



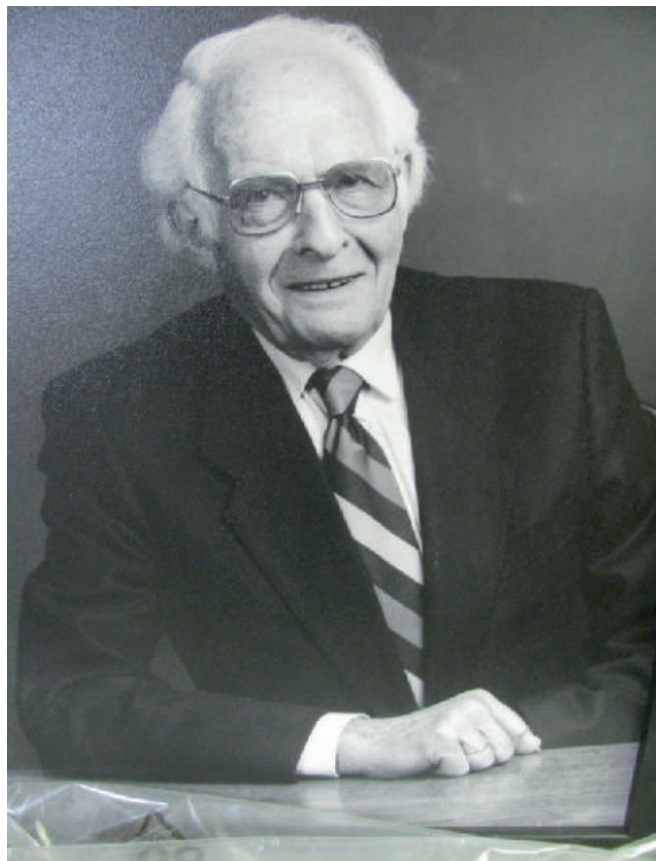
Vida y obra del Doctor Heinz Ellenberg (1913–1997), botánico y ecólogo, con especial mención en su trabajo en América del Sur

Life and work of Dr. Heinz Ellenberg (1913–1997), botanist and ecologist, with special mention of his work in South America

STEPHAN G. BECK*, CAROLA BECK & CÉCILE B. DE MORALES

Herbario Nacional de Bolivia – Instituto de Ecología – Universidad Mayor de San Andrés, La Paz - Bolivia

* E-mail: lpbstephan@gmail.com



Dr. Heinz Ellenberg

RESUMEN

Se presenta brevemente una biografía del eminente científico Doctor Heinz Ellenberg. Quien organizó y dirigió programas nacionales e internacionales relacionados a biodiversidad y conservación, integrando diversas disciplinas. Él promovió la fundación del Instituto de Ecología de la Universidad Mayor de San Andrés en La Paz, Bolivia, con el establecimiento de colecciones científicas de flora y fauna. Durante sus estudios de la vegetación y ecología en países andinos el despertó su interés en el origen y la evolución de las grandes regiones biogeográficas. Caracterizó la vegetación, el suelo, el clima, el medio ambiente y realizó numerosos relevamientos fitosociológicos y miles de colecciones de plantas, incluyendo nuevas especies para la ciencia. Debido a los deficientes conocimientos científicos

de la época, impulsó la investigación científica respecto a la vegetación, a la ecología terrestre y al uso sostenible de los recursos naturales en América de Sur, con novedosos métodos aplicables y explicados en forma clara y sencilla. Los resultados de sus investigaciones confirmaron su presunción del factor humano como determinante para formar el paisaje.

Palabras clave: Biografía, cooperación, métodos, publicaciones, vegetación.

ABSTRACT

The biography of the eminent scientist, Dr. Heinz Ellenberg (Figura 1) is shortly presented. He organized and conducted national and international scientific programs related to biodiversity and conservation integrating diverse disciplines. He was able to summarize the results in a clear, synoptical way. He promoted the foundation of the Ecology Institute of the Universidad Mayor de San Andrés in La Paz, Bolivia, with the establishment of scientific collections of flora and fauna. During his studies of vegetation and ecology in the Andean countries he got interested in the origin and evolution of the large biogeographic regions. He characterized the vegetation, soil, climate and environment and realized numerous phytosociological relevés and thousands of plant collections, including new species for science. Due to the epoch's deficient scientific knowledge, he stimulated scientific investigation related to vegetation, terrestrial ecology and sustainable use of natural resources in South America, with novel applicable methods, explained in a clear and simple way. The results of his researches confirmed his presumption of the human factor as a determinant to form the landscape.

Key words: Biography, cooperation, methods, publications, vegetation

INTRODUCTION

Es la intención de este artículo dedicar un homenaje póstumo al Dr. Heinz Ellenberg, nuestro instructor y amigo. Presentamos una breve reseña histórica de este excepcional hombre. Con su entusiasmo contagioso motivó un sinnúmero de estudiantes a convertirse en profesionales e investigar la diversidad de la vegetación, los ecosistemas, problemas del medio ambiente, y buscar el equilibrio entre la conservación de la naturaleza y las necesidades del hombre.

Su biografía se delinea brevemente, poniendo énfasis en sus viajes y actividades en Sudamérica. El coleccionó numerosos especímenes, varias nuevas especies para la flora del Perú e impulsó la creación de colecciones científicas en Bolivia. El promovió la divulgación del conocimiento ecológico a todos los niveles de la población para el uso científico y práctico, creando también la Revista “*Ecología en Bolivia*”.

Presentamos algunas de sus ideas y métodos de investigación, como el uso de áreas permanentes para el estudio de la vegetación y de todo el ecosistema a través de los años. Es un método esencial para captar los cambios en el tiempo y bajo diferentes influencias. Otro método se refiere a la elaboración de mapas en función del clima y la fenología de las plantas, que ofrecen datos más reales, que las estaciones meteorológicas no pueden brindar.

Desde 1957 existen registros sobre cobertura vegetal, composición florística, suelo y a veces datos microclimáticos tomados por Ellenberg, propios del Perú, tanto de la Costa, la Sierra y la Selva Amazónica. Ubicar estos sitios y comparar sus datos con la situación actual podría ser una fuente tremendamente valiosa respecto a los cambios en las condiciones de vida.

Le dedicaron en Alemania cuatro Festschriften, volúmenes de revistas científicas en honor a Heinz Ellenberg en sus cumpleaños de 70 y 80 años, que contienen la lista de sus publicaciones y artículos de numerosos autores en los campos de interés de Heinz Ellenberg (ej. Jordan, 1983). En Bolivia existe solo una pequeña nota en el documento “Memoria de 30 Años del Instituto de Ecología” (Beck & Geyger, 2008).

BIOGRAFÍA

Nacido en la ciudad de Hamburgo en 1913, Heinz Ellenberg realizó estudios de botánica, zoología, química, geología y geografía en Montpellier, Heidelberg, Hannover y Göttingen, donde conoció a Charlotte Metelmann, su esposa y “compañera de vida y trabajo”.

Durante los años de aprendizaje Ellenberg trabajó con los dos científicos que determinaron por decenas de años, el desarrollo de la ciencia de la vegetación en Europa Central y otras partes del mundo: el alemán Reinhold Tüxen (1899–1980), y el profesor suizo, Braun-Blanquet (1884–1980), considerado el fundador de la fitosociología de Montpellier, en el sur de Francia. Su habilidad extraordinaria para elaborar mapas, dibujar y esquematizar, le procuraron empleo con estos dos fitosociólogos, y esto le generó muchas oportunidades de viajes y entrenamiento. Obtuvo el Doctorado en la universidad de Göttingen y fue docente en la universidad de Stuttgart - Hohenheim, bajo el liderazgo del gran ecólogo y biogeógrafo Heinrich Walter (1898–1989). Es en este entorno donde elaboró el libro fundamental de fitosociología, que describe metodologías con ejemplos para el ordenamiento de las comunidades vegetales (Ellenberg, 1956), que fue la base esencial para el nuevo libro: *Aims and Methods of Vegetation Ecology* (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974).

Su trabajo profesional lo llevó como investigador y docente a la universidad de Hamburgo y Zürich, donde escribió su obra monumental “*Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*” (Ellenberg, 1963, con numerosas ediciones, ver anexo). En 1966, obtenía su nombramiento como profesor titular de la universidad de Göttingen. Ahí se encargó del Instituto de Sistemática y Geobotánica, el cual pronto logró fama nacional e internacional gracias al empeño de su jefe. En un artículo muy didáctico y sintético (en alemán) presentó “Los caminos de la geobotánica para el entendimiento de la cobertura vegetal”. La geobotánica ecológica, florística, sociológica e histórica eran los campos principales de investigación de su instituto (Ellenberg, 1968). El enfatizó la importancia de la botánica sistemática para los estudios geobotánicos, creando una sección propia, y logró la contratación del Profesor G. Wagenitz (1927–2017), gran conocedor de la familia Asterácea, pero también mantuvo una sección de palinología.

Ellenberg fue el promotor y seguidor de varias iniciativas y programas de la UNESCO para el estudio del medio ambiente y de los ecosistemas. Él tuvo influencia en la creación del Internacional Biological Program (IBP) con apoyo de la UNESCO. Participó como disertante en la primera conferencia de la UNESCO en París sobre el uso y la conservación de la biosfera en 1968, que fue el encuentro clave para implantar políticas de medio ambiente a nivel internacional. Ahí presentó una vista general de los componentes de los ecosistemas y del manejo sostenible (Ellenberg & Lebrun, 1970), que posteriormente fue considerado en el programa del Hombre y la Biosfera (“Man and Biosphere” MAB) de la UNESCO, en 1972.

Como cofundador de la Sociedad para la Ecología (Gesellschaft für Ökologie) en Alemania el 1969, Ellenberg tomó la iniciativa de unir varios investigadores de botánica, zoología, microbiología, hidrología, edafología, geografía, y otros, para articularse en la ahora llamada “The Ecological Society of Germany, Austria and Switzerland” (<https://www.gfoe.org/>). ¿Podría ser un modelo a seguir en Bolivia o más bien entre los países de la zona andina?

En un artículo de la misma Sociedad, Ellenberg (1977b) recalca el trabajo interdisciplinario, para obtener resultados que ninguna de las disciplinas logra sola. Ahí presenta algunas preguntas que también nos preocupan en Sudamérica incluso hasta nuestros días, como por ejemplo:

- ¿Cómo repercutirá la construcción de una planta hidroeléctrica en un área protegida de importancia nacional e internacional?
- ¿Cuáles son los efectos del cambio de uso de la tierra sobre el clima, la fertilidad del suelo, el mundo animal y vegetal?
- ¿Cómo se afecta el equilibrio ecológico en un paisaje? ¿Qué alternativa de uso sería la más aconsejable?

Tabla 1. Principales campos de investigación de Heinz Ellenberg (Fuente: C. Leuschner, 2013).

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Metodología fundamental para la descripción vegetal y la clasificación. - Clasificación fisonómica y ecológica de las plantas y las formaciones vegetales. - Relaciones entre los factores de suelo y la composición de las comunidades forestales. - Nitrógeno y acidez del suelo como determinantes de la composición vegetal. - Especies vegetales como indicadoras de las condiciones ambientales. - Interpretación ecológica de la distribución vegetal a gran escala, en Europa Central, el Sudeste de Europa, los Andes y otras regiones. - El desarrollo de las perspectivas multidisciplinarias acerca del funcionamiento de los ecosistemas. - Conceptos de agricultura amigable con el medio ambiente, basados en información ecológica. - Las interrelaciones entre los factores del paisaje y los asentamientos humanos. |
|---|

Su sucesor en el Instituto Geobotánico en Göttingen publicó un tríptico dedicado al centésimo aniversario del maestro, resumiendo sus trabajos, que tuvieron un gran impacto en la investigación y aplicación, no solamente en Europa sino mundialmente, en particular en los países andinos. Los campos de interés del científico se reseñan en la tabla 1.

En el transcurso de su vida Ellenberg recibió cuatro títulos de doctor honoris causa, y fue miembro de siete Academias de Ciencias de Göttingen, Helsinki, Praga, Hannover, Berlín, Firenze y Zagreb.

CREACIÓN DEL INSTITUTO DE ECOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS EN LA PAZ CON LAS COLECCIONES DE FLORA Y FAUNA

En la reunión internacional del Programa “Man and Biosphere” (MAB) de la UNESCO sobre Ecosistemas Montañosos (MAB 6), que tuvo lugar en La Paz en 1974, se buscó una colaboración técnica para que el Departamento de Biología de la Universidad Mayor San Andrés (UMSA) pueda iniciar investigaciones en el marco de este acuerdo. Ellenberg, quien era presidente del Comité en Alemania, se entusiasmó con la idea más allá de lo inicialmente previsto; tiempo después se concretó un acuerdo entre la UMSA y la Universidad de Göttingen, para crear en la ciudad de La Paz, un Instituto de Ecología (IE) cuya primera directora fue la bióloga Cécile B. de Morales.

En 1976, junto con el Dr. E. Josef Fittkau, el director de la Colección Estatal Zoológica de Múnich, Baviera, Ellenberg y un representante de la Cooperación Técnica Alemán (GTZ) viajó a Bolivia para evaluar las condiciones políticas y técnicas de una cooperación técnico-científica. Gracias a su reputación e informe positivo, se abrió el camino al financiamiento del Gobi-erno de la República Federal de Alemania. Apoyo que se registró como contribución alemana al programa MAB.

Gracias al convenio entre las dos universidades (Göttingen y UMSA) a fines de 1978, llegaron tres docentes-investigadores alemanes en botánica, geografía y estudios de suelos, además de un zoólogo en 1980, para ayudar en la docencia e investigación al inicio de actividades del Instituto de Ecología. La cooperación científica entre las dos universidades sigue hasta hoy en día, ya que fue reactivada en 2017 con un acuerdo ERASMUS de la Unión Europea.

En vista de la ausencia de un órgano local para publicar del conocimiento de los ecosistemas naturales y el uso de la tierra en Bolivia, Heinz Ellenberg sugirió asimismo crear una revista, idea aceptada por los docentes en 1981, y se decide nombrarla “**Ecología en Bolivia**”. Esta revista cambió su objetivo desde entonces, ahora enfatiza publicar artículos netamente científicos, descartando trabajos descriptivos, los que aportarían conocimientos antropológicos, culturales y ecológicos.

Como sabemos, el conocimiento del medio ambiente exige estudiar sus elementos, entre ellos esencialmente la flora y la fauna. Heinz Ellenberg previó crear colecciones científicas, como ya se ve documentado en el dictamen (Ellenberg *et al.*, 1977) y en el plan de trabajo del IE de 1979. En la época del establecimiento del Instituto de Ecología no existían colecciones científicas, aparte de unas reducidas del Colegio San Calixto y del Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA) y unas pocas de la carrera de biología, gracias a la donación de Roy Steinbach, primo del colector profesional de especímenes de flora y fauna, José Steinbach (1875–1930).

Las colecciones iban a crecer constantemente, y en 1984, gracias a un acuerdo entre el Museo Nacional de Historia Natural de La Paz y el Instituto de Ecología, sus colecciones botánicas se unirían para formar el Herbario Nacional de Bolivia (LPB). También se fortaleció la colección de fauna y se creó en 1990 la Colección Boliviana de Fauna (CBF).

En el libro publicado en ocasión de los 30 años de la creación del Instituto de Ecología, Sarmiento *et al.* (2010) presentan el “estado de conocimiento de inventarios y de la documentación de la biodiversidad”, pero también discuten las persistentes deficiencias de conocimiento, infraestructura, entre otros.

VIAJES EN SUD AMÉRICA / PRINCIPALES RESULTADOS

Un europeo como Heinz Ellenberg soñaba ver áreas prístinas –sin influencia del hombre– regiones que aparecían como manchas blancas en los mapas de atlas de los siglos pasados. Completar los conocimientos acerca de la evolución de los paisajes debido a la intervención humana, es aún un tema de interés, no solamente para los conservacionistas sino para los ecólogos y actualmente para los científicos interesados en el cambio climático.

Bolivia, 1976, 1979 y 1980: Durante el estudio de viabilidad para formar el Instituto de Ecología, Ellenberg en julio 1976 coleccionó numerosos especímenes que conforman la parte inicial de las colecciones botánicas del Instituto de Ecología. Sus viajes le llevaron al Lago Titicaca - hacia Desaguadero, Achacachi, la Estación Experimental Belén, Acoraimes; luego hacia el Altiplano central, a Patacamaya, Puerto Japonés, Oruro y hacia el valle de Cochabamba; después bajando al Chapare, a Puerto Villarroel. Y de La Paz se dirigió nuevamente hacia los Yungas, a Coroico, Caranavi y Puerto Linares. En total realizó 50 relevamientos fitosociológicos y coleccionó casi 400 especímenes, que formaron una de las primeras muestras de la colección de plantas del Instituto de Ecología. Mayormente coleccionó especies representativas para las unidades de vegetación, pero también unos ejemplares raros como la Solanácea *Deprea cardenasiana* Hunz.

Heinz Ellenberg llegó nuevamente a Bolivia en 1979 y participó en viajes de exploración y en el trabajo de implementación de áreas permanentes (ver más abajo). Junto con Stephan Beck, Cristina Ruiz, Máximo Liberman, Raúl Lara y otros se, realizaron varios viajes de relevamientos fitosociológicos y recolección de especímenes, herborizados bajo el nombre y el número de Beck. Llegaron por ejemplo a la península de Taraco del Lago Titicaca, a diferentes sitios en el Altiplano central, a los valles interandinos hasta Tarija y a los Yungas (Tabla 1). Los viajes y actividades de 1980 se presentan en la parte áreas permanentes más abajo.

Tabla 1. Resumen de datos de viajes, estancias en Bolivia, según información de “cuadernos de campo” de Heinz Ellenberg.

Cuaderno	Año	Fechas	Actividades
I	1976	10–19 Jul.	Evaluación propuesta creación del Instituto de Ecología. Viaje exploratorio por el Altiplano, Yungas y Tierras bajas, con colección de especímenes.
II	1979	1 Mar. – 10 Abr.	Viajes por el Lago Titicaca, los Yungas, Alto Beni, Valles interandinos de Cochabamba, Chuquisaca, Potosí, Tarija.
III	1980	29 Feb. – 16 Mar.	Exploraciones de Sud Yungas (Apa Apa), Altiplano semiárido, Sajama, Pampas del Beni.
XXX	1983	1 Oct – 19 Nov.	Por encargo del Instituto Goethe, realizó conferencias en “Ibero América”, La Paz, y viajes al atiplano, Huaraco.
XXX	1984 o 1985	¿?	1984 diciembre o enero 1985 por 2 semanas, posiblemente, según carta a Erika Geyger del 26 Jun.1984. La Paz, evaluación trabajo IE
XXX	1990	12 Abr. – 4 May.	La Paz y alrededores, evaluación trabajo IE. Viaje a Huaraco.
XXX	1990	Abril	La Paz y alrededores, evaluación trabajo IE.

Aún con una edad avanzada, seguía realizando conferencias, participaba en talleres y en la revisión de trabajos de investigación para fortalecer el Instituto de Ecología, lo hizo hasta sus 77 años.

Presentamos los siguientes ejemplos de dos sitios yungueños, pero cada uno con dos hábitats diferentes, casi juntos, con numerosos especímenes coleccionados, donde llaman la atención dos especies nuevas. Posiblemente ya no existen estos hábitats, debido a la ampliación de la carretera:

1. Nor Yungas, ahora límite entre provincias de Caranavi y Alto Beni, cerca del cumbre de Carrasco hacia Sapecho:
 - a. 10–11 de marzo 1979, bosque montano de *Podocarpus* Labill., sobre ladera de exposición NNE, inclinación 40–50 grados, 1410 m (¿?), Nro. de colectas 414–494. Sitio de colecta de la nueva especie de pino de monte *Podocarpus ingensis* de Laub., descrita recién en 1991 de Perú.
 - b. 11 de marzo 1979, ladera rocosa al lado del camino, cubierto con helechos, musgos, y pocos árboles, exposición norte, inclinación 50 grados, 1390 m, Nro. 495–534, casi a lado de a.) con un mundo de helechos y musgos bajo una pariente de la palta, *Persea areolatocostae* (C.K.Allen) van der Werff.

El otro sitio idílico, de una quebrada angosta con un riachuelo y una cascada arriba, abrazada por paredes rocosas.

2. Nor Yungas, ahora prov. Caranavi, hacia Coroico:
 - a. 12 de marzo 1979, (535–552) matorral abierto sobre área rocosa seca, 930 m.
 - b. 12 de marzo 1979, (553–557) matorral abierto sobre área rocosa húmeda, 930 m. Ahí se encontró en la parte algo protegida, el nuevo género de gramíneas *Gerritea* Zuloaga, Morrone & T. Killeen solamente conocido por el tipo *G. pseudopetiolata* Zuloaga, Morrone & T. Killeen, endémico de Bolivia.

Aprendimos que es importante hacer colecciones, las más completas posibles de un sitio, reunir también material estéril para la caracterización de los hábitats, prestando atención a las diferencias edáficas y del microclima. Durante estos viajes Ellenberg nos enseñó a observar atentamente el paisaje, prestando atención al relieve, la cobertura vegetal, estratos del suelo, estructura de las plantas, etc. Nos mostraba y explicaba no solamente la composición botánica, sino la geología y también los aspectos culturales; siempre veía el hombre como un factor esencial en la formación del paisaje.

Perú, 1957: En 1957 Heinz Ellenberg realizó su primer viaje a Sudamérica con apoyo del Instituto Iberoamericano, trabajando en el Perú durante medio año. Exploró desde la costa hasta la selva amazónica, estudiando las condiciones de vida y el uso de la tierra en lugares seleccionados. Estudió la vegetación, realizando descripciones del paisaje, con 279 relevamientos fitosociológicos, haciendo colecciones de plantas, tomando muestras de suelo y midiendo las condiciones microclimáticas. Una tarea esencial era averiguar “*hasta qué punto la cobertura vegetal encontrada hoy en el Perú es natural y hasta qué punto ha sido directamente o indirectamente influenciada por el hombre en este país de vieja cultura milenaria*”.

Las colecciones botánicas de Ellenberg, obtenidas en su primer viaje a Perú, ascienden a 3011 especímenes, que estuvieron bajo la custodia de la Dra. A.M.W. Mennega, del Museo Botánico y Herbario de la Universidad de Utrecht en Holanda; herbario que ahora se encuentra unido con el Rijksherbarium Leiden (L). Se enviaron duplicados a los especialistas de los diferentes grupos para su determinación. Duplicados de las colecciones se encuentran en los herbarios de Göttingen (GOET), Leiden (L), Lima (USM), Washington (US) y otros. Se encontraron varias nuevas especies, algunas dedicadas a Heinz Ellenberg, como un género nuevo de compuestas: *Ellenbergia* Cuatrec. A continuación se incluye algunos especímenes de sus colectas de cada viaje (Figura 1).

1. *Ellenbergia glandulata* Cuatrec., Proc. Biol. Soc. Washington 77: 142, f. 6. 1964. Tipo: Perú. Prov. Cuzco: 13 Abr. 1957, *H. Ellenberg* 982 (holotipo: U; isotipos: GOET, US). Figura 1A.

Familia: Asteraceae.

Especie rara, endémica del Perú, conocida solamente del tipo.

Local de Colecta: Urubamba, por debajo de Macchupicchu a 2000 m, sobre una pared rocosa, húmeda, con Bromeliáceas. Relevamiento fitosociología nro. 85.

Nota: Este y el próximo espécimen provienen de la misma localidad. Debería ser posible reubicar el lugar, pero eventualmente el hábitat fue destruido por la renovación de la red del ferrocarril.

2. *Pitcairnia ellenbergii* L.B.Sm., Phytologia 15: 194, t. 3, f. 36, 37. 1967. Tipo: Perú. Prov. Cuzco: 13 Abr. 1957, *H. Ellenberg* 993 (holotipo: U; isotipos: GOET, US). Figura. 1B.

Familia: Bromeliaceae.

Especie rara, endémica del Perú, conocida solamente del tipo.

Local de Colecta: Urubamba, por debajo de Macchupicchu a 2000 m, sobre una pared rocosa, exposición NW, 60-70 grados, sobre la línea del ferrocarril. Relevamiento fitosociología nro. 86.

3. *Senecio ellenbergii* Cuatrec., Brittonia 12: 187. 1960. Tipo: Perú. Prov. Cajamarca?: 8 Jun. 1957, *H. Ellenberg* 1868 (holotipo: U; isotipos: GOET, US fragm.). Figura. 1C.

Familia: Asteraceae. Florece amarillo.

Especie aparentemente rara, conocida solamente por la colección tipo.



FIGURA 1. Algunas muestras tipo recolectadas por Heinz Ellenberg en sus diversos viajes. A. *Ellenbergia glandulata* (Ellenberg 922). B. *Pitcairnia ellenbergii* (Ellenberg 993). C. *Senecio ellenbergii* (Ellenberg 1868). D. *Elaphoglossum longius* (Ellenberg 4863). Imágenes A–D de JSTOR’s database.

Local de Colecta: Hacienda Sunchubamba, arriba “Kanzel”, 3750 m, exposición este, 3-4 grados Césped abierto con líquenes terrestres. Relevamiento fitosociológico nro. 157

Nota: En la leyenda del tipo la fecha de colección es falsa, ¡no es del 6 de agosto!

Argentina 1961: En su viaje de 1961 a la Argentina, invitado por la Universidad de Buenos Aires para dar un curso en ecología aplicada, Ellenberg colaboró con varios botánicos, entre otros el futuro coordinador del International Biological Program (IBP) de Argentina, Oswaldo Boelcke y los eminentes taxónomos y conocedores de la flora y vegetación de América de Sur, Ángel Cabrera (Asteraceae), Arturo Burkart (Leguminosae) y Lorenzo Raimundo Parodi (Poaceae). Sus observaciones y estudios de la vegetación durante las excursiones botánicas en la Pampa y en la Cordillera de la Argentina le motivaron a publicar: “¿Bosque en la Pampa Argentina?” (Ellenberg, 1962). Se puede ver este trabajo en: <https://www.e-periodica.ch/cntmng?pid=gbi-002:1962:37::54>. En este viaje, de nuevo confirmó su convicción del factor humano como determinante para formar el paisaje.

Ésta fue otra publicación que provocó una discusión entre sus colegas y también con su antiguo maestro Heinrich Walter (1967), quien publicó después un artículo en su contra: **El problema de la Pampa y su solución**. Hoy fueron mayormente aceptadas las premisas de Heinz Ellenberg, por la dominancia de una flora ajena, de especies introducidas, y el potencial de crecimiento de árboles en lugares con suelos profundos. Cientos de años de quemas por la población originaria, seguidos por la introducción de ganado vacuno y ovino, cambiaron completamente el paisaje en las “pampas”, con dominancia actual de gramíneas y hierbas (Pfadenhauer & Klötzli, 2014).

Ecuador, Perú, Chile y Argentina, 1970 y 1971: La deficiencia en el conocimiento de los ecosistemas y de las plantas de los Andes, le motivó para emprender otro viaje a Sudamérica, para entender mejor la relación de la gente con los diferentes ecosistemas. Se supone que en estos años ya tenía la idea de escribir sobre la ecología de Perú y los países vecinos.

Desde noviembre 1970 hasta abril 1971, junto a su esposa Charlotte realizaron perfiles de unidades características de vegetación y estudios ecológicos desde Ecuador hasta Argentina, sin visitar Bolivia (debido a la situación política), con alrededor de 200 relevamientos fitosociológicos, miles de plantas herborizadas y mediciones del microclima, todo esto documentado en sus cuadernos de campo 11–18. Charlotte era profesora de colegio en materia de geografía, y tomaba notas durante todo el viaje. Existen además 10 informes sobre paisaje, gente y aventuras de las diferentes etapas de viaje. El último informe cuenta con algunos datos cuantitativos y notas acerca de temas a publicar en el futuro. Lastimosamente estos datos no fueron procesados por él, pero la falta de datos locales sobre clima, suelo y vegetación le motivaron a promover más investigaciones integradas.

De los relevamientos fitosociológicos existe un listado numérico con las localidades y los números de colectas botánicas. Las colecciones botánicas de Heinz Ellenberg de estos años, con los números de 3012 hasta 5062, están depositados en el herbario de Göttingen (GOET), y varios especímenes en el herbario de La Paz (LPB). Duplicados fueron enviados para su identificación a los especialistas. Las listas de las colecciones y de las determinaciones se encuentran en el mismo herbario de Göttingen, también en parte en el herbario de La Paz. Falta unir los datos de las últimas identificaciones. El proceso de identificación demoró muchos años y todavía hay varios especímenes sin identificar, debido al material deficiente, cuando faltan flores, frutos – o es material juvenil. Algunas especies resultaron nuevas para la ciencia, como por ejemplo el siguiente helecho (Figura 1):

4. *Elaphoglossum longius* Mickel Fieldiana, Bot. n.s. 27: 143. 1991. Tipo: Perú. Prov. Cuzco: 9 Mar. 1971, *H. Ellenberg 4863* (holotipo: GH; isotipos: GOET). Figura. 1D.

Familia: Dryopteridaceae (Pteridophyta).

Especie endémica, solamente conocida por el tipo.

Local de Colecta: Prov. Cuzco, por debajo de Abra de Malaga, 15 km hacia Quillabamba, 3740 m, exposición W, 5 grados. Bosque arbustivo altimontano, rico en musgos, en zona nubosa y de neblinas (Wolkennebelwald) Hacienda Sunchubamba, arriba “Kanzel”, 3750 m, Césped abierto.

Perú 1977: Se realizaron 9 relevamientos fitosociológicos y colecciones de plantas conjuntas con Stephan Beck, en un estudio sobre las posibilidades de desarrollo bajo conceptos ecológicos que se realizó en la zona andina, desde la parte central del Perú hasta la ciudad de La Paz (Beck & Ellenberg, 1977). Se hicieron colectas en los departamentos de Ayacucho, Apurímac y Cuzco, con los números de H. Ellenberg del 7000 hasta 7147. Las colecciones se encuentran en Göttingen, algunas en La Paz. Existen listas de sitios de colectas y de las identificaciones.

Sin embargo faltan los datos de los siguientes viajes y estudios en el Perú. Seguramente están disponibles en los cuadernos de campo de Heinz Ellenberg, depositados en el archivo de Göttingen, que se describe más adelante, junto con otros datos inéditos de manuscritos y libretas de campo, resultado de sus viajes en América del Sur desde el año 1957.

Lastimosamente no logró publicar el libro planificado: *Vegetation and Landscape Ecology of Peru and neighbor countries*, tal como nos avisó mediante la carta que abajo sigue:

Carta de Heinz Ellenberg a Stephan Beck, del 27 de junio 1992:

....Desde hace cerca de medio año estoy preparando mi “Vegetation and Landscape Ecology of Peru and neighbor countries”, que quiero escribir en inglés. Ahora he revisado casi toda la bibliografía relevante y escrito mil tarjetas con notas (Karteikarten), y quiero pronto empezara escribir el texto en el siguiente orden: Costa - Sierra - Selva - Sabana. Si lo logro será una síntesis atrayente de literatura y experiencias propias.

EL ARCHIVO HEINZ ELLENBERG EN GÖTTINGEN

Existen dos ambientes en la Universidad de Göttingen, en el antiguo Instituto de Sistemática y Geobotánica, hoy llamado “Albert-von-Haller-Institut für Pflanzenwissenschaften”, donde se guardan documentos que forman el “Archivo Heinz Ellenberg”. El archivo consta de la colección casi completa de sus publicaciones, varios libros, más de 250 artículos, mapas etc.

Existe también una colección enorme en armarios, con cajas de diapositivas de Ellenberg, libros de otros autores sobre Sudamérica, algunos raros, separata etc., así como documentos para la preparación y ejecución de sus viajes a Perú en 1957 y a Argentina en 1961. Una fuente rica de diversa información la que presentan los cuadernos de campo de sus viajes a Sudamérica (Figura 2).

Cada cuaderno cuenta con la descripción del lugar de estudio, fecha de estadía; con información de distancias desde los pueblos más cercanos, altitud; datos respecto al paisaje, relieve, formación vegetal, y plantas dominantes (Tabla 3). Los lugares se describen con el número de relevamiento según Braun Blanquet, número y nombre preliminar de colección de plantas, forma y altura de crecimiento, número de fotos; a veces hay datos respecto a mediciones de clima, perfil de suelo y del uso de la tierra. A menudo hay dibujos de perfiles de vegetación y de casas de los lugareños. Los datos de 1957 reseñan a veces el tiempo necesario para llegar a caballo.

Tabla 3. Inventario de los cuadernos de campo de Sudamérica entre 1957 y 1990 (Elaborado por Stephan Beck)

Perú 1957: cuadernos 1-10
Argentina 1961-62: 2 cuadernos
Ecuador, Perú, Chile, Argentina 1970-71: Cuadernos 11-18
Perú 1977: 2 cuadernos
Perú 1978: 4 cuadernos
Bolivia 1976-1979: 3 cuadernos
Brasil y Bolivia 1980: 1 cuaderno
Iberoamérica, viaje y conferencias por encargo del Goethe Instituto 1983: 1 cuaderno
Perú 1984, 85, 87: viaje por encargo de DSE (cooperación alemana) con pocos datos de campo, mezcla de varios cuadernos
Bolivia 1990: cuaderno?

NOTA: Varios cuadernos de los años 1981, 1982, 1983 etc., no se encontraron en el estante.

Esperamos que algún día todo o parte de este acervo de conocimientos, pueda servir a fines comparativos para documentar los cambios en la vegetación, lo que nos darían indicaciones valiosas acerca de cambios climáticos a nivel local o global y en el uso de los suelos, ocurridos desde mitades del siglo XX.



FIGURA 2. Documentos de Heinz Ellenberg en la Universidad de Göttingen. **A.** Parte de los cuadernos de campo de viajes a Sudamérica (y cajas de diapositivas). **B.** Heinz Ellenberg con *Polylepis tarapacana*, Sajama, Marzo 1980. Fotos A de S. Beck, B de Ekkehard Jordan

INFLUENCIA DE HEINZ ELLENBERG SOBRE LA BOTÁNICA Y ECOLOGÍA EN BOLIVIA ÁREAS PERMANENTES DE ESTUDIO A LARGO PLAZO

Ellenberg fue el impulsor pionero para crear en Bolivia áreas permanentes de investigación a largo tiempo (Probeflächen) en regiones representativas de Bolivia. Con miembros de Instituto de Ecología se inspeccionaron posibles áreas “representativas” durante los viajes por la zona del Altiplano (figura 2), los valles de Cochabamba, Chuquisaca, Tarija; y en tierras bajas del Chapare y los Yungas de Cochabamba y La Paz. Sugirió tomar datos climatológicos generales, del microclima, de suelos, de la fauna y sobre todo de la vegetación, incluyendo el uso de la tierra. Parte de los estudios se hacían en pequeñas áreas alambradas, para evitar la intervención humana o del ganado, en comparación con áreas bajo manejo tradicional.

Él elaboró protocolos para estos estudios. Respecto a la parte botánica se trata de entender el desarrollo de las especies de un conjunto de plantas y ver si existe un cambio en la composición de especies y en la cobertura. En áreas tropicales este método de estudios de sucesión, rara vez se aplica debido a la complejidad del ecosistema, y el conocimiento deficiente de plantas en estéril.

Criterios para la selección de las primeras áreas permanentes de investigación del Instituto de Ecología fueron:

- Ecosistemas no tan complejos (al inicio), lo más “natural”,
- Deben tener importancia económica para la gente y/o el estado,
- Presentan ecosistemas y especies amenazadas,
- Compromiso de la comunidad o de los dueños para prestar su terreno a largo plazo,
- Accesibilidad, relativamente cerca de carreteras.

Heinz Ellenberg, participó en la selección de tres áreas en la puna, dos áreas en los bosques montanos de los Yungas (uno se abandonó), además una área en las sabanas de inundación en el Beni.

Así se conformó una primera área de estudios permanentes de la puna semiárida en el Altiplano central cerca de Lahuachaca en la comunidad Huaraco, Villa Esteban Arce (Prov. Aroma, La Paz, Bolivia). Varios estudiantes de biología realizan ahí su tesis, que también se reflejan en dos libros con los resultados de múltiples estudios (Morales, 1994; Lorini, 1994), donde se citan la mayoría de los artículos científicos (entre otros, Beck, 1985; Hanagarth, 1989; Liberman & Fisel, 1983).

Otra área en la puna húmeda se estableció en la península de Taraco en el lago Titicaca, con áreas desde la ladera hasta la orilla del lago. Se tuvo que abandonar el lugar después de pocos años, al finalizarse el patrocinio de la granja de CORDEPAZ. Existen todavía datos no evaluados, y de repente valdría visitar estas áreas de nuevo para ver si se presentan algunos cambios extremos. Los registros existen en un cuaderno de campo de S. Beck y seguramente de otros colegas de esta época.

En la cordillera occidental, en la **puna árida** Heinz Ellenberg, Ekkehard Jordan y Máximo Liberman seleccionaron en el cerro Sajama áreas con y sin *Polylepis tarapacana*, el árbol que sube a más altura en el mundo (Figura 2). También se instalaron áreas alambradas en pastizales y bofedales. Su evaluación fue continuada apenas por pocos años (Jordan, 1983; Liberman, 1986).

Sin embargo, con el proyecto internacional GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments) se seleccionaron en el Sajama cuatro cimas entre 4100 y 5000 m, donde existe un seguimiento respecto a diversidad y cobertura vegetal, así como mediciones de temperatura desde 2006 (GLORIA-Andes, 2020; Beck *et al.*, 2010; Cuesta *et al.*; 2012). El análisis de algunos datos se publicó (Cuesta *et al.*, 2017). Sobre los bofedales, incluyendo los de Sajama, recién ha salido un libro presentando datos sobre su ecología y manejo (Meneses *et al.*, 2019).

Con Heinz Ellenberg también se trabajó en la zona boscosa de la pendiente Este de la Cordillera Occidental, en los Yungas arriba de Puente Villa, la localidad Tarila. Estas áreas eran demasiado degradadas y fueron abandonadas después de pocos años por falta de representatividad. Luego se seleccionaron áreas cerca de Chulumani arriba de Apa Apa, en los bosques húmedos de los Yungas de La Paz.

Ellenberg nos enseñó en los bosques de Sud Yungas, la aplicación del método relevamiento fitosociológico de Braun Blanquet (Ellenberg, 1956; Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974). Este método se basa en la

aseveración de que las especies más comunes crecen en un rango amplio respecto al suelo, humedad y luz, por lo que no son útiles para diferenciar comunidades vegetales dentro de un sistema jerárquico. Más interesantes son las especies con cobertura reducida, frecuentemente inconspicuas.

Mientras se aplica frecuentemente en áreas más secas y con árboles, donde es fácil diferenciar las especies, este método también se utilizó a menudo en bosques húmedos. El problema principal que allí se presenta es la gran cantidad de especies, muchos de los cuales son estériles, haciéndolos más difíciles de diferenciar e identificar. Con este método se logra un inventario completo de las especies de un sitio de estudio, desde hierbas menudas, epífitas hasta árboles gigantes. Será importante seguir aplicándolo para reconocer la flora herbácea, muchas veces inconspicua, que crece en el suelo, sobre árboles y rocas, y que corre peligro de extinción antes de ser inventariada.

Aplicamos este método en un bosque montano casi virgen, el 8 y 9 de marzo 1980 con varias personas, dirigidas por Heinz Ellenberg, logrando tres relevamientos a tres altitudes, en Sud Yungas, de Huancané sobre camino hacia San Isidro, arriba de la ex hacienda Apa Apa, La Paz, Bolivia:

- 2280 m – 35 especies de plantas vasculares en total.
- 2400 m – 80 especies de plantas vasculares en total.
- 2500 m – 41 especies de plantas vasculares en total

Encontramos diferentes nuevas especies y especies raras, que con el transcurso de los años fueron identificadas (Tabla 4). También se realizaron transectos en estos bosques, tomando datos de especies con más de 2,5 cm DAP a 1.30 m.

Tabla 4. Especies nuevas y raras en tres sitios entre 2280 y 2500 m, resultado de relevamientos fitosociológicos de un bosque montano húmedo, Sud Yungas, arriba de Apa Apa.

Altitud (m)	Familia, grupo	Especie	Nro. colecta Beck
2280–2500	Araceae	<i>Anthurium acebeyae</i> Croat <i>Anthurium stephanii</i> Croat & Acebey <i>Anthurium yungasense</i> Croat & Acebey	3058 3109 3123
2500	Bromeliaceae	<i>Greigia kessleri</i> H. Luther	3127
2500	Cactaceae	<i>Lymanbensonia incachacana</i> (Cardenas) Barthlott & N. Korotkova	3141
2500	Ericaceae	<i>Orthaea</i> sp.	3188
2500–2280	Gesneriaceae	<i>Columnnea ultravioleta</i> J.F. Smith.	3180, 3043A.
2500	Lauraceae	<i>Endlicheria chabisea</i> Chanderbali	3192
	Lauraceae	<i>Ocotea comata</i> van der Werff	3155, 3157
2400	Lauraceae	<i>Ocotea</i> vel sp. nov.	3077
2500	Lauraceae	<i>Persea bilocularis</i> L.E. Kopp	3165
2400	Melastomataceae	<i>Meriania</i> cf. <i>brittoniana</i> Wurdack	3084
2400	Melastomataceae	<i>Miconia</i> sect. <i>Cremarium</i> Naudin	3085
2400	Meliaceae	<i>Ruagea</i> cf. <i>glabra</i> Triana	3090
2500	Poaceae	<i>Arthrostylidium</i> sp. nov.?	3171
2400	Rubiaceae	<i>Elaeagia</i> sp. nov.	3089
2280	Solanaceae	<i>Capsicum ceratocalyx</i> M. Nee	3051
2400	Pteridophyta	<i>Elaphoglossum kessleri</i> A. Rojas	3150
2400	Pteridophyta	<i>Elaphoglossum neei</i> M. Kessler & Mickel	3134
2500	Pteridophyta	<i>Melpomene michaelis</i> Lehnert	3182
2280	Pteridophyta	<i>Polybotrya aequatoriana</i> R.C. Moran	3060
2400	Pteridophyta	<i>Serpocaulon intricatum</i> (M. Kessler & A.R. Sm.) A.R. Sm.	3120

Otra región seleccionada – no tan diversa, fue en las pampas del Beni, en la Reserva de Vida Silvestre en la Estancia Espíritu, en la provincia Ballivián. Ellenberg participó activamente en 1980, tanto en la instalación como en los primeros levantamientos fitosociológicos, tomando datos en áreas de inundación, pastizales, islas de bosque, matorrales, entre otros. Existen allí todavía cuatro áreas parcialmente alambradas.

Participantes en estos estudios fueron: Eduardo Forno, Hubert Gunnemann, Jaime Sarmiento, Juan Pablo Arce, Luis Aguirre, Marco Ribera, Mónica Moraes, Rudi Specht, Stephan Beck y, Werner Hanagarth. Se logró publicar varios trabajos, entre otros: Mamíferos del Refugio de Vida Silvestre Espíritu, Dpto. Beni, Bolivia (Aguirre *et al.*, 1996); Comunidades vegetales de las sabanas inundadas en el noreste de Bolivia (Beck,

1984); Birds of the savanna of Espiritu (Hanagarth & Specht, 2000); Phytomasseproduktion und Nährstoffumsatz von Vegetationstypen bolivianischer Überschwemmungs-Savannen – Producción de fitomasa y circulación de sustancias nutritivas de diferentes tipos de vegetación de las sabanas bolivianas de inundación (Gunnemann, 1991); Vertebrados de Espiritu Dpto. Beni, Bolivia (Sarmiento *et al.*, 2016).

UN PIONERO DE LA CONSERVACIÓN

En los años 70 del siglo pasado las palabras “ecología”, “medio ambiente” y “conservación” casi no eran conocidas en Bolivia. La creación de unidades de conservación tampoco era una meta al comienzo del Instituto de Ecología. Obviamente, conocedores del medio ambiente reportaban sobre la riqueza, particularidad específica y amenaza de algunas áreas en Bolivia, en unas reuniones con Ellenberg. Varias áreas únicas fueron nombradas por su alta diversidad de ecosistemas y/o de especies, también por su carácter emblemático, por especies claves de ecosistemas (key species) de Bolivia, como numerosas especies de *Ficus* L., palmeras – como la palma real - *Mauritia flexuosa* L.f., pero también por los paisajes hermosos, valiosos por su carácter estético, histórico o geológico.

Vale destacar, que Ellenberg en su tiempo enfatizó que es importante la conservación protectora, es decir la protección de la naturaleza en el sentido estricto, y la conservación restauradora. Actividades para recuperar la naturaleza, por ejemplo limpiando lagunas, introduciendo nuevamente especies desaparecidas e instalando reservas forestales dentro de un bosque de manejo silvicultural; pero también en el proceso de construcción de plataformas viales. Los cortes de los taludes producen erosión y podemos frenar este proceso con plantaciones de especies nativas, adaptadas a las condiciones locales. Ya existen experiencias positivas en la construcción de caminos con varias especies en Bolivia (Lieberman *et al.*, 2000). El Instituto de Ecología acumuló conocimiento acerca del restablecimiento de la vegetación en pozos petroleros abandonados por ejemplo de la empresa francesa Total, cerca de Rurrenabaque.

Debido a la destrucción masiva de la naturaleza, actualmente sus advertencias y sugerencias son aún más importantes a nivel mundial. Un punto esencial de su argumentación se refiere al cuidado del paisaje. Hay que conservar áreas de riqueza de especies y de ecosistemas, por lo menos las más representativas, ya que no se puede conservar todo. Lo negativo, es que aun actualmente y sin planificación, nuestro ambiente natural se modifica y se destruye completamente, como vemos en los centros urbanos.

Ellenberg nos dejó el encargo de cuidar el medio ambiente para las generaciones futuras, conservar y ayudar a reestructurar la naturaleza, mientras los asentamientos humanos se extienden más y más. Hoy en día sufrimos las consecuencias de la desatención a este llamado. La ampliación de la frontera agrícola, incendios forestales, cambio climático, invasión de hábitats de vida silvestre abren el camino para enfermedades, no solo en Bolivia sino al nivel planetario, como actualmente la pandemia covid-19.

INFLUENCIA DE LOS ENFOQUES Y MÉTODOS DESARROLLADOS POR ELLENBERG EN LOS ESTUDIOS ACTUALES Y FUTUROS

En general, los trabajos de Ellenberg tratan acerca de sistemas ecológicos, su funcionamiento, los procesos y funciones de los ecosistemas y los factores reguladores del ambiente; para llegar a las condiciones de producción y los aspectos energéticos. En una entrevista para la biblioteca Salvat Editores, él explicó en palabras simples las bases de la ecología y el funcionamiento del ecosistema (Ellenberg, 1975).

Publicó conceptos, métodos y recomendaciones, estimulando a colegas y estudiantes a escribir sobre temas de la biodiversidad, pero también fue un gran promotor de la transferencia del conocimiento científico a la práctica. Un ejemplo en 1957 se refiere a la muerte de ganado en la sierra andina del Perú. Gracias a sus observaciones y conocimiento de la flora del área de pastoreo, el comprobó con un ensayo de alimentación con varias especies, la toxicidad del “andrés-huaylla”, una especie de *Cestrum*, causa de la pérdida de ganado introducido, especialmente de terneros.

Ecosistemas montañosos: Resultados preliminares de sus estudios en el Perú en 1957, se plasmaron en un artículo “Asociaciones de plantas y sus condiciones biológicas en el Perú”, que se publicó cuatro años

después de su regreso (Ellenberg, 1961), debido al contenido “provocativo”. Se afirmó su convicción acerca de la importancia del hombre para la formación del paisaje en los Andes (Ellenberg, 1958a, 1958b; Ellenberg, 1964). Su artículo de 1958 “Wald oder Steppe?” (¿Bosque o estepa? La cobertura vegetal natural de los Andes peruanos) espantó la comunidad científica, ya que en esta época dominaba la idea de un paisaje virgen en los Andes. Ellenberg muestra un paisaje cultural antiguo, con uso intensivo de la tierra por una población muy numerosa, que resultó en la destrucción de la mayoría de los bosques andinos.

Estos bosques son capaces de vivir bajo condiciones de frío y sequía, allí donde se presenta desde hace cientos de años un tipo de estepa, la puna, con paja dura y muchos arbustos siempre verdes y espinosos. Numerosos restos de bosques encontrados, y estudios más recientes de bosques andinos con repoblamiento, confirman el potencial de crecimiento arbóreo de queñua – *Polylepis* Ruiz & Pav., en la puna (Kessler, 1995; Kessler *et al.*, 2014; Ellenberg, 1996), este hecho es también respaldado por diagramas polínicos (Chepstow-Lusty & Winfield, 2000). Sin embargo, el grado de extensión de *Polylepis* sigue siendo hasta hoy tema de debate.

En la publicación de la segunda Tansley Lecture de la Sociedad Británica de Ecología, Heinz Ellenberg (1979) reúne sus conocimientos sobre los ecosistemas montañosos de Ecuador y Perú, con numerosas figuras y tablas. El presenta un ecograma de las formaciones naturales de la vegetación y ecosistemas desde el piso planar hasta el nival con 8 niveles de humedad desde perhúmedo hasta perárido. Muestra climadiagramas relacionados con perfiles muy ilustrativos de la vegetación y las formas de vida respectivamente. También incluye un ecograma sobre el cambio de los ecosistemas naturales por la actividad humana. Estos trabajos se han usado en varios perfiles ambientales y libros de ecología en Bolivia.

Amazonia: Ellenberg encontró también testigos de actividades humanas en la selva virgen de la Amazonia peruana, en áreas consideradas prístinas, como indican los pedazos de arcilla cocida que él encontró en sus viajes. También Clea Paz, encontró alfarería y “terra preta” en la concesión forestal La Chonta, en Guarayos, Santa Cruz, Bolivia; durante sus estudios de suelo y árboles en un bosque alto húmedo (Paz-Rivera & Putz, 2009).

La presencia de culturas antiguas en áreas boscosas, también se manifiesta en las “plantaciones” de cacao y de castaña, en áreas fuera de su origen, como es el caso en Baures, al Este del departamento de Beni (Larrea-Alcázar *et al.*, 2018).

Desarrollar sin destruir: En el marco de reconocer e indicar soluciones respecto a problemas que atañen el desarrollo agropecuario y el uso de los recursos naturales renovables, él dedicó a estos temas en Sudamérica un cuaderno con preguntas y respuestas, titulado: “Desarrollar sin destruir” (Ellenberg, 1981), con información sobre preguntas frecuentes de agrónomos y planificadores. Las 15 preguntas mantienen su valor en la actualidad, los problemas del medio ambiente siguen hoy como hace 40 años, p.ej. el éxodo rural, el consumo irracional de las fuentes de recursos naturales, la destrucción de bosques, la erosión acelerada; también las otras preguntas respecto a inundaciones, heladas y cómo aumentar la producción agropecuaria requieren de soluciones.

Sus respuestas sobre cómo afrontar estos problemas son válidas y aplicables hasta hoy. El cuaderno de 55 páginas lleva instructivos dibujos elaborado por el “maestro, Ellenberg”, e incluye el primer mapa de eco-regiones de Bolivia, con 12 unidades. Este trabajo, fue la base de muchos futuros mapas y da, a su escala propuesta, una visión correcta, útil hasta hoy en día. El texto fue ampliado posteriormente en Ellenberg (1984), con cinco preguntas más y traducido en varios idiomas, publicado por la Cooperación Técnica Alemana (GTZ). Entre éstas destacamos la nueva pregunta: ¿Qué hay que considerar ante todo en un estudio ecológico previo, para proyectos rurales de desarrollo?

En el marco de los programas internacionales, como el Internacional Biological Program (IBP) y el Man and Biosphere (MAB) de la UNESCO, Ellenberg se posicionaba cada vez más en Alemania como pionero, instructor y defensor del medio ambiente tropical, siempre consideró la necesidad de mejorar las condiciones de vida en el campo, y que la conservación solamente se lograría con la investigación científica en el sitio y la enseñanza a todos los niveles.

Un tema prioritario para Heinz Ellenberg fue la cooperación científica-técnica con énfasis en el uso sostenible de la tierra, sobre todo en los países andinos. El trabajo se ve reflejado en una serie de conferencias, participaciones en talleres en Argentina, Chile, Bolivia, Ecuador, Panamá y Perú, además de diferentes publicaciones, en parte patrocinadas por la UNESCO, el Ministerio Federal de Cooperación Económico y Desarrollo de Alemania (BMZ), el Instituto Goethe y algunas otras fundaciones, presentadas por ejemplo en Ellenberg & Camman (1984), Ellenberg (1986) para el Perú.

El tema de los factores ambientales y los usos alternativos de bosques pluviales tropicales, es tratado de forma más amplia en un artículo en inglés, titulado: The effects of environmental factors and use alternatives upon species diversity and regeneration of tropical rainforests (Ellenberg, 1986).

Mapas en función de clima y fenología de plantas - “Wuchs-Klimakarten”: Para la planificación del uso de la tierra, Ellenberg descartó el uso exclusivo de datos de estaciones meteorológicas, manifestando que no reflejan las condiciones de vida de las especies en el paisaje. Elaboró una metodología basada en un concepto ecológico, tomando datos fenológicos: se observan numerosos grupos de especies de plantas seleccionadas, como árboles frutales o forestales, respecto al desarrollo de las flores, desde diferentes estados de brotes hasta pasada la floración, y también el desarrollo de las hojas, bajo una escala determinada, anotando la temperatura local. Así se detectan homogeneidades y diferencias en el desarrollo, de acuerdo al clima local, condiciones del suelo, que se combinan para elaborar mapas. Se puede delimitar áreas sensibles a heladas tardías o de retención de extremo calor debido a la exposición (punto cardinal) y el relieve del paisaje. Él y sus seguidores realizaron varios mapas a base de datos fenológicos respecto al cultivo de frutales en Alemania (Ellenberg & Ellenberg, 1974), añadiendo sugerencias para la planificación de mapas forestales del hábitat (Ellenberg, 1995).

También el mapa de las ecoregiones de la Zona Andina entre Cerro de Pasco (Perú) y La Paz presenta en parte esta metodología, y muestra resultados para el uso adecuado de la tierra. Se designan categorías de pisos o regiones térmicas, y subunidades de humedad (Ellenberg, 1977) en base del espectro ecológico de observaciones fenológicas de los cultivos, pastizales, ganado, plantaciones de árboles, en una escala de 1–9 (Beck & Ellenberg, 1977).

CONCLUSIONES

La historia enfoca a Heinz Ellenberg como un gran investigador científico, con un excepcional don de presentar e transmitir sus conocimientos y visionarias ideas a colegas, estudiantes, igual que a políticos y planificadores. Logró una influencia importante sobre programas de instituciones nacionales e internacionales en planificación y ejecución referentes a esta temática. Heinz Ellenberg fue un pionero de la investigación botánica orientada a la ecología y el medio ambiente.

También fue un impulsor muy importante para la formación del Instituto de Ecología en Bolivia, consiguiendo, a la demanda de investigadores bolivianos, el apoyo académico de la Universidad de Göttingen y el financiero del gobierno alemán. Varios de los primeros estudiantes y docentes del IE entraron en ministerios y ONGs, siguiendo y divulgando los conceptos del maestro Ellenberg.

En Bolivia y en el Perú, logró captar el interés de los participantes en los talleres a pesar de su español deficiente, por su simpatía y aptitud excepcional de disertante. Sus escritos, artículos y libros brillan por sus ideas y formas de presentación. Se nota su entusiasmo, habla de manera precisa y descriptiva, y motiva científicos y estudiantes de diferentes disciplinas para estudiar conjunto el funcionamiento de ecosistemas. Esto se logró en las áreas permanentes de estudio a largo plazo, en la comunidad de Huaraco y en la estancia ganadera de Espíritu en las sabanas de Beni, pero también a un nivel internacional, como coordinador del International Biological Program, en el marco del proyecto experimental ecológico de Europa Central, donde trabajaban 100 científicos. Después de 20 años de estudios editó un libro con resultados y participación de 27 autores y con una sinopsis de la investigación (Ellenberg *et al.*, 1986). Esta publicación es fundamental para la investigación de sistemas ecológicos en cualquier parte de mundo.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a Narel Paniagua por su revisión y comentarios valiosos al presente documento. A Christoph Leuschner que facilitó el pleno acceso al archivo Ellenberg, en el Albrecht–von–Haller Institut für Pflanzenwissenschaften der Georg–August–Universität Göttingen. A Hans Heller que brindó apoyo e informó al primer autor, respecto a las últimas publicaciones de Heinz Ellenberg y de su correspondencia privada, información que fue complementada y valorizada por su hijo Ludwig Ellenberg en Berlín.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre L. F.; W. Hanagarth & R.J. de Urioste. 1996. Mamíferos del Refugio de Vida Silvestre Espíritu, Dpto. Beni, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 28: 29–44.
- Beck, S. G. 1984. Comunidades vegetales de las sabanas inundadizas en el noreste de Bolivia. *Phytocoenologia* 12: 321–350.
- Beck, S. G. 1985. Flórua ecológica en Bolivia: 1. Puna semiárida en el altiplano Boliviano. *Ecología en Bolivia* 6: 1–41.
- Beck, S. G. & H. Ellenberg. 1977. Entwicklungsmöglichkeiten im Andenhochland in ökologischer Sicht. (Posibilidades de desarrollo en la Sierra Andina desde el punto de vista ecológico). Lehrstuhl für Geobotanik, Göttingen. Estudio por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económico y Desarrollo (BMZ) de la República Federal de Alemania, 147 p.
- Beck, S. G. & E. Geyger. 2008. El ecólogo Heinz Ellenberg (1913–1997). p.16. En: C. Morales (ed.) *Memoria de 30 años (1978–2008) del Instituto de Ecología – UMSA*. Instituto de Ecología, La Paz, Bolivia, 80 p.
- Beck, S. G.; A. Domic; C. Garcia; R. I. Meneses; K. Yager & S. Halloy. 2010. El parque nacional Sajama y sus plantas. Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, UMSA, MNHN, La Paz, Bolivia, 250 p.
- Chepstow-Lusty, A. & M. Winfield. 2000. Inca Agroforestry: Lessons from the Past. *Ambio* 29: 322–328.
- Cuesta, F.; P. Muriel; S. G. Beck; R. I. Meneses; S. Halloy; S. Salgado; E. Ortiz & M. T. Becerra. (eds.) 2012. Biodiversidad y cambio climático en los Andes Tropicales – Conformación de una red de investigación para monitorear sus impactos y para delinear acciones de adaptaciones. Red Gloria Andes, Lima Quito (CONDESAN), Perú, 180 p.
- Cuesta, F.; P. Muriel; L. D. Llambí, S. Halloy, N. Aguirre, S. Beck, J. Carilla, R.I. Meneses, S. Cuello, A. Grau, L.E. Gámez, J. Irazábal, J. Jácome; R. Jaramillo; L. Ramírez; N. Samaniego; D. Suárez-Duque; N. Thompson; A. Tupayachi; P. Viñas; K. Yager; M. T. Becerra; H. Pauli & W. D. Gosling. 2017. Latitudinal and altitudinal patterns of plant community diversity on mountain summits across the tropical Andes. *Ecography* 40: 1–14.
- Ellenberg, H. 1952. Physiologisches und ökologisches Verhalten derselben Pflanzenarten (Physiological and ecological response of plant species). *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 65: 350–361.
- Ellenberg, H. 1956. Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. Ulmer, Stuttgart, 136 p.
- Ellenberg, H. 1958a. Wald oder Steppe? Die natürliche Pflanzendecke der Anden Perus, Parte I. *Umschau in Wissenschaft und Technik* 21: 645–648
- Ellenberg, H. 1958b. Wald oder Steppe? Die natürliche Pflanzendecke der Anden Perus, Parte II. *Umschau in Wissenschaft und Technik* 22: 679–681.
- Ellenberg, H. 1961. Asociación de plantas y sus condiciones biológicas en el Perú. *Agronomía* 28: 7–18.
- Ellenberg, H. 1962. Wald in der Pampa Argentiniens? *Veröff. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel Zürich* 37: 39–56.
- Ellenberg, H. 1963. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in kausaler, dynamischer und historischer Sicht. Stuttgart, Ulmer, 945 p.
- Ellenberg, H. 1964. Montane vegetation and productivity in the tropics with special reference to Peru. IUCN Publ. New ser. 4: 172–177, Morges, Switzerland.
- Ellenberg, H. 1968. Wege der Geobotanik zum Verständnis der Pflanzendecke. *Die Naturwissenschaften* 55: 462–470.
- Ellenberg, H. 1975. La ecología. Entrevista. 8–19, 82–91. En: Camarasa, J. M., Salvat editores, Barcelona.
- Ellenberg, H. 1977a. Ecoregiones de la Zona Andina entre Cerro de Pasco y La Paz, 1: 2 000 000, mapa. Anexo al estudio Beck & Ellenberg. 1977. Entwicklungsmöglichkeiten im Andenhochland in ökologischer Sicht. Lehrstuhl für Geobotanik, Göttingen. Estudio por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económico y Desarrollo (BMZ) de la República Federal de Alemania.
- Ellenberg, H. 1977b. Gesellschaft für Ökologie – Wozu? *Verh. Ges. Ökologie, Göttingen* 1976, XI–XV.
- Ellenberg H. 1979. Man's influence on tropical mountain ecosystems in South America. *Journal of Ecology* 67: 401–416.
- Ellenberg, H. 1981. Desarrollar sin destruir. Respuestas de un Ecólogo a 15 preguntas de Agrónomos y Planificadores Bolivianos (con mapa simplificado de las ecoregiones de Bolivia). Instituto de Ecología, La Paz, Bolivia, 55 p.
- Ellenberg, H. 1984. Entwicklung ohne Rückschläge. Antworten eines Ökologen auf 20 Fragen im Hinblick auf die ländliche Entwicklung in den Tropen und Subtropen. Schriftenreihe GTZ 156: 1–130.
- Ellenberg, H. 1986a. The effects of environmental factors and use alternatives upon species diversity and regeneration of tropical rainforests. *Applied Geography and Development* 28: 19–36.
- Ellenberg, H. 1986b. Aspectos básicos del desarrollo y la ecología en el Perú. 159–171. En: K. Klennert (ed.): Desarrollo rural con uso cuidadoso de los recursos: El caso de Paquistán, el Perú y Sudan. Dok. 1291 A/c. Feldafing, (DSE Fund. Alem. Desarrollo Int.).
- Ellenberg, H. 1995. Forstliche Standortdaten sollten besser nutzbar werden – auch im Blick auf die Waldsterbens-Problematik. *Nuertinger Hochschulschriften* 13: 97–105.

- Ellenberg, H. 1996a. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5. Auflage. Stuttgart, Ulmer, 1096 p.
- Ellenberg, H. 1996b. Paramos und Punas der Hochanden Südamerikas, heute grösstenteils als potentielle Wälder anerkannt. *Verh. Ges. Oekologie* 25: 17–23.
- Ellenberg, H. & L. Camman. 1984. Desarrollo rural con uso apropiado de los recursos en la ecoregión “zonas de montaña en los trópicos y subtrópicos”. En: Desarrollo rural con uso apropiado de los recursos – desafío o contradicción? Dok. 1213A: 73–103 (en 4 idiomas). Feldafing (DSE, Fund. Desarrollo Intern.).
- Ellenberg, H. & C. Ellenberg 1974. Wuchsklima – Gliederung von Hessen 1: 200 000 auf pflanzenphaenologischer Grundlage. Wiesbaden, Hess. Minist. F. Landw. U. Umwelt.
- Ellenberg, H.; E. J. Fittkau & O. Hammes. 1977. Gutachten zur Schaffung eines Instituts für Oekologie an der Universidad Mayor de San Andrés in La Paz, Bolivien. 43 S. + Anlagen (Informe no publicado).
- Ellenberg, H. & I. Lebrun. 1970. Natural vegetation and its management for rational land use. En: Use and conservation of the biosphere (UNESCO conf. 1968: 105–122). Paris (UNESCO).
- Ellenberg H.; R. Mayer & J. Schauer mann (eds.) 1986. Ergebnisse des Sollingprojekts 1966–1986. Ulmer, Stuttgart, 507 p. (Results of the Solling IBP ecosystem research project) – summarizes the results of Germany’s first comprehensive forest ecosystem research project which subsequently promoted ecosystem research in Central Europe.
- Ellenberg, H. & D. Müller-Dombois. 1967. A key to Raunkiaer plant life forms with revised subdivisions. *Ber. Geobot. Inst. ETH Stift. Rübel* 37: 56–73.
- GLORIA-Andes, 2020. Red Gloria-Andes. <http://redgloria.condesan.org/> (acceso en: 25/02/2020).
- Gunnemann, Phytomasseproduktion und Nährstoffumsatz von Vegetationstypen bolivianischer Überschwemmungs-Savannen. *Göttinger Beiträge zur Land- und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen* 67: 1–134.
- Hanagarth, W. 1989. Ecology and risk-spreading in the small-holding agriculture of the semiarid puna in Bolivia. *Plant Research and Development* 30: 76–103
- Hanagarth, W. & R. Specht. 2000. The birds of the savanna of Espiritu (Department Beni). pp 203–215. En: Herrera-MacBryde et al. Biodiversidad, Conservación y Manejo en la Región de la Reserva de la biosfera Estación Biológica del Beni, Bolivia. SI/MAB Series No 4.
- Jordan, E. 1983. Die Verbreitung von *Polylepis* Beständen in der Westkordillere Boliviens. In: Festschrift Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Heinz Ellenberg zum 70. Geburtstag am 1. August 1983, anexo mapa. *Tuexenia* 3: 101–116
- Kessler, M. 1995. Present and potential distribution of *Polylepis* (Rosaceae) forests in Bolivia. pp. 281–294. En: Churchill S. P.; H. Balslev; E. Forero & J. L. Luteyn (eds.). *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests*, Bronx, New York Botanical Garden, 702 p.
- Kessler, M.; J.M. Toivonen; S. P. Sylvester; J. Kluge & D. Hertel. 2014. Elevational patterns of *Polylepis* tree height (Rosaceae) in the high Andes of Peru: role of human impact and climatic conditions. *Front Plant Sci*, 5194. doi: 10.3389/fpls.2014.00194.
- Larrea-Alcázar, D.M.; G. Villanueva; A. Poma; F.S. Zenteno-Ruiz; A. Araujo-Murakami; S. Altamirano & C. De Ugarte. 2018. El árbol de la castaña (*Bertholletia excelsa* Bonpl., Lecythidaceae) en Bolivia: distribución geográfica e impacto de la deforestación 2010-2015. *Ecología en Bolivia* 53: 16–30.
- Leuschner, C. 2013. In memoriam Heinz Ellenberg (1913–1997). On August 1, 2013, Heinz Ellenberg would have been 100 years old. ... is to inform about the recent research activities of the Chair for Plant Ecology and Ecosystems Research at Göttingen University, the chair Ellenberg filled from 1966. Flyer unpublished, University Göttingen.
- Leuschner, C. & H. Ellenberg. 2017a. Ecology of Central European Forests. *Vegetation Ecology of Central Europe*, vol. I. Springer Nature, Cham. 972 p.
- Leuschner, C. & H. Ellenberg. 2017b. Ecology of Central European Non-Forest Vegetation. *Vegetation Ecology of Central Europe*, vol. II. Springer Nature, Cham. 1094 p.
- Liberman, M. 1986. Microclima y distribución de *Polylepis tarapacana* en el Parque Nacional Sajama del Nevado Sajama, Bolivia. *Documents Phytosociologiques* 10: 235–272.
- Liberman, M. & U. Fisel. 1983. Uso de tierra en la region de Huaraco, Antipamoa y Pujravi del altiplano central de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 4: 31–42.
- Liberman, M.; H. Salm & B. Paiva. 2000. Manual ambiental para la construcción de carreteras. Servicio Nacional de Caminos de Bolivia, Impr. SIRCA, La Paz, Bolivia, 279 p.
- Meneses, R. I.; A. I. Domic; S. G. Beck & K. Yager. 2019. Bofedales altoandinos - un oasis en la puna. Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, UMSA, MNHN, La Paz, Bolivia, 296 p.
- Morales, C. (ed.) 2008. Memoria de 30 años (1978–2008) del Instituto de Ecología – UMSA 80 p. Instituto de Ecología, La Paz, Bolivia.
- Mueller-Dombois D. & H. Ellenberg. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. Wiley, New York, 547 p.
- Paz-Rivera, C. & F. E. Putz. 2009. Anthropogenic Soils and Tree Distributions in a Lowland Forest in Bolivia. *Biotropica* 41: 665–675.
- Pfadenhauer J. S. & F. A. Klötzli. 2014. *Vegetation der Erde. Grundlagen, Ökologie, Verbreitung*. Berlin & Heidelberg: Springer-Verlag, 643 p.
- Sarmiento-Tavel, J.; S. G. Beck; R. de Michel & S. Barrera. 2010. Museos de Historia Natural, colecciones y taxonomía ¿son elementos necesarios para el siglo XXI? pp. 3–19. En: Beck, S. G.; N. Paniagua-Zambrana; R.P. López & N. Nagashiro (eds.), Biodiversidad y ecología en Bolivia. Simposio XXX aniversario Instituto de Ecología, UMSA, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

- Sarmiento, J.; M. Moraes R.; L. F. Aguirre & R. Specht. 2016. Vertebrados de Espiritu, Llanos de Moxos: un palmar estacionalmente inundable de Bolivia. Capítulo 16. Pp. 347-372. En: Lasso, C. A., G. Colonnello & M. Moraes R. (Editores), XIV. Morichales, cananguchales y otros palmares inundables de Suramérica. Parte II: Colombia, Venezuela, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia, Instituto Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Walter, H. 1967. Das Pampa Problem in vergleichend ökologischer Betrachtung und seine Lösung. *Erdkunde* 21: 181-203.

Apéndice 1: películas online

Existen dos películas disponibles en la red:

1. Heinz Ellenberg – Ein Portrait “Heinz Ellenberg – Un retrato” Ellenberg cuenta su vida a la edad de 81 años, con voz fresca, con algunas fotos y diferentes ambientes, en una entrevista con una exalumna. Disponible en: <https://av.tib.eu/media/11305>
2. Standortskartierung nach Heinz Ellenberg. Eine ökologische Landschaftsanalyse und Bewertung “Cartografía del hábitat según Heinz Ellenberg. Un análisis y valorización del paisaje desde el punto de vista ecológico” Disponible en: <https://av.tib.eu/media/11306>

Apéndice 2: Libros icono a las contribuciones de Ellenberg

Physiologisches und ökologisches Verhalten derselben Pflanzenarten “Comportamiento fisiológico y ecológico de especies vegetales” (Ellenberg, 1952). Ahí describe el óptimo fisiológico y ecológico vegetal, debido a la competencia de las especies bajo diferentes condiciones de humedad y acidez del suelo. Así mismo en Ellenberg (1996a: 118). Desarrolla ecogramas, como por ejemplo para los árboles deciduos y las coníferas en Europa Central; estos métodos se pueden adaptar para especies de la vegetación tropical.

Aims and Methods of Vegetation Ecology “objetivos y métodos de la ecología de la vegetación” (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974): Es el libro en inglés, es más extenso y actualizado de Ellenberg (1956). El libro en alemán presenta por primera vez un manual práctico y teórico con definiciones de la clasificación de la vegetación, su ordenamiento y explica las causas de la distribución de especies y de la vegetación referente a Europa Central. La edición en inglés fue durante décadas el libro estándar para estudiar la ecología vegetal bajo métodos europeos y angloamericanos. En sus anexos, Ellenberg & Mueller-Dombois (1967) incluye la clasificación ampliada de las formas de vida de Raunkiaer y la clasificación de la vegetación mundial, elaborada por encargo de la UNESCO.

Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht “Ecología vegetal de Europa Central con los Alpes, bajo punto de vista ecológico, dinámico e histórico” (Ellenberg, 1996a), con una nueva edición en inglés de 2 volúmenes (Leuschner & Ellenberg, 2017a, 2017b). Su esfuerzo como autor culminó con la quinta edición de este libro monumental, que cuenta con 1096 páginas. Presenta numerosos cambios y adiciones, y contiene muchos capítulos que son de utilidad también para lectores fuera de Europa, como por ejemplo una “Génesis de la cobertura actual bajo influencia del hombre”. Describe los principales tipos de la vegetación, desde la casi natural hasta las formaciones vegetales formadas y mantenidas por el hombre en Europa Central. En el texto se ha evaluado los trabajos de cientos de autores, registrados en doble fila en 77 páginas. La importancia de este libro determinó la venta de aproximadamente 10,000 ejemplares.