



Conferencia Internacional sobre ecología
de serpentina

*International Conference on Serpentine
Ecology*

**PROGRAMA Y
RESÚMENES**

**PROGRAM
AND ABSTRACTS**



Phyllanthus orbicularis

*Jardín Botánico Nacional / National Botanical Garden
La Habana, Cuba / Havana, Cuba
Abril 21-26 / April 21-26
2003*

PATROCINADORES

Jardín Botánico Nacional

Centro Nacional de Áreas Protegidas

EXPOCUBA

Jardín Botánico de Pinar del Río

Universidad de la Habana

Ministerio de la Industria Básica

Ministerio de la Agricultura

COAUSPICIADORES

Sociedad Cubana de Botánica

Academia de Ciencias de Cuba

Phyllanthus orbicularis Kunth in Humboldt et al.



Pequeño arbusto que florece todo el año con diminutas y delicadas flores rosado pálidas, de ahí su nombre común: “Alegría”. Es una especie endémica, muy abundante en todas las áreas ultramáficas y bien conocida como planta hiperacumuladora de níquel.

Small shrub that flowers all year, with tiny and fragile pale pink flowers, being its common name “Alegría” (“Gladness”). It is an endemic species, very common in all ultramafic outcrops and it is known to hyperaccumulate nickel.

ÍNDICE GENERAL / GENERAL INDEX

Primer número: Programa de ponencias / *First number: Lecture programme*
Segundo número: Programa de carteles / *Second number: Poster programme*
Tercer número: Resúmenes de las ponencias / *Third number: Lecture abstracts*
Cuarto número: Resúmenes de los carteles / *Fourth number: Poster abstracts*

Sesión 1: Diversidad Vegetal en Áreas Ultramáficas: Estudios Florísticos y Fitogeográficos.
Session 1: Plant Diversity in Ultramafic Areas: Floristic and Phytogeographic Studies1, 6, 10, 33

Sesión 2: Fauna y Biología de la Reproducción de Plantas de Áreas Ultramáficas
Session 2 Fauna and Reproductive Biology in Plants of Ultramafic Areas.....2, 7, 15, 41

Sesión 3: Pedología y Microbiología de Suelos Ultramáficos
Session 3: Pedology and Microbiology of Ultramafic Soils2, 7, 17, 44

Sesión 4: Estudios en la Vegetación de Áreas Ultramáficas
Session 4: Vegetation Studies in Ultramafic Areas3, 7, 20, 47

Sesión 5: Plantas Acumuladoras de Metales Pesados
Session 5: Heavy Metal Hyperaccumulation by Plants.....3, 8, 24, 50

Sesión 6: Conservación de Especies y Áreas Ultramáficas
Session 6: Ultramafic Species and Areas Conservation.....4, 9, 30,57

Cajalbana: un centro de diversidad de la flora de Cuba
Cajalbana: a centre of plant diversity of Cuban flora62

Moa: “Paraíso de los botánicos...” Notas sobre su flora y vegetación
Moa: “Paradise of botanists...” Notes on its flora and vegetation70

Índice de autores / Author Index

Nota: Los números de página del índice se refieren al documento impreso no al archivo PDF. /

Note: Index page numbers belong to printed document not to PDF file.

PROGRAMA DE LA CONFERENCIA / *CONFERENCE PROGRAMME*

PONENCIAS ORALES / *LECTURES*

MARTES 22 / *TUESDAY 22ND*

SESIÓN 1: DIVERSIDAD VEGETAL EN ÁREAS ULTRAMÁFICAS: ESTUDIOS FLORÍSTICOS Y FITOGEOGRÁFICOS.

SESSION 1: PLANT DIVERSITY IN ULTRAMAFIC AREAS: FLORISTIC AND PHYTOGEOGRAPHIC STUDIES.

Presidente / *Chair*: Rosalina Berazaín Iturralde

08:30-08:40: **Introducción / *Introduction***

08:40-09:00: Zimbabwean serpentine endemics: phytogeography and speciation. F. Malaisse, T. Baudesson & B. Leteinturier.

09:00-09:20: Serpentine flora of Central Iran (Nain and Anarak): a preliminary investigation. S.M. Ghaderian, M. Nogherian, A.A. Maassoumi, A. Jalili & A.J.M. Baker.

09:20-09:40: Patterns of distribution of Cuban endemic plants living in serpentine soils. A. López Almiral.

09:40-10:00: Diversidad vegetal en los distritos fitogeográficos de Cuba: influencia de los sustratos ultramáficos. F. Areces Berazaín, L.R. González-Torres, R. Berazaín Iturralde & J. Bonome Pérez.

10:00-10:20: Brioflora en las serpentinas del Parque Nacional Pico Cristal. Ma. E. Potrony, A. Motito & K. Mustelier.

10:20-10:40: **Merienda / *Coffee Break***

10:40-11:00: Las pteridofloras de la Meseta del Toldo y la altiplanicie de Monte Iberia, dos zonas clásicas de serpentinas en Cuba Oriental. C. Sánchez Villaverde & M. García Caluff.

11:00-11:20: El endemismo vegetal en la Llanura de Camagüey sobre asociación ofiolítica, Cuba Central. M.M. León Rodríguez, N. Ricardo Nápoles & N. Enríquez Salgueiro.

11:20-11:40: Edaphic differentiation in the *Lasthenia californica* complex (Asteraceae). N. Rajakaruna.

11:40-12:00: Pattern of species differentiation within the *Buxus glomerata*-group on serpentine and limestone mountains systems in the Oriente Province of Cuba. E. Koehler.

12:00-12:20: El género *Coccothrinax* Sargent en Cuba y su relación con los suelos ultramáficos. A.T. Leiva & R. Verdecia.

12:20-12:30: **Discusión / *Discussion*. Presidente / *Chair***

12:30-14:00: **Almuerzo / *Lunch***

MARTES 22 / TUESDAY 22ND

SESIÓN 2: FAUNA Y BIOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN DE PLANTAS DE ÁREAS ULTRAMÁFICAS

SESSION 2 FAUNA AND REPRODUCTIVE BIOLOGY IN PLANTS OF ULTRAMAFIC AREAS

Presidente / Chair: Robert S. Boyd

14:10-14:20: **Introducción / Introduction**

14:20-14:40: Quiropterofilia en plantas serpentinícolas de Cuba. C.U. Koch, J.E. Gutiérrez Amaro; A. Rodríguez Fuentes & O. von Helversen

14:40-15:00: Reproductive strategies in some tree species of Moa forest. Recommendations to the rehabilitation of mining areas. Y. Torres-Arias; M.E. Rodríguez & R. Oviedo Prieto.

15:00-15:20: Estudio comparativo de la autoecología y biología reproductiva de la orquidea *Broughtonia cubensis* (Ldl.) Cogn. (Orchidaceae), entre poblaciones sobre suelo serpentinítico y cársico. A. Vale González & J. Ferro Díaz.

15:20-15:30: **Discusión / Discussion. Presidente / Chair**

15:30-15:50: **Merienda / Coffee Break**

15:50-16:50: **Presentación de carteles: Sesiones 1 y 2 / Poster show: Sessions 1 and 2.**

MIÉRCOLES 23 / WEDNESDAY 23RD

SESIÓN 3: PEDOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA DE SUELOS ULTRAMÁFICOS

SESSION 3: PEDOLOGY AND MICROBIOLOGY OF ULTRAMAFIC SOILS

Presidente / Chair: Hamid Amir

08:30-08:40: **Introducción / Introduction**

08:40-09:00: Varieties of serpentine soil formation, plant cover, and productivity. E.B. Alexander.

09:00-09:20: Release of Ni and Co by microbial activity in New Caledonian ultramafic soils. H. Amir & R. Pineau.

09:20-09:40: Soil microorganisms in serpentine soil and their effects on the uptake of nickel and other heavy metals by *Alyssum murale*. J.S. Angle, T. Delorme, R.A. Shanab, R.L. Chaney & P van Berkum.

09:40-10:00: *Cenococcum geophilum* isolated from serpentine and non-serpentine soils: genetic variation and *in vitro* response to Ni and Mg/Ca ratio. S.C Gonçalves, A. Portugal, M.T. Gonçalves, R. Vieira, M.A. Martins-Loução & H. Freitas.

10:00-10:20: Presence and distribution of Order Glomales in the Moa region, Cuba. R. Herrera-Peraza, Y. Torres-Arias, M. E. Rodríguez & E. Furrázola Bermúdez.

10:20-10:30: **Discusión / Discussion. Presidente / Chair**

10:30-10:50: **Merienda / Coffee Break**

MIÉRCOLES 23 / WEDNESDAY 23RD

SESIÓN 4: ESTUDIOS EN LA VEGETACIÓN DE ÁREAS ULTRAMÁFICAS
SESSION 4: VEGETATION STUDIES IN ULTRAMAFIC AREAS

Presidente / Chair: François Malaisse

10:50-11:00: **Introducción / Introduction**

11:00-11:20: Studies on Californian serpentine vegetation: diversity and phytosociological survey. D. Sánchez Mata, M.P. Rodríguez-Rojo & M.G. Barbour.

11:20-11:40: Disturbance ecology of ultramafic vegetation in California and implications for management. H.D. Safford & S. Harrison.

11:40-12:00: Comparative analysis of vegetation soil relationships at an ultramafic site in southern British Columbia, Canada. G.J. Lewis & G. Bradfield.

12:00-12:20: New investigations in polar Ural ultramafic vegetation. J. Proctor.

12:20-12:40: The diversity of serpentine plant communities on Mt. Gerania, Greece. A. Chiarucci & Th. Constantinidis.

12:40-14:00: **Almuerzo / Lunch**

14:10-14:30: Formaciones vegetales en áreas ultramáficas (serpentinas) de Cuba. R. Berazaín Iturralde.

14:30-14:50: Flora y vegetación del Tibisial: un afloramiento de serpentina de las montañas de Guamuhaya. L.R. González-Torres, E.R. Bécquer Granados, R. Berazaín Iturralde & J. Gutiérrez Amaro.

14:50-15:10: Apuntes sobre la flora y la vegetación de la ladera Este del Cerro del Fraile, Holguín, Cuba Oriental. S.I. Suárez Terán & P.A. González Gutiérrez.

15:10-15:20: **Discusión / Discussion. Presidente / Chair**

15:20-15:40: **Merienda / Coffee Break**

15:40-16:50: **Presentación de carteles: Sesiones 3 y 4 / Poster show: Sessions 3 and 4.**

JUEVES 24 / THURSDAY 24TH

Expedición a Cajalbana, Pinar del Río. / Cajalbana, Pinar del Río field trip.

VIERNES 25 / FRIDAY 25TH

SESIÓN 5: PLANTAS ACUMULADORAS DE METALES PESADOS
SESSION 5: HEAVY METAL HYPERACCUMULATION BY PLANTS

Presidente / Chair: Alan Baker

08:30-08:40: **Introducción / Introduction**

08:40-09:00: The adaptative function of metal hyperaccumulation in plants: a decade later. R. S. Boyd.

- 09:00-09:20: Speciation of Ni and consequences on its phytoavailability in ultramafic soils. S. Massoura, G. Echevarria, T. Becquer, J. Ghanbaja, E. Leclerc-Cessac & J.L. Morel.
- 09:20-09:40: Phytoextraction and bioavailability of Cd and Ni in soils. C. Schmitt-Sirguy, C. Schwartz, S. Massoura, G. Echevarria & J.L. Morel.
- 09:40-10:00: Spread of metals through an invertebrate food chain as influenced by a plant that hyperaccumulates nickel. A.J. Pollard, Peterson, L.R. & A.J.M. Baker.
- 10:00-10:20: Ecophysiology of *Chrysolina pardalina* Fabricius (Chrysomelidae) as a potential insect species for monitoring distribution of nickel hyperaccumulator *Berkheya coddii*. J. M. Mesjasz-Przybyłowicz, P. Migula, M. Nakonieczny, W. Przybyłowicz, M. Augustyniak & E. Głowacka.
- 10:20-10:40: **Merienda / Coffee Break**
- 10:40-11:00: Costing zinc accumulation in *Thlaspi caerulescens* (Brassicaceae). A. Russell, S. N. Whiting, R. Gleadow, I. Woodrow & A.J.M. Baker.
- 11:00-11:20: Metal hyperaccumulation does not increase drought resistance in *Alyssum murale* and *Thlaspi caerulescens*. S.N. Whiting, P.M. Neumann & A.J.M. Baker.
- 11:20-11:40: Effects of nickel on *Cunonia macrophylla* development, an endemic New Caledonian Cunoniaceae. V. León, B. Fogliani, S. Bouraima-Madjebi & R. Pineau.
- 11:40-12:00: Potential for genetic improvement of *Thlaspi caerulescens* for phytoremediation. M.S. McIntosh, R.L.Chaney, J.S. Angle, A.J.M. Baker & R. Reeves.
- 12:00-12:20: Nickel distribution and trace element uptake in *Berkheya coddii* by neutron activation SEM/EDS and nuclear microprobe. J.M. Mesjasz-Przybyłowicz, W.J. Przybyłowicz, W.U. Reimold & C. Koeberl.
- 12:20-12:40: Studies on spatial distribution of nickel in propagules of the metal hyperaccumulator *Stackhousia tryonii* Bailey using micro-PIXE and EDXMA techniques. N.P. Bhatia, I. Orlic, R. Siegele, N. Ashwath, A.J.M. Baker & K. Walsh.
- 12:40-12:50: **Discusión / Discussion. Presidente / Chair**
- 12:50-14:40: **Almuerzo / Lunch**
- 14:50-16:50: **Presentación de carteles: Sesión 5 / Poster show: Session 5.**
- Recorrido guiado por el Jardín Botánico Nacional (opcional). / *Guided tour of the National Botanical Garden (optional).*
- 16:00-16:20: **Merienda / Coffee Break**

SÁBADO 26 / SATURDAY 26TH

SESIÓN 6: CONSERVACIÓN DE ESPECIES Y ÁREAS ULTRAMÁFICAS

SESSION 6: ULTRAMAFIC SPECIES AND AREAS CONSERVATION

Presidente / Chair: John Proctor

08:30-08:40: **Introducción / Introduction**

08:40-09:00: Status of conservation of serpentine sites in North America. A. Kruckeberg.

Programa de la Conferencia / Conference Programme

- 09:00-09:20: Conservation status of rare plant species endemic to serpentine in Puerto Rico. D.A. Kolterman & G.A. Breckon.
- 09:20-09:40: Botanical characteristics of New Caledonia: constraints for the mining industry and opportunities for restoration. T. Jaffré; F. Rigault; G. Dagostini & J. Fambart.
- 09:40-10:00: Revegetation and rehabilitation of open mined lands in Cuba. G. Herrera, F.B. Geigel, P. Herrera, N. Bruzón, N. Noda & N. Peña.
- 10:00-10:20: Native plants resistant or sensitive to different kinds of environmental impacts produced by mining activity in Moa, possible use in rehabilitation. M.E. Rodríguez, R. Oviedo, X. Mayans, Y. Torres-Arias & G. Palacios.
- 10:20-10:40: **Merienda / Coffee Break**
- 10:40-10:50: **Discusión / Discussion. Presidente / Chair**
- 10:50-12:00: **Discusión final / Final discussion**
- 12:10: **Almuerzo de Despedida / Farewell Lunch**

CARTELES / POSTERS

MARTES 22 / TUESDAY 22ND

**SESIÓN 1: DIVERSIDAD VEGETAL EN ÁREAS ULTRAMÁFICAS: ESTUDIOS
FLORÍSTICOS Y FITOGEOGRÁFICOS.**

***SESSION 1: PLANT DIVERSITY IN ULTRAMAFIC AREAS: FLORISTIC AND
PHYTOGEOGRAPHIC STUDIES.***

1. Inventario preliminar de la flora vascular exclusiva de suelos serpentínicos en República Dominicana. B. Peguero.
2. Composition and diversity of bryophyte communities at an ultramafic site in southern British Columbia, Canada. J.M. Ingram, G.L. Lewis & G.E. Bradfield.
3. Plant ecology of ultramafic outcrops (Northern Apennines (Piacenza), region: Emilia Romagna). G. Virginia Vercesi.
4. Serpentine plants of Sri Lanka: A preliminary study. N. Rajakaruna.
5. Serpentine shift of López's aridity index. H. Ferras, A. López Almirall & A.M. García.
6. Caracterización de la brioflora en las serpentinitas cubanas. A. Motito Marín, K. Mustelier Martínez, M. E. Potrony Hechavarría & A. Vicario Estremera.
7. Fanerógamas inventariadas en las formaciones vegetales sobre serpentina en las motañas Nipe-Sagua-Baracoa Cuba Oriental. E. Martínez Quesada.
8. Flora serpentínica de Motembo, Villa Clara, Cuba Central. F. Franco Flores, I. Castañeda Noa & R. Oviedo Prieto.
9. El suelo derivado de la roca serpentinita y su influencia sobre la flora: un caso al sur de Santa Clara, Cuba Central. F. Franco Flores, I. Castañeda Noa & C. Rios Albuérne.
10. Endemismo de la flora de un área de serpentina al sur de la ciudad de Santa Clara, Cuba Central. A. Noa Monzón
11. Plantas carnívoras en las áreas serpentínicas de Cuba. C. Panfet Valdés.
12. El género *Croton* L. (Euphorbiaceae) en las serpentinas de Cuba. A. Vázquez Ruiz.
13. El género *Gochnatia* Kunth (Asteraceae) en las serpentinas cubanas. I. Ventosa Rodríguez.
14. Las eriocauláceas de las serpentinas de Cuba. L. González Geigel.
15. *Hedyosmum subintegrum* (Chloranthaceae), un endemismo de las serpentinas orientales de Cuba. H. Saralegui Boza.
16. Modificaciones anatómicas en plantas que crecen sobre suelos de serpentina. R. Rankin Rodríguez.

MARTES 22 / TUESDAY 22ND

SESIÓN 2: FAUNA Y BIOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN DE PLANTAS DE ÁREAS ULTRAMÁFICAS

SESSION 2 FAUNA AND REPRODUCTIVE BIOLOGY IN PLANTS OF ULTRAMAFIC AREAS

17. Los lepidópteros de las formaciones vegetales sobre serpentinas de Cuba. A. Barro Cañamero, R. Nuñez Aguila & K. Rodríguez Fernández.
18. Mode of pollination in two *Thlaspi caerulescens* populations. E.C. Synkowski, M.S. McIntosh, J.S. Angle & R.L. Chaney.
19. Fenología y biología reproductiva de especies que habitan sobre suelos ultramáficos: *Caesalpinia bahamensis* subsp. *orientensis* Borhidi. J.E. Gutiérrez Amaro, A. Rodríguez Fuentes, C.U. Koch & O. von Helversen.
20. Fenología y biología reproductiva de especies que habitan sobre suelos ultramáficos: *Samyda macrantha*. P. Wilson. A. Rodríguez Fuentes, C.U. Koch, J.E. Gutiérrez Amaro, O. von Helversen & J. Rivero.
21. Some physiological seed patterns in seven species of Moa forest, Cuba. B.C. Muñoz & J.A. Sánchez.

MIÉRCOLES 23 / WEDNESDAY 23RD

SESIÓN 3: PEDOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA DE SUELOS ULTRAMÁFICOS

SESSION 3: PEDOLOGY AND MICROBIOLOGY OF ULTRAMAFIC SOILS

22. Mycorrhizal symbiosis of *Berkheya coddii* and its practical application. K. Turnau & J. M. Mesjasz-Przybylowicz.
23. Characterization of *Cenococcum geophilum* isolates from a serpentine area by microsatellite-primed PCR. A tool for future revegetation programme. A. Portugal, S.C. Conçalves, R. Vieira & H. Freitas
24. Biochemistry of trace metals at the Chunk Gal mafic/ultramafic site, North Carolina, USA. A.J. Pollard, C.B. Anderson & S.K. Wheeler
25. Caracterización de la microbiota indígena de los depósitos lateríticos de Moa, Provincia Holguín, Cuba. L. Abín, O. Coto, Y. Gómez, S. Cortés, & J. Marrero.

MIÉRCOLES 23 / WEDNESDAY 23RD

SESIÓN 4: ESTUDIOS EN LA VEGETACIÓN DE ÁREAS ULTRAMÁFICAS

SESSION 4: VEGETATION STUDIES IN ULTRAMAFIC AREAS

26. Ultramafic outcrops in the NW of the Iberian peninsula, Climate, flora and vegetation. Threats and conservation of endemic plants. M. Mayor López & M. Fernández Benito.
27. Tipología de la vegetación sobre rocas ultramáficas de la Península Ibérica. A. Asensi, B. Diez-Garretas & V. de la Fuente García.

28. Estudio de plantas asociadas a los suelos serpentínicos de Loma de Hierro, Venezuela. L. Barreto & I. Casale.
29. Flora y vegetación de las serpentinas de San Felipe, Sancti Spiritus, Cuba Central. E.R. Bécquer Granados, L.R. González-Torres, R. Berzaín Iturralde & J.E. Gutiérrez Amaro.
30. Flora y vegetación del núcleo ultrabásico de Camagüey, Cuba. I. Méndez Santos, R. Risco Villalobos & M. Reyes Beltrán.
31. Sucesión de asociaciones vegetales en un embalse sobre serpentina durante un ciclo hidrológico. J. M. Plasencia Fraga & E. Martínez Quesada.
32. Formaciones vegetales en Cerro Galano, Holguín, Cuba. A. Hernández Peña.
33. La vegetación de serpentinas en la Bahía de Naranjo, Holguín, Cuba. M. A. Esquivel, C. Casals, A. Matos

VIERNES 25 / FRIDAY 25TH

SESION 5: PLANTAS ACUMULADORAS DE METALES PESADOS

SESSION 5: HEAVY METALS ACCUMULATORS PLANTS

34. Plantas serpentínicas acumuladoras e hiperacumuladoras de níquel en América Tropical. R. Berzaín Iturralde.
35. Studies on California serpentine flora: a selected microanalytical screening. D. Sánchez-Mata, N. Rodríguez González, M. del Pilar Rodríguez-Rojo, V. de la Fuente García & R. Amils Pibernat.
36. Studies on the Iberian peninsula serpentine flora: a selected nickel accumulation screening. V. de la Fuente García, L. Rufo Nieto, D. Sánchez-Mata & M. del Pilar Rodríguez Rojo.
37. Hiperacumulación de níquel de algunos taxones de las serpentinas de la Península Ibérica A. Asensi, N. Rodríguez, B. Diez-Garretas, R. Amils & V. de la Fuente.
38. Relationship between Ni bioavailability and uptake by hyperaccumulators in soils from the Green Belt (South Africa). G. Echevarria, S. Massoura, C. Schwartz, K. Balkwill & J.L. Morel.
39. Nickel accumulator patterns in two South African Ni-hyperaccumulator species. R.S. Boyd, M.A. Pavis & K. Balkwill.
40. The putative role of serpentinophytes in elemental allelopathy. M.N.V. Prasad.
41. Response of *Xanthomonas campestris* to metals: implications for hyperaccumulation for pathogen defense. R.S. Boyd & J.J. Shaw.
42. An ant-mimetic plant bug *Coquillettia insignis* (Miridae) feeds on the Ni-hyperaccumulator *Streptanthus polygaloides* (Brassicaceae). R.S. Boyd, M.A. Davis & M.A. Wall.
43. Phylogeny of nickel/zinc accumulating *Thlaspi* s.l. (Brassicaceae) species. K. Mummenhoff.
44. Localization of nickel in epidermal subsidiary cells of leaves of *Thlaspi montanum* var. *siskiyouense* (Brassicaceae) using energy dispersive X-ray microanalysis. D. Southworth, S.M. Heath & J.A. d'Allura.
45. Phytochelatins of *Berkheya coddii* Roessler: a –nickel-hyperaccumulating plant from South Africa. J.M. Mesjasz-Przybylowicz, A. Stroinski & T. Chadzinikolau.

SÁBADO 26 / SATURDAY 26TH

SESIÓN 6: CONSERVACIÓN DE ESPECIES Y ÁREAS ULTRAMÁFICAS

SESSION 6: ULTRAMAFIC SPECIES AND AREAS CONSERVATION

46. Análisis de representatividad de especies vegetales y ecosistemas de serpentina en áreas protegidas. R. Estrada, J.A. Hernández, M.A. Castañeira, M. Melero & C. Juarrero de Varona
47. Estudio demográfico de *Buxus wrightii* Muell. Arg., especie endémica de la Sierra de Cajalbana, Cuba Occidental. L. González Oliva, A. Urquiola Cabrera, M.A. Gutiérrez Padrón & A.J. Urquiola Cruz.
48. Manejo de especies endémicas locales amenazadas de las serpentinitas de Santa Clara. Villa Clara. Cuba Central. J. Matos Mederos, G. Montalvo, F. Franco & R. Mederos Oroza.
49. Restauración de cuabales degradados en el núcleo serpentinitico de Santa Clara, Cuba Central. J. Matos, R. Mederos, D. Ballate, G. Montalvo, D. Sánchez, H. Morffi & E. Morell.
50. Efectos antrópicos sobre la vegetación de las serpentinitas en la Reserva Florística Manejada “Sabana de Santa Clara” Villa Clara, Cuba Central. J. Matos Mederos & A. Torres Bilbao.
51. Cambios en la composición florística en una sabana serpentínica con suelo mejorado. Z.G. Acosta Gutiérrez.
52. Subterranean phytomass in natural, polluted and afforested area in the mining region of Moa, Eastern Cuba. L. Hernández; M.E. Rodríguez & Y. Torres.
53. Sendero interpretativo en la zona de serpentina del Jardín Botánico Nacional, R. Alvarez Munar, L. Pérez & R. Berazaín Iturralde.
54. Potencialidades de las áreas serpentínicas de Ciudad de La Habana para la educación ambiental. Y. Castro Ramos, L.R. González-Torres & R. Berazaín Iturralde.
55. Programa de educación ambiental no formal e informal para el territorio de Moa (ECOARTE). M. Maden Betancourt.

PRESENTACIONES ORALES/ LECTURES

MARTES 22 / TUESDAY 22ND

**SESIÓN 1: DIVERSIDAD VEGETAL EN ÁREAS ULTRAMÁFICAS: ESTUDIOS
FLORÍSTICOS Y FITOGEOGRÁFICOS.**

***SESSION 1: PLANT DIVERSITY IN ULTRAMAFIC AREAS: FLORISTIC AND
PHYTOGEOGRAPHIC STUDIES.***

1. Zimbabwean serpentine endemics: phytogeography and speciation

F. Malaisse, T. Baudesson & B. Leteinturier

Laboratoire d' Ecologie, Gembloux Agricultural University, B-5030 Gembloux, Belgium.

* francois.malaisse@yucom.be

The present study results both from a two months field survey (Feb.-March 2000, 12 localities, 512 voucher specimens) carried out by the authors, as from data available in literature. From the 408 vascular plants presently listed as occurring on the Zimbabwean Great Dyke serpentine outcrops, some twenty one endemics may be recognized. They belong to 17 genera distributed into 12 families. Five distribution types were observed, from species restricted to one side, to species occurring on Northern or on Southern part of the Great Dyke, to "pandyke" distribution and even some species with a distribution extended to other serpentine outcrops within the Zimbabwean metallogenic Province. Relative importance of biological types, of ecological groups and of nickel accumulation levels are further commented upon providing a basic state of knowledge concerning Zimbabwean serpentine endemics. Further pathways of speciation are suggested and discussed.

2. Serpentine flora of Central Iran (Nain and Anarak) : a preliminary investigation

S.M. Ghaderian* (1), M. Noghreian (2), A.A. Maassoumi, A. Jalili (3) & Alan J.M. Baker (4)

(1) Dept. of Biology, University of Isfahan, Isfahan, Iran. (2) Dept. of Geology, University of Isfahan, Isfahan, Iran. (3) Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran. (4) School of Botany, The University of Melbourne, Australia.

* ghaderian_m@yahoo.com

Ultramafic rocks cover several percent of Iran at many locations. There is little information available regarding the biogeochemical situation of these areas. The present reconnaissance study was conducted to investigate the ultramafic flora of Nain and Anarak in Central Iran. These areas are about 500 and 300 km², respectively with semi desert climate, a low rainfall and high temperature in summer. During spring to autumn 2002 about 120 plant species were collected. These species belong to about 25 families mostly Poaceae, Apiaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Caryophyllaceae and Brassicaceae. Among these plants, *Cleome heratensis* (Capparidaceae) is of particular interest as it appears to be endemic to ultramafic soils and grows on some substrates where no other plant can colonise. Soil analysis for total 'serpentine metals' using

ICP revealed that concentrations of Ni, Mn, Cr, Fe, Ca and Mg in soils of these areas are high - about 1000, 450, 800, 25000, 1300, 5500 µg/g, respectively . Experiments are currently underway to determine the amounts of metals in the plants and identify any hyperaccumulators of heavy metals. Variation and adaptation of plant species grown on ultramafic soils and relationships between amounts of metals in the soil and plant will be discussed.

3. Patterns of distribution of Cuban endemic plants living in serpentine soils

Antonio López Almirall

Museo Nacional de Historia Natural, Cuba.

almiqui@mnhnc.inf.cu

Most of Cuban endemic plants can be find in serpentine soils. The locality with much more of these taxa, Moa has this type of soil. In this work, we make an analysis of taxonomic composition and distribution of all endemic species living in soils derivate of serpentine. Following this way we determinate how many taxa are exclusive of these soils and how many are not, and number of species for family in every regions. In other way it was determinate the relations between regions and the levels of speciation for every one. It is discussed the role of the relieve and climatic conditions in the distribution of taxa.

4. Diversidad vegetal en los distritos fitogeográficos de Cuba: influencia de los sustratos ultramáficos

Fabiola Areces Berazaín* (1), Luis R. González-Torres* (1), Rosalina Berazaín Iturralde* (1)
& Jorge Bonome Pérez (2) .

(1) Jardín Botánico Nacional. Carretera El Rocío km 3.5, Calabazar, Boyeros, C.P. 19230. Ciudad de La Habana, Cuba. (2) Centro de Inspección y Control Ambiental, Agencia de Medio Ambiente, CITMA, Cuba.

* hajb@ceniai.inf.cu

La flora vascular nativa de Cuba, con aproximadamente 6200 especies, es la más rica y la de mayor grado de endemismo (50%) de las Antillas. Borhidi y Muñiz (1986) proponen una regionalización fitogeográfica de Cuba que consiste en 3 subprovincias, 9 sectores y 36 distritos. En este trabajo se presenta un análisis de la distribución de las plantas nativas de Cuba (Spermatophyta) de acuerdo a su presencia en estas unidades fitogeográficas. La diversidad de plantas fue cuantificada por un índice que considera la riqueza de especies de la unidad fitogeográfica y el logaritmo natural de la superficie de la misma. La diversidad de plantas de cada unidad fitogeográfica se relacionó con factores ambientales como: clima, relieve, superficie, tipo de suelo y edad. Los valores altos se encuentran, por lo general, en las unidades fitogeográficas con suelos extremos como: los cársicos, cuarcíticos y fundamentalmente los derivados de las rocas serpentinitas. Sin embargo, la mayor diversidad se presenta en los distritos del noreste de Cuba Oriental, en los que se combinan los suelos de serpentina con otros factores como la presencia de altas montañas, precipitaciones elevadas y mayor antigüedad como relieve.

5. Brioflora en las serpentinas del Parque Nacional Pico Cristal, Cuba Oriental

María E. Potrony, Angel Motito & Kesia Mustelier

Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO) . CITMA.
José A. Saco No. 601, Esq. Barnada. Santiago de Cuba. CP 90100

potrony@bioeco.ciges.inf.cu

El Parque Nacional Pico Cristal fue el primero de su tipo instaurado en nuestro país, forma parte de la Sierra del Cristal la cual se encuentra situada entre las cuencas de los ríos Mayarí y San Miguel, en el oriente cubano. Este territorio representa una zona con marcados valores florísticos aún no bien estudiados. También existen ecosistemas boscosos que permiten el desarrollo de la brioflora montana. En este estudio se presenta la diversidad de los musgos y hepáticas, así como la distribución altitudinal y por formaciones vegetales, taxa amenazados y aspectos fitogeográficos de los mismos en esta región. Se discute de forma general la relación de los datos obtenidos con la presencia de serpentinas en este grupo orográfico.

6. Las pteridofloras de la Meseta del Toldo y la altiplanicie de Monte Iberia, dos zonas clásicas de serpentinas en Cuba Oriental

Carlos Sánchez Villaverde (1) & Manuel G. Caluff** (2)

(1) Jardín Botánico Nacional. Carretera El Rocío km 3.5, Calabazar, Boyeros, C.P. 19230. Ciudad de La Habana, Cuba. (2) Jardín de los Helechos de Santiago de Cuba, Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO)

* hajb@ceniai.inf.cu , ** manolito@bioeco.ciges.inf.cu

Se expone la composición pteridológica de la Meseta del Toldo y de la Altiplanicie de Monte Iberia, dos zonas de serpentinas en el Parque Nacional Alejandro de Humboldt en las montañas del nororiente del país, con altos niveles de precipitación, donde se implanta el bosque pluvial montano sobre serpentina. Se comparan ambas pteridofloras que presentan en común el poseer más del 50 % de sus especies epífitas, con niveles de endemismos superiores al de la pteridoflora cubana y comparten numerosas especies. La Meseta del Toldo posee hasta el presente 58 especies agrupadas en 25 géneros de 15 familias, mientras que la Altiplanicie de Monte Iberia registra 41 especies de 20 géneros pertenecientes a 14 familias. Se realizan algunas consideraciones sobre aspectos ecológicos y abundancia de los helechos y plantas afines estudiadas.

7. El endemismo vegetal en la Llanura de Camagüey sobre asociación ofiolítica, Cuba Oriental

María M. León Rodríguez* (1), Nancy E. Ricardo Nápoles (2) & Néstor Enríquez Salgueiro (1) .

(1) Centro de Investigaciones de Medio Ambiente de Camagüey, CITMA, Cisneros 105 (altos) e/n Pobre y Ángel, Camagüey 1, CP 70100. (2) Instituto de Ecología y Sistemática, CITMA, Carretera Varona km 3.5, Capdevila, Boyeros, Ciudad Habana, AP 8029, CP 10800. Cuba.

* marimer@cimac.cmw.inf.cu

La Llanura de Camagüey sobre asociación ofiolítica es el segundo mayor territorio de serpentina en Cuba, a tal punto de haber tenido una buena representación de vegetación original de matorral xeromorfo espinoso. La provincia de Camagüey, es la de mayor extensión de la República de Cuba y ha sufrido un fuerte impacto

en sus recursos naturales, debido a la asimilación socioeconómica de gran parte de su territorio. En este trabajo se analiza la distribución de los endemismos en la llanura serpentinitica, así como los que presentan categoría de amenaza. Se estudian las relaciones florísticas por sectores fitogeográficos y mediante el empleo del método minimum spanning tree se determinan las principales semejanzas fitogeográficas con el resto de las unidades regionales representadas en Camagüey. En la Llanura de Camagüey sobre asociación ofiolítica se hallan 159 especies endémicas, de las que 21 son estrictas de la provincia y 8 se localizan sólo en esta unidad, constituye el mayor centro de acumulación de endemismos en la provincia y posiblemente enriqueció a otras zonas serpentínicas del centro del país. La mayoría de las unidades regionales tienen importantes afinidades florísticas con esta llanura, lo que indica una especiación favorecida por evolución simpátrica.

8. Edaphic differentiation in the *Lasthenia californica* complex (Asteraceae)

Nishanta Rajakaruna

Department of Botany, University of British Columbia
3529-6270 University Boulevard, Vancouver, BC V6T 1Z4 Canada

nishanta@interchange.ubc.ca

Lasthenia californica sensu Ornduff consists of two cryptic phylogenetic species, *L. californica* s.s. and *L. gracilis*. These two species consist of two races (A and C) that differ in flavonoid chemistry and edaphic tolerances. Race A plants contain sulfated flavonoids and are found in habitats subjected to ionic stresses (i.e., coastal bluffs, alkaline flats, serpentine outcrops). Race C plants lack these sulfated compounds and are restricted to dry yet ionically-benign habitats (i.e., roadside pastures, grasslands). Genetic studies confirm that both races occur in both phylogenetic species suggesting that racial features may have evolved in parallel in response to the contrasting soil conditions under which these races are found. The two races are physiologically differentiated to deal with key variables that are associated with their distinct edaphic habitats. Ion uptake studies suggest that race A is better adapted to deal with sodium and magnesium, the predominant cations found in many of the habitats where this race is found. In contrast, race C populations are better adapted to drought, a feature that characterizes their edaphic habitat. Both races achieve greater fitness under conditions that best match their natural environment, strongly suggesting adaptive differentiation. The races are also reproductively isolated via flowering time differences and pollen incompatibility reactions. The *Lasthenia californica* complex provides an ideal model to further both the hypotheses of adaptive differentiation and parallel evolution and conduct much-needed studies on the genetics of ecological speciation.

9. Patterns of species differentiation within the *Buxus glomerata* – group on serpentine and limestone mountain systems in the Oriente Provinces of Cuba

Egon Köhler

Institut für Biologie der Humboldt-Universität zu Berlin,
Spezielle Botanik u. Arboretum, Späthstr. 80/81, D-12437 Berlin

Egon.Koehler@rz.hu-berlin.de

A group of 9-10 species around *B. shaferi* and *B. glomerata* represent a distinct relationship group characterized by a particular pollen type with a reticulate exine sculpture beset with small spinules. The results of comprehensive character analysis of morphology, leaf venation, leaf anatomy, SEM-leaf surface pattern and in part DNA analysis are presented. The mountain system of Sierra de Moa appears as cradle,

where species are preserved that resemble most closely the putative ancestors, derivatives of which are nowadays distributed at the horn of Africa, in Ethiopia and Somalia. From these species, that have the most primitive pollen, leaf venation and anatomic characters, a mosaic of \pm allopatric and often narrowly endemic species arose showing increasing evolutionary levels in most character and reflecting the divergent and reticulate species relationships. The most obvious ecological radiation can be observed within the calciophilous species, distributed on the geological younger limestone mountain systems. They possess the highest evolved pollen, an increasing perfect venation pattern and remarkable anatomical adaptation to particular, in general more xeromorphous habitats. The highest evolved *Buxus glomerata* is far distributed in Cuba and occurs also in Hispaniola. Taxonomical implications are discussed.

10. El género *Coccothrinax* Sargent en Cuba y su relación con los suelos ultramáficos

Angela T. Leiva* (1) & Raúl Verdecia (2)

(1) Jardín Botánico Nacional. Carretera El Rocío km 3.5, Calabazar, Boyeros, C.P. 19230.
Ciudad de La Habana, Cuba. (2) Jardín Botánico de Las Tunas. Cuba.

* leivajbn@ceniai.inf.cu

El género *Coccothrinax* Sargent tiene en Cuba su centro de diversificación, con unas 35 especies de las cuales sólo tres no son endémicas. Aún cuando un estudio profundo de la delimitación taxonómica de las mismas no existe publicado, la relación entre la distribución geográfica de sus especies y de los suelos ultramáficos es evidente: a cada territorio o afloramiento, corresponde por lo general una especie de *Coccothrinax*. En el presente trabajo se muestran las especies más conspicuas en las que las características xeromorfas típicas de las plantas serpentinícolas son muy evidentes.

MARTES 22 / TUESDAY 22ND

SESIÓN 2: FAUNA Y BIOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN DE PLANTAS DE ÁREAS ULTRAMÁFICAS

SESSION 2: FAUNA AND REPRODUCTIVE BIOLOGY IN PLANTS OF ULTRAMAFIC AREAS

11. Quiropterofilia en plantas serpentinícolas de Cuba

Corinna U. Koch* (1), Jorge E. Gutiérrez Amaro** (2), Alicia Rodríguez Fuentes** (2) & Otto von Helversen (1)

(1) Universidad Erlangen-Nürnberg, Alemania. (2) Jardín Botánico Nacional. Carretera El Rocío km 3.5, Calabazar, Boyeros, C.P. 19230. Ciudad de La Habana, Cuba.

* corinnakoch@yahoo.de, ** hajb@ceniai.inf.cu

Los mecanismos de polinización de la gran mayoría de las angiospermas cubanas (6500 especies, aprox. 51,3 % endémicas) no se han estudiado en detalle. En la polinización de las plantas neotropicales los vertebrados juegan un papel muy importante, en primer lugar las aves, seguidas de los murciélagos (Vogel 1968/69). Formando parte de la fauna cubana encontramos representantes de *Brachyphyllinae* y *Glossophyginae*, que agrupan especies de murciélagos visitantes de flores las que desempeñan una importante función en la polinización de muchas especies. Interesados en investigar plantas cubanas con adaptaciones a la quiropterofilia, se realizó una revisión de las especies que crecen en la zona de plantas serpentinícolas del Jardín Botánico Nacional, dada la alta especialización de las especies que se presentan en esta sección. En cinco especies de esta zona encontramos visitas de murciélagos más o menos frecuentes que fueron registradas mediante binoculares nocturnos y cámara de video, estas presentaron diferente especialización a la quiropterofilia. Otros visitantes ocasionales también fueron observados. Todas estas plantas constituyen endemismos y pertenecen a cinco diferentes familias por lo que presentan diferentes parámetros en sus estructuras florales, como son: dimensiones, simetría, mecanismos de apertura de la flor, producción de néctar, etc. Como resultado principal encontramos que en las adaptaciones a la quiropterofilia, no es posible describir un único modelo floral.

12. Reproductive strategies in some tree species of Moa forests. Recommendations to the rehabilitation of mining areas

Yamir Torres-Arias*, Maria E. Rodríguez** & Ramona Oviedo Prieto*

Instituto de Ecología y Sistemática, CITMA. Carretera Varona, Km. 3.5, Capdevila, Boyeros, Ciudad de La Habana, CP 10800,

*ecologiaies@ama.inf.cu, **Mdurruthy61@yahoo.es

Some of the reproductive strategies of 23 plant species most of them endemic from the natural forest of Moa were characterized. The study of the mechanism of these species to germinate, settle and survive in the ecosystem was used to classify them into the successional strategies group. According to this, a table with the species fruit and seed characteristics, weight, collecting periods, etc. is presented. Recommendations are made to use a higher number of native plants in mixed plantations with most diversity to afforest and

rehabilitate the mining areas. An ecotechnology is proposed using the valuable plant diversity of those forest, taking into account their reproductive strategies and resistance.

13. Estudio comparativo de la autoecología y biología reproductiva de la orquídea *Broughtonia cubensis* (Ldl.) Cogn. (Orchidaceae), entre poblaciones sobre suelo serpentínico y cársico

Angel Vale González (1) & Jorge Ferro Díaz (2)

(1) Facultad de Biología, Universidad de La Habana. (2) Delegación del CITMA, Pinar del Río.

La orquídea endémica *Broughtonia cubensis* (Ldl.) Cogn., fue declarada “en peligro” (EN) en 1998 por la UICN. Restringida a escasos puntos del occidente cubano, esta epífita ha sido encontrada sobre serpentina en una única localidad, lo que contrasta con varios reportes de su presencia en otras vegetaciones bajas no serpentínicas sobre estructura cársica. Dado que la efectividad de cualquier estrategia de conservación depende de la existencia de un mínimo de conocimientos sobre la autoecología y la biología en general de la especie a conservar, se caracterizaron y compararon dos poblaciones de *B. cubensis*, una por cada tipo de suelo, a fin de esbozar sus requerimientos ecológicos y desempeño reproductivo en cada ecosistema. Para ello se analizaron los aspectos: distribución de edades, nicho estructural (forófitos, zona forofítica y altura sobre el suelo) y situación reproductiva (set de frutos por inflorescencias, set de frutos por individuos, etc) así como los posibles factores limitantes de la producción de frutos en la población sobre serpentina. A partir de las observaciones de la actividad de los insectos con inflorescencias de *Broughtonia cubensis* y la interacción de estos con la flórmula local, se determinó que la especie constituye un caso de mimetismo floral batesiano que involucra a la planta *Turbina corimbosa* (L.) Raf. (Convolvulaceae), como modelo y al insecto *Lassioglossum mestrei* Baker (Halictidae, Hymenoptera) como polinizador.

MIÉRCOLES 23 / WEDNESDAY 23RD

SESIÓN 3: PEDOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA DE SUELOS ULTRAMÁFICOS
SESSION 3: PEDOLOGY AND MICROBIOLOGY OF ULTRAMAFIC SOILS

14. Varieties of serpentine soil formation, plant cover, and productivity

Earl B. Alexander

Soils and Geoecology, 1714 Kasba Street
Concord, CA, 94518, U.S.A.

earlbalexander@cs.com

Most soil-forming processes that are prevalent in nonserpentine soils are also active in serpentine soils. Serpentine soils, those with ultramafic parent materials, occur in nine of the twelve orders in Soil Taxonomy (Alfisols, Aridisols, Entisols, Gelisols, Inceptisols, Mollisols, Oxisols, Ultisols, and Vertisols). Also, serpentine Spodosols and Histosols may occur where nonserpentine parent materials or organic materials are deposited over serpentine parent materials. Serpentine soils in all of these eleven orders occur in western North America. There is insufficient aluminum in serpentine materials to form Andisols. The plant cover on serpentine soils ranges from sparse shrubs and herbs to dense forest, although it is generally depauperate in comparison to the cover on nonserpentine soils. Productivities on serpentine soils are generally lower than on nonserpentine soils, except where very cold or arid soils are major factors limiting productivity. Serpentine soil productivities are closely related to exchangeable Ca/Mg ratios. Contrary to experience with nonserpentine soils, serpentine soils in nonarid climates become more productive as they are weathered and leached upon aging. Tree growth on some weathered and leached serpentine soils is equivalent to that on morphologically comparable (similar depths and available-water holding capacities) nonserpentine soils in the same geographical areas.

15. Release of Ni and Co by microbial activity in New Caledonian ultramafic soils

Hamid Amir* & René Pineau

Laboratoire de Biologie et Physiologie Végétales Appliquées, Université de la Nouvelle-Calédonie,
BP 4477, 98847, Nouméa cedex, New Caledonia

* Amir@univ-nc.nc

A high positive correlation between Ni and Co extractable contents and microbial activity of 40 ultramafic soils from New Caledonia was noticed suggesting a possible role of microorganisms in the release of Ni and Co. A saprolite (ultramafic subsoil) and a hypermagnesian brown soil from the south serpentinic region of New Caledonia were then incubated 9 months in different conditions. The metal release occurred without reduction of soil pH, and did not occur when the native microflora is eliminated by heat treatment. However, when autoclaved soil was re-inoculated with a pinch of the same non-heated soil, the release of metals was recorded. The concentrations of extractable Ni and Co were much higher in soils amended with organic compounds (cellulose, pectin and starch) where microbial activity was enhanced, but only if the soil was not heat treated. The presence of *Grevillea exul*, a metal tolerant plant, stimulates the metal release process, but the stimulation was less effective than it was in the compost amended soil without plant. The influence of the

plant in extractable Ni and Co contents, in this composted soil, was not significant. The release of the two metals appeared therefore to be induced by the activity of specialized organotrophic microorganisms; the role of pH being probably marginal.

16. Soil microorganisms in serpentine soil and their effects on uptake of nickel and other heavy metals by *Alyssum murale*

J. Scott. Angle* (1), T. Delorme (1), Reda Abou Shanab (1), R. L. Chaney (2), & P. van Berkum (2) .

(1) The University of Maryland, College Park, MD, USA. (2) Agricultural Research Service, USDA, Beltsville, MD, USA.

* ja35@umail.umd.edu

Since uptake of Ni into hyperaccumulators can not be fully explained by either soil chemistry or root uptake, it is likely that unique consortia of soil microbes are involved in hyperaccumulation of nickel into plants. We investigated soils, microbes and *Alyssum* spp from serpentine soils near Cave Junction, Oregon, USA. Bacteria within the rhizosphere of hyperaccumulators are quite different from bacteria lacking an association with a plant or found within the rhizosphere of non-hyperaccumulators. Generally, bacteria isolated from the rhizosphere of hyperaccumulators exhibit greater metal tolerance, reduced biodiversity, greater ability to produce acids and greater ability to solubilize metals. Reduced biodiversity was observed both at a functional level as well as a genetic level as measured by analysis of 16SrRNA. Individual bacteria that were both tolerant of Ni and able to solubilize this element were inoculated into a high Ni soil and planted to *Alyssum murale*. Effects on metal uptake and metal solubility in soil were examined over a six month period. In greenhouse pot trials, *Microbacterium arabinogalactanolyticum* increased Ni uptake into the plant by 33%. Uptake of other elements was not increased, including Co. Addition of “killed” cultures of the same bacteria had no effect on uptake of any metals. Most other bacterial species examined had either no effect on metal uptake or showed only minor increases in foliar metal content. These results suggest that inoculation of soil with beneficial bacteria may have the potential to increase metal uptake into plants thus improving the process of phytoremediation and phytomining.

17. *Cenococcum geophilum* isolated from serpentine and non-serpentine soils: genetic variation and *in vitro* response to Ni and Mg/Ca ratio

Susana C. Gonçalves* (1), A. Portugal (1), M.T. Gonçalves (1), R. Vieira (1), M.A. Martins-Loução (2) & Helena Freitas (1)

(1) Departamento de Botânica, Universidade de Coimbra, 3000 Coimbra, Portugal. (2) Departamento de Biologia Vegetal, Universidade de Lisboa, Campo Grande, Bloco C2, Piso 4, 1749-016 Lisboa, Portugal.

* scgoncal@ci.uc.pt

Serpentine soils inhibit or exclude the growth of many plants and microorganisms. However, certain plants and microorganisms do grow in these sites. In highly mycotrophic trees such as oak, mycorrhizal associations are essential and these trees are unlikely to colonize a site that is too toxic to support ectomycorrhizal fungi. Therefore, fungal tolerance to stress may be of great value to the plant. There is some evidence that ectomycorrhizal fungi can either evolve tolerance or that some are constitutively tolerant. A number of isolated of the ectomycorrhizal fungus *Cenococcus geophilum* were investigated to determine their *in vitro* response to Ni and Mg/Ca ratio, measured as biomass production. The isolates came from two different origins: a serpentine soil and nearby non-serpentine soil in north-east Portugal. Also, the molecular

analysis of all isolates was performed in order to obtain information on the genetic variation among them. This was done by means of amplification and subsequent restriction analysis of rDNA and microsatellite-primed PCR. The purpose of the present study was to carry out a comparative analysis of the in vitro response and genetic variation within and between the two groups of isolates. *Cenococcus geophilum* is believed to have great importance to *Quercus ilex* ecology since it is always present as a root colonizer. Moreover, *Q. ilex* is the only tree species present on serpentine soil in Portugal. The results will be discussed in relation to the ecological significance of the symbiosis.

18. Presence and distribution of Order Glomales in the Moa region, Cuba

Ricardo Herrera-Peraza, Yamir Torres-Arias, María E. Rodríguez & E. Furrázola Bermúdez

Instituto de Ecología y Sistemática, CITMA. Carr. de Varona km 3.5, Capdevila, Boyeros, CP
10800, C. Habana. Cuba.

The soil belonging to nine sites at the region of Moa were collected to recognize the occurrence and distribution of order Glomales (VA mycorrhizal fungi). The nine sites included areas growing natural vegetation showing several degrees of conservation, man-made forest stands and an area affected by contamination from mining industry. A total of 34 species and morphospecies belonging to the order Glomales were found, among which only one was taxonomically identified, showing probably a high level of endemism at the region. Among the collected Glomalean fungi, 7 were classified *Acaulospora* spp.; 2 belonged to *Entrophospora* spp.; 1 to *Gigaspora* sp.; 17 to *Glomus* spp.; to *Sclerocystis* spp.; and 6 to *Scutellospora* spp. None of the dominant species at the studied sites have been previously reported in the literature in spite they are broadly distributed neotropical taxa or exclusive endemics from the region of Moa.

MIÉRCOLES 23 / WEDNESDAY 23RD

SESIÓN 4: ESTUDIOS EN LA VEGETACIÓN DE ÁREAS ULTRAMÁFICAS
SESSION 4: VEGETATION STUDIES IN ULTRAMAFIC AREAS

19. Studies on California serpentine vegetation: diversity and phytosociological survey

Daniel Sánchez-Mata* (1), María del Pilar Rodríguez-Rojo (1) & Michael G. Barbour (2)

(1) Departamento de Biología Vegetal II. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense. E-28040. Madrid. Spain.
(2) Department of Environmental Horticulture. University of California. Davis, CA 95616-8587. USA.

* dsmata@farm.ucm.es

The complex lithology of Pacific Northwest lands includes a high proportion of ultramafic outcrops being California the US state conterminous richest territory. The geological patchiness of ultramafic outcrops throughout California landscape, mainly distributed in zones of faulting and mountains uplift, makes these territories one of the most characteristic California vegetation-habitats. The hard environmental conditions of these areas exclude the growth of most plants but support a high level of endemic, indicator and tolerant plants. The high-level diversity of California flora occurs also within the ultramafic habitats, commonly called 'serpentine habitats'; the diversity of these specialized habitats forces in consequence a high number of diverse plant communities. These specialized worldwide vegetation-types are commonly named 'ultramafic vegetation'. Ultramafic vegetation in California cover several types of habitats such as mountain slopes, barrens, vernal pools, streambanks, etc. from the Pacific sea level to high mountain lands. Commonly these vegetation-types closely or totally related to serpentine habitats constitute the natural potential vegetation of these territories such as serpentine chaparrals. Climactical vegetation on California serpentinized territories includes: climatic climax on Temperate and Mediterranean areas and edaphic climax on Mediterranean territories (both xero-edaphic and hydro-edaphic) covering conifer forests, conifer woodlands, sclerophyllous chaparrals, and locally other permanent plant communities.

20. Disturbance Ecology of Ultramafic Vegetation in California and Implications for Management

Hugh D. Safford* (1) & Susan Harrison (2)

(1) USDA-Forest Service, Pacific Southwest Region, 1323 Club Drive, Vallejo, CA 94592, USA,
(2) Department of Environmental Science and Policy, University of California, Davis, CA 95616, USA

* hughsafford@fs.fed.us

Ultramafic "serpentine" soils are characterized by low fertility and potentially toxic levels of heavy metals. In Mediterranean ecosystems, serpentine soils are also often poorly developed, thin and rocky. Due to the difficult physical and chemical conditions, vegetation on serpentine soils is often markedly different from that on adjacent, more fertile substrates. Vegetation physiognomies are often stunted and xeromorphic, and productivity is low, resulting in physically heterogeneous vegetation communities characterized by high amounts of bare ground, low levels of live-, dead-, and litter-cover, and low rates of biogenic nutrient recycling. Ecological theory (e.g. Grime 1979, Tilman 1982, Pickett and White 1985, Huston 1994, Proulx

Sesión 4: Estudios en la Vegetación de Áreas Ultramáficas
Session 4: Vegetation Studies in Ultramafic Areas

and Mazumder 1998) predicts that differences in productivity should exert a strong influence on the impacts of disturbance on vegetation communities. In California, USA, we are using adjacent serpentine and nonserpentine soils to study the effects of disturbances like grazing and fire on vegetation types of similar physiognomy that differ markedly in productivity. Results largely follow theoretical expectations, with overall impacts of disturbance on community structure, diversity, composition, and invasion greater on more fertile nonserpentine than on less fertile serpentine soils. We are employing these results to aid in the development of appropriate land management plans and techniques for serpentine vegetation, and the vegetation of other infertile substrates, in California.

21. Comparative analysis of vegetation-soil relationships at an ultramafic site in southern British Columbia, Canada

Gary J. Lewis* & Gary Bradfield

Department of Botany, University of British Columbia
3529-6270 University Blvd. Vancouver, BC. V6T 1Z4, Canada

*garylewis@shaw.ca

The influence of soil chemical and physical factors on the vegetation composition and structure of ultramafic sites remains a central question in serpentine ecology. In western Canada, several major ultramafic sites extend along a latitudinal gradient from southern, dry Douglas-fir/pine forests to northern boreal spruce forests. Despite their regional occurrence, little information is available for the plant communities of these ultramafic sites. Preliminary studies suggest that the “serpentine effect” may be partly masked because of the widespread occurrence of glacial till deposited ca 12,000 years ago, and by high precipitation. We compared the plant communities and soil physical and chemical properties (C:N, N-P-K, Ca, Mg, Ca:Mg, Ni, Cr, Co, Mn, Na, pH) of ultramafic and non-ultramafic sites at Grasshopper Mountain, part of the Tulameen Ultramafic Complex of southern British Columbia. This site offers adjacent sections of ultramafic and normal (“zonal”) soils that minimize the confounding influences of aspect, topography, history, biota and climate on the developing plant communities and permit the findings to be directly related to edaphic factors. Preliminary results indicate a less continuous tree and shrub cover on ultramafic soils and the presence of serpentine indicator (including four ferns) and excluded species at the study site. Further analysis, to be presented at this conference, employs multivariate ordination methods to characterize the main serpentine effects on vegetation structure, composition and productivity at Grasshopper Mountain.

22. New investigations on Polar Ural Ultramafic Vegetation

John Proctor

Department of Biological Science, University of Stirling, Stirling FK9 4LA.

Jp1@stirling.ac.uk

In Russia, the vegetation and flora of ultramafic sites remains little investigated although there are very large areas of such sites in the Ural Mountains. The vegetation of ultramafic, acidic schistose, and limestone rocks was compared at several arctic sites in the Urals. The vegetation of all three rock types differed amongst themselves but there was no evidence of endemism on the ultramafics. Electron microscopy revealed that there may be fine differences between ultramafic races but these fell well short of taxonomic recognition. The lack of speciation is surprising in view of the size of the area and the richness of the arctic flora. The ultramafic soils were typical of those derived from the rocks and were high in nickel and had high Mg/Ca

Sesión 4: Estudios en la Vegetación de Áreas Ultramáficas
Session 4: Vegetation Studies in Ultramafic Areas

quotients. The chemical composition of the ultramafic plants varied greatly and inexplicably and the most northerly nickel-accumulating species *Thlaspi cochleariforme* was discovered.

23. The diversity of serpentine plant communities on Mt. Gerania, Greece

Alessandro Chiarucci* & Th. Constantinidis

Laboratory of Systematic Botany, Agricultural University of Athens, Iera Odos 75, GR - 118 55 Athens, Greece.

* chiarucci@unisi.it

Mount Gerania is located in Sterea Ellas (Greek mainland) and consists mostly of ultramafic and limestone outcrops. This mountain ranges in altitude from almost sea level up to 1,351 m. Its climate is Mediterranean with a mean annual rainfall of ca. 400 mm and a mean annual temperature of ca. 18 °C (both recorded at low altitude). Ultramafic rocks are located in the NW half of the mountain, from sea level up to 1,150 m and are mostly formed by peridotite and serpentinite. The botanical exploration of the upper parts of Mt. Gerania started relatively late (1910). A detailed floristic list was prepared by Constantinidis (1997, unpublished), which resulted in 945 sub generic plant taxa (species and subspecies), belonging to 85 families. A high number of endemic and phytogeographically interesting species is present on Mt. Gerania ultramafic, among which the most interesting are *Asplenium cuneifolium*, *Notholaena marantae* subsp. *marantae*, *Silene fabaria* subsp. *domokina*, *Centaurea attica* subsp. *megarensis*, *Scorzonera serpentina*, *Thlaspi pindicum*, *Thymus teucrioides* subsp. *candilicus*, *Allium euboicu*. Up to now there is no available vegetation description for this interesting area. The aim of the present study was to investigate the floristic composition and the species diversity of the most diffused vegetation types and relate them to physical and soil parameters. We sampled a total of fifty-two 25 m² plots subjectively located, endeavoring to cover all the physiognomically homogeneous vegetation types within the area. In each plot we collected cover data for all the taxa (species and subspecies) present therein, as well as topographic data on plot location. A composite soil sample was collected within the plot, with the exception of two sites, where almost pure rock faces were examined. In the fifty-two plots a total of more than 300 plant taxa was identified and different vegetation types were recognized, by means of multivariate analysis. Vegetation data were then related to the physical and soil factors, identifying the main environmental gradient in controlling plant community structure and composition.

24. Formaciones vegetales en áreas ultramáficas (serpentinias) de Cuba

Rosalina Berazaín Iturralde

Jardín Botánico Nacional. Carretera El Rocío km 3.5, Calabazar, Boyeros, C.P. 19230.
Ciudad de La Habana, Cuba.

hajb@ceniai.inf.cu

Las formaciones vegetales que se desarrollan sobre las áreas ultramáficas (serpentinias) en Cuba presentan características típicas: son formaciones arbóreas (bosques) y arbustivas (matorrales) que pueden presentar árboles o palmas emergentes con predominancia de plantas micrófilas y nanófilas, así como esclerófilas y con presencia de espinas. Las principales formaciones naturales son: bosque pluvial xeromorfo, pinar (Cuba Occidental y Oriental), matorral xeromorfo espinoso (en llanuras), matorral xeromorfo subespinoso (montano y de llanuras) y como resultado de la acción antrópica se desarrollan sabanas con predominancia de herbáceas. Se presenta la distribución geográfica de las formaciones.

25. Flora y vegetación del Tibisial: un afloramiento de serpentina de las montañas de Guamuhaya

Luis R. González-Torres, Eldis R. Bécquer Granados, Rosalina Berazaín Iturralde & Jorge E. Gutiérrez Amaro

Jardín Botánico Nacional. Carretera del Rocío, km 3.5, Calabazar, Boyeros. CP 19230. C. Habana. Cuba.

hajb@ceniai.inf.cu

En este trabajo se estudió la flora, vegetación y estado de conservación de uno de los afloramientos de serpentinas de mayor altura sobre el nivel del mar (aproximadamente 650 a 700 m) de las montañas de Guamuhaya, Cuba Central, de los cuales no se tienen referencia en la literatura. La flora de este núcleo se caracteriza por elementos típicos de las serpentinas bajas de Cuba Central como *Machaonia subinermis* subsp. *armata*, contrariamente a lo esperado teniendo en cuenta el clima existente en estas alturas. La cantidad de especies endémicas es similar a las presentes en las comunidades serpentínícolas de tierras bajas, encontrándose únicamente un endémico local (*Rondeletia bicolor*). La vegetación original debió ser un matorral xeromorfo subespinoso sobre serpentina; en la actualidad este se recupera tras reiterados fuegos inducidos observándose escasos y aislados parches de la vegetación natural entre un matorral bajo secundario dominante.

26. Apuntes sobre la flora y la vegetación de la ladera Este del Cerro del Fraile, Holguín, Cuba Oriental

Sara I. Suárez Terán* & Pedro A. González**

Calle 18 #1, e/ Maceo y 1a. Reparto "El Llano". Holguín, 80 100. Cuba.

*sarailse@cisat.holguin.inf.cu, **pagg@cisat.holguin.inf.cu

Se realizó el estudio de la flora y la vegetación que se presenta en la ladera este del Cerro del Fraile. Se describió la vegetación y fueron identificadas 80 especies distribuidas en 77 géneros y 42 familias. La mayoría de las especies son endémicas. Dentro de los tipos biológicos se destacan los micronanofanerófitos y existe un predominio de las hojas pequeñas (leptófilas, nanófilas y micrófilas) y coriáceas.

VIERNES 25 / FRIDAY 25TH

SESIÓN 5: PLANTAS ACUMULADORAS DE METALES PESADOS
SESSION 5: HEAVY METAL HYPERACCUMULATION BY PLANTS

27. The adaptive function of metal hyperaccumulation in plants: a decade later

Robert S. Boyd

Department of Biological Sciences, Auburn University, AL 36849-5407, USA

rboyd@acesag.auburn.edu

In 1992, Boyd and Martens surveyed the growing literature regarding metal hyperaccumulating plants to extract five hypotheses that may explain the evolution of this trait. I review the literature published since then to update our understanding, recognizing seven hypotheses regarding the adaptive function of metal hyperaccumulation. Two hypotheses (elemental allelopathy and plant proto-cooperation/parental care) involve enrichment of soil under hyperaccumulator canopies, and the latter is a new hypothesis incorporating possible positive effects of metals on growth of adapted plant species. Metal tolerance and metal disposal are now considered to be separate hypotheses. I conclude that plant defense is currently the best-documented function of hyperaccumulated metals. Recent research regarding this hypothesis has illuminated some of the ecological limitations of metal-based defenses and the ability of some herbivores to circumvent them. Metal tolerance, metal disposal, and drought tolerance are likely not functions of hyperaccumulated metals, but these and other hypotheses have still not been well investigated.

28. Speciation of Ni and consequences on its phytoavailability in ultramafic soils

Staminata Massoura (1,2), Guillaume Echevarria * (1), T. Becquer (3), J. Ghanbaja (4), E. Leclerc-Cessac (2)
& Jean Louis Morel (1)

(1) Laboratoire Sols et Environnement, ENSAIA-INRA/INPL-UMR 1120, BP 172, 2, avenue de la Forêt de Haye, 54505 Vandoeuvre-lès-Nancy cedex, France. (2) ANDRA (Agence Nationale pour la Gestion des Déchets Radioactifs), Parc de la Croix Blanche, 1/7, rue Jean Monnet, 92298, Châtenay-Malabry cedex, France. (3) IRD, CP 7091, 71619-970 Brasilia-DF, Brazil. (4) Service Commun de Microscopie Electronique à Transmission, Université Henri Poincaré, Nancy I, B.P. : 239, 54 506 Vandoeuvre-lès-Nancy cedex, France.

* echevarr@ensaia.inpl-nancy.fr

Nickel, Ni, is a trace element in soil, of natural (ultramafic rocks) or anthropic origin. The use of the isotopic exchange kinetics method (IEK) allows to quantify with precision the exclusive compartment where plants take up Ni, i.e. the phytoavailable Ni fraction. Ni phytoavailability is seldom correlated with the total Ni concentration as Ni is present in soils under several chemical forms, each offering a specific mobility. Hence, to explain the origin of the phytoavailable fraction of Ni, it is necessary to identify and characterize the chemical forms under which Ni is present in soils. Therefore, this work was undertaken to determine whether it is possible to connect the type of Ni bearing minerals with the phytoavailability of Ni in ultramafic soils. Soil samples were collected from natural ultramafic sites or near sites polluted by the Ni industry. The minerals present in each soil were characterized by X-ray diffraction (XRD) analyses. Observations with

Transmission Electronic Microscopy (TEM) coupled with Energy Dispersive Analysis of X-ray (EDAX) of the mineral components allowed to determine the solid bearing phases of Ni. The IEK on the fine earth was conducted to characterize the phytoavailable pools of Ni in each soil. Ni was primarily associated either with simple magnesian phyllosilicates (chrysotile, talc) on slightly weathered serpentine soils or with iron oxides (goethite) on soils having undergone more intensive weathering processes (New Caledonia, Albania). In the first case, Ni²⁺ is believed to be integrated in the crystal lattice as a substitution to Mg²⁺. In the second case, it is probably either substituted to Fe³⁺ or reprecipitated onto goethite surface with strong bounds. The phytoavailability of Ni associated with the phyllosilicates was much higher than that of Ni associated with the goethites. The pedological conditions of weathering of these minerals (New Caledonia) will thus have an essential impact on the phytoavailability of Ni longer-term.

29. Phytoextraction and bioavailability of Cd and Ni in soils

Catherine Schmitt-Sirguy (1,2), Christophe Schwartz* (1), Staminata Massoura (1,3), Guillaume Echevarria (3) & Jean Louis Morel (1)

(1) Laboratoire Sols et Environnement, ENSAIA-INPL/INRA UMR 1120 BP 172, F-54505 Vandoeuvre-les-Nancy cedex, France. (2) ADEME, 2, quare La Fayette, F- 49004 Angers cedex 01, France. (3) ANDRA, Parc de la Croix Blanche, 1/7, rue Jean Monnet, F-92298 Châtenay-Malabry cedex, France.

*Christophe.schwartz@ensaia.inpl-nancy.fr

Hyperaccumulating plants present the ability to absorb and concentrate high quantities of metals in their aerial parts. Therefore, these species are privileged candidates for large-scale phytoextraction. The aim of this study was to follow the size of the pools of metals in soils during phytoextraction. It concerns especially the bioavailability of cadmium (Cd) and nickel (Ni) in the soil-water-plant system during the growth of the hyper accumulator *Thlaspi caerulescens* J. & C. Presl. One experiment was done on lysimeters filled with two contrasted soils: a soil from a former metallurgical plant (soil 1: 1896 mgZn kg⁻¹ and 25.7 mgCd kg⁻¹) and the same soil treated by a physical separation process (soil 2: 796 mgZn kg⁻¹ and 11.6 mgCd kg⁻¹). During a second experiment, plants were grown in pots on tree agricultural soils and on a serpentine soil forming a gradient of Ni concentration (soil 3 to 6: 26.4 mgZn kg⁻¹ to 862.6 mgCd kg⁻¹). The accumulation of Zn and Cd by *Thlaspi caerulescens* was respectively 0.25 and 3.32 % of the total metal on soil 1 and 0.56 and 3.14 % on soil 2. On soil 3 to 6, the accumulation of Ni depended on soil pH. On the acidic soils (3 and 6), the plant extracted up to 11.1 % of Ni while on the calcareous soils (4 and 5) this value did not exceed 0.2 %. The use of isotopic exchange kinetics allow to measure that, in general, the quantity of Cd and Ni exchangeable in 6 months was reduced after harvest. Nevertheless, soils 2 and 6, which were weakly buffered, showed respectively a significant but limited increase of Cd and Ni bioavailability. The comparison of rhizospheric soil and bulk soil showed that the capacity factor was twice higher in the rhizosphere. It appears that the hyper accumulator *Thlaspi caerulescens* acts as a “pump of Cd” leading to the accumulation of the metal in the proximity of the roots. The transport of Cd to the roots may involve the mass flow.

30. Spread of metals through an invertebrate food chain as influenced by a plant that hyperaccumulates nickel

A. Joe Pollard* (1), L.R. Peterson (1) & Alan J.M. Baker (2)

(1) Department of Biology, Furman University, Greenville SC 29613, USA; (2) School of Botany, University of Melbourne, Melbourne, Victoria 3010, Australia.

* joe.pollard@furman.edu

Hyperaccumulation of metals in the shoot system of plants is an unusual phenomenon that may function as a defense against herbivores. This study investigated the effects of hyperaccumulation on consumer food chains. We collected plant, soil and invertebrate samples from Portuguese serpentine outcrops whose vegetation is dominated by the nickel hyperaccumulator *Alyssum pintodasilvae*. Samples were analyzed for nickel, chromium, and cobalt. Grasshoppers, spiders, and other invertebrates collected from sites where *A. pintodasilvae* was common, had significantly elevated concentrations of nickel, compared to nearby sites where the hyperaccumulator was not found. Chromium and cobalt, occurring in high concentrations in the serpentine soil but not accumulated by *A. pintodasilvae*, were not elevated in the invertebrates. The flux of nickel to herbivore and carnivore trophic levels appears to be specifically facilitated by the presence of plants that hyperaccumulate this metal. The results are relevant to the development of phytoremediation and phytomining technologies, which use plants to extract metals from the soil.

31. Ecophysiology of *Chrysolina pardalina* Fabricius (Chrysomelidae) as a potential insect species monitoring distribution of nickel hyperaccumulator *Berkheya coddii*

Jolanta M. Mesjasz-Przybyłowicz* (1), P. Migula** (2), M. Nakonieczny (2), W. Przybyłowicz*** (1),
M. Augustyniak (2) & E. Głowacka (3)

(1) Materials Research Group, iThemba LABS, PO Box 722, Somerset West 7129, South Africa. (2) Department of Animal Physiology and Ecotoxicology; (3) Department of Zoology, University of Silesia, Bankowa 9, 40-007 Katowice, Poland.

*Mesjasz@tlabs.ac.za, **migula@us.edu.pl ; ***przybylowicz@tlabs.ac.za

This overview aims to answer whether *C. pardalina* might be an effective controlling agent for the distribution of *B. coddii*, the nickel hyperaccumulator used for bioremediation purposes on soils contaminated with this metal. The studies carried out on natural stands (vicinity of Barberton, Mpumalanga, South Africa) and in laboratory conditions concentrated on: - bionomics and ecological relations of development of consecutive generations of *C. pardalina*; - analyses of energy budgets during development under nickel stress; - assessing how the insects cope with other heavy metals in their diet; - analysis of metal balances and metal transfer from a plant to insects using quantitative elemental mapping based on particle induced X-ray emission using focused proton beam (nuclear microprobe) ; - recognition of internal mechanisms of nickel elimination from the body based on detailed histological studies of the role of the Malpighian tubules and the midgut; - studies of enzyme detoxifying abilities and effects of pesticides. The experiments provided new results, but also opened a series of new questions and doubts. Our studies are still in progress. *C. pardalina* might be a successful biological factor controlling the distribution of its host plant when transferred to new field conditions. Appropriate field tests need to be carried out to find quantitative relations between the host and its feeder with the optimisation of the density of insects.

32. Costing zinc accumulation in *Thlaspi caerulescens* (Brassicaceae)

Adam Russell, Steven N. Whiting, Roslyn Gleadow, Ian Woodrow* & Alan J.M. Baker

School of Botany, The University of Melbourne, VIC 3010, Australia.

* iewood@unimelb.edu.au

This paper examines the relationships between relative growth rate (RGR) and Zn accumulation in *Thlaspi caerulescens* (Brassicaceae), a Zn hyper accumulator. A significant, negative relationship exists between

Sesión 5: Plantas Acumuladoras de Metales Pesados
Session 5: Heavy Metal Hyperaccumulation by Plants

RGR and Zn Accumulation plants from two populations ($P=0.013$, $P < 0.01$). Net assimilation rate (NAR) explains the majority of the variation in RGR ($r^2= 0.050$, $P<0.01$; $r^2= 0.75$, $P<0.01$) compared with leaf area ratio (LAR), which does not show a significant relationship with RGR in either population. Although LAR does not have a significant relationship with Zn accumulation, the components of LAR, leaf weight ratio (LWR) and specific leaf area (SLA), do in fact show a significant relationship with Zn accumulation ($P=0.021$, $P=0.05$) respectively. A negative relationship between NAR and Zn accumulation ($P=0.039$; $P=0.016$), confirms that NAR explains most of the negative relationship between RGR and Zn concentration. Interestingly, under a high soil N concentration, the significant relationship between Zn accumulation and NAR is no longer detectable. These results suggest that there is a direct metabolic cost of Zn accumulation in this species.

33. Metal hyperaccumulation does not increase drought resistance in *Alyssum murale* and *Thlaspi caerulescens*

Steven N. Whiting (1), Peter M. Neumann (2) & Alan J.M. Baker* (1)

(1) School of Botany, University of Melbourne, VIC 3010, Australia. (2) Lowdermilk Faculty of Agricultural Engineering, Technion-Israel Institute of Technology, Haifa 32000, Israel.

* ajmb@unimelb.edu.au

Metal hyperaccumulation mechanisms bear substantial energetic ‘costs’ and might confer selective advantages besides defense against herbivores and pathogens. We tested the theory proposed by B.C. Severne (Nature 204 p807, 1974) that metal hyperaccumulation might increase drought resistance. The Ni-hyperaccumulator *Alyssum murale* was treated with 0 or 20 μM Ni, and the Zn-hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens* with 1 or 50 μM Zn, and exposed to controlled water stress of -0.4 MPa in hydroponic culture using aerated aqueous poly (ethylene glycol) with a molecular weight of 6000. Water stress inhibited the growth of both species. Metal hyperaccumulation (>8 mg Ni or Zn g⁻¹ d.wt.) did not ameliorate the growth inhibition by water stress in either species compared to low-metal control treatments (<1 mg g⁻¹ d.wt.). Metal hyperaccumulation did not increase the Relative Water Content of the plants under drought nor the osmolality of cell-sap extracted from the leaves, suggesting that hyperaccumulation does not augment plant capacity for osmotic adjustment. We conclude that metal hyperaccumulation does not enhance drought resistance in *A. murale* and *T. caerulescens*. Further studies should focus on the osmotic effects of high concentrations of metals at the level of individual cells.

34. Effects of nickel on *Cunonia macrophylla* development, an endemic New-Caledonian Cunoniaceae

Virginie Leon*, Bruno Fogliani, Saliou Bouraima-Madjebi** & René Pineau

LBPVA – Université de la Nouvelle-Calédonie, BP 4477 – 98846 Nouméa cedex Nouvelle-Calédonie, France.

*virginie_leon@yahoo.com, **bouraima@univ-nc.nc

A greenhouse experiment was conducted to study the effects of nickel (5 to 1000ppm of Ni in aqueous solution) on the growth, the organic and mineral content in *Cunonia macrophylla*, an endemic Cunoniaceae growing on ultramafic soil in New Caledonia. The growth (length of stem, number of leaves, wet matter) is improved with addition of nickel at 50ppm, whereas 1000ppm of nickel seems to reduce the growth of the plants. The analysis of the different contents shows an elevation of nitrate, copper and zinc concentration at 50ppm of Ni. However Ni applied at 1000ppm has an antagonist effect on potassium content and induces

increasing glucids and proteins content. The nickel content in all parts of plants increase with increasing levels of applied Ni, particularly in the roots. This work reveals the probably benefic effect of nickel at 50ppm on *Cunonia macrophylla* development and metabolism, and the fact this specie can accumulate nickel in our experimental conditions.

35. Potential for genetic improvement of *Thlaspi caerulescens* for phytoremediation

Marla S. McIntosh* (1), R.L. Chaney (1), J.Scott Angle (1), Alan J.M. Baker (2) & Roger D. Reeves (3)

(1) Department of Natural Resource Sciences, University of Maryland, College Park, Md 20742, USA. (2) School of Botany, The University of Melbourne, Victoria 3010, Australia. (3) Institute of Fundamental Sciences – Chemistry, Massey University, Palmeston North, New Zealand.

* Mm45@umd.edu

Thlaspi caerulescens has excellent potencial to be used for remediation of zinc and cadmium polluted soils. Although plants of this species have been found to consistently hyperaccumulate cadmium and zinc, the levels of cadmium and zinc that individual plants accumulate depend on their genotype and environment. The concentrations of cadmium and zinc in leaves of *T. caerulescens* have been shown to differ significantly due to their ecotype, place of origin, and growing conditions. Thus, for successful phytoremediation, *T. caerulescens* plants should be adapted to the locations where they will be utilized and these locations are likely to differ in climate, soil type, and soil pollution level. This paper will outline suggested research and needed quantitative information that is essential for developing germplasm pools and breeding superior cultivars of *T. caerulescens* to be used for phytoremediation. The critical importance of studying genotype X environment interactions will be discussed in relation to effective breeding and utilization of *T. caerulescens*. Problems and evaluating gene expression for hyperaccumulation of zinc and cadmium will also be adressed.

36. Nickel distribution and trace element uptake in *Berkheya coddii* by neutron activation, SEM/EDS and nuclear microprobe

Jolanta M.. Mesjasz-Przybylowicz* (1), W.J. Przybylowicz (2), W.U. Reimold (2) & C. Koeberl (3)

(1) Materials Research Group, iThemba LABS, P.O. Box 722, 7129 Somerset West, South Africa
(2) School of Geosciences, University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa
(3) Institute of Geochemistry, University of Vienna, Vienna, Austria

* mesjasz@tlabs.ac.za

Nickel distribution and trace element uptake was studied in *Berkheya coddii* Roessler (Asteraceae), an endemic herbaceous nickel hyperaccumulating plant growing on ultramafic outcrops in South Africa. Total concentrations in soil, related rock and mature leaves were analysed by neutron activation analysis. Average Ni concentration in leaves was 1.8% dry mass, whereas in the soil and bedrock the total Ni amount was 0.13% and 0.15%, respectively. Elemental localisation was examined with SEM/EDX (using frozen hydrated material) and micro-PIXE (using freeze-dried specimens) . Analysis of Ni distribution in the whole leaf blade showed its rather uniform distribution, with significant enrichment in the vascular veins and trichomes. Both EDS and PIXE analysis revealed that Ni accumulated predominately in the mesophyll tissues in the mature leaves cross-sections of *B.coddii*.

37. Studies on spatial distribution of nickel in propagules of the metal hyperaccumulator *Stackhousia tryonii* Bailey using micro-PIXE and EDXMA techniques

Naveen P. Bhatia (1), Ivo Orlic (2), Rainer Siegele (2), Nanjappa Ashwath (1),
Alan J. M. Baker (3) & Kerry Walsh (1)

(1) Primary Industries Research Centre, School of Biological and Environmental Sciences, Central Queensland University, Rockhampton, Qld 4702, Australia. (2) Physics Division, Australian Nuclear Science and Technology Organisation (ANSTO), Lucas Heights, NSW 2234, Australia. (3) School of Botany, The University of Melbourne, Victoria 3010, Australia.

Stackhousia tryonii Bailey is one of the two nickel hyperaccumulating plants reported from eastern Australia. The spatial distribution of Ni within fruit (seed) of *Stackhousia tryonii* Bailey was qualitatively and quantitatively investigated using energy dispersive x-ray microanalysis (EDXMA) and nuclear microprobe (micro-proton-induced x-ray emission spectroscopy; micro-PIXE) techniques, respectively. Ni analysis made using micro-PIXE was consistent with bulk (ICP-OES) analysis, and allowed spatial resolution to approximately $2 \times 2 \mu\text{m}^2$. Ni content (bulk analysis) of *S. tryonii* fruit was $1800 \mu\text{g g}^{-1}$ dry weight, however, Ni was partitioned to the fruit wall (pericarp) ($4433 \mu\text{g g}^{-1}$), while endospermic and cotyledonary tissues possessed little Ni (309 and $182 \mu\text{g g}^{-1}$ dry weight, respectively). This distribution is consistent with the interpretation that Ni moves symplastically but not apoplastically within the fruit (the filial generation lacks symplastic connection with the parent).

SÁBADO 26 / SATURDAY 26TH

SESIÓN 6: CONSERVACIÓN DE ESPECIES Y ÁREAS ULTRAMÁFICAS
SESSION 6: ULTRAMAFIC SPECIES AND AREAS CONSERVATION

38. Status of Conservation of Serpentine Sites in North America

Arthur R. Kruckeberg

Department of Biology, Box 351330, University of Washington, Seattle, WA 98195-1330 USA.

ark@u.washington.edu

Habitats supporting unique floras often have been created by geologic processes. Unique land forms and lithologies are the major sources of such habitats. However their conservation has been uneven (Kruckeberg 2002). Unique land forms fare best in gaining preservation: e.g., Yosemite and Grand Canyon National Parks in the US. Less successful has been the preservation of unique lithologies, like serpentines, that often harbour endemic taxa. In eastern North America, conservation of serpentine areas has been poor; the best of the few preserves there include the Gaspé Peninsula (Mt. Abert National Park), in Canada. Some progress in recent years has been made to preserve serpentine habitats in the Pacific Coast states of California, Oregon and Washington. Examples will be cited. The level of protection varies as does the kind of agency (local, state or federal) enforcing the preservation status. At the First International Conference on Serpentine Ecology (1991), the conferees recognized the need to lobby for preservation of notable serpentine sites. A resolution urging such preservation was passed at that conference (Baker *et al.* 1992). It would be most timely for delegates at this 4th Conference to draft and pass a similar resolution and to see that government agencies are informed of the need to preserve samples of this remarkable natural phenomenon.

39. Conservation status of rare plant species endemic to serpentine in Puerto Rico

Duane A. Kolterman* & Gary J. Breckon

Department of Biology, University of Puerto Rico, P.O. Box 9012, Mayagüez, Puerto Rico 00681-9012

* dkolterman@uprm.edu

In Puerto Rico, serpentine substrates are limited to the southwestern portion of the island. Parts of the serpentine area have received some degree of protection since the establishment of the Maricao and Susúa Commonwealth Forests during the first half of the 20th century and the incorporation of a portion of the Sierra Bermeja into the Caribbean National Wildlife Refuge in the 1990's. Cedeño-Maldonado and Breckon (1996) identified twelve vascular plant species that are endemic to serpentine in Puerto Rico. We and our students have studied the population biology and reproductive ecology of three of these endemics, two of which have been listed as endangered or threatened by the U.S. Fish and Wildlife Service. *Crescentia portoricensis* Britton (Bignoniaceae) is restricted to the Maricao and Susúa Forests; our studies have shown it to be more abundant than was previously thought, but we have never found seedlings in the wild. *Gesneria pauciflora* Urb. (Gesneriaceae) grows on public and private lands in Maricao, where it faces threats due to human activities. *Calliandra locoensis* R.G.García & Kolt. = *Calliandra haematomma* (Benth.) var. *locoensis* (R.G.García & Kolt.) Barneby (Leguminosae: Mimosoideae) is restricted to the Susúa Forest; new

Sesión 6: Conservación de Especies y Áreas Ultramáficas
Session 6: Ultramafic Species and Areas Conservation

populations have been found since its discovery in 1991, but it deserves protection. We will discuss the current conservation status of these three serpentine endemics from southwestern Puerto Rico.

**40. Botanical characteristics of New Caledonia:
Constraints for the mining industry and opportunities for restoration**

Tanguy Jaffré*, Frédéric Rigault, Gilles Dagostini & Jacqueline Fambart

IRD – Institut de recherche pour le développement, BP A5, 98848, Nouméa New Caledonia.

* Jaffre@noumea.ird.nc

New Caledonia is recognized among the top 10 of the World's biodiversity hot spots. It is illustrated by the richness of the flora (3260 vascular plant species including 74.3% endemics). Floristic diversity is particularly pronounced on ultramafic rocks where the level of endemism is 80.5% among a total of 2137 species. The flora consists of 152 families (5 endemic, with 2 found only on ultramafic rocks), and 557 genera (93 endemic, with 40 found only on ultramafic rocks). Among families and genera found on ultramafics, some are under-represented and others over-represented, in relation to their overall importance in the total flora. As nickel mining increases, the vegetation of former mine sites is of major environmental concern in New Caledonia. Conservation of floristic diversity is highly dependent on the methods used in both mining and land rehabilitation, whose purpose must not only be "greening". Revegetation of barren mine sites must be based on the establishment of pioneer native species, able to form pioneer groups, evolving towards higher diversified plant associations. Nevertheless, secondary succession would only occur if areas representative of different vegetation types are protected close to active mining sites, which can then serve as seed sources for further establishment. The performance of species with the greatest potential, such as those resistant to toxicity and aridity, able to fix nitrogen or to improve soil levels of nutrients, will be presented.

41. Revegetation and rehabilitation of open mined lands in Cuba

Grisel Herrero* (1), F.B. Geigel (2), Pedro Herrera (1), Nancy Bruzón (3), N. Noda (4) & N. Peña (4)

(1) Instituto de Ecología y Sistemática, Carretera de Varona km 3½, Capdevila, Boyeros, C. Habana. (2) Instituto de Investigaciones Forestales, Calle 123 e/ 17b y 17c, Siboney, Playa, C.Habana. (3) Estación de Investigaciones de Montaña, Pinares de Mayarí, Holguín. (4) Empresa Forestal Integral, Mayarí, Holguín.

*ecologia.ies@ama.cu

The investigations about recultivation of open mine degraded lands began in Cuba in 1972, in spite of the lateritic nickel mining began in the first decade of the last century. Both recultivation phases: technical and biological (revegetation) are indispensable for the rehabilitation of the ecosystem and landscape. Eleven foreign and autochthonous species have been proved in the experiment at Mina Martí: *Pinus cubensis*, *Casuarina equisetifolia*, *Albizia cubana*, *Albizia lebeck*, *Simarouba glauca*, *Eucalyptus saligna*, *Leucaena leucocephala*, *Calophyllum antillanum*, *Hibiscus elatus*, *Paraserianthes falcataria*, *Albizia pulvurulentia*. Two seedling production methods (bare roots and container) and organic and inorganic fertilisers were tested in a randomized block design with 3 replica. The seedlings must be produced in containers to obtain field survivals greater than 60%. It is necessary to apply organic or inorganic fertilisers, according to the species, for a successful development of the plantations. *P. cubensis*, *C. equisetifolia*, *P. caribaea*, *Simarouba glauca*, *E. saligna* are the most well adapted species whether for both its survival and growth. *H. elatus* grows well when planted in near water courses lands. *L. leucocephala* died 2 years after planting. Criteria for selecting the species to be planted vary after 22 years: in addition to *P. cubensis* (endemic), *A. lebeck*, *A. cubana*,

Sesión 6: Conservación de Especies y Áreas Ultramáficas
Session 6: Ultramafic Species and Areas Conservation

which do not grow and survive well, allow the establishment of endemic flora been the endemism in the plots of these species of 33%, 30,5% and 12,8%, respectively. The return of native species indicates that the area is in a rehabilitation process.

42. Native plants resistant or sensitive to different kinds of environmental impacts produced by mining activity in Moa. Possible use for rehabilitation

María E. Rodríguez* (1), Ramona Oviedo Prieto** (1), Xésika Mayans*** (2), Yamir Torres-Arias** (1) & Grisel Palacio** (3)

(1) Instituto de Ecología y Sistemática, CITMA, Carretera de Varona Km 3.5, Capdevila Boyeros, CP 10800, Ciudad Habana, Cuba. (2) Facultad de Agronomía Forestal, Universidad de Pinar del Río. (3) Grupo de Medio Ambiente, Universidad de Moa

*mdurruthy61@yahoo.es, **ecologiaies@ama.inf.cu, ***jcastillo@moa.minbas.cu

In four sites of natural, more or less well conserved forests, floristic characterization was performed: 3 pine forests of *Pinus cubensis* Griseb, 2 of them in touch with gallery forests, and 1 humid submontane forest. Plants collected were identified resulting 222 spp. among all the natural areas. By the other hand, in 5 sites with different resulting impacts from metallurgic industry and mining activity the present species were listed. The comparison among conserved forest areas showed 35 main common species, between conserved and damaged areas resulted in finding 58 persisting spp, 27 spp that increased and 12 spp that diminished their populations or disappeared. In the case of the most impacted areas, by intensive mining, industrial wastes, slash and burn or gas contamination, species resistant to these conditions were 60 to 71 % local endemics or endemics to the Moa-Baracoa region. Exception made for the area intensively damaged by industrial wastes, where synanthropism was high. The results obtained can be applied to recultivate different kinds of damaged areas in this serpentine zone. An ecotechnology is proposed using the valuable plant diversity of those forests, taking into account their reproductive strategies and resistance.

CARTELES / POSTERS

MARTES 22 / TUESDAY 22ND

**SESIÓN 1: DIVERSIDAD VEGETAL EN ÁREAS ULTRAMÁFICAS: ESTUDIOS
FLORÍSTICOS Y FITOGEOGRÁFICOS.**

***SESSION 1: PLANT DIVERSITY IN ULTRAMAFIC AREAS: FLORISTIC AND
PHYTOGEOGRAPHIC STUDIES.***

**1. Inventario preliminar de la flora vascular exclusiva de suelos serpentínicos en
República Dominicana**

Brígido Peguero

Jardín Botánico Nacional, Apartado Postal 21-9, Santo Domingo, República Dominicana.

j.botanico@codetel.net.do

En República Dominicana, las principales formaciones de serpentinitas presentan dos tipos de asociaciones vegetales: Matorrales xeromorfos o sub-espinosos de zonas bajas, y pinares en medianas y altas elevaciones. A éstas se agregan las de suelos sabanosos derivados de serpentina, y la ribereña donde se producen arrastres de esta roca ultramáfica. Se hizo una revisión de estudios florísticos en áreas de serpentina: García (1991), en Gaspar Hernández; el de Veloz & Monegro (1998), en Sierra Prieta, y el de Peguero & Clase (2002), en Puerto Plata. Se revisó la Flora de La Española (Liogier 1982, 1983, 1985, 1986, 1989, 1994, 1995, 1996 y 2000), y las colecciones del herbario JBSD del Jardín Botánico Nacional. Se registran 56 especies correspondientes a 41 géneros en 28 familias. Las familias que presentan mayor número de géneros son: Myrtaceae, Rubiaceae y Euphorbiaceae, con cinco, cuatro y tres, respectivamente. Los géneros mejor representados son: *Byrsonima*, con cuatro especies, *Mouriri* y *Jacquemontia* con tres cada una. 18 especies son arborescentes, 25 arbustivas, ocho hierbas (incluida una saprófita), cuatro trepadoras y una palma. 31 son endémicas de La Española, 23 nativas, y dos taxa quedan a nivel de género; 11 de estas especies están incluidas en la lista de plantas protegidas del proyecto de Ley de Biodiversidad de República Dominicana, por presentar algún grado de amenaza. Una profundización de estudios en torno a la distribución de los suelos serpentínicos, así como revisiones taxonómicas, podría arrojar un número mucho mayor de especies exclusivas de suelos serpentínicos en República Dominicana.

**2. Composition and diversity of bryophyte communities at an ultramafic site in
southern British Columbia, Canada**

Jocelyn M. Ingram, Gary J. Lewis* & Gary E. Bradfield

Department of Botany, University of British Columbia,
3529-6270 University Blvd. Vancouver, BC, V6T 1Z4, Canada

* garylewis@shaw.ca

Within British Columbia, several major ultramafic sites extend along a latitudinal gradient from southern, dry Douglas-fir/pine forests to northern boreal spruce forests. Despite their regional occurrence, little information is available for the plant communities, and bryophytes in particular, of these ultramafic sites. In British Columbia, bryophytes often contribute greatly to local and regional species richness. We hypothesize that the unique physical and chemical properties of ultramafic soils and rocks will result in distinctive features in the species richness and composition of bryophyte communities. We compared bryophyte communities at the Tulameen Ultramafic Complex on two adjacent sections of Grasshopper Mountain, one section underlain by ultramafic bedrock, the other by non-ultramafic (“zonal”) rock. The unique configuration of the mountain and the study design minimized the confounding influences of aspect, topography, history, biota and climate, and permitted the results to be directly related to ultramafic and correlated factors. Bryophytes were sampled in seventy-one 10 m radius circular plots using a five-point scale to quantify species abundance. Preliminary analysis of the field data suggests differences in bryophyte species composition between ultramafic and non-ultramafic substrates. Further analysis, to be presented at this conference, will compare patterns of species diversity and similarity within a nested group of factors: ultramafic/non-ultramafic substrates, forest canopy structure and moss growth substrates (soil, rock, trees, coarse woody debris). The contribution of the ultramafic half of Grasshopper Mountain to regional bryophyte species richness will be evaluated.

3. Plant ecology of ultramafic outcrops (Northern Apennines (Piacenza), Region: Emilia Romagna)

Giulia Virginia Vercesi

Department of Ecologia del Territorio e degli Ambienti Terrestri, Università degli Studi di Pavia, Via S.
Epifanio 14, 27100 Pavia.

gvercesi@et.unipv.it

The special chemical and physical conditions of ultramafic soils cause a strong selective pressure on plant species, determining a highly adapted flora and peculiar plant communities. Some hypothesis have been formulated to describe, in connection with geomorphological factors, the composition of flora and vegetation of ultramafic outcrops in the Piacenza area, Northern Apennines, Italy. On these areas, characterized by a high number of relatively small ultramafic outcrops, 187 species, belonging to 39 families, have been found. The richest families are Graminaceae, Caryophyllaceae, Labiatae and Compositae. Endemic species are present in high percentage (9,3%), with respect to total flora. The proportion of endemic species is higher in these ultramafics with respect to the regional flora (about 1,5%). This fact stresses the importance of ultramafic outcrops of Northern Apennine for plants speciation, indicating these sites as hot-spots of regional plant diversity. The presence of species with a disjunct distribution evidences the ancient origin of this flora. To study the composition of plant communities, 55 floristic relevés were performed, taking into account quantitative data; data were processed to analyze relationships between community structure and composition with respect to sites features. The Raunkiaer life form spectrum is dominated by hemicryptophytes and chamaephytes; vegetation is dominated by perennial herbs, as usual in ecological stressed environments. The distribution of some phytogeographic groups of species shows marked differences: Orophytic and Circumboreal elements are concentrated on montane sites, while the colline outcrops are characterized by Eurimediterranean species. Orophytic and Circumboreal species, which grow above 800 meters, prefer more fresh sites (having exposition from North-East to West).

4. Serpentine plants of Sri Lanka: A preliminary study

Nishanta Rajakaruna

Department of Botany, 3529-6270 University Boulevard, Vancouver, BC Canada V6T 1Z4. Canada.

nishanta@interchange.ubc.ca

This study explored the soils and vegetation of four of the five known ultramafic sites in Sri Lanka. Soil chemical and physical features were typical of ultramafic substrates. A preliminary taxonomic survey identified 45 species of angiosperms, none of which is endemic to the island or restricted to ultramafic soils. However, populations of several taxa may represent ecotypes specific to the substrate. A thorough taxonomic survey of specimens from on and off this substrate may expose features unique to these ultramafic populations. Plant tissue concentrations of various elements were typical of species growing on ultramafic substrates. *Evolvulus alsinoides* (Convolvulaceae), *Hybanthus enneaspermus* (Violaceae), and *Crotalaria biflora* (Fabaceae) were shown to hyperaccumulate nickel (>1000µg/g dry tissue). An unusual finding was the discovery of five hyperaccumulators of copper: *Geniosporum tenuiflorum* (Lamiaceae), *Clerodendrum infortunatum* (Verbenaceae), *Croton bonplandianus* (Euphorbiaceae), *Waltheria indica* (Sterculiaceae), and *Tephrosia villosa* (Fabaceae). Copper hyperaccumulation (>1000µg/g dry tissue) in ultramafic substrates is a little known phenomenon and requires further study. *Calotropis gigantean* (Asclepiadaceae) accumulated sodium to levels often seen in halophytic plants. Sodium accumulation in plants growing on ultramafic substrates is also a rare phenomenon.

5. Serpentine shift of Lopez's aridity index

Hermen Ferrás Alvarez* (1), Antonio López Almira** (2) & Ana Martell García* (1)

(1) Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba. (2) Museo Nacional de Historia Natural de Cuba.

* ecologia.ies@ama.cu , ** almiqui@mnhnc.inf.cu

The relationship between López's Biological Aridity Index and the available humidity for plants in Cuban phytogeographic districts according to the Samek classification is analyzed. The available humidity was calculated through the Partial Water Balance (PWB), according to the formula: $PWB = Precipitation - PET$, where PET- Potential Evapotranspiration. The Biological Aridity Index (Ar) expresses the relationship among the number of Cuban endemisms coming from the Amazon evolutionary center (dry) and the North Andine region (humid). The author has demonstrated that this index can be used as measure of the climatic aridity in a given phytogeographic district of Cuba, due to the existing negative correlation between Ar and PWB, which is statistically significant. While comparing dependence between the PET and Ar for serpentine districts on one hand and the rest of the districts, on the other one, was obtained that in both cases a statistically significant negative correlation exists, and the slopes of the lineal regression equations are the same, being the regression straight line corresponding to serpentine districts 0.05 units of Ar above the straight line corresponding to the rest of the districts. This shift means that the aridity index for a given value of precipitations and temperature, and therefore, of the PWB, in a serpentine district is the equivalent one to that present in a non serpentine district with a PWB 100 mm lesser. These conclusions corroborate the results shown by Borhidi (1996), about the effect of the serpentines on the vegetation, equivalent to the decrease of the precipitations.

6. Caracterización de la brioflora en las serpentinitas cubanas

Ángel Motito*, Kesia Mustelier Martínez, María E. Potrony Hechavarría & Agueda Vicario Estremera

Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO). CITMA.
José A. Saco No. 601 Esq. Barnada. Santiago de Cuba. CP 90100.

* motito@bioeco.ciges.inf.cu

La flora briológica de serpentinitas está representada por el 61.2 % del total de taxa en Cuba. Se reconocen un total de 63 familias, 195 géneros, 582 taxa infragenéricos y 16 endemismos. Dentro de las familias más grandes, según el número de taxa, se encuentran Dicranaceae, Pilotrichaceae, Pottiaceae, Sematophyllaceae (Musgos), Lejeuneaceae, Plagiochilaceae, Aneuraceae, Cephaloziaceae y Jubulaceae (Hepáticas). Los géneros mejor representados resultaron ser *Campylopus*, *Calymperes*, *Fissidens*, *Leucobryum*, (Musgos), *Lejeunea*, *Plagiochila*, *Frullania* y *Riccardia* (Hepáticas). Se brinda un listado de los taxa infragenéricos inventariados indicando las zonas de serpentinitas en que se presentan.

7. Fanerógamas inventariadas en las formaciones vegetales sobre serpentina en las montañas Nipe-Sagua-Baracoa, Cuba Oriental

Eddy Martínez Quesada

Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO), CITMA

eddy@bioeco.ciges.inf.cu

Se presenta un estudio de las fanerógamas que han sido inventariadas en las formaciones vegetales que se desarrollan sobre serpentina en el macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa, teniendo en cuenta diferentes aspectos florísticos como el endemismo, las formas de vida, el grado de amenaza de las especies y las relaciones de similitud entre cada formación vegetal. Los resultados demuestran que existe un predominio de las especies endémicas, encontrándose la mayoría de ellas en la Pluvialva de baja altitud y submontana sobre ofiolitas.

8. Flora serpentínica de Motembo, Villa Clara, Cuba Central

Fernando Franco Flores* (1), Idelfonso Castañeda Noa (2), Ramona Oviedo Prieto (3)

(1) Jardín Botánico, Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas: Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. (2) Agencia de Medio Ambiente, GEOCUBA Villa Clara-Sancti Spiritus, Toscano No. 56 esq. Toscano, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. (3) Instituto de Ecología y Sistemática (IES). Carretera de Varona km 3.5, Capdevila, Boyeros, Ciudad de La Habana, Cuba.

*fernandof@agronet.uclv.edu.cu

Con el objetivo de dar a conocer la flora del Matorral Xeromorfo Espinoso sobre Serpentina de la localidad de Motembo y tomando como base para el inventario las colectas ya existentes en los herbarios HAC, HAJB y el HPVC así como los estudios realizados por los autores, se reportan 233 taxa infragenéricos, pertenecientes a 168 géneros y 66 familias. Existen 115 taxa que constituyen endemismos cubanos, destacándose el grupo de los pancubanos (44 especies), así como seis de ellos restringidos a la localidad. Al analizar las relaciones florísticas con otras tierras vecinas arrojaron un predominio con las Antillas (19.3%) y el Neotrópico (17.2%), mientras que los caribeños están bien representadas (10,3%).

9. El suelo derivado de la roca serpentinita y su influencia sobre la flora: un caso el sur de Santa Clara, Cuba Central

Fernando Franco Flores* (1), Idelfonso Castañeda Noa (2), Cristóbal Ríos Albuerne (1)

(1) Jardín Botánico, Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas: Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. (2) Agencia de Medio Ambiente, GEOCUBA Villa Clara-Sancti Spiritus, Toscano No. 56 esq. Toscano, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

fernandof@agronet.uclv.edu.cu

Se ofrece el estudio de la influencia de algunos factores edáficos sobre el endemismo, la fisionomía y la cobertura de la vegetación sobre serpentinita al sur de Santa Clara. En el muestreo se siguió el sistema de Braun Blanquet, modificado por Westhoff & Van der Maarel (1978) para determinar el índice de abundancia-dominancia de las especies; además, se tuvo en cuenta el porcentaje de cobertura de la vegetación, el grado de pendiente del sustrato y algunas características del mismo. La correlación entre los diferentes factores estudiados expresa que existe relación de forma directamente proporcional entre la baja relación Calcio/ Magnesio y el endemismo de la flora de las dos localidades estudiadas, mientras que la relación altura y cobertura de la vegetación y la profundidad y pendiente del sustrato muestran diferencias.

10. Endemismo de la flora de un área de serpentina al sur de la ciudad de Santa Clara, Cuba Central

Alfredo Noa Monzón

Centro de Estudios de Ciencias Ambientales. ISP. “Félix Varela”. Villa Clara. Cuba.

ceca@ispvc.rimed.cu

Al sur de la ciudad de Santa Clara se encuentra el afloramiento de rocas serpentinitas más importante del Distrito Claraense, tanto por su extensión como por el número de endémicos que atesora. En el presente trabajo se reporta que el 27,3 % de la flora fanerófita es endémica. El 50 % de ellas son endémicos pancubanos, seguido de los endémicos de Cuba Central, Cuba Central – Cuba Oriental y Cuba Central – Cuba Occidental. De acuerdo al hábito predominan los nanofanerófitos y microfanerófitos. El tipo de hoja más común entre los endémicos es la micrófila. En el trabajo se analizan además el tipo de hábitat de cada taxon y las relaciones con otros núcleos serpentínicos de Cuba.

11. Plantas carnívoras en áreas serpentínícolas de Cuba

Cristina M. Panfet Valdés

Jardín Botánico Nacional. Carretera El Rocío km 3.5, Calabazar, Boyeros, C.P. 19230.
Ciudad de La Habana, Cuba.

cmpanfet@yahoo.com , hajb@ceniai.inf.cu

Las plantas carnívoras representadas en Cuba por las familias Droseraceae y Lentibulariaceae, se encuentran entre la gran diversidad de plantas que se localizan en áreas de rocas ultrabásicas, que incluyen suelos de serpentina y suelos lateríticos, generalmente derivados de estas rocas. Las especies de las familias antes

mencionadas que habitan en estas áreas están sometidas a condiciones ecológicas drásticas, siendo la sequía fisiológica del suelo y la falta de nutrientes los factores que inciden en que presenten peculiares adaptaciones morfológicas para la captura de insectos. En el presente trabajo se dan a conocer las especies de plantas carnívoras que se localizan en las diferentes áreas de rocas ultrabásicas, todas endémicas, su distribución geográfica, sus adaptaciones morfológicas, así como el estado de conservación de las poblaciones.

12. El género *Croton* L. (Euphorbiaceae) en las serpentinas cubanas

Aymara Vázquez Ruiz

Jardín Botánico Nacional. Carretera El Rocío km 3.5, Calabazar, Boyeros, C.P. 19230.
Ciudad de La Habana, Cuba

hajb@ceniai.inf.cu

El género *Croton* L. uno de los más numerosos de la familia Euphorbiaceae tiene 59 especies en Cuba de las cuales unas 21 viven en suelos derivados de serpentina. En el presente trabajo se brinda la distribución de los taxones en Cuba y se describen aspectos morfológicos foliares de 19 de estas especies, 18 de las cuales son endémicas. *Croton sagreanus* Muell. Arg.; *C. glandulosus* L. y *C. nummulariaefolius* A. Rich. son pancubanas, *C. brittonianus* Carabia es exclusiva de Pinar del Río, *C. heteropleurus* Urb. se distribuye por la región centro-occidental de Cuba y las especies restantes en las serpentinas del norte de oriente. Se estudiaron los siguientes parámetros macromorfológicos: margen del limbo foliar, forma del limbo, la base y el ápice según el criterio de Hickey (1974), así como el tipo de indumento (Moreno, 1984). De las especies estudiadas 16 presentan margen foliar revuelto y envés tomentoso lo que es un carácter pseuxeromórfico de los taxones serpentinícolas.

13. El género *Gochnatia* Kunth (Asteraceae) en las serpentinas cubanas

Iralys Ventosa Rodríguez

Departamento de Plantas Vasculares. Instituto de Ecología y Sistemática (IES).
Carretera de Varona km 3.5 Capdevila, Boyeros, Ciudad de La Habana, Cuba.

botanica.ies@ama.cu

Gochnatia Kunth, perteneciente a la tribu Mutisieae (Asteraceae), es un género que cuenta con más de 68 especies que habitan en las regiones tropicales del mundo, fundamentalmente en América. En Cuba el género tiene 20 especies, 19 de ellas endémicas, solo una comparte su área de distribución con las Bahamas. Este trabajo aborda las adaptaciones morfológicas de nueve especies del género que viven en las serpentinas de Cuba. Para desarrollar el mismo se realizó el estudio morfológico utilizando los especímenes depositados en los herbarios del Jardín Botánico Nacional (HAJB) y el herbario del Instituto de Ecología y Sistemática (HAC). Se analizaron los caracteres foliares haciendo énfasis en las adaptaciones que presentan estas plantas así como su correspondiente relación con la micromorfología, la anatomía foliar y las condiciones ecológicas. A partir de la información de las etiquetas se analizaron las localidades y las formaciones vegetales donde habitan las especies, para hacer una correspondencia entre las adaptaciones morfológicas y la ecología de las especies. Se obtuvo como resultado que el 45 % de las especies del género viven en las serpentinas o suelos de este, además las especies habitan en la mayoría de los núcleos serpentinícolas del país, independientemente de su edad. Se pudo observar que las principales características morfológicas que expresan las plantas que habitan en las serpentinas, son la microfilia y la espinencia en los márgenes de las hojas y en todos los casos presentan numerosos tricomas glandulares y no glandulares que protegen la lámina

foliar Y ambas caras. Por otra parte se analizó la incidencia puntual del endemismo en las especies del género, aún cuando se trate de áreas de serpentina geográficamente cercanas que no comparten las especies, demostrándose que existe una marcada tendencia a la vicarianza geográfica en el género.

14. Las eriocauláceas de las serpentinas de Cuba

Lutgarda González Géigel

Jardín Botánico Nacional. Carretera El Rocío km 3.5, Calabazar, Boyeros, C.P. 19230.
Ciudad de La Habana, Cuba

hajb@ceniai.inf.cu

La familia Eriocaulaceae puede considerarse como tropical a subtropical con su centro de dispersión en Brasil prefiriendo lugares húmedos a subhúmedos y suelos cuarcíticos con un pH ácido. En Cuba Eriocaulaceae esta representada por 5 géneros: *Eriocaulon* L., *Lachnocaulon* Kunth, *Paepalanthus* Kunth, *Sygonanthus* Ruhland y *Tonina* Aublet que cumplen con los requisitos de la familia y se distribuyen fundamentalmente en la Provincia Pinar del Río y el Municipio especial Isla de la Juventud sin embargo algunas de sus especies prefieren en Cuba oriental y Cuba central suelos derivados de roca ígnea ultrabásica-serpentina. Las especies que prefieren estos suelos son en Cuba oriental *Paepalanthus pungens* Grises., *Paepalanthus riparius* Moldenke, *Paepalanthus moaensis* L. Gonz. Géigel y *Eriocaulon fuliginosum* C. Wright. En Cuba central encontramos el *Eriocaulon fuliginosum* C. Wright.

15. *Hedyosmum subintegrum* (Chloranthaceae), un endemismo de las serpentinas orientales de Cuba

Hildelisa Saralegui Boza

Jardín Botánico Nacional. Carretera El Rocío km 3.5, Calabazar, Boyeros, C.P. 19230.
Ciudad de La Habana, Cuba

hajb@ceniai.inf.cu

De las 40 especies del género *Hedyosmum*, solo una es del sureste de Asia, el resto vive en América tropical. En Cuba crecen cuatro especies; dos especies (*H. subintegrum* y *H. grisebachii*) y una subespecie (*H. domingense* subsp. *cubense*) son endémicas. *H. subintegrum* es la única especie del género confinada a suelos serpentínicos. Se analizan las características xeromórficas (o pseudoxeromorfas) de la especie, las cuales se hacen notablemente extremas en individuos que crecen sobre los suelos más esquelético y se presenta la distribución de la especie.

16. Modificaciones anatómicas en plantas que crecen sobre suelos de serpentina

Rosa Rankin Rodríguez

Jardín Botánico Nacional. Carretera El Rocío km 3.5, Calabazar, Boyeros, C.P. 19230.
Ciudad de La Habana, Cuba

hajb@ceniai.inf.cu

Estudios realizados en representantes cubanos de la familia Polygalaceae demuestran la existencia de modificaciones anatómicas en plantas que crecen sobre suelos de serpentina. Análisis al Microscopio Electrónico de Barrido y Microscopio Óptico muestran la presencia de ceras epicuticulares formando láminas distribuidas por toda la superficie foliar sin orientación precisa y fuerte cutinización. Este estudio contribuyó además a la segregación de los táxones infraespecíficos *Badiera virgata* subsp. *virgata* y *Badiera virgata* subsp. *alternifolia*. Se ofrecen esquemas de distribución de estos táxones.

MARTES 22 / TUESDAY 22ND

SESIÓN 2: FAUNA Y BIOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN DE PLANTAS DE ÁREAS ULTRAMÁFICAS

SESSION 2 FAUNA AND REPRODUCTIVE BIOLOGY IN PLANTS OF ULTRAMAFIC AREAS

17. Los lepidópteros de las formaciones vegetales sobre serpentina en Cuba

Alejandro Barro Cañamero* (1), Rayner Núñez Aguila (2) & Krys Rodríguez Fernández (1)

(1) Dpto. Biología Animal y Humana, Facultad de Biología, Universidad de La Habana. Calle 25 #455 e/ J e I, Vedado, CP 10400, Ciudad de La Habana, Cuba. (2) Instituto de Ecología y Sistemática (IES). Carretera de Varona km 3.5 Capdevila, Boyeros, Ciudad de La Habana, Cuba.

* abarro@fbio.uh.cu

La relación existente entre la lepidopterofauna y las formaciones vegetales cubanas aún no está totalmente esclarecida. En el caso de las formaciones vegetales sobre serpentinas, que representan entre el 5-7% de territorio nacional, no existen antecedentes en la literatura. Con el objetivo de determinar la posible exclusividad de determinadas especies o grupos de especies con las formaciones sobre serpentinas, se revisaron las colecciones de lepidópteros depositadas en el Instituto de Ecología y Sistemática, en el Museo Poey de la Universidad de La Habana y en el Museo Charles Ramsden, de la Universidad de Oriente. Además, se incluyeron las colectas realizadas por los autores en áreas con suelos lateríticos o de serpentina y los registros encontrados en la literatura especializada. En total se encontraron 282 especies pertenecientes a 20 familias (18 y 38% de los totales de especies y de familias registrados para Cuba, respectivamente). Las familias mejor representadas fueron Noctuidae (82 especies), Arctiidae (34 especies) y Geometridae, Pyralidae, Nymphalidae y Hesperiiidae (cada una con 31 especies). Estas especies se distribuyen en 30 localidades de todo el país, siendo las de mayor riqueza de especies aquellas relacionadas con las montañas del Macizo Sagua-Baracoa y las localidades cercanas a Moa (Provincias de Guantánamo y Holguín en Cuba Oriental) y La Coca (Provincia de Ciudad de La Habana, en Cuba Occidental), debido fundamentalmente a que han sido muestreados más frecuentemente por los lepidopterólogos. Once especies son endémicas de estas áreas. Es muy probable que con un mayor esfuerzo de muestreo y con métodos más modernos para coleccionar (i.e. trampas de luz), aumente el número de especies, de familias y de endémicos para estas localidades sobre suelos de serpentina.

18. Mode of pollination in two *Thlaspi caerulescens* populations

E.C. Synkowski, Marla .S. McIntosh*, J.Scott Angle, & R.L. Chaney

6117 Plant Sciences, Department of Natural Resource Sciences,
University of Maryland, College Park, Md 20742, USA

* Mm45@umail.umd.edu

Thlaspi caerulescens, formerly known as *T. alpestre*, has been reported to be self-pollinated. Among *T. alpestre* plants, Riley (1956) found only 5.25 % outcrossing, whereas Holmgren (1971) found a range of 5-

Sesión 2: Fauna y Biología de la Reproducción de Plantas de Áreas Ultramáficas
Session 2: Fauna and Reproductive Biology in Plants of Ultramafic Areas

35% outcrossing. These studies suggest that *T. caerulescens* plants are predominantly self-pollinated. However, results regarding the mode of pollination for both *Thlaspi* species have not been confirmed using DNA analysis. Determining the level of homozygosity of plant material is necessary for experiments involving mating designs, genetic diversity, gene linkage and gene expression. In order to determine the mode of pollination of *T. caerulescens*, two populations will be examined using PCR RAPD markers. Plants of super-Cd accumulators from St. Felix and Viviez, France will be scored. DNA polymorphisms among the siblings from the same mother plant indicate that these *T. caerulescens* populations have a higher level of outcrossing than previously reported of *T. alpestre* and are not inbred populations. Results from the RAPD analysis of these two populations will be presented.

19. Fenología y biología reproductiva de especies que habitan sobre suelos ultramáficos: *Caesalpinia bahamensis* subsp. *orientensis* Borhidi

Jorge E. Gutiérrez Amaro* (1), Alicia Rodríguez Fuente* (1), Corinna U. Koch** (2) & Otto von Helversen (2)

(1) Jardín Botánico Nacional. Carretera El Rocío km 3.5, Calabazar, Boyeros, C.P. 19230. Ciudad de La Habana, Cuba. (2) Universidad Erlangen-Nürnberg, Alemania.

[*hajb@ceniai.inf.cu](mailto:hajb@ceniai.inf.cu), [**corinnakoch@yahoo.de](mailto:corinnakoch@yahoo.de)

Caesalpinia bahamensis subsp. *orientensis* Borhidi es una planta endémica, que habita suelos ultramáficos de Cuba centrorientales, y se haya cultivada en la zona del Jardín Botánico Nacional que muestra la vegetación presente en el país sobre estos suelos. Los resultados que se presentan fueron tomados en la mencionada zona durante los últimos 20 meses, e incluyeron estudios fenológicos y de la biología de la reproducción. Entre las observaciones más relevantes están, número de flores por inflorescencia, desarrollo floral y del fruto, volúmenes y concentraciones del néctar producido, y visitantes y polinizadores potenciales. El comportamiento de las flores atendiendo a la exposición, antesis, y producción de néctar, demuestra una adaptación a la quiropterofilia como mecanismo de polinización. Esto concuerda con las frecuentes visitas observadas de *Monophyllus redmani*, la especie más pequeña de los murciélagos nectaríferos cubanos. No se descarta la participación de otros agentes polinizantes como colibríes y mariposas nocturnas.

20. Fenología y biología reproductiva de especies que habitan sobre suelos ultramáficos: *Samyda macrantha* P. Wilson

Alicia Rodríguez Fuentes* (1), Corinna U. Koch** (2), Jorge E. Gutiérrez Amaro* (1), Otto von Helversen (2) & Joel Rivero* (1)

(1) Jardín Botánico Nacional. Carretera El Rocío km 3.5, Calabazar, Boyeros, C.P. 19230. Ciudad de La Habana, Cuba. (2) Universidad Erlangen-Nürnberg, Alemania.

[*hajb@ceniai.inf.cu](mailto:hajb@ceniai.inf.cu), [**corinnakoch@yahoo.de](mailto:corinnakoch@yahoo.de)

Samyda macrantha P. Wilson es un endémico de amplia distribución en todo el país. Su marcada plasticidad ecológica le permite habitar tanto en suelos ultramáficos como en otros derivados de rocas calizas. Para la realización de este trabajo, se evaluaron los ejemplares de esta especie que se cultivan en la zona del Jardín Botánico Nacional que muestra la vegetación presente en el país sobre suelos ultramáficos. Los resultados que se presentan fueron tomados durante el último año, e incluyeron estudios fenológicos y de la biología de la reproducción de esta especie. Se estudió el comportamiento de la floración (antesis y duración), volúmenes y concentraciones del néctar producido, visitantes y polinizadores potenciales, y producción de frutos. Resulta interesante la estrategia de esta especie en cuanto a los mecanismos de floración, la antesis ocurre

durante la noche, de forma coordinada, en la mayoría de las flores de una misma planta y en menos de una hora. La producción de néctar se inicia antes de la antesis y concluye en las primeras horas de la mañana. Este comportamiento constituye una favorable recompensa a los murciélagos nectarívoros y se ha corroborado la visita de *Monophyllus redmani* y *Phyllonycteris poeyi*, este último endémico de Cuba. Es marcada la preferencia de los murciélagos por esta especie y no se descarta la visita de otras especies además de las mencionadas.

21. Some physiological seed patterns in seven forest species of Moa, Cuba

Bárbara C. Muñoz & Jorge A. Sánchez

Instituto de Ecología y Sistemática, CITMA. Carretera de Varona km 3.5,
Capdevila, Boyeros, CP 10 800, C. Habana. Cuba.

ecologia.ies@ama.inf.cu

In the present paper some physiological seminal patterns in seven forest species of Moa were studied: *Clusia callosa*, *Clusia tetrastigma*, *Guettarda ferruginea*, *Psychotria revoluta*, *Chiococca cubensis*, *Dracaena cubensis* and *Callicarpa oblanceolata*. These species are recommended to be used in a second phase of rehabilitation of mined areas, once the pioneer species are established. The probable conditions for the reproduction of each specie, as well as their role in the ecosystem are discussed.

MIÉRCOLES 23 / WEDNESDAY 23RD

SESIÓN 3: PEDOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA DE SUELOS ULTRAMÁFICOS
SESSION 3: PEDOLOGY AND MICROBIOLOGY OF ULTRAMAFIC SOILS

22. Mycorrhizal symbiosis of *Berkheya coddii* and its practical application

Katarzyna Turnau* (1) & Jolanta M. Mesjasz-Przybyłowicz** (2)

(1) Institute of Botany of the Jagiellonian University, ul. Lubicz 46, 31-512 Krakow, Poland.

(2) Materials Research Group, Themba LABS, P.O. Box 722, 7129 Somerset West, South Africa.

*ubturnau@cyf-kr.edu.pl, **mesjasz@tlabs.ac.za

The occurrence of arbuscular mycorrhiza in Ni-hyperaccumulating plants of the Asteraceae family growing on nickel enriched ultramafic soils in South Africa was surveyed. All plants were found to be consistently colonised by AM fungi, including an abundant formation of arbuscules. *Berkheya coddii*, which is an important species for phytomining has been also shown to form well-developed mycorrhiza under greenhouse conditions. Plants cultivated under greenhouse conditions and inoculated with native fungi (*Gigaspora sp.* and *Glomus tenue*) had higher shoot biomass and Ni content in comparison to noninoculated plants. Inoculation of *B. coddii* with *G. intraradices* (BEG) was successful, but only plants with abundantly developed arbuscules showed increased yield. In other cases, the plants' shoot biomass was similar to noninoculated plants. In roots collected from the field and in roots from pot cultures dense depositions localized on top of the arbuscules were often observed.

23. Characterization of *Cenococcum geophilum* isolates from a serpentine area by microsatellite-primed PCR. A tool for future revegetation programmes

A. Portugal, Susana C. Gonçalves, R. Vieira & Helena Freitas*

Departamento de Botânica. Universidade de Coimbra. 3000 Coimbra, Portugal.

*Hfreitas@ci.uc.pt

Isolates of the ectomycorrhizal fungus *Cenococcum geophilum* from a Portuguese serpentine area have been characterized by microsatellite-primed PCR. This fungus may be of great importance on *Quercus ilex* heavy metal stress alleviation in these areas. The aim of this work was to develop and apply the microsatellite-primed PCR technique in order to characterize fungal isolates of three different morphotypes, in an attempt to distinguish ecotypes within the isolates, bearing in mind future revegetation programmes. DNA was extracted and several microsatellite primers were tested. The PCR amplifications were carried out with several primers. No amplification product was obtained with primers (GACA)₄, (TGTC)₄, (AAC)₈, (GT)₈ and (CAT)₅, in spite of many different testing conditions being performed. In contrast, highly reproducible and polymorphic multiple band patterns were obtained with other five primers. Reproducible fingerprints were obtained for all isolates with (GA)₈, (GGAT)₄, (TCC)₅, (GATA)₄ and (GTG)₅ primers, showing genetic variation among *C. geophilum* isolates and permitting an easy distinction between isolates of different morphological types. Clustering of the data generated from each microsatellite primer separated *C. geophilum* isolates differentially. However, when all the microsatellite primers data were grouped, the dendrogram clearly

Sesión 3: Pedología y Microbiología de Suelos Ultramáficos
Session 3: Pedology and Microbiology of Ultramafic Soils

separated three distinct groups, corresponding to the three different morphological types. At this moment, we cannot say that *C. geophilum* ecotypes were found, in spite of genetic variation between isolates, mainly because Ni concentration in soil was not correlated with genetic variation. Instead, genetic variation is correlated with morphotypes. Other factors than Ni concentration may be involved in this genetic response.

24. Biogeochemistry of trace metals at the Chunky Gal mafic/ultramafic site, North Carolina, USA

A. Joe Pollard, C. B. Andersen & S. K. Wheeler

Departments of Biology, Earth and Environmental Science and Chemistry,
Furman University, Greenville SC 29613, USA.

The Chunky Gal mafic-ultramafic complex in the Nantahala National Forest of western North Carolina consists of dunite and amphibolite folded into a paragneiss, and is well studied from a purely geologic view. The presence of three rock types with contrasting chemical and physical properties within a 3 km² area offers an excellent opportunity to study the effect of geochemistry on plant ecology and the effects of vegetation on ecosystem chemistry. From each lithology, we analyzed rock - soil pairs using X-ray fluorescence (XRF) spectrometry. The chemistry of waters draining each site was analyzed using inductively coupled plasma (ICP) spectrometry. Samples of the four most common woody plant species on each site were ashed, dissolved in nitric acid, and analyzed using ICP spectrometry. As expected, the ultramafic dunites showed elevated concentrations of Cr, Co, Ni, and Mg, and low concentrations of Ca, K, and P. Mafic amphibolites had elemental concentrations intermediate between those of dunite and felsic gneiss. Plants did not accumulate measurable amounts of Cr or Co. Mg/Ca ratios in vegetation paralleled those in rocks and soils. Ni accumulation in plants also reflected geological concentrations; however, deciduous trees had noticeably higher Ni uptake than did evergreen species. Plant community differences between dunite and other lithologies may relate to Ni or Mg toxicity, Ca, K, or P deficiency, physical characteristics such as soil thickness and drainage, or a combination of these factors.

25. Caracterización de la microbiota indígena de los depósitos lateríticos de Moa, provincia de Holguín, Cuba

L. Abín, O. Coto*, Y. Gómez, S. Cortés & J. Marrero

Departamento de Microbiología, Facultad de Biología. Universidad de La Habana. Cuba.

* ocoto@fbio.uh.cu

Los mayores yacimientos de lateritas cubanas se localizan en la costa noroeste de la isla de Cuba, en la ciudad de Moa, provincia de Holguín y una de las más importantes a nivel mundial. Las lateritas son minerales oxidados con contenidos de níquel entre 0,3-1,5%. Además del níquel, ellas contienen otros metales valiosos como cobalto, hierro, entre otros. Entre los minerales oxidados se encuentran las serpentinas, las limonitas y las lateritas en general. La minería y la metalurgia extractiva que se emplea activamente en el mundo, constituye una de las actividades industriales más contaminantes y degradantes del medio ambiente, por lo que alteran considerablemente los ecosistemas de su entorno. La microbiota juega un papel fundamental en la dinámica del suelo. El objetivo del presente trabajo fue aislar y caracterizar la microbiota del yacimiento laterítico de Moa, para lo cual se tomaron los representantes del ecosistema en estudio. Ellos estuvieron presentes en todas las muestras procesadas. Las bacterias ocuparon el primer lugar (73%), le siguieron en orden decreciente los hongos filamentosos (18%) y por último las levaduras (9%). No se detectó la presencia de microorganismos autótrofos. Los géneros bacterianos predominantes fueron

Sesión 3: Pedología y Microbiología de Suelos Ultramáficos
Session 3: Pedology and Microbiology of Ultramafic Soils

Bacillus y *Pseudomonas*. El de mayor frecuencia entre hongos fue el género *Aspergillus*. La tolerancia a los elementos metálicos de níquel y cobalto fue considerablemente elevada. Esto pone de manifiesto la gran influencia del medio ambiente sobre las características genéticas de los organismos.

MIÉRCOLES 23 / WEDNESDAY 23RD

SESIÓN 4: ESTUDIOS EN LA VEGETACIÓN DE ÁREAS ULTRAMÁFICAS
SESSION 4: VEGETATION STUDIES IN ULTRAMAFIC AREAS

26. Ultrabasic outcrops in the N.W. of the Iberian peninsula. Climate, flora and vegetation. Threat and conservation of endemic plants

Matías Mayor López & Margarita Fernández Benito

Departamento de Biología de Organismos y Sistemas. Universidad de Oviedo.
Catedrático Rodrigo Uría, s/n 33071 - España.

mmayor@sci.cpd.uniovi.es

We have analysed the phytoclimate, flora, ecology and vegetation in the ultrabasic areas in the NE of Portugal (Bragança, Mogadouro) and in Galicia (Terra de Melide and Serra da Capelada). Although these areas are several hundred kilometres away and belong to different phytogeographical regions, the endemic plants in areas with serpentinised rocks are located preferably on the same xerophytic habitats (crevices of rocks and lithosols). The outcrops in the N.E. of Portugal are characterized by a mild Mediterranean climate, Subregion IV(VI) ALLUE. The Galician areas are characterized by a mild oceanic climate, Atlantic- mid-European Subregion V(VI). We shall pay special attention to the outcrops in the area of Melide due to the high concentration of ultrabasic endemic plants in the discontinuous patches of grass on the lithosols, with a coverage between 40 and 70 %, where we find a good representation of the following: *Sagina merinoi*, *Centaurea janeri* subsp. *gallaecica*, *Armeria merinoi* and *Santolina melidensis*. In the more humid ultrabasic areas of Serra da Capelada, there is a decrease in the amount of endemic plants; nevertheless, you can still find the *Sagina merinoi*, tolerant of humidity. The flora and vegetation in these areas is threatened by reforestation with *Eucalyptus* species, wind power, and new roads.

27. Tipología de la vegetación sobre rocas ultramáficas de la Península Ibérica

A. Asensi* (1), B. Díez-Garretas (1) & Vicenta de la Fuente García (2)

(1) Dpto. de Biología Vegetal, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga. España.

(2) Dpto. de Biología. Universidad Autónoma. Madrid. España.

* asensi@uma.es

La vegetación sobre suelos derivados de rocas ultramáficas presenta, en la Península Ibérica, una gran originalidad y diversidad fitocenótica con un alto índice de endemismo florístico. Los estudios sobre las comunidades en este tipo de medios han tenido una amplia tradición histórica (Rivas Goday 1969, Rivas Goday & Rivas-Martínez 1969, Pinto da Silva 1970, Rivas Goday & Esteve 1972) a la que se ha ido acumulando datos más recientes (Rodríguez Oubiña & Ortiz 1991, Asensi & Díez Garretas 1992, Aguiar et al. 1998). Con el fin de conocer de forma global la vegetación que se desarrolla sobre los suelos de serpentinas en la Península Ibérica, se ha elaborado una tipología fitosociológica donde se recogen los aspectos nomenclaturales, florísticos, ecológicos, sintaxonómicos y dinámicos de las comunidades vegetales.

**28. Estudio de plantas asociadas a los suelos serpentínicos de
Loma de Hierro, Venezuela**

Laura Barreto* & Irama Casale

Laboratorio de Mejoramiento de Plantas. Instituto de Zoología Tropical.
Universidad Central de Venezuela

* altair2@hotmail.com

El yacimiento de laterita níquelífera de Loma de Hierro está asociado a la masa más importante de la faja de peridotita serpentizada de la Cordillera de la Costa venezolana. La vegetación que se desarrolla sobre estos suelos es de tipo sabana inarbolada, dominada por el componente gramíneo con abundantes plantas herbáceas y arbustos dispersos. Nuestros estudios, sobre la caracterización de las plantas que crecen en estos suelos, nos permite decir que estas se caracterizan por presentar mayormente hojas micrófilas y nanófilas, coriáceas y ásperas; los arbustos son achaparrados y poco ramificados; podemos decir que la vegetación presenta un carácter xeromórfico. Entre los ejemplares colectados se encontraron dos especies nuevas: *Croton sp. nov. sect Casacarilla sensu Webster* (Euphorbiaceae) y *Wedelia sp.* (Asteraceae), ambas son plantas herbáceas muy abundantes en esos suelos serpentínicos. A las plantas colectadas (419 ejemplares) se les determinó la presencia de níquel, mediante la prueba semicuantitativa de dimetilglioxima. Las muestras que dieron fuerte reacción positiva, fueron analizadas mediante ICP-AES para los siguientes elementos: cobalto, cromo, cobre, hierro, níquel, cinc, fósforo, potasio, manganeso, magnesio y calcio. Las plantas analizadas fueron las siguientes: *Lepidaploa remotiflora*, *Oyedaea verbesinoides*, *Wedelia sp.*, *Croton sp. nov. sect Cascarilla*, *Byrsonima crassifolia*, *Borreria verticillata*, *Waltheria americana* y *Turnera odorata*. Todas estas especies presentaron concentraciones de níquel mayores a 100 mg/g. En *W. americana* se detectó la mayor concentración de Ni: 1066 mg/g, por lo que se puede considerar una especie hiperacumuladora.

**29. Flora y vegetación de las serpentinas de San Felipe, Jatibonico,
Sancti Spiritus, Cuba Central**

Eldis R. Bécquer Granados, Luis R. González-Torres, Rosalina Berazáin Iturralde & Jorge E. Gutiérrez Amaro

Jardín Botánico Nacional. Carretera El Rocío km 3.5, Calabazar, Boyeros, C.P. 19230.
Ciudad de La Habana, Cuba.

hajb@ceniai.inf.cu

Este trabajo se orientó al estudio de la composición y relaciones florísticas, la fisionomía y el estado de conservación de la vegetación de San Felipe, Jatibonico, Sancti Spíritus, Cuba Central. Si bien la flora local es similar a las zonas serpentinosas más próximas (afloramientos de Santa Clara al oeste y Camaguey al este) con elementos comunes como *Gochnatia cowellii* y *Coccoloba geniculata*, a su vez constituye el límite oriental para algunas especies de las serpentinas de Santa Clara (*Machaonia subinermis* subsp. *armata*). La vegetación primaria de la zona es un matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina (cuabal) al igual que en las demás áreas de serpentina mencionadas de Cuba Central. Sin embargo, el desbroce de la vegetación para la plantación de *Pinus caribaea* y *Eucalyptus* spp. ha contribuido drásticamente a la destrucción de la vegetación original que ha sido sustituida por matorrales y herbazales secundarios de fisionomía variable.

30. Flora y vegetación del núcleo ultrabásico de Camagüey, Cuba Central

Isidro E. Méndez Santos*, Rafael Risco Villalobos & Margarita Reyes Beltrán

Universidad Pedagógica José Martí, Camagüey, Cuba.

* mendez@ispcmw.rimed.cu

Al centro de la provincia de Camagüey, existe un núcleo ofiolítico que sobrepasa los 1 000 Km². uno de los mayores de Cuba y a la vez más alterados por causas antrópicas. Desde el punto de vista edáfico incluye, hacia el este, un área de suelos esqueléticos (serpentina jóvenes) y hacia el oeste, una altiplanicie con suelos lateríticos (serpentina viejas), no incluida en estudios fitogenéticos anteriores. Su flora actual sobrepasa las 650 especies, 342 géneros y 99 familias, con alrededor de un 30% de endemismo. El matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina, el bosque de galería y la sabana antrópica, constituyen las formaciones vegetales que aparecen con mayor frecuencia. Reviste especial interés la flora herbácea establecida en lagunas estacionales sobre suelos ferrítico-púrpura (latosoles), refugio de especies típicas de ecosistemas arenosos en el centro-este de la Isla. La alteración por diversas causas, de los matorrales y la invasión por *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arn. (marabú), figuran entre los riesgos más importantes que amenazan la conservación de la fitodiversidad. Se considera que 62 de las especies vegetales de estos ecosistemas están en alguna medida amenazadas de extinción, las cuales son actualmente objeto de estudio y monitoreo por el Programa Territorial Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

31. Sucesión de asociaciones vegetales en un embalse sobre serpentina durante un ciclo hidrológico

José Miguel Plasencia Fraga (1) & Eddy Martínez Quesada* (2)

(1) Centro de Investigaciones de Medio Ambiente de Camagüey.

(2) Centro Oriental de Biodiversidad (Bioeco).

* eddy@bioeco.ciges.inf.cu

Se determinaron las asociaciones vegetales en un embalse sobre serpentina durante un ciclo hidrológico. En cada asociación se registró el número de especies, la abundancia y la cobertura vegetal. Durante el período de inundación la vegetación litoral está dominada por *Eleocharetum interstinctae* Samek et Moncada y *Potametum illinoensi-nodosi* Borhidi et Muñiz, las cuales forman una franja continua alrededor del embalse con un ancho que varía en dependencia de la profundidad. Con la disminución del nivel del agua, aparecen en el ecotono entre *Eleocharetum interstinctae* y la zona terrestre, elementos característicos de la flora terrestre circundante. Una vez expuesta al aire toda la zona litoral por el drenado del embalse, *Eleocharetum interstinctae* disminuye su abundancia y cobertura debido a la muerte de los vástagos, los cuales forman un colchón que ayuda a mantener la humedad del suelo y de esta forma preservar los rizomas y semillas. En la zona que ocupaba *Potametum illinoensi-nodosi* se estableció una asociación dominada por *Mariscus ligularis* (L.) Urban, donde aparecen además, *Cyperus compressus* L., *Eleocharis elegans* (Kunth) R. et S., *Alternanthera sessilis* (L.) R. Br. y *Polygonum ferrugineum* Wedd. entre otras. Al llenarse nuevamente el embalse, se observó el restablecimiento de *Eleocharetum interstinctae* y *Potametum illinoensi-nodosi*. Se discute la presencia de las diferentes especies en este tipo de ecosistema.

VIERNES 25 / FRIDAY 25TH

SESION 5: PLANTAS ACUMULADORAS DE METALES PESADOS

SESSION 5: HEAVY METALS ACCUMULATORS PLANTS

**32. Formaciones vegetales en cerro Galano provincia Holguín,
(Cuba Centro-Oriental)**

Alejandro Miguel Hernández Peña

Instituto Superior Pedagógico de Holguín.

* edesconholguin@enet.cu

Cerro Galano constituye el punto culminante de toda la sub. provincia Cuba Centro Oriental, desde el centro del País hasta la Sierra de Nipe, se eleva a 463 metros sobre el nivel del mar y contiene una riqueza florística muy significativa. Se registran 276 especies con un endemismo superior al 40 %. Las especies se distribuyen en diferentes formaciones vegetales, la mejor representada es el Matorral Xeromorfo Espinoso sobre serpentina (cuabal) con una variante más húmeda que se caracteriza por presentar una vegetación más alta y ligeramente mesófila como consecuencia de los efectos de la menor iluminación durante el día que le permite tener un mayor nivel de humedad. Se presentan además un Bosque de Galería en las márgenes de los arroyos, hacia la base está presente la Vegetación Secundaria donde se distingue una sabana antrópica con un elevado número de palmas del género *Coccothrinax* y un bosque secundario. El trabajo recoge datos acerca del sinantropismo de la flora y se caracterizan las especies poniendo de manifiesto una marcada serpentinomorfosis característica de la flora que se desarrolla sobre suelos derivados de la roca serpentinita. Se realiza un breve análisis de las especies con algún tipo de amenaza, así como una caracterización de su estado de conservación que no es igual en toda su extensión debido a que hacia la base se nota una actividad antrópica muy marcada. Aparece una caracterización sobre las características edáficas y climatológicas y un mapa de vegetación del área.

33. La vegetación de serpentinas en la Bahía de Naranjo, Holguín, Cuba

Miguel A. Esquivel* (1), Cosme Casals (2), Anel Matos (3)

(1)Centro Nacional para la Producción de animales de Laboratorio (CENPALAB), Habana, Cuba. (2) Parque Cristóbal Colón, Cuba. (3) Estación de Investigaciones de Montaña, CITMA, Pinares de Mayarí, Holguín, Cuba.

* esquivel@cenpalab.inf.cu

La Bahía de Naranjo se encuentra en la región nororiental de Cuba, a los 21° 06'N y a los 75° 35'W. La bahía tiene un área de 4,2 km² de superficie y una profundidad media de 6 metros y almacena en su cuenca unos 25 millones de metros cúbicos de agua. Presenta tres lóbulos, un corto canal que la comunica con el mar adyacente y un conjunto de cinco cayos, el mayor de los cuales se encuentra en su porción central llamado cayo Jutía. En su margen W presenta varias ensenadas y penínsulas y desemboca el río Naranjo. La margen E es más recta presenta una serie de pequeñas playas y segmentos arenosos y se destaca la laguna Dorada y presenta una ensenada bastante amplia que tiene un pequeño cayo. La bahía está rodeada por más de 1 200 ha. de bosques naturales que contienen más de 600 especies florísticas muchas de ellas endémicas. Una de las más interesantes lo constituyen los cuabales costeros, que se ubican en aquellos lugares en que aflora la roca

Sesion 5: Plantas Acumuladoras de Metales Pesados
Session 5: Heavy Metals Accumulators Plants

de serpentina de base entre caliza. Se aprecian en los mismos fenómenos muy interesantes, como es la existencia de manglares sobre serpentinas. Se presenta un inventario de las especies presentes en los mismos.

34. Plantas serpentinícolas acumuladoras e hiperacumuladoras de níquel en América Tropical

Rosalina Berazaín Iturralde

Jardín Botánico Nacional. Carretera El Rocío km 3.5, Calabazar, Boyeros, C.P. 19230.
Ciudad de La Habana, Cuba.

hajb@ceniai.inf.cu

Las áreas con sustratos de serpentina se han registrado para América Central (Guatemala y Costa Rica), Antillas Mayores (Cuba, La Española y Puerto Rico) y América del Sur (Venezuela y Brasil), en algunas de ellas se han encontrado plantas acumuladoras e hiperacumuladoras de metales pesados, principalmente níquel; estas plantas pueden contener entre 100/1 000 $\mu\text{g/g}$ en materia seca de níquel (acumuladoras) o más de 1 000 $\mu\text{g/g}$ (hiperacumuladoras). En este trabajo se compila la información existente que arroja 192 especies distribuidas mayormente en Cuba (79%) y el resto en Brasil (18 %), Puerto Rico y La Española. De ellas el 79% son hiperacumuladoras con valores más frecuentes entre 1 000 y 10 000 $\mu\text{g/g}$. Las familias que más se destacan son Euphorbiaceae, Asteraceae y Buxaceae, además de Rubiaceae, Acanthaceae, Ochnaceae, Clusiaceae, Tiliaceae, Turneraceae, Boraginaceae, Scrophulariaceae y Violaceae; en menor grado las monocotiledóneas como Velloziaceae y Poaceae y pteridofitas como Pteridaceae. Es de suponer que dada la riqueza florística del neotrópico y en especial de estas áreas, la relación de especies se incrementa en estudios posteriores.

35. Studies on California serpentine flora: a selected microanalytical screening

Daniel Sánchez-Mata* (1), Nuria Rodríguez González (2), María del Pilar Rodríguez-Rojo (1), Vicenta de la Fuente García (3) & Ricardo Amils Pibernat (2)

(1) Departamento de Biología Vegetal II. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense. E-28040. Madrid. España.
(2) Universidad Autónoma. E-28049 Madrid. España. (3) Departamento de Biología (Botánica). Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma. E-28049, Madrid. España.

* dsmata@farm.ucm.es

One of the most characteristic California vegetation-habitats is related with the geological patchiness of ultramafic outcrops. The high-level diversity of California flora occurs in these specialized habitats, commonly called 'serpentine habitats'. More than two hundred twenty taxa (about 10 % of all Californian endemics) are restricted to ultramafic soils. Most plants growing on this kind of soils show slightly elevated Ni concentrations in comparison with those on other soil types. This is of particular interest now that several potential applications of these plants, such as phytoremediation and phytomining have been extensively discussed and tested during the last decade. One hundred taxa, collected on California ultramafic territories, mainly serpentine, were screened for Ni accumulation (including trees, shrubs, perennial ferns, and perennial and annual herbs). The study was carried out by a semi-quantitative chemical test using dry fragments of above-ground plant tissues obtained from our own collections made throughout California serpentine territories and now preserved in DAV and MAF Herbaria (1996-2002). A negative result generally indicates a Ni concentration below 1000 mg/g. Several selected taxa are also studied using some special and complex techniques for chemical and micromorphological purposes including inductively-coupled plasma (ICP)

Sesion 5: Plantas Acumuladoras de Metales Pesados
Session 5: Heavy Metals Accumulators Plants

emission spectroscopy, total reflection X-ray fluorescence analysis (TXRF) and, finally scanning electron microscopy and X-ray microanalysis.

36. Studies on the Iberian peninsula serpentine flora: a selected nickel accumulation screening

Vicenta de la Fuente García* (1), Lourdes Rufo Nieto (1), Daniel Sánchez-Mata (2) & María del Pilar Rodríguez-Rojo(2)

(1) Departamento de Biología (Botánica). Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma. E-28049 Madrid. España. (2) Departamento de Biología Vegetal II. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense. E-28040. Madrid. España.

* vicenta.fuente@uam.es

More than three hundred taxa from Iberian Peninsula ultramafic territories, mainly serpentine, were screened for Ni accumulation at the first time. The materials were collected and studied by the Spanish botanist Prof. S. Rivas Goday and now they are preserved in MAF Herbaria collections. The tested and studied taxa are compiled in a checklist. For each taxon we include their accepted taxonomic status and authority, locality, and phytosociological units according to the last published proposals. The study was carried out by a semi-quantitative chemical test using dry fragments of above-ground plant tissues obtained from the herbarium specimens. A negative result generally indicates a Ni concentration below 1000 mg/g.

37. Hiperacumulación de níquel de algunos taxones de las serpentinas de la Península Ibérica

A. Asensi* (1), Nuria Rodríguez (2) , B. Díez-Garretas (1), Ricardo Amils Pibernat(2) & Vicenta de la Fuente García(3)

(1) Dpto. de Biología Vegetal, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga. España. (2) Centro de Biología Molecular. Universidad Autónoma de Madrid. España. (3) Dpto. de Biología. Universidad Autónoma. Madrid. España.

* asensi@uma.es

En la Península Ibérica (España y Portugal) los afloramientos de rocas ultramáficas se localizan en el sudoeste de España, noreste de Portugal y centro de Galicia. Estos territorios albergan un tipo de flora y vegetación específico, rico en endemismos, ligados a unas condiciones edáficas particulares con bajo contenido en nutrientes, alto coeficiente Mg/Ca y altas concentraciones en elementos tóxicos como níquel, cromo y mercurio. Diversos autores han realizado estudios analíticos, florísticos y fitosociológicos de estas áreas (Pinto da Silva 1970; Rivas Goday 1972; Brooks, Shaw & Asensi 1981; Menezes de Sequeira & Pinto da Silva 1992; Rodríguez Oubiña & Ortiz 1991; Aguiar, Penas & Lousa 1998). Se ha realizado un test semicuantitativo de la concentración de níquel sobre un conjunto de taxones representativos de la flora serpentínicola ibérica, recolectados en habitats ultramáficos cuyos resultados se muestran en una tabla en la que para cada taxon se indica: biotipo, categoría (serpentinófito obligado/facultativo), resultado del test y unidad sintaxonómica a la que pueden adscribirse.

38. Relationship between Ni bioavailability and uptake by hyperaccumulators in soils from the Green Belt (South Africa)

Guillaume Echevarria* (1), Staminata Massoura (1,2), Christophe Schwartz (1), Kevin Balkwill (3) & Jean Louis Morel (1).

(1) Laboratoire Soils et Environnement, ENSALA-INRA/INPL-UMR 1120, BP 172, 2, avenue de la Forêt de Haye, 54505 Vandoeuvre-les-Nancy cedex, France. (2) Andra (Agence Nationale pour la Gestion des Déchets Radioactifs), Parc de la Croix Blanche, 1/7, rue Jean Monnet, 92298, Châtenay-Malabry cedex, Francia. (3) University of Witswaterand, South Africa.

* echevarr@ensaia.inpl-nancy.fr

The Green Belt of Mpumalanga (South Africa) presents a wide variety of serpentine rocks according to each outcrop. Soils present different properties and composition (e.g. trace element contents) among outcrop locations which has direct consequences bioavailability of nickel in these soils. Ni hyperaccumulator plants of the *Berkheya* genus are widely present in the green belt and are represented by three species: *B. codii*, *B. nivea* and *B. rehmanii*. The aim of this paper was to establish a relationship between Ni bioavailability and uptake by *Berkheya* in order to explain the high variability of Ni content in *Berkheya* through the green belt. Soil and leaves of *Berkheya* plants were sampled at seven different locations and analyzed for Ni. Soil samples were fully characterized and the Ni bioavailability was determinate by the isotopic exchange kinetics methods (IEK). Results showed that there was a relationship between both Ni in the soil solution and Rapidly exchangeable Ni (E 1min) with Ni concentrations of Ni shoots (e.g. *B. codii*). Also, in sites were both *B. codii* and *B. rehmanii* coexisted, it was shown that *B. codii* is a more efficient Ni-hyperaccumulator.

39. Nickel accumulation patterns in two South African Ni-hyperaccumulator species

Robert S. Boyd* (1), Micheal A. Davis (2) and Kevin Balkwill (3)

(1) Department of Biological Sciences, Auburn University, AL 36849-5407, USA. (2) Department of Biological Sciences, University of Southern Mississippi, Hattiesburg, MS 39406-5018, USA. (3) C.E. Moss Herbarium, School of Animal, Plant and Environmental Sciences, University of the Witwatersrand, Private Bag 3, WITS 2050, Johannesburg, South Africa.

* rboyd@acesag.auburn.edu

Nickel hyperaccumulation can defend plants against herbivores and pathogens. However, variability in plant tissue Ni concentrations in space and time will influence the effectiveness of this defense. We investigated two South African Ni hyperaccumulators, *Berkheya coddii* and *Berkheya rehmanii* var. *rogersiana*, for variation between populations, between aboveground plant parts (stems, leaves), and variation due to plant part age. Plants of both species were collected from 3 populations at which both species co-occurred in the vicinity of Badplass, Mpumalanga Province, South Africa, in late January/early February 2000. Aboveground parts were separated into leaves and stems from the upper third, middle third, and lower third of each plant, dried, and analyzed for Ni concentration. In general, Ni concentrations of *B. coddii* were about twice as high as its congener. Both species had significantly greater Ni concentrations in leaves than stems, but only *B. coddii* varied significantly in Ni concentration between populations. Both species showed at least a marginally significant part X age interaction, indicating that Ni concentrations declined with age for stems but either declined slightly (*B. coddii*) or increased (*Berkheya rehmanii* var. *rogersiana*) with age for leaves. These results show that Ni concentrations can vary at different ecological scales and this variation may provide herbivores and pathogens with opportunities for circumventing Ni-based plant defenses.

40. The putative role of serpentinophytes in elemental allelopathy

M.N.V. Prasad

Department of Plant Sciences University of Hyderabad, Hyderabad 500046 AP, India.

mnvsl@uohyd.ernet.in

Serpentinized rocks are distributed all over the world viz., western north America; New foundland, Mount Albert in eastern Canada; Lizard peninsula, Wales and Scotland; north-east Cuba; Portugal; Italy; Balkan peninsula; Turkey; topical far east; Central Brazil; New Caledonia; south east Asia; Philippines; Japan; Zimbabwe; eastern Transvaal Lowveld of South Africa, New Zealand; greenstone belts of western Australia. Serpentine soils contain heavy metals for e.g. nickel (averaging 10 mg per gram soil); cobalt and chromium, both of which are present at lower levels than nickel and are characterized by high concentrations of iron and magnesium and low nutrient levels. An interesting ecosystem is established in these biotopes driven by a nickel cycle, in which hyperaccumulating trees extract nickel from deep soil and rock layers and subsequently store it in their leaves (up to 1% Ni in leaf dry matter). When the leaves are shed from the trees, the nickel is leached out into the surrounding top soil. The solubilized metal exerts a localized selective pressure on the top soil microflora which acquire resistant to high levels of nickel (>20 mM) as well as other plant species which are susceptible to toxic levels of Ni. Interestingly, the microflora which was not found directly beneath the canopy but in the same soil, showed tolerance to lower levels of nickel (3 mM) compared to the resistant population. Thus, the nickel selection pressure exists as a gradient around the hyperaccumulator plants has a dramatic effect on the composition of the Local microbial population. Among angiosperms, the hyperaccumulators are reported in Brassicaceae, Cyperaceae, Cunoniaceae, - Caryophyllaceae, Fabaceae, Flacourtiaceae, Lamiaceae, Poaceae and Violaceae. About 400 metal hyperaccumulating species have been identified and this number might increase in the near future. The consequences and ecological role of metal hyperaccumulation is expanding rapidly. Hyperaccumulators provide protection against fungal and insect attack. Recent studies suggests that Ni-hyperaccumulation has a protective function against fungal and bacterial pathogens in *Streptanthus polygaloides* and *Thlaspi montanum*. An antiherbivory effect of Zn has been found in the Zn hyperaccumulator *T. caerulescens*. Several examples of plants that hyperaccumulate toxic metals and their concomitant functions on herbivory and influence of leachates on surrounding flora would add new dimension to the science of allelopathy.

41. Response of *Xanthomonas campestris* to metals: implications for hyperaccumulation for pathogen defense

Robert S. Boyd* (1) & Joseph J. Shaw (2)

(1) Department of Biological Sciences, Auburn University, AL 36849-5407, USA. (2) Lexicon Genetics Inc.,
8800 Technology Forest Place, The Woodlands, TX 77381-1160, USA.

* rboyd@acesag.auburn.edu

Prior research showed that the general crucifer pathogen *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* is killed by hyperaccumulated Ni in the tissues of *Streptanthus polygaloides*. Here we use this bacterium as a bioassay pathogen to compare the effectiveness against bacterial pathogens of metals commonly hyperaccumulated by plants. Bacteria were grown on artificial media amended with metals at concentrations ranging from 0-0.005 Molar. Of the 6 metals tested (Ni, Mg, Mn, Pb, Cu, and Zn; with Ca used as a control), Cu was most toxic, resulting in no bacterial growth at the lowest concentration used (0.000156 M). Nickel was second in toxicity, with concentrations of 0.0037 M and greater completely inhibiting bacterial growth. None of the

Sesion 5: Plantas Acumuladoras de Metales Pesados
Session 5: Heavy Metals Accumulators Plants

other metals, nor Ca, were toxic at the highest concentration used. We conclude that hyperaccumulation of Cu and Ni may defend plants against pathogens, whereas hyperaccumulation of other metals may not. However, these other metals may have defensive effects against other plant enemies and/or functions other than plant defense.

**42. An ant-mimetic plant bug, *Coquillettia insignis* (Miridae),
feeds on the Ni hyperaccumulator, *Streptanthus
polygaloides* (Brassicaceae)**

Robert S. Boyd (1), Micheal A. Davis (2) and Michael A. Wall (3)

(1) Department of Biological Sciences, Auburn University, AL 36849-5407, USA. (2) Department of Biological Sciences, University of Southern Mississippi, Hattiesburg, MS 39406-5018, USA. (3) Department of Ecology and Evolutionary Biology, U-3043, 75 North Eagleville Road, University of Connecticut, Storrs, CT 06269-3043, USA.

rboyd@acesag.auburn.edu

Hyperaccumulation of Ni can defend plants from some herbivores and pathogens, but can be circumvented by some herbivores. The plant bug *Coquillettia insignis* was found feeding on *Streptanthus polygaloides* at a field site in California. We collected several samples of the insect for Ni analysis and performed choice experiments with captured individuals to determine if *Streptanthus polygaloides* was a preferred host. Insect Ni concentrations were elevated (500 µg Ni/g dry mass) indicating that Ni was being transferred from host to herbivore in the field. Choice experiments showed that *C. insignis* preferred feeding on *S. polygaloides* when three other plant species growing on the field site (*Brassica nigra*, *Ceanothus cuneatus*, and *Madia exigua*) were also available. Analysis of plant tissues showed only *S. polygaloides* hyperaccumulated Ni (3800 µg Ni/g): Ni concentrations of the other three species were <100 µg Ni/g. This is the second case of an insect herbivore that displays a feeding preference for Ni hyperaccumulating *S. polygaloides* plants. Both cases are plant bugs, suggesting that plant bug feeding mode or physiology may explain their ability to feed upon a Ni hyperaccumulating species.

43. Phylogeny of nickel/zinc accumulating *Thlaspi* s.l. (Brassicaceae) species

Klaus Mummenhoff

Mummenhoff@biologie.Uni-Osnabrueck.de

Thlaspi s.l. (Brassicaceae) comprises approximately 75 species distributed primarily in the temperate zone of Eurasia (Mediterranean area, Central Europe, Middle East) with only five and one species in North America and Patagonia, respectively. The genus has been regarded by relevant taxonomists as taxonomically difficult. Previous classification systems are based on morphological fruit characters and seed coat anatomy and they are highly controversial. Many *Thlaspi* s.l. species are capable of accumulating nickel and/ or zinc, but nearly nothing is known about the phylogenetic framework of evolution of heavy metal accumulation in this critical genus. We have performed comprehensive molecular analyses to reconstruct the phylogeny of *Thlaspi* s. l. and to get insights into the evolution of metal-accumulating species. All heavy metal accumulating *Thlaspi* s.l. species along with three accumulating species traditionally classified into the genus *Cochlearia* are found in one clade of the phylogeny, otherwise containing only few non-accumulators. We therefore conclude that the potential for metal accumulation whatever the ecological function might be evolved once in *Thlaspi* s.l. Though preliminary, our data further indicate that North American *T. montanum* var. *fendleri*, typically described as being Zn accumulating does not appear to be closely related to a German accession of this species apparently growing on calcareous substrate.

44. Localization of nickel in epidermal subsidiary cells of leaves of *Thlaspi montanum* var. *siskiyouense* (Brassicaceae) using energy dispersive X-ray microanalysis

Darlene Southworth* (1), Sara M. Heath, (1,2) & Jad A. d'allura (2)

Departments of Biology (1) and Geology (2), Southern Oregon State College, Ashland, OR 97520, USA.

* southworth@sou.edu

Thlaspi montanum var. *siskiyouense*, a nickel hyperaccumulator, grows on serpentine soils in southwestern Oregon, USA. To determine whether nickel was localized in particular cells or tissues, leaves were prepared for scanning electron microscopy and energy dispersive X-ray microanalysis by an adaptation of standard methods. Leaves were soaked in dimethylglyoxime to precipitate nickel, then fixed in glutaraldehyde, dehydrated and critical-point dried. Spectra comparing serpentine soil with leaves of *T. montanum* var. *siskiyouense* showed that the leaves accumulated calcium, potassium, phosphorus and nickel but not aluminum, iron, magnesium or silicon. On X-ray maps of upper and lower epidermis, nickel was localized in subsidiary cells that surround guard cells, but not in guard cells or in other more elongated epidermal cells. Calcium, potassium and phosphorus were localized in guard cells. Without dimethylglyoxime treatment, Ni was uniformly distributed in epidermal cells. This is the first report of localization of nickel within specific cell types.

45. Phytochelatins in *Berkheya coddii* Roessler – nickel hyperaccumulating plant from South Africa

Jolanta M. Mesjasz-Przybylowicz* (1), A. Stroiński** (2), T.Chadzinikolau(2)

(1) Materials Research Group, iThemba LABS, P.O. Box 722, 7129 Somerset West, South Africa.

(2) Department of Plant Physiology, Agricultural University, Poznan, Poland.

*mesjasz@tlabs.ac.za, **astroins@go2.pl

Berkheya coddii Roessler is a herbaceous perennial plant, endemic to the Mpumalanga Province of South Africa, which has been reported to hyperaccumulate nickel up to 3.8% dry mass. Only few studies have been conducted to recognize the cellular mechanism of *Berkheya coddii* for heavy metal detoxification and tolerance. In *B. coddii* leaves we found high levels of phytochelatins, glutathione and cysteine. These levels were about 100- 1000- times higher than, for example, in potato tuber tissues. Phytochelatin synthase is a γ -Glu-Cys dipeptidyl transpeptidase (EC2.3.2.15); its activity in leaves was also very high. It seems that this hyperaccumulator possesses very efficient metal chelation system with phytochelatins.

SÁBADO 26 / SATURDAY 26TH

SESIÓN 6: CONSERVACIÓN DE ESPECIES Y ÁREAS ULTRAMÁFICAS

SESSION 6: ULTRAMAFIC SPECIES AND AREAS CONSERVATION

46. Análisis de representatividad de especies vegetales y ecosistemas de serpentina en áreas protegidas

Reynaldo Estrada, Juan A. Hernández, María A. Castañeira, Marvel Melero & Cristina Juarrero de Varona

Centro Nacional de Áreas Protegidas (CNAP, CITMA), Cuba.

El diseño actual del sistema nacional de áreas protegidas de Cuba (SNAP) ha sido alcanzado a través de un proceso histórico en el cual la selección de áreas de conservación ha estado encaminado a la protección de ecosistemas bien conservados, remanentes de paisajes, así como de especies carismáticas y/o endémicas, desarrollándose metodologías que analizan la representatividad de las áreas protegidas de una región o país. En el presente trabajo se realiza un estudio de vacío referido a paisaje y a especies vegetales presentes en formaciones vegetales que crecen sobre serpentinas, teniendo en cuenta su presencia y ausencia dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas propuesto. Se utilizan los siguientes tres niveles de legalización: 35 AP que actualmente poseen reconocimiento legal, 58 AP (las 35 anteriores más 23 en proceso de aprobación). El SNAP propuesto para Cuba (80 áreas de significación Nacional y 178 de significación local).

47. Estudio demográfico de *Buxus wrightii* Muell. Arg., especie endémica de la Sierra de Cajalbana

Lisbet González Oliva*, Armando Urquiola Cabrera, Miguel A. Gutiérrez Padrón & Armando J. Urquiola Cruz.

Jardín Botánico de Pinar del Río, Cuba.

* lisbet_go@yahoo.es

Buxus wrightii, especie doblemente interesante por ser endémica de un ecosistema tan peculiar como lo es Cajalbana y porque hasta el comienzo del proyecto que actualmente desarrolla el Jardín Botánico de Pinar del Río, sólo se conocían tres individuos. En el presente trabajo se determina el patrón de distribución espacial de esta especie endémica y amenazada utilizando el método de cuadrantes contiguos propuesto por Krebs (1998).

48. Manejo de especies endémicas locales amenazadas de las serpentinitas de Santa Clara, Villa Clara, Cuba Central

Jesús Matos Mederos*, Grecia Montalvo, Fernando Franco Flores & Reynaldo Mederos Oroza

Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna. Unidad Administrativa Villa Clara.

* ffaunavc@enet.cu

Este trabajo resume las acciones de manejo realizadas para la recuperación de poblaciones naturales de cuatro especies endémicas locales de las serpentinitas de Santa Clara: *Harpalyce macrocarpa*, *Melocactus actinacantus*, *Pilosocereus sp.*, y *Eugenia squarrosa*. Se hace especial énfasis en la metodología utilizada para la propagación de estas especies, así como en los resultados de su aplicación y adaptación a áreas naturales después de plantadas. Se ilustran además, los resultados del manejo de otras especies que por sus características de germinación no han necesitado un tratamiento especial.

49. Restauración de cuabales degradados en el núcleo serpentinitico

Sesión 6: Conservación de Especies y Áreas Ultramáficas
Session 6: Ultramafic Species and Areas Conservation

de Santa Clara, Cuba Central

Jesús Matos Mederos*, Reinaldo Mederos Oroza, Domingo Ballate, Grecia Montalvo, Dora Sánchez,
Hernán Morffi & Ernesto Morell

Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna. Unidad Administrativa, Villa Clara, Cuba.

* ffaunavc@enet.cu

La restauración de ecosistemas en Cuba no ha sido una técnica empleada en la recuperación de áreas naturales degradadas, casi siempre se utiliza la rehabilitación o la reforestación como vía para mitigar las consecuencias de manejos anteriores. Los cuabales constituyen uno de los centros más importantes de evolución y de diversidad en Cuba, ocupan entre 5000 y 7000 km² del territorio, donde concurren la tercera parte de las especies endémicas de la flora de la Isla, además de ser considerada como una formación vegetal en peligro. Con este proyecto pretendemos recuperar la estructura y dinámica de las zonas degradadas hasta niveles cercanos al original en la reserva florística manejada “Sabanas de Santa Clara”, para ello planteamos el trabajo por etapas en la propuesta metodológica del proyecto, en este trabajo, se resumen los resultados de las etapas descriptivas y preparatoria durante las cuales se realizó la caracterización de las áreas conservadas (tomadas como patrón para el futuro manejo) y zonas degradadas (objeto de la restauración), en cuanto a composición florística y faunística, causas del deterioro, potencialidad de regeneración, caracterización y grado de conservación de los suelos; así como estudios para el manejo de semillas, manejo de las especies en el vivero, siembra de posturas, supervivencia y adaptación una vez plantadas en el campo; todo bajo un sistema de monitoreo que garantiza la marcha y éxito del trabajo. Se presentan también resultados de la vinculación de las comunidades locales al proyecto y otras acciones de educación ambiental.

**50. Efectos antrópicos sobre la vegetación de las serpentinitas en la Reserva Florística
Manejada “Sabana de Santa Clara”, Villa Clara, Cuba Central**

Jesús Matos Mederos* & Alberto Torres Bilbao

Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna. Unidad Administrativa Villa Clara, Cuba.

* ffaunavc@enet.cu

Desde hace muchos años, los cuabales de Santa Clara, perteneciente al núcleo serpentinitico de la Región Central de Cuba, Distrito Serpentinitas de Santa Clara, han sido considerados cuabales representativos de este tipo de formación vegetal (Matorral Xeromorfo Espinoso sobre Serpentina), con alto grado de conservación; sin embargo, la existencia de gran cantidad de áreas modificadas, por diversos factores, entre los que se destaca la acción antrópica, es evidente y en ocasiones de gran magnitud. Aunque se conoce que la flora de estos cuabales está formada por 426 especies con 30.17% de endemismo, y que es uno de los principales centros de evolución de plantas de Cuba Central, (Noa y Castañeda, 1998); es poco conocida la distribución de estas especies en el área y la existencia de otras formaciones vegetales, así como el grado de antropización y causas históricas y actuales de su existencia así como el grado de conservación y el posible uso de la flora que la caracteriza; aspectos cuya definición constituye el objetivo fundamental de este trabajo. Para la evaluación de estos efectos en todas las zonas del área protegida, se tiene en cuenta la toponimia usada por los pobladores, donde se realizaron colectas de toda la flora existente (natural, introducida, cultivada), además, se tomaron datos acerca de las afectaciones observadas (camino, áreas de cultivo, usos indiscriminados, fuegos, construcciones, pastoreo, etc.); y mediante entrevistas se determinaron las afectaciones ocurridas en años anteriores; estos datos permitieron evaluar el grado de conservación de la cubierta vegetal de cada zona estudiada y aportar valiosas conclusiones para el manejo de la reserva.

51. Cambios en la composición florística en una sabana serpentinitica con suelo mejorado

Zoe Griselda Acosta Gutiérrez

Centro de Investigaciones de Medio Ambiente de Camagüey, CITMA, Cuba.

zoeacosta@yahoo.com

En la localidad de San Serapio en Camagüey, Cuba, donde predominan suelos sobre base serpentina, se llevó a cabo un plan de recuperación y mejoramiento de los mismos, con el propósito de establecer pastizales puros de especies más productivas, que garantizaran el principal alimento del ganado ovino a fomentar en la región. Conocidos los efectos de la serpentina sobre la flora, el objetivo del presente trabajo consistió en evaluar la persistencia del pasto introducido (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst 'Jamaicano') en tales condiciones edafoclimáticas y se estudiaron durante dos años, los cambios en la composición florística. Al finalizar el trabajo se habían encontrado un total de 27 familias con 62 géneros y 73 especies de las cuales el 70% fueron reportadas para la región antes del trabajo de mejoramiento, lo que demuestra la persistencia, adaptación y especificidad de las mismas. Llama la atención que dentro de ellas, se incluyen 14 especies pertenecientes a la familia Poaceae y 11 a Faboideae de las cuales 8, se han reportado como forrajeras de calidad. A pesar del trabajo agrotécnico recibido, *Cynodon nlemfuensis* var. jamaicano disminuyó su frecuencia y abundancia a través del tiempo al parecer, por la competencia que debió sufrir frente a las especies naturales de la región, las escasas precipitaciones y el sistema de manejo, entre otros efectos no controlados.

52. Subterranean phytomass in natural, polluted and afforested areas in the mining region of Moa, Eastern Cuba

Luis Hernández*, María E. Rodríguez & Yamir Torres-Arias*

Instituto de Ecología y Sistemática y Sistemática, CITMA. Carretera de Varona km 3.5,
Capdevila Boyeros, CP 10 800, C. Habana, Cuba.

ecologia.ies@ama.inf.cu

Underground phytomass was studied in different ecosystems of the mining zone of Moa, Holguín Province. In zone I: not damage by mining activity, two pine forest and one submontane pluvisilva were studied. In zone II: under industrial gas contamination, a remaining natural pine forest –Vista Alegre- and afforested areas with *Casuarina equisetifolia* and *Pinus cubensis* were compared. Underground phytomass was separated in roots and detritus, taking soil samples from O horizon, 0-10 cm soil depth. The higher total values were found in the natural forest of Vista Alegre with 67.4 t/ha followed by the submontane pluvisilva with 48.1 t/ha and the pine forest with 29.7 and 31.4 t/ha respectively. The *Casuarina* site had the outstanding figure of 38.7 t/ha and the lower phytomass was at the pinus afforested area. The contaminated sites and VA forest showed an increasing percentage of the 0.5-1 mm roots. This unbalance of the subterranean components seems to be the response to the acidifying effects of the industrial contamination. The importante role of root mats, root biomass and the conservation mechanism of the nutrients in these forest growing on poor and unbalance soils is pointed out.

53. Sendero interpretativo en la zona de vegetación sobre serpentina del Jardín Botánico Nacional (Cuba)

Rosa M. Álvarez Munar, Lidia Pérez Morgona & Rosalina Berazaín Iturralde

Jardín Botánico Nacional. Carretera El Rocío km 3.5, Calabazar, Boyeros, C.P. 19230.
Ciudad de La Habana, Cuba.

hajb@ceniai.inf.cu

La zona de vegetación sobre serpentina del Jardín Botánico Nacional ocupa 1 ha de superficie y posee una alta diversidad florística representada por 142 especies, pertenecientes a 104 géneros de 53 familias, de ellas 124 especies son endémicas lo que representa el 88% de endemismo. Se encuentran 10 especies con categoría de amenaza. La zona se considera un ejemplo de reconstrucción de hábitat y para lograrlo en 1978 se realizó una excavación que fue llenada con rocas y suelos de serpentina; posteriormente fueron plantadas posturas traídas de la naturaleza. En estos momentos varias especies se reproducen espontáneamente. Para facilitar al visitante su encuentro con esta colección se trazó un sendero que permite el acceso al interior de la misma; se encuentra expuesta la información relacionada con las características del suelo, de la flora y de las especies más significativas.

54. Potencialidades de las áreas serpentínícolas de Ciudad de La Habana para la educación ambiental

Yordanka Castro, Luis R. González-Torres, & Rosalina Berazaín Iturralde

Jardín Botánico Nacional. Carretera El Rocío km 3.5, Calabazar, Boyeros, C.P. 19230.
Ciudad de La Habana, Cuba.

hajb@ceniai.inf.cu

Los afloramientos de serpentina de la Ciudad de La Habana, se encuentran en un estado de conservación deplorable. Sin embargo, la cercanía a la capital los hace atractivos como base para proyectos de educación comunitaria y como áreas para la realización de las prácticas de ecología de la enseñanza universitaria. En este trabajo se abordan los diferentes tópicos que se pudieran tratar en estos programas o cursos. La relación de esta flora con la toponimia de las localidades, las plantas útiles que crecen en ellas, las personalidades nacionales y extranjeras que han trabajado en dichas áreas, la pérdida de especies por el uso indebido entre otros son temas susceptibles de ser tratados en los proyectos comunitarios de educación ambiental. Por otra parte, las características de algunos afloramientos, como el de lomas de La Coca, permiten el estudio de la diversidad, endemismo, dinámica de las comunidades, de la estructura de poblaciones y comunidades y su respuesta a los disturbios; tópicos que se abordan en los programas de estudio universitarios de la disciplina de ecología.

55. Programa de educación ambiental no formal e informal para el territorio de Moa (ECOARTE)

Melaneo Maden Betancourt

Grupo Empresarial Cubaníquel, Carretera Moa Sagua, Km 1.5 Moa, CP. 83320, Holguín, Cuba.

paul@cis.moa.minbas.cu

El presente trabajo es el resultado de un Programa multidisciplinario que impulsado por la maestría de Protección del Medio Ambiente y los Geo-recursos y auspiciado por Unión CUBANIQUEL, el ISMM, los Sectoriales de Educación y Cultura, el CITMA, el Puerto de Moa, la UPI Las Camariocas y otros grupos de instituciones; permitió la mejor aplicación dentro de un campo de gestión ambiental empleando como herramienta la Educación Ambiental, para impulsar ejercicios de planeación que se configura de manera dispersa y desarticulada en el territorio. El desarrollo alcanzado por la Industria Cubana del Níquel en los últimos años ha logrado elevados niveles de producción nunca visto en la historia de esta industria. Este desarrollo minero metalúrgico no es aun sustentable y trae aparejado impactos ambientales que afectan no sólo al medio sino los pobladores del territorio y los ecosistemas existentes. Para atenuar esta problemática se ha desarrollado un Programa de Educación Ambiental no Formal e Informal comunitario, con carácter sistemático y permanente, que de manera interinstitucional, esta dirigido a la población del Municipio Moa. El objetivo esencial es elevar el nivel de Educación Ambiental y desarrollar una cultura en este sentido. Así, el autor desarrolla un Programa educativo ambientalista que ha sido denominado ECOARTE, que esta subdividido en varios Subprogramas educativos: Fiesta de los Manglares, Fiesta de las Semillas, S.O.S Manglares, Encuentro Arte-Ciencia, Taller de la Poesía Ecológica, Bienvenida la Primavera, Salón Ecoarte, Programa Radial "Punto Maximo" y Conquistadores de la Naturaleza.

Cajálbana: un centro de diversidad de la flora de Cuba Cajalbana: a centre of plant diversity of Cuban flora

Geografía y clima

La Altiplanicie de Cajálbana o Sierra de Cajálbana, se encuentra en la Sierra del Rosario, Cordillera de Guaniguanico a los 22° 47' lat. N y los 83° 26' long. O. Esta altiplanicie se extiende paralela a la costa Norte, tiene unos 10 km de largo por 6 km de ancho y ocupa una superficie aproximada de 110 km². Su mayor elevación es de 466 msm (CNNG 2000). A la altura de 350-400 m se encuentra una meseta ligeramente ondulada. En general, las pendientes del sur son más abruptas que las del norte (Samek 1973).

Geography and climate

Cajalbana Tableland or Sierra of Cajalbana is located in Sierra del Rosario in Guaniguanico Mountains, at 22°47' N and 83°26' W. The Tableland extent is approximately 110 km²; it is 10 km length and 6 km wide, and extends parallel to north coast. Its highest altitude is 466 m over sea level (CNNG 2000). Between 350-400 m a slightly undulate plateau occurs. Generally, south slopes are steeper than north ones (Samek 1973).



Altiplanicie de Cajálbana. (Leiva & Berazaín 1997, modificado) /
Cajalbana Tableland (After Leiva & Berazaín 1997, modified)

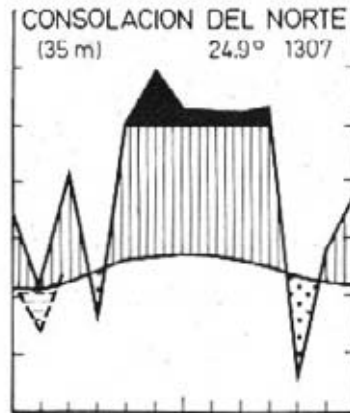
Este altiplanicie se asienta sobre rocas ultrabásicas serpentinizadas, verde azulosas o negro verdosas, compactas o esquistosas. (González y Scull 1982, Vermunt 1937), que datan del Cretácico tardío hace 100-65 millones de años. La mayor parte de las serpentinas están cubiertas por suelo rojo ferrítico profundo (lateritas), ligeramente ácido,

This area lies on serpentine ultramafic rocks, green-bluish or black-greenish, compacted or fragmented (González y Scull 1982, Vermunt 1937), dating from Late Cretaceous 100-65 million years ago. Serpentine rocks are mainly covered by a ferritic deep red soil (laterite), slightly acid, with high levels of

con altas concentraciones de níquel, óxidos de hierro y de aluminio, y baja relación Ca/Mg (Leiva & Berazaín 1997). En algunas zonas afloran las rocas de serpentina, fundamentalmente en las pendientes más abruptas del sur y del oeste (Samek 1973).

nickel, iron and aluminum oxides, and low rate of Ca/Mg (Leiva & Berazaín 1997). Serpentine rock crops out mainly in south and west steep slopes (Samek 1973).

Las precipitaciones anuales están entre 1300-1500 mm. La estación seca se extiende de noviembre hasta abril mientras que la húmeda comienza en abril y termina en octubre. La temperatura media anual es 25 °C (Leiva & Berazaín 1997).



Annual precipitations range between 1300-1500 mm. Dry season starts in November and ends in April while wet season is extended from April to October. Median temperature is 25 °C (Leiva & Berazaín 1997).

Climograma característico de la región de Cajálbana (Borhidi 1996)

Characteristic climate diagram of the Cajálbana region (After Borhidi 1996)

Flora

Flora

El área de serpentina de Cajálbana es considerada un distrito florístico independiente (Cajalbanense) dentro del sector Pinar del Río en la Subprovincia Cuba Occidental (Occidento-Cubanicum) (Borhidi 1996). Esta es el área de mayor diversidad florística y endemismo del occidente cubano.

The serpentine area of Cajalbana is a floristic district (Cajalbanense) within Pinar del Río sector in Western Cuba Sub-province (Occidento-Cubanicum) (Borhidi 1996). It is the area with higher plant diversity and endemism of Western Cuba.

La flora de Cajálbana está conformada por cerca de 330 especies de angiospermas, 3 especies gimnospermas y 20 especies de helechos y afines (Leiva & Berazaín 1997). La región tiene 4 géneros monotípicos endémicos: *Lescaillea* (Asteraceae), *Neomazaea*, *Phyllacanthus* y *Phyllomelia* (Rubiaceae) y 40 especies endémicas locales.

The flora of Cajalbana comprises nearly 330 species of angiosperms, 3 species of gymnosperms and 20 species of ferns and fern allies (Leiva & Berazaín 1997). Four monotypic endemic genera: *Lescaillea* (Asteraceae), *Neomazaea*, *Phyllacanthus* and *Phyllomelia* (Rubiaceae) and 40 local endemic species occur.

La región de Cajálbana es el centro de endemismo de la flora serpentinicola de Cuba Occidental. Su flora está muy relacionada con la de Nipe-Sagua-Baracoa, centro de origen y diversificación de la flora serpentinicola del extremo Este de Cuba. Esta relación florística está dada fundamentalmente por la presencia de varios taxones vicariantes, de oeste a este, como:

Cajalbana region is the center of diversity and endemism of serpentine flora of Western Cuba. Its flora is related with the flora of Nipe-Sagua-Baracoa Massif, which is the center of origin and diversification of the serpentine flora of Eastern Cuba. Some vicarious taxa like from West to East: *Lescaillea* – *Harnackia*, *Anemia*

Lescaillea – *Harnackia*, *Anemia cajalbanica* – *A. coriacea*, *Euphorbia cubensis* – *E. helenae*, *Moacrotan trigonocarpus* – *M. lanceolatus* y *Helicteres trapezifolia* – *H. nipensis*, según Borhidi (1996).

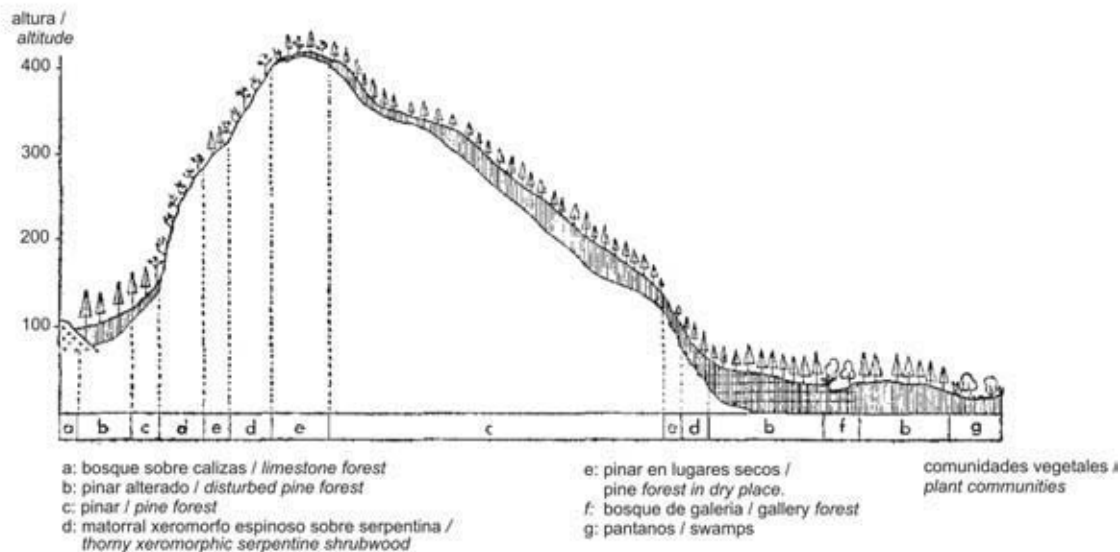
cajalbanica – *A. coriacea*, *Euphorbia cubensis* – *E. helenae*, *Moacrotan trigonocarpus* – *M. lanceolatus* y *Helicteres trapezifolia* – *H. nipensis* display this relationship (Borhidi 1996).

Formaciones vegetales

En esta localidad existen tres formaciones vegetales relacionadas con los factores edáficos y topográficos (Samek 1973). El pinar se desarrolla fundamentalmente sobre suelos ferríticos rojos profundos, el matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina aparece en los suelos pedregosos de laderas abruptas, mientras que el bosque de galería se observa asociado a orillas de ríos y arroyos.

Vegetation

Three vegetation types related with soil and topographic factors take place in this area (Samek 1973). Pine forest mainly occurs in the plateau on ferritic deep red soil, thorny xeromorphic serpentine shrubwood crops up on steep slopes, while gallery forest takes place on alluvial deposits along rivers.



Perfil de vegetación de la Altiplanicie de Cajálbana (Samek 1973, modificado). / Vegetation profile of Cajalbana range (Alter Samek 1973, modified).

Pinar

El pinar es la formación vegetal más extendida en la región, su estrato arbóreo puede alcanzar 30 m y está dominado por pinos (*Pinus caribaea*). En las zonas más húmedas, los pinos se mezclan con árboles latifolios como *Calophyllum pinetorum* y *Clusia rosea* (Leiva & Berazaín 1997). El estrato arbustivo es mucho más diverso que el arbóreo y presenta algunas

Pine forest

Pine forest is the most extended plant community on this region, its tree layer can reach 30 m height and it is dominated by the pines (*Pinus caribaea*). Pines are mixed with broadleaved trees (*Calophyllum pinetorum* and *Clusia rosea*) in wet places (Leiva & Berazaín 1997). Shrub layer are much more diverse than previous one. It contains some endemic species



A: Pinares, formación dominante de la Altiplanicie de Cajalbana. / *Pine forests, widespread community of Cajalbana Tableland.* **B:** matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina / *thorny xeromorphic serpentine shrubwood.* **C:** *Poitea inmarginata* (Fabaceae), especie endémica de las serpentinas de Cajalbana. / *Poitea inmarginata* (Fabaceae), an endemic species of Cajalbana serpentine region. **D:** *Mesechites rosea* (Apocynaceae), una liana común de las serpentinas de Cuba. / *Mesechites rosea* (Apocynaceae), a common climber of Cuban serpentine areas. **E:** *Jacquinia brunescens* (Theophrastaceae), arbusto esclerófilo endémico de Cuba Centro-Occidental. / *Jacquinia brunescens* (Theophrastaceae), an sclerophyllous endemic shrub of West-Central Cuba. **F:** *Neobracea valenzuelana* (Apocynaceae), un arbusto endémico de las serpentinas de toda Cuba. / *Neobracea valenzuelana* (Apocynaceae), an endemic shrub occurring in all serpentine areas of Cuba.

especies endémicas como: *Coccothrinax yuraguama*, *Eupatorium grisebachianum*, *Phyllanthus sagraeanus*, *Phania dermatodes*, *Psidium cymosum*, *Rondeletia venosa* y *Tabebuia leptopoda*; otros arbustos frecuentes son: *Byrsonima crassifolia*, *Comocladia dentata*, *Erythroxylum minutifolium*, *Eugenia bakeri*, *Myrica cerifera*, *Phyllanthus sagraeanus*, *Purdia cubensis*, *Rondeletia longibracteata*, *Tabebuia lepidota*, *Tetrazygia coriacea* y *Vaccinium ramonii*. El estrato herbáceo en los pinares está bien desarrollado. Las especies características del mismo son: *Andropogon gracilis*, *Aristida refracta*, *Chamaesyce hyssopifolia*, *Phania cajalbanica*, *Sorgastrum stipoides* y *Tetramicra eulophiae*. El pinar contiene algunas lianas como: *Aristolochia* spp., *Cynanchum* spp., *Lescaillea equisetiformis* y el helecho espinoso *Odontosoria wrightiana*. Las epifitas más abundantes pertenecen al género *Tillandsia* (Leiva & Berazaín 1997). En las zonas algo alteradas se puede encontrar: *Andropogon* spp., *Aristida erecta*, *Arundinella deppeana*, *Comocladia dentata*, *Panicum boliviense*, *Eleocharis sintenisii*, *Rhynchospora racemosa* y *Pteridium aquilinum* var. *caudatum* (Samek 1973). La composición florística de los pinares alterados no varía mucho, al menos cualitativamente en relación con los pinares primarios (Samek 1973).

Matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina

El matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina es la formación vegetal de mayor endemismo y diversidad de la región. Los endemismos más frecuentes son: *Agave cajalbanensis*, *Euphorbia cubensis*, *Gochnatia intertexta*, *Guapira cajalbanensis*, *Machaonia dumosa*, *Moacrotan trigonocarpus*, *Phialanthus rigidus*, *Scolosanthus acunae*, *Zanthoxylon dumosum*, *Reynosia retusa* y *Maytenus lineada*. Este matorral se caracteriza por su estrato arbustivo denso, de 3 m de altura, compuesto por arbustos espinosos y micrófilos como: *Coccoloba armata*, *Jacquinia brunnescens*,

such as: *Coccothrinax yuraguama*, *Eupatorium grisebachianum*, *Phyllanthus sagraeanus*, *Phania dermatodes*, *Psidium cymosum*, *Rondeletia venosa*, and *Tabebuia leptopoda*. Other shrubs like: *Byrsonima crassifolia*, *Comocladia dentata*, *Erythroxylum minutifolium*, *Eugenia bakeri*, *Myrica cerifera*, *Phyllanthus sagraeanus*, *Purdia cubensis*, *Rondeletia longibracteata*, *Tabebuia lepidota*, *Tetrazygia coriacea*, and *Vaccinium ramonii* are frequent species on this layer. The herbaceous cover in pine forest is well developed. Characteristic species are: *Andropogon gracilis*, *Aristida refracta*, *Chamaesyce hyssopifolia*, *Phania cajalbanica*, *Sorgastrum stipoides* y *Tetramicra eulophiae*. Climbers such as: *Aristolochia* spp., *Cynanchum* spp., *Lescaillea equisetiformis* and the spiny fern *Odontosoria wrightiana* occur. Epiphytic species belong to the genera *Tillandsia* (Leiva & Berazaín 1997). In disturbed areas *Andropogon* spp., *Aristida erecta*, *Arundinella deppeana*, *Comocladia dentata*, *Panicum boliviense*, *Eleocharis sintenisii*, *Rhynchospora racemosa*, and *Pteridium aquilinum* var. *caudatum* can be found. However, floristic composition is not much different among disturbed and non disturbed areas (Samek 1973).

Thorny xeromorphic serpentine shrubwood

Thorny xeromorphic serpentine shrubwood is the plant community of highest diversity and endemism of Cajalaban region. The more frequent endemic species are: *Agave cajalbanensis*, *Euphorbia cubensis*, *Gochnatia intertexta*, *Guapira cajalbanensis*, *Machaonia dumosa*, *Moacrotan trigonocarpus*, *Phialanthus rigidus*, *Scolosanthus acunae*, *Zanthoxylon dumosum*, *Reynosia retusa* y *Maytenus lineada*. This shrubwood is distinguished by a dense and 3 m height shrub layer with thorny and microphyllous shrubs like: *Coccoloba armata*, *Jacquinia*

Malpigia horrida, *Neobracea valenzuelana*, *Oplonia nannophylla*, *Phyllanthus orbicularis*, *Rochefortia cubensis*, *Tabebuia lepidota* y *Zanthoxylon acunae*. En esta comunidad se observan algunos árboles emergentes como: *Amyris lineata*, *Coccothrinax yuraguama*, *Harpalyce cubensis* var. *cajalbanensis*, *Linodendron venosum*, *Plumeria obtusata* var. *cajalbanensis*, *Pseudocarpidium ilicifolium* y *Terminalia neglecta*. El estrato herbáceo es ralo y está conformado por: *Andropogon* spp., *Aristida* spp., *Heptanthus ranunculoides*, *Lachnorhiza piloselloides*, *Paspalum rupestre*, *Zamia ottonis*, y otros. El sinucio epifítico está compuesto por especies de *Encyclia* y *Tillandsia*, y las lianas están representadas por *Angadenia* sp., *Stigmaphyllum sagreanum* y *Mesechites rosea* (Samek 1973).

Bosques de galería

Formando parte del dosel de los bosques de galerías puede encontrarse: *Bombacopsis emarginatum*, *Calophyllum pinetorum*, *Calyptronoma plumeriana*, *Copernicia glabrescens*, *Cynometra cubensis* subsp. *ophitica*, *Cyrilla antillana*, *Dendropanax cuneifolius*, y *Tabernaemontana* sp. En el sotobosque están presentes: *Calyptranthes enneatha*, *Euphorbia cubensis*, *Gesneria ferruginea*, *Hypericum styphelioides*, *Pimenta ferruginea*, *Rondeletia peduncularis*, *R. brachycarpa* y *Samyda macrantha*. Las herbáceas más destacadas son: *Mniochloa strephioides*, *Pinguicola albida*, *Pinillosia berterii* y *Wedelia rugosa*. Especies de *Adiantum*, *Blechnum*, *Polypodium* y *Thelypteris* son los helechos más comunes. Entre las lianas se encuentran *Clematis dioica*, *Dioscorea wrightii* y *Vanilla dilloniana*. Las epífitas observadas pertenecen a los géneros *Encyclia* y *Epidendrum* (Berazaín 1987, Leiva & Berazaín 1997).

brunnescens, *Malpigia horrida*, *Neobracea valenzuelana*, *Oplonia nannophylla*, *Phyllanthus orbicularis*, *Rochefortia cubensis*, *Tabebuia lepidota* y *Zanthoxylon acunae*. Some emergent trees like: *Amyris lineata*, *Coccothrinax yuraguama*, *Harpalyce cubensis* var. *cajalbanensis*, *Linodendron venosum*, *Plumeria obtusata* var. *cajalbanensis*, *Pseudocarpidium ilicifolium*, and *Terminalia neglecta* occur. The herbaceous layer is sparse and it is composed by grasses and forbs like: *Andropogon* spp., *Aristida* spp., *Heptanthus ranunculoides*, *Lachnorhiza piloselloides*, *Paspalum rupestre* and *Zamia ottonis*. Epiphytic species of *Encyclia* and *Tillandsia* genera occur. Climbers are represented by *Angadenia* sp., *Stigmaphyllum sagreanum*, and *Mesechites rosea* (Samek 1973).

Gallery forests

Bombacopsis emarginatum, *Calophyllum pinetorum*, *Calyptronoma plumeriana*, *Copernicia glabrescens*, *Cynometra cubensis* subsp. *ophitica*, *Cyrilla antillana*, *Dendropanax cuneifolius*, and *Tabernaemontana* sp. are characteristic species of the gallery forest canopy. In the shrub layer *Calyptranthes enneatha*, *Euphorbia cubensis*, *Gesneria ferruginea*, *Hypericum styphelioides*, *Pimenta ferruginea*, *Rondeletia peduncularis*, *R. brachycarpa* and *Samyda macrantha* are found. Common herbs are: *Mniochloa strephioides*, *Pinguicola albida*, *Pinillosia berterii*, and *Wedelia rugosa*. Ferns like: *Adiantum*, *Blechnum*, *Polypodium*, and *Thelypteris* also occur. Some climbers are: *Clematis dioica*, *Dioscorea wrightii*, and *Vanilla dilloniana* and epiphytes include some species of *Encyclia* and *Epidendrum* (Berazaín 1987, Leiva & Berazaín 1997).

Conservación y uso de las plantas

En la región de Cajálbana la influencia, directa o indirecta, del hombre data de dos o tres siglos atrás, lo cual se refleja claramente en el estado actual de los pinares y de los suelos (Samek 1973). Esta zona se ha manejado tradicionalmente como Reserva Forestal. Actualmente, la zona sureste se encuentra dentro del Área de Manejo Integral “Mil Cumbres” (Leiva & Berazaín 1997). Treinta y dos de sus especies endémicas se encuentran amenazadas de acuerdo con el Libro Rojo de la UICN (Tabla 1).

Plant conservation and uses

Direct or indirect human influences on Cajalbana region date from two or three centuries ago, and they are reflected on pine forest and soil conservation (Samek 1973). The region has been traditionally managed as “Forestry Patrimony”. Southeastern area is within “Mil Cumbres” Protected Area of Managed Resources (Leiva & Berazaín 1997). Thirty-two endemic species are threatened according to the IUCN Red Book (Table 1).

Table 1. Especies endémicas amenazadas de la Altiplanicie de Cajálbana. /
Table 1. Threatened endemic species of Cajalbana Tableland

Nombre de la planta / Plant name	Categoría UICN / IUCN category	
	(Leiva & Berazaín 1997).	(Lazcano <i>et al</i> 2001)
<i>Acalypha nana</i> (Euphorbiaceae)	I	
<i>Adiantopsis asplenioides</i> (Pteridaceae)		CR
<i>Ayenia cajalbanensis</i> (Sterculiaceae)	E	CR
<i>Bombacopsis emarginata</i> (Bombacaceae)		CR
<i>Buxus wrightii</i> (Buxaceae)		CR
<i>Calycogonium microphyllum</i> (Melastomataceae)	I	
<i>Calyptantes pozasiana</i> (Myrtaceae)	E	
<i>Cassia acunae</i> (Caesalpinaceae)	I	
<i>Coccoloba coriacea</i> (Polygonaceae)		CR
<i>Cynometra cubensis</i> subsp. <i>ophiticola</i> (Caesalpinaceae)	R	
<i>Erigeron paucilobus</i> (Asteraceae)		CR
<i>Eugenia cajalbanica</i> (Myrtaceae)		CR
<i>Euphorbia cubensis</i> (Euphorbiaceae)	I	CR
<i>Gesneria ferruginia</i> (Gesneriaceae)		CR
<i>Ginoria thomasiana</i> (Lythraceae)	I	
<i>Gochnatia intertexta</i> (Asteraceae)	I	CR
<i>Heptanthus brevipes</i> (Asteraceae)	I	
<i>Lescaillea equisetiformis</i> (Asteraceae)		CR
<i>Machaonia dumosa</i> (Rubiaceae)	I	
<i>Maytenus lineata</i> (Celastraceae)	I	
<i>Mimosa apleura</i> (Mimosaceae)	I	
<i>Mitranthes ottonis</i> (Myrtaceae)		CR
<i>Nodocarpaea radicans</i> (Rubiaceae)	E	CR
<i>Ottoschmidtia dorsiventralis</i> (Rubiaceae)		CR
<i>Pinguicola albida</i> (Lentibulariaceae)		CR
<i>Plinia dermatodes</i> (Myrtaceae)	V	CR
<i>Rajania hermanii</i> (Dioscoreaceae)	I	
<i>Sachsia tricephala</i> (Asteraceae)		CR
<i>Sauvallella immarginata</i> (Fabaceae)	I	
<i>Scolosanthus acunae</i> (Rubiaceae)	I	
<i>Tetrazygia coriacea</i> (Melastomataceae)		CR
<i>Zanthoxylon duplicipunctatum</i> (Rutaceae)		CR

El mayor peligro para estas comunidades es el fuego (Samek 1973), el cual puede dispersarse rápidamente a través de la vegetación xerofítica y resinífera. Para controlar estos disturbios se están haciendo barreras de plantas de hoja ancha y trochas en la vegetación. Otras amenazas para esta zona lo constituyen, la explotación forestal, el avance de la frontera agrícola, y, en alguna medida, el turismo. Estas actividades pueden incrementar la erosión del suelo y crear áreas abiertas que propician la invasión por plantas exóticas (Samek 1973, Leiva & Berazaín 1997).

Pinus caribaea es la especie más importante en la región, desde el punto de vista económico, como fuente de madera, resina y otros productos. La población de *Pinus caribaea* de esta área constituye un importante fondo genético de la especie que se usa para los programas de reforestación en Cuba (Leiva & Berazaín 1997). Desde el punto de vista de la producción de madera, el matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina, no tiene valor económico, ya que la porción utilizable de ésta es muy baja. Además, no se recomienda realizar repoblaciones, con fines productivos, en estas zonas; ya que los pinos no crecen en los suelos pedregosos de serpentina (Samek, 1973).

Las personas de la localidad usan las hojas de la palma *Coccothrinax yuraguana* (yuraguano) para construir los techos de sus casas (Leiva & Berazaín 1997).

Fire is the main threat to these plant communities (Samek 1973). The xerophyllous and resinous vegetation enhances their its spread. Fires are controlled by planting broadleaved plants as barriers and by creating firebreaks in the forests. Timber exploitation, agriculture advance and, to some extent tourism increase soil erosion and clear up areas that favor invasion by exotic plant species (Samek 1973, Leiva & Berazaín 1997).

Pinus caribaea is the most important plant to regional economy, which is used to produce timber, resins and other products. *Pinus caribaea* population of this area constitutes an important genetic pool used in Cuban reforestation programmes (Leiva & Berazaín 1997). Thorny xeromorphic serpentine shrubwood has no economic value because its timber production is negligible. Pine reforestation programmes on shrubwood habitats are not recommended because pines do not grow well on serpentine rocky soils. (Samek, 1973).

Local people use the leaves of the palm *Coccothrinax yuraguana* (yuraguano) as roofing material for their houses (Leiva & Berazaín 1997).

Referencias / References

Berazaín, R. 1987. Notas sobre la vegetación y flora de la Sierra de Cajálbana y Sierra Preluda (Pinar del Río). *Rev. Jard. Bot. Nac. (La Habana)*. **8(3):39-68.**

Borhidi, A. 1996. Phytogeography and vegetation Ecology of Cuba. Akadémiai Kiadó, Budapest.

CNNG. 2000. *Diccionario Geográfico de Cuba*. Ed. Oficina Nacional de Hidrografía y Geodesia.

González, J.E. & Scull, R. 1982. Constituyentes mineralógicos secundarios de suelos ferríticos de la Sierra de Cajálbana. *Cienc. Agric.* **13:69-72.**

Lazcano, J.C., Peña, E., del Risco, L., Leiva, A.T., Alpizar, S. & Matamoros, Y. 2001. Memorias del Segundo Taller para la Conservación, Análisis y Manejo Planificado de plantas Silvestres

Cubanas sobre Serpentina, 12-14 marzo. IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group, Apple Valley, MN.

Leiva, A.T. & Berzaín, R. 1997. Cajalbana tableland and Preluda mountain region, Cuba. *In: WWF & IUCN. Centres of Plant Diversity. A guide and strategies for their conservation. Vol. 3.* IUCN Publications Unit, Cambridge, UK.

Samek, V. 1973. Pinares de Cajalbana. Estudio sinecológico. Academia de Ciencias de Cuba. *Serie Forestal* **13:1-56.**

Vermunt, L.W.J. 1937. Geology of the Province of Pinar del Río, Cuba. *Geogr. Geol. Mededeelingen, Utrecht.* **13:1-60.**

Moa: “Paraíso de los botánicos...” Notas sobre su flora y vegetación Moa: “Paradise of botanists...” Notes on its flora and vegetation

La región de Moa, llamada por Alain (1946) “Paraíso de los botánicos”, constituye la cuna de la flora serpentinícola cubana.

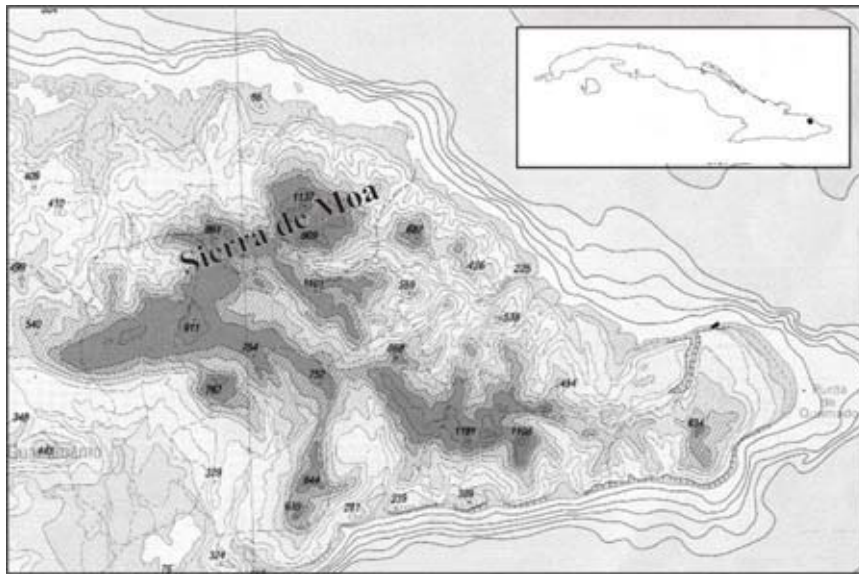
Geografía y clima

Entre los botánicos cubanos, se conoce como “región de Moa”, a la Sierra de Moa y sus alrededores, aproximadamente entre el Río Cananova al oeste, la costa al norte, el río Jiguaní al este y el gran río Jaguaní y sus afluentes al sur. Está situada a unos 15 km al sur-sureste de la ciudad de Moa, entre los 20° 30’ lat. N y los 74° 54’ long O y abarca una extensión aproximada de 2500 km². A la altura de 800 - 1000 m sobre el mar, se encuentra una meseta que alcanza un largo máximo de 30 Km y ancho de 15 Km. (CNNG, 2000). Sobre esta se distinguen algunas elevaciones, la mayor de ellas: pico “El Toldo” alcanza 1175 m.

Moa region, called by Alain (1946) “Paradise of botanists” is considered the cradle of the cuban serpentine flora.

Geography and climate

Among cuban botanists it is known as Moa region, the Sierra de Moa and its surroundings, from Cananova river towards the east to Jiguaní river. It is limited on the north by the coast, and by the great Jaguaní river and its affluents on the south. From Moa city, it is located 15 Km south – southeast, at 20° 30’ N and 74° 54’ W covering an extension of 2500 km². Between 800 and 1000 m above sea level, a plateau occurs; this reaches a maximum of 30 km length and 15 km wide (CNNG, 2000). Upon the plateau, some elevations are distinguished, the highest one: El Toldo Peak reaches 1175 m high.



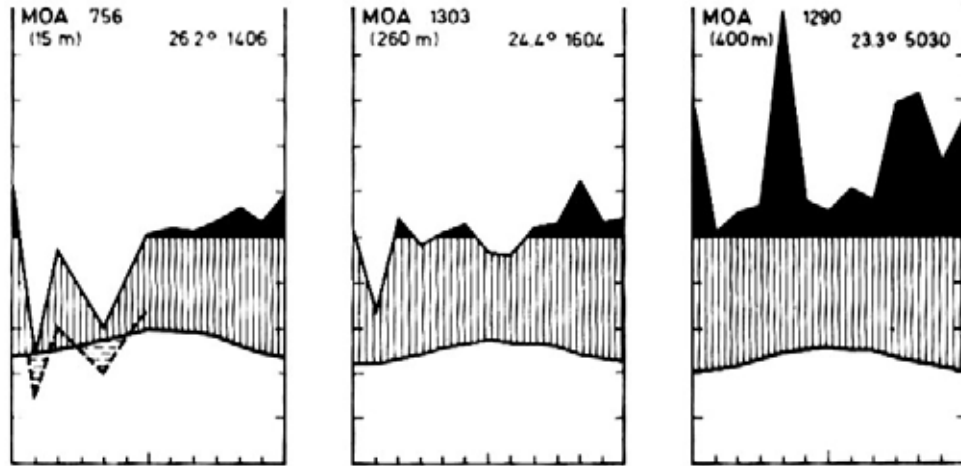
Sierra de Moa

La meseta se asienta sobre rocas ultramáficas serpentinizadas, cubiertas por un suelo ferrítico rojo (lateritas) profundo, rico en óxido de hierro y metales pesados como níquel y cromo. Se ha estimado que este suelo tiene unos 30 millones de años de desarrollo (Finko, Korin y Formell, 1967-cit. Borhidi, 1996). Otros tipos de suelos que se presentan en la región son: suelos rojo-amarillento de montaña, derivado de rocas ígneas básicas y suelo amarillento ácido derivado de rocas ígneas ácidas (Bisse *et al.* 1981). En laderas y hacia la costa norte afloran las serpentinitas con un suelo fersialítico pardo-rojizo (Panfet *et al.* 1986).

El clima corresponde a la región más húmeda de Cuba, aunque en las partes bajas (menos de 400 m) pueden presentarse uno o dos meses de sequía (entre marzo y junio). Las precipitaciones varían entre 1400 y 3000 mm/ anuales y las temperaturas oscilan entre 24° C y 26° C (Borhidi, 1996).

The plateau is settled on ultramafic serpentine rocks covered by an old deep ferritic red soil (lateritic soil), rich in iron oxide and heavy metals such as nickel and chromium. It has been estimated an age of 30 million years to this type. (Finko, Korin y Formell, 1967-cit. Borhidi, 1996). Other soil types that occur at the region are: red – yellowish mountain soils derived from igneous basic rocks, and yellow acid soil derived from igneous acid rocks. (Bisse *et al.* 1981). On slopes and towards the coast crop serpentine rocks out with a fersialitic brown – reddish soil (Panfet *et al.* 1986).

Climate corresponds to the most humid area in Cuba, although in lower zones, one or two dry months occur in spring or early summer. Annual precipitation ranges between 1400 and 3000 mm and temperature fluctuates between 24° C to 26° (Borhidi, 1996).



Climogramas característicos de Sierra de Moa a diferentes alturas
Characteristic climate diagrams of Moa Range at different altitudes

Flora

La región de Moa constituye el área de mayor diversidad florística y endemismo en Cuba, y el centro de evolución primario de la flora y vegetación serpentínicas de las montañas del nordeste, desde donde tuvo lugar la principal migración hacia el oeste.

Su flora posee la más larga historia en Cuba dada por la antigüedad de sus suelos. Se conocen cuatro géneros endémicos: *Ceuthocarpus* (Rubiaceae), *Kodalyodendron* (Rutaceae), *Shaferocharis* (Rubiaceae) y *Feddea* (Asteraceae), y alrededor de 200 especies endémicas estrictas (Borhidi, 1996), lo que justifica que constituya un distrito fitogeográfico independiente: Moaense dentro del sector Moanicum (montañas de Nipe-Sagua-Baracoa) de la sub-provincia Cuba Oriental (Borhidi, 1996).

Entre los endémicos se destaca una joya de la flora: *Dracaena cubensis* (Dracaenaceae), cuya presencia en Cuba indica un probable origen gondwánico si se tiene en cuenta la distribución del género a nivel mundial (unas 40 especies en África, Madagascar y Asia, una especie en América Central y la especie cubana). Esta distribución a ambos lados del Atlántico convierte a esta especie en un interesante paleoendémico.

Formaciones vegetales

Se presentan en la región seis formaciones vegetales principales: manglar, matorral xeromorfo subespinoso de llanura, matorral xeromorfo subespinoso montano, pinar, bosque pluvial esclerófilo y bosque de galería.

Manglar

Se encuentra en las zonas bajas y cenagosas

Flora

The Moa region is considered the area of highest floristic diversity and endemism of Cuba, and the main center of evolution of the serpentine flora and vegetation of the north-eastern mountains, from which groups of species migrated towards the east.

Its flora has the longest history in Cuba due to the old age of rocks and soils. Four endemic genera are known: *Ceuthocarpus* (Rubiaceae), *Kodalyodendron* (Rutaceae), *Shaferocharis* (Rubiaceae), and *Feddea* (Asteraceae), and nearly 200 local endemic species (Borhidi, 1996). This justifies the fact of considering the region an independent phytogeographic district: Moaense within sector Moanicum (Nipe-Sagua-Baracoa massif) of the east Cuba subprovince (Borhidi, 1996).

Among the endemic species, *Dracaena cubensis* (Dracaenaceae) stands out. The peculiar distribution of the genus *Dracaena* (40 species in Africa, Madagascar and Asia, one species in Central America and the Cuban one) suggests a Gondwanic origin. Because of this species is considered an interesting paleoendemic.

Vegetation types

Six major vegetation types occur in Moa region: mangrove, xeromorphic lowland serpentine shrubwood, xeromorphic montane serpentine shrubwood, pineforest, sclerophyllous rainforest and gallery forest.

Mangrove

Mangrove vegetation occurs along low,

de la costa norte. Aunque pueden encontrarse las cuatro especies de mangles presentes en toda Cuba: *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erecta* y *Rhizophora mangle*, es notable la dominancia de esta última, que constituye la primera línea de vegetación, desde el mar hacia la costa.

Matorral xeromorfo subespinoso de llanura

Este tipo de matorral se localiza hacia la costa norte, sobre suelos fersialíticos pardos, donde aflora la roca serpentinita y donde tiene lugar la menor cantidad de precipitaciones (entre 1400-1900 mm/año). Se caracteriza por la dominancia de especies micrófilas y un porcentaje bajo de especies espinosas (alrededor del 10%). Es un matorral denso entre 4 y 6 m de altura, con árboles emergentes, y pocas epífitas, lianas y herbáceas. La flora es la más rica en endémicos con 75-85 %. Entre los arbustos y los pequeños arbolitos se encuentran: *Dracaena cubensis*, *Adenoa cubensis*, *Purdiaea stenopetala*, *Tabebuia linearis*, *Neobraea valenzuelana*, *Casasia jacquinoides*, *Bumelia cubensis*, *Byrsonima bucheri*, *Spirotecoma apiculata*, *Ariadne shaferi*, *Phyllanthus comusus*, *P. chryseus*, *Buxus revoluta*, *Coccoloba shaferi*, *Jacaranda arborea*, *Plumeria ekmanii*, *Jacquina moana*, *Shaferocharis multiflora*, *Gochnatia crassifolia*, *Rauwolfia salicifolia*, *Erythroxylon longipes*, *Ceuthocarpus involucratus*, *Antirhea abbreviata*, *A. orbicularis*, *Moacroton leonis* y *Pachyanthus moaensis*; son comunes las palmas *Thrinax savannarum* y *T. Rivularis*. Entre las lianas se destacan: *Marsdenia linearis*, *Ipomoea carolina*, *Smilax populnea*, *Arthrostylidium* sp. y las epífitas están representadas por *Dilomilis oligophylla*.

marshy zones of the north coast. It is composed by the four mangrove species occurring all over Cuba: *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erecta* and *Rhizophora mangle*, although it is distinctive the dominance of the latter that forms the first vegetation line, from sea to the coast.

Xeromorphic lowland serpentine shrubwood

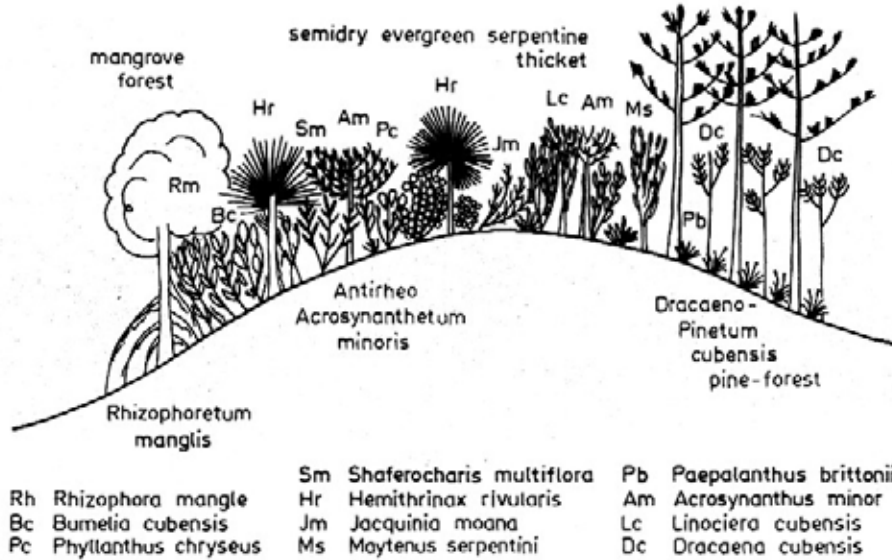
This shrubwoods occurs towards the north coast, on fersialitic brown soils where serpentine rocks crop out, and the least precipitation occurs (1400 – 1900 mm / year). It is characterized by the dominance of microphyllous species and a low percentage of the spiny ones (nearly 10 %). The shrub layer is dense and reaches 4 – 6 m high; some emergent palms occur. Epiphytes, lianes and herbs are scarce. The proportion of endemics reaches 75 – 85 %, making this formation the richest of the Cuban flora. Among little trees and shrubs are: *Dracaena cubensis*, *Adenoa cubensis*, *Purdiaea stenopetala*, *Tabebuia linearis*, *Neobraea valenzuelana*, *Casasia jacquinoides*, *Bumelia cubensis*, *Byrsonima bucheri*, *Spirotecoma apiculata*, *Ariadne shaferi*, *Phyllanthus comusus*, *P. chryseus*, *Buxus revoluta*, *Coccoloba shaferi*, *Jacaranda arborea*, *Plumeria ekmanii*, *Jacquina moana*, *Shaferocharis multiflora*, *Gochnatia crassifolia*, *Rauwolfia salicifolia*, *Erythroxylon longipes*, *Ceuthocarpus involucratus*, *Antirhea abbreviata*, *A. orbicularis*, *Moacroton leonis* and *Pachyanthus moaensis*. Common palms are: *Thrinax savannarum* and *T. Rivularis*. Lianes are represented by: *Marsdenia linearis*, *Ipomoea carolina*, *Smilax populnea* and *Arthrostylidium* sp. and epiphytic species are represented by *Dilomilis oligophylla*.

Matorral xeromorfo subespinoso montano

Se encuentra a mayores alturas, entre 600 y 1000 m, en laderas y cumbres donde el suelo es más esquelético. Se puede encontrar en íntima relación con los pinares y los bosques pluviales esclerófilos, por lo que muchas

Xeromorphic montane serpentine shrubwood

This shrubwood is confined to the highest elevations of Sierra de Moa (600 – 1000), on slopes and summits where the most skeletal soil occurs. Commonly it is found close related with pine forests and



Perfil de vegetación del Cerro de Yamanigüey en la zona costera de la Sierra de Moa / Vegetation profile of the Cerro Yamanigüey in the costal range of the Sierra de Moa

veces no es posible definir límites. El endemismo es de aproximadamente 77 %. Es un matorral denso de arbustos esclerófilos, micrófilos y nanófilos, entre 4 y 6 m con árboles emergentes que pueden alcanzar 7-10 m. Entre los árboles y arbustos característicos se encuentran: *Laplacea moaensis*, *Ilex berteroi*, *I. victorinii*, *I. hyponeura*, *Clusia moaensis*, *Achrosynanthus trachyphyllus*, *Rauvolfia salicifolia*, *Byrsonima biflora*, *Cyrilla cubensis*, *Purdiaea microphylla*, *Lyonia glandulosa*, *L. macrophylla*, *L. lippoldii*, *Xylosma infestum*, *Coccoloba nervosa*, *Moacroton lanceolatus*, *Calyptranthes cardiophylla*, *Tapura cubensis*, *Jacaranda arborea* y *Rheedia polyneura*. Se presentan las herbáceas *Ekmanochloa aristata* y especies de *Paepalanthus* y *Rhynchospora*. Las lianas son

sclerophyllous rain forests, being difficult to define its boundaries. It consists of a dense shrubwood of sclerophyllous, microphyllous, and nanophyllous species up to 4 – 6 m high, with some emergent trees reaching 7 – 10 m high. Distinctive trees and shrubs are the following: *Laplacea moaensis*, *Ilex berteroi*, *I. victorinii*, *I. hyponeura*, *Clusia moaensis*, *Achrosynanthus trachyphyllus*, *Rauvolfia salicifolia*, *Byrsonima biflora*, *Cyrilla cubensis*, *Purdiaea microphylla*, *Lyonia glandulosa*, *L. macrophylla*, *L. lippoldii*, *Xylosma infestum*, *Coccoloba nervosa*, *Moacroton lanceolatus*, *Calyptranthes cardiophylla*, *Tapura cubensis*, *Jacaranda arborea* and *Rheedia polyneura*. Herbs are represented by *Ekmanochloa aristata* and species of *Paepalanthus* and *Rhynchospora*. Climbers are numerous: *Feddea cubensis*,



A: Bosque pluvial en la zona de Moa. / *Rainforest in Moa zone.* **B:** *Bonnetia cubensis* (Bonnetiaceae), endemismo de pluvisilvas sobre suelos ácidos. / *Bonnetia cubensis* (Bonnetiaceae), *endemism of rainforest on acid soils.* **C:** *Euphorbia helenae* (Euphorbiaceae), especie endémica de los pinares sobre laterita. / *Euphorbia helenae* (Euphorbiaceae), *endemic species of pineforests on lateritic soils.* **D:** *Spathelia wrightii* una llamativa Rutaceae de los bosque pluvial. / *Spathelia wrightii* an attractive Rutaceae from rainforests. **E:** *Dracaena cubensis* (Dracaenaceae), paleoendemismo de la flora de Moa-Baracoa. / *Dracaena cubensis* (Dracaenaceae), *a paleoendemism of Moa-Baracoa flora.*

numerosas destacándose: *Feddea cubensis*, *Rajania baracoensis*, *Symphysia alainii*, *Morinda moaensis*, *Chiococca cubensis* y especies de *Arthrostylidium*. Las espifitas son escasas pero ha de mencionarse a *Pinguicola lignicola*, una curiosa insectívora epífita.

Pinares

Es la formación vegetal más extendida sobre los suelos ferrítico rojos (lateritas) y puede encontrarse comúnmente mezclada con las demás formaciones vegetales. Se presenta un estrato arbóreo de hasta 20 a 25 m más o menos abierto dominado por *Pinus cubensis*; el estrato arbustivo es más denso y alcanza 2 - 3 m de alto y está constituido por plantas esclerófilas y microfilas. El endemismo es de aproximadamente un 68 % (Borhidi 1996).

Pueden encontrarse pinares más xeromorfos, mayormente en la ladera norte de la Sierra, hasta los 400 m de altura, sobre suelos menos profundos (fersialítico pardo – rojizos). Este tipo de pinar posee un endemismo de 72 %, que es el más alto para los pinares cubanos (Borhidi 1996). Entre los arbustos se encuentran: *Dracaena cubensis*, *Schmidtottia sessiliflora*, *Psidium parvifolium*, *Casearia bissei*, *C. moaensis*, *Guettarda crassipes*, *G. ferruginea*, *Ossaea pauciflora*, *Jacquinia roigii*, *Myrtus ophiticola*, *Bumelia cubensis* y *Suberanthus stellatus*. Entre las hierbas se destaca *Paepalanthus pungens*, una de las especies de mayor tamaño del género, *Rhynchospora lindeniana* y *Anemia coriacea* ssp. *moaensis*. Sobre suelos más profundos, *Pinus cubensis* se asocia con *Euphorbia helenae*, *Coccothrinax yuraguana* subsp. *moaensis*, *Scaevola wrightii*, *Croton monogynus*, *Eupatorium lantanefolium*, *Gochnatia recurva*, *Linodendron aronifolium*, *Hypericum styphelioides* subsp. *moaensis*, *Malpighia cnide*, *Rheedia ophiticola*, *Senecio trichotomus*, *Tabebuia pinetorum*, *Byrsonima minutifolia*, *Vaccinium alainii*, *Vernonia wrightii* y *Metopium venosum*.

Rajania baracoensis, *Symphysia alainii*, *Morinda moaensis*, *Chiococca cubensis* and several species of *Arthrostylidium*. Epiphytes are scant, the endemic *Pinguicola lignicola*, is a peculiar epiphytic insectivorous plant.

Pine Forest

The pine forest is widespread distributed on red ferritic soils, and is commonly found combined with other vegetation types. It is characterized by an open 20 – 25 m high tree layer dominated by *Pinus cubensis*. The dense shrub layer is composed mainly by sclerophyllous and microphyllous species, and reaches 2 – 3 m high. The proportion of endemics reaches 68 %.

More xeromorphic pine forests are found on the north slope of the mountain range up to 400 m over sea level, on less deeper soils (red fersialitic). This type is very rich in endemics, having the highest proportion (72%) of all cuban coniferous communities (Borhidi 1996). Distinctive shrubs are: *Dracaena cubensis*, *Schmidtottia sessiliflora*, *Psidium arvilfolium*, *Casearia bissei*, *C. moaensis*, *Guettarda crassipes*, *G. ferruginea*, *Ossaea pauciflora*, *Jacquinia roigii*, *Myrtus ophiticola*, *Bumelia cubensis* and *Suberanthus stellatus*. Herbaceous species are represented by *Paepalanthus pungens*, one of the largest species of the genus, and *Rhynchospora lindeniana* and *Anemia coriacea* ssp. *moaensis*. On deeper soils, *Pinus cubensis* is associated with *Euphorbia helenae*, *Coccothrinax yuraguana* subsp. *moaensis*, *Scaevola wrightii*, *Croton monogynus*, *Eupatorium lantanefolium*, *Gochnatia recurva*, *Linodendron aronifolium*, *Hypericum styphelioides* subsp. *moaensis*, *Malpighia cnide*, *Rheedia ophiticola*, *Senecio trichotomus*, *Tabebuia pinetorum*, *Byrsonima minutifolia*, *Vaccinium alainii*, *Vernonia wrightii* and *Metopium venosum*.

Los pinares mesófilos se encuentran a mayores alturas (entre 600 y 900 m), y presentan menor porcentaje de endemismo (52 %); son más cerrados y el pino se encuentra asociado a árboles de hoja ancha como *Psidium baliu*, *Byrsonima biflora*, *Clusia rosea*, *Laplacea moaensis*, *Ocotea* spp., *Linociera domingensis*, *Guapira rutescens* y *Clethra cubensis*. Otras especies arbóreas son: *Bactris cubensis* y *Alsophylla aquilina*. Especies típicas del estrato arbustivo son: *Shafera platyphylla*, *Miconia cerasiflora*, *Vaccinium alainii*, *Lyonia glandulosa*, *Eupatorium ayapanoides*, *Gomidesia lindeniana*, *Gundlachia cubana*, *Hyeronima nipensis*, *Ilex macfadyenii*, *Mettenia oblongata*, *Ossaea navasensis*, *O. ferruginea*, *Schimidtattia multiflora*, *Scolosanthus lucidus* y *Vernonia calida*.

Bosques pluviales esclerófilos

Los bosques pluviales esclerófilos que se desarrollan sobre lateritas entre los 400 y 900 m de altura y precipitaciones entre 1800 a 3200 mm/anales, representan la vegetación clímax. Están compuestos por dos estratos de árboles esclerófilos. El estrato superior es abierto y alcanza entre 15 y 22 m; algunas especies típicas son: *Calophyllum utile*, *Podocarpus ekmanii*, *Pseudocopaiva hymanaefolia*, *Hyeronima nipensis*, *Dipholis jubilla*, *Pera ekmanii*, *Ocotea leucoxylon*, *O. bucheri*, *Tabebuia dubia*, *Byrsonima coriacea*, *B. orientensis*, *Matayba dominguensis*, *Bonnetia cubensis*, *Talauma minor*, *Guapira rufescens*, *Sloanea curatellifolia*, *Matayba domingensis*, *Zanthoxylon cubense*, *Xylopia ekmanii*, *Guatteria cubensis*, *Magnolia cubensis* y puede encontrarse también *Pinus cubensis*. El estrato inferior alcanza 5 a 12 m y está representado por *Chionanthus domingensis*, *Clusia grisebachiana*, *Talauma oblongifolia*, *Hyeronima nipensis*, *Spathelia wrightii*, *Pera ekmanii*, *P. polylepis*, *Manilkara mayarensis*,

Mesophyllous pine forests are found between 600 and 900 m and possess lower endemism (52%). The tree layer is closer, and the pine is associated to broad leaved trees such as: *Psidium baliu*, *Byrsonima biflora*, *Clusia rosea*, *Laplacea moaensis*, *Ocotea* spp., *Linociera domingensis*, *Guapira rutescens* and *Clethra cubensis*. Other tree species are: *Bactris cubensis* y *Alsophylla aquilina*. Typical species of the shrub layer are: *Shafera platyphylla*, *Miconia cerasiflora*, *Vaccinium alainii*, *Lyonia glandulosa*, *Eupatorium ayapanoides*, *Gomidesia lindeniana*, *Gundlachia cubana*, *Hyeronima nipensis*, *Ilex macfadyenii*, *Mettenia oblongata*, *Ossaea navasensis*, *O. ferruginea*, *Schimidtattia multiflora*, *Scolosanthus lucidus* and *Vernonia calida*.

Sclerophyllous rainforests

Sclerophyllous rain forests are found on lateritic soils between 400 – 900 m over sea level where the annual rainfall is 1800 – 3200 mm. They represent the climax vegetation type of Sierra de Moa. Two canopy layers composed by sclerophyllous trees are recognized. The open upper layer is 15 – 22 m high and is composed of: *Calophyllum utile*, *Podocarpus ekmanii*, *Pseudocopaiva hymanaefolia*, *Hyeronima nipensis*, *Dipholis jubilla*, *Pera ekmanii*, *Ocotea leucoxylon*, *O. bucheri*, *Tabebuia dubia*, *Byrsonima coriacea*, *B. orientensis*, *Matayba dominguensis*, *Bonnetia cubensis*, *Talauma minor*, *Guapira rufescens*, *Sloanea curatellifolia*, *Matayba domingensis*, *Zanthoxylon cubense*, *Xylopia ekmanii*, *Guatteria cubensis* and *Magnolia cubensis*. *Pinus cubensis* also occurs. Lower layer reaches 5 – 12 m and includes: *Chionanthus domingensis*, *Clusia grisebachiana*, *Talauma oblongifolia*, *Hyeronima nipensis*, *Spathelia wrightii*, *Pera ekmanii*, *P. polylepis*, *Manilkara mayarensis*, *Ouratea revoluta*,

Ouratea revoluta, *Laplacea benitoensis*, *Tetrazygia cristalensis*, *Spathelia pinetorum*, *Tapura cubensis*, *Byrsonima biflora*, *Ilex berteroi*, *Bactris cubensis* y *Alsophila aquilina*. El estrato arbustivo está compuesto por: *Rhamnidium ellipticum*, *Krokia albescens*, *Calycogonium grisebachii*, *Calycorectes ekmanii*, *Guettarda sciaphylla*, *Tocoyena cubensis*, *Lasianthus lanceolatus*, *Illicium cubense*, *Mouriri monantha*, *Piper arboreum*, *Ravenia ekmanii*, *Psychotria moaensis*, *Myrcia gundlachii*, *Rauvolfia salicifolia*, *Moacroton ekmanii*, *Bacharis shaferi*, *Coccoloba rufescens*, *Shafera platyphylla*, *Mouriri spatulata*, *Ilex moaensis*, *Morinda moaensis*, y especies de *Lyonia*, *Ossaea*, *Eupatorium*, *Vernonia* y *Calycogonium*. Se presentan pocas epífitas como pequeñas orquídeas de los géneros *Dilomilis*, *Pleurothallis*, *Dinema* y lianas como *Chiococca cubensis*, *Vanilla wrightii*, *Smilax domingensis*, *Cissus grisebachii*, *Chusquea abietifolia*, *Schradera cubensis*, *Marcgravia evenia*, *Rajania baracoensis*, *Platygyne obovata* y *Lygodium volubile*. El estrato herbáceo es muy escaso.

Sobre suelos rojo - amarillentos derivados de rocas ígneas básicas, profundos y fértiles, se desarrolla un tipo de bosque pluvial con un estrato arbóreo superior caracterizado por la presencia de: *Carapa guianensis*, *Ocotea cuneata*, *Henriettea squamata*, *Clusia rosea*, *Aralia morotoni*, *Ocotea leucoxylon*, *O. wrightii*, *O. floribunda*, *Micropholis polita* y *Alchornea latifolia*. El estrato arbóreo inferior posee las siguientes especies: *Cinnamomum montanum*, *Dendropanax arboreus*, *Lunania subcoriacea*, *Casearia arborea*, *Byrsonima spicata*, *Miconia dodecandra*, *Calyptronoma plumeriana*, *Bactris cubensis*, *Euterpe globosa* y *Cyathea arborea*. Entre los arbustos se destaca: *Coussarea urbaniana*, *Leucocroton wrightii* y *Piper leptostachyum*. Las lianas están representadas por *Philodendron lacerum*, *Marcgravia rectiflora* y las espífitas por: *Oleandra articulata*,

Laplacea benitoensis, *Tetrazygia cristalensis*, *Spathelia pinetorum*, *Tapura cubensis*, *Byrsonima biflora*, *Ilex berteroi*, *Bactris cubensis* and *Alsophila aquilina*. Characteristic species of the shrub layer are: *Rhamnidium ellipticum*, *Krokia albescens*, *Calycogonium grisebachii*, *Calycorectes ekmanii*, *Guettarda sciaphylla*, *Tocoyena cubensis*, *Lasianthus lanceolatus*, *Illicium cubense*, *Mouriri monantha*, *Piper arboreum*, *Ravenia ekmanii*, *Psychotria moaensis*, *Myrcia gundlachii*, *Rauvolfia salicifolia*, *Moacroton ekmanii*, *Bacharis shaferi*, *Coccoloba rufescens*, *Shafera platyphylla*, *Mouriri spatulata*, *Ilex moaensis*, *Morinda moaensis*, and species of the genera *Lyonia*, *Ossaea*, *Eupatorium*, *Vernonia* y *Calycogonium*. Epiphytes are poor predominating small orchids of the genera *Dilomilis*, *Pleurothallis*, *Dinema*, and climbers such as *Chiococca cubensis*, *Vanilla wrightii*, *Smilax domingensis*, *Cissus grisebachii*, *Chusquea abietifolia*, *Schradera cubensis*, *Marcgravia evenia*, *Rajania baracoensis*, *Platygyne obovata* and *Lygodium volubile*. Herbs are scant.

Another type of rainforest grows on deep red – yellowish soils derived from igneous basic rocks. The higher tree layer is composed of: *Carapa guianensis*, *Ocotea cuneata*, *Henriettea squamata*, *Clusia rosea*, *Aralia morotoni*, *Ocotea leucoxylon*, *O. wrightii*, *O. floribunda*, *Micropholis polita* and *Alchornea latifolia*. Lower tree stratum is characterized by the following species: *Cinnamomum montanum*, *Dendropanax arboreus*, *Lunania subcoriacea*, *Casearia arborea*, *Byrsonima spicata*, *Miconia dodecandra*, *Calyptronoma plumeriana*, *Bactris cubensis*, *Euterpe globosa* y *Cyathea arborea*. Among shrubs are: *Coussarea urbaniana*, *Leucocroton wrightii* and *Piper leptostachyum*. Climbers are represented by *Philodendron lacerum* and *Marcgravia rectiflora*, and epiphytes by *Oleandra articulata*, *Schradera exotica* and *Psychotria*

Schradera exotica y *Psychotria pendula*. Entre las herbáceas se encuentran: *Peperomia magnoliaefolia*, *P. hernandiaefolia*, *Pilea* sp. e *Hymenophyllum crinitum*.

Una variante de bosque pluvial sobre suelos amarillos muy ácidos derivados de rocas ígneas ácidas se desarrolla en zonas de mal drenaje donde se acumula el humus. El estrato arbóreo de este tipo de bosque es muy pobre y está dominado por *Bonnetia cubensis* y algunos *Pinus cubensis* dispersos. Árboles pequeños y arbustos esclerófilos forman un estrato inferior más denso compuesto por las siguientes especies: *Pera longipes*, *Tabebuia moaensis*, *Torralfasia cuneifolia*, *Hypericum styphelioides*, *Eugenia lucens*, *Rheedia revoluta*, *Euphorbia munizii*, *E. shaferi*, *Clusia callosa*, *C. munizii*, *Psychotria moaensis*, *Podocarpus ekmanii*, *Phyllanthus incrustatus*, *Abarema nipensis*, *Vaccinium shaferii*, *Mouriri monantha*, *Henriettea acunae*, *Calycogonium ellipticum*, *Ravenia shaferii*, *Buxus shaferii*, *Leucocroton pachyphyllum*, *Purdiaea stenopetala*, *P. parvifolia*, *Cordia acunae*, *Baccharis shaferii*, *Casearia jacquinioides*, *Mozartia emarginata*, *Calyptanthes linearis*, *Ilex berteroi*, *I. moaensis*, *I. macfadyenis* y *Brya subinermis*. Las lianas están representadas por: *Angadenia moaensis*, *Vanilla wrightii* y especies de *Arthrostylidium* y *Platygyne*. Las herbáceas son pocas destacándose: *Sphagnum meridionale*, *Lycopodium carolinianum* y *Lycopodiella cernua*, y las epífitas están representadas por *Octadesmia elata* y *O. oligophylla* entre otras.

Bosques de galería

Se desarrolla en las riberas de los ríos y arroyos, destacándose las especies arbóreas y arbustivas siguientes: *Tabebuia gracilipes*, *Bucida buceras*, *Neobracea ekmanii*, *Buchenavia tetraphylla*, *Cyrilla cubensis*, *Calliandra enervis*, *Achrosynanthus revolutus*, *Savia clementis*, *Sloanea curatellifolia*,

pendula. Among herbs are: *Peperomia magnoliaefolia*, *P. hernandiaefolia*, *Pilea* sp. and *Hymenophyllum crinitum*.

A different type of rainforest is found on acid yellow soils derivated from igneous acid rocks in those zones where deficient drainage occur. The tree layer is poor and composed mainly by *Bonnetia cubensis* and scattered individuals of *Pinus cubensis*. Small trees and sclerophyllous shrubs form a dense lower stratum composed by: *Pera longipes*, *Tabebuia moaensis*, *Torralfasia cuneifolia*, *Hypericum styphelioides*, *Eugenia lucens*, *Rheedia revoluta*, *Euphorbia munizii*, *E. shaferi*, *Clusia callosa*, *C. munizii*, *Psychotria moaensis*, *Podocarpus ekmanii*, *Phyllanthus incrustatus*, *Abarema nipensis*, *Vaccinium shaferii*, *Mouriri monantha*, *Henriettea acunae*, *Calycogonium ellipticum*, *Ravenia shaferii*, *Buxus shaferii*, *Leucocroton pachyphyllum*, *Purdiaea stenopetala*, *P. parvifolia*, *Cordia acunae*, *Baccharis shaferii*, *Casearia jacquinioides*, *Mozartia emarginata*, *Calyptanthes linearis*, *Ilex berteroi*, *I. moaensis*, *I. macfadyenis* y *Brya subinermis*. Lianas are represented by: *Angadenia moaensis*, *Vanilla wrightii* and species of *Arthrostylidium* and *Platygyne*. The herbaceous layer is poor, mainly composed by: *Sphagnum meridionale*, *Lycopodium carolinianum* and *Lycopodiella cernua*. Among epiphytic species are: *Octadesmia elata* and *O. oligophylla*.

Gallery forests

Gallery forests occur along riversides and water streams. Characteristic trees and shrubs species are: *Tabebuia gracilipes*, *Bucida buceras*, *Neobracea ekmanii*, *Buchenavia tetraphylla*, *Cyrilla cubensis*, *Calliandra enervis*, *Achrosynanthus revolutus*, *Savia clementis*, *Sloanea curatellifolia*,

curatellifolia, *Calyptranthes moaensis*, *Leucocroton linearifolius*, *Buxus foliosa*, *B. crassinervis*, *B. marginatus*, *Hypericum styphelioides*, *Abarema nipensis* y *Calyptronoma plumeriana*. Las herbáceas están representadas por *Pinguicola benedicta*, *Drosera moaensis*, *Utricularia* sp., *Heptanthus shaferi*, y *Bletia antillana*.

Conservación y uso de las plantas

En general la flora y la vegetación de la Sierra de Moa y sus alrededores, se encuentran seriamente amenazadas por la actividad humana. Desde mediados del pasado siglo, los bosques son explotados para la obtención de maderas, en especial *Pinus cubensis* y algunos árboles latifolios. La explotación minera a cielo abierto, que se ha acrecentado en los últimos años, ha provocado el deterioro de los suelos y de la vegetación primaria. Los incendios, los manejos silvícolas inadecuados, la contaminación industrial, el desarrollo de carreteras, caminos, y construcciones civiles, constituyen otras amenazas que tienen lugar en la región (Lazcano & al. 2001). Como consecuencia se ha incrementado la invasión de plantas foráneas, y la pérdida de calidad del hábitat que conspira seriamente con la conservación de la extraordinaria diversidad vegetal. Los planes de recuperación de suelos, y restauración de vegetación que han comenzado a desarrollarse son aún insuficientes.

Algunas zonas, notables por sus valores naturales y grado de conservación (Yamanigüey, La Melba, El Toldo), se encuentran incluidas en el Parque Nacional Alejandro de Humboldt (CNAP, 2000).

Calyptranthes moaensis, *Leucocroton linearifolius*, *Buxus foliosa*, *B. crassinervis*, *B. marginatus*, *Hypericum styphelioides*, *Abarema nipensis* and *Calyptronoma plumeriana*. Herbs are represented by: *Pinguicola benedicta*, *Drosera moaensis*, *Utricularia* sp., *Heptanthus shaferi*, and *Bletia antillana*.

Plant conservation and uses

The flora and vegetation of Sierra de Moa and the surrounding areas are seriously affected due to human activity. From mid last century, forests are exploited for timber production, specially the species *Pinus cubensis* and some broad leaved trees. Mining activity increased in recent years, has led to the damage of soils and primary vegetation. Fires, unsuitable management practices, industrial pollution, and construction of roads and buildings, are main threats occurring at the region (Lazcano & al. 2001). In consequence the invasion of foreign species and habitat loss has increased. Plans to restore soils and vegetation are still insufficient.

Some undisturbed localities (Yamanigüey, La Melba, El Toldo), are formally protected within the National Park "Alejandro de Humboldt" (CNAP, 2000).

Referencias / Referentes

Alain, Hno. 1946. Moa, Paraíso de los Botánicos. *Rev. Soc. Cub. Bot.* **3 (1): 9-14.**

Alain, Hno. 1953. Excursión botánica por el Alto Valle del Toa y la Sierra de Moa. *Rev. Soc. Cub. Bot.* **10(4): 108-121.**

Bisse, J., Alvarez, A., Gutiérrez, J. 1981 Algunas observaciones sobre la flora y vegetación de "La Melba", Moa. *Rev. Jard. Bot. Nac. (La Habana)* **2(2): 85-11.**

Borhidi, A. 1996. Phytogeography and Vegetation Ecology of Cuba, *Académiai Kiadó, Budapest.*

CNAP. 2000. Marco Legal Sistema Nacional de Areas Protegidas. Centro Nacional de Areas Protegidas, Agencia de Medio Ambiente. CITMA.

CNNG. 2000. Diccionario Geográfico de Cuba. Ed. Oficina Nacional de Hidrografía y Geodesia.

Lazcano, J. C, Peña E., del Risco, L., Leiva, A. T., Alpízar, S. & Matamoros, Y. 2001.

Memorias del segundo taller para la Conservación, Análisis y manejo Planificado de plantas silvestres Cubanas sobre serpentina, 12 - 14 marzo. IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group, Apple Valley, MN.

Ma, Victorin, Fre, León Fre. 1956. Itinéraires Botaniques dans l'île de Cuba (Troisième Série) *Contr. Inst. bot. Univ. Montreal* **68: 1-227.**

Panfet, C., Rankin. R., Berazaín, R. 1986. Notas sobre la flora y vegetación de la zona de Yamanigüey, Moa, provincia de Holguín. *Rev. Jard. Bot. Nac. (La Habana)* **7(2): 79-96.**

Samek, V, 1973. Regiones Fitogeográficas de Cuba. Serie Forestal No. 15, Academia de Ciencias de Cuba.

ÍNDICE DE AUTORES / AUTHORS INDEX

Para las páginas del programa se emplean cursivas. Para las páginas de los resúmenes se emplean negritas. / *Italics are used for program pages. Bolds are used for abstracts pages.*

Abín, L.	7, 45	Chadzinikolau, T.	8, 56
Abou Shanab, Reda	2, 18	Chaney, R.L.	2, 4, 7, 18, 28, 41
Acosta Gutiérrez, Zoe Griselda	9, 59	Chiarucci, Alessandro	3, 22
Alexander, Earl B.	2, 17	Christophe Schwartz	4, 8, 25, 53
Álvarez Munar, Rosa M.	9, 60	d'allura, Jad A.	8, 56
Amils Pibernat, Ricardo	8, 51, 52	Dagostini, Gilles	5, 31
Amir, Hamid	2, 17	Davis, Michael A.	8, 53, 55
Andersen, C.B.	7, 45	de la Fuente García, Vicenta	7, 8, 47
Angle, J. Scott	2, 4, 7, 18, 28, 41	.....	51, 52
Areces Berazaín, Fabiola	1, 11	del Pilar Rodríguez-Rojo, María	3, 8
Asensi, A	7, 8, 47, 52	.....	20, 51, 52
Ashwath, Nanjappa	4, 29	Delorme, T.	2, 18
Augustyniak, M.	4, 26	Díez-Garretas, B.	7, 8, 47, 52
Baker, Alan J.M.	1, 4, 10, 25, 26, 27, 28	Echevarria, Guillaume	4, 8, 24
Balkwill, Kevin	8, 53	.....	25, 53
Ballate, Domingo	9, 58	Enríquez Salgueiro, Néstor	1, 12
Barbour, Michael G.	3, 20	Esquivel, Miguel A.	8, 50
Barreto, Laura	8, 48	Estrada, Reynaldo	9, 57
Barro Cañamero, Alejandro	7, 41	Fambart, Jacqueline	5, 31
Baudesson, T.	1, 10	Fernández Benito, Margarita	7, 47
Bécquer Granados, Eldis R.	3, 8, 23, 48	Ferrás Alvarez, Hermen	6, 35
Becquer, T.	4, 24	Ferro Díaz, J.	2, 16
Berazaín Iturralde, Rosalina	1, 3, 8, 9	Fogliani, Bruno	4, 27
.....	11, 22, 23, 48, 51, 60	Franco Flores, Fernando	6, 9, 36, 37, 57
Bhatia, Naveen P.	4, 29	Freitas, Helena	2, 7, 18, 44
Bonome Pérez, Jorge	1, 11	Furrzola Bermúdez, E.	2, 19
Bouraima-Madjebi, Saliou	4, 27	Geigel, F.B.	5, 31
Boyd, Robert S.	3, 8, 24, 53, 54, 55	Ghaderian, S.M.	1, 10
Bradfield, Gary E.	3, 6, 21, 33	Ghanbaja, J.	4, 24
Breckon, Gary J.	5, 30	Gleadow, Roslyn	4, 26
Bruzón, Nancy	5, 31	Głowacka, E.	4, 26
Caluff, Manuel G.	1, 12	Gómez, Y.	7, 45
Casale, Irama	8, 48	Gonçalves, M.T.	2, 18
Casals, Cosme	8, 50	Gonçalves, Susana C.	2, 7, 18, 44
Castañeda Noa, Idelfonso	6, 36, 37	González Géigel, Lutgarda	6, 39
Castañeira, María A.	9, 57	González Oliva, Lisbet	9, 57
Castro, Yordanka	9, 60	González, Pedro A.	3, 23
Constantinidis, Th.	3, 22	González-Torres, Luis R.	1, 3, 8, 9
Cortés, S.	7, 45	.....	11, 23, 48, 60
Coto, Orquídea	7, 45	Gutiérrez Amaro, Jorge E.	2, 3, 7, 8

Índice de Autores / *Authors Index*

.....	15, 23, 42, 48	Montalvo, Grecia	9, 57, 58
Gutiérrez Padrón, Miguel A.	9, 57	Morel, Jean Louis	4, 8, 24, 25, 53
Harrison, Susan	3, 20	Morell, Ernesto	9, 58
Heath, Sara M.	8, 56	Morffi, Hernán	9, 58
Helversen, Otto von	2, 7, 15, 42	Motito, Ángel	1, 6, 12, 36
Hernández Peña, Alejandro Miguel ...	8, 50	Mummenhoff, Klaus	8, 55
Hernández, Juan A.	9, 57	Muñoz, Bárbara C.	7, 43
Hernández, Luis	9, 59	Mustelier, Kesia	1, 6, 12, 36
Herrera, Pedro	5, 31	Nakonieczny, M.	4, 26
Herrera-Peraza, Ricardo	2, 19	Neumann, Peter M.	4, 27
Herrero, Grisel	5, 31	Noa Monzón, Alfredo	6, 37
Ingram, Jocelyn M.	6, 33	Noda, N.	5, 31
Jaffré, Tanguy	5, 31	Noghreian, M.	1, 10
Jalili, A	1, 10	Núñez Aguila, Rayner	7, 41
Juarrero de Varona, Cristina	9, 57	Orlic, Ivo	4, 29
Koch, Corinna U.	2, 7, 15, 42	Oviedo Prieto, Ramona ...	2, 5, 6, 15, 32, 36
Koeberl, C.	4, 28	Palacio, Grisel	5, 32
Köhler, Egon	1, 13	Panfet Valdés, Cristina M.	6, 37
Kolterman, Duane A.	5, 30	Peguero, Brígido	6, 33
Kruckeberg, Arthur R.	4, 30	Peña, N.	5, 31
Leclerc-Cessac, E.	4, 24	Pérez Morgona, Lidia	9, 60
Leiva, Angela T.	1, 14	Peterson, L.R.	4, 25
León Rodríguez, María M.	1, 12	Pineau, René	2, 4, 17, 27
Leon, Virginie	4, 27	Plasencia Fraga, José Miguel	8, 49
Leteinturier, B.	1, 10	Pollard, A. Joe	4, 7, 25, 45
Lewis, Gary J.	3, 6, 21, 33	Portugal, A.	2, 7, 18, 44
López Almirall, Antonio	1, 6, 11, 35	Potrony Hechavarría, María E.	1, 6
Maassoumi, A.	1, 10	.....	12, 36
Maden Betancourt, Melaneo	9, 61	Prasad, M.N.V.	8, 54
Malaisse, F.	1, 10	Proctor, John	3, 21
Marrero, J.	7, 45	Przybylowicz, W.J.	4, 26, 28
Martell García, Ana	6, 35	Rajakaruna, Nishanta	1, 6, 13, 35
Martínez Quesada, Eddy	6, 8, 36, 49	Rankin Rodríguez, Rosa	6, 40
Martins-Louçáo, M.A.	2, 18	Reeves, Roger D.	4, 28
Massoura, Staminata	4, 8, 24, 25, 53	Reimold, W.U.	4, 28
Matos Mederos, Jesús	9, 57, 58	Reyes Beltrán, Margarita	8, 49
Matos, Anel	8, 50	Ricardo Nápoles, Nancy E.	1, 12
Mayans, X.	5, 32	Rigault, Frédéric	5, 31
Mayor López, Matías	7, 47	Ríos Albuerne, Cristóbal	6, 37
McIntosh, Marla S.	4, 7, 28, 41	Risco Villalobos, Rafael	8, 49
Mederos Oroza, Reynaldo	9, 57, 58	Rivero, Joel	7, 42
Melero, Marvel	9, 57	Rodríguez Fernández, Krys	7, 41
Méndez Santos, Isidro E.	8, 49	Rodríguez Fuentes, Alicia	2, 7, 15, 42
Mesjasz-Przybylowicz, Jolanta M.	4	Rodríguez González, Nuria	8, 51, 52
.....	7, 8, 26, 28, 44, 56	Rodríguez, María E.	2, 5, 9
Migula, P.	4, 26	.....	15, 19, 32, 59

Índice de Autores / *Authors Index*

Rufo Nieto, L.....	8, 52	Turnau, Katarzyna	7, 44
Russell, Adam.....	4, 26	Urquiola Cabrera, Armando	9, 57
Safford, Hugh D.	3, 20	Urquiola Cruz, Armando J.....	9, 57
Sánchez Villaverde, Carlos.....	1, 12	Vale, Angel	2, 16
Sánchez, Dora.....	9, 58	van Berkum, P.....	2, 18
Sánchez, Jorge A.	7, 43	Vázquez Ruiz, Aymara	6, 38
Sánchez-Mata, Daniel.....	3, 8, 20, 51, 52	Ventosa Rodríguez, Iralys.....	6, 38
Saralegui Boza, Hildelisa	6, 39	Verdecia, Raúl	1, 14
Schmitt-Sirguy, Catherine	4, 25	Vicario Estremera, Agueda.....	6, 36
Shaw, Joseph J.....	8, 54	Vieira, R.....	2, 7, 18, 44
Siegele, Rainer.....	4, 29	Virginia Vercesi, Giulia	6, 34
Southworth, Darlene.....	8, 56	Walsh, Kerry.....	4, 29
Stroiński, A.....	8, 56	Wall, Michael A.....	8, 55
Suárez Terán, Sara I.....	3, 23	Wheeler, S.K.....	7, 45
Synkowski, E.C.	7, 41	Whiting, Steven N.....	4, 26, 27
Torres Bilbao, Alberto.....	9, 58	Woodrow, Ian	4, 26
Torres-Arias, Yamir.....	2, 9, 15, 19, 32, 59		