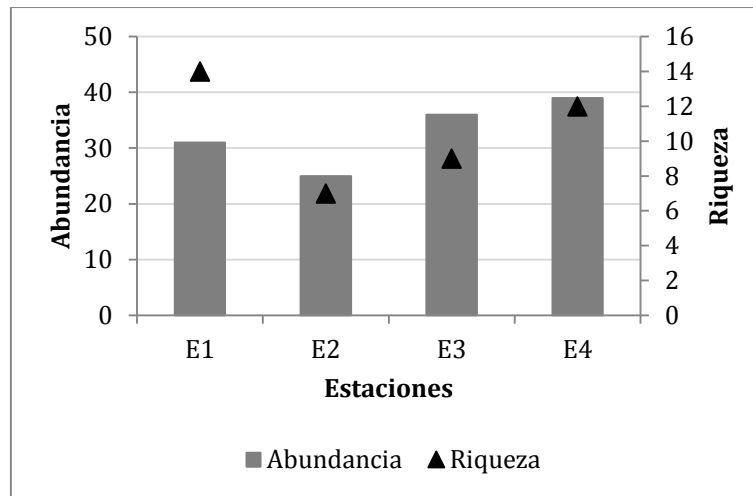
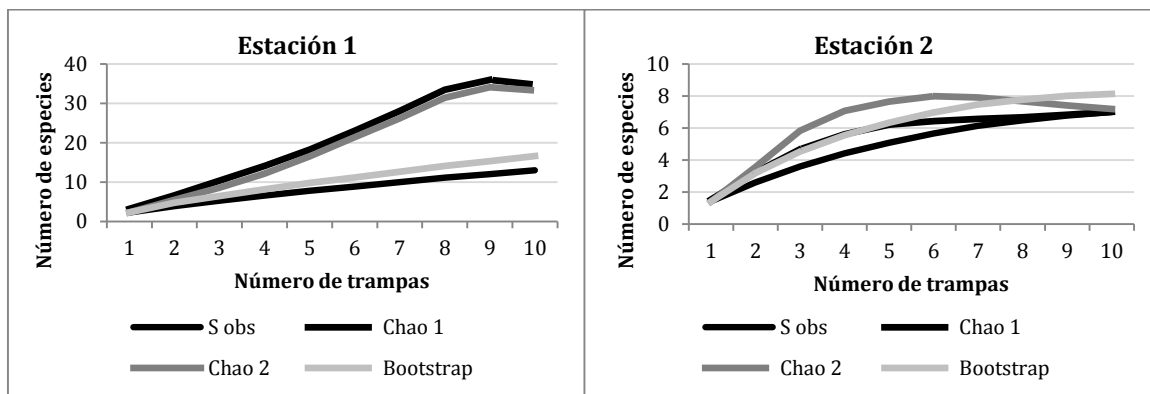


Figura 182. Riqueza y abundancia por estación para el orden Araneae, familia Carabidae y Scarabaeidae del transecto cinco, Rusia-Virolín.

Curvas de acumulación de especies. Las curvas de los estimadores de riqueza Chao 1 y Chao 2 para las estaciones uno, tres y cinco están muy por encima de las curvas de los valores observados, estos estimadores presentan bajos porcentajes de representatividad (Estación uno Chao 1=37%, Chao 2=39%; estación tres Chao 1=48% y Chao 2=40% y la estación cuatro Chao 1=45% y Chao 2=47%. En la estación dos, los estimadores de riqueza Chao 1 y Chao 2 muestran que la representatividad del muestreo oscilo entre 97-100% para las especies de arañas y carábidos esperadas (fig. 183).



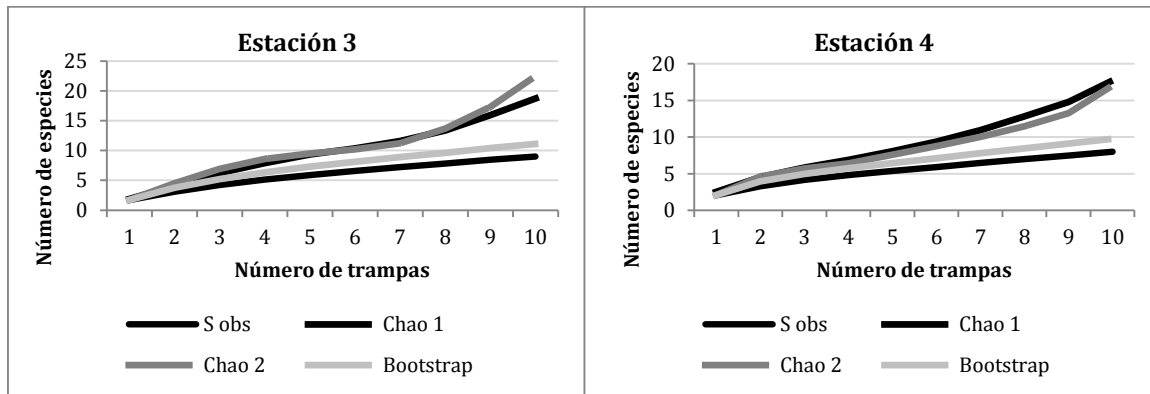


Figura 183. Curvas de acumulación de especies por estación para el orden Araneae y la familia Carabidae presentes en el transecto Rusia-Virolín.

Los porcentajes de representatividad del muestreo con el estimador Bootstrap oscilan entre 78-81% para las cuatro estaciones muestreadas, siendo la curva de este estimador la que más se acerca a la curva de las especies observadas (fig. 183).

Índice de Shannon-Wiener (H'). El valor más alto de equidad, lo presentó la estación uno, seguida por la estación cuatro, la estación tres, y finalmente, la estación dos, indicando que existe una distribución más uniforme de la abundancia entre las especies que habitan en el bosque (estación uno) (Tabla 91).

Tabla 91. Riqueza, abundancia y diversidad (Shannon-Wiener) por estación de muestreo para el orden Araneae, familia Carabidae y Scarabaeidae en el transecto Duitama.

Estaciones	Riqueza	Abundancia	H'
E1	14	31	2.019
E2	7	25	1.665
E3	9	36	1.743
E4	12	39	1.827

Curvas de diversidad-dominancia. Las cuatro estaciones muestreadas reflejan curvas de diversidad dominancia, con pendientes similares poco pronunciadas para cada estación (fig. 184).

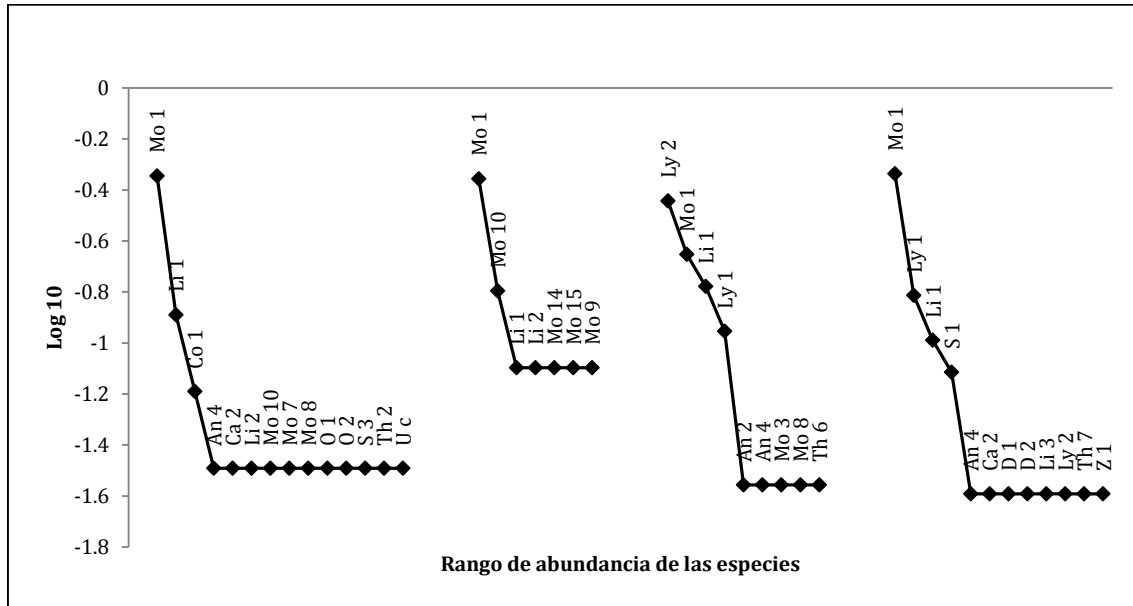


Figura 184. Curvas de diversidad dominancia para el orden Araneae, familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto cinco.

Anyphaenidae Morfotipo 2 (An 2), Anyphaenidae Morfotipo 4 (An 4), Caponiidae Morfotipo 2 (Ca 2), Corinnidae Morfotipo 1 (Co 1), Dipluridae Morfotipo 1 (D 1), Dipluridae Morfotipo 2 (D 2), Linyphiidae Morfotipo 1 (Li 1), Linyphiidae Morfotipo 2 (Li 2), Linyphiidae Morfotipo 3 (Li 3), Lycosidae Morfotipo 1 (Ly 1), Lycosidae Morfotipo 2 (Ly 2), Carabidae Morfotipo 1 (Mo 1), Carabidae Morfotipo 10 (Mo 10), Carabidae Morfotipo 14 (Mo 14), Carabidae Morfotipo 15 (Mo 15), Carabidae Morfotipo 3 (Mo 3), Carabidae Morfotipo 7 (Mo 7), Carabidae Morfotipo 8 (Mo 8), Carabidae Morfotipo 9 (Mo 9), Oonopidae Morfotipo 1 (O 1), Oonopidae Morfotipo 2 (O 2), Salticidae Morfotipo 1 (S 1), Salticidae Morfotipo 3 (S 3), Theridiidae Morfotipo 2 (Th 2), Theridiidae Morfotipo 6 (Th 6), Theridiidae Morfotipo 7 (Th 7), *Uroxys coarctatus* (U c), Zodariidae Morfotipo 1 (Z 1).

Carabidae morfotipo 1 es uno de las morfotipos que más domina en todas las estaciones. El morfotipo Lycosidae 2 se encuentra solo en la estación tres, donde además es una de las especies más dominante (fig. 184, Anexo 13).

Recambio de especies. El porcentaje de complementariedad más bajo esta entre las estación tres y cuatro (68%), los porcentajes de complementariedad más altos están entre las estaciones dos y cuatro (88%) (Tabla 92).

Tabla 92. Porcentajes de complementariedad para el orden Araneae, familias Carabidae y Scarabaeidae presentes en las estaciones del transecto Duitama.

	E2	E3	E4
E1	76	79	82
E2		86	88
E3			68

Similitud de Jaccard. Se forman dos agrupaciones, una para las estaciones uno y dos y otro para las estaciones tres y cuatro, siendo las estaciones tres y cuatro las

más similares con aproximadamente un 32%; sin embargo, el dendrograma de similitud revela bajas similitudes entre las estaciones (fig. 185).

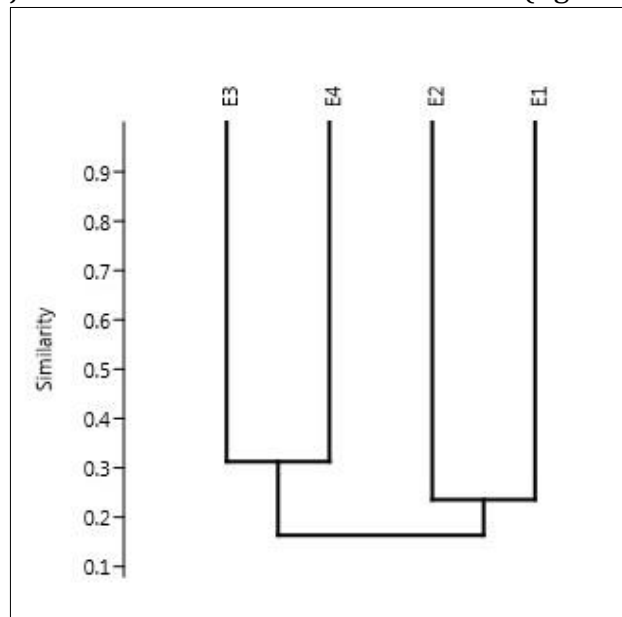


Figura 185. Dendogramas de Similitud Jaccard para el orden Araneae, familias Carabidae y Scarabaeidae en el transecto cinco.

Cerón *et al.* (2008) han encontrado que la altitud incide en la abundancia de los organismos y Rangel & Sturm (1994, en Cerón *et al.* 2008) que la baja abundancia de especies en el páramo se debe a las condiciones climáticas, que son más extremas y a la ausencia de una capa de hojarasca en el mismo; es el caso del transecto Rusia-Virolín, donde sucedió todo lo contrario, en el cual a medida que aumenta la altitud, para las estaciones dos, tres y cuatro, aumenta la abundancia y la riqueza de las especies. En la estación uno (bosque) se registró la mayor riqueza, pero no la mayor abundancia, la cual se presentó en la estación cuatro (herbazal), estación en la cual solamente se encontraron arañas.

Las fluctuaciones en la abundancia y la riqueza de las especies en las cuatro estaciones, pueden estar influenciadas por la transformación del paisaje, aunque los fragmentos aún siguen en contacto, es evidente la deforestación y son amplias las áreas de potrero.

La estación uno (bosque) es la que mayor equidad presenta, lo que podría indicar que en el bosque hay mejor distribución de los recursos y que están siendo explotados mas equilibradamente, lo cual probablemente corresponda con la disponibilidad del recurso alimenticio, debido a que el bosque por su complejidad vegetal, ofrece varias condiciones microclimáticas, por lo que se generan más nichos ecológicos.

Las arañas están presentes en todas las estaciones de muestreo con baja presencia, en la estación dos (arbustal), pero con la máxima riqueza en el herbazal (estación cinco), las arañas son un grupo diverso pero poco abundante (Flórez 1999), lo que se demostró en este estudio, ya que se registró un buen número de morfotipos,

pero estos morfotipos están representados en su gran mayoría por uno o dos especies.

Cepeda *et al.* (2005) reportan que gran cantidad de especies de arañas son altamente selectivas con su microhabitat, para el transecto se encontraron morfotipos de arañas asociadas a determinada estación, Corinnidae morfotipo 1, Oonopidae morfotipo 1 y 2, Salticidae morfotipo 3, Theridiidae morfotipo 2 para la estación uno; Anyphaenidae morfotipo 2, Theridiidae morfotipo 6 para la estación tres y para la estación cinco Dipluridae morfotipos 1 y 2, Salticidae morfotipo 1, Theridiidae morfotipo 7 y Zodariidae morfotipo 1, probablemente estas especies se estén especializando para vivir en estos hábitats.

Linyphiidae son arañas tejedoras de telas y suelen construirlas en muchos casos sobre la superficie del suelo, asociadas a la litera o a los detritos donde son especialmente abundantes y diversas (Ayazo & Soto 2007), lo que explicaría la presencia en las cinco estaciones de muestreo del morfotipo 1.

En cuanto a los escarabajos coprófagos solo se recolecto *Uroxys coarctatus*, la cual es una especie generalista y típica de zonas de potrero (Amat-García *et al.* 1997), solo se recolecto en la estación uno, zona cercana a potreros.

Para este transecto se identificaron ocho morfotipos de carábidos, los cuales están presentes solamente para una o dos estaciones, excepto el morfotipo 1, el cual se encontró en todas las estaciones, en las cuales es la especie más dominante, lo que puede indicar que este morfotipo es una especie generalista, mientras que los otros morfotipos probablemente esten siendo más selectivos en determinados hábitats.

Los porcentajes de complementariedad más bajos los presentan las estaciones uno y dos y las estaciones tres y cuatro, esta agrupación puede deberse a la cercanía que hay entre las mismas, significando una mayor similitud; así este porcentaje es menor para las estaciones tres y cuatro, lo que probablemente se deba a que estas estaciones comparten ciertos atributos, como algunas formaciones vegetales como es mencionado por Morales & Sarmiento (2002) quienes indican que existe una estrecha relación entre los artrópodos y la vegetación.

ANFIBIOS

Composición y estructura. Para la localidad de La Rusia-Virolín se registraron siete especies en total, los análisis de riqueza muestran que la estación más abundante es la cuatro (3607 m) con cuatro especies y la menos abundante fue la número dos (3404 m) con una sola especie; las estaciones número uno (3205 m) y número tres (3512 m) presentan dos y tres especies respectivamente (fig. 186).

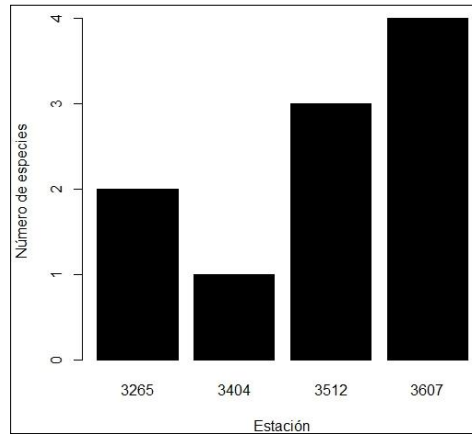


Figura 186. Riqueza de especies de anfibios en función del gradiente altitudinal Rusia-Virolín.

Las especies registradas fueron, *Bolitoglossa adpersa* (Plethodontidae) (fig. 187), *Niceforonia cf. nana* (fig. 188), *Niceforonia nana* (fig. 189), *Pristimantis cf. lynchi* (fig. 190), *Pristimantis elegans* (fig. 191), *Pristimantis* sp1 (fig. 192), y *Pristimantis* sp2 (fig. 193) (Craugastoridae). El género *Pristimantis* es el más representativo en cuanto a cantidad de individuos registrados para el transecto. Las estaciones dos y cuatro presentan una especie compartida y las estaciones a tres y cuatro comparten dos especies (Tabla 93).



Figura 187. *Bolitoglossa adpersa*. A. Vista dorsal



Figura 188. *Niceforonia cf. nana* A. Vista superior B. Vista dorsal



Figura 189. *Niceforonia nana* D. Vista superior E. Vista dorsal



Figura 190. *Pristimantis cf. lynchi* F. Vista dorsal G. Vista superior



Figura 191. *Pristimantis elegans* F. Vista superior G. Vista dorsal

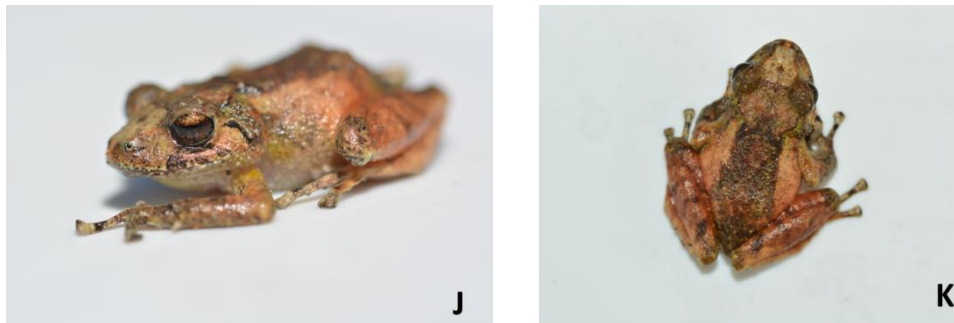


Figura 192. *Pristimantis* sp1 J. Vista dorsal K. Vista superior

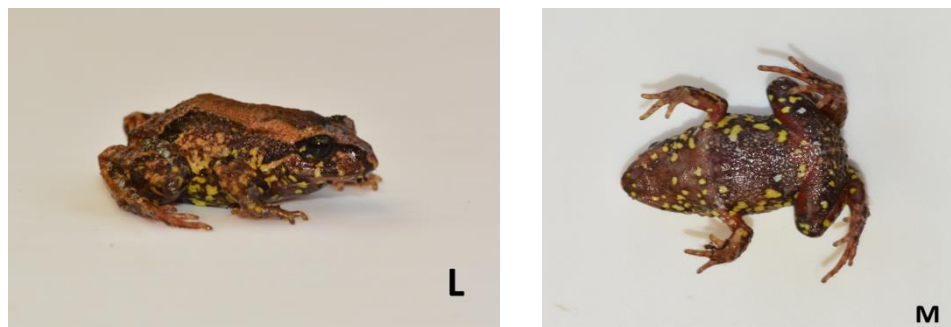


Figura 193. *Pristimantis* sp2 L. Vista dorsal M. Vista superior

Tabla 93. Abundancia y presencia de las especies de anfibios a lo largo del gradiente altitudinal de Rusia-Virolín.

Familia	Especie	Estaciones			
		E1	E2	E3	E4
Plethodontidae	<i>Bolitoglossa adpersa</i>	0	0	1	0
Craugastoridae	<i>Niceforonia cf. nana</i>	0	4	0	1
	<i>Niceforonia nana</i>	0	0	8	2
	<i>Pristimantis cf. lynchi</i>	6	0	0	0
	<i>Pristimantis elegans</i>	0	0	5	5
	<i>Pristimantis</i> sp1	4	0	0	0
	<i>Pristimantis</i> sp2	0	0	0	1

Tabla 94. Número de especies, individuos y especies únicas de anfibios a lo largo del gradiente altitudinal Rusia-Virolín.

	Estaciones			
	E1	E2	E3	E4
Especie	2	1	3	4
Individuos	10	4	14	9
Especies únicos	2	1	1	1

Tabla 95. Especies compartidas de anfibios a lo largo del gradiente altitudinal de Rusia-Virolín.

Especies Compartidas	E1	E2	E3
E1	0	1	0
E2	0	0	3
E3	0	1	2

Representatividad del muestreo. La curva de rarefacción muestra que la estación ubicada a los 3265 m presenta una estabilización de su curva, lo cual indica, que para esta zona, fueron muestreadas la totalidad de especies que pudiesen estar presentes. En las estaciones a 3404, 3512 y 3607 m hay un muestro completo para las especies presentes, dado que la curva no muestra una tendencia asintótica. La estación, de la cual se esperaría tuviese una mayor número de especies faltantes por muestrear es a los 3607 m (fig. 194).

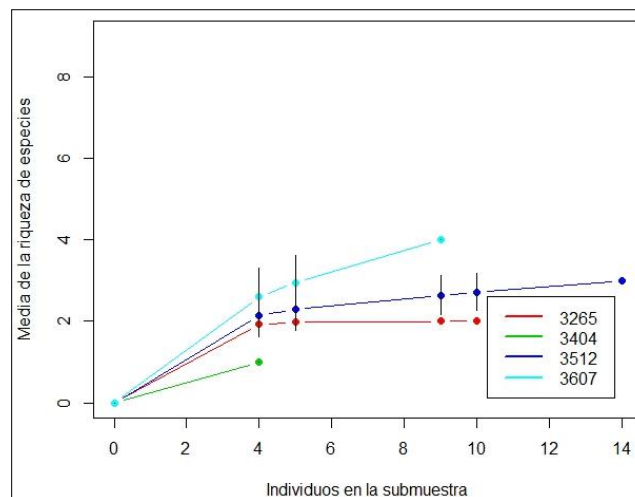


Figura 194. Análisis de rarefacción con la representación del muestreo en las cuatro estaciones del gradiente altitudinal Rusia-Virolín.

Patrones de distribución. Las gráficas de distribuciones de las abundancias para tres de las estaciones y para el transecto cinco se acomodan a un modelo de distribución nulo (fig. 195).

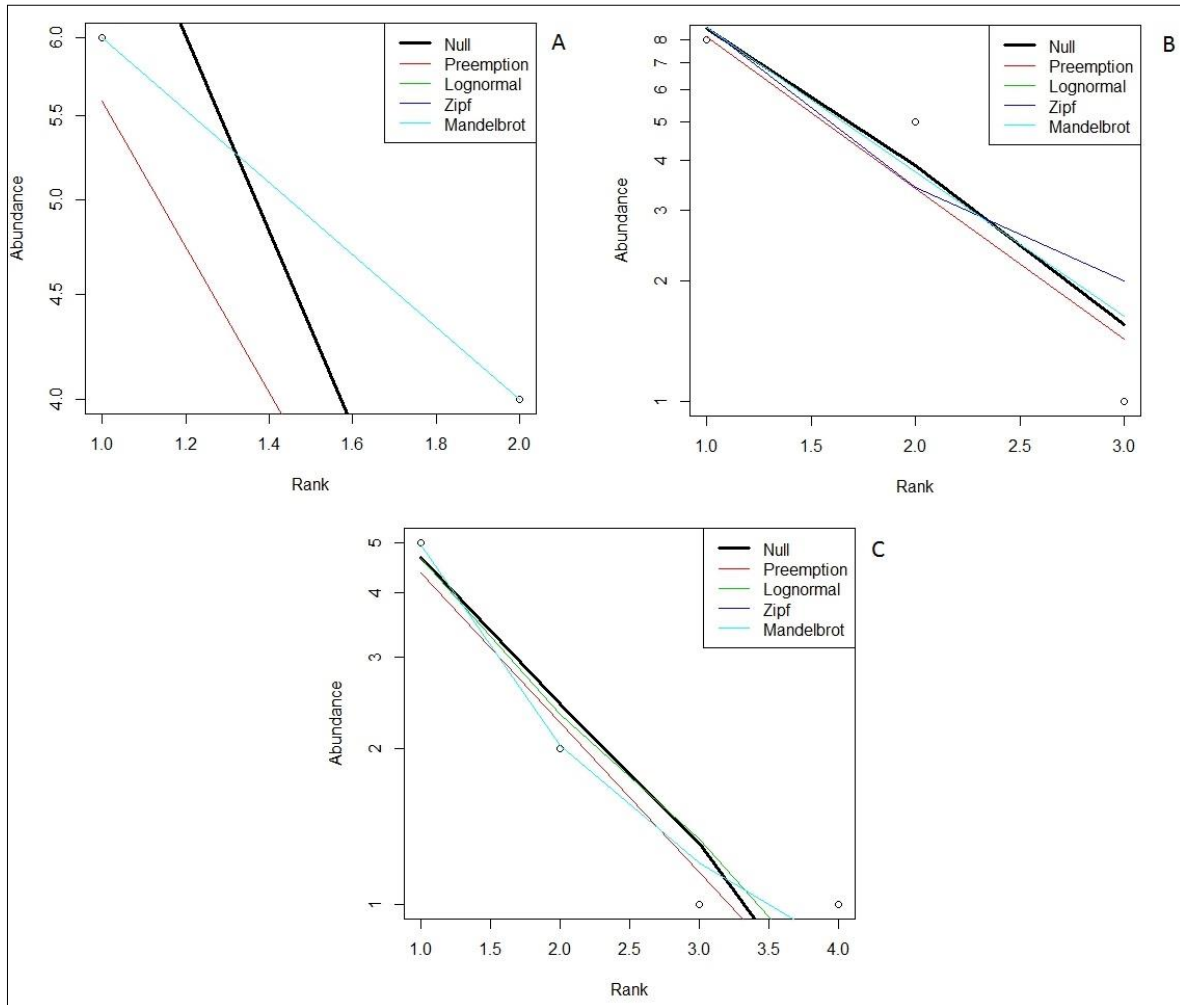


Figura 195. Curvas de distribución de abundancias para tres de las estaciones del gradiente altitudinal de Rusia-Violín. A. 3265, B. 3512, C. 3607 m.

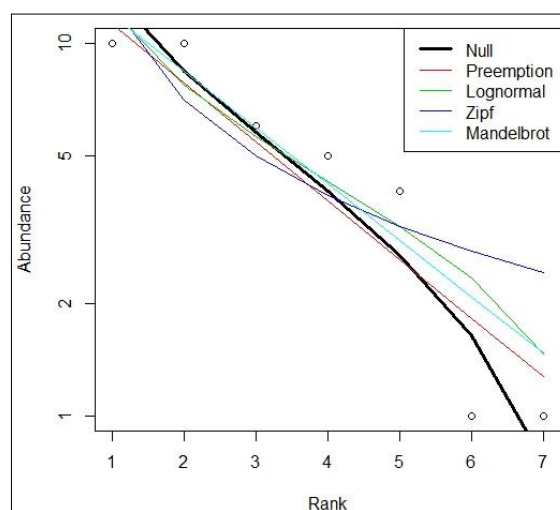


Figura 196. Curva de distribución de abundancias para el gradiente altitudinal de Rusia-Violín.

Índices de diversidad. Los índices de diversidad alfa de Shannon y Simpson muestran que para las estaciones donde hubo registros de individuos, la estación ubicada en el páramo a 3607 m es más diversa, mientras el bosque es la estación menos diversa (Tabla 96).

Los índices no paramétricos muestran que ningún estimador alcanzó una curva asintótica, en general todos los estimadores presentaron valores similares entre sí; el índice ICE presenta un alto crecimiento inicial y alcanza el valor más alto de especies, Bootstrap presenta los valores más bajos en el número de especies, en general los cinco índices coinciden en un valor de riqueza entre siete y 19 especies. El valor de uniques indica que aún no se han colectado el total de especies presentes en las estaciones y faltan más replicas (fig. 197).

Los índices de Jaccard y Bray-Curtis con sus respectivos dendogramas muestran una relación de similitud entre las estaciones de páramo bajo y páramo (3512 y 3607 m) y separa al arbustal (3404 m) (fig. 198).

Tabla 96. Índices de equidad de Shannon y dominancia de Simpson para las estaciones del gradiente altitudinal de Rusia-Virolín.

	E1	E2	E3	E4
Shannon	0,67	0	0,88	1,15
Simpson	0,48	0	0,54	0,62

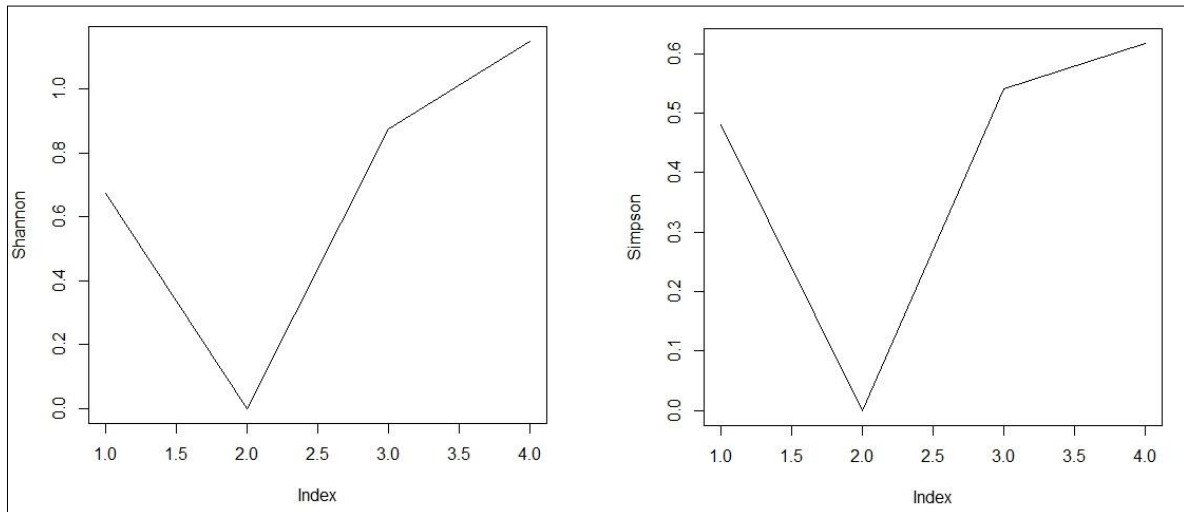


Figura 197. Índices de equidad de Shannon y dominancia de Simpson para las estaciones del gradiente altitudinal de Rusia-Virolín.

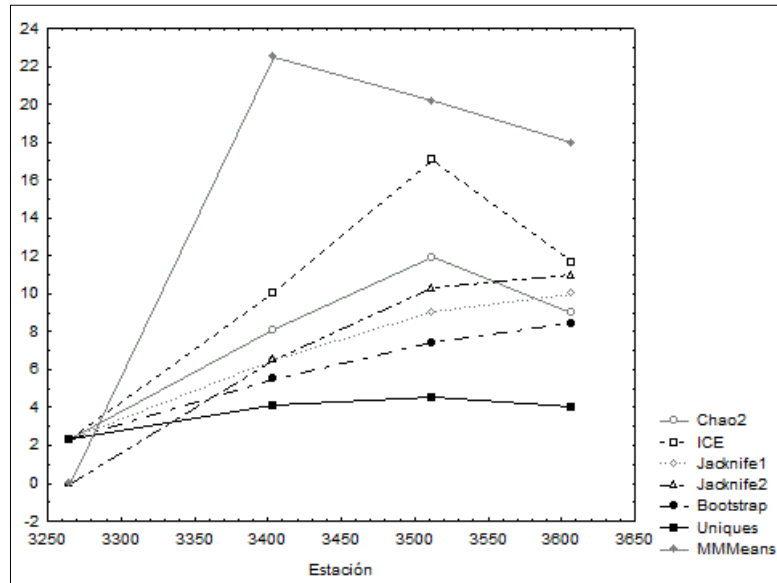


Figura 198. Índices de Chao2, ICE, Jackknife1, Jackknife2, Bootstrap, Uniques y MM para las estaciones del gradiente altitudinal de Rusia-Virolín.

Tabla 97. Índices Jaccard para evaluar la diversidad beta de las cuatro estaciones a lo largo del gradiente altitudinal de Rusia-Virolín.

Jaccard	E1	E2	E3	E4
E1	1	0	0	0
E2	0	1	0	0,25
E3	0	0	1	0,4
E4	0	0,25	0,4	1

Tabla 98. Índice de Bray-Curtis para evaluar la diversidad beta de las cuatro estaciones a lo largo del gradiente altitudinal de Rusia-Virolín

Bray-Curtis	E1	E2	E3	E4
E1	1	0	0	0
E2	0	1	0	0,15
E3	0	0	1	0,61
E4	0	0,15	0,61	1

Análisis de agrupación.

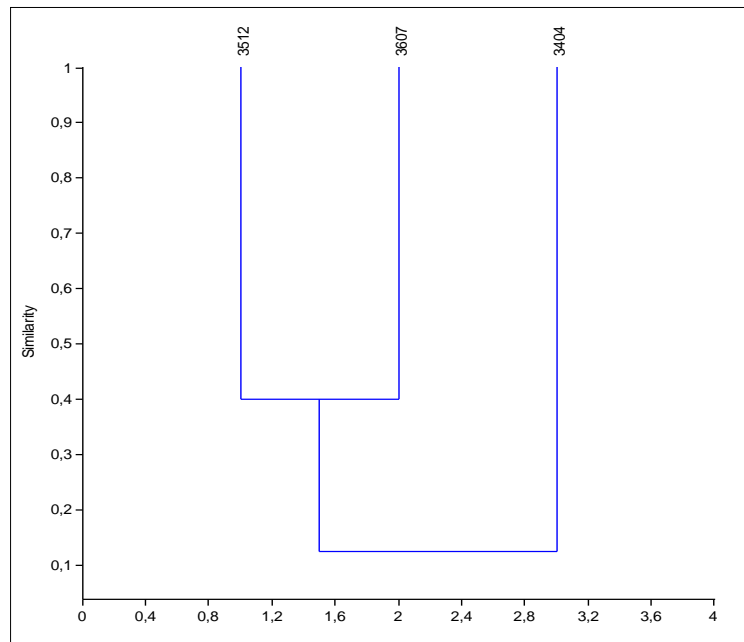


Figura 199. Análisis de clúster basado en el índice de Jaccard para las cuatro estaciones del gradiente altitudinal La Rusia-Virolín.

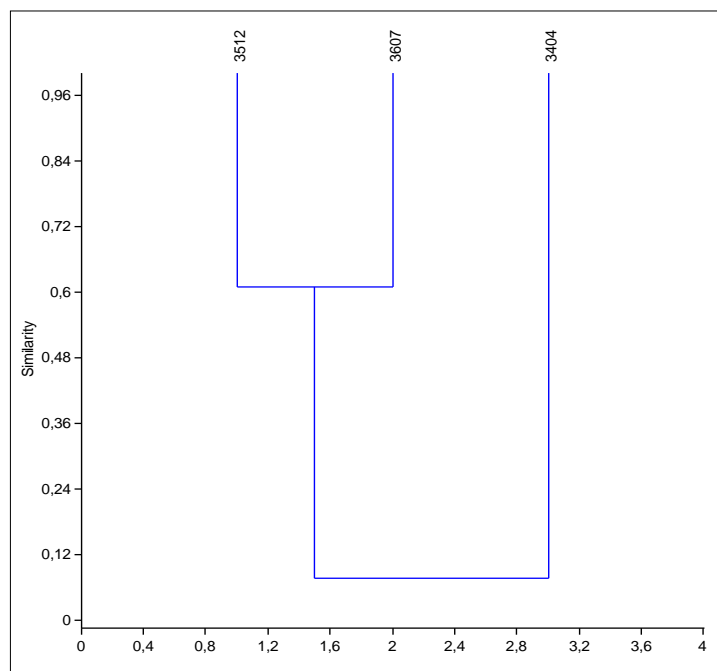


Figura 200. Análisis de clúster basado en el índice de Bray-Curtis para las cuatro estaciones del gradiente altitudinal La Rusia-Virolín.

Complementariedad

Tabla 99. Porcentaje de complementariedad para las cuatro estaciones del gradiente altitudinal La Rusia-Virolín.

	E1	E2	E3
E1	100	0	100
E2	100	100	0
E3	100	75	60

En los muestreos de herpetofauna llevados a cabo en el transecto se colectaron 37 individuos representados en cuatro especies del género *Pristimantis*, dos especies del género *Niceforonia* y una especie del género *Bolitoglossa*, la categoría de amenaza se basa en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) consultada en www.iucnredlist.org. Las especies registradas fueron halladas en los hábitats de bosque, arbustal y herbazal.

Las especies registradas son *Niceforonia nana* que se encuentra bajo la categoría Datos Deficientes (DD). Sus principales amenazas son la pérdida y degradación del hábitat para el establecimiento de actividades agrícolas, ganadería y plantaciones de bosque de pino, además de una infección mencionado por Ruiz & Rueda-Almonacid (2008), *Pristimantis lynchi* se encuentra bajo la categoría de Datos Deficientes (DD), sus principales amenazas son la pérdida de hábitat para establecimiento de cultivos agrícolas, zonas de pastoreo, plantaciones de pino, y en especial el pastoreo de cabras. *Pristimantis elegans* se encuentra bajo la categoría Vulnerable (VU), sus principales amenazas son la pérdida y degradación del hábitat para el establecimiento de actividades agrícolas y ganadería y la especie *Bolitoglossa adspersa* se encuentra bajo la categoría Vulnerable (VU), sus principales amenazas son la degradación y destrucción de hábitat para el establecimiento de cultivos (www.amphibiaweb.com).

De las cuatro estaciones evaluados para este transecto, la estación tres presenta el mayor número de individuos con el 37.83% del total (14 individuos), seguido de la estación 1 con el 27.02% (10), la estación cuatro con el 24.32% (9) y finalmente, la estación dos con el 10.81% (4). Las medidas de riqueza y diversidad para las poblaciones de anfibios a través del transecto, mostraron en general que se trata de una comunidad poco diversa, con altas dominancias y abundancias.

Diversidad alfa. Con un esfuerzo de muestreo de 80 horas/hombre (dos personas recorriendo cada estación, cada una durante seis horas diurnas y cuatro nocturnas), en el rango altitudinal 3265 y 3607m, se registraron siete especies de anfibios distribuidos en 37 individuos, que pertenecen a la familia Craugastoridae y Plethodontidae.

Diversidad beta. El análisis de complementariedad muestra que el número de especies compartidas entre las estaciones es alto, lo cuál indica que existe un alto porcentaje de similitud entre cada estación. El índice de similitud de Jaccard muestra una relación entre las estaciones tres y cuatro.

Al analizar cada estación por separado, el índice de diversidad alfa, muestra a la estación número cuatro como el sitio más diverso con cuatro especies. El índice de diversidad beta, señala esta estación como el hábitat con mayor variación de la composición de especies con respecto al arbustal.

En el transecto páramo de la Rusia la agricultura, el aprovechamiento del recurso hídrico para riego de cultivos y la ganadería son los factores que más amenazan la sobrevivencia de la anurofauna.

AVIFAUNA

Diversidad alfa. Con un esfuerzo de muestreo de 72 horas de observación y 258 m red, comprende un gradiente entre 3190-3560 m, el transecto cinco localizado en la ruta La Rusia-Virolín, municipio de Duitama, con 64 especies y 423 individuos, en 28 familias, y las más representativas fueron, Thraupidae (13 spp.), Trochilidae (10 spp.) y Parulidae (5 spp.). Las especies que sobresalen por su alta abundancia fueron *Orochelidon murina* con 42 individuos, *Anisognathus igniventris* con 31, y *Mecocerculus leucoprphys* y *Diglossa humeralis* con 28 y 23 respectivamente.

Estación 1. Con una representatividad de muestreo del 89-91%, para la presente estación se registran 42 especies y 199 individuos dentro de 19 familias de aves (tabla 100, fig. 201). Las familias más representativas son Thraupidae (10 spp.), Trochilidae (6 spp.) y Parulidae (5 spp., fig. 202). La especie más abundante fue *O. murina*. Se resalta la presencia del Chango de Montaña Colombiano, *M. subalaris*, endémico del país, con distribución restringida al norte de la cordillera Oriental y ubicada en la categoría de **En Peligro (EN)** de acuerdo a UICN, y el Libro Rojo de Aves de Colombia (fig. 204). Así mismo, en esta estación también se registran los colibríes *E. cupreovertris* casi endémico y casi amenazado y *C. bonapartei* casi endémico.

Estación 2. Con una representatividad de muestreo del 74-88%, para la presente estación se registran 40 especies y 193 individuos, en 20 familias (tabla 100, fig. 201). Las más representativas fueron Thraupidae (10 spp.) y Trochilidae (5 spp.) (fig. 202). Las especies más abundantes fueron *A. igniventris* y *M. leucoprphys* con 21 y 15 individuos, respectivamente. En esta estación se resalta la observación del tucán *A. nigrirostris* especie poco común y ubicada en la categoría de **casi amenazada (NT)** en el Libro Rojo de Aves de Colombia; y del ascenso altitudinal del Chango de Montaña Colombiano, *M. subalaris*, registrado ya en la estación uno (fig. 204).

Estación 3. Con una representatividad de muestreo del 59-82%, para la presente estación se registran 17 especies y 31 individuos, en 10 familias (tabla 100, fig. 201). La familia más representativa fue Trochilidae con cinco especies (fig. 202). La especie más abundante fue *C. heteropogon*. Se destaca el registro de un nido de *G. nobilis* con dos huevos (fig. 204) en el pajonal, justo al lado de un frailejón

(*Espeletia* sp.) (fig. 204), y la captura de *H. verticalis* especie poco común en las tierras altas.

Los índices de Simpson y Shannon evidenciaron una dominancia y equitatividad de especies ligeramente similares entre las estaciones uno y dos, y considerablemente diferentes de la estación tres (tabla 100). Un análisis de varianza demuestra que hay significancia en las diferencias encontradas (H: $F=22.45$, $p<0.01$; D: $F=21.96$, $p<0.01$). En concordancia, las diferencias son representativas en dominancia y equitatividad entre la estación tres frente a las estaciones uno y dos. Consecuentemente, las curvas de rango-abundancia reflejan tendencias similares con alta homogeneidad entre las estaciones uno y dos, y menor diversidad (dominancia y equitatividad) en la estación tres, reflejada por una curva con menos elementos y con pendiente más pronunciada en comparación que las otras dos (fig. 203).

Tabla 100. Representatividad del muestreo para las estaciones del transecto cinco, en el municipio de Duitama, Boyacá. Los valores observados se compararon con los estimadores Singletons, ACE y Chao 1.

Estación	Especies observadas	Representatividad			Indices	
		ACE Mean (%)	Chao 1 Mean (%)	Bootstrap (%)	Simpson (D)	Shannon (H)
E1	42	89	89	91	0.95	3.35
E2	40	74	75	88	0.95	3.33
E3	17	59	44	82	0.92	2.68

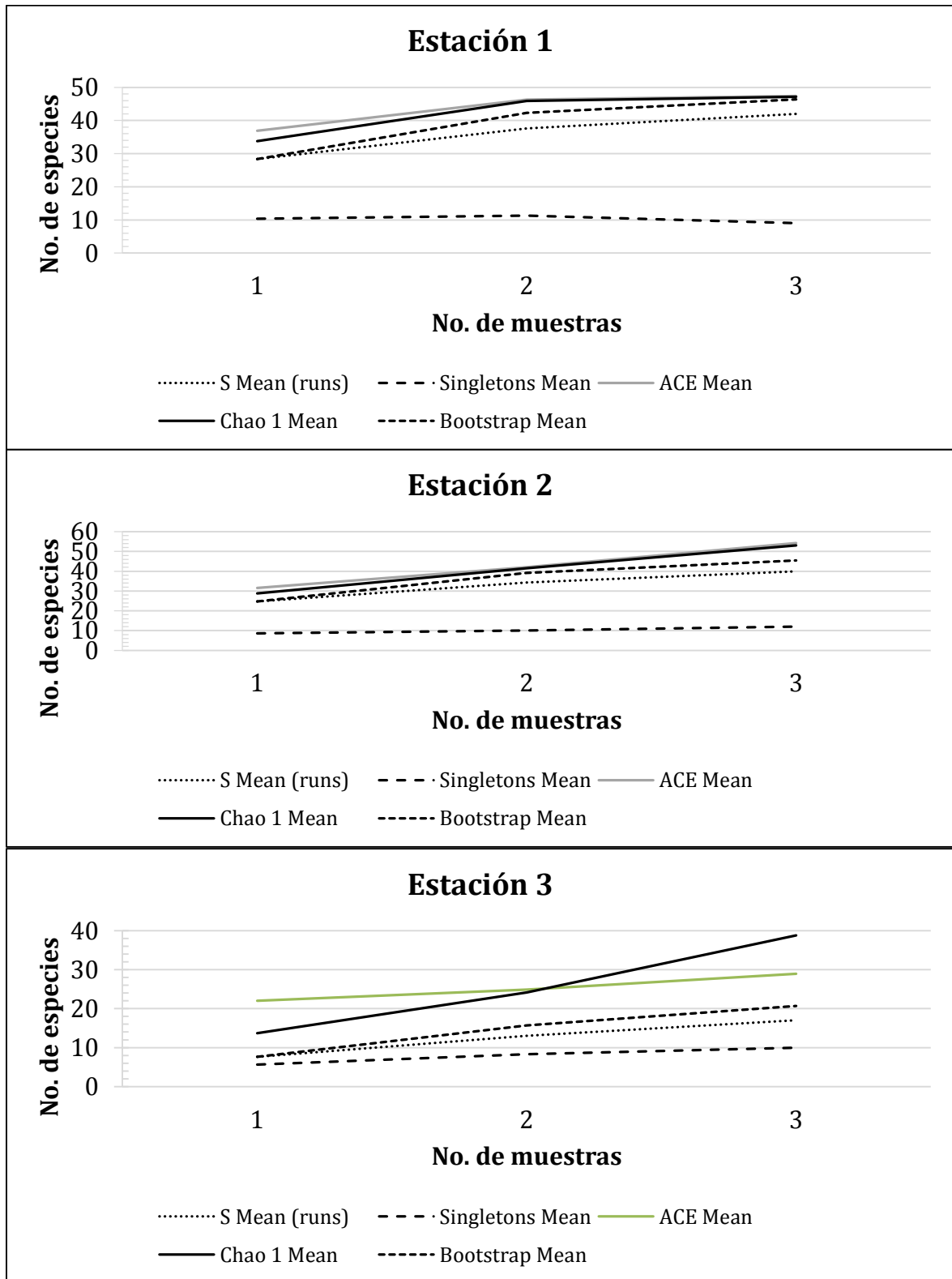


Figura 201. Curvas de acumulación de especies de aves del transecto cinco La Rusia-Virolín. El número de muestras corresponde al número de puntos de conteo por estación. Los valores de especies observadas son comparados con los estimadores Singletons, ACE y Chao 1.

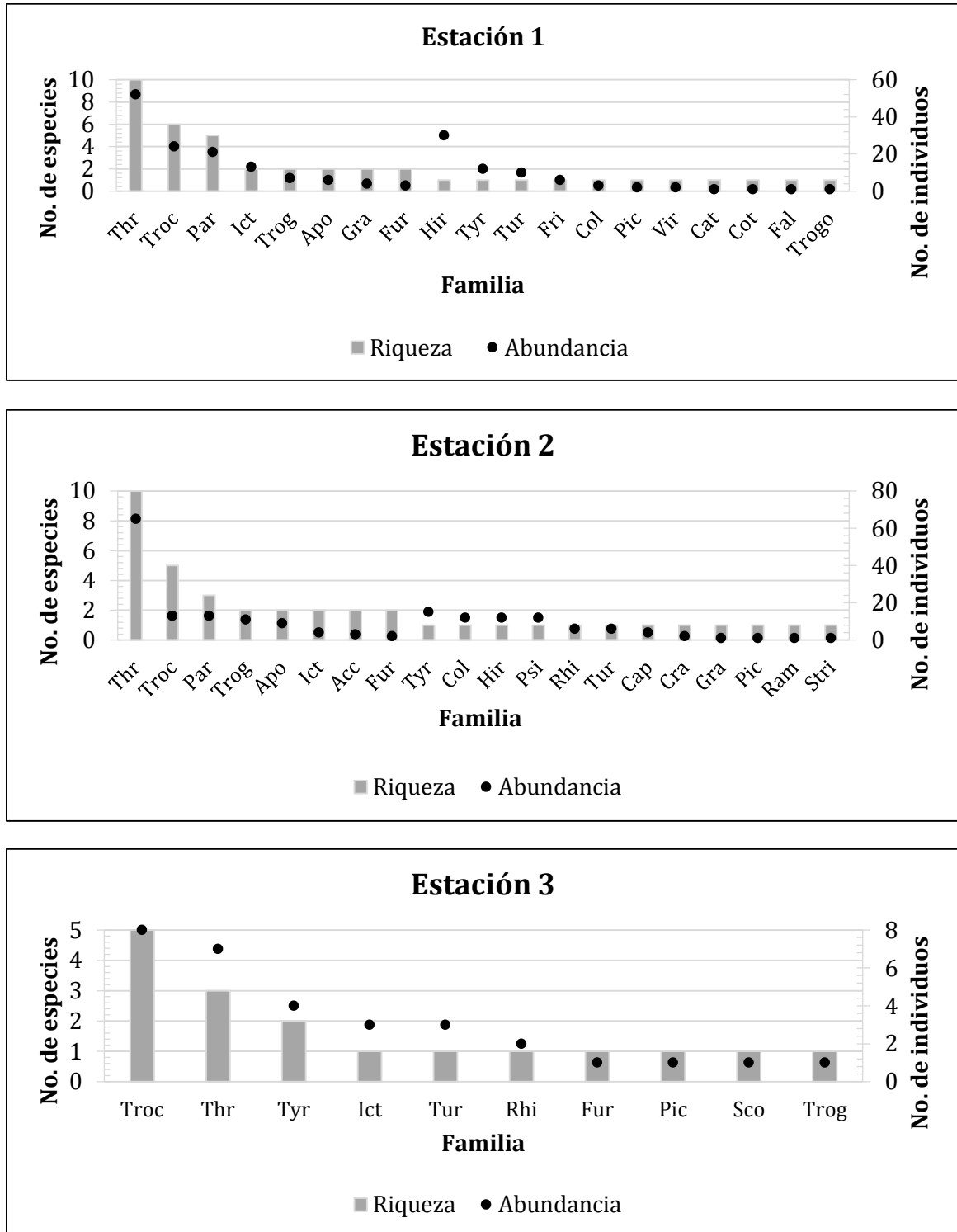


Figura 202. Composición de especies e individuos por familias de las aves registradas del transecto cinco La Rusia-Virolín.

Thr, Thraupidae; Troc, Trochilidae; Tyr, Tyrannidae; Par, Parulidae; Fur, Furnariidae; Ict, Icteridae; Pic, Picidae; Trog, Troglodytidae; Psi, Psittacidae; Apo, Apodidae; Acc, Accipitridae; Str, Strigiidae; Col, Columbidae; Hir, Hirundinidae; Fri, Fringillidae; Gra, Grallariidae; Rhi, Rhinocryptidae; Cat, Cathartidae; Ram, Ramphastidae; Fal, Falconidae; Cot, Cotingidae; Tur, Turdidae; Cra, Cracidae; Trogo, Trogonidae; Cap, Caprimulgidae; Sco, Scolopacidae; Vir, Virionide.

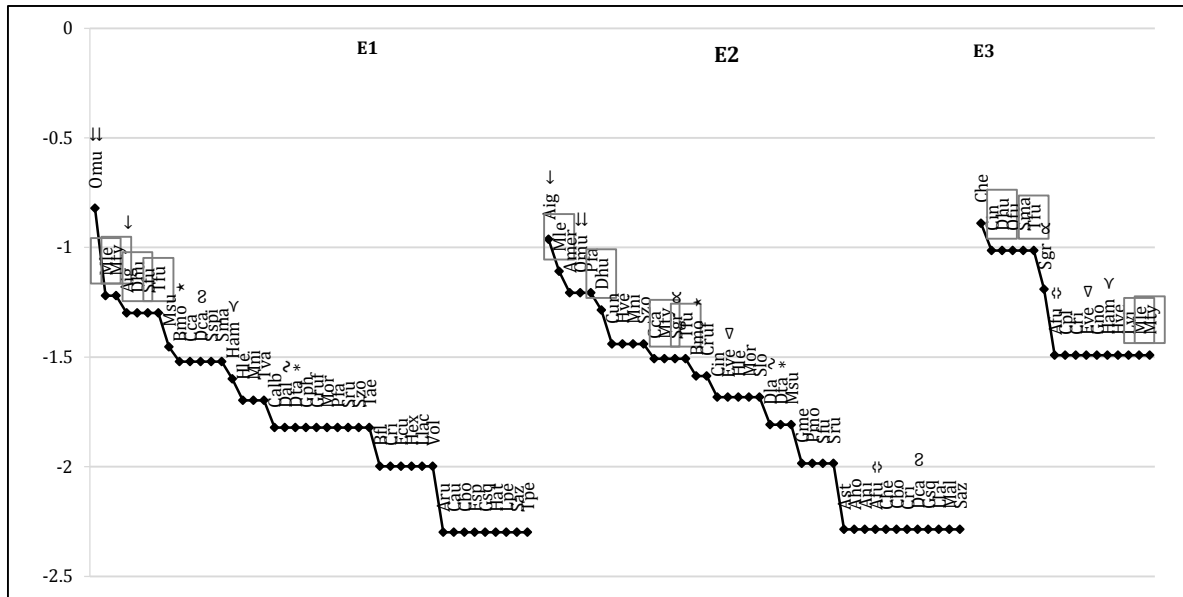


Figura 203. Curva de rango-abundancia para las tres estaciones del transecto cinco La Rusia-Violín.

Orochelidon murina, Omu, *Mecocerculus leucophrys*, Mle, *Metallura tyrianthina*, Mty, *Anisognathus igniventris*, Aig, *Diglossa humeralis*, Dhu, *Setophaga fusca*, Sfu, *Turdus fuscater*, Tfu, *Macroagelaius subalaris*, Msu, *Buthraupis montana*, Bmo, *Chlorospingus canigularis*, Cca, *Diglossa caerulescens*, Dca, *Sporaga spinescens*, Spis, *Sturnella magna*, Sma, *Heliangelus amethysticollis*, Ham, *Henicorhina leucophrys*, Hle, *Myiothlypis nigrocrystata*, Mni, *Tangara vassorii*, Tva, *Conirostrum albifrons*, Calb, *Diglossa albilatera*, Dal, *Dubusia taeniata*, Dta, *Geothlypis philadelphia*, Gph, *Grallaria ruficapilla*, Gruf, *Myioborus ornatus*, Mor, *Patagioenas fasciata*, Pfa, *Streptoprocne rutila*, Sru, *Streptoprocne zonaris*, Szo, *Troglodytes aedon*, Tae, *Boissonneaua flavescens*, Bfl, *Colaptes rivolii*, Cri, *Eriocnemis cupreovertris*, Ecu, *Heliangelus exortis*, Hex, *Lepidocolaptes lacrymiger*, Llac, *Vireo olivaceus*, Vol, *Ampelion rubrocrystatus*, Aru, *Cathartes aura*, Cau, *Coeligena bonapartei*, Cbo, *Falco sparverius*, Fsp, *Grallaria squamigera*, Gsq, *Hemispingus atropileus*, Hat, *Leiostyris peregrius*, Lpe, *Synallaxis azarae*, Saz, *Trogon personatus*, Tpe, *Amazona mercenarius*, Amer, *Cinnycerthia unirufa*, Cun, *Hemispingus verticalis*, Hve, *Scytalopus griseicollis*, Sgr, *Conirostrum rufum*, Cruf, *Catamenia inornata*, Cin, *Eriocnemis vestita*, Eve, *Systellura longirostris*, Slo, *Diglossa lafresnayii*, Dla, *Geranoetus melanoleucus*, Gme, *Penelope montagnii*, Pmo, *Accipiter striatus*, Ast, *Amblycercus holosericeus*, Aho, *Andigena nigrirostris*, Ani, *Asthenes fuliginosa*, Afu, *Chalcostigma heteropogon*, Che, *Lafresnaya lafresnayi*, Lla, *Megascops albogularis*, Mal, *Ochthoeca fumicolor*, Ofu, *Cistothorus platensis*, Cpl, *Gallinago nobilis*, Gno, *Lesbia victoriae*, Lvi. Especies que mantienen en todas o casi todas las estaciones sus valores de dominancia. *Anisognathus igniventris*, Aig, ↓ *Orochelidon murina*, Omu, ◁ *Eriocnemis vestita*, Eve, * *Buthraupis montana*, Bmo, ~ *Diglossa lafresnayii*, Dla, ⇔ *Asthenes fuliginosa*, Afu, ∝ *Scytalopus griseicollis*, Sgr, < *Heliangelus amethysticollis*, Ham, ∞ *Dubusia taeniata*, Dta, * *Diglossa caerulescens*, Dca, □ *Turdus fuscater*, Tfu, *Metallura tyrianthina*, Mty, *Diglossa humeralis*, Dhu, *Mecocerculus leucophrys*, Mle.



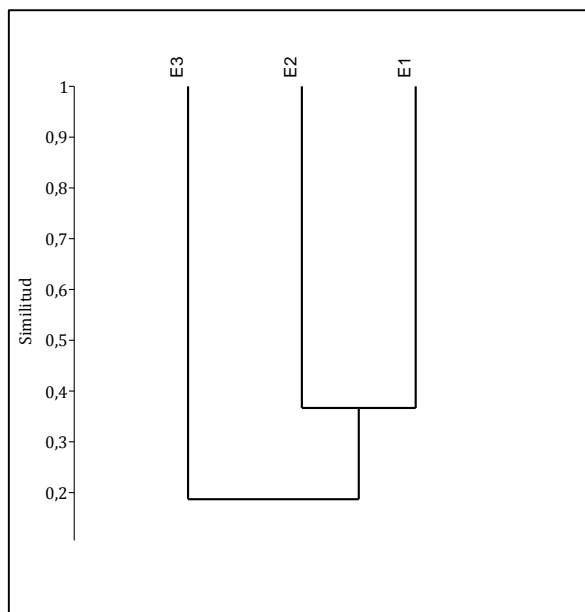
Figura 204. Elementos observados en el transecto cinco La Rusia-Violín.

A. Vista lateral de *Buthraupis montana* (Thraupidae). B. Vista latero-frontal de *Macroagelaius subalaris* (Icteridae). C. Vista lateral de *Conirostrum rufum* (Thraupidae). D. Vista lateral de *Asthenes fuliginosa* (Furnariidae). E. Vista latero-frontal de *Coeligena bonapartei* (Trochilidae). F. Vista lateral de *E. cupreovertris* (Trochilidae). G. Vista lateral de *Boissonneaua flavescens* (Trochilidae). H. Vista lateral de *Hemispingus verticalis* (Thraupidae). I. Detalle de huevos de *Gallinago nobilis* (Scolopacidae), encontrados en el pajonal a 3550 m.

Diversidad beta. El análisis de complementariedad reveló que el número de especies compartidas entre las estaciones es bajo, indican que existe un alto porcentaje de disimilitud entre cada estación (tabla 101). En contraste, el índice de similitud de Jaccard muestra una relación entre las dos primeras estaciones, que contiene especies en su mayoría distintas a las encontradas en la estación tres. Sin embargo, la mayor similitud encontrada entre estaciones uno y dos, esta soportada por el 37% de los datos (fig. 205).

Tabla 101. Índice de complementariedad de especies entre las estaciones del del transecto 10 La Rusia-Virolín, a partir de Villareal *et al.* (2006).

Duitama	E1	E2	E3
E1		63.3	88.7
E2	63.3		76.1
E3	88.7	76.1	



Jaccard	E1	E2	E3
E1	1	0,37	0,13
E2	0,37	1	0,24
E3	0,13	0,24	1

Figura 205. Diagrama de similitud entre las estaciones del transecto cinco, La Rusia-Virolín. Se tabulan los datos calculados a partir del índice de Jaccard.

La diversidad encontrada en cada una de las estaciones del transecto cinco, refleja a comunidades típicas de zonas altoandinas, en las cuales, las familias mejor representadas son Thraupidae, Trochilidae, Tyranidae y Parulidae (Andrade *et al.* 1993, Stiles & Rosselli 1998, Cuervo *et al.* 2008). La representatividad en cada una de las estaciones alcanzo un umbral óptimo (>80%), en el estimador Bootstrap, el cual tiene en cuenta el sesgo producido por el aumento de las especies raras (Pineda & Halffter 2003, Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona 2008). Sin embargo, es posible que factores como la estacionalidad o el clima local afecten la dinámica de las poblaciones. Por lo tanto, se sugiere aumentar el esfuerzo de muestreo en

todas las estaciones en distintas épocas para contrastar los resultados y tomar adecuadas decisiones.

En este transecto, se observa a través de los índices de diversidad local, que a medida que se ascendía altitudinalmente disminuye la diversidad, tal como se ha registrado para otros grupos de vertebrados (Lomolino 2001). En efecto, la diversidad alfa y beta fue similar desde los 3190-3400 m, manteniendo homogeneidad en valores de importancia de las especies y su recambio (Moreno 2001). En contraste, sobre los 3400 m, la diversidad disminuyó considerablemente, y estos resultados pueden deberse a un marcado efecto de la estructura de la vegetación sobre los requerimientos de las especies.

Así, a partir de los 3400 m, la vegetación paso de extensos arbustales colindantes con áreas potrerizadas a áreas abiertas de pajonales extensos, en los cuales los arbustales eran reducidos a algunos parches (ver descripción de las estaciones). No obstante, sobre los 3700 m, fue posible observar pequeños parches de *Polylepis quadrijuga*, los cuales no recibieron un extenso esfuerzo de muestreo, debido a que se salía del rango altitudinal, pero probablemente contrastaban la matriz de pajonal-frailejona, exhibiendo una diversidad de aves particular, tal como se ha documentado anteriormente para el área de estudio (Meneses & Herrera-Martínez 2013). De este modo, los datos sugieren que la franja de delimitación del páramo en el transecto cinco, sea establecida a partir de los 3400 m.

No obstante, se presentan otros factores que influyen sobre los patrones de diversidad y deben ser tenidos en cuenta para tomar decisiones al respecto (Brown 2001, Kattan & Franco 2004). Por ejemplo, las modificaciones al paisaje ocurridas por actividades humanas, se ha demostrado que afectan la distribución espacial y temporal de las especies (Thiollay 1996). Tales actividades como la creación de potreros para la ganadería y la extracción de elementos arbóreos, fueron claramente observados en el área de estudio el cual se caracterizaba por la dominancia del roble (*Q. humboldtii*), por debajo de los 3400 m. Adicionalmente, es necesario evaluar los factores ecológicos tales como la competencia y las interacciones depredador-presa, así como la heterogeneidad y la estructura del hábitat, para dar un mejor concepto que determine la diversidad de especies.

Por último, entre los 3190-3400 m, se logró el registro del chango de montaña, *M. subalaris*, especie endémica, seriamente amenazada por la reducción de su hábitat, encontrándose **en peligro, EN** (BirdLife International 2012, Renjifo *et al.* 2014). Adicional al registro en el aumento del rango altitudinal que ha sido registrado para esta especie, se resalta el ascenso del tucán *A. nigrirostris*, del cual se desconoce la tendencia poblacional (BirdLife International 2012). Otros elementos a destacar son los integrantes de Trochilidae, los cuales se encuentran en el apéndice II del CITES, y alcanzan una alta riqueza entre 3190-3400 m. En particular, el registro de *C. bonapartei* y *E. cupreovertris*, casi endémicas y raras en su rango de distribución (Stotz *et al.* 1996, BirdLife International 2014). Se resalta la última especie, ya que hasta hace poco estaba considerada como casi amenazada (Renjifo *et al.* 2002, BirdLife International 2012). De esta manera, teniendo en cuenta que en el área de estudio confluyen varios elementos de importancia para

la conservación, se sugiere que la franja de delimitación cubija una zona de amortiguación que resguarde estas especies. Así, se propone que esta zona este comprendida alrededor de los 3190 m, rango de ubicación de la estación más baja. Sin embargo, se insta por el desarrollo de estudios que soporten esta decisión y que consideren una mayor extensión en la zona de amortiguación.

TRANSECTO SEIS, RANCHERÍA (PAIPA)

Departamento de Boyacá, municipio de Paipa, vereda Peña Amarilla. El transecto se localiza en el corredor de Robles del complejo Guantiva-La Rusia, en el flanco oriental, en inmediaciones de la Reserva Natural Municipal “Ranchería”; actualmente las formaciones vegetales evaluadas corresponden a bosque altoandino y páramo, se encuentran asociadas a suelos cuyo uso frecuente son la ganadería y agricultura (cultivos de papa).

La zona se caracteriza por presentar fuertes vientos que recorren el valle de Paipa, a su vez, se encuentra atravesada por una vía intermunicipal de segundo orden que comunica la zona urbana del municipio de Paipa con el corregimiento de Palermo (Paipa). En el área de estudio se realizaron cinco estaciones distribuidas entre 3120 y 3588 m de elevación e inclinaciones entre 10-30°, dos estaciones realizadas en bosque altoandino (3120-3323 m), dos en arbustal (3404-3485 m) y una en herbazal, con elementos en roseta (3520 m). A continuación, se presenta una panorámica fotográfica del área y una tabla con la información de cada estación evaluada (fig. 206, Tabla 102).

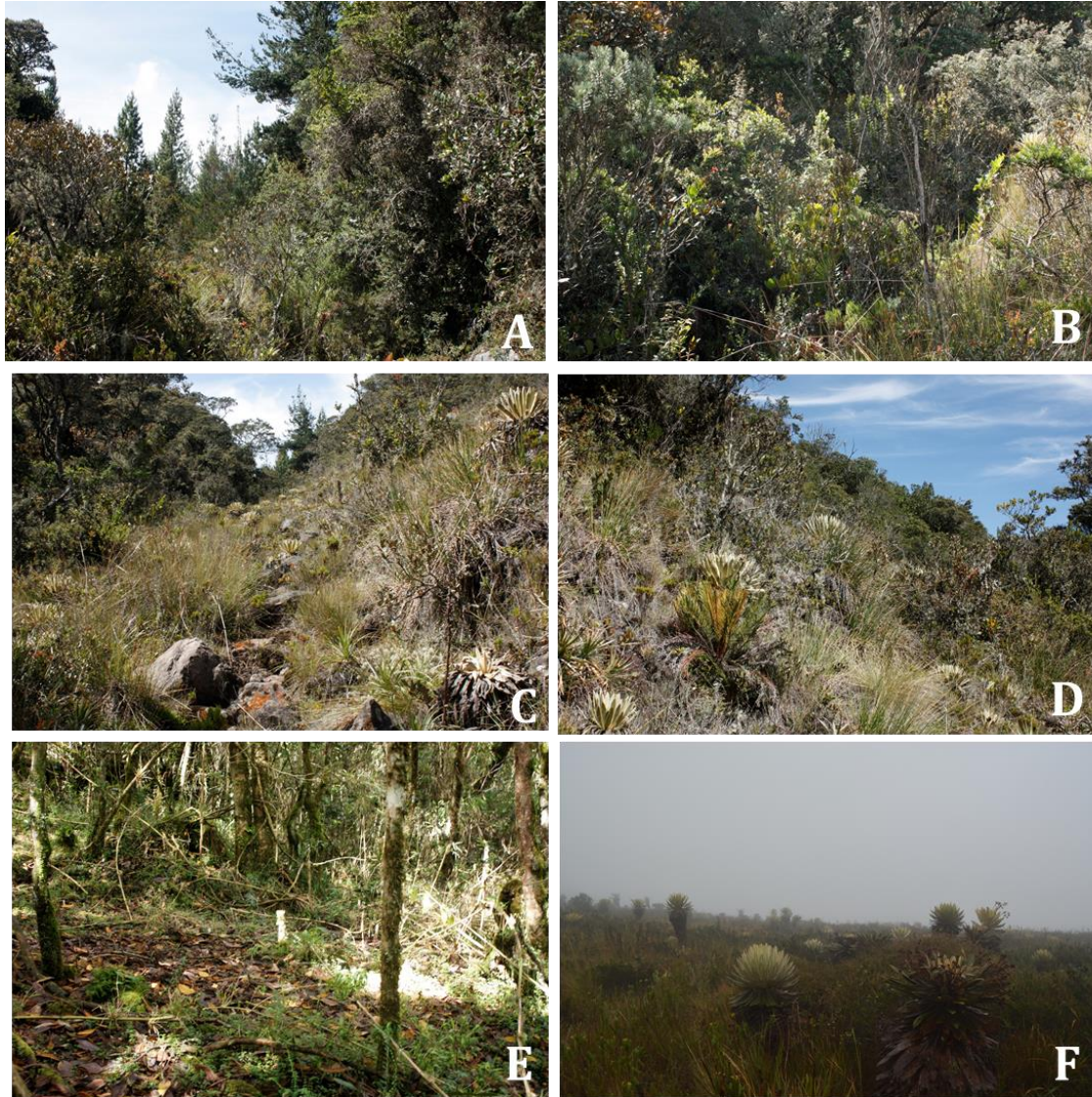


Figura 206. Vista panorámica del área de estudio transecto seis Ranchería; A. Vista general del área donde se observan áreas transformadas de pinares; B. Zonas de vegetación nativas mezclada con eucaliptos y acacias; C. Camino que contacta las áreas establecidas de estudio; D. Zonas de transición; E. Interior de una cobertura en estudio; F. Área de páramo.

Tabla 102. Localización de las estaciones evaluadas en el transecto seis.

Estación	Parcela	Altitud (m)	Coordenadas N	Coordenadas W	Tipo de vegetación
1	1	3202	5° 50' 54,69"	73° 7' 20,87"	Bosque
	2	3185	5° 50' 53,41"	73° 7' 19,47"	
	3	3178	5° 50' 52,78"	73° 7' 17,16"	
2	1	3311	5° 51' 6,15"	73° 7' 30,54"	Bosque
	2	3308	5° 51' 5,63"	73° 7' 28,34"	
	3	3312	5° 51' 6,32"	73° 7' 26,26"	
3	1	3408	5° 50' 57,7"	73° 7' 48,4"	Arbustal

	2	3420	5° 50' 59,2"	73° 7' 46,3"	
	3	3414	5° 50' 58,4"	73° 7' 47,7"	
4	1	3466	5° 51' 3,42"	73° 7' 49,16"	Arbustal
	2	3462	5° 51' 3"	73° 7' 51,72"	
	3	3458	5° 51' 2,1"	73° 7' 54,6"	
5	1	3560	5° 51' 11,3"	73° 8' 33,3"	Herbazal
	2	3562	5° 51' 9"	73° 8' 27,3"	
	3	3520	5° 51' 8,4"	73° 8' 18,2"	

VASCULARES

ANÁLISIS POR ESTACIÓN

ESTACIÓN UNO. Se registran 31 familias, 42 géneros y 61 especies. La familia más diversa corresponde a Polypodiaceae con cuatro géneros y seis especies, seguido de Ericaceae (5/5), Clusiaceae (1/4), Asteraceae, Melastomataceae, Piperaceae y Rubiaceae con dos géneros y tres especies respectivamente (Tabla 103). Del total de familias identificadas, el 48,38% (15) están representadas con una especie cada una.

Tabla 103. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación uno.

Familias	No. Géneros	No. Especies
Polypodiaceae	4	6
Ericaceae	5	5
Clusiaceae	1	4
Asteraceae	2	3
Melastomataceae	2	3
Piperaceae	2	3
Rubiaceae	2	3
Bromeliaceae	1	3
Alstroemeriaceae	1	2
Aquifoliaceae	1	2
Clethraceae	1	2
Dryopteridaceae	1	2
Myrsinaceae	1	2
Orchidaceae	1	2
Rhamnaceae	1	2
Rosaceae	1	2

Los géneros más diversos son *Clusia* (4 especies), *Tillandsia* (3), *Ageratina*, *Bomarea*, *Campyloneurum*, *Clethra*, entre otras con dos especies cada una. Del total

de géneros identificados, el 61,90% (26) están representados con una especie cada una (Tabla 104).

Tabla 104. Géneros con la mayor riqueza de especies de la estación uno.

Género	No. Especies
<i>Clusia</i>	4
<i>Tillandsia</i>	3
<i>Ageratina</i>	2
<i>Bomarea</i>	2
<i>Campyloneurum</i>	2
<i>Clethra</i>	2
<i>Elaphoglossum</i>	2
<i>Epidendrum</i>	2
<i>Hesperomeles</i>	2
<i>Ilex</i>	2
<i>Melpomene</i>	2
<i>Miconia</i>	2
<i>Myrsine</i>	2
<i>Palicourea</i>	2
<i>Peperomia</i>	2
<i>Rhamnus</i>	2

Forma de crecimiento. La forma de arbustillo presenta la mayor abundancia con el 49,65%, seguido de los arbustos con 25,86%. La categoría roseta con un solo tronco tiene la menor abundancia con el 0,11% (figs. 207 y 208). Según valores de cobertura se registra que la categoría árbol presenta el mayor valor con el 72,66%, seguido de los arbolitos con el 19,37%. Lo anterior, define una fisonomía de la cobertura vegetal de tipo bosque con abundantes arbustillos y arbustos.

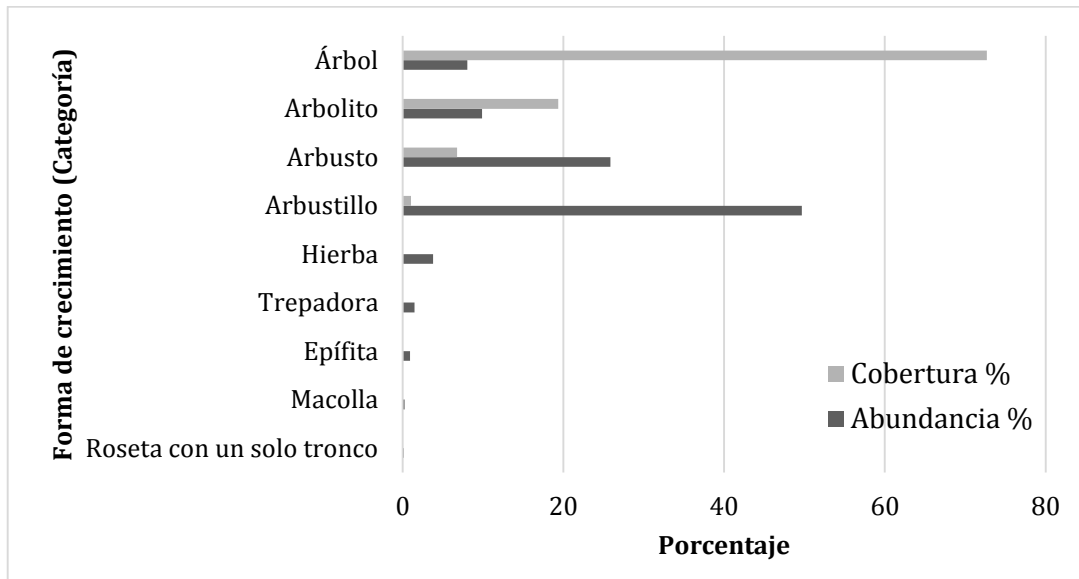


Figura 207. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura en la estación uno.

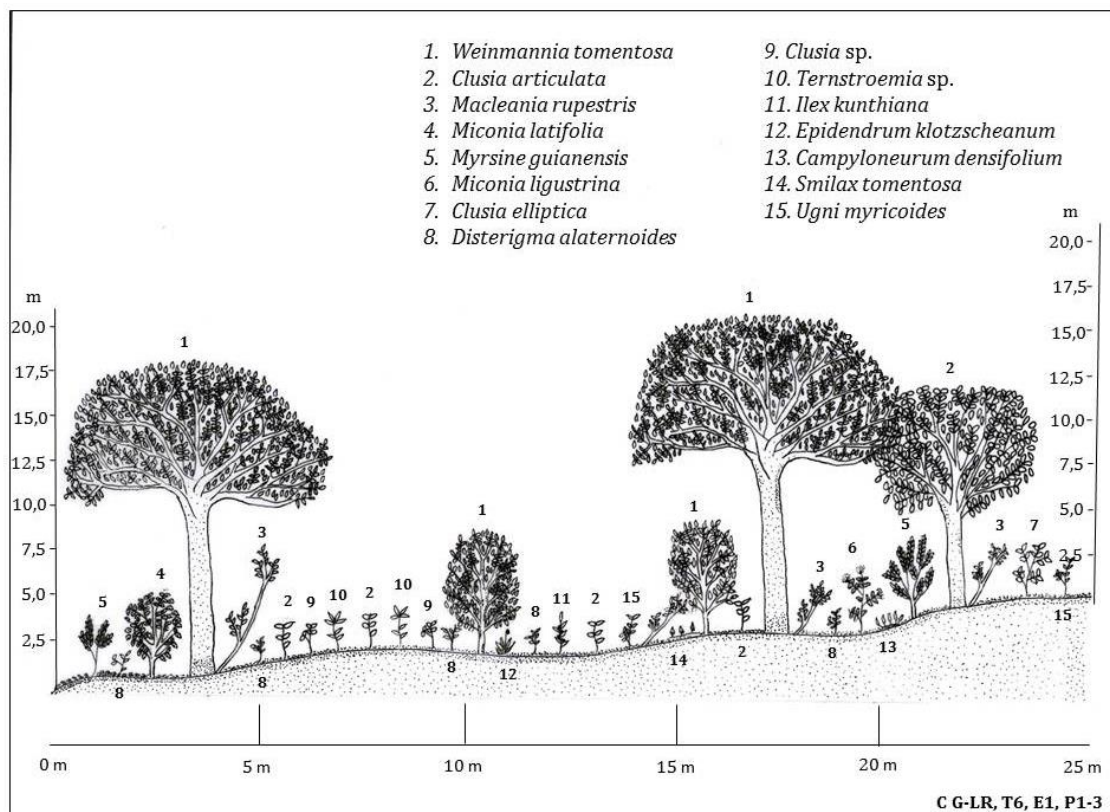


Figura 208. Perfil de vegetación de la estación uno, transecto Ranchería.

Índice de valor de importancia (IVI). Los parámetros estructurales que determinan la dominancia en la comunidad vegetal son el área basal y la abundancia; del total de especies arbóreas y arbustivas, *Weinmannia tomentosa* es la de mayor dominancia por su área basal, aunque no es muy abundante y frecuente, en su lugar, *Clusia articulata* y *Disterigma alaternoides* presentan la mayor abundancia (fig. 209).

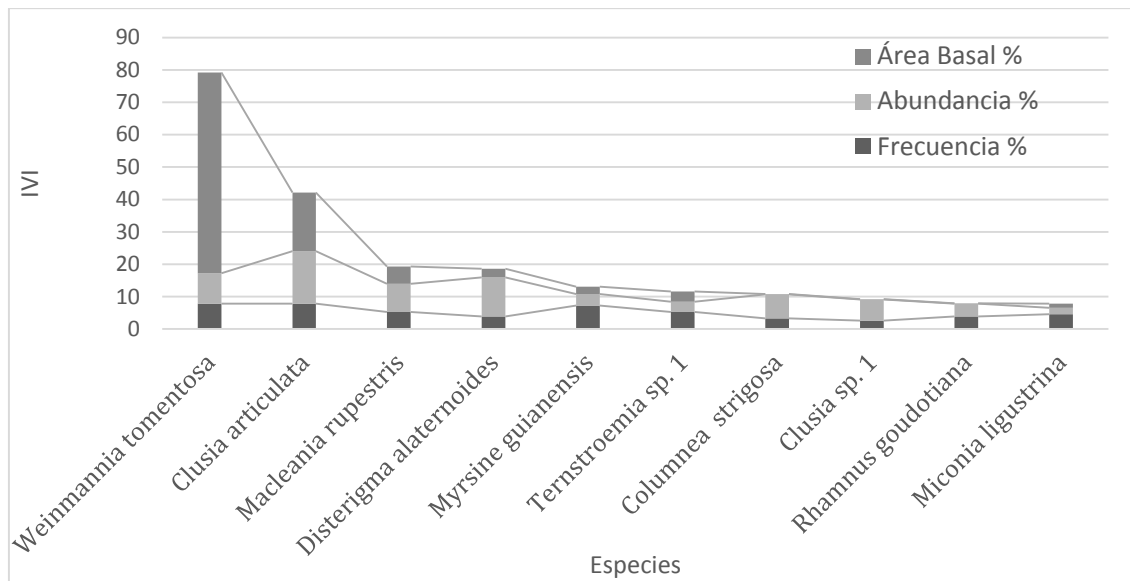


Figura 209. Especies con los mayores valores de IVI en la estación uno.

ESTACIÓN DOS. Se registran 37 familias, 46 géneros y 61 especies. Las familias más diversas corresponden a Ericaceae con cuatro géneros y cuatro especies, seguido de Lauraceae (3/3), Asteraceae, Myrsinaceae y Piperaceae (2/3). Del total de familias el 62,16% están representadas con una especie cada una (Tabla 105).

Tabla 105. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación dos.

Familia	No Géneros	No. Especies
Ericaceae	4	4
Lauraceae	3	3
Asteraceae	2	3
Myrsinaceae	2	3
Piperaceae	2	3
Alstroemeriaceae	1	3
Clusiaceae	1	3
Dryopteridaceae	1	3
Melastomataceae	1	3
Rosaceae	2	2
Aquifoliaceae	1	2
Araliaceae	1	2
Caprifoliaceae	1	2
Cunoniaceae	1	2

Los géneros más diversos son *Bomarea*, *Clusia*, *Elaphoglossum* y *Miconia* con tres especies cada uno. Del total de géneros identificados, el 76,08% (35) están representados con una especie cada uno (Tabla 106).

Tabla 106. Géneros con la mayor riqueza de especies de la estación dos.

Género	No. Especies
<i>Bomarea</i>	3
<i>Clusia</i>	3
<i>Elaphoglossum</i>	3
<i>Miconia</i>	3
<i>Cybianthus</i>	2
<i>Ilex</i>	2
<i>Pentacalia</i>	2
<i>Piper</i>	2
<i>Schefflera</i>	2
<i>Viburnum</i>	2
<i>Weinmannia</i>	2

Forma de crecimiento. La forma arbórea es la más abundante (68,10%), en esta, la categoría arbusto presenta el mayor número de individuos (29,82%), seguido de las hierbas (28,54%). Las formas con mayor cobertura son los árboles (77,80%) y los arbustos (12,75%); en general, la cobertura vegetal que predomina es el bosque con presencia de individuos de crecimiento simpodial hasta de 4 m de altura (fig. 210).

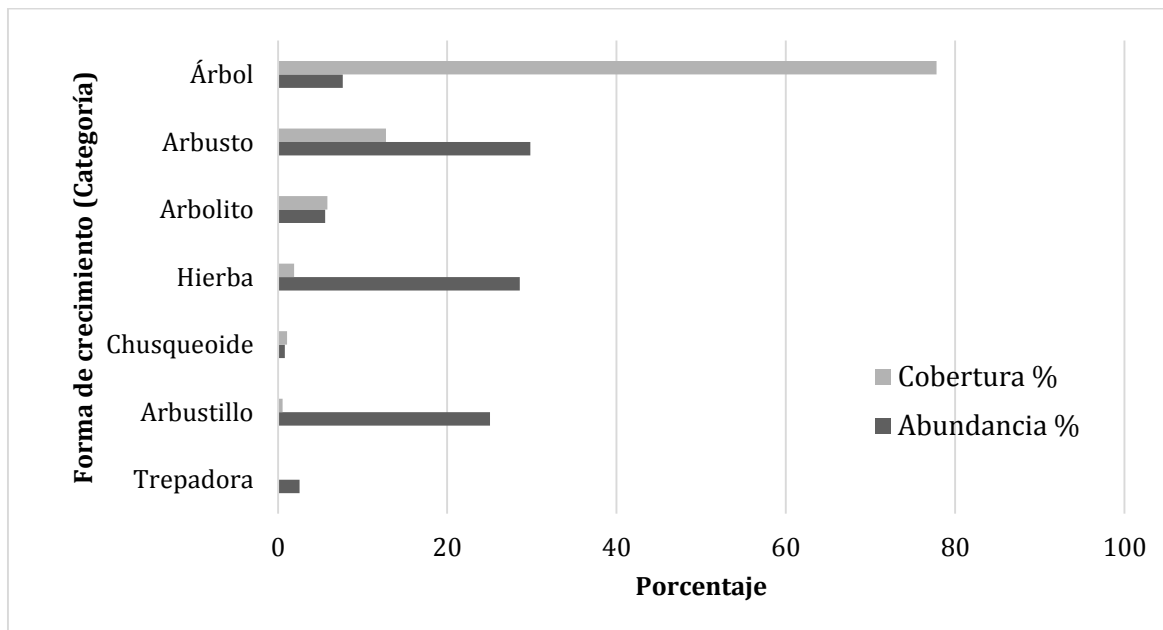


Figura 210. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura, en la estación dos.

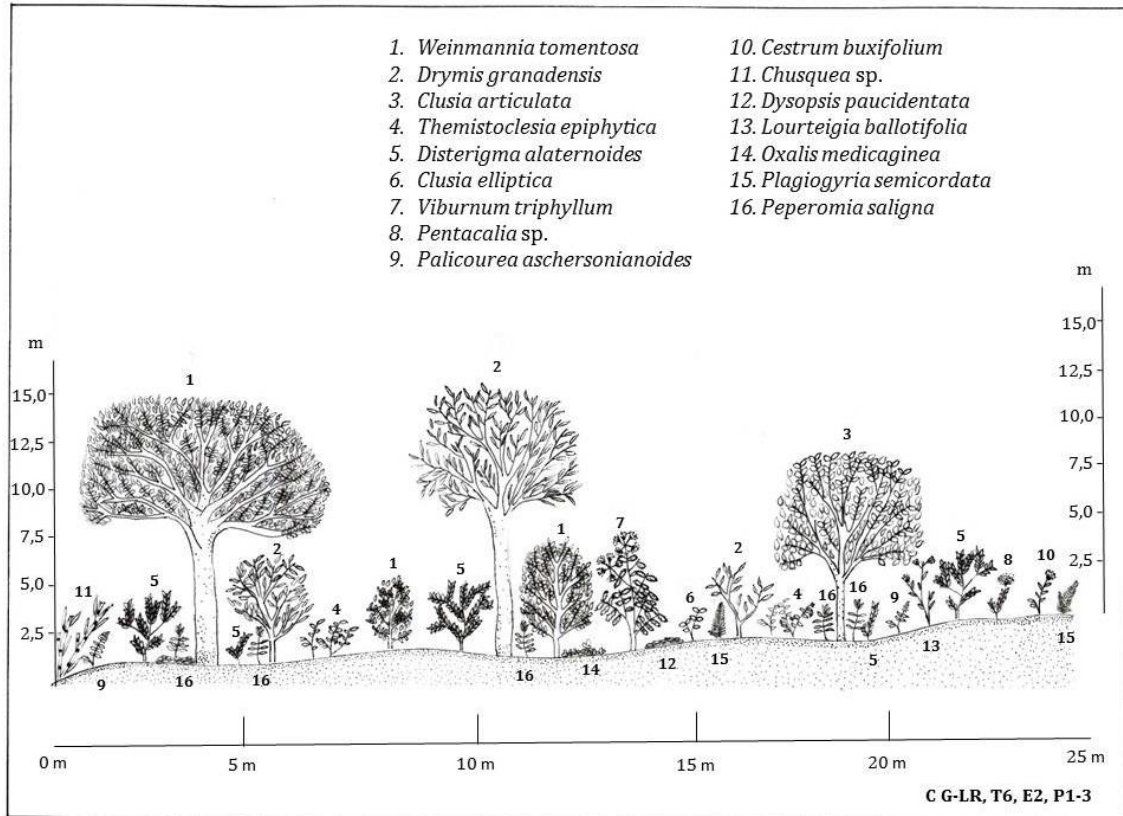


Figura 211. Perfil de vegetación de la estación dos, transecto Ranchería.

Índice de valor de importancia (IVI). Los parámetros estructurales que definen la dominancia de la comunidad vegetal, está dado por valores de área basal y abundancia. En general, las especies más dominantes de la estación son *Drymis granadensis*, *Weinmannia tomentosa* y *Disterigma alaternoides*. Las especies representativas por valores de área basal son en su orden *W. tomentosa*, *D. granadensis*, *Clusia articulata*, *Miconia biglandulosa* y *Clusia elliptica*. Aquellas dominantes por ser abundantes se encuentran *Disterigma alaternoides*, *Drymis granadensis* y *Palicourea aschersonianoides*. Solo *P. aschersonianoides*, *Ternstroemia* sp. 1 y *Miconia ligustrina* son más frecuentes en la estación (fig. 212).

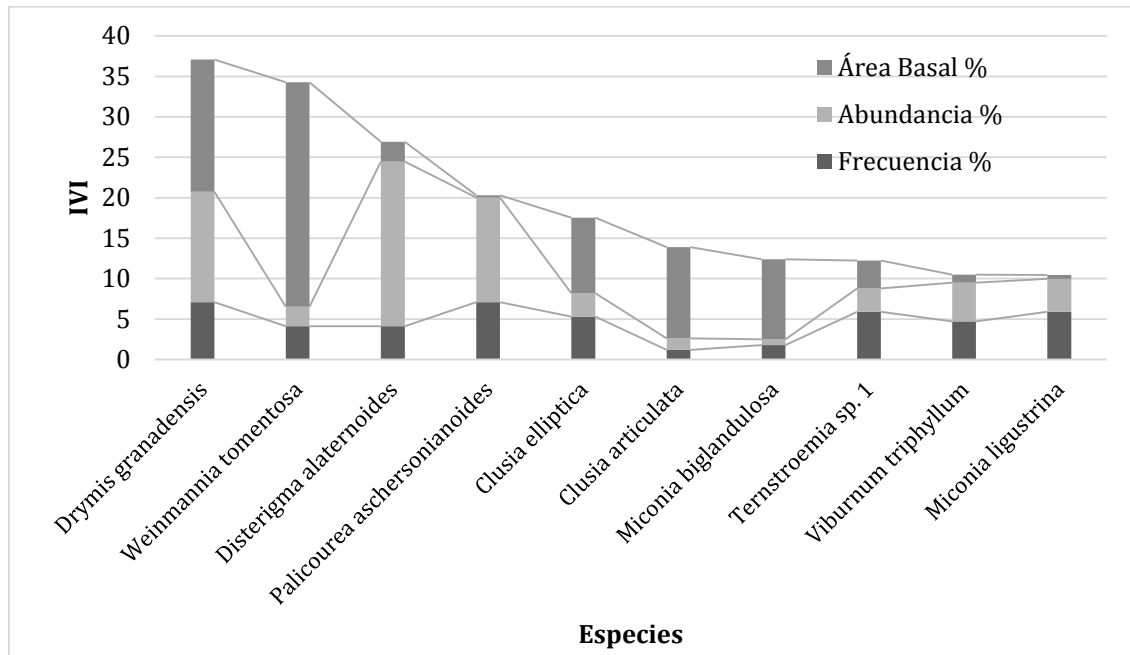


Figura 212. Especies con los mayores valores de IVI en la estación dos.

ESTACIÓN TRES. Se identificaron 27 familias, 38 géneros y 44 especies. Las familias más diversas son Asteraceae (5 géneros/8 especies), seguido de Ericaceae (4/5) y Clusiaceae (2/3) (Tabla 107). Del total de familias registradas, el 70,37% están representadas con una especie. Los géneros más diversos son *Ageratina*, *Clusia*, *Diplostephium*, *Gaultheria*, *Pentacalia* y *Rubus* con dos especies cada uno. Del total de géneros registrados el 81,57% (31) están representados con una especie.

Tabla 107. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación tres.

Familia	No Géneros	No. Especies
Asteraceae	5	8
Ericaceae	4	5
Clusiaceae	2	3
Melastomataceae	2	2
Poaceae	2	2
Rubiaceae	2	2
Rosaceae	1	2

Forma de crecimiento. Los estratos leñosos corresponden a las formas de crecimientos predominantes en abundancia y cobertura. De estos, los arbustos presentan la mayor cobertura (55,51%), seguido de los árboles (20,48%). Los arbustos son la forma más abundantes (50,42%), seguido de los arbustillos (43,72%). Estos resultados determinan una cobertura con fisonomía de arbustal y con pocos individuos arbóreos (figs. 213 y 214).

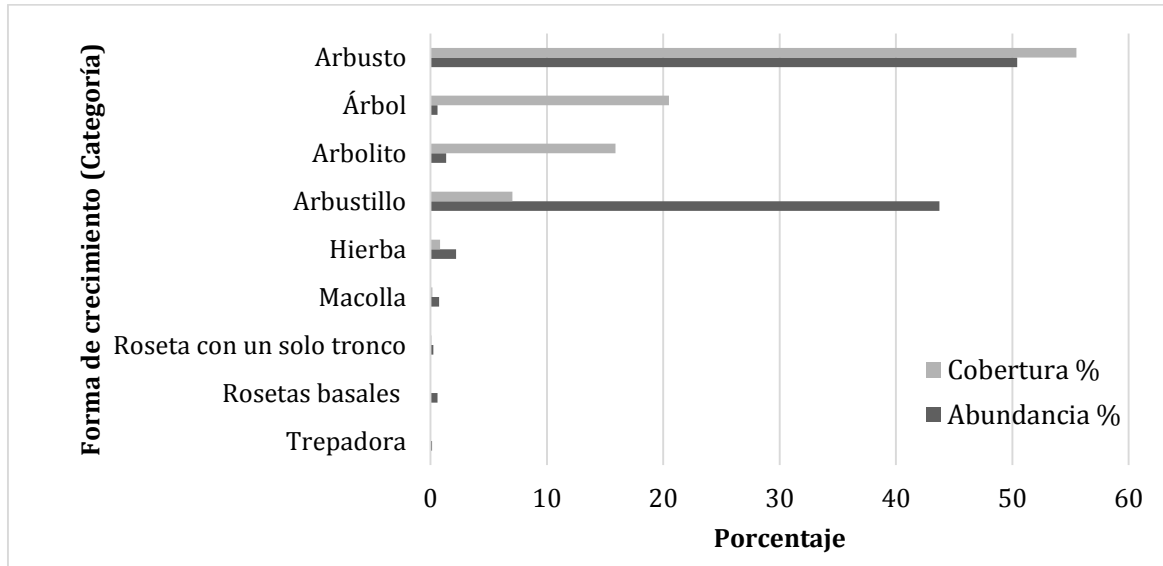


Figura 213. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura en la estación tres.

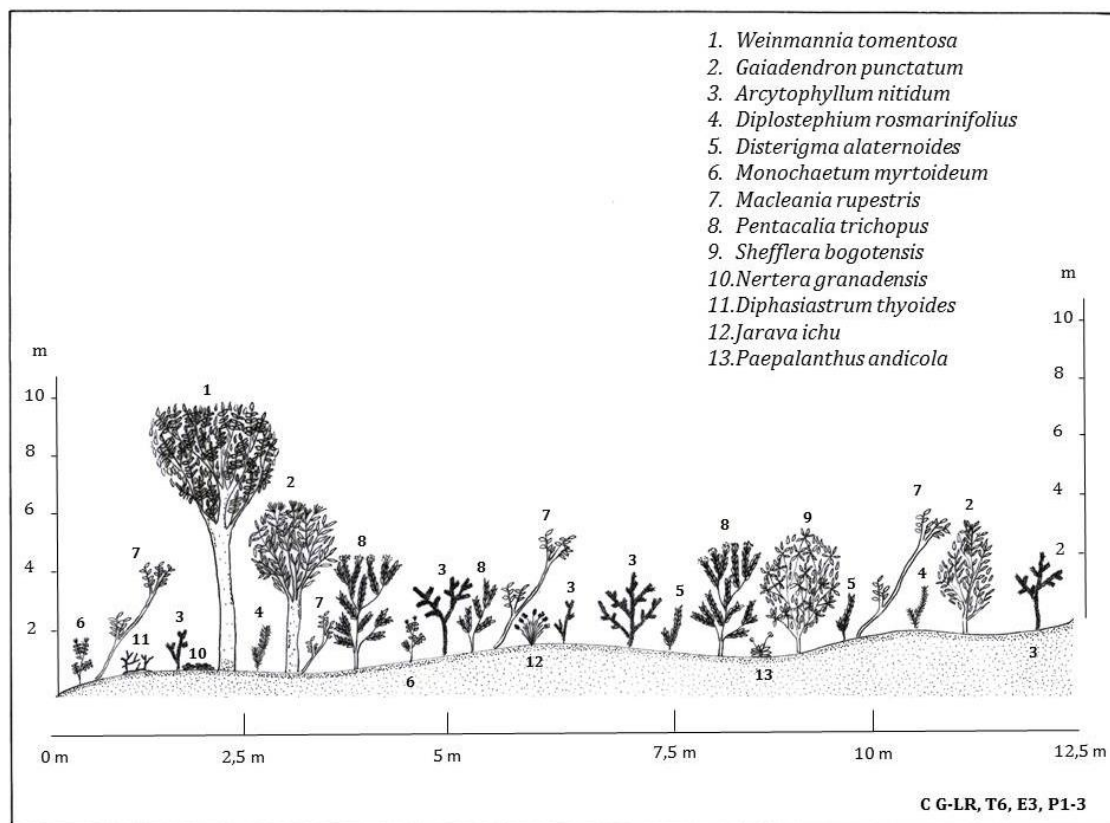


Figura 214. Perfil de vegetación de la estación tres, transecto seis Ranchería.

Índice de valor de importancia (IVI). Las especies más dominantes en la estación muestreada son *Weinmannia tomentosa*, *Macleania rupestris* y *Gaiadendron punctatum*. Las especies dominantes por valores de área basal son *W. tomentosa* y *G. punctatum*. Las especies más abundantes en la comunidad vegetal son *M.*

rupestris, *Monochaetum myrtoideum*, *Diplostephium rosmarinifolius* y *Arcytophyllum nitidum* (fig. 215).

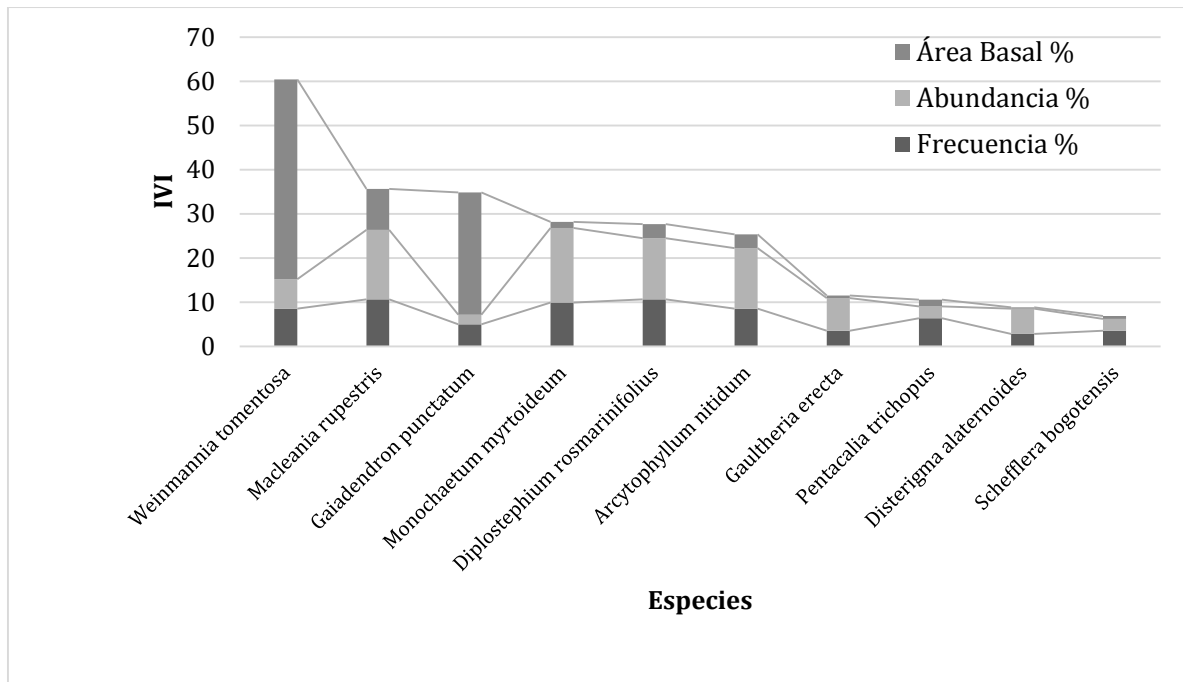


Figura 215. Especies con los mayores valores de IVI en la estación tres

ESTACIÓN CUATRO. Se registran 17 familias, 34 géneros y 42 especies. Las familias más diversas son Asteraceae con siete géneros y diez especies, seguida de Ericaceae (5/7) y Poaceae (3/4) (Tabla 108). Del total de familias identificadas el 58,82% esta representada por una especie. Los géneros más diversos son *Gaultheria* y *Pentacalia* con tres especies, seguido de *Diplostephium*, *Hypericum*, *Myrsine* y *Paspalum* con dos cada uno. Del total de géneros determinadas, el 82,35% (28) están representados con una especie.

Tabla 108. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación cuatro.

Familia	No Géneros	No. Especies
Asteraceae	7	10
Ericaceae	5	7
Poaceae	3	4
Melastomataceae	3	3
Rubiaceae	3	3
Lycopodiaceae	2	2
Clusiaceae	1	2

Forma de crecimiento. Las categorías más abundantes son arbustillo (56,40%) y arbustos (13,60%) (figs. 216 y 217). Las formas de crecimiento con mayor cobertura, son también los arbustos (60,02%), seguido de los arbustillos (29,22%)

y hierbas (8,40%). Este resultado determina una fisonomía vegetal de tipo arbustal.

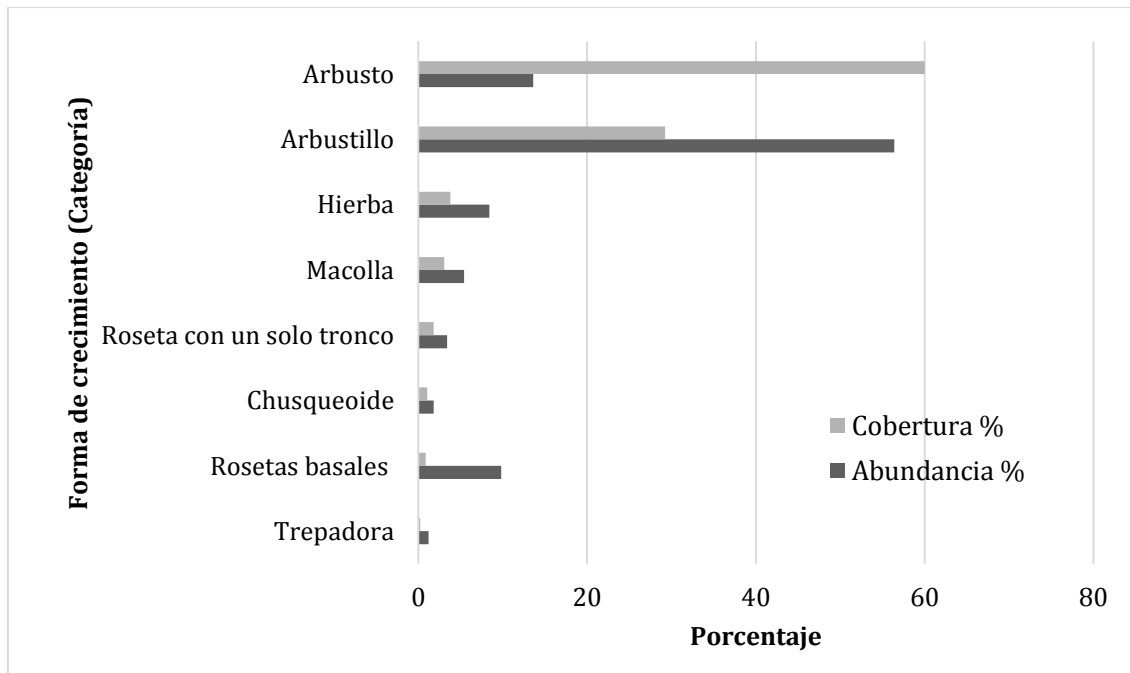


Figura 216. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura en la estación cuatro.

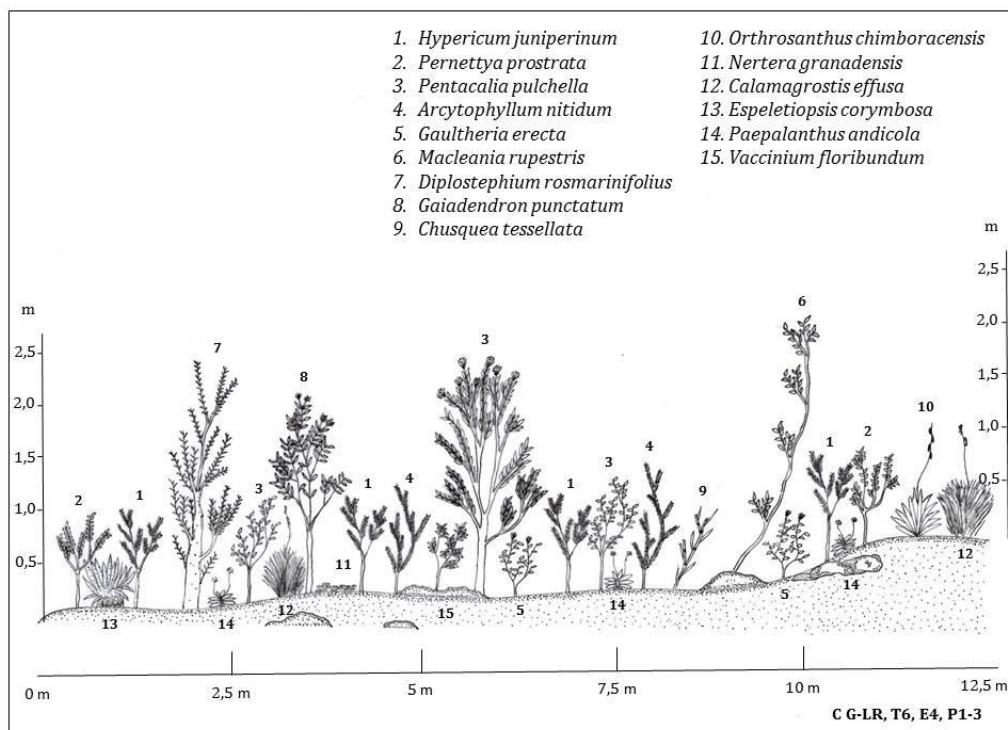


Figura 217. Perfil de vegetación de la estación cuatro, transecto Ranchería.

Índice de valor de importancia (IVI). De las especies leñosas *Hypericum juniperinum*, *Diplostephium rosmarinifolium*, *Pentacalia pulchella* y *Arcytophyllum*

nitidum son las más dominantes. La especie *H. juniperinum* es dominante por ser abundante y frecuente; *D. rosmarinifolius* se destaca por los valores de área basal; *P. pulchella* es dominante por los valores equitativos de los tres parámetros estructurales; *A. nitidum* es dominante por el área basal y la abundancia (fig. 218).

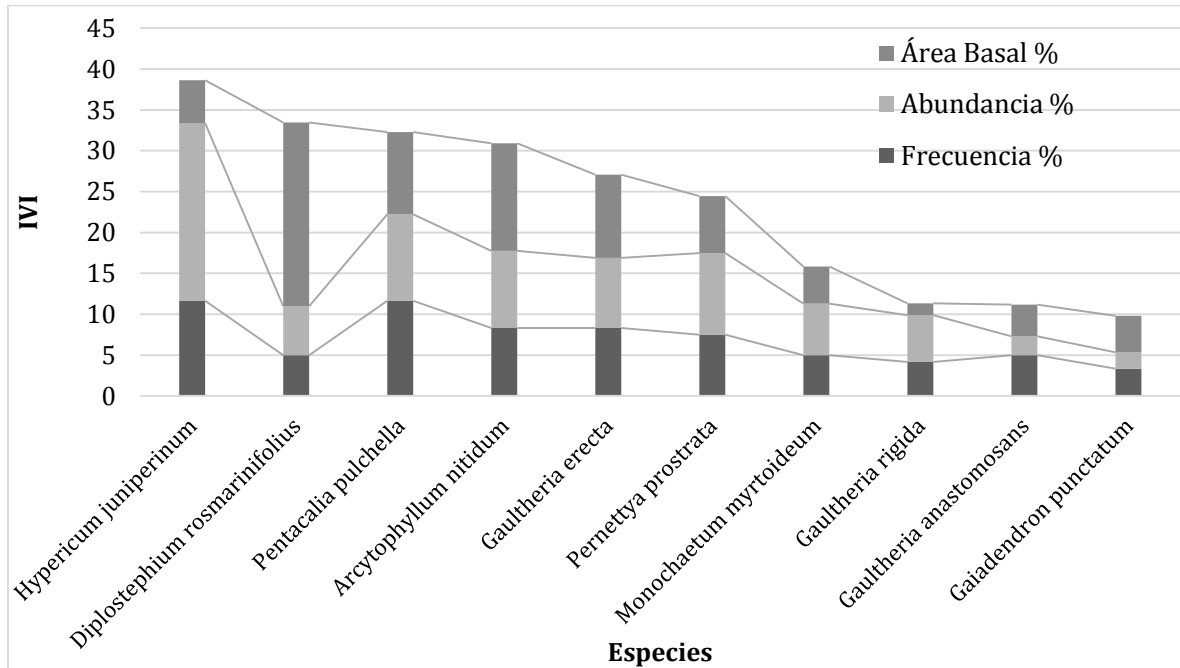


Figura 218. Especies con los mayores valores de IVI en la estación cuatro.

ESTACIÓN CINCO. Se determinaron 19 familias, 39 géneros y 42 especies. Las familias más diversas son Asteraceae con cuatro géneros y seis especies, seguida de Ericaceae (6/7) (Tabla 109). Del total de familias determinadas, el 40% de las familias presentan una especie. Los géneros más diversos son *Espeletia*, *Gaultheria* e *Hypericum* con tres especies cada uno. Del total de géneros el 92,30% (36) están representados por una especie.

Tabla 109. Familias con la mayor riqueza de géneros y especies de la estación cinco.

Familia	No Géneros	No. Especies
Asteraceae	10	11
Ericaceae	6	7
Melastomataceae	3	3
Poaceae	3	3
Rubiaceae	3	3
Clusiaceae	1	2

Forma de crecimiento. La categoría arbustillo presenta la mayor abundancia con el 59,40%, seguido de rosetas basales con 16,79% (figs. 219 y 220). La forma con mayor cobertura son los arbustillos (42,49%), seguido de las macollas (21%) y chusqueoides (11,25%). Este resultado determina que la fisonomía de la cobertura

vegetal está conformada por individuos leñosos que no superan un metro de altura, asociados a hierbas, rosetales y macollas.

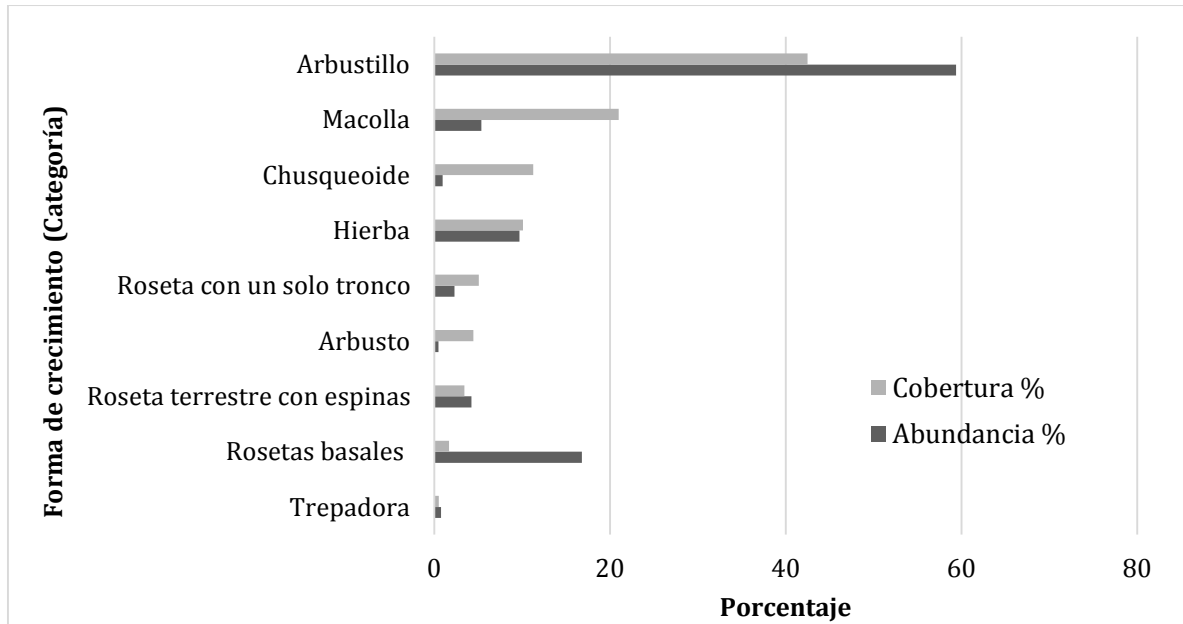


Figura 219. Distribución de las formas de crecimiento por categorías según los porcentajes de abundancia y cobertura en la estación cinco.

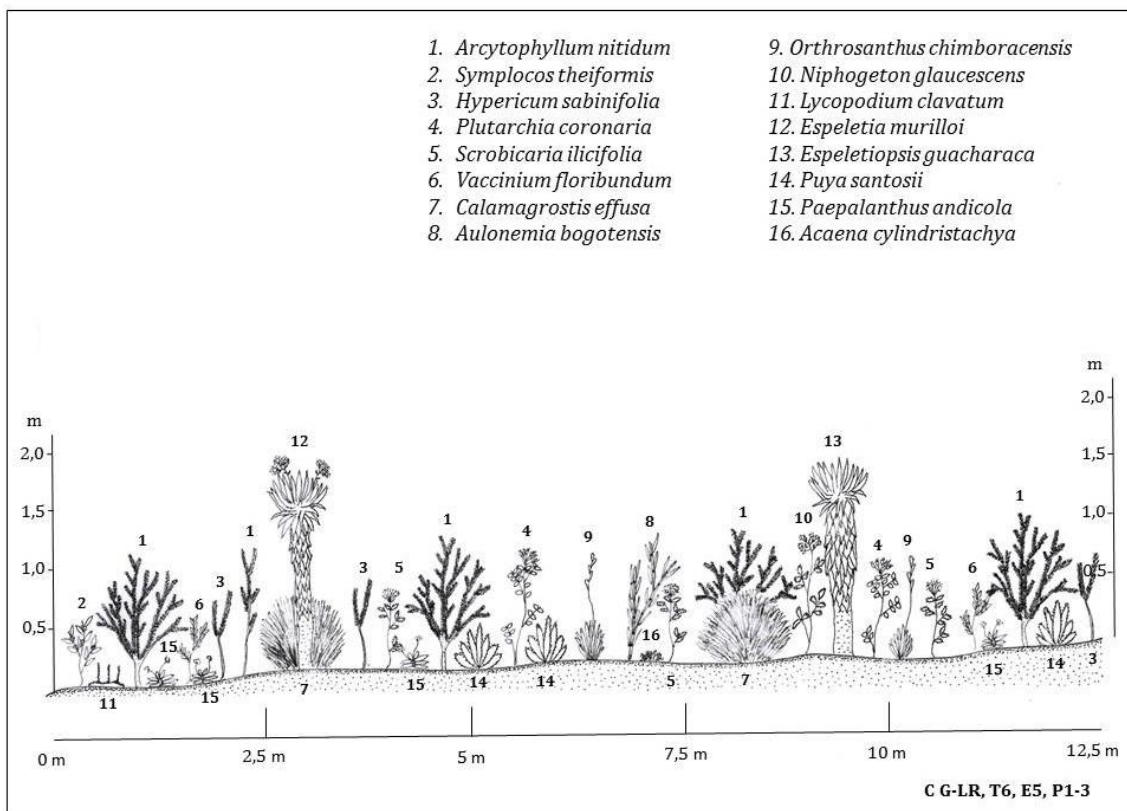


Figura 220. Perfil de vegetación de la estación cinco, transecto Ranchería.

Índice de valor de importancia (IVI). De las especies leñosas, *Arcytophyllum nitidum* es la taxa dominante, por sus valores equitativos en los tres parámetros estructurales. *Bejaria resinosa* y *Miconia buxifolia* son dominantes por presentar los mayores valores de área basal; solo *Pentacalia abietina* e *Hypericum sabiniforme* son dominantes por ser abundantes (fig. 221).

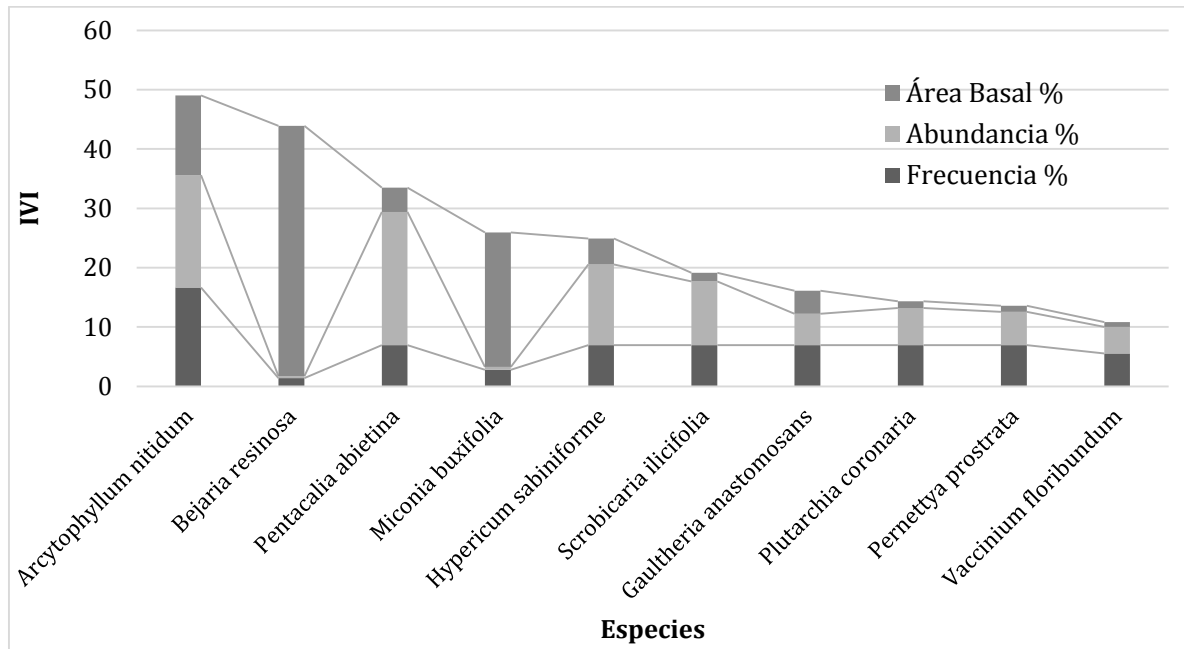


Figura 221. Especies con los mayores valores de IVI en la estación cinco.

ANÁLISIS ENTRE ESTACIONES

Riqueza florística. En general las estaciones uno y dos presentan la mayor riqueza de especies, seguido de la estación tres. Según la densidad (número de individuos/m²), la estación cinco registra el mayor número con 6,95, seguido de la estación tres (5,47), mientras la dos es la menos densa con 2,09 individuos/m² (Tabla 110).

Tabla 110. Riqueza florística por estaciones del transecto seis.

Estación	No. Familias	No. Géneros	No. Especies	Densidad Ind./m ²
1	31	42	61	2,90
2	37	46	61	2,09
3	27	39	44	5,47
4	17	34	42	3,33
5	19	39	42	6,95

Distribución altitudinal de las especies. Se observa que la estación dos presenta el mayor número de especies exclusivas con 30. La estación cuatro registra el menor número con nueve. Con respecto a las especies compartidas el mayor

número se presenta entre las estaciones cuatro y cinco (11 spp), seguido de las estaciones uno, dos y tres con nueve especies. No existe ninguna especie que se encuentre en las cuatro estaciones (Tabla 111).

Tabla 111. Número de especies exclusivas y compartidas entre las estaciones del transecto cuatro.

Especies	E1 (3120 m)	E2 (3317 m)	E3 (3404 m)	E4 (3468 m)	E5 (3520 m)
Exclusivas	30	37	10	9	18
Compartidas	9				
	0				
	6				
					11
	9				
			1		
			5		
			1		
3					

Forma de crecimiento por estación. Estas varían entre las estaciones, en las estaciones uno y dos, predominan individuos arbóreos con alturas superiores a 6 m. La estación tres presenta predominio de la forma de categoría arbustos, con algunos elementos arbóreos. La estación cuatro y cinco predominan individuos con alturas hasta de 4 m. Lo anterior, puede indicar que la estación tres corresponde a una zona de transición, ya que los arbustos están mejor representados (fig. 222).

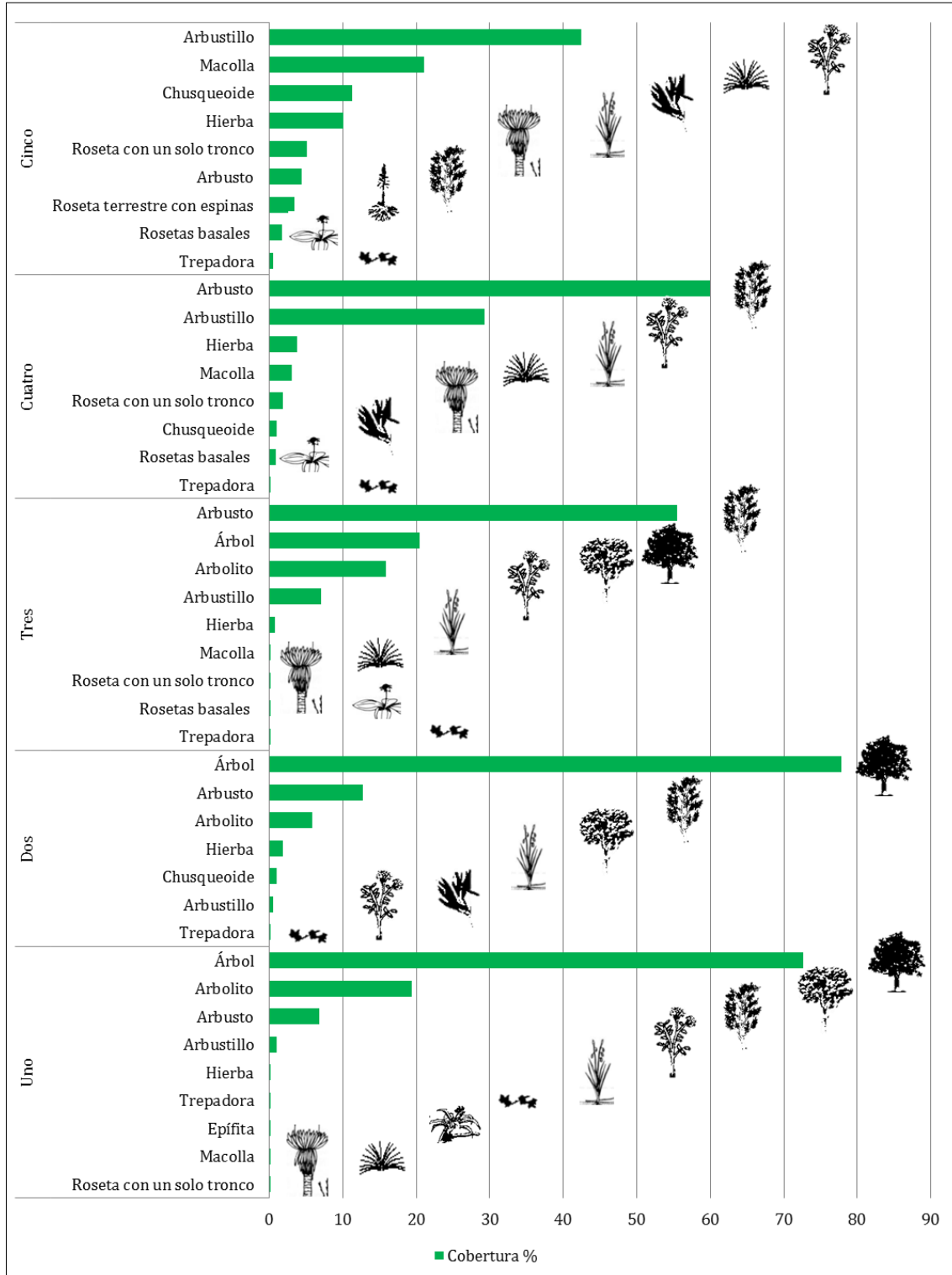


Figura 222. Distribución por estaciones de las formas de crecimiento para el transecto seis.

Diversidad alfa. El índice de equidad de Shannon-Wiener, refleja que la estación cuatro presenta el mayor valor con 3,17, seguido de la estación uno (3,168) y la estación tres es la menos diversa con 2,726. El índice de dominancia de Simpson,

indica que la estación tres presenta el mayor valor (0,09908), seguido de la estación dos (0,08198) (Tabla 12).

Tabla 112. Índices de diversidad alfa calculados por estación, para el transecto seis.

Índice	Estación				
	1	2	3	4	5
Taxa_S	61	61	44	42	42
Individuals	870	627	821	500	1042
Dominance_D	0,06672	0,08198	0,09908	0,06019	0,07435
Simpson_1-D	0,9333	0,918	0,9009	0,9398	0,9257
Shannon_H	3,168	3,126	2,726	3,17	2,999

Curva de representatividad de los muestreos. Se observa que la representatividad de los muestreos en las estaciones uno y dos es superior al 91%. Sin embargo, las estaciones tres y cuatro presentan valores del 73,97 y 80,39% respectivamente (Tabla 113, fig. 223).

Tabla 113. Valores encontrados por estación para los estimadores de Chao 2 y Bootstrap, en el transecto seis.

Estación	Especies observadas	Estimador		Representatividad	
		Chao 2	Bootstrap	Chao 2	Bootstrap
1	61	76,08	70,22	80,178759	86,869838
2	61	86,33	69,2	70,659099	88,150289
3	44	53,8	50,59	81,784387	86,97371
4	42	46,36	45,63	90,595341	92,044707
5	42	44,8	46,67	93,75	89,993572

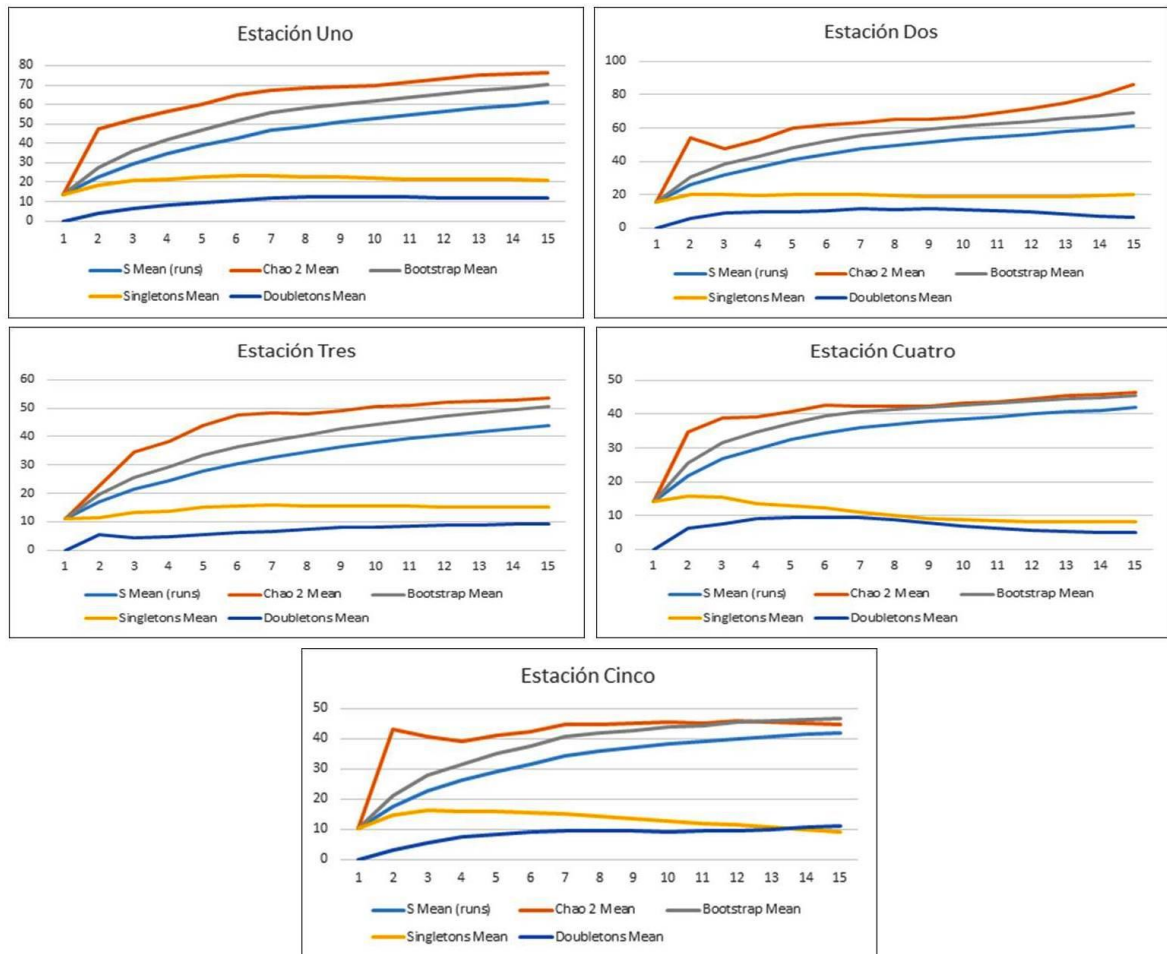


Figura 223. Curvas de acumulación de especies por estación, en el transecto seis.

Diversidad beta: El análisis de similaridad se basa en el índice de Jaccard, donde se observa en general que existen pocas especies compartidas entre las estaciones. Las estaciones tres y cuatro presentan los mayores valores con 0,34.

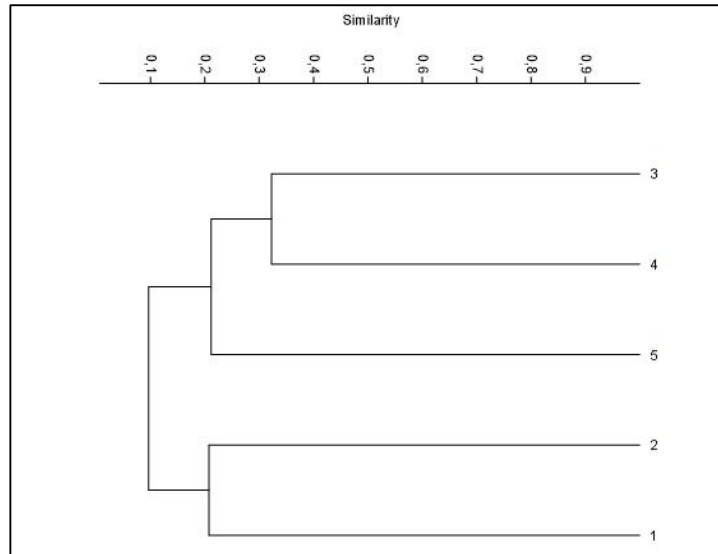


Figura 224. Diagrama de similaridad (Jaccard) entre las estaciones del transecto seis.

El índice de Whittaker evalúa la diferenciación de la diversidad entre estaciones, donde se registra que la distancia entre las estaciones está directamente relacionada con los mayores valores de recambio de especies. Es de resaltar que el recambio de especies es menor entre las estaciones tres y cuatro, y mayor entre dos y cinco (Tabla 114).

Tabla 114. Índice de Whittaker calculado entre las estaciones del transecto seis.

Estaciones	No. Especies	No. Promedio	Índice de Whittaker
1 y 2	101	61	1,68
1 y 3	86	52,5	1,67
1 y 4	94	51,5	1,86
1 y 5	99	51,5	1,96
2 y 3	91	52,5	1,77
2 y 4	98	51,5	1,94
2 y 5	101	51,5	2,00
3 y 4	65	43	1,55
3 y 5	76	43	1,81
4 y 5	65	42	1,59

La riqueza florística en el rango altitudinal evaluado presenta un comportamiento inverso entre el número de especies identificadas por estación vs el número de individuos por unidad de área; en las estaciones realizadas en la franja de bosque altoandino la riqueza de especies fue mayor mientras que en las formaciones vegetales de páramo fue menor; sin embargo, la densidad fue mayor en el páramo y menor en bosque.

Según lo observado, este resultado puede explicarse, porque las condiciones climáticas extremas en el páramo determinan formas de crecimiento de menor porte que facilitan la disponibilidad de espacio para captar los recursos y el desarrollo de individuos; este patrón en la cobertura de bosque se interrumpe por factores de competencia entre los elementos arbóreos y aquellos que se desarrollan en el sotobosque, factor que limita la abundancia (Betts *et al.* 2007, Bonan 2008).

Las especies compartidas entre el bosque y los arbustales son *Drymis granadensis*, *Schefflera bogotensis*, *Clethra fimbriata*, *Clusia articulata*, *C. elliptica*, *Disterigma alaternoides*, *Cestrum buxifolium*, *Epidendrum klotzscheanum* y *Valeriana clematitis*; de estas especies, las de formas arbóreas y arbustivas se observaron con portes bajos en la estación tres, zona con predominio de individuos arbutivos. Este resultado determina un cambio en la fisonomía y composición de especies, para formar una zona de ecotono entre las coberturas de bosque y subpáramo; según datos de campo, esta zona de transición se encuentra a 3400 m.

Es así como, se esperaría encontrar una mayor diversidad de especies en la zona de transición; sin embargo, el índice de diversidad Shannon-Wiener arrojó el menor valor para esta zona (2,726), dato que se argumenta en la dominancia de especies arbustivas con áreas basales superiores a otras especies distribuidas en esta franja (*Weinmannia tomentosa* 45% y *Gaidendron punctatum* 27%) y pocas especies y muy abundantes (*Macleania rupestris* con 15% de la abundancia, *Monochaetum myrtoideum* 16%, *Diplostephium rosmarinifolius* y *Arcytophyllum nitidum* con 13% cada una).

El dendrograma de Jaccard determinó una baja similaridad entre estaciones (menor al 34%); sin embargo, la composición de especies entre estaciones, permitió agrupar las dos estaciones de bosque altoandino en un solo grupo y las restantes tres estaciones en otro, dato que soporta la variación entre las especies de bosque respecto a las de páramo.

En este transecto se identificó a *Espeletia paipana*, es un taxón en categoría de peligro de extinción (EN, peligro crítico), endémica, con área de distribución potencial y extensión de presencia inferior a una hectárea, restringida a los municipios de Paipa y Sotaquirá, especie estudiada y monitoreada por el grupo de investigación Sistemática Biológica en características poblaciones y de propagación (SisBio-UPTC) en Díaz-Piedrahita *et al.* (2001, 2006), García (2005), Morales-Puentes *et al.* (2011).

AVASCULARES

ESTACIÓN UNO. Se colectaron y determinaron 13 especies de briófitos, clasificados en seis familias y ocho géneros. De estas especies, tres son hepáticas (2 familias/3 géneros) y 10 son musgos (4/5). La familia con mayor diversidad y a la vez, con mayor abundancia son Leucobryaceae con seis especies, e igual número de

registros, seguido de Hypnaceae (2 especies/3 registros), y Lejeuneaceae (2/2). El género con mayor diversidad es *Campylopus* con seis especies (*Campylopus* aff. *reflexisetus*, *C. andersonii*, *C. arctocarpus*, *C. frigidum*, *C. nivalis* y *Campylopus* sp.) y la especie *Chorisodontium mittenii* (fig. 225A-D).



Figura 225. Briófitos presentes en Ranchería, transecto seis, estación uno; A-D. Vista de varios ángulos de *Chorisodontium mittenii*.

En cuanto a la distribución de las especies por tipo de sustrato, el 64,28% se colectaron sobre la corteza de árboles o arbustos, mientras que el 35,71% se colectó sobre el suelo. La especie de musgo acrocárpico *Campylopus frigidum*, se registra como la única de distribución restringida para esta estación.

ESTACIÓN DOS. Para esta estación se registran seis especies de hepáticas (5 familias/6 géneros), 12 de musgos (7/8) y cinco especies (2/5). La familia con mayor diversidad es Parmeliaceae (6 especies), mientras que Leucobryaceae, Neckeraceae, Pottiaceae y Lepidoziaceae con dos especies cada una. A nivel de género, *Campylopus* y *Leptodontium* presentan cada uno dos especies. Parmeliaceae es la familia con mayor abundancia con cuatro registros, seguida de Plagiochilaceae con tres. Lembophyllaceae, Lepidoziaceae, Leucobryaceae, Lobariaceae, Neckeraceae, Parmeliaceae, Plagiochilaceae y Pottiaceae registraron dos especies.

Aneuraceae (*Riccardia* sp.), Bryaceae (*Rhodobryum grandifolium*), Daltoniaceae (*Adelothecium bogotensis*), Dicranaceae (*Campylopus andersonii* y *Campylopus* sp.), Jungermanniaceae (*Syzygiella* sp.), Lejeuneaceae (*Schiffneriolejeunea* sp.), Lepidoziaceae (*Bazzania stolonifera* y *Lepidozia peruviana*), Meteoriaceae (*Meteoridium remotifolium* y *Pilotrichella flexilis*), Neckeraceae (*Neckera scabridens* fig. 226 A-D y *Thamnobryum Fasciculatum*), Plagiochilaceae (*Plagiochila* sp.) Pottiaceae (*Leptodontium viticulosoides*), Prionodontaceae (*Prionodon densus*) y Thuidiaceae (*Thuidium peruvianum*) con un solo levantamiento.



Figura 226. Briófitos presentes en Ranchería, transecto seis, estación dos; A-B. Vista del hábito y acercamiento de *Neckera scabridens*.

El 70,83% de las especies se colectaron sobre corteza de árboles o arbustos, el 16,66% sobre madera en descomposición y el 12,5% sobre suelo. La especie de hepática *Schiffneriolejeunea* sp., se registra como el taxón de distribución restringida para esta estación.

ESTACIÓN TRES. Se colectaron dos especies de hepáticas *Blepharolejeunea* sp. (Lejeuneaceae) y *Metzgeria* sp. (Metzgeriaceae), nueve especies de musgos, distribuidas en nueve géneros y seis familias, y dos de líquenes *Cladonia* sp. (Cladoniaceae) y *Everniastrum* sp. (Parmeliaceae). Pottiaceae es la familia de musgos que registra la mayor diversidad y abundancia con tres especies y cuatro registros, seguida de Hypnaceae con dos (*Ectropothecium* sp. fig. 227A-C, y *Hypnum amabile*), y todas las especies se colectaron sobre corteza de arbustos.



Figura 227. Briófitos presentes en Ranchería, transecto seis, estación tres; A. Vista de diferentes ángulos de *Ectropothecium* sp.

Se hallaron *Didymodon* aff. *laevigatus* y *Ectropothecium* sp. como especies restringidas en esta estación.

ESTACIÓN CUATRO. Se colectaron siete especies de musgos y líquenes, distribuidos en siete géneros y seis familias. Para el caso de los musgos, se colectaron tres especies *Bartramia brevifolia* (fig. 228.A), *Campylopus* aff. *heterotachys* (fig. 228.B) y *Leptodontium viticulosoides*; y para los líquenes, *Cora* sp., *Cladonia* sp., *Everniastrum* sp. y *Usnea* sp., De todas la familias, la que presentó la mayor abundancia fue Cladoniaceae con dos registros.



Figura 228. Briófitos del transecto seis, Ranchería, estación cuatro; A. Vista de la forma de crecimiento de *Bartramia brevifolia*; B. Acercamiento de *Campylopus* aff. *heterotachys*.

Cuatro de las especies se colectaron sobre el suelo (*Campylopus* aff. *heterotachys*, *Cladonia* sp., *Leptodontium viticulosoides* y *Bartramia brevifolia*), dos en corteza de arbustos (*Everniastrum* sp. y *Usnea* sp.) y una especie sobre roca (*Cora* sp.). *Campylopus* aff. *heterotachys* es la única especie de distribución restringida para esta estación.

ESTACIÓN CINCO. En la estación cinco se registraron 11 especies de musgos, distribuidos en siete familias y 10 géneros. Pottiaceae fue la especie con mayor abundancia y diversidad al presentar cuatro especies (*Didymodon* sp., *Leptodontium* sp., *Leptodontium viticulosoides* y *Molendoa sentneriana*, fig. 229.B) y cinco registros, seguida de Dicranaceae con dos especies (*Dicranum frigidum* y *Holomitrium* sp.), y Bartramiaceae (*Breutelia squarrosa*, fig. 229.A) y Grimmiaceae (*Racomitrium crispipilum*, fig. 229.C) cada una con una especie.



Figura 229. Briófitos presentes en Ranchería, transecto seis, estación cinco; A. Vista lateral de brotes de innovación de *Breutelia squarrosa*; B. Forma de crecimiento de *Molendoa sendtneriana*; C. Vista aérea de *Racomitrium crispipilum*.

En cuanto a la distribución por sustratos, sólo una especie (*Polytrichadelphus purpurens*), se colectó sobre el suelo; las demás, se hallaron en corteza de arbustos. Las especies de musgos *Holomitrium* sp. y *Polytrichadelphus purpurens* con distribución restringida para esta estación.

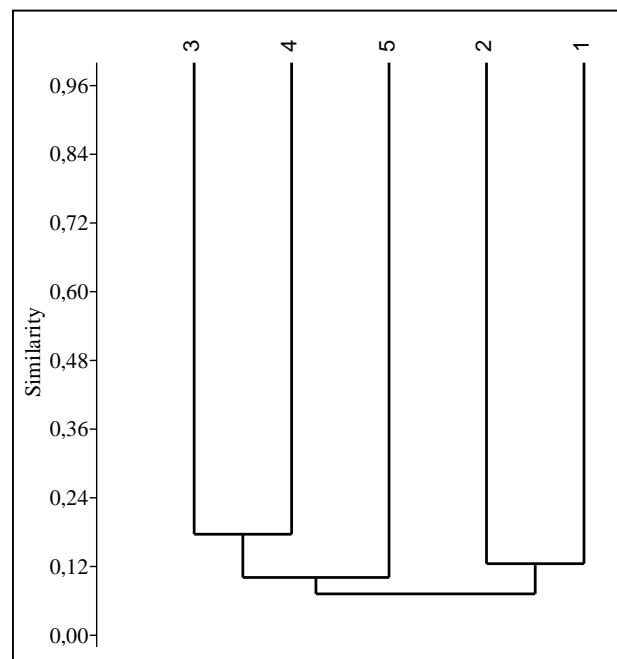


Figura 230. Dendrograma de similitud de especies de plantas no vasculares para el transecto seis Ranchería (Paipa).

Se observa que las estaciones tres y cuatro presentan la mayor similitud con cerca del 21% de especies compartidas, junto con la estación cinco que comparte con estas dos el 11%, mientras que las estaciones uno y dos comparten el 12% de sus especies (fig. 230). Esta distribución obedece a la variación en las coberturas vegetales, debido a que las estaciones ubicadas completamente en bosque, presentan diversidad similar de briófitos (estaciones 1 y 2), mientras que las demás estaciones ubicadas en arbustal (3 y 4) y páramo (5), también comparten mayor número de especies, como *Campylopus* sp., *Frullania peruviana* e *Hypotrachyna* sp.

ENTOMOFAUNA

Riqueza, abundancia y diversidad. En el transecto se recolectaron 1071 individuos, de los cuales, hay 19 familias de Coleoptera y 21 familias de arañas; las familias más abundantes son Staphylinidae (405), Leiodidae (156), Ptiliidae (133), Carabidae (111) y Linyphiidae (58), familias como Bruchidae, Dryopidae, Endomychidae, Lampyridae, Melandryidae, Melolonthidae, Phalacridae, Araneidae, Clubionidae, Dipluridae, Liocranidae, Miturgidae, Prodidomidae y Theridiidae están representados por solo un individuo, todas las familias constituyen un nuevo registro para el sitio (Anexo 7).

En cuanto a los grupos seleccionados en total se recolectaron 284 individuos, de los cuales hay 37 morfotipos de arañas, ocho morfotipos de Carabidae y dos especies de escarabajos coprófagos.

Las estaciones tres (páramo bajo 1) y cinco (páramo) registraron la mayor cantidad de especies 18 y 19 respectivamente, seguidas por las estaciones uno (bosque) y dos (bosque) con 14 especies cada una y la estación cuatro (herbazal) presentó el menor número de especies (12). En cuanto al número de individuos, la estación tres (arbustal) también mostro la mayor cantidad (79), seguido por la estación dos (bosque) con 61, la estación cuatro (arbustal) con 56, la estación uno (bosque) con 50 y la estación cinco (herbazal) con el menor número 38 (fig. 231).

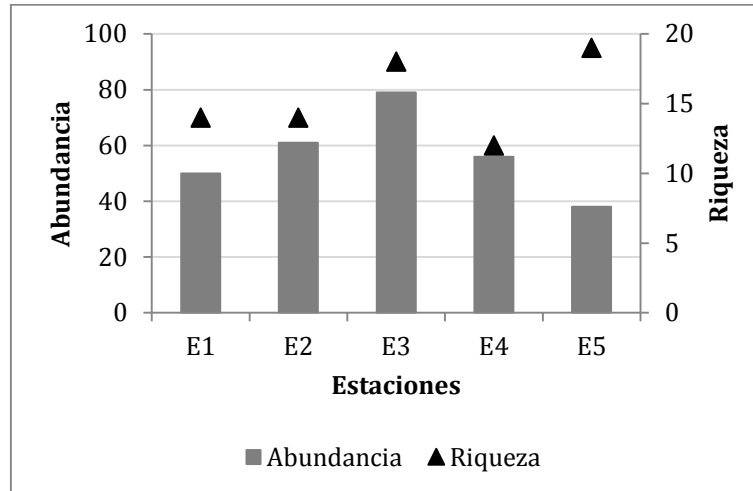
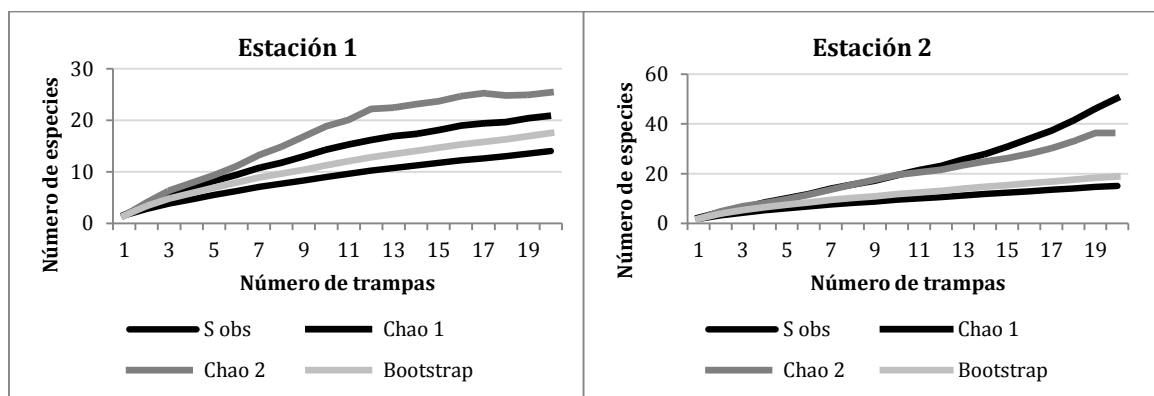


Figura 231. Riqueza y abundancia por estación para el orden Araneae, familia Carabidae y Scarabaeidae del transecto Ranchería (Paipa).

Curvas de acumulación de especies. Las curvas de los estimadores de riqueza Chao 1 y Chao 2 para las estaciones uno, dos, tres y cinco están muy por encima de las curvas de los valores observados, estos estimadores presentan bajos porcentajes de representatividad (estación uno Chao 1, de 67%, Chao 2, 55%; estación dos Chao 1, 41%, Chao 2, 79%; estación tres Chao 1, 53% y Chao 2, 54%, estación cuatro Chao 1, de 67% y Chao 2, 67%, y la estación cinco Chao 1, 72%, Chao 2, 71%) (fig. 232).

Los porcentajes de representatividad del muestreo con el estimador Bootstrap oscilan entre 79 y 81% para las cinco estaciones muestreadas, siendo la curva de este estimador la que más se acerca a la curva de las especies observadas (fig. 232).



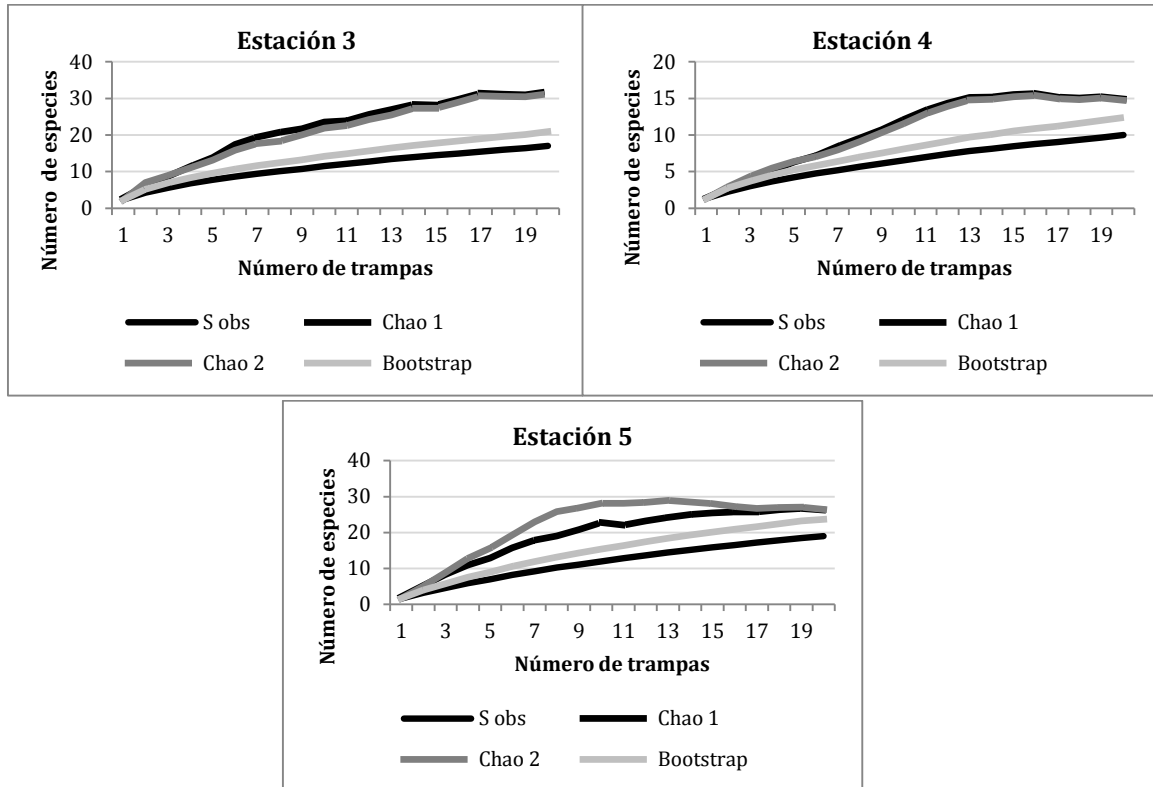


Figura 232. Curvas de acumulación de especies por estación para el orden Araneae y la familia Carabidae presentes en el transecto Ranchería (Paipa).

La estación cuatro, es la única estación en la que hay presencia de escarabajos coprófagos, el porcentaje de representatividad del muestreo oscilo entre 82 y 100% con los estimadores Chao 1, Chao 2 y Bootstrap. Las especies únicas aumentan su número al cabo del muestreo, pero al final del mismo se estabilizan y no se encontraron especies duplicadas (fig. 233).

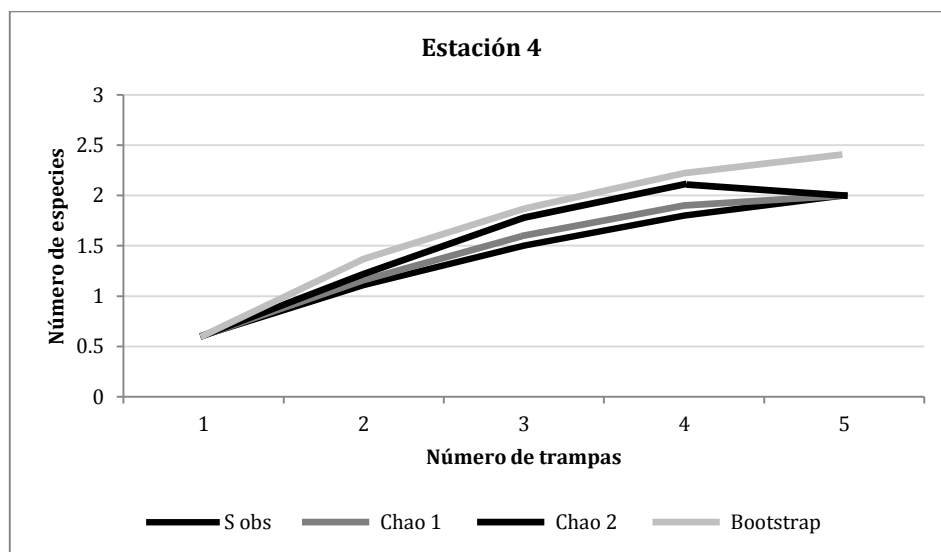


Figura 233. Curvas de acumulación de especies para escarabajos coprófagos presentes en el transecto Ranchería (Paipa).

Índice de Shannon-Wiener (H'). La equidad entre hábitats medida con el índice de Shannon-Wiener mostró que el valor más alto para este índice está en la estación cinco, seguida por la estación uno, por la estación tres, las estaciones dos y la cuatro, las estaciones que presentan los valores de equidad más altos, también presentan los valores de riqueza más altos (Tabla. 115).

Tabla 115. Riqueza, abundancia y diversidad (Shannon-Wiener) por estación de muestreo para el orden Araneae, familia Carabidae y Scarabaeidae en el transecto Ranchería (Paipa).

Estaciones	Riqueza	Abundancia	H'
E1	14	50	2.104
E2	14	61	1.981
E3	18	79	2.039
E4	12	56	1.636
E5	19	38	2.675

Curvas de diversidad-dominancia. Las curvas de diversidad-dominancia muestran una pendiente similar entre las cinco estaciones (fig. 234, Anexo 3), lo cual significa, que la distribución de las abundancias se ajusta más a un modelo donde pocas especies son dominantes.

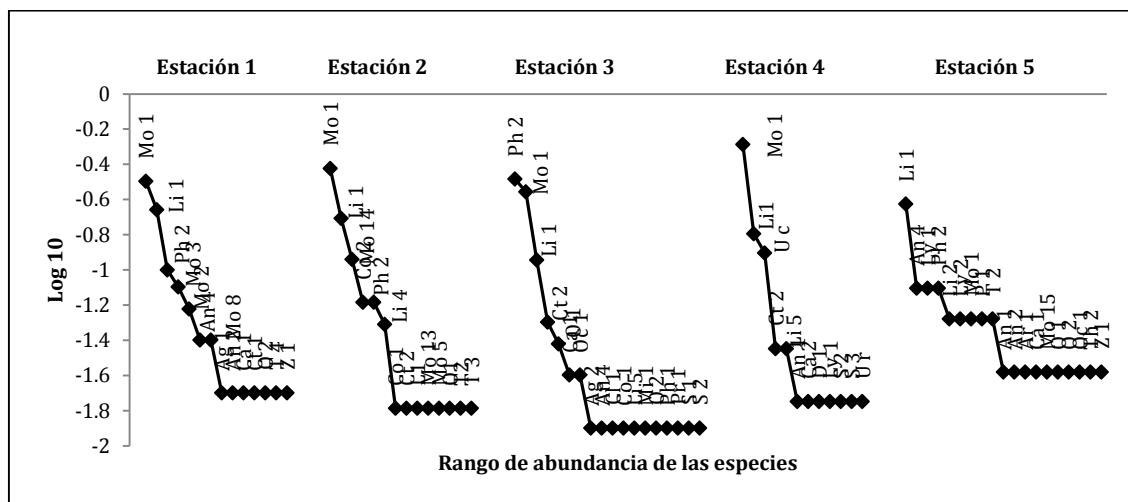


Figura 234. Curvas de diversidad dominancia para el orden Araneae, familia Carabidae y Scarabaeidae en el transecto seis, Ranchería (Paipa).

Agelenidae Morfotipo 1 (Ag 1), Agelenidae Morfotipo 2 (Ag 2), Anyphaenidae Morfotipo 1 (An 1), Anyphaenidae Morfotipo 2 (An 2), Anyphaenidae Morfotipo 4 (An 4), Araneidae Morfotipo 1 (Ar 1), Caponiidae Morfotipo 1 (Ca 1), Caponiidae Morfotipo 2 (Ca 2), Clubionidae Morfotipo 1 (Cl 1), Corinnidae Morfotipo 1 (Co 1), Corinnidae Morfotipo 2 (Co 2), Ctenidae Morfotipo 1 (Ct 1), Ctenidae Morfotipo 2 (Ct 2), Dipluridae Morfotipo 1 (D 1), Liocranidae Morfotipo 1 (L1), Linyphiidae Morfotipo 1 (Li 1), Linyphiidae Morfotipo 2 (Li 2), Linyphiidae Morfotipo 4 (Li 4), Linyphiidae Morfotipo 5 (Li 5), Lycosidae Morfotipo 1 (Ly 1), Lycosidae Morfotipo

2 (Ly 2), Miturgidae Morfotipo 1 (Mi 1), Carabidae Morfotipo 1 (Mo 1), Carabidae Morfotipo 13 (Mo 13), Carabidae Morfotipo 14 (Mo 14), Carabidae Morfotipo 15 (Mo 15), Carabidae Morfotipo 2 (Mo 2), Carabidae Morfotipo 3 (Mo 3), Carabidae Morfotipo 5 (Mo 5), Carabidae Morfotipo 8 (Mo 8), Oonopidae Morfotipo 1 (O 1), Oonopidae Morfotipo 2 (O 2), Ochyroceratidae Morfotipo 1 (Oc 1), Paratropididae Morfotipo 1 (P 1), Pholciae Morfotipo 1 (Ph 1), Pholciae Morfotipo 2 (Ph 2), Prodidomidae Morfotipo 1 (Pr 1), Salticidae Morfotipo 1 (S 1), Salticidae Morfotipo 2 (S 2), Salticidae Morfotipo 3 (S 3), Tetragnathidae Morfotipo 2 (T 2), Tetragnathidae Morfotipo 3 (T 3), Tetragnathidae Morfotipo 4 (T 4), Theridiidae Morfotipo 2 (Th 2), *Uroxys* aff. *rugatus* (U r), *Uroxys* *coarctatus* (U c), Zodariidae Morfotipo 1 (Z 1).

Los morfotipos Carabidae 1 y Linyphiidae 1 son las especies que más dominan en las estaciones muestreadas (fig. 234, Anexo 9).

Recambio de especies. Los porcentajes del índice de complementariedad varían entre 68-91%; presentándose los valores más bajos entre las estaciones uno y cinco (68%), entre las estaciones tres y cinco (72%), y entre las estaciones uno y tres, y dos y tres ambas con 77%. El mayor valor de complementariedad (91%) se presenta entre la estación uno y cuatro, estaciones que comparte ocho especies (Tabla 116).

Tabla 116. Porcentaje de complementariedad para orden Araneae, familia Carabidae y Scarabaeidae presentes en las estaciones del transecto Ranchería (Paipa).

	E2	E3	E4	E5
E1	88	77	91	68
E2		77	87	82
E3			80	72
E4				85

Similitud de Jaccard. De acuerdo con el análisis de agrupamiento realizado, se observa que con el índice de Jaccard los sitios más similares son la estación uno y cinco (32%); la estación tres se parece a las estaciones uno y cinco, y la estación dos con las estaciones uno, tres y cinco. La estación que menos similitud tiene es la estación cuatro (13%) con el resto de los sitios. Sin embargo, el dendrograma de similitud revela bajos porcentajes de similaridad entre las estaciones (fig. 235).

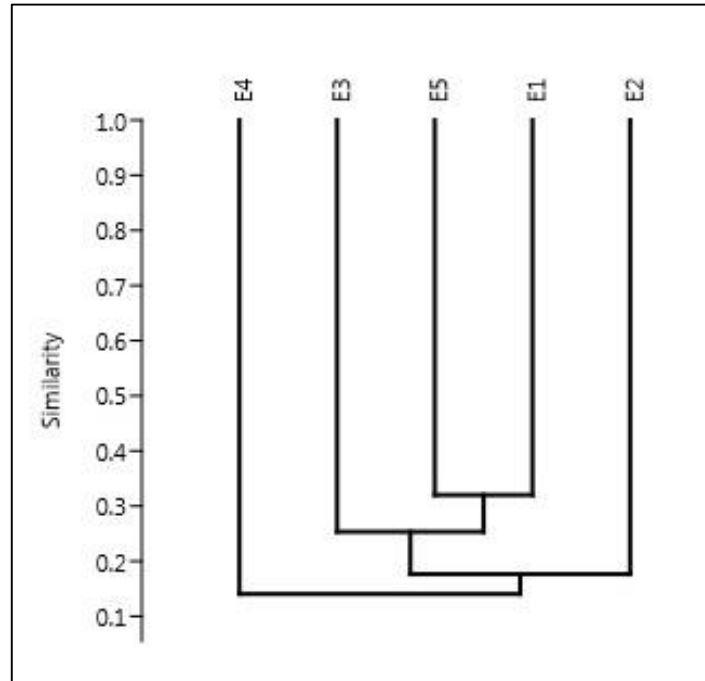


Figura 235. Dendogramas de Similitud Jaccard para el orden Araneae, familia Carabidae y Scarabaeidae en el transecto Ranchería (Paipa).

Los siguientes morfotipo se encontraron asociados a alguna estación, - Agelenidae morfotipo 1, Ctenidae morfotipo 1 y Tetragnathidae morfotipo 4, para la estación 1; - Corinnidae morfotipo 2, Liocranidae morfotipo 1, Linyphiidae morfotipo 4 y Tetragnathidae morfotipo 3, para la estación 2; - Agelenidae morfotipo 2, Clubionidae morfotipo 1, Miturgidae morfotipo 1, Pholciade morfotipo 1, Prodidomidae morfotipo 1 y Salticidae morfotipo 1 para la estación 3, Salticidae morfotipo 3, Caponiidae morfotipo 2, y Dipluridae morfotipo 1, Linyphiidae morfotipo 1 y Carabidae morfotipo 1 se registraron en todas las estaciones (Anexo 11).

Los páramos gozan de un alto valor ecológico por poseer especies silvestres y endémicas que a pesar de no ser abundantes, sí constituyen altos índices de riqueza (Ibañez & Granadillo, 2014), esto se evidencio en este estudio, ya que para la estación cinco, cobertura de páramo se registró la mayor riqueza, pero la menor abundancia del transecto; esta estación también presentó la mayor equidad, lo que podría indicar que en el páramo hay mejor distribución de los recursos y que están siendo explotados más equilibradamente, lo cual probablemente corresponda con una mayor disponibilidad del recurso alimenticio.

La abundancia y la riqueza de las estaciones de bosque (estaciones uno y dos) es baja comparada con las otra estaciones, ya los bosques presentan mayor heterogeneidad de la vegetación, lo que aumenta la probabilidad, tanto de recursos como de microhábitats disponibles aumentando la diversificación de la entomofauna (Morales-Castaño & Amat-García 2012), es probable que la edafofauna de estas estaciones de bosque se esté viendo afectadas por la relativa

cercanía de las mismas a un bosque de pino, y a la tala de árboles que se están presentando en la zona.

Las arañas son un grupo diverso pero poco abundante (Flórez 1999), lo que se demostró en este estudio, ya que se registró un buen número de morfotipos de arañas que están representados en su gran mayoría por uno o dos especies.

Varios morfotipos de arañas se encontraron asociados a alguna estación, los morfotipos Agelenidae morfotipo 1, Ctenidae morfotipo 1 y Tetragnathidae morfotipo 4, para la estación uno; Corinnidae morfotipo 2, Liocranidae morfotipo 1, Linyphiidae morfotipo 4 y Tetragnathidae morfotipo 3, para la estación dos; Agelenidae morfotipo 2, Clubionidae morfotipo 1, Miturgidae morfotipo 1, Pholciade morfotipo 1, Prodidomidae morfotipo 1 y Salticidae morfotipo 1 para la estación tres, Salticidae morfotipo 3, Caponiidae morfotipo 2, y Dipluridae morfotipo 1 y Araneidae morfotipo 1, Linyphiidae morfotipo 2, Lycosidae morfotipo 2, Paratropididae morfotipo 1 y Theridiidae morfotipo 2, solo se encontraron en la estación cinco, probablemente estas especies se estén seleccionando estos hábitats para sobrevivir, o como lo indica Cepeda *et al.* (2005) gran cantidad de especies de arañas son altamente selectivas con su microhabitat.

Linyphiidae son arañas tejedoras de telas y suelen construirlas en muchos casos sobre la superficie del suelo, asociadas a la litera o a los detritos donde son especialmente abundantes y diversas, y es así como, la familia Oonopidae se caracteriza por vivir bajo piedras, humus o litera (Ayazo & Soto 2007), lo que explicaría su presencia en la mayoría de las estaciones de muestreo.

En cuanto a los escarabajos coprófagos se recolectaron dos especies *Uroxys coarctatus* y *Uroxys* aff. *rugatus* presente en la estación cuatro; esta estación se encuentra cerca a zonas de potrero, lo que indicaría la presencia de estas especies, ya que *Uroxys coarctatus*, es una especie generalistas y típica de zonas de potrero (Amat-García *et al.* 1997) y posiblemente *Uroxys* aff. *rugatus* también este asociada a este tipo de ambiente. La fauna de escarabajos coprófagos propia de ambientes alto andinos presenta patrones específicos de ocupación de hábitats; de esta dinámica histórica se identifican especies generalistas y especialistas con preferencias de hábitats por su presencia en los complejos de interior, borde y claro-potrero (Amat-García *et al.* 1997).

En cuanto a los carábidos, se identificaron ocho morfotipos, distribuidos en todas las estaciones, pero restringidos a una de estas, excepto el morfotipo 1, el cual se encontró en todas las estaciones, para las cuales en su mayoría es una de las especies más dominante, lo que puede indicar que este morfotipo es una especie generalista, mientras que los otros morfotipos probablemente sean más selectivos con determinados hábitats.

Los porcentajes de complementariedad para el transecto Ranchería son altos, indicando que hay gran disimilitud entre las estaciones; se esperaría que el porcentaje de complementariedad fuera bajo en las estaciones que están próximas entre sí, debido a las semejanzas estructurales que presenta cada una, pero al

contrario, los valores de complementariedad más altos de estas estaciones están entre ellas (1 y 2, y 4 y 5); esta situación, puede deberse a que, las zonas aledañas a este transecto presentan intervención antrópica, la cual estaría generando cambios en la edafofauna de este transecto, debido a que los factores antrópicos ocasionan la pérdida de especies residentes, lo cual, permite la colonización de otras especies y generan cambios en la composición, riqueza y diversidad local de las comunidades originales (Amat *et al.* 1997, Escobar & Chacón 2000).

ANFIBIOS

Composición y estructura. Los análisis de riqueza muestran que dos de las cuatro estaciones presentaron una especie para cada.

Para la localidad se registraron dos especies, *Pristimantis* aff. *lynchi* (fig. 236), (Craugastoridae) y *Dendropsophus labialis* (Hylidae) (fig. 237). El género *Dendropsophus* es el más representativo en cuanto a cantidad de individuos registrados para el transecto, sin embargo, esta especie es muy común y tiene un rango de distribución bastante amplio que va de 1600-3600 m, por lo tanto, no es una especie que brinde información del estado real de conservación del ecosistema. Es así como se registro en el área de estudio de la familia Hylidae a *Dendropsophus labialis* en bosque, y Craugastoridae a *Pristimantis* aff. *lynchi* en herbazal.

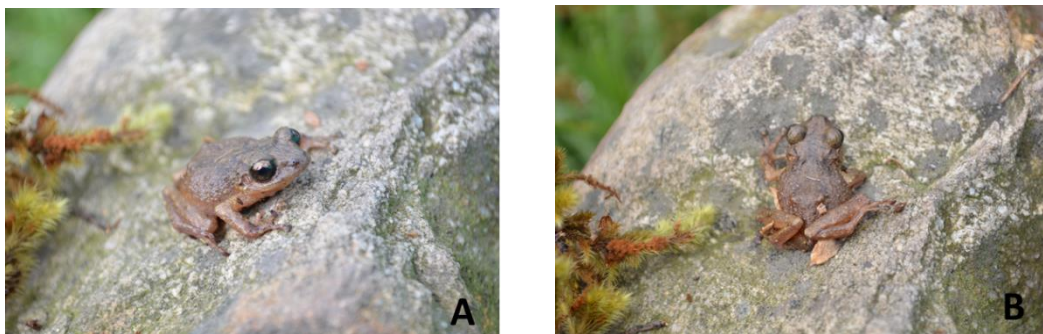


Figura 236. *Pristimantis* aff. *lynchi* A. Vista dorsal B. Vista superior



Figura 237. *Dendropsophus labialis* A. Vista superior B. Vista dorsal

Representatividad del muestreo. La curva de rarefacción muestra que para las estaciones de bosque y arbustal (fig. 238A), no existen datos con los cuales se pueda hacer la representatividad del muestreo, mientras para la estación ubicada en herbazal (fig. 238A), hay un muestreo incompleto para las especies presentes dado que la curva no muestra una tendencia asintótica; la estación de bosque (fig. 238A) presenta una estabilización de su curva, sin embargo, no es una interpretación confiable de la representatividad del muestreo.

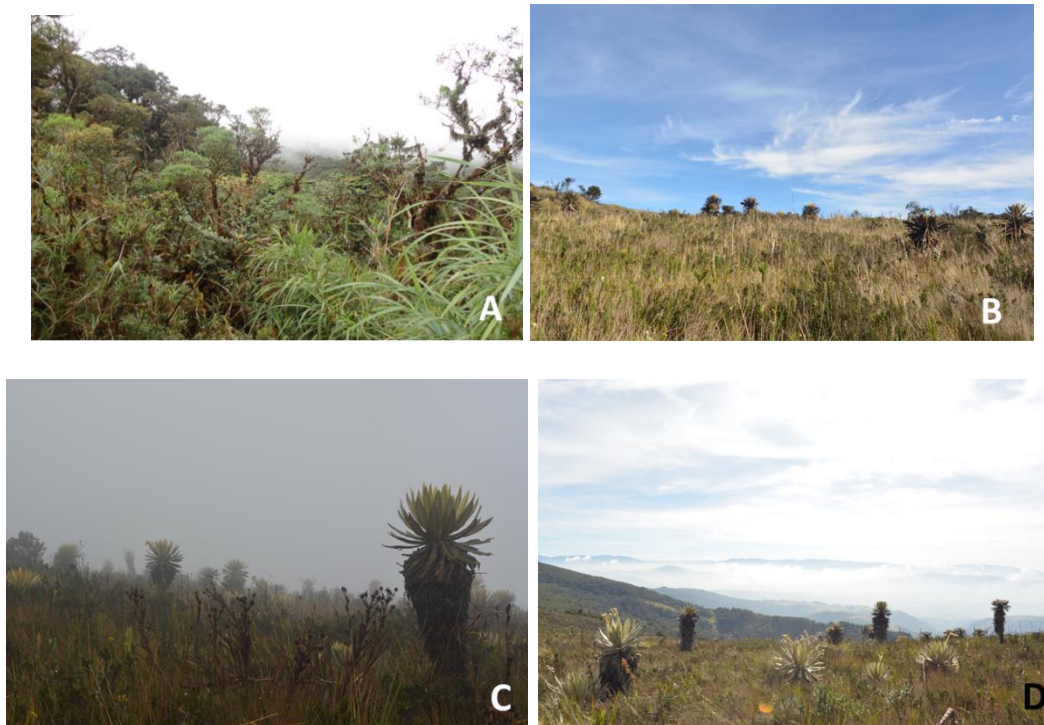


Figura 238. Coberturas vegetales transecto seis A. Bosque B Arbustal C. Páramo bajo D. Páramo

En los muestreos de herpetofauna llevados a cabo en el transecto se colectaron cinco individuos representados en dos especies, una del género *Pristimantis* aff *lynchi* y cuatro *Dendropsophus labialis*. La categoría de amenaza se basa según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) consultada en: www.iucnredlist.org. Las especies registradas fueron registradas en bosque, arbustal y herbazal.

Las especies registradas son, *Pristimantis* aff *lynchi* se encuentra bajo la categoría de Datos Deficientes (DD). Sus principales amenazas son la pérdida de hábitat para establecimiento de cultivos agrícolas, zonas de pastoreo, plantaciones de pino, y en especial el pastoreo de cabras (www.amphibiaweb.com), y *Dendropsophus labialis* se encuentran bajo la categoría de Preocupación Menor (LC). No se registran amenazas dado su alta capacidad de adaptación a la perturbación de los hábitats (www.amphibiaweb.com).

Para este transecto la diversidad está representada por una *Pristimantis lynchi*, cuatro *Dendropsophus labialis*. Se muestrearon cuatro estaciones altitudinales, a los 3323 m en bosque se registró una especie y cuatro individuos (80% del total), y en la estación de herbazal a 3520 m, solo se registró una especie (20% restante). Las medidas de riqueza y diversidad para las poblaciones de anfibios a través del transecto, mostraron en general que se trata de una comunidad poco diversa, con bajas dominancias y abundancias.

A pesar del registro de las dos especies en el transecto seis, de las 10 especies de anfibios registradas para el complejo Guantiva-La-Rusia, los esfuerzos de muestreo deben ser no solamente aumentados, sino también deben realizarse en las épocas secas y de lluvia, permitiendo así obtener, un inventario completo de todas las especies presentes. En el transecto Ranchería se evidenció que algunos factores como la destrucción del hábitat natural y la contaminación de suelos provocada principalmente por la actividad agrícola y ganadera, provoca un efecto negativo en la conservación de la anurofauna paramuna.

AVIFAUNA

Estación 1 (E1). Con una representatividad de muestreo del 60 al 81%, se registran 24 especies y 54 individuos dentro de 15 familias de aves para la presente estación (tabla 116, fig. 239). La familia de ave más representativa en esta estación fue Thraupidae (4 spp.). Las especies más abundantes fueron *M. leucophrys* (Tyrannidae) con ocho especies y *C. unirufa* (Troglodytidae) con seis especies (fig. 240). Se logró la observación del búho *Asio stygius* en descanso y se evidenció el uso de este corredor de vegetación como área de paso para las especies migratorias boreales como el caso de *Leiothlypis peregrina* (fig. 242B) y *Piranga rubra*.

Estación 2 (E2). Con una representatividad de muestreo del 85 al 89%, se registran 29 especies y 150 individuos dentro de 12 familias de aves para la presente estación (tabla 117, fig. 239). Las familias de aves más representativas fueron Thraupidae (9 spp.), Trochilidae (5 spp.) y Tyrannidae (5 spp.) (fig. 240). Las especies más abundantes fueron *A. igniventris* (Thraupidae) con 17 individuos y *M. tyrianthina* (Trochilidae) con 16 individuos. Algunos individuos de gran porte de la familia Thraupidae como *Buthraupis montana* y *Dubusia taeniata* fueron observados en las plantaciones de *P. caribe*. Así mismo se destaca el registro de las grandes bandadas mixtas de aves frugívoras conformadas por *H. verticalis* y *H. atropileus*, especies poco comunes en las tierras altas del país.

Estación 3 (E3). Con una representatividad de muestreo del 81-95%, se registran seis especies y 14 individuos dentro de cuatro familias de aves para la presente estación (tabla 117, fig. 239). Aunque no hubo capturas, se logró evidenciar que la familia más representativa fue Thraupidae (3 spp.) (fig. 240). La especie más abundante fue *C. atratus* con cinco individuos, los cuales al momento de la observación estaban sobrevolando el área de estudio.

Los índices de Simpson y Shannon evidenciaron una dominancia y equitatividad de especies similar entre las estaciones uno y dos, diferentes de la estación tres (Tabla 117). Las curvas de rango-abundancia reflejan comparativamente que la composición en las primeras dos estaciones es más homogénea, dominando una alta cantidad de especies; en contraste, en la estación tres domino sólo una especie y además pocas especies compartían abundancias similares, por lo que la pendiente de la curva es claramente más pronunciada que las otras dos (fig. 241). En efecto, de acuerdo al análisis de varianza de una vía, se verificó que existen diferencias significativas en la diversidad entre estaciones (H: $F= 124.34$, $p<0.01$ D: $F= 21.14$, $p<0.01$). En particular, para la dominancia, de acuerdo al análisis de comparación múltiple de Tukey, la estación tres contrasta notablemente con las dos primeras estaciones. Sin embargo, el mismo análisis para equitatividad demostró que cada estación es independiente. Es decir, la composición de especies difiere significativamente de una estación a otra.

Tabla 117. Representatividad del muestreo e índices de diversidad para las estaciones del transecto 6, en el municipio de Paipa, Boyacá. Los valores observados se compararon con los estimadores Singletons, ACE, Chao 1 y Bootstrap.

Estación	Especies observadas	Representatividad			Indices	
		ACE Mean (%)	Chao 1 Mean (%)	Bootstrap (%)	Simpson (D)	Shannon (H)
E1	24	60	75	81	0.93	2.90
E2	32	85	89	89	0.94	3.09
E3	6	81	95	86	0.78	1.63

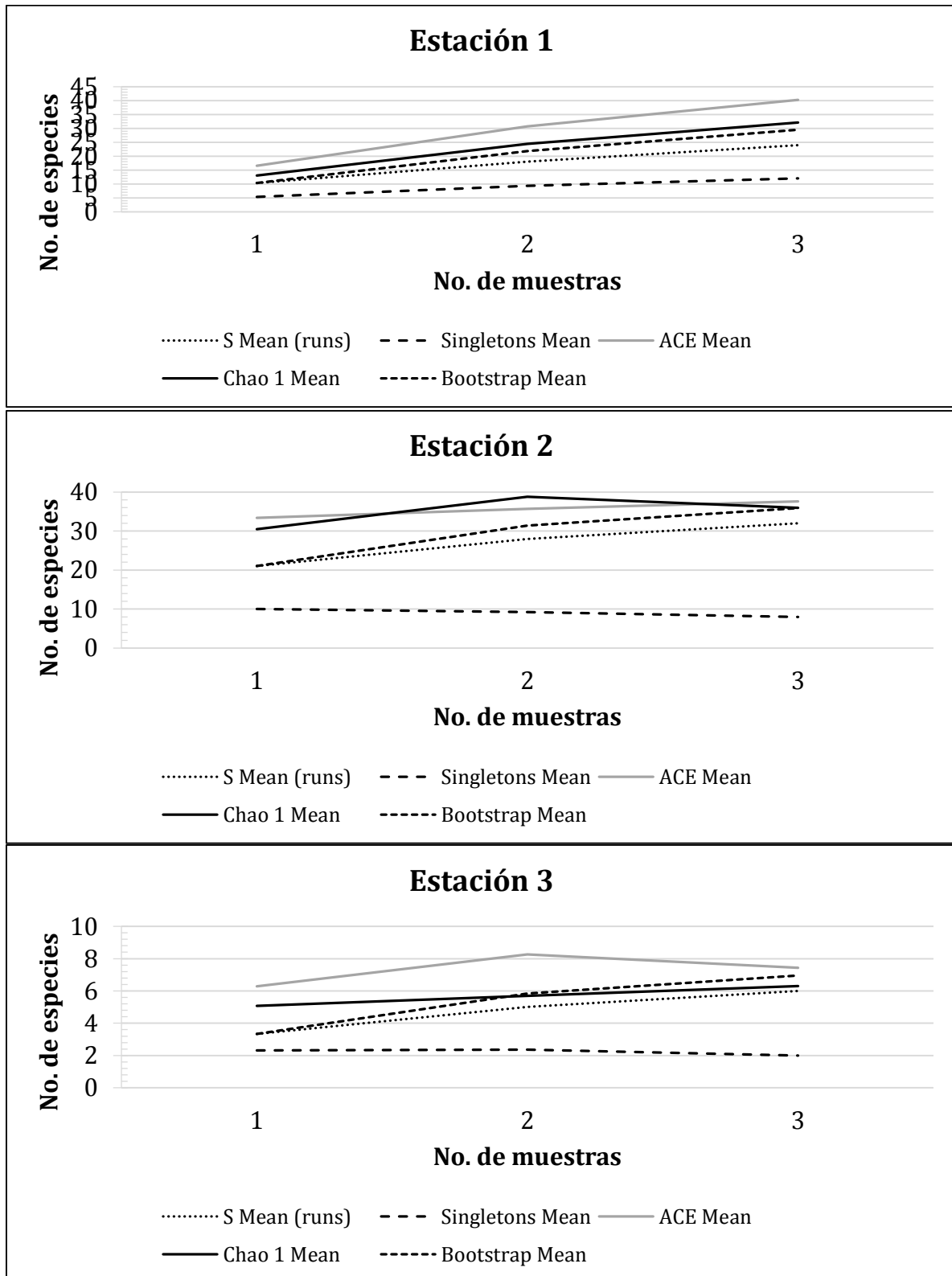


Figura 239. Curvas de acumulación de especies de aves de las estaciones estudiadas en el transecto seis, del municipio de Paipa (Boyacá). El número de muestras corresponde al número de puntos de conteo por estación. Los valores de especies observadas son comparados con los estimadores Singletons, ACE y Chao 1.

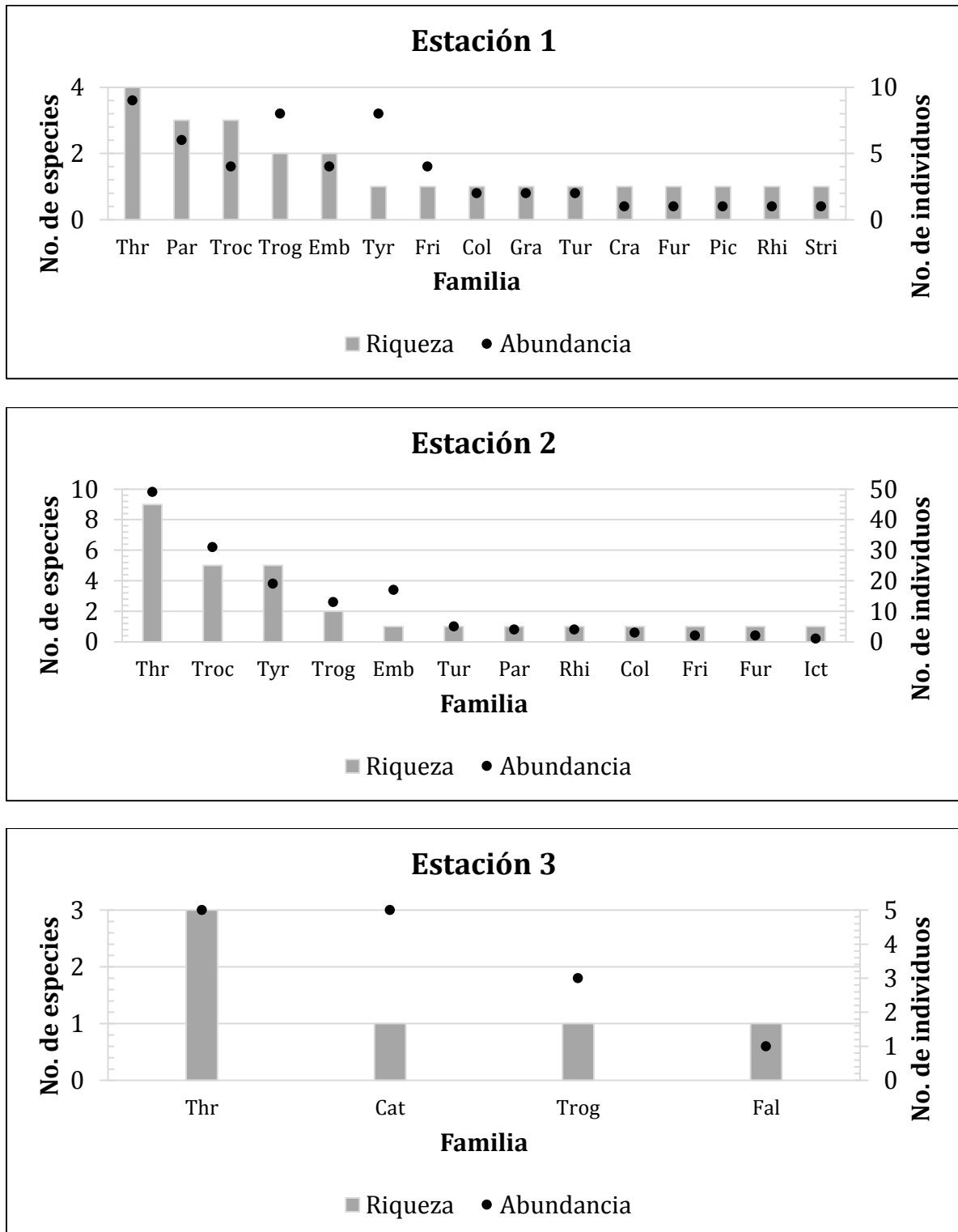


Figura 240. Composición de especies e individuos por familias de las aves registradas en el complejo Guantiva-La Rusia en Boyacá.

Thr, Thraupidae; Troc, Trochilidae; Tyr, Tyrannidae; Par, Parulidae; Emb, Emberizidae; Fur, Furnariidae; Ict, Icteridae; Pic, Picidae; Trog, Troglodytidae; Str, Strigiidae; Col, Columbidae; Fri, Fringillidae; Gra, Grallariidae; Rhi, Rhinocryptidae; Cat, Cathartidae; Fal, Falconidae; Tur, Turdidae; Cra, Cracidae.

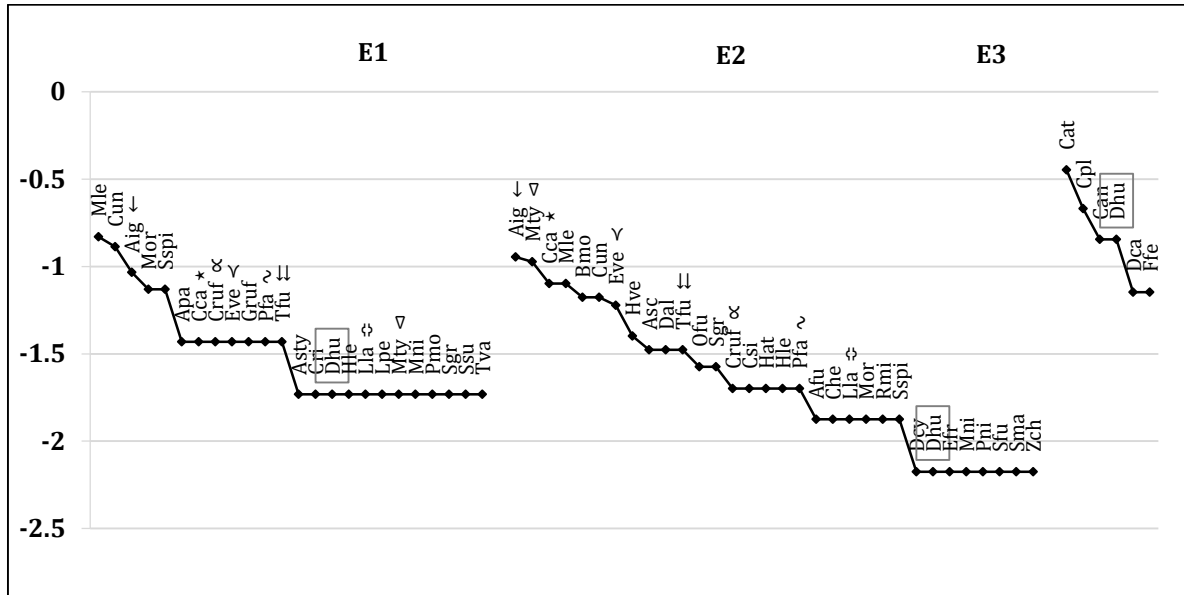


Figura 241. Curva de Rango Abundancia para tres Estaciones del Transecto Paipa del complejo de páramos Guantiva-La Rusia.

Mecocerculus leucophrys, Mle, *Cinnycerthia unirufa*, Cun, *Anisognathus igniventris*, Aig, *Myioborus ornatus*, Mor, *Sporaga spinescens*, Sspi, *Atlapetes pallidinucha*, Apa, *Chlorospingus canigularis*, Cca, *Conirostrum rufum*, Cruf, *Eriocnemis vestita*, Eve, *Grallaria ruficapilla*, Gruf, *Patagioenas fasciata*, Pfa, *Turdus fuscater*, Tfu, *Asio stygius*, Asty, *Colaptes rivolii*, Cri, *Diglossa humeralis*, Dhu, *Henicorhina leucophrys*, Hle, *Lafresnaya lafresnayi*, Lla, *Leiothlypis peregrina*, Lpe, *Metallura tyrianthina*, Mty, *Myiothlypis nigrocristata*, Mni, *Penelope montagnii*, Pmo, *Scytalopus griseicollis*, Sgr, *Synallaxis subpudica*, Ssu, *Tangara vassorii*, Tva, *Buthraupis montana*, Bmo, *Hemispingus verticalis*, Hve, *Atlapetes schistaceus*, Asc, *Diglossa albilatera*, Dal, *Ochthoeca fumicolor*, Ofu, *Conirostrum sitticolor*, Csi, *Hemispingus atropileus*, Hat, *Asthenes fuliginosa*, Afu, *Chalcostigma heteropogon*, Che, *Ramphomicron microrhynchum*, Rmi, *Diglossa cyanea*, Dcy, *Elaenia frantzii*, Efr, *Phyllomyias nigrocapillus*, Pni, *Setophaga fusca*, Sfu, *Sturnella magna*, Sma, *Zimmerius chrysops*, Zch, *Coragyps atratus*, Cat, *Cistothorus platensis*, Cpl, *Catamenia analis*, Can, *Diglossa caerulescens*, Dca, *Falco femoralis*, Ffe. Especies que mantienen en todas o casi todas las estaciones sus valores de dominancia. ↓ *Anisognathus igniventris*, Aig, ↓↓ *Turdus fuscater*, Tfu, ◁ *Metallura tyrianthina*, Mty, * *Chlorospingus canigularis*, Cca, ~ *Patagioenas fasciata*, Pfa, ⇔ *Lafresnaya lafresnayi*, Lla, α *Conirostrum rufum*, Cruf, < *Eriocnemis vestita*, Eve, □ *Diglossa humeralis*, Dhu.



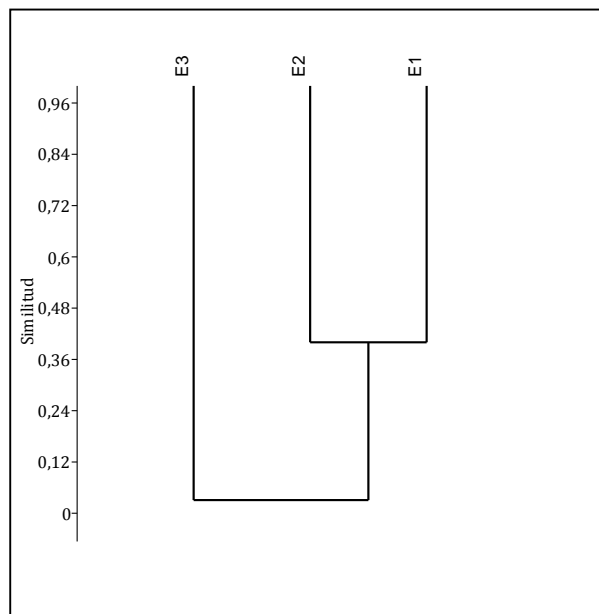
Figura 242. Aves registradas en el transecto seis, correspondiente al transecto seis, Ranchería municipio de Paipa, Boyacá.

A. Vista lateral de *H. leucophrys* (Troglodytidae). B. Vista lateral de *L. peregrina* (Parulidae). C. Vista frontal de *A. stygius* (Strigiidae). D. Vista lateral de *E. frantzii* (Tyrannidae). E. Vista lateral de *L. lafresnayii* (Trochilidae). F. Vista lateral de *Mecocerculus leucophrys* (Tyrannidae).

Diversidad beta. El análisis de complementariedad reveló que el número de especies compartidas entre las estaciones es bajo, indicando que existe un alto porcentaje de disimilitud entre cada estación (tabla 118). En contraste, el índice de similitud de Jaccard muestra una relación entre las dos primeras estaciones, conteniendo especies en su mayoría distintas a las encontradas en la estación 3 (Fig. 243). Sin embargo, la mayor similitud encontrada (entre estaciones 1 y 2), esta soportada únicamente por el 40% de los datos (Fig. 243).

Tabla 118. Índice de complementariedad de especies entre las estaciones del transecto 6, Paipa, Boyacá, de acuerdo a Villareal *et al.* (2006).

Paipa	E1	E2	E3
E1		88	96.6
E2	88		97.3
E3	96.6	97.3	



Jaccard	E1	E2	E3
E1	1	0,4	0,034
E2	0,4	1	0,027
E3	0,034	0,027	1

Figura 243. Diagrama de Similitud entre las estaciones del transecto 6, en el municipio de Paipa, Boyacá. Se tabulan los datos calculados a partir del índice de Jaccard.

La diversidad encontrada en cada una de las estaciones del transecto 6, refleja a comunidades típicas de zonas altoandinas, en las cuales las familias mejor representadas son Thraupidae, Trochilidae, Tyranidae, Emberizidae y Parulidae (Andrade *et al.* 1993, Stiles & Rosselli 1998, Cuervo *et al.* 2008). La riqueza observada contiene el 75 % de las especies registradas anteriormente para el área de estudio (Rosero *et al.* 2010). Adicionalmente, teniendo en cuenta que una representatividad del muestreo óptima está por encima del 80% (Pineda & Halffter 2003, Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona 2008), la caracterización en cada una de las estaciones puede considerarse como exitosa. Sin embargo, factores como la estacionalidad o el clima local pueden afectar la dinámica de las poblaciones. Por lo

tanto, se sugiere dedicar tiempo de muestreo en épocas del año distintas a las usadas en este estudio, y contrastar los resultados para tomar adecuadas decisiones.

En este transecto, fue posible observar a través de los índices de diversidad alfa y beta, que a medida que se ascendía altitudinalmente disminuía la diversidad, si se tiene en cuenta que entre los 3100-3250 m., se comparten valores de dominancia de especies semejantes. Adicionalmente, en este mismo rango altitudinal el recambio de especies fue mayor en comparación con la estación establecida a 3450 m alt. En efecto, este patrón ya ha sido registrado para otros grupos de vertebrados (Lomolino 2001). Sin embargo, la equitatividad demuestra fuertemente que cada estación es totalmente independiente. Por lo tanto, prescindiendo del número de especies que compartían abundancias similares por estación, los resultados demuestran que la dominancia y el recambio de especies, cambiaron a partir de los 3250 m alt., punto en el cual sería adecuado establecer la franja de delimitación de páramo en el transecto 6, localizado en el municipio de Paipa.

No obstante, tener en cuenta únicamente estos parámetros como indicadores del cambio en la diversidad es insuficiente (Terborgh 1977, Kattan & Franco 2004). Es necesario determinar aquellos factores relacionados, tales como el clima o la productividad del sitio, que afectan el cambio en la riqueza de especies (Brown 2001). En particular, cambios en el paisaje debido a la presión humana pudieron conllevar a una leve disminución en la diversidad observada en la estación a 3100 m, la más baja en el rango altitudinal, pero de la cual se esperaba una mayor riqueza. En efecto, este sitio quedaba más cerca a áreas de pastoreo de ganado vacuno y a áreas de plantaciones de pino (*P. caribe*) que se encontraban inmersas dentro del bosque, en comparación con las otras estaciones. Adicionalmente, en el área de estudio se observaron sitios que diferían considerablemente en estructura y composición vegetal, y que estaban sobre una misma franja altitudinal, pero que debido a factores como tiempo y distancia no fue posible muestrear. Sitios a 3350-3450 m alt. que semejaban a sitios ubicados a 3250 y en los que se espera una diversidad similar. Teniendo en cuenta esto, se esperaría que los datos se modifiquen mostrando tendencias distintas. Y ya que el área de estudio se ubicó en una zona con alta influencia de actividades humanas es necesario evaluar el efecto de las modificaciones al paisaje sobre el comportamiento de las poblaciones de aves.

Por lo tanto, aunque los datos sugieren que a los 3250 m alt. en el transecto 6, ubicado en el municipio de Paipa, ocurre un cambio en la diversidad de aves y que este punto puede ser tomado como franja de delimitación del área de páramo, es necesario evaluar los factores ecológicos tales como la competencia y las interacciones depredador-presa, así como la heterogeneidad y la estructura del hábitat, para dar un mejor concepto que determine la diversidad de especies. Por último, deben ser incluidas aquellas especies que se encuentren amenazadas por la pérdida de hábitat o que su rango de distribución este restringido. Tal es el caso de *S. subpudica*, especie endémica para el altiplano cundiboyacense (Birdlife International 2012, Chaparro-Herrera et al. 2013), y que estuvo presente a partir de los 3100 m alt. En este caso, en el que ocurren especies de interés, se sugiere

bajar la franja de delimitación hasta este rango altitudinal, funcionando como zona de amortiguación para la protección de la especies en la zona de transición bosque-páramo.

CONCLUSIONES

1. Transecto uno. De acuerdo con los análisis realizados de los diferentes grupos en estudio (flora vascular, avasculares, aves, anfibios y edafofauna epigea), se puede concluir que la franja de transición entre las coberturas de bosque y páramo, se define a partir de los 2900 m (estación dos). En vegetación la fisonomía que se registra a partir de la estación dos, es de arbustales con la presencia de algunos individuos con forma de crecimiento “roseta terrestre con espinas”. A su vez, se encontró que la estación dos y tres, registran la mayor similitud de especies.

De otro lado, la edafofauna epigea registró la mayor similitud entre la estación dos y cuatro, lo que puede indicar la presencia de condiciones ambientales muy similares entre estas estaciones; en cuanto a la complementariedad se registró que todas las estaciones presentan especies dominantes diferentes. Los resultados observados en aves, registra a los 2900 m la mayor riqueza de especies, y la presencia de una taxa endémica (*S. subpudica*) para el altiplano cundiboyacense, de la cual, no se tienen estudios acerca del efecto de las perturbaciones sobre su hábitat.

2. En el transecto dos se define la franja de transición a partir de los 3119 m (estación tres), donde la vegetación presenta una fisonomía dominante de arbustos, con algunos arbolitos; a su vez, se encontró el mayor valor de similaridad entre la estaciones tres y cuatro. Este mismo comportamiento se registra para organismos avasculares (briófitos y líquenes) y para edafofauna epigea. Las aves, registraron valores de diversidad similares entre estaciones, observándose un reducido recambio de especies, lo que sugiere que cada punto altitudinal es independiente, conteniendo especies en su mayoría distintas.
3. El transecto tres, registra la franja de transición a los 3300 m (estación tres), donde se presenta en vegetación una fisonomía de arbustal y registra la mayor similitud de especies con la estación cuatro. Este patrón se observó para los organismos avasculares y para la edafofauna epigea. Las aves registran la mayor diversidad observada a los 3150 m y el mayor recambio de especies se presentó entre los 2970 y los 3150 m, lo cual, se sugiere que la franja que delimita el páramo sea sobre los 3150 m. Al analizar la diversidad alfa en los anfibios muestran a la estación tres como la más diversa, lo que señala que es el hábitat con la mayor variación de la composición de especies.
4. En el transecto cuatro, la franja de transición se registra a los 3411 m (estación dos), en vegetación se observa que la similitud de especies entre estaciones, relaciona a la dos, tres, cuatro y cinco, por compartir el mayor

número de especies, y muestra que la estación uno es la que presenta las mayores diferencias en la composición de especies en todo el transecto; a su vez, desde la estación dos, se observa que la fisonomía dominante es de arbustal, con la presencia de algunos individuos con alturas hasta de 6 m en la estación cuatro. Los organismos avasculares se relaciona con lo mencionado anteriormente, excepto que la estación uno y cinco presentaron una similitud del 10%, lo cual se relaciona con el alto grado de intervención que se observó, donde desaparecen los briófitos tolerantes a la baja luminosidad y es ocupado el espacio por especies tolerantes a la alta radicación como sucede en el páramo.

La edafofauna epigea presenta valores de abundancia y riqueza bajos, en las estaciones dos, tres y cuatro, lo que puede deberse en gran medida a las características que presentan, ya que se observa muy poca cobertura vegetal, ninguna capa de hojarasca, el suelo es extremadamente seco y el terreno presenta pendientes pronunciadas. En cuanto a las aves, se observó a lo largo del gradiente altitudinal, un patrón marcado, que evidencia el límite en cambio en diversidad, soportado a través de la diversidad alfa y beta. En efecto, este límite parece establecerse a partir de los 3450 m, punto en el cual el recambio de especies y la equitatividad cambian.

5. El transecto cinco se observa a los 3400 m (estación dos) la franja de transición, soportado en que la vegetación presenta en esta estación dominio de elementos arbustivos y escasos arbolitos con alturas hasta de 6 m. A su vez, las estaciones dos, tres y cuatro presentan una mayor similitud de especies, que alguna de ellas con la estación uno, que es considerada un bosque. Los organismos avasculares presentan la mayor similitud (80%) entre las estaciones dos y tres, lo cual muestra que la cobertura de arbustal ha generado microhábitats (específicamente humedad, sobra y disminución en el impacto del viento) para procesos de colonización de especies criptogámicas. La edafofauna epigea registró la mayor riqueza de especies en la estación uno (bosque) pero no la mayor abundancia; a su vez, registró en las estaciones dos, tres y cuatro que a medida que aumenta la altitud, aumenta la abundancia y la riqueza de especies, lo cual puede estar influenciado por la transformación del paisaje, ya que aunque los fragmentos aún siguen en contacto, es evidente la deforestación. En cuanto anfibios, el análisis de complementariedad muestra que el número de especies compartidas entre las estaciones es alto, lo cual indica que existe un alto porcentaje de similitud entre cada estación; y la presencia de agricultura, aprovechamiento del recurso hídrico para riego de cultivos y la ganadería, son los factores que más amenazan la sobrevivencia de la anurofauna. Para la avifauna se observó a través de los índices de diversidad local, que a medida que se ascendía altitudinalmente disminuye la diversidad.

En efecto, la diversidad alfa y beta fue similar desde los 3190-3400 m, manteniendo homogeneidad en valores de importancia de las especies y su recambio. En contraste, sobre los 3400 m, la diversidad disminuye

considerablemente, y estos resultados pueden deberse a un marcado efecto de la estructura de la vegetación sobre los requerimientos de las especies. Se logró el registro del cambio de montaña, *M. subalaris*, especie endémica, seriamente amenazada por la reducción de su hábitat, encontrándose **en peligro, EN** entre los 3190 y 3400 m.

6. El transecto seis presenta la franja de transición a los 3048 m (estación tres) donde se registra el predominio de arbustos con la presencia de algunos elementos arbóreos con alturas hasta de 7 m; a su vez, se registran individuos en macollas y rosetas (con un solo tronco y basales). De acuerdo a los índices de similitud de las estaciones tres, cuatro y cinco que integran un gran grupo, lo cual, refleja la variación de especies que se presenta a partir de la estación tres. Este mismo patrón, se registra para los organismos avasculares, lo cual obedece a la variación en las coberturas vegetales, debido a que las estaciones ubicadas completamente en bosque, presentan diversidad similar de briófitos (estaciones uno y dos), mientras que las demás estaciones (tres, cuatro y cinco), comparten mayor número de especies, como *Campylopus sp.*, *Frullania peruviana* e *Hypotrachyna sp.*

La edafofauna epigea presentó poca abundancia y riqueza en las estaciones de bosque, comparada con las otras estaciones, es probable que la edafofauna de estas estaciones de bosque se esté viendo afectada por la relativa cercanía de las mismas a un bosque de pino, y a la tala de árboles que se están presentando en la zona; los valores de complementariedad más altos están entre la estación uno y dos, y entre cuatro y cinco; esta situación, puede deberse a que, las zonas aledañas a este transecto presentan intervención antrópica, la cual estaría generando cambios en la edafofauna. En cuanto a aves, la equitatividad demuestra fuertemente que cada estación es totalmente independiente. Por lo tanto, prescindiendo del número de especies que compartían abundancias similares por estación, los resultados demuestran que la dominancia y el recambio de especies, cambiaron a partir de los 3250 m. Sin embargo, se registra *S. subpudica* especie endémica para el altiplano cundiboyacense a partir de los 3100 m, por lo que se sugiere incluir esta área dentro de la franja de delimitación.

7. De acuerdo a lo mencionado por Llambí (2015), las estaciones uno, dos y tres pueden considerarse como un tipo de vegetación de transición (subpáramo) debido a que estructuralmente predominan las formas de crecimiento arbusto y arbolito. A su vez, el autor menciona que las zonas de ecotono pueden estar localizadas en elevaciones bajas, debido a condiciones de aislamiento, ubicarse en una vertiente seca y en áreas sujetas a intervención. Esta transición da paso a las estaciones cuatro y cinco, que por sus características fisonómicas, con dominio de las formas de crecimiento arbustillo, hierbas y rosetas, junto a la composición de especies, definen una vegetación típica de páramo asociada a características climáticas, de relieve y altitud.

8. Según los datos analizados en esta investigación es posible concluir para el complejo Guantiva-La Rusia, donde la cobertura de bosque altoandino puede extenderse hasta los 3198(-3321) m de altura; esta organización define que la franja de transición (determinada por el cambio en la fisonomía y en la composición de especies para los seis transectos) se distribuye en alturas superiores al rango establecido para el bosque.
9. En general la riqueza florística de este transecto se identificó para las familias Orchidaceae, Ericaceae, Asteraeae, Melastomataceae, Myrsinaceae y Poaceae, resultados que concuerdan con los registros obtenidos por Galindo-T *et al.* (2003) en la franja de bosque altoandino del SFF Guanenta Alto Rio Fonce; aunque en este estudio los autores determinaron la dominancia y homeogeneidad del bosque de *Quercus humboldtii* entre 2400-2800m, los resultados de este transecto determinan que la homogeneidad de esta cobertura puede darse hasta los 3280 m ya que el índice de valor de importancia determinó un dominio superior al 100% de *Q. humboldtii* comparado con el 22% de *Ocotea calophylla* en la misma comunidad.
10. En este estudio también se identificó la dominancia de *Ocotea calophylla* y *Clusia elliptica*, especies también registrados en el estudio de Galindo-T *et al.* (2003).
11. Para este transecto los cambios fisionómicos identificados en las estaciones uno y dos (de árboles a arbustos) determina que a alturas superiores a 3300 m se observa un cambio en la estructura y la composición de especies, asociado con una zona de ecotono que evidencia el cambio entre el bosque altoandino al subpáramo. Según Valecia *et al.* (2013) la composición de especies en un gradiente altitudinal cambia en función a una respuesta fisiológica, debido a que este gradiente involucra factores topográficos, climáticos, suelo y disturbios que influyen la variación de la diversidad biológica.
12. La riqueza florística en el rango altitudinal evaluado presenta un comportamiento inverso entre el número de especies identificadas por estación vs el número de individuos por unidad de área; en las estaciones realizadas en la franja de bosque altoandino la riqueza de especies fue mayor mientras que en las formaciones vegetales de páramo fue menor, sin embargo, la densidad fue mayor en el páramo y menor en bosque.
13. Según lo observado, este resultado puede explicarse porque las condiciones climáticas extremas en el páramo determinen formas de crecimiento de menor porte que facilitan la disponibilidad de espacio para captar los recursos y el desarrollo de individuos; este patrón en la cobertura de bosque se interrumpe por factores de competencia entre los elementos arbóreos y aquellos que se desarrollan en el sotobosque, factor que limita la abundancia (Betts *et al.* 2007, Bonan 2008).

14. Las especies compartidas entre el bosque altoandino y los arbustales del subpáramo son *Drymis granadensis*, *Schefflera bogotensis*, *Clethra fimbriata*, *Clusia articulata*, *Clusia elliptica*, *Disterigma alaternoides*, *Cestrum buxifolium*, *Epidendrum klotzschianum* y *Valeriana clematidis*; de estas especies, aquellas con formas de crecimiento arbóreas y arbustivas se observaron con portes bajos en la estación tres, zona con predominio de individuos arbutivos. Este resultado determina un cambio en la fisionomía y composición de especies, para formar una zona de ecotono entre las coberturas de bosque y el subpáramo; según datos de campo, esta zona de transición se encuentra a 3400 m de altura para el transecto evaluado.
15. Según resultados, se esperaba encontrar una mayor diversidad de especies en la zona de transición, sin embargo el índice de diversidad Shannon-Wiener arrojó el menor valor para esta zona (2,726), dato que se argumenta en la dominancia de especies arbustivas con áreas basales superiores a otras especies distribuidas en esta franja (*Weinmannia tomentosa* 45% y *Gaidendron punctatum* 27%) y pocos especies muy abundantes (*Macleania rupestris* con 15% de la abundancia, *Monochaetum myrtoideum* 16%, *Diplostephium rosmarinifolius* y *Arcytophyllum nitidum* con 13% cada una).
16. El dendrograma de Jaccard determinó una baja similaridad entre estaciones (menor al 34%); sin embargo, la composición de especies entre estaciones permitió agrupar las dos estaciones de bosque altoandino en un solo grupo y las restantes tres estaciones en otro, dato que soporta la variación entre las especies de bosque respecto a las de páramo.
17. En este transecto se identificó a *Espeletia paipana*, especie con categorizada en peligro de extinción (EN, peligro crítico), endémica, con área de distribución potencial y extensión de presencia inferior a una hectárea, restringida a los municipios de Paipa y Sotaquirá, especie estudiada y monitoreada por el grupo de investigación Sistemática Biológica en características poblaciones y de propagación (SisBio-UPTC, en Díaz-Piedrahita *et al.* 2001, 2006, García 2005, Morales-Puentes 2011).
18. Este estudio estableció los primeros registros de diversidad del orden Araneae, la familia Carabidae y la familia Scarabaeidae presentes en los seis transectos escogidos para el complejo Guantiva –La Rusia. El manejo de la edafofauna epígea permitió establecer diferencias a lo largo del gradiente altitudinal, ya que se encontraron determinados grupos asociados a estaciones particulares, lo que indica una relación específica entre la vegetación, humedad del suelo, disponibilidad de hojarasca, entre otras condiciones y la distribución de estos organismos.
19. Para contribuir de manera más precisa e informativa al conocimiento de la edafofauna epígea en los diferentes habitats de estudio es recomendable determinar taxonómicamente hasta nivel de género y especie, a partir de espacios generados con los especialistas de cada grupo.

20. Es importante considerar la confrontación de los resultados obtenidos en este trabajo con futuros estudios, de tal forma que se evalúe la composición y recambio de especies en función de diferentes épocas del año. Este estudio permitió evidenciar que se puede obtener información valiosa del estado de alteración de un lugar a partir del componente de edafofauna epígea debido a sus fuertes relaciones con el medio.
 21. En el caso particular de las arañas, a pesar de que se obtuvo un muestreo representativo, se considera importante el uso de diferentes métodos de muestreo.
 22. Para el complejo de páramos Guantiva-La Rusia fue posible obtener muestreos representativos, teniendo en cuenta que no todos los transectos tuvieron el mismo esfuerzo de muestreo. En tal caso, este estudio permite reconocer básicamente la diversidad de aves en el complejo y colabora al cubrir los vacíos de información que en algunos sitios es evidente. Adicionalmente, representa la base para la continuación de estudios de investigación que propendan por la conservación de las especies y sus hábitats. Los análisis revelaron que cada transecto fue único en su composición y estructura, tal como se esperaba, y esto posiblemente fue debido a las características bióticas y abióticas de cada sitio. En particular, los transectos ubicados en las áreas donde dominan bosques de roble demostraron poseer una diversidad particular que ya ha sido referida anteriormente (Solano & Vargas 2006).
- Así mismo, se denotó una variación considerable en los cambios de diversidad por estación en cada transecto altitudinal. En efecto, para el transecto ubicado en el municipio de Onzaga fue evidente ver cambios a 3150 m alt., mientras que para el transecto vecino en Tipacoque los cambios ocurrieron a lo largo del gradiente, tanto en la transición de los 2830 m a los 3150 m, como de los 3150 a los 3250 m alt. Por otro lado, los transectos ubicados en los municipios de Duitama y Belén fueron los más coincidentes, detectándose cambios notables alrededor de los 3400 m alt. Por último, el transecto ubicado en el municipio de Cerinza arrojó cambios a los 3100 m, y en Paipa estos se observaron a 3250 m.
23. Es fundamental establecer que en el proceso de transformación de las coberturas vegetales que el hombre ha ejercido sobre ellas por causas de minería, agricultura y ganadería en el caso de Guantiva-La Rusia, han generado procesos locales de migración de elementos de bosque y páramo propiciando el área de transición que recoge elementos de dos coberturas antes perfectamente definibles, hoy una combinación de ecotono entre el bosque y el páramo propiamente dichos.
 24. Que el área de transición está sujeta a condiciones de humedad, de tal manera que permite que el bosque pueda llegar a ascender aún más en el flanco del complejo más húmedo con respecto al más seco.

25. Se deben reevaluar varias de las metodologías que pueden implicar:

- Muestreo a lo largo del transecto en el caso de entomofauna.
- Tiempo de muestreo para el caso de herpetofauna y esfuerzo de muestreo, debe considerarse el contexto a nivel microclimas para establecer los nichos específicos, así como los hábitats.
- Tiempo de muestreo para el caso de avifauna y esfuerzo de muestreo y entiéndase este en el contexto de ecosistema o a nivel de coberturas vegetales, para que los registros sean factibles de análisis.

RECOMENDACIONES

A partir de estos resultados obtenidos se recomienda hacer este estudio en distintas épocas del año para verificar efectos surgidos a partir de las variaciones climáticas de cada sitio. Adicionalmente, se sugiere usar otros medios de evaluación de la diversidad tales como el uso del comportamiento que permite estudiar la adaptación de las especies a sus hábitats y las interacciones entre especies, las cuales están modeladas por las condiciones bióticas y abióticas de los hábitats (Morris et al. 2009). Finalmente, basado en las especies de interés para conservación, ya sea por amenazas y por distribución restringida, se sugiere establecer una zona de amortiguación que logre cobijar la transición bosque-páramo para la protección de las especies.

Se debe considerar en el proceso de un convenio los tiempos de los procesos administrativos y los tiempos de las actividades técnicas o de investigación para el buen cumplimiento de los objetivos de los proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta-Galvis A.R. 2000. Ranas, Salamandras y Caecilias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia. *Biota Colombiana* 1(3): 289-319.
- Amat G. & O. Vargas. 1991. Caracterización de microhábitats de la artropofauna en páramos del Parque Nacional Natural Chingaza, Cundinamarca, Colombia. *Caldasia* 16 (79): 539-550.
- Amat G., A. Lopera & J. Amézquita. 1997. Patrones de distribución de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en relicto del bosque altoandino, cordillera Oriental de Colombia. *Caldasia* 19:191-204.
- Andrade G.I., M.L. Rosas & A. Repizzo. 1993. Notas preliminares sobre la avifauna y la integridad biológica de Carpanta. pp. 207-228. En: G.I. Andrade Carpanta selva nublada y páramo. Fundación Natura: Bogotá.
- Arbeláez-Cortés E., O.H. Marín-Gómez, O. Baena-Tovar & J.C. Ospina-González. 2011. Aves, finca Estrella de Agua-Páramo de Frontino, municipality of Salento, Quindío, Colombia. *Checklist Journal* 7:64-70.
- Ayazo R. & R. Soto. 2007. Influencia de la estructura vegetal en la comunidad de arañas (Arachnida: Araneae) del suelo en un sistema silvopastoril de Córdoba Colombia. Trabajo de grado. Departamento de biología, Universidad de Córdoba (manuscrito), Montería.
- Ayerbe-Quiñones F., J.P. López, M.F. González-Rojas, F.A. Estela, M.B. Ramírez-Burbano, J.V. Sandoval-Sierra & L.G. Gómez-Bernal. 2008. Aves del departamento del Cauca-Colombia. *Biota Colombiana* 9: 77-132.
- Berg, A. & S. Suchi. 2001. La vegetación de los páramos La Aguada, La Fría y Espejo en los Andes Venezolanos. *Plantula* 3(1):47-64.
- Betts, R., Falloon, P., Goldewijk, K. & N. Ramankutty. 2007. Biogeophysical effects of land use on climate: model simulations of radiative forcing and large-scale temperature change. *Agricultural and Forest Meteorology*. 142(2-4):216-233.
- BirdLife International 2012. *Andigena nigrirostris*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. <www.iucnredlist.org>.
- BirdLife International 2012. *Eriocnemis cupreovenstris*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. <www.iucnredlist.org>.
- BirdLife International 2012. *Hapalopsittaca amazonina*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. <www.iucnredlist.org>.
- BirdLife International 2012. *Synallaxis subpudica*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. <www.iucnredlist.org>.
- BirdLife International 2014. *Coeligena bonapartei*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. <www.iucnredlist.org>.
- BirdLife International 2012. *Macroagelaius subalaris*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. <www.iucnredlist.org>.
- Bonan, G. 2008. Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *Science*. 320:1444-1449.
- Brown, J.H. 2001. Mammals on mountainsides: elevational patterns of diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 101-109.
- Caro A. 2010. Memorias talleres de definición de criterios para la delimitación de los diferentes tipos de Páramos del país y de lineamientos para su conservación. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, D. C. 78 p.
- Carvajal-Cogollo J.E. & J. Urbina-Cardona 2008. Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science*, 1(4): 397-416.
- Castaño-Uribe, C. & M. Cano. 1998. El Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, Ministerio del Medio Ambiente de Colombia. Editorial Nomos, Bogotá.
- Cepeda J., E. Florez & M. Bonilla. 2005. Distribución y comparación de arañas tejedoras en diferentes microhábitats de un bosque altoandino. *Acta Biológica Colombiana* 10(1):79.

- Cerón P., S. Montenegro & E. Noguera. 2008. Macrofauna en suelos de bosque y pajonal de la Reserva Natural Pueblo Viejo, Nariño, Colombia. *Revista Academia Colombiana de Ciencias* 32(125): 447-453.
- Chaparro-Herrera S., M.A. Echeverry-Galvis, S. Córdoba-Córdoba, A. Sua-Becerra, 2013. Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia, *Biota Colombiana* 14(2): 235-272.
- CI - Conservación Internacional (ed.) 2007. Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental Bogotá. Conservación Internacional-CAR, Convenio # 00529 de 28 de diciembre de 2007. 133 p.
- Córdoba-Córdoba, S. & M.E. Echeverry-Galvis. 2006. Diversidad de aves de los bosques mixtos y de roble del Santuario de Fauna y Flora, Boyacá. Pp 119-128. En: Solano, C. & N. Vargas (ed). *Memorias del I Simposio Internacional de Robles y Ecosistemas Asociados*. Fundación Natura-Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. Pp. 291.
- Crump M.L. & N.J. Scott. 2001. Relevamiento por encuentros visuales. Pp 80-87. In W. Heyer, M. Donnelly, R. Mc Diarmid, L. Hayek & M. Foster (eds.).
- Cuatrecasas, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 10:221-268.
- Cuatrecasas, J. 1989. Aspectos de la vegetación natural en Colombia. *Perez-Arbelaezia*, 2(8):155-283.
- Cuervo A.M., P.C. Pulgarín, D. Calderón-F., J.M. Ochoa-Quintero, C.A. Delgado-V., A.J. Palacio, M. Botero & W.A. Múnera. 2008. Avifauna of the northern cordillera Central of the Andes, Colombia. *Ornitología Neotropical* 19(4):495-515.
- Díaz J., G. Amat & O. Vargas 2007. Variación estacional de la artropofauna epigea y su implicación para el monitoreo en proyectos de restauración ecológica del bosque altoandino: 215-227 pp. En: O. Vargas (ed.). *Restauración ecológica del bosque altoandino. Estudios diagnósticos y experimentales en los alrededores del embalse de Chisacá (localidad de Usme, Bogotá D.C.)* Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Díaz-Piedrahita, S. & P. Pedraza. 2001. Dos nuevas especies de *Espeletia* (Asteraceae-Heliantheae) de Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 25(94): 11-15.
- Díaz-Piedrahita, S., Rodríguez-Cabeza, B.V. & Galindo-T., R. 2006. Interesantes novedades en Espeletiinae (Asteraceae-Heliantheae) de Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 30(116): 331-352.
- Ehrlich P.R. & A.H. Ehrlich. 1981. *Extincion: The causes and consequences of the disappearance of species*. Random house, New York. 305 pp.
- Escobar F. & P. Chacón. 2000. Distribución espacial y temporal en un gradiente de sucesión de la fauna de coleópteros coprófagos (Scarabaeinae, Aphodiinae) en un bosque tropical montano, Nariño - Colombia. *Revista de Biología Tropical* 48(4): 961-975.
- Espinal, L.S. 1964. Algunos aspectos de la vegetación del oriente antioqueño. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá.
- Esquema de Ordenamiento Territorial, Municipio de Tipacoque. 2002.
- Fernandez F. & M.J. Sharkey (Eds.). 2006. *Introducción a los Hymenoptera de la región Neotropical*. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C. 894 pp.
- Flórez E. 1999. Estudio de comunidades de arañas (Araneae) del Parque Nacional. Farallones de Cali, Colombia. *Cespedesia* 23: 73-74.
- Fundación Natura - Colombia. 2007. Diagnóstico socio-ambiental del PNM "Robledales de Tipacoque" y su área de influencia. Documento Técnico. Convenio 106-07. Fundación Natura-CorpoBoyacá.
- Galindo-T., R., Betancur, J. & J.J. Cadena-M. 2003. Estructura y composición florística de cuatro bosques andinos del Santuario de Flora y Fauna Guanentá-Alto Río Fonce, cordillera Oriental colombiana. *Caldasia* 25(2) 2003: 313-335.
- García, N., Calderón, E. & Galeano, G. 2005. Frailejones. Pp225-386. En: Calderón, E., Galeano, G. & García, N. (eds). *Libro Rojo de Plantas de Colombia. Volumen 2: Palmas, Frailejones y Zamias*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Alexander von Humboldt-Instituto de Ciencias Naturales de Colombia -Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- García J. & L. Pardo-Locarno. 2004. Escarabajos Scarabaeinae saprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en un bosque muy húmedo premontano de los Andes Occidentales Colombianos. *Ecología Aplicada* 3(1,2): 59-63.

- Gardner T.A., M.A. Ribeiro-Junior, J. Barlow, T.C.S. Ávila-Pires, M.S. Hoogmoed & C.A. Peres. 2007. The value of primary, secondary, and plantation forests for a Neotropical herpetofauna. *Conservation Biology* 21(3): 775-787.
- Gentry, A. H. 1995. Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical montane forest. En: Churchill, S. P., H. Balslev, E. Forero & J. L. Luteyn (Eds.), *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest*. The New York Botanical Garden, Nueva York.
- Gil-Novoa, J.E. y M.E. Morales-Puentes. 2014. Estratificación vertical de briófitos epífitos encontrados en *Quercus humboldtii* (Fagaceae) de Boyacá, Colombia. *Revista Biología Tropical*. 62(2):719-727.
- González-A., F.A, Molano-R., F. & C.A. Medina. 2009. Los subgéneros *Calhyboma*, *Hybomidium* y *Telhyboma* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Deltachilum) en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 35 (2): 253-274.
- Gutiérrez A. M. 2007. Avifauna asociada al lago 1 Termopaipa y al humedal de la vereda la Esperanza, del municipio de Paipa, Boyacá. Tesis de pregrado, Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia, UPTC. Tunja, Colombia.
- Guariguata M.R. & G.H. Kattan. 2002. *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Cartago, Costa Rica: Ediciones LUR. 692 p.
- Gutiérrez-Lamus D.L. & V.H. Serrano & M.P. Ramírez-Pinilla. 2012. Composición y abundancia de anuros en dos tipos de bosque (natural y cultivado) en la cordillera Oriental colombiana. *Caldasia* 26(1): 245-264.
- Hammer O., D.T.A. Harper & P.D. Ryan. 2001. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electronica* 4(1): 1-9.
- Hanky I. & Y. Cambefort (Eds). 1991. *Dung beetles ecology*. Princeton University Press. Princeton New Jersey. U.S.A.
- Ibáñez L. & J. Granadillo. 2014. La importancia de la entomofauna en los ecosistemas de páramo. *Revista de semilleros de Investigación* 1:1-5.
- Kattan G.H. & P. Franco. 2008. Bird diversity along elevational gradients in the Andes of Colombia: area and mass effects. *Global Ecology and Biogeography* 13: 451-458.
- Keating, P. 2008. SocietyThe Floristic Composition and Biogeographical Significance of a Megadiverse Páramo Site inthe Southern Ecuadorian Andes. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 135(4):554-570.
- King J.R., A.N. Andersen & A.D. Cutter. 1998. Ants as bioindicators of habitat disturbance: validation of the functional group model for Australia's humid tropics. *Biodiversity and Conservation* 7: 1627-1638.
- Krabbe N., P. Flórez, G. Suárez, J. Castaño, J.D. Arango & A. Duque. 2006. The birds of Páramo de Frontino, Western Andes of Colombia. *Ornitología Colombiana* 4: 39-50.
- Kraker-Castañeda C. & A.J. Cobar-Carranza. 2011. Uso de rarefacción para comparación de la riqueza de especies: el caso de las aves de sotobosque en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Guatemala. *Naturaleza y Desarrollo* Vol.9 Núm.1.
- Krebs Ch. 1985. *Ecología: estudio de la distribución y la abundancia*. Harper & Row Latinoamericana. México. 753 pp.
- Kremen C., R.K. Colwell, T.L. Erwin, D.D. Murphy, R.F. Noss & M.A. Sanjayan. 1993. Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conservation Biology* 7(4): 796-808.
- Llambí, L.D. 2015. Estructura, diversidad y dinámica de la vegetación en el ecotono bosque-páramo: Revisión de la evidencia en la cordillera de Mérida. *Acta biol. Colomb.* 20(3):5-20.
- Lomolino M.V. 2001. Elevation gradients of species density: historical and prospective views. *Global Ecology and Biogeography* 10: 3-13.
- Longcore T.R. 1999. Terrestrial arthropods as indicators of restoration success in coastal sage crub. *Restoration Ecology* 11(4): 397-409.
- Lynch J.D. 1984. New frogs (Leptodactylidae: *Eleutherodactylus*) from cloud forest of the northern cordillera Oriental, Colombia. *Milwaukee Public Museum*. Number 60.
- Lynch J.D. 1993. A new Harlequin from the cordillera Oriental of Colombia (Anura, Bufonidae, *Atelopus*). *International Journal Batrachology*. *Alytes* 11(3): 77-87.
- Lynch J.D. 1994. Two news species of the *Eleutherodactylus conspiculatus* group (Amphibia: Leptodactylidae) from the cordillera Oriental of Colombia (Anura, Bufonidae, *Atelopus*). *Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 19(72): 187-193.

- Lynch J.D. 1994. A news species of the high-altitud frog (*Eleutherodactylus*: Leptodactylidae) from the cordillera Oriental of Colombia. *Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 19(72): 195-203.
- Lynch J.D. 1996. New frog (*Eleutherodactylus*: Leptodactylidae) from the Andes of Eastern Colombia, Part of a reamrkable pattern of distribution. *Copeia* (1): 103-108.
- Lynch J.D. 1998. La riqueza de la fauna anfibia de los Andes colombianos. *Innovación y Ciencia*. 7: 46-51.
- Lynch J.D. 2000. A news species of frog *Eleutherodactylus* (Leptodactylidae) from the Sabana de Bogotá. *Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* (92): 435-439.
- Lynch J.D. & A.M. Suárez-Mayorga. 2002. Análisis biogeográfico de los anfibios paramunos. *Caldasia* 24(2): 471-480.
- Magurran A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing. 257 pp.
- Marín-Corba, C. & J. Betancur. 1997. Estudio florístico en un robleal del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque (Boyacá-Colombia). *Rev. Acad. Colom. Cienc.* 21(80):249-259.
- Martínez C. 2005. *Introducción a los Carabidae, Coleoptera de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá 546 pp.
- Meneses L. A. & D. A. Gonzales. 2008. Relación entre la diversidad de fauna y la estructura y composición florística en bosques de *Polylepis quadrijuga* del páramo de la Rusia, Duitama (Boyacá-Colombia). Tesis de pregrado, Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia, UPTC. Tunja, Colombia.
- Meneses L. A. & Herrera-Martínez Y. 2013. Estudio preliminar de la avifauna asociada a parches de *Polylepis quadrijuga* (Rosaceae) del páramo de la Rusia, Duitama (Boyacá – Colombia). *Luna Azul* 36: 40:54.
- Morales-Castaño I. & G. Amat-García. 2012. Diversidad de la artropofauna terrestre del páramo la Parada del Viento, cordillera Oriental, Cundinamarca-Colombia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)* 51: 211-216.
- Morales-Puentes, M.E., Gil-Leguizamón, P.A., Díaz-Pérez, C.N., Sanabria, L.C., García N.D. & L.M. Torres-Salinas. 2011. Convenio de cooperación número 083-2009 “creación del banco de germoplasma, vivero regional y propagación de *espeletia paipana* en la zona de influencia del parque natural municipal ranchería, municipio de Paipa” Informe Final CORPOBOYACÁ-Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. 64 Pp.
- Morales J. & L. Sarmiento. 2002. Dinámica de los macroinvertebrados edáficos y su relación con la vegetación en una sucesión secundaria en el páramo Venezolano. *Ecotropicos* 15(1): 99-110.
- Morales M., J. Otero, T. van der Hammen, A. Torres, C. Cadena, C. Pedraza, N. Rodríguez, C. Franco, J.C. Betancourth, E. Olaya, E. Posada & L. Cárdenas. 2007. *Atlas de páramos de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, D.C. 208 pp.
- Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Moret P. 2005. *Los coleópteros Carabidae del páramo en los Andes del Ecuador. Sistemática, ecología y biogeografía*. Museo de Zoología Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Monografía 2. Quito. 307 pp.
- Moreno C.E. 2001. *Manual para medir la biodiversidad*. Manuales & Tesis SEA, vol. 1. Sociedad entomológica Aragonesa, Zaragoza, España.
- Morris D.W., A.B. Kotler, J.S. Brown, C.V. Sundararaj & S.B. Alea. 2009. Behavioral indicators for conserving mammal diversity. *Annual New York Academical Science* 1162: 334-356.
- Mueses-Cisneros J.J. & M.H. Yañez-Muñoz. 2009. Anfibios. En: C. Vriesendorp, W.S. Alverson, A. del Campo, D.F. Stotz, D.K Morkovits, S. Fuentes, B. Coronel & E.P. Anderson (eds.). Ecuador: Cabeceras Cofanes-Chingual. Rapid Biological and Social Inventories Report 21. The Field Museum, Chicago.
- Navarrete-Heredia J.L., A.F. Newton, M.K. Thayer, J.S. Ashe & D.S. Chandler 2002. *Guía ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México. Claves, datos biológicos y distribución para las subfamilias y géneros con una lista de las especies descritas y bibliografía*. Universidad de Guadalajara. México. 401 pp.
- Navas C.A. 1999. Biodiversidad de anfibios y reptiles en el páramo: Una visión eco-fisiológica. *Revista Académica Colombiana de Ciencias Exactas* 23: 265-474.

- Ortiz, C. & Fernández, F. 2011. Hormigas del género *Dolichoderus* Lund (FORMICIDAE: DOLICHODERINAE) en Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales, 118 p.
- Ortiz C. L. & A. C. Umba 2008. Dinámica anual de un ensamble de aves frugívoras del sotobosque y su relación con la dispersión de semillas en el Parque Natural Municipal Ranchería (PNMR) Paipa, Boyacá. Tesis de pregrado, Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia, UPTC. Tunja, Colombia.
- Palacios, L. H., Velasco C. J., Rivero R., Villamil J. & Rivera N. 2005. Plan de manejo Santuario de Fauna y Flora Guanentá alto río Fonce, 2005-2009.
- POT Municipio de Duitama. 2009. Plan de Ordenamiento Territorial, acuerdo número 39 consejo Municipal.
- Pineda E. & G. Halffter. 2003. Species diversity and habitat fragmentation: frogs in a tropical montane landscape in Mexico. *Biological Conservation* 117: 499- 508.
- Rangel-Ch. J.O. 2000. Amenazas sobre la flora, la vegetación y los ecosistemas de Colombia. *Pérez-Arbelaezia* 5(11): 20-29.
- Rangel, J.O. 2002. Biodiversidad en la región del páramo: con especial referencia a Colombia. Simposio historia natural y aspectos biogeográficos del páramo. En: Congreso Mundial de Páramos, Memorias, Tomo 1.
- Rangel-Ch. J.O. & H. Sturm. 1994. Consideraciones sobre la vegetación y la productividad primaria neta y la artropofauna asociada en regiones paramunas de la cordillera Oriental. En: L.E. Mora-O. & H. Sturm (eds). *Estudios ecológicos del páramo y del bosque altoandino cordillera Oriental de Colombia* I:47-70.
- Redford K.H. 1997. A floresta vazia. En: C. Valladares-Padua, R.E. Bodmer & L. Cullen Jr. (eds.). *Manejo e Conservação de vida silvestre no Brasil*. Sociedade Civil Mamirauá. Belen, PA. 1-22.
- Renjifo L.M., A. Franco, J. Amaya-Espinel, G. Kattan & B. López-Lanus Eds. 2002. Libro Rojo de Aves de Colombia. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia, Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente.
- Renjifo L.M., M.F. Gómez, J. Velasquez-Tibatá, A.M. Amaya-Villareal, G.H. Kattan, J.D. Amaya-Espinel & J. Burbano-Giron. Libro rojo de aves de Colombia, Volumen 1: bosques húmedos de los Andes y la Costa Pacífica, Bogotá, D.C: Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt.
- Ricklefs R.E. & D. Schluter. 1993. Species diversity: regional and historical influences. *Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives*. University of Chicago Press, Chicago. pp. 350-363.
- Rosero L., D.L. Tolosa, D.A. León, C.L. Ortiz, A.C. Umba & A. I. Prada, 2010. Evaluación ecológica de las aves de los estratos bajos del Parque, pp. 135-170. En: L. Rosero. Ed. *Estudios ecológicos en el Parque Natural Municipal Ranchería. Un aporte a su conservación*, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia & Corporación Autónoma Regional de Boyacá: Tunja.
- Rueda-Almonacid J.V., J.D. Lynch & A. Amézquita (eds). 2004. Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 384 pp.
- Rueda-Almonacid J.V., J.D. Lynch & P.A. Galvis. 2003. Una nueva especie de anfibio (Anura: Leptodactylidae) de los alrededores de la Sabana de Bogotá, Colombia. *Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 19(104): 195-203.
- Rueda-Almonacid J.V., J.D. Lynch & A. Amézquita (eds). 2004. Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 384 pp.
- Ruiz-Pérez M., C.A. García-Fernández & J. Sayer. 2007. Los servicios ambientales de los bosques. *Ecosistemas* 3: 1-10.
- Sánchez F., P. Sánchez-Palomino & P. Cadena. 2004. Inventario de mamíferos en un bosque de los Andes centrales de Colombia. *Caldasia* 26(1): 291-309.
- Sáenz-Jiménez 2010. Aproximación a la fauna asociada a los bosques de roble del corredor Guantiva - La Rusia - Iguaque (Boyacá-Santander, Colombia). *Revista Colombia Forestal*, 13(2): 299-334.

- Solano, C. 2006. Reserva Biológica Cachalú: 10 años de investigación en bosques de roble. En: Solano C. y N. Vargas 2006. Memorias del I Simposio Internacional de Robledales y Ecosistemas Asociados. Fundación Natura- Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- Solano C. & N. Vargas (ed.). 2006. Memorias del I Simposio Internacional de Robles y Ecosistemas Asociados. Bogotá: Fundación Natura-Pontificia Universidad Javeriana.
- Slack, N. 2011. The Ecological Value of Bryophytes as Indicators of Climate Change. En: Tuba, Z., Slack, N. & L. Stark (Eds). Bryophyte Ecology and Climate Change. Cambridge University Press. 506 pp.
- Stiles F.G. & L. Rosselli. 1998. Inventario de las aves de un bosque altoandino: comparación de dos métodos, *Caldasia* 20: 29-43.
- Stotz D.F., J.W. Fitzpatrick, I.T. Parker & D.K. Moskovits (Eds.), 1996. Neotropical birds: ecology and conservation. Chicago: University of Chicago Press. 478p.
- Terborgh J. 1977. Bird species diversity on an Andean elevational gradient. *Ecology* 58: 1007-1019.
- Thiollay J.M. 1996. Distributional patterns of raptors along altitudinal gradients in the northern Andes and effects of forest fragmentation. *Journal of Tropical Ecology* 12: 535-560.
- Urbina-Cardona N. 2011. Gradientes andinos en la diversidad y patrones de endemismo en anfibios y reptiles de Colombia: posibles respuestas al cambio climático. Universidad Militar Nueva Granada. Revista de la Facultad de Ciencias Básicas 7(1): 74-91.
- Valencia-Aguilar A., A.M. Cortés-Gómez & C.A. Ruiz-Agudelo. 2010. Reflexiones sobre el Capital Natural de Colombia 2: Servicios ecosistémicos brindados por los anfibios y reptiles del Neotrópico: una visión general. *Conservación Internacional Colombia*. Bogotá, Colombia. 26 pp.
- Valencia, J., Lassaletta, L., Velazquez, E., Nicolau, J.M. & A. Gómez-Sal. 2013. Factors Controlling Compositional Changes in a Northern Andean Páramo (La Rusia, Colombia). *BIOTROPICA* 45(1): 18-26.
- Vargas O. & P. Pedraza. 2003. Parque Nacional Natural Chingaza. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 1ra. Edición. 228 pp.
- Vargas-Rincón, C.A. 2011. Caracterización florística y fitogeográfica del sector sur de la Serranía de Perijá y áreas adyacentes de la Cordillera oriental colombiana. (Trabajo de grado). Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Instituto de Ciencias Naturales Bogotá, Colombia.
- Vélez-Azañero A. & A. Lizárraga-Travaglini. 2013. Diversidad de Carabidae (Coleoptera) asociados a la cuenca baja del río Lurín, Lima, Perú. *The Biologist* 11(1): 97-106.
- Velez V., J. Cavelier & B. Devia, 1998. Ecological traits of the tropical treeline species *Polylepis quadrijuga* (Rosaceae) in the Andes of Colombia. *Journal of Tropical Ecology* 14: 771-787.
- Zander, R. 1996. Conservation of evolutionary diversity in Pottiaceae (Musi). *Annales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Bot.* 67(1): 89-97.
- Zuur A.K., E.N Ieno & G.M. Smith, 2007. *Analysing ecological data*. Springer Science.

ANEXOS

VASCULARES

Anexo 1. Distribución de las especies por estaciones en el transecto uno, Cerinza.

Especies	2827m	2915m	3051 m	3183 m	3332 m
	E1	E2	E3	E4	E5
<i>Berberis goudotii</i> Triana & Planch.	X				
<i>Bidens</i> sp. 1	X				
<i>Bomarea angustipetala</i> Baker	X				
<i>Bomarea</i> sp. 2	X				
<i>Calea peruviana</i> (Kunth) Benth. ex S.F.Blake	X				
<i>Ilex jaramillana</i> Cuatrec.	X				
<i>Ilex</i> sp. 2	X				
<i>Lepechinia salviifolia</i> (Kunth) Epling	X				
<i>Monnina densa</i> Planch. & Linden ex Wedd.	X				
<i>Morella parvifolia</i> (Benth.) Parra-Os.	X				
<i>Myrcianthes leucoxylla</i> (Ortega) Mc Vaugh	X				
<i>Myrcianthes</i> sp. 1	X				
<i>Myrcianthes</i> sp. 4	X				
<i>Peperomia ambiguifolia</i> Trel. & Yunck.	X				
<i>Peperomia apodophylla</i> Trel. & Yunck.	X				
<i>Peperomia leucostachya</i> C. DC.	X				
<i>Pleopeltis</i> sp. 1	X				
<i>Prunus buxifolia</i> Koehne	X				
Rosaceae sp. 1	X				
<i>Serpocaulon levigatum</i> (Cav.) A. R. Sm	X				
<i>Smilax floribunda</i> Desv. ex Ham	X				
<i>Smilax tomentosa</i> Kunth	X				
<i>Terpsichore</i> sp. 1	X				
<i>Vallea stipularis</i> L.f	X				
<i>Viburnum tinoides</i> L. f.	X				
<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.		X			
<i>Calea</i> sp. 1		X			
<i>Chromolaena</i> sp. 1 (Ruiz & Pav.) Pers.		X			
<i>Elaphoglossum latifolium</i> (Sw.) J. Sm.		X			
<i>Galium</i> sp. 1		X			
Iridaceae sp. x		X			
Melastomataceae sp.		X			

Especies	2827m	2915m	3051 m	3183 m	3332 m
	E1	E2	E3	E4	E5
<i>Phlegmariurus</i> sp. 4		X			
<i>Psychotria</i> sp. 2		X			
<i>Pteridium aquilinum</i> (Kaulf.) Maxon		X			
<i>Sticherus rubiginosus</i> (Mett.) C.V. Morton		X			
<i>Bucquetia glutinosa</i> (L. f.) DC.			X		
<i>Cyrtochilum</i> sp. 1			X		
<i>Gaultheria erecta</i> Vent.			X		
<i>Gynoxys</i> sp. 1			X		
<i>Hypericum</i> sp. 1			X		
<i>Jamesonia</i> sp. 1			X		
<i>Puya</i> sp. 2			X		
<i>Tillandsia</i> sp. 2			X		
<i>Arcytophyllum</i> sp.				X	
<i>Castilleja integrifolia</i> L. f.				X	
<i>Cortaderia</i> sp. 1				X	
<i>Diplostephium dentatum</i> Cuatrec.				X	
<i>Diplostephium</i> sp. 1				X	
<i>Rhynchospora</i> sp.				X	
<i>Scrobicaria</i> sp. 1				X	
<i>Vaccinium</i> sp. 1				X	
<i>Acaena cylindristachya</i> Ruiz & Pav.					X
<i>Achyrocline</i> sp. 1					X
<i>Ageratina baccharoides</i> (Kunth) R.M.King & H.Rob.					X
<i>Agrostis</i> sp. 1					X
<i>Aragoa cupressina</i> Kunth					X
<i>Baccharis tricuneata</i> (L.f.) Pers.					X
<i>Cyrtochilum revolutum</i> Lindl.					X
<i>Diplostephium</i> sp.					X
<i>Elaphoglossum minutum</i> (Phol ex. Fée) T. Moore					X
<i>Espeletia tunjana</i> Cuatrec.					X
<i>Gynoxys tolimensis</i> Cuatrec.					X
<i>Hypericum mexicanum</i> L.					X
<i>Hypochaeris</i> sp. 1					X
<i>Monnina salicifolia</i> Ruiz & Pav.					X
<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker					X
<i>Pleopeltis</i> sp. 2					X
<i>Rubus bogotensis</i> Kunth					X
<i>Scrophulariaceae</i> sp.					X
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	X	X			
<i>Campyloneurum densifolium</i> (Hieron.) Lellinger	X	X			

Especies	2827m	2915m	3051 m	3183 m	3332 m
	E1	E2	E3	E4	E5
<i>Lepidaploa karstenii</i> (Sch.Bip.) H.Rob.	X	X			
<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	X	X			
<i>Miconia squamulosa</i> (sm.) Triana	X	X			
<i>Rhamnus</i> sp. 1	X	X			
<i>Valeriana clematitis</i> Kunth	X	X			
<i>Gaylussacia buxifolia</i> Kunth		X	X		
<i>Lepidaploa</i> sp. 1		X	X		
<i>Lycopodium clavatum</i> L.		X	X		
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth		X	X		
<i>Puya santosii</i> Cuatrec.			X	X	
<i>Epidendrum chioneum</i> Lindl.				X	X
<i>Eryngium humboldtii</i> F. Delaroché				X	X
<i>Ageratina gracilis</i> (Kunth) R.M.King & H.Rob.	X			X	
<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. Griseb.	X				X
<i>Hesperomeles goudotiana</i> (Decne.) Killip	X		X		
<i>Lourteigia ballotifolia</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	X		X		
Asteraceae sp.			X		X
<i>Hypericum juniperinum</i> Kunth			X		X
Poaceae sp.			X		X
<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	X				X
Cyperaceae sp.			X		X
<i>Gaultheria anastomosans</i> (L.f.) Kunth	X	X	X		
<i>Ilex kunthiana</i> Triana	X	X	X		
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C.Sm.	X	X	X		
<i>Miconia ligustrina</i> (Sm.) Triana	X	X	X		
<i>Monochaetum myrtoideum</i> (Bonpl.) Naudin	X	X	X		
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br.	X	X	X		
<i>Calamagrostis effusa</i> (Kunth) Steud.			X	X	X
<i>Paepalanthus</i> sp. 1			X	X	X
<i>Paramiflos gladulosus</i> (Cuatrec.) Cuatrec.			X	X	X
<i>Pentacalia pulchella</i> (Kunth) Cuatrec.			X	X	X
<i>Brachyotum strigosum</i> (L.f.) Triana	X			X	X
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	X		X		X
<i>Gaultheria rigida</i> Kunth		X	X		X
<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L. F.	X	X	X	X	
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	X	X	X	X	
<i>Puya nitida</i> Mez		X	X	X	X
<i>Siphocampylus columnea</i> L.f. G. Don.		X	X	X	X
<i>Weinmannia tomentosa</i> L. f.		X	X	X	X
<i>Pentacalia corymbosa</i> (Benth.) Cuatrec.	X	X	X		X

Especies	2827m	2915m	3051 m	3183 m	3332 m
	E1	E2	E3	E4	E5
<i>Miconia rigens</i> Naudin	X		X	X	X
<i>Arcytophyllum nitidum</i> (Kunt) Schltld.	X	X	X	X	X
<i>Diphasiastrum thyoides</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Holub	X	X	X	X	X

Anexo 2. Distribución de las especies por estaciones en el transecto dos, Tipacoque.

Especie	E1 (2916 m)	E2 (2998 m)	E3 (3119 m)	E4 (3224 m)
<i>Anthurium</i> sp. 1	X			
<i>Anthurium</i> sp. 3	X			
<i>Anthurium</i> sp. 5	X			
<i>Asplenium</i> sp. 1	X			
<i>Brunellia</i> sp. 2	X			
<i>Buddleja skutchii</i> Morton	X			
<i>Ageratina</i> sp.	X			
<i>Casearia corymbosa</i> Kunth	X			
<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	X			
<i>Cybianthus iteoides</i> (Benth.) G. Agostini	X			
<i>Cynanchum</i> sp. 1	X			
<i>Diplazium</i> sp. 1	X			
<i>Diplazium</i> sp. 2	X			
<i>Epidendrum</i> sp.	X			
<i>Habracanthus hylobius</i> Leonard	X			
<i>Jungia</i> sp. 1	X			
<i>Justicia</i> sp. 1	X			
<i>Kohleria tigridia</i> (Ohlend.) Roalson & Boggan	X			
<i>Macrocarpaea glabra</i> (L.f.) Gilg	X			
<i>Miconia</i> sp. 1	X			
<i>Miconia</i> sp. 2	X			
<i>Mikania flabellata</i> Rusby ex. B. L. Rob.	X			
<i>Mikania</i> sp. 2	X			
<i>Myrcianthes</i> sp. 2	X			
<i>Ocotea macrophylla</i> Kunth	X			
<i>Piper bogotense</i> C.DC.	X			
<i>Polystichum</i> sp. 3	X			
<i>Solanum</i> sp. 2	X			
<i>Tillandsia</i> sp. 2	X			
<i>Uncinia</i> sp. 1	X			
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	X			
<i>Alloispermum lehmannii</i> (Klatt) B.L. Turner		X		

Especie	E1 (2916 m)	E2 (2998 m)	E3 (3119 m)	E4 (3224 m)
<i>Alternanthera albotomentosa</i> Suess.		X		
<i>Alternanthera lanceolata</i> (Benth) Schinz		X		
<i>Anthurium oxybelium</i> Schott		X		
<i>Begonia ferruginea</i> L. f.		X		
<i>Bidens</i> sp. 2		X		
<i>Buddleja</i> sp. 1		X		
<i>Chromolaena perglabra</i> (B.L. Rob) R.M. King & Rob		X		
<i>Cynanchum</i> sp. 2		X		
<i>Dioscorea coriacea</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.		X		
<i>Dioscorea</i> sp. 3		X		
<i>Hedyosmun bonplandianum</i> Kunth		X		
<i>Hedyosmun cuatrecazanum</i> Occhioni		X		
<i>Masdevallia</i> sp. 1		X		
<i>Munnozia senecionidis</i> Benth.		X		
<i>Myrcianthes</i> sp. 1		X		
<i>Oxalis</i> sp.		X		
<i>Passiflora</i> sp.		X		
<i>Polystichum</i> sp. 2		X		
<i>Pteris podophylla</i> Sw.		X		
<i>Rubus bogotensis</i> Kunth		X		
<i>Salvia chicamochae</i> J.R.I. Wood & Harley		X		
<i>Smilax tomentosa</i> Kunth		X		
<i>Uncinia</i> sp. 2		X		
<i>Viburnum tinoides</i> L. f.		X		
<i>Castilleja fissifolia</i> L. f.			X	
<i>Cavendishia</i> sp. 1			X	
<i>Clusia articulata</i> Vesque			X	
<i>Clusia elliptica</i> Kunth			X	
<i>Clusia</i> sp. 5			X	
<i>Elleanthus</i> sp.			X	
<i>Gynoxys</i> sp.			X	
<i>Ilex jaramillana</i> Cuatrec.			X	
<i>Ilex obtusata</i> Triana & Planch.			X	
<i>Lycopodium</i> sp.			X	
<i>Masdevallia coccinea</i> Linden ex Lindl.			X	
<i>Masdevallia</i> sp. 2			X	
<i>Maxillaria</i> sp. 1			X	
<i>Monochaetum</i> sp.			X	
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br.			X	
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze			X	
<i>Ornithidium aureum</i> Poepp. & Endl.			X	
<i>Paepalanthus</i> sp. 1			X	

Especie	E1 (2916 m)	E2 (2998 m)	E3 (3119 m)	E4 (3224 m)
<i>Palicourea apicata</i> Kunth			X	
<i>Pentacalia corymbosa</i> (Benth.) Cuatrec.			X	
<i>Persea</i> sp.			X	
<i>Polypodium</i> sp.			X	
<i>Puya</i> sp.			X	
<i>Schefflera</i> sp. 1			X	
<i>Serpocaulon levigatum</i> (Cav.) A. R. Sm			X	
<i>Ternstroemia meridionalis</i> Mutis ex L. F.			X	
<i>Thibaudia floribunda</i> Kunth			X	
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth			X	
<i>Vaccinium meridionale</i> Sw.			X	
<i>Weinmannia tomentosa</i> L. f.			X	
<i>Achyrocline bogotensis</i> (Kunth) DC.				X
<i>Achyrocline lehmannii</i> Hieron.				X
<i>Ageratina gracilis</i> (Kunth) R.M.King & H.Rob.				X
<i>Ageratina theaefolia</i> (Benth.) R.M.King & H.Rob.				X
<i>Ageratina tinifolia</i> (Kunth) R.M.King & H.Rob.				X
<i>Agrostis</i> sp. 2				X
<i>Baccharis tricuneata</i> (L.f.) Pers.				X
<i>Berberis petraruizii</i> L.A. Camargo				X
<i>Carex amicta</i> Boott				X
<i>Cestrum buxifolium</i> Kunth				X
<i>Chaetolepis anisandra</i> Naudin				X
<i>Cortaderia</i> sp. 1				X
<i>Diphasiastrum thyoides</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Holub				X
<i>Elaphoglossum</i> sp. 4				X
<i>Eryngium humboldtii</i> F. Delaroché				X
<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don				X
<i>Gaultheria rigida</i> Kunth				X
<i>Hieracium</i> sp. 1				X
<i>Hybanthus parviflorus</i> (L. f.) Baill.				X
<i>Monnina salicifolia</i> Ruiz & Pav.				X
<i>Monochaetum myrtoideum</i> (Bonpl.) Naudin				X
<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> (Kunth) Meisn				X
<i>Paepalanthus andicola</i> Körn				X
<i>Paepalanthus</i> sp. 2				X
<i>Paramiflos gladulosus</i> (Cuatrec.) Cuatrec.				X
<i>Pentacalia ledifolia</i> (Kunth) Cuatrec.				X
<i>Pentacalia pulchella</i> (Kunth) Cuatrec.				X
<i>Phlegmariurus reflexus</i> (Lam.) B. Øllg.				X
<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon				X

Especie	E1 (2916 m)	E2 (2998 m)	E3 (3119 m)	E4 (3224 m)
<i>Rhynchospora ruiziana</i> Boeckeler				X
<i>Scrobicaria soatana</i> S.Diaz & A. Correa				X
<i>Ageratina</i> sp. 2	X	X		
<i>Asplenium barbaense</i> Hieron.	X	X		
<i>Asplenium rutaceum</i> (Willd.) Mett.	X	X		
<i>Asplenium</i> sp. 2	X	X		
<i>Chusquea</i> sp. 3	X	X		
<i>Cinchona pubescens</i> Vahl	X	X		
<i>Commelina</i> sp. 1	X	X		
<i>Ilex</i> sp.	X	X		
<i>Jungia</i> sp. 2	X	X		
<i>Lycianthes acutifolia</i> (Ruiz & Pav.) Bitter	X	X		
<i>Meriania</i> sp. 1	X	X		
<i>Miconia cataractae</i> Triana	X	X		
<i>Mikania</i> sp. 1	X	X		
<i>Ocotea calophylla</i> Mez	X	X		
<i>Oreopanax incisus</i> (Willd. ex Schult.) Decne & Planch.	X	X		
<i>Palicourea demissa</i> Standl.	X	X		
<i>Peperomia apodophylla</i> Trel. & Yunck.	X	X		
<i>Pilea dauciodora</i> Wedd. ex Pav.	X	X		
<i>Psychotria</i> sp. 2	X	X		
<i>Pteris deflexa</i> Link	X	X		
<i>Solanum oblongifolium</i> Dunal	X	X		
<i>Pentacalia</i> sp.		X	X	
<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.		X		X
<i>Arcytophyllum nitidum</i> (Kunt) Schldtl.			X	X
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L. F.			X	X
<i>Bucquetia glutinosa</i> (L. f.) DC.			X	X
<i>Calamagrostis effusa</i> (Kunth) Steud.			X	X
<i>Chaetolepis microphylla</i> (Bonpl.) Miq.			X	X
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth			X	X
<i>Diplostephium rosmarinifolius</i> (Benth.) Wedd.			X	X
<i>Epidendrum secundum</i> Jacq.			X	X
<i>Gaultheria anastomosans</i> (L.f.) Kunth			X	X
<i>Gaylussacia buxifolia</i> Kunth			X	X
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.			X	X
<i>Hypericum juniperinum</i> Kunth			X	X
<i>Lepidaploa karstenii</i> (Sch.Bip.) H.Rob.			X	X
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C.Sm.			X	X
<i>Maxillaria</i> sp. 2			X	X
<i>Pernettya prostrata</i> Cav. DC.			X	X
<i>Sisyrinchium convolutum</i> NoCCA.			X	X

Especie	E1 (2916 m)	E2 (2998 m)	E3 (3119 m)	E4 (3224 m)
<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	X	X	X	

Anexo 3. Distribución de las especies por estaciones en el transecto tres, Onzaga

Especie	E1 (3108 m)	E2 (3191 m)	E3 (3300 m)	E4 (3444 m)
<i>Anredera cordifolia</i> (Ten.) Steenis	X			
<i>Anthurium</i> sp. 3	X			
<i>Anthurium</i> sp. 5	X			
<i>Begonia cornuta</i> L.B. Sm. & B.G. Schub.	X			
<i>Blechnum cordatum</i> (Desv.) Hieron.	X			
<i>Cavendishia</i> sp. 1	X			
<i>Cestrum</i> sp. 3	X			
<i>Clusia elliptica</i> Kunth	X			
<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin	X			
<i>Cybianthus</i> sp. 1	X			
<i>Cynanchum tenellum</i> L. f.	X			
<i>Elaphoglossum latifolium</i> (Sw.) J. Sm.	X			
<i>Gaultheria strigosa</i> Benth.	X			
<i>Lephantes</i> sp. 2	X			
<i>Munnozia senecionidis</i> Benth.	X			
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	X			
<i>Nectandra</i> sp. 3	X			
<i>Oxalis</i> sp.	X			
<i>Palicourea demissa</i> Standl.	X			
<i>Peperomia acuminata</i> Ruiz & Pav.	X			
<i>Piper artanthe</i> C. DC.	X			
<i>Pleurothallis bivalvis</i> Lindl.	X			
<i>Rhamnus</i> sp. 1	X			
<i>Serpocaulon lasiopus</i> (Klotzsch) A.R. Sm.	X			
<i>Solanum pseudocapsicum</i> L.	X			
<i>Stellis</i> sp. 2	X			
<i>Ternstroemia macrocarpa</i> Triana & Planch.	X			
<i>Thibaudia</i> sp. 2	X			
<i>Thibaudia</i> sp. 3	X			
<i>Anthurium oxybelium</i> Schott		X		
<i>Begonia ferruginea</i> L. f.		X		
<i>Bomarea</i> sp. 4		X		
<i>Brunellia propinqua</i> Kunth		X		
<i>Cavendishia</i> sp. 2		X		
<i>Chusquea</i> sp. 2		X		
<i>Clusia alata</i> Planch. & Triana		X		

Especie	E1 (3108 m)	E2 (3191 m)	E3 (3300 m)	E4 (3444 m)
<i>Clusia articulata</i> Vesque		X		
<i>Clusia</i> sp. 4		X		
<i>Diplazium</i> sp. 1		X		
<i>Diplostephium</i> sp.		X		
<i>Dryopteris wallichiana</i> (Spreng.) Hyl.		X		
<i>Elaphoglossum engelii</i> (H. Karst.) Christ		X		
<i>Elaphoglossum eximium</i> (Mett.) Christ		X		
<i>Elleanthus</i> sp. 1		X		
<i>Greigia</i> sp. 1		X		
<i>Miconia biglandulosa</i> Gleason		X		
<i>Pleopeltis murora</i> (Hook.) A.R. Sm. & Tejero		X		
<i>Pleurothallis lindenii</i> Lindl.		X		
<i>Racinaea tetrantha</i> (Ruiz & Pav.) M.A. Spencer & L.B. Sm.		X		
<i>Rhamnus goudotiana</i> Triana & Planch.		X		
<i>Rubus macrocarpus</i> Benth.		X		
<i>Salpichroa tristis</i> Miers		X		
<i>Smilax</i> sp.		X		
<i>Solanum nigrum</i> L.		X		
<i>Solanum</i> sp. 1		X		
<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth		X		
<i>Achyrocline bogotensis</i> (Kunth) DC.			X	
<i>Ageratina</i> sp.			X	
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.			X	
<i>Berberis petriruizii</i> L.A. Camargo			X	
<i>Bucquetia glutinosa</i> (L. f.) DC.			X	
<i>Castilleja fissifolia</i> L. f.			X	
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist			X	
<i>Cortaderia</i> sp. 1			X	
<i>Cortaderia</i> sp. 2			X	
<i>Cynanchum microphyllum</i> Kunth			X	
<i>Cyrtochilum</i> sp. 2			X	
<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don			X	
<i>Galium corymbosum</i> Ruiz & Pav.			X	
<i>Hesperomeles goudotiana</i> (Decne.) Killip			X	
<i>Hypericum juniperinum</i> Kunth			X	
<i>Hypericum myricarifolium</i> Hieron			X	
<i>Ilex laurina</i> Kunth			X	
<i>Monnina salicifolia</i> Ruiz & Pav.			X	
<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> (Kunth) Meisn			X	
<i>Nassella</i> sp. 1			X	
<i>Lachemilla fulvescens</i> (L. M. Perry) Rothm.			X	
<i>Nertera granadensis</i> (Mutis ex L. f.) Druce			X	

Especie	E1 (3108 m)	E2 (3191 m)	E3 (3300 m)	E4 (3444 m)
<i>Pentacalia corymbosa</i> (Benth.) Cuatrec.			X	
<i>Pernettya prostrata</i> Cav. DC.			X	
<i>Puya santosii</i> Cuatrec.			X	
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.			X	
<i>Rubus robustus</i> C. Presl			X	
<i>Smilax floribunda</i> Desv. ex Ham			X	
<i>Symplocos theiformis</i> (L. f.) Oken			X	
<i>Vallea stipularis</i> L.f			X	
<i>Viburnum tinoides</i> L. f.			X	
<i>Calamagrostis effusa</i> (Kunth) Steud.				X
<i>Aulonemia bogotensis</i> L.G. Clark				X
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L. F.				X
<i>Blechnum columbiense</i> Hieron.				X
<i>Espeletia boyacensis</i> Cuatrec.				X
<i>Ageratina theaefolia</i> (Benth.) R.M.King & H.Rob.				X
<i>Gaultheria anastomosans</i> (L.f.) Kunth				X
<i>Geranium lainzii</i> Aedo				X
<i>Huperzia</i> sp.				X
<i>Jamesonia imbricata</i> (Sw.) Hook. & Grev.				X
<i>Miconia rigens</i> Naudin				X
<i>Pentacalia ledifolia</i> (Kunth) Cuatrec.				X
<i>Rhynchospora ruiziana</i> Boeckeler				X
<i>Sporobolus</i> sp. 1				X
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth				X
<i>Asplenium serra</i> Langsd & Fisch	X	X		
<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	X	X		
<i>Columnnea strigosa</i> Benth.	X	X		
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	X	X		
<i>Drymis granadensis</i> L. f.	X	X		
<i>Elaphoglossum lingua</i> (C. Presl) Brack.	X	X		
<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	X	X		
<i>Hedyosmun cuatrecazanum</i> Occhioni	X	X		
<i>Meriania brachycera</i> (Naudin) Humberto Mend. & Fern. Alonso	X	X		
<i>Miconia cataractae</i> Triana	X	X		
<i>Ocotea calophylla</i> Mez	X	X		
<i>Ocotea guianensis</i> Aubl.	X	X		
<i>Paragynoxis neodendroides</i> Cerv.	X	X		
<i>Passiflora</i> sp. 5	X	X		
<i>Peperomia ambiguifolia</i> Trel. & Yunck.	X	X		
<i>Psammisia graebneriana</i> Hoerold.	X	X		
<i>Psychotria</i> sp. 1	X	X		

Especie	E1 (3108 m)	E2 (3191 m)	E3 (3300 m)	E4 (3444 m)
<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	X	X		
<i>Schefflera</i> sp. 1	X	X		
<i>Solanum oblongifolium</i> Dunal	X	X		
<i>Styrax davillifolius</i> Perkins	X	X		
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	X	X		
<i>Ilex obtusata</i> Triana & Planch.		X	X	
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C.Sm.		X	X	
<i>Miconia squamulosa</i> (Sm.) Triana		X	X	
<i>Ternstroemia meridionalis</i> Mutis ex L. F.		X	X	
<i>Ageratina glyptophlebia</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.			X	X
<i>Arcytophyllum nitidum</i> (Kunt) Schldtl.			X	X
<i>Diphasiastrum thyoides</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Holub			X	X
<i>Diplostephium rosmarinifolius</i> (Benth.) Wedd.			X	X
<i>Gaylussacia buxifolia</i> Kunth			X	X
<i>Paepalanthus columbiensis</i> Ruhland			X	X
<i>Scrobicaria ilicifolia</i> (L.f.) B.Nord.			X	X
<i>Weinmannia tomentosa</i> L. f.	X		X	
<i>Espeletia argentea</i> Humb. & Bonpl.		X		X
<i>Clusia</i> sp. 1	X	X	X	
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	X	X	X	
<i>Palicourea apicata</i> Kunth	X	X	X	
<i>Vaccinium meridionale</i> Sw.	X	X	X	
<i>Lycopodium clavatum</i> L.		X	X	X
<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.		X	X	X
<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	X		X	X

Anexo 4. Distribución de las especies por estaciones en el transecto cuatro, Belén.

Especie	E1 (3275m)	E2 (3394 m)	E3 (3495 m)	E4 (3642 m)	E5 (3773 m)
<i>Anthurium oxybelium</i> Schott	X				
<i>Anthurium</i> sp. 5	X				
<i>Asplenium serra</i> Langsd & Fisch	X				
<i>Bidens</i> sp. 3	X				
<i>Bomarea</i> sp. 4	X				
<i>Brunellia</i> sp. 1	X				
<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	X				
<i>Clusia articulata</i> Vesque	X				
<i>Clusia elliptica</i> Kunth	X				
<i>Chusquea</i> sp. 2	X				
<i>Clusia</i> sp. 2	X				

Espece	E1 (3275m)	E2 (3394 m)	E3 (3495 m)	E4 (3642 m)	E5 (3773 m)
<i>Columnea strigosa</i> Benth.	X				
<i>Culcita conifolia</i> (Hook.) Maxon	X				
<i>Cybianthus iteoides</i> (Benth.) G. Agostini	X				
<i>Cynanchum</i> sp. 3	X				
<i>Disterigma</i> sp. 1	X				
<i>Elaphoglossum latifolium</i> (Sw.) J. Sm.	X				
<i>Elaphoglossum</i> sp. 1	X				
<i>Eugenia</i> sp.	X				
<i>Gomphichis</i> sp.	X				
<i>Gordonia</i> sp. 1	X				
<i>Greigia danielii</i> L.B. Sm.	X				
<i>Greigia</i> sp. 1	X				
<i>Hypolepis</i> sp. 1	X				
<i>Ilex laurina</i> Kunth	X				
<i>Meriania brachycera</i> (Naudin) Humberto Mend. & Fern. Alonso	X				
<i>Miconia alborosea</i> L. Uribe	X				
<i>Miconia cataractae</i> Triana	X				
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	X				
<i>Ocotea calophylla</i> Mez	X				
<i>Ocotea guianensis</i> Aubl.	X				
Orchidaceae sp. 4	X				
<i>Peperomia ambiguifolia</i> Trel. & Yunck.	X				
<i>Pleurothallis</i> sp. 2	X				
<i>Pleurothallis</i> sp. 3	X				
<i>Psammisia graebneriana</i> Hoerold.	X				
<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	X				
<i>Schefflera bogotensis</i> Cuatrec.	X				
<i>Schefflera trianae</i> (Planch. & Linden ex Marchal) Harms	X				
<i>Siphocampylus</i> sp. 1	X				
<i>Siphocampylus</i> sp. 3	X				
<i>Sphyrospermum</i> sp. 1	X				
<i>Stellis</i> sp. 11	X				
<i>Stellis</i> sp. 9	X				
<i>Ternstroemia</i> sp. 1	X				
<i>Achyrocline bogotensis</i> (Kunth) DC.		X			
<i>Ageratina theaeifolia</i> (Benth.) R.M.King & H.Rob.		X			
<i>Berberis rigidifolia</i> Kunth		X			
<i>Diplostephium dentatum</i> Cuatrec.		X			
<i>Geranium lainzii</i> Aedo		X			
<i>Miconia latifolia</i> (D. Don) Naudin		X			

Espece	E1 (3275m)	E2 (3394 m)	E3 (3495 m)	E4 (3642 m)	E5 (3773 m)
<i>Monochaetum myrtoideum</i> (Bonpl.) Naudin		X			
<i>Paspalum</i> sp. 2		X			
<i>Pentacalia corymbosa</i> (Benth.) Cuatrec.		X			
<i>Ageratina baccharoides</i> (Kunth) R.M.King & H.Rob.			X		
<i>Ageratina flaviseta</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.			X		
<i>Arcytophyllum</i> sp.			X		
<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L. F.			X		
<i>Berberis</i> sp. 2			X		
<i>Clusia</i> sp. 1			X		
<i>Cortaderia</i> sp. 2			X		
<i>Dendrophthora ambigua</i> Kuijt.			X		
<i>Diphasium jussiaei</i> (Desv. ex Poir.) Rothm.			X		
<i>Espeletia argentea</i> Humb. & Bonpl.			X		
<i>Galium</i> sp. 2			X		
<i>Hedyosmun cuatrecazanum</i> Occhioni			X		
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.			X		
<i>Holcus lanatus</i> L.			X		
<i>Hypericum brathys</i> Small			X		
<i>Melpomene assurgens</i> (Maxon) A.R. Sm. & R.C. Moran			X		
<i>Paepalanthus andicola</i> Körn			X		
<i>Paepalanthus columbiensis</i> Ruhland			X		
<i>Palicourea aschersonianoides</i> (Wernham) Steyerm			X		
<i>Rhamnus</i> sp. 1			X		
<i>Symplocos cundinamarcensis</i> B. Stahl			X		
<i>Symplocos theiformis</i> (L. f.) Oken			X		
<i>Ternstroemia meridionalis</i> Mutis ex L. F.			X		
<i>Acaena elongata</i> L.				X	
<i>Aetheolaena otophora</i> (Wedd.) B.Nord.				X	
<i>Ageratina gracilis</i> (Kunth) R.M.King & H.Rob.				X	
<i>Agrostis</i> sp. 1				X	
<i>Berberis goudotii</i> Triana & Planch.				X	
<i>Berberis</i> sp. 3				X	
<i>Campyloneurum amphostenon</i> (Kunze ex Klotzsch) Fée				X	
<i>Campyloneurum densifolium</i> (Hieron.) Lellinger				X	
<i>Cestrum buxifolium</i> Kunth				X	
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth				X	
<i>Cynanchum microphyllum</i> Kunth				X	

Espece	E1 (3275m)	E2 (3394 m)	E3 (3495 m)	E4 (3642 m)	E5 (3773 m)
<i>Dendrophthora biserrila</i> Eichler.				X	
<i>Dendrophthora squamata</i> (Benth) Kuntze.				X	
<i>Epidendrum</i> sp. 2				X	
<i>Espeletia boyacensis</i> Cuatrec.				X	
<i>Holodiscus argenteus</i> (L.f.) Maxim				X	
<i>Hydrocotyle andina</i> Cuatrec.				X	
<i>Hypericum mexicanum</i> L.				X	
<i>Ilex kunthiana</i> Triana				X	
<i>Lepechinia conferta</i> (Benth.) Epling				X	
<i>Luzula gigantea</i> Desv.				X	
<i>Miconia cladonia</i> Gleason				X	
<i>Monnina salicifolia</i> Ruiz & Pav.				X	
<i>Munnozia</i> sp. 1				X	
<i>Myrteola nummularia</i> (Poir.) O. Berg				X	
<i>Nertera granadensis</i> (Mutis ex L. f.) Druce				X	
<i>Ortachne erectifolia</i> (Swallen) Clayton				X	
<i>Peperomia galioides</i> Kunth				X	
<i>Peperomia leucostachya</i> C. DC.				X	
<i>Peperomia</i> sp. 1				X	
<i>Phoradendron</i> sp. 1				X	
<i>Plagiogyria semicordata</i> (C. Presl) Christ				X	
<i>Polystichum orbiculatum</i> (Desv.) J. Rémy & Fée				X	
<i>Ugni myricoides</i> (Kunth) O. Berg				X	
<i>Uncinia</i> sp. 2				X	
<i>Vallea stipularis</i> L.f				X	
<i>Arcytophyllum muticum</i> (Wedd.) Standl					X
<i>Baccharis rupicola</i> Kunth					X
<i>Bartsia glandulifera</i> Molau					X
<i>Carex tristachya</i> Thunb.					X
<i>Castratella piloselloides</i> Naudin					X
<i>Elaphoglossum affine</i> (M. Martens & Galeotti) T. Moore					X
<i>Espeletia brachyaxiantha</i> S.Díaz					X
<i>Halenia asclepiaidea</i> (Kunth) G. Don.					X
<i>Halenia gentianoides</i> Wedd.					X
<i>Hypericum cardonae</i> Cuatrec.					X
<i>Hypericum miricarifolium</i> Hieron					X
<i>Hypericum tetrastichum</i> Cuatrec.					X
<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth					X
<i>Hypochaeris setosa</i> Formáneek					X

Espece	E1 (3275m)	E2 (3394 m)	E3 (3495 m)	E4 (3642 m)	E5 (3773 m)
<i>Lachemilla nivalis</i> (Kunth) Rothm.					X
<i>Niphogeton glaucescens</i> Kunth. J.F. Macbr					X
<i>Oreobolus cleefii</i> L.E. Mora					X
<i>Orthrosanthus</i> sp.					X
<i>Paepalanthus karstenii</i> Ruhland					X
<i>Pentacalia abietina</i> (Willd. ex Wedd.) Cuatrec.					X
<i>Stellaria</i> sp.					X
<i>Valeriana vetasana</i> Killip					X
<i>Weinmannia tomentosa</i> L. f.	X	X			
<i>Drymis granadensis</i> L. f.	X		X		
<i>Elaphoglossum lingua</i> (C. Presl) Brack.	X		X		
<i>Rubus bogotensis</i> Kunth	X		X		
<i>Brachyotum</i> sp.		X	X		
<i>Diphasiastrum thyoides</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Holub		X	X		
<i>Diplostephium rosmarinifolius</i> (Benth.) Wedd.		X	X		
<i>Epidendrum chioneum</i> Lindl.		X	X		
<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don		X	X		
<i>Puya nitida</i> Mez		X	X		
<i>Hypericum juniperinum</i> Kunth		X		X	
<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.		X			X
<i>Aragoa cupressina</i> Kunth			X	X	
<i>Blechnum columbiense</i> Hieron.			X	X	
<i>Blechnum loxense</i> (Kunth) Hook. ex Salomon			X	X	
<i>Cortaderia</i> sp. 1			X	X	
<i>Cybianthus lineatus</i> (Benth.) Pipoly			X	X	
<i>Diplostephium phyllicoides</i> (Kunth) Wedd.			X	X	
<i>Lycopodium clavatum</i> L.			X	X	
<i>Pentacalia pulchella</i> (Kunth) Cuatrec.			X	X	
<i>Rubus acanthophyllos</i> Focke			X	X	
<i>Acaena cylindristachya</i> Ruiz & Pav.				X	X
<i>Castilleja fissifolia</i> L. f.				X	X
<i>Ribes andicola</i> Jacnz.				X	X
<i>Ribes</i> sp.				X	X
<i>Bomarea setacea</i> (Ruiz & Pav.) Herb.	X	X	X		
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C.Sm.	X	X	X		
<i>Arcytophyllum nitidum</i> (Kunt) Schldtl.		X	X	X	
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L. F.		X	X	X	
<i>Bucquetia glutinosa</i> (L. f.) DC.		X	X	X	

Espece	E1 (3275m)	E2 (3394 m)	E3 (3495 m)	E4 (3642 m)	E5 (3773 m)
<i>Gaultheria rigida</i> Kunth		X	X	X	
<i>Hesperomeles goudotiana</i> (Decne.) Killip		X	X	X	
<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.		X	X	X	
<i>Scrobicaria ilicifolia</i> (L.f.) B.Nord.		X	X	X	
<i>Geranium multiceps</i> Turcz.		X	X		X
<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. Griseb.		X		X	X
<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker		X		X	X
<i>Rhynchospora ruiziana</i> Boeckeler		X		X	X
<i>Valeriana clematitis</i> Kunth		X		X	X
<i>Disterigma empetrifolium</i> (Kunth.) Drude.			X	X	X
<i>Miconia buxifolia</i> Naudin			X	X	X
<i>Monnina aestuans</i> (L. f.) DC.			X	X	X
<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	X		X	X	X
<i>Calamagrostis effusa</i> (Kunth) Steud.		X	X	X	X
<i>Gaultheria anastomosans</i> (L.f.) Kunth		X	X	X	X
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth		X	X	X	X

Anexo 5. Distribución de las especies por estaciones en el transecto cinco, Virolín-La Rusia.

Espece	E1	E2	E3	E4
	(3275 m)	(3394 m)	(3495 m)	(3642 m)
<i>Anredera cordifolia</i> (Ten.) Steenis	X			
<i>Anthurium oxybelium</i> Schott	X			
<i>Anthurium</i> sp. 4	X			
<i>Anthurium</i> sp. 5	X			
<i>Asplenium serra</i> Langsd & Fisch	X			
<i>Begonia cornuta</i> L.B. Sm. & B.G. Schub.	X			
<i>Bomarea</i> sp. 4	X			
<i>Brunellia colombiana</i> Cuatrec.	X			
<i>Campyloneurum densifolium</i> (Hieron.) Lellingner	X			
<i>Chusquea</i> sp. 4	X			
<i>Chusquea</i> sp. 5	X			
<i>Clusia</i> sp. 1	X			
<i>Columnea strigosa</i> Benth.	X			
<i>Culcita conifolia</i> (Hook.) Maxon	X			
<i>Drymis granadensis</i> L. f.	X			
<i>Dysopsis paucidentata</i> (Muil. Arg) Lozano & Murillo	X			

Especie	E1	E2	E3	E4
	(3275 m)	(3394 m)	(3495 m)	(3642 m)
<i>Elaphoglossum minutum</i> (Phol ex. Fée) T. Moore	X			
<i>Elleanthus maculatus</i> (Lindl.) Rchb.	X			
<i>Greigia</i> sp. 1	X			
<i>Histiopteris incisa</i> (Thunb.) J. Sm.	X			
<i>Hymenophyllum polyanthos</i> (Sw.) Sw.	X			
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	X			
<i>Ilex nervosa</i> Triana	X			
<i>Jungia</i> sp. 1	X			
<i>Masdevallia</i> sp. 2	X			
<i>Masdevallia</i> sp. 4	X			
<i>Miconia alborosea</i> L. Uribe	X			
<i>Miconia jahnii</i> Pittier	X			
<i>Miconia</i> sp. 6	X			
<i>Munnozia senecionidis</i> Benth.	X			
<i>Nertera granadensis</i> (Mutis ex L. f.) Druce	X			
<i>Oncidium ornithorhynchum</i> Kunth	X			
<i>Oreopanax bogotensis</i> Cuatrec.	X			
<i>Palicourea apicata</i> Kunth	X			
<i>Paragynoxis neodendroides</i> Cerv.	X			
<i>Peperomia ambiguifolia</i> Trel. & Yunck.	X			
<i>Pleurothallis</i> sect. <i>ancipitia</i> Luer	X			
<i>Psammisia graebneriana</i> Hoerold.	X			
<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	X			
<i>Rubus macrocarpus</i> Benth.	X			
<i>Schefflera bogotensis</i> Cuatrec.	X			
<i>Schefflera trianae</i> (Planch. & Linden ex Marchal) Harms	X			
<i>Serpocaulon</i> sp. 1	X			
<i>Smilax floribunda</i> Desv. ex Ham	X			
<i>Sphyrropermum</i> sp. 2	X			
<i>Stellis</i> sp. 4	X			
<i>Stellis</i> sp. 5	X			
<i>Vaccinium meridionale</i> Sw.	X			
<i>Weinmannia tomentosa</i> L. f.	X			
<i>Ageratina gracilis</i> (Kunth) R.M.King & H.Rob.		X		
<i>Ageratina</i> sp. 1		X		
<i>Berberis petruizii</i> L.A. Camargo		X		
<i>Bidens</i> sp. 1		X		
<i>Brachyotum</i> sp. 1		X		
<i>Carex tristicha</i> Boeckeler		X		
<i>Diplostephium rosmarinifolius</i> (Benth.) Wedd.		X		

Especie	E1	E2	E3	E4
	(3275 m)	(3394 m)	(3495 m)	(3642 m)
<i>Eryngium humboldtii</i> F. Delaroché		X		
<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. Griseb.		X		
<i>Hedyosmum angustifolium</i> (Ruiz & Pav.) Solms		X		
<i>Hydrocotyle andina</i> Cuatrec.		X		
<i>Hypericum brathys</i> Small		X		
<i>Ilex kunthiana</i> Triana		X		
<i>Ilex</i> sp. 1		X		
<i>Melpomene moniliformis</i> (Lag. ex Sw.) A.R. Sm. & R.C. Moran		X		
<i>Miconia buxifolia</i> Naudin		X		
<i>Miconia elaeoides</i> Naudin		X		
<i>Monnina salicifolia</i> Ruiz & Pav.		X		
<i>Myrsine</i> sp. 1		X		
<i>Pentacalia ledifolia</i> (Kunth) Cuatrec.		X		
<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.		X		
<i>Rhamnus goudotiana</i> Triana & Planch.		X		
<i>Rhynchospora</i> sp. 3		X		
<i>Ribes bogotanum</i> Jacnz.		X		
<i>Stellis</i> sp. 8		X		
<i>Symplocos cundinamarcensis</i> B. Stahl		X		
<i>Ternstroemia</i> sp. 1		X		
<i>Tibouchina grossa</i> (L. f.) Cogn.		X		
<i>Ugni myricoides</i> (Kunth) O. Berg		X		
<i>Vallea stipularis</i> L.f		X		
<i>Agrostis</i> sp. 2			X	
<i>Bomarea</i> sp. 3			X	
<i>Carex tristachya</i> Thunb.			X	
<i>Cerastium arvense</i> L.			X	
<i>Conyza</i> sp. 1			X	
<i>Cortaderia</i> sp. 2			X	
<i>Dendrophthora clavata</i> (Benth.) Urb.			X	
<i>Diphasiastrum thyoides</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Holub			X	
<i>Diplostephium floribundum</i> (Benth.) Wedd.			X	
<i>Disterigma empetrifolium</i> (Kunth.) Drude.			X	
<i>Espeletia murilloi</i> Cuatrec.			X	
<i>Festuca</i> sp. 1			X	
<i>Hypericum juniperinum</i> Kunth			X	
<i>Miconia salicifolia</i> (Bonpl. Ex Naudin) Naudin			X	
<i>Pentacalia abietina</i> (Willd. ex Wedd.) Cuatrec.			X	
<i>Pentacalia pulchella</i> (Kunth) Cuatrec.			X	

Especie	E1	E2	E3	E4
	(3275 m)	(3394 m)	(3495 m)	(3642 m)
<i>Weinmannia theiformis</i> (L. f.) Oken			X	
<i>Achyrocline bogotensis</i> (Kunth) DC.				X
<i>Achyrocline</i> sp. 2				X
<i>Castilleja integrifolia</i> L. f.				X
<i>Castratella piloselloides</i> Naudin				X
<i>Chusquea tesellata</i> Munro				X
<i>Cyrtochilum revolutum</i> Lindl.				X
<i>Espeletia congestiflora</i> Cuatrec.				X
<i>Gaultheria lanigera</i> Hook.				X
<i>Gaultheria rigida</i> Kunth				X
<i>Gentianella corymbosa</i> (Kunth) Weaver & Ruedenberg				X
<i>Halenia adpressa</i> C. K. Allen.				X
<i>Halenia asclepiadea</i> (Kunth) G. Don.				X
<i>Hypericum mexicanum</i> L.				X
<i>Hypericum</i> sp. 2				X
<i>Jamesonia</i> sp. 2				X
<i>Monnina densa</i> Planch. & Linden ex Wedd.				X
<i>Oreobolus cleefii</i> L.E. Mora				X
<i>Pentacalia</i> sp. 3				X
<i>Vaccinium</i> sp. 1				X
<i>Bomarea setacea</i> (Ruiz & Pav.) Herb.	X	X		
<i>Clusia elliptica</i> Kunth	X	X		
<i>Elaphoglossum lehmannianum</i> Christ	X	X		
<i>Elaphoglossum lingua</i> (C. Presl) Brack.	X	X		
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	X	X		
<i>Ocotea calophylla</i> Mez	X	X		
<i>Oxalis medicaginea</i> Kunth	X	X		
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	X	X		
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	X		X	
<i>Ageratina glyptophlebia</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.		X	X	
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L. F.		X	X	
<i>Blechnum loxense</i> (Kunth) Hook. ex Salomon		X	X	
<i>Bucquetia glutinosa</i> (L. f.) DC.		X	X	
<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don		X	X	
<i>Hesperomeles goudotiana</i> (Decne.) Killip		X	X	
<i>Miconia summa</i> Cuatrec.		X	X	
<i>Pernettya prostrata</i> Cav. DC.		X	X	
<i>Rubus acanthophyllos</i> Focke		X	X	
<i>Scrobicaria ilicifolia</i> (L.f.) B.Nord.		X	X	
<i>Symplocos theiformis</i> (L. f.) Oken		X	X	

Especie	E1	E2	E3	E4
	(3275 m)	(3394 m)	(3495 m)	(3642 m)
<i>Aragoa cupressina</i> Kunth			X	X
<i>Arcytophyllum muticum</i> (Wedd.) Standl			X	X
<i>Brachyotum</i> sp.			X	X
<i>Cortaderia</i> sp. 1			X	X
<i>Lachemilla nivalis</i> (Kunth) Rothm.			X	X
<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker			X	X
<i>Paramiflos gladulosus</i> (Cuatrec.) Cuatrec.			X	X
<i>Puya santosii</i> Cuatrec.			X	X
<i>Rhynchospora ruiziana</i> Boeckeler			X	X
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	X	X	X	
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C.Sm.	X	X	X	
<i>Arcytophyllum nitidum</i> (Kunt) Schldl.		X	X	X
<i>Calamagrostis effusa</i> (Kunth) Steud.		X	X	X
<i>Gaultheria anastomosans</i> (L.f.) Kunth		X	X	X
<i>Gaylussacia buxifolia</i> Kunth		X	X	X
<i>Geranium multiceps</i> Turcz.		X	X	X
<i>Lycopodium clavatum</i> L.		X	X	X
<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.		X	X	X
<i>Paepalanthus andicola</i> Körn		X	X	X
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	X	X	X	X
<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	X	X	X	X

Anexo 6.

Anexo 6. Distribución de las especies por estaciones en el transecto seis, Ranchería.

Especie	E1	E2	E3	E4	E5
	(3120m)	(3317 m)	(3404 m)	(3468 m)	(3520 m)
<i>Ageratina tinifolia</i> (Kunth) R.M.King & H.Rob.	X				
<i>Anthurium</i> sp. 5	X				
<i>Arthrostylidium</i> sp. 1	X				
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L. F.	X				
<i>Bomarea setacea</i> (Ruiz & Pav.) Herb.	X				
<i>Campyloneurum amphostenon</i> (Kunze ex Klotzsch) Fée	X				
<i>Campyloneurum densifolium</i> (Hieron.) Lellinger	X				
<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	X				
<i>Clusia</i> sp. 3	X				
<i>Columnnea strigosa</i> Benth.	X				
<i>Dendrophthora biserrila</i> Eichler.	X				

Especie	E1	E2	E3	E4	E5
	(3120m)	(3317 m)	(3404 m)	(3468 m)	(3520 m)
<i>Elaphoglossum cf. lehmannianum</i> Christ	X				
<i>Epidendrum</i> sp. 6	X				
<i>Hesperomeles goudotiana</i> (Decne.) Killip	X				
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	X				
<i>Melpomene flabelliformis</i> (Poir.) A.R. Sm. & R.C. Moran	X				
<i>Melpomene wolfii</i> (Hieron.) A.R. Sm. & R.C. Moran	X				
<i>Miconia latifolia</i> (D. Don) Naudin	X				
<i>Paepalanthus columbiensis</i> Ruhland	X				
<i>Palicourea demissa</i> Standl.	X				
<i>Peperomia angularis</i> C. DC.	X				
<i>Piper</i> aff. <i>angularis</i> C. DC.	X				
<i>Pleopeltis murora</i> (Hook.) A.R. Sm. & Tejero	X				
<i>Psammisia</i> sp. 3	X				
<i>Rhamnus</i> sp. 1	X				
<i>Serpocaulon levigatum</i> (Cav.) A. R. Sm	X				
<i>Smilax tomentosa</i> Kunth	X				
<i>Tillandsia</i> sp. 1	X				
<i>Tillandsia</i> sp. 2	X				
<i>Tillandsia</i> sp. 3	X				
<i>Asplenium harpeodes</i> Kunze		X			
<i>Bomarea crassifolia</i> Baker		X			
<i>Bomarea</i> sp. 1		X			
<i>Bomarea</i> sp. 4		X			
<i>Brunellia comocladifolia</i> Bonp.		X			
<i>Chusquea</i> sp. 5		X			
<i>Cybianthus iteoides</i> (Benth.) G. Agostini		X			
<i>Cybianthus lineatus</i> (Benth.) Pipoly		X			
<i>Dysopsis paucidentata</i> (Muil. Arg) Lozano & Murillo		X			
<i>Elaphoglossum latifolium</i> (Sw.) J. Sm.		X			
<i>Elaphoglossum lehmannianum</i> Christ		X			
<i>Fuchsia</i> sp.		X			
<i>Hedyosmun angustifolium</i> (Ruiz & Pav.) Solms		X			
<i>Hesperomeles pernettyoides</i> Wedd.		X			
<i>Hydrocotyle andina</i> Cuatrec.		X			
<i>Ilex nervosa</i> Triana		X			
<i>Lourteigia ballotifolia</i> Kunth		X			
<i>Miconia biglandulosa</i> Gleason		X			
<i>Nectandra</i> sp. 1		X			
<i>Oxalis medicaginea</i> Kunth		X			

Especie	E1	E2	E3	E4	E5
	(3120m)	(3317 m)	(3404 m)	(3468 m)	(3520 m)
<i>Pentacalia</i> sp. 1		X			
<i>Peperomia saligna</i> Kunth		X			
<i>Persea ferruginea</i> Kunth		X			
<i>Piper artanthe</i> C. DC.		X			
<i>Piper lacunosum</i> Kunth		X			
<i>Plagiogyria semicordata</i> (C. Presl) Christ		X			
<i>Rubus acanthophyllos</i> Focke		X			
<i>Schefflera trianae</i> (Planch. & Linden ex Marchal) Harms		X			
<i>Serpocaulon sessilifolium</i> (Desv.) A.R. Sm.		X			
<i>Siphocampylus</i> sp. 2		X			
<i>Stellaria cuspidata</i> Willd.		X			
<i>Themistoclesia epiphytica</i> A.C. Sm.		X			
<i>Vaccinium meridionale</i> Sw.		X			
<i>Vallea stipularis</i> L.f		X			
<i>Viburnum tinoides</i> L.f.		X			
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.		X			
<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth		X			
<i>Espeletia corymbosa</i> Bonpl.			X		
<i>Geranium lainzii</i> Aedo			X		
<i>Gynoxys fuliginosa</i> (Kunth) Cass.			X		
<i>Hedyosmun cuatrecazanum</i> Occhioni			X		
<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.			X		
<i>Monnina salicifolia</i> Ruiz & Pav.			X		
<i>Pentacalia trichopus</i> (Benth.) Cuatrec.			X		
<i>Rubus bogotensis</i> Kunth			X		
<i>Rubus compactus</i> Benth.			X		
<i>Siphocampylus</i> sp. 1			X		
<i>Achyrocline bogotensis</i> (Kunth) DC.				X	
<i>Chusquea tesellata</i> Munro				X	
<i>Espeletiopsis corymbosa</i> Bonpl.				X	
<i>Gaultheria rigida</i> Kunth				X	
<i>Hypericum mexicanum</i> L.				X	
<i>Oxalis filiformis</i> Kunth				X	
<i>Paspalum bonplandianum</i> Flüggé				X	
<i>Pentacalia</i> sp. 3				X	
<i>Tibouchina grossa</i> (L. f.) Cogn.				X	
<i>Aulonemia bogotensis</i> L.G. Clark					X
<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L. F.					X
<i>Castratella piloselloides</i> Naudin					X
<i>Cortaderia</i> sp. 1					X
<i>Diplostephium phyllicoides</i> (Kunth) Wedd.					X

Especie	E1	E2	E3	E4	E5
	(3120m)	(3317 m)	(3404 m)	(3468 m)	(3520 m)
<i>Espeletia murilloi</i> Cuatrec.					X
<i>Espeletia paipana</i> S. Díaz & Pedraza					X
<i>Espeletiopsis guacharaca</i> (S. Díaz) Cuatrec.					X
<i>Gaylussacia buxifolia</i> Kunth					X
<i>Hieracium</i> sp. 2					X
<i>Hypericum brathys</i> Small					X
<i>Hypericum sabiniforme</i> Trevis.					X
<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth					X
<i>Monnina densa</i> Planch. & Linden ex Wedd.					X
<i>Niphogeton glaucescens</i> Kunth. J.F. Macbr					X
<i>Puya santosii</i> Cuatrec.					X
<i>Rhynchospora ruiziana</i> Boeckeler					X
<i>Valeriana pilosa</i> Ruiz & Pav.					X
<i>Clusia</i> sp. 1	X	X			
<i>Elaphoglossum lingua</i> (C. Presl) Brack.	X	X			
<i>Ilex laurina</i> Kunth	X	X			
<i>Miconia ligustrina</i> (Sm.) triana	X	X			
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	X	X			
<i>Ocotea calophylla</i> Mez	X	X			
<i>Palicourea aschersonianoides</i> (Wernham) Steyerl	X	X			
<i>Ternstroemia</i> sp. 1	X	X			
<i>Ugni myricoides</i> (Kunth) O. Berg	X	X			
<i>Ageratina glyptophlebia</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.	X		X		
<i>Rhamnus goudotiana</i> Triana & Planch.	X		X		
<i>Myrsine</i> sp. 2	X			X	
<i>Bomarea</i> sp. 3	X				X
<i>Ilex kunthiana</i> Triana	X				X
<i>Miconia buxifolia</i> Naudin		X			X
<i>Diphasiastrum thyoides</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Holub			X	X	
<i>Diplostegium dentatum</i> Cuatrec.			X	X	
<i>Halenia asclepiadea</i> (Kunth) G. Don.			X	X	
<i>Hypericum juniperinum</i> Kunth			X	X	
<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.			X	X	
<i>Paspalum</i> sp. 2			X	X	
<i>Ageratina gracilis</i> (Kunth) R.M.King & H.Rob.			X		X
<i>Berberis goudotii</i> Triana & Planch.			X		X
<i>Acaena cylindristachya</i> Ruiz & Pav.				X	X
<i>Baccharis tricuneata</i> (L.f.) Pers.				X	X
<i>Bidens triplinervia</i> Kunth				X	X
<i>Calamagrostis effusa</i> (Kunth) Steud.				X	X

Especie	E1	E2	E3	E4	E5
	(3120m)	(3317 m)	(3404 m)	(3468 m)	(3520 m)
<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. Griseb.				X	X
<i>Lycopodium clavatum</i> L.				X	X
<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker				X	X
<i>Pentacalia abietina</i> (Willd. ex Wedd.) Cuatrec.				X	X
<i>Pernettya prostrata</i> Cav. DC.				X	X
<i>Plutarchia coronaria</i> (Linden) AC Sm.				X	X
<i>Scrobicaria ilicifolia</i> (L.f.) B.Nord.				X	X
<i>Cestrum buxifolium</i> Kunth	X	X	X		
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	X	X	X		
<i>Clusia articulata</i> Vesque	X	X	X		
<i>Clusia elliptica</i> Kunth	X	X	X		
<i>Disterigma alaternoides</i> (Kunth) Nied.	X	X	X		
<i>Drymis granadensis</i> L.f.	X	X	X		
<i>Epidendrum klotzschianum</i> Rchb. f.	X	X	X		
<i>Schefflera bogotensis</i> Cuatrec.	X	X	X		
<i>Valeriana clematidis</i> Kunth	X	X	X		
<i>Diplostegium rosmarinifolius</i> (Benth.) Wedd.	X		X	X	
<i>Monochaetum myrtoideum</i> (Bonpl.) Naudin	X		X	X	
<i>Peperomia galioides</i> Kunth	X		X	X	
<i>Pentacalia pulchella</i> (Kunth) Cuatrec.		X	X	X	
<i>Bucquetia glutinosa</i> (L. f.) DC.			X	X	X
<i>Gaultheria erecta</i> Vent.			X	X	X
<i>Nertera granadensis</i> (Mutis ex L. f.) Druce			X	X	X
<i>Paepalanthus andicola</i> Körn			X	X	X
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth			X	X	X
<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	X	X	X	X	
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C.Sm.	X	X	X	X	
<i>Weinmannia tomentosa</i> L.f.	X	X	X	X	
<i>Arcytophyllum nitidum</i> (Kunt) Schltld.	X		X	X	X
<i>Gaultheria anastomosans</i> (L.f.) Kunth	X		X	X	X
<i>Symplocos theiformis</i> (L. f.) Oken		X	X	X	X

ENTOMOFAUNA

Anexo 7. Familias colectadas en el complejo de páramos Guantiva-La Rusia.

Taxa	Belén	Cerinja	LaRusia-Virolín	Onzaga	Ranchería	Tipacoque
------	-------	---------	-----------------	--------	-----------	-----------

Taxa	Belén	Cerinza	LaRusia-Virolín	Onzaga	Ranchería	Tipacoque
Agelenidae	-	-	-	-	2	-
Amaurobiidae	-	-	-	1	-	-
Anypaenidae	7	-	4	3	10	-
Araneidae	1	-	-	-	1	-
Barycheliidae	-	-	-	-	-	1
Brentidae	-	-	-	-	-	1
Bruchidae	-	1	-	-	1	-
Cantharidae	1	-	1	-	-	-
Caponiidae	3	1	2	1	5	2
Carabidae	19	3	66	51	111	71
Cerambycidae	1	-	-	-	-	-
Chrysomelidae	5	6	4	10	30	7
Cleridae	-	-	1	-	-	-
Clubionidae	-	-	-	1	1	1
Coccinellidae	1	-	-	-	-	-
Colydiidae	1	-	-	-	-	-
Corinnidae	3	-	2	18	6	4
Ctenidae	1	14	-	7	8	3
Cucujidae	-	-	-	-	2	-
Curculionidae	8	5	19	19	10	5
Dipluridae	1	4	2	1	1	1
Dryopidae	-	-	-	-	1	-
Dytiscidae	-	-	1	-	-	-
Elateridae	-	-	-	-	-	6
Endomychidae	1	-	2	-	1	-
Hydrophilidae	1	49	2	11	-	4
Indetreminado	-	-	1	-	-	-
Lampyridae	-	-	4	-	1	-
Lathridiidae	3	5	3	-	8	-
Leiodidae	73	15	79	109	156	166
Linyphiidae	14	1	20	7	58	2
Liocranidae	-	-	-	-	1	-
Lycidae	-	-	-	-	-	3
Lycosidae	6	-	24	10	6	2
Melandryidae	-	-	-	-	1	-
Melolonthidae	3	1	-	2	1	2
Melyridae	-	-	4	1	-	-
Miturgidae	-	-	-	-	1	-

Taxa	Belén	Cerinza	LaRusia-Violín	Onzaga	Ranchería	Tipacoque
Nitidulidae	-	-	2	1	23	2
Ochyroceratidae	2	-	-	1	3	-
Oonopidae	-	4	2	1	8	-
Paratropididae	-	-	-	1	2	-
Passalidae	-	-	-	-	-	4
Phalacridae	-	-	-	-	1	-
Phengodidae	1	1	1	-	-	-
Pholcidae	2	3	-	1	39	1
Prodidomidae	-	1	-	-	1	-
Ptiliidae	35	51	60	182	133	3
Ptilodactylidae	-	-	-	-	-	2
Rhizophagidae	-	-	1	-	-	-
Salticidae	3	3	4	1	4	1
Scarabaeidae	11	3	1	81	8	37
Scolytidae	11	-	4	1	11	6
Scydmaenidae	1	-	1	-	2	-
Scytodidae	1	5	-	-	-	1
Sparassiidae	-	-	-	-	-	1
Staphylinidae	472	116	232	242	405	124
Tenebrionidae	2	-	-	2	-	1
Tetragnathidae	-	-	-	-	5	2
Theridiidae	1	2	3	1	1	1
Thomisidae	-	-	-	-	-	5
Zodariidae	-	5	1	1	2	3

Anexo 8. Abundancias relativas por morfotipos presentes en el transecto Cerinza.

Cerinza						
Familia	Morfotipo	E1	E2	E3	E4	E5
Caponiidae	Morfotipo 2	-	-	-	-	0.142
Ctenidae	Morfotipo 1	0.0769	0.235	-	0.333	-
	Morfotipo 2	0.0769	0.176	-	0.111	0.142
Dipluridae	Morfotipo 1	-	0.0588	0.666	0.111	-
Linyphiidae	Morfotipo 3	0.0769	-	-	-	-
Carabidae	Morfotipo 1	-	-	-	-	0.142
	Morfotipo 11	-	-	-	-	0.285
Oonopidae	Morfotipo 1	-	0.117	0.333	-	-
	Morfotipo 2	0.0769	-	-	-	-
Pholciae	Morfotipo 1	-	-	-	0.111	-

Cerinza						
Familia	Morfotipo	E1	E2	E3	E4	E5
	Morfotipo 2	0.153	-	-	-	-
Prodidomidae	Morfotipo 1	-	0.0588	-	-	-
Salticidae	Morfotipo 1	-	0.0588	-	-	-
	Morfotipo 2	-	0.0588	-	-	0.142
Scytodidae	Morfotipo 1	0.230	-	-	0.111	0.142
Theridiidae	Morfotipo 1	0.0769	-	-	-	-
	Morfotipo 6	-	-	-	0.111	-
Scarabaeidae	<i>Uroxys coarctatus</i>	0.230	-	-	-	-
Zodariidae	Morfotipo 1	-	0.235	-	0.111	-

Anexo 9. Abundancias relativas por morfotipos presentes en el transecto Ranchería.

Ranchería						
Familias	Morfotipo	E1	E2	E3	E4	E5
Agelenidae	Morfotipo 1	0.02	-	-	-	-
	Morfotipo 2	-	-	0.0126	-	-
Anyphaenidae	Morfotipo 1	-	-	-	0.0178	0.0263
	Morfotipo 2	0.02	-	-	-	0.0263
	Morfotipo 4	0.04	-	0.0126	-	0.0789
Araneidae	Morfotipo 1	-	-	-	-	0.0263
Caponiidae	Morfotipo 1	0.02	-	0.0253	-	0.0263
	Morfotipo 2	-	-	-	0.0178	-
Clubionidae	Morfotipo 1	-	-	0.0126	-	-
Corinnidae	Morfotipo 1	-	0.0163	0.0126	-	-
	Morfotipo 2	-	0.0655	-	-	-
Ctenidae	Morfotipo 1	0.02	-	-	-	-
	Morfotipo 2	-	0.0163	0.0506	0.0357	-
Dipluridae	Morfotipo 1	-	-	-	0.0178	-
Liocranidae	Morfotipo 1	-	0.0163	-	-	-
Linyphiidae	Morfotipo 1	0.22	0.196	0.113	0.16	0.236
	Morfotipo 2	-	-	-	-	0.0526
	Morfotipo 4	-	0.0491	-	-	-
	Morfotipo 5	-	-	0.0126	0.0357	-
Lycosidae	Morfotipo 1	-	-	-	0.0178	0.0789
	Morfotipo 2	-	-	-	-	0.0526
Miturgidae	Morfotipo 1	-	-	0.0126	-	-
Carabidae	Morfotipo 1	0.32	0.377	0.278	0.517	0.0526

Ranchería						
Familias	Morfotipo	E1	E2	E3	E4	E5
	Morfotipo 13	-	0.0163	-	-	-
	Morfotipo 14	-	0.114	-	-	-
	Morfotipo 15	-	-	-	-	0.0263
	Morfotipo 2	0.06	-	-	-	-
	Morfotipo 3	0.08	-	-	-	-
	Morfotipo 5	-	0.0163	-	-	-
	Morfotipo 8	0.04	-	-	-	-
Oonopidae	Morfotipo 1	-	0.0163	0.0379	-	0.0263
	Morfotipo 2	0.02	-	0.0126	-	0.0263
Ochyroceratidae	Morfotipo 1	-	-	0.0253	-	0.0263
Paratropididae	Morfotipo 1	-	-	-	-	0.0526
Pholciae	Morfotipo 1	-	-	0.0126	-	-
	Morfotipo 2	0.1	0.0655	0.329	-	0.0789
Prodidomidae	Morfotipo 1	-	-	0.0126	-	-
Salticidae	Morfotipo 1	-	-	0.0126	-	-
	Morfotipo 2	-	-	0.0126	0.0178	-
	Morfotipo 3	-	-	-	0.0178	-
Tetragnathidae	Morfotipo 2	-	0.0163	-	-	0.0526
	Morfotipo 3	-	0.0163	-	-	-
	Morfotipo 4	0.02	-	-	-	-
Theridiidae	Morfotipo 2	-	-	-	-	0.0263
Scarabaeidae	Uroxys aff. rugatus	-	-	-	0.0178	-
	Uroxys coarctatus	-	-	-	0.125	-
Zodariidae	Morfotipo 1	0.02	-	-	-	0.0263

Anexo 10. Abundancias relativas por morfotipos presentes en el transecto Tipacoque.

Tipacoque					
Familias	Morfotipo	E1	E2	E3	E4
Barycheliidae	Morfotipo 1	-	-	0.05	-
Caponiidae	Morfotipo 1	-	-	0.1	-
Clubionidae	Morfotipo 1	-	-	-	0.111
Corinnidae	Morfotipo 1	-	0.0188	-	-
	Morfotipo 2	0.0175	0.0377	-	-
Ctenidae	Morfotipo 2	-	-	0.2	-
Dipluridae	Morfotipo 2	0.0175	-	0.1	-

Tipacoque					
Familias	Morfotipo	E1	E2	E3	E4
Linyphiidae	Morfotipo 1	0.0175	-	-	-
	Morfotipo 2	-	-	0.05	-
Lycosidae	Morfotipo 1	-	-	0.05	-
	Morfotipo 2	-	-	-	0.111
Carabidae	Morfotipo 1	0.701	0.509	-	0.333
	Morfotipo 2	0.0175	-	-	-
Pholciae	Morfotipo 2	0.0175	-	-	-
Salticidae	Morfotipo 3	-	-	0.05	-
Scytodidae	Morfotipo 1	-	-	0.05	-
Sparassiidae	Morfotipo 1	0.0175	-	-	-
Tetragnathidae	Morfotipo 1	-	0.0377	-	-
Theridiidae	Morfotipo 1	-	0.0188	-	-
Thomisidae	Morfotipo 1	-	-	0.05	0.444
Scarabaeidae	<i>Canthidium sp.</i>	0.0350	0.15	0.2	-
	<i>Ontherus brevicollis</i>	0.0877	0.0377	0.2	-
	<i>Uroxys aff. brachialis</i>	0.0175	-	-	-
	<i>Uroxys sp.</i>	0.0175	0.169	0.05	-
Zodariidae	Morfotipo 1	0.0175	0.0188	0.05	-

Anexo 11. Abundancias relativas por morfotipos presentes en el transecto Onzaga.

Onzaga					
Familias	Morfotipo	E1	E2	E3	E4
Amaurobiidae	Morfotipo 1	0.0192	-	-	-
Anyphaenidae	Morfotipo 1	-	0.0222	-	-
	Morfotipo 2	-	-	-	0.0153
	Morfotipo 4	-	-	-	0.0153
Caponiidae	Morfotipo 3	-	0.0222	-	-
Clubionidae	Morfotipo 1	0.0192	-	-	-
Corinnidae	Morfotipo 1	0.115	0.155	-	-
	Morfotipo 2	0.0384	0.0666	-	-
Ctenidae	Morfotipo 1	0.0192	-	-	-
	Morfotipo 2	0.0384	0.0666	-	0.0153
Dipluridae	Morfotipo 1	0.0192	-	-	-
Linyphiidae	Morfotipo 1	0.0384	0.0222	0.0384	-
	Morfotipo 2	0.0192	-	0.0384	0.0153
Lycosidae	Morfotipo 1	-	-	-	0.123

Onzaga					
Familias	Morfotipo	E1	E2	E3	E4
	Morfotipo 2	-	-	0.0384	0.0153
Carabidae	Morfotipo 1	0.269	0.177	0.0384	0.27
	Morfotipo 2	-	-	-	0.0153
	Morfotipo 3	0.0384	-	-	-
	Morfotipo 4	0.0192	-	-	-
	Morfotipo 5	-	0.0222	-	-
	Scarites	-	-	-	0.0769
Oonopidae	Morfotipo 1	-	-	0.0384	-
Ochyroceratidae	Morfotipo 1	0.0192	-	-	-
Paratropididae	Morfotipo 2	-	-	-	0.0153
Pholciae	Morfotipo 2	0.0192	-	-	-
Salticidae	Morfotipo 3	-	-	0.0384615	-
Theridiidae	Morfotipo 7	0.0192	-	-	-
Scarabaeidae	<i>Homocopris achamas</i>	-	-	-	0.0615
	<i>Canthidium</i> sp.	0.115	-	-	-
	<i>Ontherus brevicollis</i>	0.0961	-	-	-
	<i>Uroxys</i> aff. <i>brachialis</i>	-	-	0.7692308	-
	<i>Uroxys</i> aff. <i>rugatus</i>	0.0769	0.444	-	-
	<i>Uroxys coarctatus</i>	-	-	-	0.338
Zodariidae	Morfotipo 1	-	-	-	0.0153

Anexo 12. Abundancias relativas por morfotipos presentes en el transecto Belén.

Belén						
Familia	Morfotipo	E1	E2	E3	E4	E5
Anyphaenidae	Morfotipo 1	-	-	-	-	0.14285
	Morfotipo 4	0.02564	-	0.25	0.15384	0.14285
Araneidae	Morfotipo 2	-	-	0.125	-	-
Caponiidae	Morfotipo 1	-	-	0.125	-	-
	Morfotipo 2	-	-	-	0.15384	-
Corinnidae	Morfotipo 1	0.05128	-	-	-	-
	Morfotipo 2	-	-	-	-	0.14285
Ctenidae	Morfotipo 2	-	-	-	-	0.14285
Dipluridae	Morfotipo 1	-	-	0.125	-	-
Linyphiidae	Morfotipo 1	0.15384	0.28571	-	0.15384	-
	Morfotipo 2	0.02564 1	-	-	-	-

Belén						
Familia	Morfotipo	E1	E2	E3	E4	E5
	Morfotipo 3	-	-	0.125	-	0.28571
Lycosidae	Morfotipo 1	-	0.14285	-	0.23076	-
	Morfotipo 2	-	0.14285	-	0.07692	-
Carabidae	Morfotipo 1	0.15384	0.14285	0.125	-	-
	Morfotipo 3	0.02564	-	-	-	-
	Morfotipo 5	0.10256	-	-	-	-
	Morfotipo 6	0.02564	-	-	-	-
	Morfotipo 11	0.05128	-	-	-	-
	Morfotipo 12	0.07692	-	-	-	-
Ochyroceratidae	Morfotipo 1	-	0.14285	-	0.07692	-
Pholciae	Morfotipo 1	-	-	0.125	-	0.14285
Salticidae	Morfotipo 1	0.02564	-	-	-	-
	Morfotipo 3	-	0.14285	-	0.07692	-
Scytodidae	Morfotipo 1	0.02564	-	-	-	-
Theridiidae	Morfotipo 1	-	-	-	0.07692	-
Scarabaeidae	<i>Homocopris achamas</i>	0.12820	-	-	-	-
	<i>Uroxys coarctatus</i>	0.12820	-	-	-	-

Anexo 13. Abundancias relativas por morfotipos presentes en el transecto Rusia-Virolin.

Rusia-Virolin					
Familia	Morfotipo	E1	E2	E3	E4
Anyphaenidae	Morfotipo 2	-	-	0.0277	-
	Morfotipo 4	0.032	-	0.0277	0.0256
Caponiidae	Morfotipo 2	0.032	-	-	0.0256
Corinnidae	Morfotipo 1	0.0645	-	-	-
Dipluridae	Morfotipo 1	-	-	-	0.0256
	Morfotipo 2	-	-	-	0.0256
Linyphiidae	Morfotipo 1	0.129	0.08	0.166	0.102
	Morfotipo 2	0.0322	0.08	-	-
	Morfotipo 3	-	-	-	0.0256
Lycosidae	Morfotipo 1	-	-	0.111	0.153
	Morfotipo 2	-	-	0.361	0.0256
Carabidae	Morfotipo 1	0.451	0.44	0.222	0.461
	Morfotipo 10	0.0322	0.16	-	-
	Morfotipo 14	-	0.08	-	-

Rusia-Virolin					
Familia	Morfotipo	E1	E2	E3	E4
	Morfotipo 15	-	0.08	-	-
	Morfotipo 3	-	-	0.0277	-
	Morfotipo 7	0.0322	-	-	-
	Morfotipo 8	0.0322	-	0.0277	-
	Morfotipo 9	-	0.08	-	-
Oonopidae	Morfotipo 1	0.0322	-	-	-
	Morfotipo 2	0.0322	-	-	-
Salticidae	Morfotipo 1	-	-	-	0.0769
	Morfotipo 3	0.0322	-	-	-
Theridiidae	Morfotipo 2	0.0322	-	-	-
	Morfotipo 6	-	-	0.0277	-
	Morfotipo 7	-	-	-	0.0256
Scarabaeidae	<i>Uroxys coarctatus</i>	0.0322	-	-	-
Zodariidae	Morfotipo 1	-	-	-	0.0256

Anexo 14. Lista de morfotipos presentes en cada una de las estaciones del transecto Cerinza.

TAXA	CERINZA					GREMIO TRÓFICO
	E1	E2	E3	E4	E5	
Familia Caponiidae Morfotipo 2					X	Cursoriales en suelo
Familia Ctenidae Morfotipo 1	X	X		X		Cursoriales en suelo
Morfotipo 2	X	X		X	X	Cursoriales en suelo
Familia Dipluridae Morfotipo 1		X	X	X		Constructoras de tela de embudo
Familia Linyphiidae Morfotipo 3	X					Constructoras de telas en sábanas
Familia Oonopidae Morfotipo 1		X	X			Cursoriales en suelo
Morfotipo 2	X					Cursoriales en suelo
Familia Pholcidae Morfotipo 1				X		Constructora de telas irregulares
Morfotipo 2	X					Constructora de telas irregulares

TAXA	CERINZA					GREMIO TRÓFICO
	E1	E2	E3	E4	E5	
Familia Prodidomidae Morfotipo 1		X				Cursoriales en suelo
Familia Salticidae Morfotipo 1		X				Cazadoras al acecho
Morfotipo 2		X			X	Cazadoras al acecho
Familia Scytodidae Morfotipo 1	X			X	X	Cursoriales en suelo
Familia Theridiidae Morfotipo 1	X					Constructora de telas irregulares
Morfotipo 6				X		Constructora de telas irregulares
Familia Zodariidae Morfotipo 1		X		X		Cursoriales en suelo
Familia Carabidae Morfotipo 1					X	Geófilas
Morfotipo 11					X	Geófilas
Familia Scarabaeidae <i>Uroxys coarctatus</i>	X					Cavadores
Coordenadas:						
E1: 05°56'33.3" N, 72°55'27.5" W			E2: 05°56'29.9" N, 72°55'19.1" W			
E3: 05°56'26.9" N, 72°55'14.4" W			E4: 05°56'24.5" N, 72°55'10.5" W			
E5: 05°56'35.1" N, 72°55'26.8" W						

Anexo 15. Lista de morfotipos presentes en cada una de las estaciones del transecto Ranchería

TAXA	PAIPA					GREMIO TRÓFICO
	E1	E2	E3	E4	E5	
Familia Agelenidae Morfotipo 1	X					Constructoras de telas en sábanas
Morfotipo 2			X			Constructoras de telas en sábanas
Familia Anyphaenidae Morfotipo 1				X	X	Cursoriales en vegetación
Morfotipo 2	X				X	Cursoriales en vegetación
Morfotipo 4	X		X		X	Cursoriales en vegetación
Familia Araneidae Morfotipo 1					X	Constructoras de telas orbiculares

Familia Caponiidae						
Morfotipo 1	X		X		X	Cursoriales en suelo
Morfotipo 2				X		Cursoriales en suelo
Familia Clubionidae						
Morfotipo 1			X			Cursoriales en suelo
Familia Corinnidae						
Morfotipo 1		X	X			Cursoriales en suelo
Morfotipo 2		X				Cursoriales en suelo
Familia Ctenidae						
Morfotipo 1	X					Cursoriales en suelo
Morfotipo 2		X	X	X		Cursoriales en suelo
Familia Dipluridae						
Morfotipo 1				X		Constructoras de tela de embudo
Familia Liocranidae						
Morfotipo 1		X				Cursoriales en suelo
Familia Linyphiidae						
Morfotipo 1	X	X	X	X	X	Constructoras de telas en sábanas
Morfotipo 2					X	Constructoras de telas en sábanas
Morfotipo 4		X				Constructoras de telas en sábanas
Morfotipo 5			X	X		Constructoras de telas en sábanas
Familia Lycosidae						
Morfotipo 1				X	X	Cursoriales en suelo
Morfotipo 2					X	Cursoriales en suelo
Familia Miturgidae						
Morfotipo 1			X			Cursoriales en suelo
Familia Oonopidae						
Morfotipo 1		X	X		X	Cursoriales en suelo
Morfotipo 2	X		X		X	Cursoriales en suelo
Familia Ochyroceratidae						
Morfotipo 1			X		X	Constructoras de telas en sábanas
Familia Paratropididae						
Morfotipo 1					X	Cazadora al acecho
Familia Pholcidae						
Morfotipo 1			X			Constructora de telas irregulares
Morfotipo 2	X	X	X		X	Constructora de telas irregulares
Familia Prodidomidae						

Morfotipo 1			X			Cursoriales en suelo
Familia Salticidae						
Morfotipo 1			X			Cazadoras al acecho
Morfotipo 2			X	X		Cazadoras al acecho
Morfotipo 3				X		Cazadoras al acecho
Familia Tetragnathidae						
Morfotipo 2		X			X	Constructoras de telas orbiculares
Morfotipo 3		X				Constructoras de telas orbiculares
Morfotipo 4	X					Constructoras de telas orbiculares
Familia Theridiidae						
Morfotipo 2					X	Constructora de telas irregulares
Familia Zodariidae						
Morfotipo 1	X				X	Cursoriales en suelo
Familia Carabidae						
Morfotipo 1	X	X	X	X	X	Geófilas
Morfotipo 13		X				Geófilas
Morfotipo 14		X				Geófilas
Morfotipo 15					X	Geófilas
Morfotipo 2	X					Geófilas
Morfotipo 3	X					Geófilas
Morfotipo 5		X				Geófilas
Morfotipo 8	X					Geófilas
Familia Scarabaeidae						
<i>Uroxys aff. rugatus</i>				X		Cavadores
<i>Uroxys coarctatus</i>				X		Cavadores
Coordenadas:						
E1: T1: 05°50'54.2" N, 73°07'00.34" W; T2: 05°50'55.3" N, 73°07'00.8" W						
E2: T1: 05°51'11.9" N, 73°06'56.8" W; T2: 05°51'13.7" N, 73°06'56.7" W						
E3: T1: 05°50'57.3" N, 73°07'47.5" W; T2: 05°50'56.6" N, 73°07'46.8" W						
E4: T1: 05°51'02.9" N, 73°07'53.0" W; T2: 05°51'02.9" N, 73°07'52.4" W						
E5: T1: 05°51'07.6" N, 73°08'24.8" W; T2: 05°51'08.1" N, 73°08'23.1" W						

Anexo 16. Lista de morfotipos presentes en cada una de las estaciones del transecto Tipacoque.

TAXA	TIPACOQUE				GREMIO TRÓFICO
	E1	E2	E3	E4	
Familia Barycheliidae Morfotipo 1			X		Cazadoras por trampa
Familia Caponiidae Morfotipo 1			X		Cursoriales en suelo

Familia Clubionidae					
Morfotipo 1				X	Cursoriales en suelo
Familia Corinnidae					
Morfotipo 1		X			Cursoriales en suelo
Morfotipo 2	X	X			Cursoriales en suelo
Familia Ctenidae					
Morfotipo 2	X		X		Cursoriales en suelo
Familia Dipluridae					
Morfotipo 2	X				Constructoras de tela de embudo
Familia Linyphiidae					
Morfotipo 1	X				Constructoras de telas en sábanas
Morfotipo 2			X		Constructoras de telas en sábanas
Familia Lycosidae					
Morfotipo 1			X		Cursoriales en suelo
Morfotipo 2				X	Cursoriales en suelo
Familia Pholcidae					
Morfotipo 2	X				Constructora de telas irregulares
Familia Salticidae					
Morfotipo 3			X		Cazadoras al acecho
Familia Scytodidae					
Morfotipo 1			X		Cursoriales en suelo
Familia Sparassiidae					
Morfotipo 1	X				Cursoriales de vegetación
Familia Tetragnathidae					
Morfotipo 1		X			Constructoras de telas orbiculares
Familia Theridiidae					
Morfotipo 1		X			Constructora de telas irregulares
Familia Thomisidae					
Morfotipo 1			X	X	Cazadoras por emboscada
Familia Zodariidae					
Morfotipo 1	X	X	X		Cursoriales en suelo
Familia Carabidae					
Morfotipo 1	X	X		X	Geófilas
Morfotipo 2	X				Geófilas

Familia Scarabaeidae					
<i>Canthidium</i> sp.	X	X	X		Cavadores
<i>Ontherus brevicollis</i>	X	X	X		Cavadores
<i>Uroxys</i> aff. <i>brachialis</i>	X				Cavadores
<i>Uroxys</i> sp.	X	X	X		Cavadores
Coordenadas:					
E1: 06°23'44.0" N, 72°43'45.3" W		E2: 06°23'38.3" N, 72°43'44.9" W			
E3: 06°23'46.9" N, 72°43'55.2" W		E4: 06°24'25.6" N, 72°44'02.5" W			

Anexo 17. Lista de morfotipos presentes en cada una de las estaciones del transecto Onzaga.

TAXA	ONZAGA				GREMIO TRÓFICO
	E1	E2	E3	E4	
Familia Amaurobiidae					
Morfotipo 1	X				Constructoras de telas en sábanas
Familia Anyphaenidae					
Morfotipo 1		X			Cursoriales en vegetación
Morfotipo 2				X	Cursoriales en vegetación
Morfotipo 4				X	Cursoriales en vegetación
Familia Caponiidae					
Morfotipo 3		X			Cursoriales en suelo
Familia Clubionidae					
Morfotipo 1	X				Cursoriales en suelo
Familia Corinnidae					
Morfotipo 1	X	X			Cursoriales en suelo
Morfotipo 2	X	X			Cursoriales en suelo
Familia Ctenidae					
Morfotipo 1	X				Cursoriales en suelo
Morfotipo 2	X	X		X	Cursoriales en suelo
Familia Dipluridae					
Morfotipo 1	X				Constructoras de tela de embudo
Familia Linyphiidae					
Morfotipo 1	X	X	X		Constructoras de telas en sábanas
Morfotipo 2	X		X	X	Constructoras de telas en sábanas
Familia Lycosidae					
Morfotipo 1				X	Cursoriales en suelo

Morfotipo 2			X	X	Cursoriales en suelo
Familia Oonopidae					
Morfotipo 1			X		Cursoriales en suelo
Familia Ochyroceratidae					
Morfotipo 1	X				Constructoras de telas en sábanas
Familia Paratropididae					
Morfotipo 2				X	Cazadora al acecho
Familia Pholcidae					
Morfotipo 2	X				Constructora de telas irregulares
Familia Salticidae					
Morfotipo 3			X		Cazadoras al acecho
Familia Theridiidae					
Morfotipo 7	X				Constructora de telas irregulares
Familia Zodariidae					
Morfotipo 1				X	Cursoriales en suelo
Familia Carabidae					
Morfotipo 1	X	X	X	X	Geófilas
Morfotipo 2				X	Geófilas
Morfotipo 3	X				Geófilas
Morfotipo 4	X				Geófilas
Morfotipo 5		X			Geófilas
Scarites				X	Geófilas
Familia Scarabaeidae					
<i>Canthidium</i> sp.	X				Cavadores
<i>Homocopris achamas</i>				X	Cavadores
<i>Ontherus brevicollis</i>	X				Cavadores
<i>Uroxys</i> aff. <i>brachialis</i>			X		Cavadores
<i>Uroxys</i> aff. <i>rugatus</i>	X	X			Cavadores
<i>Uroxys coarctatus</i>				X	Cavadores
Coordenadas:					
E1: 06°13'22.4" N, 72°46'44.5" W			E2: 06°13'12.6" N, 72°46'42.3" W		
E3: 06°13'14.5" N, 72°47'03.7" W			E4: 06°12'44.4" N, 72°47'01.5" W		

Anexo 18. Lista de morfotipos presentes en cada una de las estaciones del transecto Belén.

TAXA	BELÉN	GREMIO TRÓFICO
------	-------	----------------

	E1	E2	E3	E4	E5	
Familia Anyphaenidae						
Morfotipo 1					X	Cursoriales en vegetación
Morfotipo 4	X		X	X	X	Cursoriales en vegetación
Familia Araneidae						
Morfotipo 2			X			Constructoras de telas orbiculares
Familia Caponiidae						
Morfotipo 1			X			Cursoriales en suelo
Morfotipo 2				X		Cursoriales en suelo
Familia Corinnidae						
Morfotipo 1	X					Cursoriales en suelo
Morfotipo 2					X	Cursoriales en suelo
Familia Ctenidae						
Morfotipo 2					X	Cursoriales en suelo
Familia Dipluridae						
Morfotipo 1			X			Constructoras de tela de embudo
Familia Linyphiidae						
Morfotipo 1	X	X		X		Constructoras de telas en sábanas
Morfotipo 2	X					Constructoras de telas en sábanas
Morfotipo 3			X		X	Constructoras de telas en sábanas
Familia Lycosidae						
Morfotipo 1		X		X		Cursoriales en suelo
Morfotipo 2		X		X		Cursoriales en suelo
Familia Ochyroceratidae						
Morfotipo 1		X		X		Constructoras de telas en sábanas
Familia Pholcidae						
Morfotipo 1			X		X	Constructoras de telas irregulares
Familia Salticidae						
Morfotipo 1	X					Cazadoras al acecho
Morfotipo 3		X		X		Cazadoras al acecho
Familia Scytodidae						
Morfotipo 1	X					Cursoriales en suelo
Familia Theridiidae						

Morfotipo 1				X	Constructora de telas irregulares
Familia Carabidae					
Morfotipo 11	X				Geófilas
Morfotipo 12	X				Geófilas
Morfotipo 3	X				Geófilas
Morfotipo 5	X				Geófilas
Morfotipo 6	X				Geófilas
Morfotipo 1	X	X	X		Geófilas
Familia Scarabaeidae					
<i>Homocopris achamas</i>	X				Cavadores
<i>Uroxys coarctatus</i>	X				Cavadores
Coordenadas:					
E1: 06°02'37.3" N, 73°00'27.0" W			E2: 06°02'46.5" N, 72°59'32.7" W		
E3: 06°02'25.3" N, 72°59'23.7" W			E4: 06°02'18.3" N, 72°58'53.1" W		
E5: 06°01'41.1" N, 72°57'58.1" W					

Anexo 19. Lista de morfotipos presentes en cada una de las estaciones del transecto Virolin-Rusia.

TAXA	RUSIA-VIROLIN				GREMIO TRÓFICO
	E1	E2	E3	E4	
Familia Anyphaenidae					
Morfotipo 2			X		Cursoriales en vegetación
Morfotipo 4	X		X	X	Cursoriales en vegetación
Familia Caponiidae					
Morfotipo 2	X			X	Cursoriales en suelo
Familia Corinnidae					
Morfotipo 1	X				Cursoriales en suelo
Familia Dipluridae					
Morfotipo 1				X	Constructoras de tela de embudo
Morfotipo 2				X	Constructoras de tela de embudo
Familia Linyphiidae					
Morfotipo 1	X	X	X	X	Constructoras de telas en sábanas
Morfotipo 2	X	X			Constructoras de telas en sábanas
Familia Lycosidae					
Morfotipo 1			X	X	Cursoriales en suelo
Morfotipo 2			X	X	Cursoriales en suelo

Familia Oonopidae					
Morfotipo 1	X				Cursoriales en suelo
Morfotipo 2	X				Cursoriales en suelo
Familia Salticidae					
Morfotipo 1				X	Cazadoras al acecho
Morfotipo 3	X				Cazadoras al acecho
Familia Theridiidae					
Morfotipo 2	X				Constructora de telas irregulares
Morfotipo 6			X		Constructora de telas irregulares
Morfotipo 7				X	Constructora de telas irregulares
Familia Zodariidae					
Morfotipo 1				X	Cursoriales en suelo
Familia Carabidae					
Morfotipo 1	X	X	X	X	Geófilas
Morfotipo 10	X	X			Geófilas
Morfotipo 14		X			Geófilas
Morfotipo 15		X			Geófilas
Morfotipo 3			X		Geófilas
Morfotipo 7	X				Geófilas
Morfotipo 8	X		X		Geófilas
Morfotipo 9		X			Geófilas
Familia Scarabaeidae					
<i>Uroxys coarctatus</i>	X				Cavadores
Coordenadas:					
E1: 05°56'36.6" N, 73°06'47.5" W		E2: 05°56'36.5" N, 73°06'28.3" W			
E3: 05°56'30.03" N, 73°06'10.3" W		E4: 05°56'22.5" N, 73°05'52.1" W			

AVES

Anexo 20. Lista de especies del transecto 1, localizado en el municipio de Cerinza, Boyacá. Se detalla el gremio trófico, endemismo, migración, categoría de amenaza y estación en la que se registró.

ORDEN CERINZA	FAMILIA	ESPECIE	GREMIO TRÓFICO	ENDEMISMO	MIGRATORIA	IUCN 2014.2	CITES	ESTACIÓN
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Ca			LC		1

ORDEN CERINZA	FAMILIA	ESPECIE	GREMIO TRÓFICO	ENDEMISMO	MIGRATORIA	IUCN 2014.2	CITES	ESTACIÓN
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas fasciata</i>	Fr, In		X	LC		1, 3
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Systellura longirostris</i>	In			LC		3
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	Ne			LC	II	1
		<i>Metallura tyrianthina</i>	Ne			LC	II	1, 2, 3
		<i>Eriocnemis vestita</i>	Ne			LC	II	1, 2, 3
		<i>Colibri coruscans</i>	Ne			LC	II	3
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes rivolii</i>	In			LC		1, 2
Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallaria squamigera</i>	In			LC		1
		<i>Grallaria ruficapilla</i>	In			LC		1
	Rhinocryptidae	<i>Scytalopus griseicollis</i>	In			LC		1, 2
	Furnariidae	<i>Synallaxis subpudica</i>	In	*		LC		1, 2, 3
	Tyrannidae	<i>Elaenia frantzii</i>	Fr, In		X	LC		1, 2
		<i>Mecocerculus leucophrys</i>	Fr, In			LC		1, 2
		<i>Pyrrhomyias cinnamomeus</i>	Fr, In			LC		1
	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	In			LC		1, 2
	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Fr, In			LC		1, 2, 3
	Thraupidae	<i>Anisognathus igniventris</i>	Fr			LC		1, 2, 3
		<i>Conirostrum rufum</i>	Fr	**		LC		3
		<i>Diglossa humeralis</i>	Ne			LC		1, 3
	Emberizidae	<i>Chlorospingus flavopectus</i>	Fr, In			LC		1
		<i>Zonotrichia capensis</i>	Fr, In			LC		1
		<i>Atlapetes pallidinucha</i>	Fr, In			LC		1
	Parulidae	<i>Setophaga fusca</i>	Fr, In		X	LC		1
		<i>Myiothlypis nigrocristata</i>	Fr, In			LC		1
		<i>Myioborus ornatus</i>	Fr, In	**		LC		1
	Icteridae	<i>Icterus chrysater</i>	Fr, In			LC		1
	Fringillidae	<i>Sporaga spinescens</i>	Fr, In			LC		3
Ca: Carnívoro, He: Herbívoro, Fr: Frugívoro, Gr: Granívoro, In: Insectívoro, Ne: Nectarívoro								
Endémico: (*), Casi Endémico: (**)								
LC: Preocupación menor								
Apéndice II: Incluye especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.								
1: (Estación 1), 2: (Estación 2), 3: (Estación 3)								

Anexo 21. Lista de especies del transecto 6, localizado en el municipio de Paipa, Boyacá. Se detalla el gremio trófico, endemismo, migración, categoría de amenaza y estación en la que se registró.

ORDEN RANCHERÍA	FAMILIA	ESPECIE	GREMIO TRÓFICO	ENDEMISMO	MIGRATORIA	IUCN 2014.2	CITES	ESTACIÓN
Galliformes	Cracidae	<i>Penelope montagnii</i>	Fr, In			LC		1
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Ca			LC		3
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas fasciata</i>	Fr, In		X	LC		1, 2
Strigiformes	Strigidae	<i>Asio stygius</i>	Ca			LC	II	1
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	Ne			LC	II	1, 2
		<i>Metallura tyrianthina</i>	Ne			LC	II	1, 2
		<i>Eriocnemis vestita</i>	Ne			LC	II	1, 2
		<i>Chalcostigma heteropogon</i>	Ne			LC	II	2
		<i>Ramphomicron microrhynchum</i>	Ne			LC	II	2
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes rivolii</i>	In			LC		1
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Ca			LC		3
Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallaria ruficapilla</i>	In			LC		1
	Rhinocryptidae	<i>Scytalopus griseicollis</i>	In			LC		1, 2
	Furnariidae	<i>Asthenes fuliginosa</i>	In			LC		2
		<i>Synallaxis subpudica</i>	In	*		LC		1
	Tyrannidae	<i>Phyllomyias nigrocapillus</i>	Fr, In			LC		2
		<i>Phyllomyias uropygialis</i>	Fr, In			LC		2
		<i>Elaenia frantzii</i>	Fr, In		X	LC		2
		<i>Zimmerius chrysops</i>	Fr, In			LC		2
		<i>Mecocerculus leucophrys</i>	Fr, In			LC		1, 2
		<i>Ochthoeca fumicolor</i>	Fr, In			LC		2
	Troglodytidae	<i>Cistothorus platensis</i>	In			LC		3
		<i>Cinnycerthia unirufa</i>	In			LC		1, 2
		<i>Henicorhina leucophrys</i>	In			LC		1, 2
	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Fr, In			LC		1, 2
	Thraupidae	<i>Hemispingus atropileus</i>	Fr			LC		2
		<i>Hemispingus verticalis</i>	Fr			LC		2
		<i>Buthraupis montana</i>	Fr			LC		2
<i>Anisognathus igniventris</i>		Fr			LC		1, 2	
<i>Tangara vassorii</i>		Fr			LC		1	
<i>Conirostrum sitticolor</i>		Fr			LC		2	
<i>Conirostrum rufum</i>		Fr	**		LC		1, 2	
<i>Diglossa humeralis</i>	Ne			LC		1, 2, 3		

ORDEN RANCHERÍA	FAMILIA	ESPECIE	GREMIO TRÓFICO	ENDEMISMO	MIGRATORIA	IUCN 2014.2	CITES	ESTACIÓN	
		<i>Diglossa albilatera</i>	Ne			LC		2	
		<i>Diglossa caerulescens</i>	Ne			LC		3	
		<i>Diglossa cyanea</i>	Ne			LC		2	
		<i>Catamenia analis</i>	Gr			LC		3	
	Emberizidae	<i>Chlorospingus canigularis</i>	Fr, In			LC		1, 2	
		<i>Atlapetes schistaceus</i>	Fr, In			LC		2	
		<i>Atlapetes pallidinucha</i>	Fr, In			LC		1	
	Parulidae	<i>Leiothlypis peregrina</i>	Fr, In			X	LC		1
		<i>Setophaga fusca</i>	Fr, In			X	LC		2
		<i>Myiothlypis nigrocristata</i>	Fr, In				LC		1, 2
		<i>Myioborus ornatus</i>	Fr, In	**			LC		1, 2
	Icteridae	<i>Sturnella magna</i>	Fr, In				LC		2
	Fringillidae	<i>Sporaga spinescens</i>	Fr, In				LC		1, 2
Ca: Carnívoro, He: Herbívoro, Fr: Frugívoro, Gr: Granívoro, In: Insectívoro, Ne: Nectarívoro									
Endémico: (*), Casi Endémico: (**)									
LC: Preocupación menor									
Apéndice II: Incluye especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.									
1: (Estación 1), 2: (Estación 2), 3: (Estación 3)									

Anexo 22. Lista de especies del transecto 2, localizado en el municipio de Tipacoque, Boyacá. Se detalla el gremio trófico, endemismo, migración, categoría de amenaza y estación en la que se registró.

ORDEN TIPACOQUE	FAMILIA	ESPECIE	GREMIO TRÓFICO	ENDEMISMO	MIGRATORIA	IUCN 2014.2	CITES	ESTACIÓN
Galliformes	Cracidae	<i>Penelope montagnii</i>	Fr, In			LC		1, 2
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Ca			LC		1, 2, 3
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas fasciata</i>	Fr, In		X	LC		1, 2, 3
		<i>Zenaida auriculata</i>	Fr, In			LC		2
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Systellura longirostris</i>	In			LC		2, 3
Apodiformes	Apodidae	<i>Aeronautes montivagus</i>	In			LC		1, 3
	Trochilidae	<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	Ne			LC	II	1
		<i>Metallura tyrianthina</i>	Ne			LC	II	1, 2, 3
		<i>Eriocnemis vestita</i>	Ne			LC	II	3
		<i>Eriocnemis cupreiventris</i>	Ne	**		NT	II	3

ORDEN TIPACOQUE	FAMILIA	ESPECIE	GREMIO TRÓFICO	ENDEMISMO	MIGRATORIA	IUCN 2014.2	CITES	ESTACIÓN
		<i>Colibri coruscans</i>	Ne			LC	II	1
		<i>Colibri thalassinus</i>	Ne		X	LC	II	1
		<i>Adelomyia melanogenys</i>	Ne			LC	II	1, 2
		<i>Heliangelus amethysticollis</i>	Ne			LC	II	1, 2, 3
		<i>Coeligena bonapartei</i>	Ne	**		LC	II	2
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon personatus</i>	Fr, In			LC		1, 2, 3
Piciformes	Ramphastidae	<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	Fr, In		X	LC		1, 2
	Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	In			LC		2
		<i>Colaptes rivolii</i>	In			LC		2, 3
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Ca			LC		2
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus chalcopterus</i>	Fr, Gr			LC	II	1
Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallaria ruficapilla</i>	In			LC		1, 3
	Rhinocryptidae	<i>Scytalopus griseicollis</i>	In			LC		1, 2, 3
		<i>Scytalopus spillmanni</i>	In			LC		2
	Furnariidae	<i>Lepidocolaptes lacrymiger</i>	In			LC		2, 3
		<i>Margarornis squamiger</i>	In			LC		2
		<i>Synallaxis azarae</i>	In			LC		3
	Tyrannidae	<i>Elaenia frantzii</i>	Fr, In		X	LC		1, 2
		<i>Mecocerculus leucophrys</i>	Fr, In			LC		1
		<i>Ochthoeca fumicolor</i>	Fr, In			LC		3
		<i>Ochthoeca diadema</i>	Fr, In			LC		2
	Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	Fr, In			LC		1, 2, 3
	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	In			LC		1, 3
		<i>Henicorhina leucophrys</i>	In			LC		3
	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Fr, In			LC		1, 2, 3
	Thraupidae	<i>Hemispingus atropileus</i>	Fr			LC		3
		<i>Hemispingus frontalis</i>	Fr			LC		2
		<i>Buthraupis montana</i>	Fr			LC		2, 3
		<i>Anisognathus igniventris</i>	Fr			LC		1, 2, 3
		<i>Thraupis cyanocephala</i>	Fr			LC		2
		<i>Conirostrum albifrons</i>	Fr			LC		1
		<i>Diglossa humeralis</i>	Ne			LC		1, 3
		<i>Diglossa albilatera</i>	Ne			LC		1, 2, 3
	Emberizidae	<i>Diglossa cyanea</i>	Ne			LC		1
<i>Chlorospingus canigularis</i>		Fr, In			LC		3	
<i>Chlorospingus flavopectus</i>		Fr, In			LC		3	
<i>Zonotrichia capensis</i>		Fr, In			LC		1	
Cardinalidae	<i>Atlapetes latinuchus</i>	Fr, In			LC		1	
	<i>Piranga rubriceps</i>	Fr, In			LC		2	

ORDEN TIPACOQUE	FAMILIA	ESPECIE	GREMIO TRÓFICO	ENDESMISMO	MIGRATORIA	IUCN 2014.2	CITES	ESTACIÓN
	Parulidae	<i>Setophaga fusca</i>	Fr, In		X	LC		1, 3
		<i>Myiothlypis luteoviridis</i>	Fr, In			LC		2
		<i>Myiothlypis nigrocristata</i>	Fr, In			LC		1
		<i>Cardellina canadensis</i>	Fr, In		X	LC		1, 2
		<i>Myioborus miniatus</i>	Fr, In			LC		1
		<i>Myioborus ornatus</i>	Fr, In	**		LC		1, 2, 3
	Icteridae	<i>Cacicus chrysonotus</i>	Fr, In			LC		1, 2, 3
		<i>Icterus chrysater</i>	Fr, In			LC		1
	Fringillidae	<i>Sporaga spinescens</i>	Fr, In			LC		3
Ca: Carnívoro, He: Herbívoro, Fr: Frugívoro, Gr: Granívoro, In: Insectívoro, Ne: Nectarívoro								
Endémico: (*), Casi Endémico: (**)								
LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazado								
Apéndice II: Incluye especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.								
1: (Estación 1), 2: (Estación 2), 3: (Estación 3)								

Anexo 23. Lista de especies del transecto 8, localizado en el municipio de Onzaga, Santander. Se detalla el gremio trófico, endemismo, migración, categoría de amenaza y estación en la que se registró.

ORDEN ONZAGA	FAMILIA	ESPECIE	GREMIO TRÓFICO	ENDESMISMO	MIGRATORIA	IUCN 2014.2	CITES	ESTACIÓN
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas andium</i>	He			LC		3
Galliformes	Cracidae	<i>Penelope montagnii</i>	Fr, In			LC		2
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Ca			LC		1, 2
		<i>Cathartes aura</i>	Ca			LC		2
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Ca			LC	II	3
Charadriiformes	Scolophacidae	<i>Gallinago nobilis</i>	In			NT		3
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas fasciata</i>	Fr, In		X	LC		1, 2, 3
Strigiformes	Strigidae	<i>Asio flammeus</i>	Ca		X	LC	II	3
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	In			LC		1, 2
	Trochilidae	<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	Ne			LC	II	1, 2
		<i>Metallura tyrianthina</i>	Ne			LC	II	1, 2, 3
		<i>Eriocnemis vestita</i>	Ne			LC	II	2, 3
		<i>Eriocnemis cupreiventris</i>	Ne	**		NT	II	2, 3

ORDEN ONZAGA	FAMILIA	ESPECIE	GREMIO TRÓFICO	ENDESMO	MIGRATORIA	IUCN 2014.2	CITES	ESTACIÓN	
		<i>Chalcostigma heteropogon</i>	Ne			LC	II	3	
		<i>Lesbia victoriae</i>	Ne			LC	II	3	
		<i>Colibri coruscans</i>	Ne			LC	II	1	
		<i>Ramphomicron microrhynchum</i>	Ne			LC	II	2	
		<i>Heliangelus amethysticollis</i>	Ne			LC	II	1, 2	
		<i>Ensifera ensifera</i>	Ne			LC	II	2	
		<i>Coeligena torquata</i>	Ne			LC	II	1, 2	
		<i>Coeligena helianthea</i>	Ne	**		LC	II	1	
		<i>Coeligena bonapartei</i>	Ne	**		LC	II	1, 2	
		<i>Boissonneaua flavescens</i>	Ne			LC	II	1	
		<i>Aglaeactis cupripennis</i>	Ne			LC	II	3	
		<i>Chaetocercus mulsant</i>	Ne			LC	II	1	
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon personatus</i>	Fr, In			LC		1, 2	
Piciformes	Ramphastidae	<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	Fr, In		X	LC		2	
	Picidae	<i>Picoides fumigatus</i>	In			LC		2	
		<i>Colaptes rivolii</i>	In			LC		1, 2, 3	
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Ca			LC		1, 2, 3	
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Hapalopsittaca amazonina</i>	Fr, Gr	**		VU	II	2	
		<i>Pionus chalcopterus</i>	Fr, Gr			LC	II	1, 2	
		<i>Amazona mercenarius</i>	Fr, Gr			LC	II	2	
Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallaria squamigera</i>	In			LC		1, 2	
		<i>Grallaria ruficapilla</i>	In			LC		1, 2, 3	
	Rhinocryptidae	<i>Scytalopus griseicollis</i>	In			LC		1, 2, 3	
	Furnariidae	<i>Lepidocolaptes lacrymiger</i>	In			LC		1, 2	
		<i>Margarornis squamiger</i>	In			LC		1, 2	
		<i>Thripadectes holostictus</i>	In			LC		2	
		<i>Asthenes flammulata</i>	In			LC		3	
		<i>Synallaxis subpudica</i>	In	*		LC		2, 3	
		<i>Synallaxis azarae</i>	In			LC		2	
	Tyrannidae	<i>Phyllomyias nigrocapillus</i>	Fr, In				LC		1, 2
		<i>Elaenia frantzii</i>	Fr, In			X	LC		2, 3
		<i>Mecocerculus leucophrys</i>	Fr, In				LC		1, 2, 3
		<i>Contopus fumigatus</i>	Fr, In				LC		1, 2
		<i>Pyrrhomyias cinnamomeus</i>	Fr, In				LC		1, 2
<i>Myiotheretes fumigatus</i>		Fr, In				LC		2	
<i>Ochthoeca fumicolor</i>		Fr, In				LC		1, 2, 3	
<i>Ochthoeca rufipectoralis</i>		Fr, In				LC		1, 2	
<i>Ochthoeca cinnamomeiventris</i>	Fr, In				LC		2		
Cotingidae	<i>Pipreola riefferii</i>	Fr, In				LC		2	

ORDEN ONZAGA	FAMILIA	ESPECIE	GREMIO TRÓFICO	ENDEMISMO	MIGRATORIA	IUCN 2014.2	CITES	ESTACIÓN
	Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	Fr, In		X	LC		1
	Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	Fr, In			LC		1, 2
	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	In			LC		1, 2, 3
		<i>Progne subis</i>	In		X	LC		1, 3
	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	In			LC		1, 2, 3
		<i>Cistothorus platensis</i>	In			LC		3
	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Fr, In			LC		1, 2, 3
	Thraupidae	<i>Hemispingus superciliaris</i>	Fr			LC		2
		<i>Hemispingus verticalis</i>	Fr			LC		2
		<i>Buthraupis montana</i>	Fr			LC		2
		<i>Anisognathus lacrymosus</i>	Fr			LC		1
		<i>Anisognathus igniventris</i>	Fr			LC		1, 2
		<i>Dubusia taeniata</i>	Fr			LC		2, 3
		<i>Tangara vassorii</i>	Fr			LC		2
		<i>Conirostrum albifrons</i>	Fr			LC		1, 2
		<i>Conirostrum rufum</i>	Fr		**	LC		3
		<i>Diglossa lafresnayii</i>	Ne			LC		2, 3
		<i>Diglossa humeralis</i>	Ne			LC		1, 2, 3
		<i>Diglossa albilatera</i>	Ne			LC		1, 2
		<i>Diglossa caerulescens</i>	Ne			LC		1, 2, 3
		<i>Diglossa cyanea</i>	Ne			LC		2
	<i>Catamenia inornata</i>	Gr			LC		3	
	Emberizidae	<i>Chlorospingus canigularis</i>	Fr, In			LC		1, 2
		<i>Arremon brunneinucha</i>	Fr, In			LC		1
		<i>Zonotrichia capensis</i>	Fr, In			LC		1, 2, 3
		<i>Atlapetes latinuchus</i>	Fr, In			LC		1
		<i>Atlapetes pallidinucha</i>	Fr, In			LC		2
	Parulidae	<i>Geothlypis philadelphia</i>	Fr, In		X	LC		2
		<i>Setophaga fusca</i>	Fr, In		X	LC		1, 2
		<i>Myiothlypis nigrocristata</i>	Fr, In			LC		2, 3
		<i>Myioborus miniatus</i>	Fr, In			LC		2
		<i>Myioborus ornatus</i>	Fr, In		**	LC		1, 2
	Icteridae	<i>Cacicus chrysonotus</i>	Fr, In			LC		1
		<i>Sturnella magna</i>	Fr, In			LC		1, 2, 3
	Fringillidae	<i>Sporaga spinescens</i>	Fr, In			LC		3
Ca: Carnívoro, He: Herbívoro, Fr: Frugívoro, Gr: Granívoro, In: Insectívoro, Ne: Nectarívoro								
Endémico: (*), Casi Endémico: (**)								
LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazado, VU: Vulnerable								
Apéndice II: Incluye especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo								

ORDEN ONZAGA	FAMILIA	ESPECIE	GREMIO TRÓFICO	ENDESMISMO	MIGRATORIA	IUCN 2014.2	CITES	ESTACIÓN
comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.								
1: (Estación 1), 2: (Estación 2), 3: (Estación 3)								

Anexo 24. Lista de especies del transecto 9, localizado en el municipio de Belén, Boyacá. Se detalla el gremio trófico, endemismo, migración, categoría de amenaza y estación en la que se registró.

ORDEN BELÉN	FAMILIA	ESPECIE	GREMIO TRÓFICO	ENDESMISMO	MIGRATORIA	IUCN 2014.2	CITES	ESTACIÓN
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas andium</i>	He			LC		2, 3
Galliformes	Cracidae	<i>Penelope montagnii</i>	Fr, In			LC		2
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Ca			LC		1, 2
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoetus melanoleucus</i>	Ca			LC	II	2, 3
		<i>Rupornis magnirostris</i>	Ca			LC	II	1
Charadriiformes	Scolophacidae	<i>Gallinago nobilis</i>	In			NT		3
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas fasciata</i>	Fr, In		X	LC		1, 2
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Systellura longirostris</i>	In			LC		3
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	Ne			LC	II	1, 2
		<i>Metallura tyrianthina</i>	Ne			LC	II	1, 2, 3
		<i>Eriocnemis vestita</i>	Ne			LC	II	1, 2
		<i>Eriocnemis cupreovertris</i>	Ne	**		NT	II	2
		<i>Chalcostigma heteropogon</i>	Ne			LC	II	2, 3
		<i>Helianthus amethysticollis</i>	Ne			LC	II	1, 2
		<i>Coeligena bonapartei</i>	Ne	**		LC	II	1
		<i>Aglaeactis cupripennis</i>	Ne			LC	II	1, 2
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon personatus</i>	Fr, In			LC		1
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	In			LC		1
		<i>Colaptes rivolii</i>	In			LC		3
		<i>Campephilus pollens</i>	In			LC		1
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Ca			LC		3
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Bolborhynchus lineola</i>	Fr, Gr		X	LC	II	2
		<i>Hapalopsittaca amazonina</i>	Fr, Gr	**		VU	II	1
Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallaria squamigera</i>	In			LC		2
		<i>Grallaria ruficapilla</i>	In			LC		1,2

ORDEN BELÉN	FAMILIA	ESPECIE	GREMIO TRÓFICO	ENDEMISMO	MIGRATORIA	IUCN 2014.2	CITES	ESTACIÓN
	Rhinocryptidae	<i>Scytalopus griseicollis</i>	In			LC		2, 3
	Furnariidae	<i>Lepidocolaptes lacrymiger</i>	In			LC		1
		<i>Margarornis squamiger</i>	In			LC		1
		<i>Asthenes fuliginosa</i>	In			LC		2, 3
		<i>Synallaxis subpudica</i>	In	*		LC		3
		<i>Synallaxis azarae</i>	In			LC		2
	Tyrannidae	<i>Phyllomyias nigrocapillus</i>	Fr, In			LC		1
		<i>Mecocerculus stictopterus</i>	Fr, In			LC		1
		<i>Mecocerculus leucophrys</i>	Fr, In			LC		1, 2
		<i>Pyrrhomyias cinnamomeus</i>	Fr, In			LC		1
		<i>Myiotheretes striaticollis</i>	Fr, In			LC		1
		<i>Ochthoeca fumicolor</i>	Fr, In			LC		1, 2, 3
		<i>Ochthoeca rufipectoralis</i>	Fr, In			LC		1
	Cotingidae	<i>Ampelion rubrocristatus</i>	Fr, In			LC		2
	Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	Fr, In		X	LC		1
	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	In			LC		1
	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	In			LC		1, 2, 3
		<i>Cistothorus platensis</i>	In			LC		3
		<i>Henicorhina leucophrys</i>	In			LC		1, 2
	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Fr, In			LC		1, 2, 3
	Thraupidae	<i>Hemispingus superciliaris</i>	Fr			LC		1
		<i>Hemispingus verticalis</i>	Fr			LC		1, 2
		<i>Buthraupis montana</i>	Fr			LC		1
		<i>Anisognathus igniventris</i>	Fr			LC		1, 2, 3
		<i>Pipraeidea melanonota</i>	Fr			LC		1
		<i>Tangara vassorii</i>	Fr			LC		1, 2
		<i>Conirostrum sitticolor</i>	Fr			LC		2
		<i>Conirostrum albifrons</i>	Fr			LC		1
		<i>Conirostrum rufum</i>	Fr	**		LC		1, 2, 3
		<i>Diglossa lafresnayii</i>	Ne			LC		3
		<i>Diglossa humeralis</i>	Ne			LC		1, 2, 3
		<i>Diglossa caerulescens</i>	Ne			LC		2
		<i>Diglossa cyanea</i>	Ne			LC		2
		<i>Phrygilus unicolor</i>	Gr			LC		3
	<i>Catamenia inornata</i>	Gr			LC		2, 3	
	Emberizidae	<i>Chlorospingus canigularis</i>	Fr, In			LC		1
		<i>Chlorospingus flavopectus</i>	Fr, In			LC		1
		<i>Zonotrichia capensis</i>	Fr, In			LC		1, 2

ORDEN BELÉN	FAMILIA	ESPECIE	GREMIO TRÓFICO	ENDEMISMO	MIGRATORIA	IUCN 2014.2	CITES	ESTACIÓN
		<i>Atlapetes pallidinucha</i>	Fr, In			LC		1
	Parulidae	<i>Geothlypis philadelphia</i>	Fr, In		X	LC		1
		<i>Setophaga fusca</i>	Fr, In		X	LC		1
		<i>Myiothlypis nigrocristata</i>	Fr, In			LC		1, 2
		<i>Myioborus ornatus</i>	Fr, In	**		LC		1, 2
		Icteridae	<i>Sturnella magna</i>	Fr, In			LC	
	Fringillidae	<i>Sporaga spinescens</i>	Fr, In			LC		1, 2
		<i>Chlorophonia pyrrhophrys</i>	Fr, In			LC		1
Ca: Carnívoro, He: Herbívoro, Fr: Frugívoro, Gr: Granívoro, In: Insectívoro, Ne: Nectarívoro								
Endémico: (*), Casi Endémico: (**)								
LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazado, VU: Vulnerable								
Apéndice II: Incluye especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.								
1: (Estación 1), 2: (Estación 2), 3: (Estación 3)								

Anexo 25. Lista de especies del transecto 10, localizado en el municipio de Rusia-Virolín, Boyacá. Se detalla el gremio trófico, endemismo, migración, categoría de amenaza y estación en la que se registró.

ORDEN RUSIA-VIROLIN	FAMILIA	ESPECIE	GREMIO TRÓFICO	ENDEMISMO	MIGRATORIA	IUCN 2014.2	CITES	ESTACIÓN
Galliformes	Cracidae	<i>Penelope montagnii</i>	Fr, In			LC		2
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Ca			LC		1
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoetus melanoleucus</i>	Ca			LC	II	2
		<i>Accipiter striatus</i>	Ca			LC	II	2
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago nobilis</i>	In			NT		3
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas fasciata</i>	Fr, In		X	LC		1, 2
Strigiformes	Strigidae	<i>Megascops albogularis</i>	Ca			LC	II	2
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Systellura longirostris</i>	In			LC		2
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne rutila</i>	In			LC		1, 2
		<i>Streptoprocne zonaris</i>	In			LC		1, 2
	Trochilidae	<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	Ne			LC	II	2
		<i>Metallura tyrianthina</i>	Ne			LC	II	1, 2, 3
		<i>Eriocnemis vestita</i>	Ne			LC	II	2, 3
		<i>Eriocnemis cupreiventris</i>	Ne	**		NT	II	1
<i>Chalcostigma heteropogon</i>	Ne			LC	II	2, 3		

ORDEN RUSIA-VIROLIN	FAMILIA	ESPECIE	GREMIO TRÓFICO	ENDEMIISMO	MIGRATORIA	IUCN 2014.2	CITES	ESTACIÓN
		<i>Lesbia victoriae</i>	Ne			LC	II	3
		<i>Heliangelus amethysticollis</i>	Ne			LC	II	1, 3
		<i>Heliangelus exortis</i>	Ne			LC	II	1
		<i>Coeligena bonapartei</i>	Ne	**		LC	II	1, 2
		<i>Boissonneaua flavescens</i>	Ne			LC	II	1
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon personatus</i>	Fr, In			LC		1
Piciformes	Ramphastidae	<i>Andigena nigrirostris</i>	Fr, In			LC		2
	Picidae	<i>Colaptes rivolii</i>	In			LC		1, 2, 3
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Ca			LC		1
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona mercenarius</i>	Fr, Gr			LC	II	2
Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallaria squamigera</i>	In			LC		1, 2
		<i>Grallaria ruficapilla</i>	In			LC		1
	Rhinocryptidae	<i>Scytalopus griseicollis</i>	In			LC		2, 3
	Furnariidae	<i>Lepidocolaptes lacrymiger</i>	In			LC		1
		<i>Asthenes fuliginosa</i>	In			LC		2, 3
		<i>Synallaxis azarae</i>	In			LC		1, 2
	Tyrannidae	<i>Mecocerculus leucophrys</i>	Fr, In			LC		1, 2, 3
		<i>Ochthoeca fumicolor</i>	Fr, In			LC		3
	Cotingidae	<i>Ampelion rubrocristatus</i>	Fr, In			LC		1
	Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	Fr, In		X	LC		1
	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	In			LC		1, 2
	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	In			LC		1
		<i>Cistothorus platensis</i>	In			LC		1
		<i>Cinnycerthia unirufa</i>	In			LC		2
		<i>Henicorhina leucophrys</i>	In			LC		1, 2
	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Fr, In			LC		1, 2, 3
	Thraupidae	<i>Hemispingus atropileus</i>	Fr			LC		1
		<i>Hemispingus verticalis</i>	Fr			LC		2, 3
		<i>Buthraupis montana</i>	Fr			LC		1, 2
		<i>Anisognathus igniventris</i>	Fr			LC		1, 2
		<i>Dubusia taeniata</i>	Fr			LC		1, 2
		<i>Tangara vassorii</i>	Fr			LC		1
		<i>Conirostrum albifrons</i>	Fr			LC		1
<i>Conirostrum rufum</i>		Fr	**		LC		2	
<i>Diglossa lafresnayii</i>		Ne			LC		2	
<i>Diglossa humeralis</i>		Ne			LC		1, 2, 3	
<i>Diglossa albilatera</i>		Ne			LC		1	
<i>Diglossa caerulescens</i>		Ne			LC		1, 2	
<i>Catamenia inornata</i>	Gr			LC		2, 3		

ORDEN RUSIA-VIROLIN	FAMILIA	ESPECIE	GREMIO TRÓFICO	ENDESMISMO	MIGRATORIA	IUCN 2014.2	CITES	ESTACIÓN
	Emberizidae	<i>Chlorospingus canigularis</i>	Fr, In			LC		1, 2
	Parulidae	<i>Leiothlypis peregrina</i>	Fr, In		X	LC		1
		<i>Geothlypis philadelphia</i>	Fr, In		X	LC		1
		<i>Setophaga fusca</i>	Fr, In		X	LC		1, 2
		<i>Myiothlypis nigrocristata</i>	Fr, In			LC		1, 2
		<i>Myioborus ornatus</i>	Fr, In		**	LC		1, 2
	Icteridae	<i>Amblycercus holosericeus</i>	Fr, In			LC		2
		<i>Macroagelaius subalaris</i>	Fr, In		*	EN		1, 2
		<i>Sturnella magna</i>	Fr, In			LC		1, 3
	Fringillidae	<i>Sporaga spinescens</i>	Fr, In			LC		1
Ca: Carnívoro, He: Herbívoro, Fr: Frugívoro, Gr: Granívoro, In: Insectívoro, Ne: Nectarívoro								
Endémico: (*), Casi Endémico: (**)								
LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazado, EN: En peligro								
Apéndice II: Incluye especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.								
1: (Estación 1), 2: (Estación 2), 3: (Estación 3)								