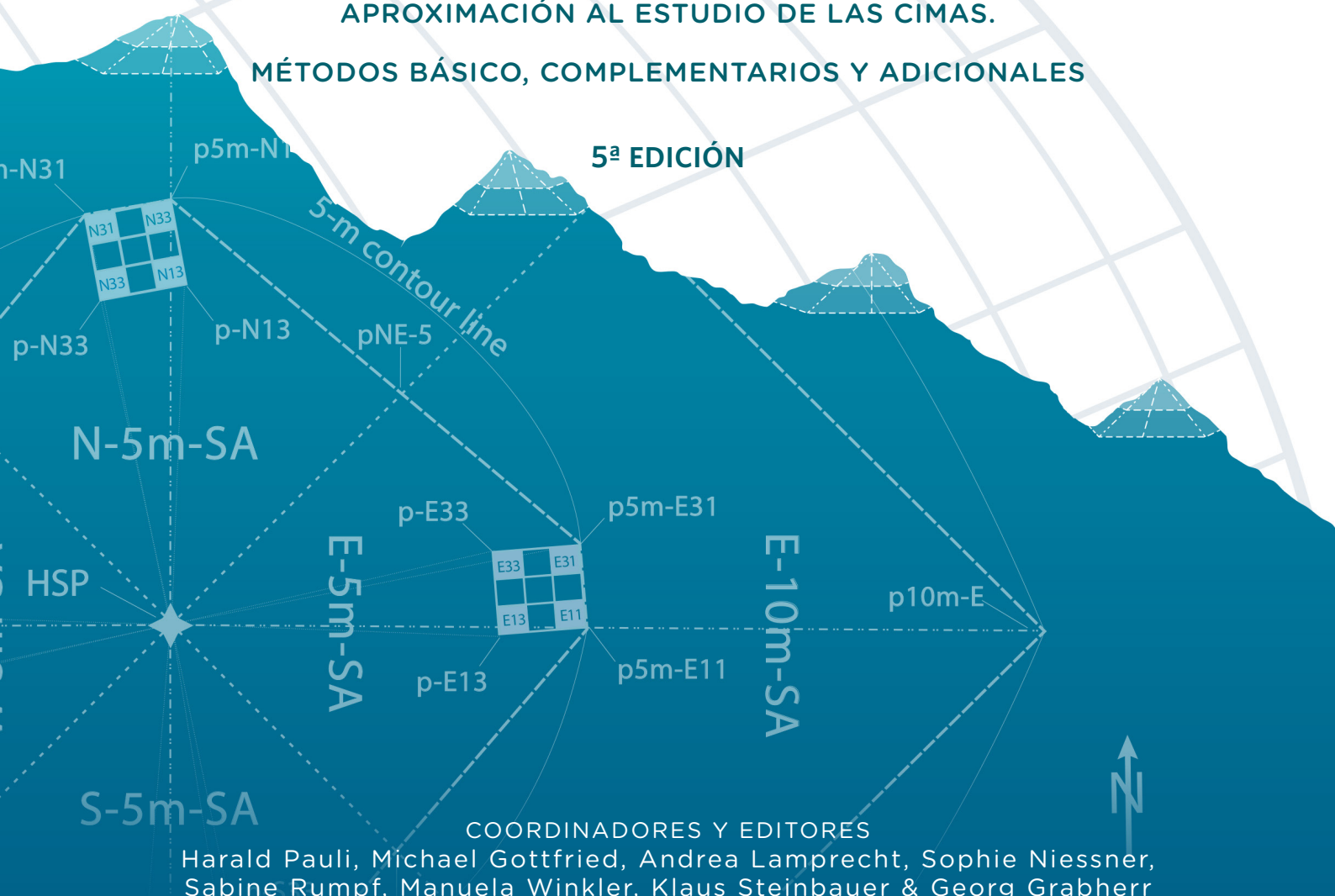
MANUAL PARA EL TRABAJO DE CAMPO DEL PROYECTO GLORIA*

APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DE LAS CIMAS.

MÉTODOS BÁSICO, COMPLEMENTARIOS Y ADICIONALES

5ª EDICIÓN



COORDINADORES Y EDITORES

Harald Pauli, Michael Gottfried, Andrea Lamprecht, Sophie Niessner, Sabine Rumpf, Manuela Winkler, Klaus Steinbauer & Georg Grabherr

EDICIÓN ESPAÑOLA A CARGO DE

José Luis Benito Alonso & Luis Villar

*GLOBAL OBSERVATION RESEARCH INITIATIVE IN ALPINE ENVIRONMENTS

(Iniciativa para la Investigación y el Seguimiento Global de los Ambientes Alpinos)

Cofinanciado por la Unión Europea

MAVA FONDATION POUR LA NATURE

ÖAW Austrian Academy of Sciences

BOKU University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna

CIRMOUNT Consortium for Integrated Climate Research in Western Mountains

CONDESAN Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina

Missouri Botanical Garden

ICIMOD

MANUAL PARA EL TRABAJO DE CAMPO DEL PROYECTO GLORIA*

APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DE LAS CIMAS. MÉTODOS BÁSICO, COMPLEMENTARIOS Y ADICIONALES

5ª EDICIÓN

2015

Publicado por

Global Observation Research Initiative in Alpine Environments (GLORIA), Academia Austriaca de Ciencias y Universidad de Recursos Naturales y Ciencias de la Vida, Viena, Austria, con el apoyo de la Unión Europea, MAVA Foundation for Nature Conservation, Consortium for Integrated Research in Western Mountains (CIRMOUNT), Consorcio para el Desarrollo Sustentable de la Ecoregión Andina (CONDESAN), Missouri Botanical Garden, International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD) y un buen número de patrocinadores (véanse los agradecimientos).

Copyright © GLORIA 2015

Publicado en junio de 2015

Coordinadores y editores

Harald Pauli, Michael Gottfried, Andrea Lamprecht, Sophie Niessner, Sabine Rumpf, Manuela Winkler, Klaus Steinbauer & Georg Grabherr

Edición en español

José Luis Benito Alonso (Jolube Consultor Botánico y Editor - www.jolube.es) & Luis Villar (Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC - www.ipe.csic.es). Jaca, España

Diseño y maquetación

Branko Bily

ISBN 978-92-79-47948-9 (versión electrónica en español)

doi 10.2777/37575

Nota

Las opiniones expresadas son de los autores y no representan la posición oficial de la Comisión Europea ni de ninguno de los otros patrocinadores.

Esta publicación puede ser descargada o reproducida únicamente para investigación personal o con fines educativos. Se autoriza la reproducción siempre que se cite la fuente.

Cómo citar esta obra

Pauli, H.; Gottfried, M.; Lamprecht, A.; Niessner, S.; Rumpf, S.; Winkler, M.; Steinbauer, K. & Grabherr, G., coordinadores y editores (2015). *Manual para el trabajo de campo del proyecto GLORIA. Aproximación al estudio de las cimas. Métodos básico, complementarios y adicionales. 5ª edición*. GLORIA-Coordinación, Academia Austriaca de Ciencias y Universidad de Recursos Naturales y Ciencias de la Vida, Viena, Austria. Edición en español a cargo de Benito, J.L. & Villar, L., Jaca, España.

MANUAL PARA EL TRABAJO DE CAMPO DEL PROYECTO GLORIA*

APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DE LAS CIMAS. MÉTODOS BÁSICO, COMPLEMENTARIOS Y ADICIONALES

5ª EDICIÓN

Harald Pauli, Michael Gottfried, Andrea Lamprecht, Sophie Niessner,

Sabine Rumpf, Manuela Winkler, Klaus Steinbauer & Georg Grabherr

Coordinadores y Editores

Edición española a cargo de José Luis Benito Alonso & Luis Villar

2015

*_Global Observation Research Initiative in Alpine Environments_ (Iniciativa para la Investigación y el Seguimiento Global de los Ambientes Alpinos)

MANUAL PARA EL TRABAJO DE CAMPO DEL PROYECTO GLORIA*

APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DE LAS CIMAS. MÉTODOS BÁSICO, COMPLEMENTARIOS Y ADICIONALES

****Global Observation Research Initiative in Alpine Environments* (Iniciativa para la Investigación y el Seguimiento Global de los Ambientes Alpinos)**

COORDINADORES Y EDITORES

Harald Pauli, Michael Gottfried, Andrea Lamprecht, Sophie Niessner, Sabine Rumpf, Manuela Winkler, Klaus Steinbauer & Georg Grabherr

EQUIPO DE COORDINACIÓN DEL PROYECTO GLORIA

Institute for Interdisciplinary Mountain Research, Austrian Academy of Sciences & Center for Global Change and Sustainability, University of Natural Resources and Life Sciences, Viena

Silbergasse 30/3, A-1190 Viena, Austria

Correo electrónico: ~~office@gloria.ac.at~~ new Email: gloria.office@boku.ac.at

www.gloria.ac.at

EDICIÓN EN ESPAÑOL

José Luis Benito Alonso & Luis Villar, Jaca, España

AUTORES

Otari Abdaladze (Tiflis, GE), Nikolay Aguirre (Loja, EC), Maia Akhalkatsi (Tiflis, GE), Martha Apple (Butte, Montana, US), Igor Artemov (Novosibirsk, RU), Peter Barancok (Bratislava, SK), Adelia Barber (Santa Cruz, California, US), Stephan Beck (La Paz, BO), Lindsey E Bengtson (West Glacier, Montana, US), José Luis Benito Alonso (Jaca, ES), Catie Bishop (Oroville, California, US), Jim Bishop (Oroville, California, US), William Bowman (Boulder, Colorado, US), Julieta Carilla (Tucumán, AR), Philippe Choler (Grenoble, FR), Gheorghe Coldea (Cluj-Napoca, RO), Francisco Cuesta (Quito, EC), Sangay Dema (Lamegonpa, BT), Ann Dennis (Albany, California, US), Jan Dick (Edimburgo, UK), Katharine Dickinson (Dunedin, NZ), Abdeltif El Ouahrani (Tetuán, MA), Brigitta Erschbamer (Innsbruck, AT), Siegrun Ertl (Viena, AT), Daniel B. Fagre (West Glacier, Montana, US), Fang Zhendong (Zhongdian, Yunnan, CN), Rosa Fernández Calzado (Granada, ES), Anna Maria Fosaa (Torshavn, FO), Helmut Franz (Berchtesgaden, DE), Barbara Friedmann (Viena, AT), Andreas Futschik (Viena, AT), Maurizia Gandini (Pavía IT), Carolina García Lino (La Paz, BO), Rosario G. Gavilán (Madrid, ES), Suresh K. Ghimire (Kathmandú, NP), Dany Ghosn (Chania, GR), Alfredo Grau (Tucumán, AR), Ken Green (Jindabyne, AU), Alba Gutiérrez Girón (Madrid, ES), Stephan Halloy (Santiago, CL), Robbie Hart (San Luis, Misuri, US), Starri Heiðmarsson (Akureyri, IS), Dirk Hoffmann (La Paz, BO), Jeff Holmquist (Los Ángeles, California, US), Jarle Inge Holten (Trondheim, NO), Ling-Chun Hsieh (Kaohsiung, TW), Jorge Jácome (Bogotá, CO), Juan José Jiménez (Jaca, ES), María Dolores Juri (Chilecito, AR), Róbert Kanka (Bratislava, SK), George Kazakis (Chania, GR), Christian Klettner (Viena, AT), Jozef Kollár (Bratislava, SK), Ján Krajcí (Bratislava, SK), Per Larsson (Gotemburgo, SE), María Vanesa Lencinas (Ushuaia, AR), Blanca León (Lima, PE), Ho-Yih Liu (Kaohsiung, TW), Luis Daniel Llambi (Mérida, VE), Luo Peng (Chengdu, Sichuan, CN), Colin Maher (Santa Cruz, California, US), George P. Malanson (Iowa City, Iowa, US), Martin Mallaun (Innsbruck, AT), Alan Mark (Dunedin, NZ), Rosa Isela Meneses (La Paz, BO), Abderrahmane Merzouki (Tetuán, MA), Ottar Michelsen (Trondheim, NO), Yuri Mikhailov (Ekaterimburgo, RU), Constance I. Millar (Albany, California, US), Andrea Mochet Mammoliti (Aosta, IT), Dmitry Moiseev (Ekaterimburgo, RU), Pavel Moiseev (Ekaterimburgo, RU), Ulf Molau (Gotemburgo, SE), Joaquín Molero Mesa (Granada, ES), Bob Moseley (Peoria, Illinois, US), Renée B. Mullen (Congerville, Illinois, US), Priscilla Muriel (Quito, EC), Mariana Musicante (Chilecito, AR), Laszlo Nagy (Campinas, BR), George Nakhutsrishvili (Tiflis, GE), Jalil Noroozi (Tabriz, IR), Panagiotis Nyktas (Chania, GR), Yousuke Obana (Matsumoto, JP), Laura O'Gan (Grand Junction, Colorado, US), Gilberto Parolo (Pavía IT), Giovanni Pelino (Sulmona, IT), Catherine Pickering (Southport, AU), Mihai Puscas (Cluj-Napoca, RO), Karl Reiter (Viena, AT), Hlektra Remoundou (Chania, GR), Christian Rixen (Davos, CH), Graziano Rossi (Pavía IT), Jan Salick (San Luis, Misuri, US), Thomas Scheurer (Berna, CH), Teresa Schwarzkopf (Mérida, VE), Anton Seimon (Nueva York, US), Tracie Seimon (Nueva York, US), Stepan Shiyatov (Ekaterimburgo, RU), John Smiley (Bishop, California, US), Angela Stanisci (Isernia, IT), Kristina Swerhun (Victoria, Columbia Británica, CA), Anne Syverhuset (Trondheim, NO), Jean-Paul Theurillat (Champex, CH), Marcello Tomaselli (Parma, IT), Peter Unterluggauer (Innsbruck, AT), Susanna Venn (Melbourne, AU), Luis Villar (Jaca, ES), Pascal Vittoz (Lausanne, CH), Michael Vogel (Berchtesgaden, DE), Gian-Reto Walther (Berna, CH), Sølvi Wehn (Trondheim, NO), Sonja Wipf (Davos, CH), Karina Yager (Greenbelt, Maryland, US), Tatjana Yashina (Ust Koksa, Altai, RU).

1 | Miembros del consorcio GLORIA que han escrito partes del manual o han participado en las discusiones previas.

CONTENIDO

Prefacio 11
Agradecimientos 12

1 Introducción 14
1.1 El cambio climático y el *bioma alpino* **14**
1.2 Objetivos y propósitos **15**
1.3 El papel del proyecto GLORIA **17**
1.4 Razones para estudiar los ambientes de alta montaña **18**
1.5 Las plantas vasculares como objetivo **19**
1.6 ¿Por qué escogemos las áreas cimeras de las montañas como unidades de referencia? **20**
1.7 Cómo poner en marcha una *zona piloto* GLORIA **20**

2 Selección de las áreas de estudio o *zonas piloto* para el *Estudio de las cimas de GLORIA* **23**
2.1 La *zona piloto* **23**
2.2 Selección concreta de las *cimas* **23**
2.2.1 Gradiente altitudinal **23**
2.2.2 Criterios para escoger las cimas **26**

3 Diseño del muestreo estándar de la *Aproximación al estudio de las cimas* **29**
3.1 Tipos de parcelas y diseño esquemático **30**
3.2 Materiales y preparativos **32**
3.3 Establecimiento de las parcelas permanentes **32**
3.3.1 El *punto culminante* (*HSP*): determinación del principal punto de referencia **33**
3.3.2 Establecimiento de los *cuadrados de 1 m²* en las *parcelas de 3 × 3 m* y de las esquinas o vértices del *área cimera* **33**
3.3.3 Establecimiento de las líneas limítrofes de las *áreas cimeras* y de las *secciones del área cimera* **36**

4 *Procedimientos de muestreo estándar (MEMUE)* **39**
4.1 Muestreo en los *cuadrados* de *1 m²* **40**
4.1.1 Estimación visual de la cobertura en los *cuadrados de 1 m²* **40**
4.1.2 *Muestreo de puntos fijos con marco enrejado de 1 m²* **43**
4.2 Muestreo en las *secciones del área cimera* (*SAC*) **44**
4.3 Registro continuo de la temperatura **45**
4.3.1 *Termómetros de registro automático* **45**
4.3.2 Registradores que usamos **45**
4.3.3 Preparación de los *termómetros automáticos* **46**
4.3.4 Instalación de los termómetros automáticos en las cimas GLORIA **47**
4.4 *Documentación fotográfica* **48**
4.5 Retirada de las cintas que delimitan las parcelas de muestreo y consideraciones para su reinstalación en el futuro **51**
4.6 Información general de la *zona piloto* **51**

5 *Diseño de muestreos complementarios y métodos para la toma de datos (MECO)* **53**
5.1 Muestreos complementarios en los *cuadrados de 1 m²* **54**
5.1.1 Muestreo de briófitos y líquenes en los *cuadrados de 1 m²* **54**
5.1.2 *Recuentos de frecuencia* en las subparcelas de los *cuadrados de 1 m²* **54**
5.1.3 *Cuadrados de 1 m² complementarios* en la curva de nivel de los 10 m **55**

5.2 Muestreo complementario en las *secciones del área cimera* **56**
5.2.1 Muestreo de briófitos y líquenes en las secci*secciones del área cimera* **56**
5.2.2 Muestreo de la cobertura de especies en las *secciones del área cimera* con el *método por línea de Puntos y Área Flexible* (*PAF*) **56**
5.3 *Muestreo de especies por línea de puntos en cuadrados de 10×10 m* **58**
5.3.1 *Muestreo de plantas vasculares por línea de puntos en cuadrados de 10×10 m* **59**
5.3.2 Anotación de especies adicionales en los *cuadrados de 10×10 m* **60**

6 Manejo de los datos y su gestión 61
6.1 Lista de especies **61**
6.2 Entrada de los datos, su coherencia y almacenamiento **62**
6.3 Mantenimiento de la *documentación fotográfica* **64**
6.4 *Derechos de propiedad e intercambio de los datos* **64**

7 *Estudios adicionales* de GLORIA *(ENAD)* 65
7.1 *Seguimiento* GLORIA *de la flora ladera abajo* **67**
7.2 *Muestreo de invertebrados* en las cimas GLORIA **72**
7.3 *Muestreo de artrópodos asociado* a GLORIA **74**
7.4 *Muestreo herpetológico* en las cimas GLORIA **77**
7.5 *Variabilidad del suelo* en las cimas de GLORIA **81**
7.6 Aspectos socioeconómicos y culturales en las *áreas experimentales* de GLORIA **83**
7.7 *Integración de los estudios etnobotánicos* en GLORIA **88**

GLOSARIO alfabético español-inglés 91
GLOSARIO alfabético inglés-español 100

Lista de Recuadros 106
Lista de Tablas 106
Lista de Figuras 107
Referencias citadas 108

ANEXO I: Materiales necesarios para el establecimiento de las parcelas y para la toma de datos 117
ANEXO II: Formularios para la toma de datos, PARTE 1: Formularios 123
Formularios para la toma de datos, PARTE 2: Hojas modelo (en inglés) 135
ANEXO III: Codificación de la documentación fotográfica 147

* Las términos en *cursiva* se explican en el glosario.

PREFACIO

GLORIA, acrónimo de "Global Observation Research Initiative in Alpine Environments", es decir, la Iniciativa para la Investigación y el Seguimiento Global de los Ambientes Alpinos, es un proyecto internacional de observación a largo plazo para evaluar los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad de la alta montaña del planeta. Como requisito imprescindible comenzamos diseñando un muestreo aplicable en cualquier área de montaña y con el que pudiéramos comparar las diferentes regiones montañosas del mundo.

Esta es la quinta versión del manual de campo de GLORIA, que describe con detalle el muestreo básico o estándar del *Estudio de las cimas* GLORIA, con las pautas para la selección de sitio, instalación de parcelas y recopilación de datos. Además, incluye métodos de las actividades opcionales complementarias y una descripción de otras actividades adicionales que están en marcha o se han iniciado recientemente en el marco de GLORIA. En el manual de campo se describe técnicamente la metodología, pero no se hacen consideraciones sobre los resultados ni se dan orientaciones para presentarlos a la comunidad científica o al público en general.

En el capítulo introductorio (1) del manual se describen los fundamentos de la red de observación internacional para la investigación ecológica y biogeográfica del impacto del cambio climático en las biotas de alta montaña. El capítulo 2 enumera los criterios para la selección de los sistemas montañosos (las zonas piloto) y las *cima*s aptas para el trabajo. En los capítulos 3 y 4 se describe detalladamente el procedimiento estándar del *estudio de las cimas*. Para facilitar el trabajo de campo, se ha dividido en varios apartados con los sucesivos PASOS METODOLÓGICOS ordenados alfabéticamente (A–V). El capítulo 5 describe métodos complementarios opcionales que pueden ser aplicados dentro de las zonas piloto de GLORIA. El capítulo 6 informa sobre el procesado y manejo de los datos obtenidos. En el capítulo 7 se describen las actividades o aproximaciones adicionales desarrolladas en las zonas piloto de GLORIA: estudios faunísticos, transectos en laderas de las montañas, estudios del suelo, conocimientos tradicionales o cambios socio-económicos en las regiones de GLORIA. En los recuadros se proporciona información adicional o se anotan consideraciones generales sobre un método particular o un determinado paso metodológico. Finalmente, un glosario explica los términos, expresiones o conceptos usados en este manual y su correspondencia en inglés.

La cuarta versión de este manual se basó en los trabajos de campo desarrollados en toda Europa durante los veranos de 2001 y 2002 en 18 zonas piloto, lo cual implicó su desarrollo completo en 72 *cima*s. Esta primera aplicación a gran escala formó parte del proyecto GLORIA-EUROPE en el ámbito del V RTD Programa Marco de la Comisión Europea. Además, otras áreas piloto se habían establecido en otros continentes. Dicha versión cuarta fue editada por la Oficina de Publicaciones Oficiales de la Comunidad Europea en 2004 y se tradujo al español y chino.

Desde entonces, el número de equipos GLORIA se ha multiplicado casi por seis, con alrededor de 120 zonas piloto distribuidas en seis continentes. Esta quinta versión del manual de campo refleja este cambio, pues hemos pasado de una proyección básicamente europea a todo el mundo. Por ello, el muestreo estándar de las *cima*s se ha revisado para que pueda ser aplicado a escala mundial. Además, este nuevo manual incluye otras actividades relacionadas con GLORIA que ya se han puesto en marcha en varias regiones. Este manual revisado se basa en las discusiones y acuerdos tomados en la conferencia de GLORIA celebrada en Perth (Escocia, Reino Unido), en septiembre de 2010, a la cual asistieron participantes de 34 países de todos los continentes.

La lista completa de las áreas piloto del proyecto GLORIA se puede consultar en nuestra página web: www.gloria.ac.at. Para instalar una nueva *zona piloto* GLORIA rogamos consulten la web ante posibles cambios y, en todo caso, contacten con los coordinadores del proyecto.

Una vez más, reiteramos nuestro agradecimiento a todas las personas que han contribuido al desarrollo de esta *Aproximación al estudio de las cimas* en el ámbito de GLORIA y a la revisión o ampliación del manual para el trabajo de campo. Nuestros mejores deseos para las próximas investigaciones sobre el terreno.

El equipo de coordinación de GLORIA
Viena, junio de 2014

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a todos los que han apoyado y contribuido al desarrollo de la red GLORIA internacional y su programa de investigación, desde las estimulantes discusiones iniciales de la *Aproximación al estudio de las cimas* en la *Conference on Environmental and Societal Change in Mountain Regions* (Conferencia sobre Medio Ambiente y Cambio Social en las Regiones de Montaña, celebrada en Oxford, Reino Unido, en 1997) y de la conferencia inaugural del *Global Mountain Biodiversity Assessment* (GMBA, Evaluación de la Biodiversidad Mundial de Montañas, celebrada en Rigi, Suiza, en 2000).

También expresamos nuestro reconocimiento a diferentes patrocinadores. En la fase de prueba y desarrollo inicial fueron decisivos la Academia de Ciencias de Austria (ÖAW), a través de una contribución al Programa Internacional Geosfera-Biosfera (IGBP), la Universidad de Viena y el Ministerio Federal de Educación, Ciencia y Cultura de Austria. La fase de implementación de GLORIA comenzó a través del V RTD Programa Marco de la Unión Europea con el proyecto paneuropeo GLORIA-Europa (EVK2-CT-2000-0056), siendo funcionarios de la Comisión Europea Alan Cross y Riccardo Casale. Precisamente, fue Alan Cross quien dijo que "este proyecto tenía un enorme potencial", palabras sobradamente cumplidas una década después de finalizar ese proyecto, a la vista de la escala global alcanzada por este programa.

El segundo muestreo y la ampliación de la red en todo el mundo han sido apoyados por varias instituciones intergubernamentales, como el programa MaB de la UNESCO, la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) / Centro Temático Europeo sobre la Diversidad Biológica, el VI RDT Programa Marco de la Unión Europea, la Agenda Ambiental de la Comunidad Andina (CAN), el Programa Andes de Cooperación Suiza para el Desarrollo, así como el Centro Internacional para el Desarrollo Integrado de las Montañas de la región del Hindu Kush-Himalaya (ICIMOD). Además, muchos países han financiado con fondos nacionales o regionales la puesta en marcha de zonas piloto GLORIA. Finalmente, otros importantes patrocinios provienen de fundaciones privadas y organizaciones como la suiza MAVA- Foundation for Nature Conservation, la National Geographic Society, Wildlife Conservation Society, organizaciones no gubernamentales como The Nature Conservancy, Conservation International y un gran número de instituciones de investigación y consorcios incluyendo CONDESAN, Misouri Botanical Garden y CIRMOUNT.

El equipo de coordinación de GLORIA coordination está afiliado con el Institute for Interdisciplinary Mountain Research at the Austrian Academy of Science (ÖAW) y el Center for Global Change and Sustainability at the University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU), Viena, y fue apoyado por el Austrian Federal Ministries BMWF, BMLFUW, el gobierno del Tirol y la fundación Swiss MAVA; este último también proporcionó fondos especialmente para esta versión revisada del manual de campo.

Como la mayoría de las áreas piloto de GLORIA se encuentran dentro de áreas protegidas, merece un particular agradecimiento el apoyo continuado de las autoridades que gestionan los parques nacionales, reservas de la biosfera de la UNESCO y las áreas protegidas regionales.

El desarrollo y mantenimiento de la red GLORIA no habrían sido posibles sin el compromiso continuado de gran cantidad de devotos biólogos, geógrafos y conservacionistas que proporcionaron asesoramiento, contribuyeron a versiones anteriores del manual de campo GLORIA, supervisaron los estudios de campo o colaboraron en ellos (alrededor de 500 personas participaron en el marco de GLORIA) y, finalmente, contribuyeron a recopilar y analizar los datos.

En este sentido, reconocemos los importantes esfuerzos de: Clemens Abs (Berchtesgaden, DE), Ana I. Acín (Jaca, ES), Manuel Alcántara (Gobierno de Aragón, Zaragoza, ES), Patricio Andino (Quito, EC), Jaroslav Andrle (Vrchlabi, CZ), Kerstin Anschlag (Bonn, DE), Marco Arenas Aspilcueta (Huaraz, PE), Kevin Arseneau (Moncton, New Brunswick, CA), Alberto Arzak (Bilbao, ES), Isabel W. Ashton (Fort Collins, Colorado, US), Serge Aubert (Grenoble, FR), Svetlana Babina (Kuznetskiy Alatau BR, RU), Selene Báez (Quito, EC), Barry Baker (Fort Collins, Colorado, US), Gretchen Baker (Baker, Nevada, US), Christian Bay (Copenhague, DK), Neil Bayfield (Glassel, UK), María Teresa Becerra (Bogotá, CO), Valeria Becette (Chilecito, AR), Andreas Beiser (Feldkirch, AT), Rosita Soto Benavides (Copiapó, CL), Elizabeth Bergstrom (Nevada, US), Tomas Bergström (Östersund, SE), Jean-Luc Borel (Grenoble, FR), Phyllis Pineda Bovin (Fort Collins, Colorado, US), Maurizio Bovio (Aosta, IT), Frank Breiner (Bayreuth, DE), Stanislav Brezina (Vrchlabi, CZ), Michael Britten (Fort Collins, Colorado, US), Álvaro Bueno Sánchez (Oviedo, ES), Harald Bugmann (Zurich, CH), Ramona J. Butz (La Merced, California, US), Matilde Cabrera (Gobierno de Aragón, Zaragoza, ES), Martin Camenisch (Chur, CH), Rolando Céspedes (La Paz, BO), Gustavo Chacón (Cuenca, EC), Ram Prasad Chaudhari (Kathmandú, NP), Nakul Chettri (Kathmandú, NP), Svetlana Chukhontseva (Altaiskiy BR, RU), Jane Cipra (Death Valley, California, US), Pierre Commenville (Nice, FR), Craig Conely (Las Vegas, Nuevo México,

US), Emmanuel Corcket (Grenoble, FR), Marco Cortes (Temuco, CL), Julie Crawford (Silverton, Colorado, US), Ana Soledad Cuello (Tucumán, AR), Susie Dain-Owens (Salt Lake City, Utah, US), Evgeny A. Davydov (Barnaul, Altai, RU), Thomas Dirnböck (Viena, AT), Jiri Dolezal (Třeboň, CZ), Pablo Dourojeanni (Huaraz, PE), Fabian Drenkhan (Lima, PE), Stefan Dullinger (Viena, AT), Miroslav Dvorský (Ceske Budejovice, CZ), Paul Alexander Eguiguren (Loja, EC), Rodrigo Espinosa (Quito, EC), Angie Evenden (Berkley, California, US), George Fayvush (Yerevan, AM), José Ignacio Alonso Felpete (Oviedo, ES), Miltón Fernández (Cochabamba, BO), Thomas Fickert (Passau, DE), Anton Fischer (Freising, DE), Guillaume Fortin (Moncton, New Brunswick, CA), Andrés Fuentes Ramírez (Temuco, CL), Zaira Gallardo (Piura, PE), Luis Enrique Gámez (Mérida, VE), Thomas Gassner (Viena, AT), Carmen Giancola (Isernia, IT), Andreas Goetz (Schaan, LI), Markus Gottfried (Viena, AT), Ricardo Grau (Tucumán, AR), Greg Greenwood (Berne, CH), Friederike Grüninger (Passau, DE), Matteo Gualmini (Parma, IT), Sylvia Haultain (Three Rivers, California, US), Kimberly Heinemeyer (Salt Lake City, Utah, US), Andreas Hemp (Bayreuth, DE), Wendy Hill (Southport, AU), Daniela Hohenwallner (Innsbruck, AT), Karen Holzer (West Glacier, Montana, US), Margaret Horner (Baker, Nevada, US), Michael Hoschitz (Viena, AT), Erick Enrique Hoyos Granda (Piura, PE), Karl Hülber (Viena, AT), Hakan Hytteborn (Trondheim, NO), David Inouye (La Merced, California, US), Javier Irazábal (Quito, EC), Zoltan Jablonovszki (Cluj-Napoca, RO), Glen Jamieson (Parksville, Columbia Británica, CA), Ricardo Jaramillo (Quito, EC), Michael T. Jones (Concord, Massachusetts, US), Janet Jorgenson (Fairbanks, Alaska, US), Mary T. Kalin Arroyo (Santiago, CL), Vladislav Kanzai (Kyzyl, Tuva, RU), Rüdiger Kaufmann (Innsbruck, AT), James B. Kirkpatrick (Hobart, Tasmania, AU), Martin Klipp (Graz, AT), Roksana Knapik (Jelenia Gora, PL), Katie Konchar (San Luis, Misuri, US), Christian Körner (Basilea, CH), Daniel Kreiner (Admont, AT), Ditte Katrine Kristensen (Copenhague, DK), Hörður Kristinsson (Akureyri, IS), Thomas Kudernatsch (Freising, DE), Lara Kueppers (La Merced, California, US), Sonya Laimer (Viena, AT), Kristin Legg (Bozeman, Montana, US), Benoít Lequette (Saint-Denis, Reunión, FR), Christian Lettner (Viena, AT), Li Haomin (Kunming, Yunnan, CN), Javier Loidi Arregui (Bilbao, ES), Kristin Long (Grand Junction, Colorado, US), Jennifer Lyman (Billings, Montana, US), Tania Maegli (Dunedin, NZ), Guillermo Martinez Pastur (Ushuaia, AR), Paul McLaughlin (Fort Collins, Colorado, US), Richard McNeill (Las Vegas, Nuevo México, US), Iván Mejía (Piura, PE), Tanja Menegalija (Bled, SI), Bruno Messerli (Berna, CH), Pascale Michel (Dunedin, NZ), Michael Miller (Revelstoke, CA), Alain Morand (Nice, FR), John Morgan (Bundoora, Victoria, AU), Umberto Morra di Cella (Aosta, IT), Kathren Murrell (Davis, US), Ingemar Näslund (Östersund, SE), Alkinoos Nikolaidis (Chania, GR), Koren Nydick (Silverton, Colorado, US), Tatiana Lizbeth Ojeda Luna (Loja, EC), Ramiro Ortega (Cusco, PE), Stu Osbrack (Albany, California, US), Federico G. Osorio (Vancouver, Columbia Británica, CA), Július Oszlányi (Bratislava, SK), Vasilios Papanastasis (Salónica, GR), Chelsy Passmore (Anchorage, Alaska, US), Imogen Pearce (Banchory, UK), Baard Pedersen (Trondheim, NO), Pablo Peri (Río Gallegos, Argentina), Martina Petey (Aosta, IT), Martin Price (Perth, UK), Francisco Prieto (Quito, EC), Martin Prinz (Viena, AT), Daniel Pritchett (Bishop, California, US), Gopal S. Rawat (Kathmandú, NP), Mel Reasoner (Kamloops, Columbia Británica, CA), Michael Richter (Erlangen, DE), Nanci Ross (San Luis, Misuri, US), Natalia Samaniego (Loja, EC), Cyrus Samimi (Bayreuth, DE), Lina Sarmiento (Mérida, VE), Alyona Sashko (Shushenskoe, Krasnoyarskiy Kray, RU), Toshiyuki Sato (Matsumoto, JP), Ken Sato (Sapporo, JP), Norbert Sauberer (Viena, AT), Stefan Schindler (Viena, AT), Niels Martin Schmidt (Copenhague, DK), Jutta Schmidt-Gengenbach (Los Ángeles, California, US), Natalie Schulz (Lima, PE), Eklabya Sharma (Kathmandú, NP), Douglas Sheil (Bwindi, UG), Dan Smith (Victoria, Columbia Británica, CA), Rosina Soler Esteban (Ushuaia, AR), Torstein Solhøy (Bergen, NO), Eva Spehn (Basilea, CH), Hermann Stockinger (Viena, AT), David Suárez (Quito, EC), Michael Suen (Viena, AT), Stephen S. Talbot (Anchorage, Alaska, US), Natali Thompson Baldiviezo (La Paz, BO), Martín E. Timaná (Lima, PE), Tadeja Trošt Sedej (Liubliana, SI), Alfredo Tupayachi (Cusco, PE), Linda Turner (Banchory, UK), Nancy Turner (Victoria, Columbia Británica, CA), Tudor Ursu (Cluj-Napoca, RO), Miriam van Heist (Bwindi, UG), Omar Varela (Chilecito, AR), María Isabel Vieira (Bogotá, CO), Elena Villagrasa (PNOMP, Huesca, ES), Ricardo Villanueva (Huaraz, PE), Paolo Villegas (Piura, PE), Paul Viñas (Piura, PE), Ioannis Vogiatzakis (Chania, GR), Monika Wenzl (Sabadell, ES), Robert D. Westfall (Albany, California, US), Lisabeth L. Willey (Amherst, Massachusetts, US), Wu Ning (Chengdu, Sichuan, CN & Kathmandú, NP), Yi Shaoliang (Kathmandú, NP), Alexander Zateev (Ust Koksa, Altai, RU), y muchos más que han participado en el trabajo de campo GLORIA y no puede ser mencionados aquí.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 EL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL *BIOMA ALPINO*

El proyecto de investigación GLORIA (Iniciativa para la Investigación y el Seguimiento Global de los Ambientes Alpinos) tiene por objeto establecer una red para la observación a largo plazo y el estudio comparativo de los impactos del cambio climático en la biodiversidad de la alta montaña (Grabherr et al. 2000, Pauli et al. 2009, Grabherr et al. 2010).

La Biosfera está experimentando un continuo y rápido cambio climático (Solomon et al. 2007). A nivel mundial, desde mediados del siglo XX, los gases de efecto invernadero (GEI) contribuyeron a calentar 0,85K, con una incertidumbre 5-95% de 0,6-1K, donde al menos el 74% (± 12%) del aumento de la temperatura observada desde 1950 fue causado por el ser humano (inducido por forzamiento radiativo[1]), y menos del 26% (± 12%) por la variabilidad interna (Huber & Knutti 2012). Las últimas tres décadas han sido progresivamente más cálidas que las anteriores (Hartmann et al. 2013), y la década 2000-2009 fue la más cálida desde que hay registros instrumentales (Arndt et al. 2010). Las predicciones del calentamiento global de la superficie terrestre, desde 2,6°C hasta 4,8°C hacia el final del siglo XXI, con relación a 1986-2005 (Collins et al. 2013), podrían alterar drásticamente los patrones conocidos de la Biosfera. Todos los ecosistemas se verán afectados por el cambio climático, pero los de la *biozona alpina* –es decir, la alta montaña, situada por encima del *límite superior de la vida arbórea*– se consideran particularmente sensibles a dicho calentamiento, puesto que están condicionados por las bajas temperaturas (Sala et al. 2000).

Largas series de observaciones confirman la idea de que está teniendo lugar un calentamiento climático en los ambientes de alta montaña en todos los biomas (Price & Barry 1997, Haeberli et al. 2007, Vuille et al. 2008). Actuando directamente sobre la temperatura y la precipitación o provocando consecuencias indirectas, por ejemplo cambios en el permafrost y en la dinámica de las perturbaciones, los efectos del cambio climático pueden alterar la biodiversidad, conducir a su disminución e incluso provocar la extinción de diversas especies. Los modelos predictivos de los impactos del cambio climático en la diversidad vegetal indican que las regiones montañosas podrían estar entre las más vulnerables (Halloy & Mark 2003, Thuiller et al. 2005).

Hábitats adecuados para muchas especies vegetales de alta montaña podrían reducirse drásticamente o desaparecer a finales del s. XXI, sobre todo si al calentamiento climático se suma la disminución de la precipitación (Van de Ven et al. 2007, Engler et al. 2011, McCain et Colwell 2011, Tovar et al. 2013). Aunque las plantas alpinas no desaparezcan rápidamente de hábitats cada vez más inadecuados, después de algunas décadas habrá que pagar una creciente "deuda de extinción"[2] si las plantas son incapaces de adaptarse a las condiciones cambiantes (Dullinger et al. 2012).

Por lo general, se espera una disminución de las plantas alpinas, más exigentes en luz y de menor tamaño, ante la competencia creciente de otras de mayor talla, debido al ascenso del *límite superior de los árboles* o treeline (Devi et al. 2008, Harsch et al. 2009, Feeley et al. 2011). Sin duda, este ascenso de los bosques de montaña se traduciría en una reducción relativa mucho mayor de la superficie terrestre del *piso alpino*, dada su pequeñez (Körner 2012).

La gravedad de esas "hipótesis de extinción" sólo podrá documentarse por medio de un *seguimiento in situ* a largo plazo. Sin embargo, al contrario de lo que ocurre en los campos de la meteorología y la glaciología, apenas se conocen observaciones a largo plazo para detectar los impactos del cambio climático en los ecosistemas alpinos. Entre esas excepciones citaremos las antiguas observaciones sobre los hábitats cimeros de los Alpes, las montañas escocesas y los Alpes escandinavos llevadas a cabo en el s. XIX. Su repetición actual ha mostrado que las *plantas vasculares* han ido colonizando territorios más elevados (Grabherr et al. 1994, 2001, Klanderud & Birks 2003, Britton et al. 2009, Stöckli et al. 2012, Wipf et al. 2013). Por otra parte, Walther et al. (2005) demostraron que el aumento en el número de especies vegetales se produjo a un ritmo más rápido durante las últimas décadas. Por ello, cabe aceptar como proceso continuo y acelerado un ascenso de las plantas en altitud, migración inducida por el calentamiento antropogénico reciente del clima. Se espera que los cambios en la distribución de las especies y su capacidad para compensar las pérdidas de hábitat varíen mucho entre las especies y que su respuesta no sea lineal, lo que podría dar lugar a contracciones repentinas o expansiones bruscas cuando se superen ciertos umbrales climáticos (Doak & Morris 2010).

Los análisis a gran escala y las revisiones científicas ponen de manifiesto dichos impactos ecológicos del cambio climático, y ello se observa desde los ambientes terrestres

[1] El forzamiento radiativo es un indicador de la influencia que determinado factor ejerce sobre el balance de energía entrante y saliente del sistema Tierra-atmósfera, y constituye un índice de la importancia de ese factor como posible mecanismo de cambio climático. En el informe del IPCC, los valores del forzamiento radiativo corresponden a cambios referidos a las condiciones de la era preindustrial, fijadas en 1750, y están expresados en watios por metro cuadrado (W/m^2).

[2] Se habla de especies que ya han recorrido una buena parte del camino hacia su extinción, aunque todavía no lo hayan hecho, debido a que las condiciones óptimas o su espacio vital están desapareciendo.

condicionados por las bajas temperaturas hasta los medios marinos tropicales (Walther et al. 2002, Parmesan & Yohe 2003, Root et al. 2003). Un meta-análisis sobre una amplia gama de organismos mostró que la tasa de cambio creciente era dos o tres veces mayor que la publicada hasta el momento (Chen et al. 2011).

Aunque la heterogeneidad geomorfológica y la variación resultante en términos microclimáticos (Scherrer & Körner 2010), así como la gran extensión vertical de muchas cordilleras pueden proporcionar refugios locales a la flora alpina (Gottfried et al. 1999, Randin et al. 2009), la repetición de los muestreos GLORIA indica una progresiva reducción de los ambientes fríos y los hábitats alpinos, más una disminución del número de especies en algunas regiones de montaña.

Seguimientos recientes en la red de GLORIA-Europe demostraron que la vegetación alpina ha experimentado un incremento de las *plantas termófilas* (adaptadas a los ambientes cálidos), las cuales habitan por lo general en altitudes más bajas; opuestamente, se ha comprobado una disminución simultánea de especies criófilas –adaptadas al frío– que solo aparecen a gran altitud (Gottfried et al. 2012).

En todo el continente se observó esta "*termofilización*" de las comunidades de plantas alpinas (Gottfried et al. 2012), así como una elevación general de las especies vegetales (Pauli et al. 2012). En Europa septentrional y central se ha comprobado que durante la última década aumentó el número de especies (Erschbamer et al. 2011, Pauli et al. 2012). Sin embargo, en los Alpes se produjo una disminución del *recubrimiento* en el límite inferior de distribución de especies de gran altitud extremas (Pauli et al. 2007), con un desplazamiento simultáneo al alza del límite de la nieve de verano (Gottfried et al. 2011).

En la Europa del sur mediterránea, allí donde se produjo un aumento de las temperaturas combinado con la disminución de la precipitación (Mariotti et al. 2008, del Río et al. 2011), el número de especies se ha mantenido o incluso disminuye en casi todas las cumbres (Pauli et al. 2012). En las Montañas Nevadas de Australia se ha observado recientemente un aumento de arbustos de mayor talla en las cumbres más bajas, y de gramíneas a lo largo del gradiente altitudinal (Venn et al. 2014).

En su versión estándar, el proyecto GLORIA ya se ha puesto en marcha en más de 100 cordilleras de seis continentes, y se prevé su extensión a los principales sistemas montañosos de la Tierra, multiplicándose las áreas piloto para incluir territorios alpinos únicos o de alta biodiversidad.

Este proceso se acomoda a las demandas internacionales de investigación, como por ejemplo las impulsadas por la Mountain Research Initiative (MRI) del IGBP (Becker & Bugmann 1997, 1999) y por el GTOS (Global Terrestrial Observing System, Sistema Mundial de Observación Terrestre) en la década de 1990 y, más tarde, aún con mayor alcance, por el World Conservation Monitoring Centre (WCMC) del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP/PNUMA). Los esfuerzos más recientes se llevan a cabo por GEO BON, asociación mundial para recoger, gestionar, analizar y aportar datos en relación con el estado de la biodiversidad del mundo (Scholes et al. 2008), todo ello en el contexto de los objetivos de Aichi para la Diversidad Biológica (UNEP-CDB 2012). GLORIA también está en estrecha cooperación con el Global Mountain Biodiversity Assessment (*GMBA*) puesto en marcha por el programa internacional DIVERSITAS (Körner & Spehn 2002, Spehn 2011).

GLORIA centra su atención en la *biozona alpina* (es decir, áreas de alta montaña), la cual podemos definir como el área situada por encima del nivel en que las bajas temperaturas determinan el límite del bosque (forestline); incluiría el *ecotono del límite superior de los árboles* (treeline) más los niveles alpino y nival. La *biozona alpina* resulta ser la única unidad biogeográfica distribuida por todo el mundo (Körner 2003, Nagy & Grabherr 2009, Körner et al. 2011). Además, en no pocos países a la vegetación de alta montaña no llegan directamente los impactos humanos o lo hacen menos intensamente que a altitudes inferiores. En resumen, la *biozona alpina* ofrece una oportunidad única para el *seguimiento* comparativo del impacto climático.

El prototipo para el *seguimiento* estándar a largo plazo de GLORIA y su correspondiente método (*Aproximación al estudio de las cimas*) se probaron por primera vez en el noreste de los Alpes Calcáreos (Austria) en 1998 y en la Sierra Nevada (España) en 1999 (Pauli et al. 2003). En 2001 se establecieron ya 18 áreas piloto en 72 cumbres por toda Europa, gracias al proyecto GLORIA-Europe (Grabherr et al. 2001, Pauli et al. 2004) apoyado por el V Programa Marco de la Unión Europea. Luego, en 2003 y 2004 se establecieron las primeras zonas piloto en las Montañas Rocosas de los EE.UU., en el sur del Perú así como en Nueva Zelanda y Australia. Durante la década siguiente, la red se ha expandido rápidamente por todos los continentes hasta superar en 2014 las 115 áreas piloto.

Esta versión del manual para el trabajo de campo GLORIA recoge la experiencia adquirida a través de esta amplia ejecución. La metodología fue diseñada para su aplicación universal en ambientes alpinos de montaña, desde latitudes polares a tropicales. Este manual de campo detalla el método para el *seguimiento* estándar de GLORIA y también da una visión general de actividades tanto complementarias como adicionales de GLORIA, las cuales se relacionan con el cambio global y el clima en las regiones montañosas pero tienen carácter opcional.

1.2 OBJETIVOS Y PROPÓSITOS

El propósito de GLORIA consiste en implantar y mantener una red operativa de observación a largo plazo ca-

paz de aportar datos estandarizados sobre vegetación y biodiversidad alpinas a escala global para el *seguimiento* del bioma alpino y la mejor comprensión de su respuesta al cambio climático. Se trata de identificar indicadores globales de los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad de los ambientes naturales o seminaturales y, más concretamente, de evaluar los riesgos de pérdida de biodiversidad a gran escala partiendo de la escala regional, así como calibrar la vulnerabilidad de los ecosistemas de la alta montaña sometidos a la presión del cambio climático.

Con este fin, las observaciones sobre las especies llevadas a cabo *in situ* nos parecen cruciales, ya que por lo común las comunidades vegetales no responden al calentamiento climático en su conjunto, sino que cada especie dará su propia respuesta por separado (Ammann 1995, Grabherr et al. 1995, Gottfried et al. 1998, Rosenzweig et al. 2008, Vittoz et al. 2009). Lo que para una especie es demasiado cálido para otra puede ser apropiado. Allí donde una especie responde con una migración, otra puede ver muy restringido su desplazamiento hacia nuevos hábitats. Así pues, la migración de las especies provocada por el calentamiento conduciría a nuevas combinaciones, tanto en el lugar estudiado como en nuevos parajes. Tales movimientos diferenciados pueden alterar asimismo las relaciones interespecíficas en los ecosistemas actuales (Root et al. 2003), lo cual puede entrañar cambios en su funcionamiento e incluso pérdidas importantes de biodiversidad. Körner (2002) constató que uno de los beneficios de la riqueza biológica consiste en que nos asegura frente a una "desintegración del sistema". Ya decía Margalef (1974) que la diversidad en el espacio asegura la estabilidad en el tiempo. Sin duda, la vegetación inalterada aumenta la estabilidad, máxime en los ambientes montañosos, donde su propia integridad y permanencia depende de la dinámica de las laderas.

La vegetación rica en especies o los ecosistemas complejos pueden mostrar cierta redundancia funcional entre sus especies. Sin embargo, se espera que dicha redundancia varíe ante cambios bruscos abióticos y, por tanto, ciertas funciones que inicialmente eran redundantes pueden resultar decisivas para sostener el buen funcionamiento de los ecosistemas en laderas inestables.

En consecuencia, los objetivos básicos del *Estudio de las cimas* en el ámbito de GLORIA son los siguientes:

- Suministrar datos estándar cuantitativos sobre la riqueza de especies, su *cobertura* y abundancia, sobre la superficie descubierta, la temperatura del suelo y el período de innivación a lo largo de los principales gradientes climáticos, en cordilleras de todo el Mundo.
- Cuantificar los cambios en las especies y la distribución de la vegetación gracias a la observación a largo plazo y el *seguimiento* de parcelas permanentes, repitiendo las observaciones a intervalos de cinco a diez años. Esos cambios en los patrones de vegetación de alta montaña se pueden manifestar de diferentes maneras, migración o la desaparición de especies, aumento o disminución del *recubrimiento* o la abundancia de las especies, ya sea por respuesta a factores abióticos o bióticos tales como la competencia.
- Cuantificar cambios en el ambiente abiótico tales como la superficie descubierta de vegetación o el régimen térmico. Gracias a la medición horaria de la temperatura del suelo podemos calcular índices térmicos –medias, mínimas, máximas–, bien anualmente, bien por estaciones o períodos determinados. Todo ello nos permite calcular el período vegetativo a partir de las fechas de congelación y deshielo del suelo.
- Desvelar indicadores –que sean globalmente aplicables y comparables– de los impactos provocados por el cambio climático en la vegetación alpina y en la biodiversidad de ambientes naturales y seminaturales.
- Evaluar los riesgos de pérdidas de biodiversidad o incrementos de la inestabilidad de los ecosistemas debidos al cambio climático.
- Proporcionar información para elaborar estrategias y plantear medidas de conservación destinadas a mitigar las mencionadas amenazas para la biodiversidad inducidas por el cambio climático.

Para apoyar el desarrollo de indicadores efectivos sobre las especies, hemos tomado de la bibliográfía y bases de datos informaciones diversas como la distribución geográfica, el rango altitudinal, la forma vital, la morfología y valores indicadores ecológicos (p. ej. Halloy 1990, Halloy & Mark 1996, Ramsay & Oxley 1997, Landolt et al. 2010, Klimešová et al. 2011) o *rasgos funcionales de plantas* (p. ej. Cornelissen et al. 2003, Pohl et al. 2011, Venn et al. 2011, Venn et al. 2014). Por ejemplo, los datos sobre los rangos altitudinales de las especies de las plantas europeas de montaña, fueron estandarizados como perfiles altitudinales de especies que fueron utilizados para asignar los rangos altitudinales de las especies para calcular un indicador de la vegetación térmico y un *indicador de termofilización* de la vegetación de montaña (véase Gottfried et al. 2012).

Por ejemplo, a partir de los datos altitudinales de las especies vegetales europeas se ha hecho una estandarización, lo que ha permitido definir una serie de *perfiles altitudinales para las especies* usados para asignar unos *rangos altitudinales para las especies.* Ello nos permite calcular un *indicador térmico de la vegetación* y un *indicador de la termofilización* de la vegetación de montaña (véase Gottfried et al. 2012). Los desplazamientos altitudinales de las especies pueden ser calculados mediante un *índice altitudinal*, exclusivamen-

te derivados de los datos de campo (véase Pauli et al. 2012). Para evaluar el riesgo potencial de pérdida de biodiversidad se utilizaron datos sobre la distribución de lñas especies en general y los endemismos en particular, obtenidos de la literatura (Kazakis et al. 2007, Fernández Calzado et al. 2012, Pauli et al. 2012, Venn et al. 2012).

Para la evaluación e interpretación de los cambios observados en el contexto ecológico y biogeográfico más amplio, nos referimos a Malanson et al. (2011) y recordamis aquí sus conclusiones: "En los programas de seguimiento, como GLORIA, la evaluación de los cambios observados en la vegetación alpina en las próximas décadas requerirá de una comprensión más detallada de las relaciones de las especies con el medio, la biogeografía de las especies individualmente y en combinación. El contexto necesario para la interpretación es fácil de identificar (es decir, las relaciones espacio-temporales entre escalas que incluyan el equilibrio y la dinámica de no equilibrio), pero difícil de captar. Por otra parte, sólo tenemos una débil base de conocimientos para conseguir una potencial mitigación en respuesta al cambio climático. Para superar estas limitaciones hay que construir una teoría, a partir de la biogeografía y de los métodos de evaluación de semejanza que se han desarrollado durante el mismo período". Por otra parte, las influencias pasadas y actuales en los usos delsuelo son factores relevantes que interfieren en muchas regiones de montaña (Baied & Wheeler 1993, Price et al. 2013) que deben tenerse en cuenta.

1.3 EL PAPEL DEL PROYECTO GLORIA

Para una evaluación integral de los impactos ecológicos del cambio climático en los ecosistemas naturales y seminaturales, son importantes los modelos predictivos o experimentales, el estudio de procesos y, desde luego, las observaciones a largo plazo. En este sentido, GLORIA centra su planteamiento en la observación a largo plazo, mediante la puesta en marcha de una red mundial de zonas piloto eficaz para observar *in situ* las comunidades terrestres en áreas de montaña. Los ecosistemas alpinos cumplen estos requisitos porque:

- se dan en todos los continentes y en los principales biomas de la Tierra,
- por lo general están condicionados por las bajas temperaturas
- se sabe o se espera que respondan al calentamiento climático.

GLORIA aprovecha el valor indicador de los organismos alpinos para documentar las implicaciones ecológicas del cambio climático. En la práctica, su uso se basa en observaciones concretas *in situ*, las cuales nunca podrán ser sustituidas por la observación remota.

GLORIA aprovecha el valor indicador de los organismos alpinos para documentar las implicaciones ecológicas del cambio climático. En la práctica, su uso se basa en observaciones concretas *in situ*, las cuales nunca podrán ser sustituidas por la observación remota.

Para conseguir una red efectiva y estandarizada a gran

RECUADRO 1.1 LOS TRES NIVELES DE TRABAJO DE GLORIA

- El *MÉtodo de MUestreo Estándar* (*MEMUE*): es el procedimiento básico requerido para formar parte de la red GLORIA. Con él se obtienen datos fundamentales sobre las *plantas vasculares* y la temperatura del suelo, datos que pueden compararse a nivel mundial. Es lo que hemos llamado el *Estudio de las cimas*, compuesto por un conjunto de cuatro cumbres de observación en cada *zona piloto* (véanse los capítulos 3 y 4).

- Los *MUestreos COmplementarios* (*MECO*) se refieren a la toma de datos complementarios sobre la flora de las áreas piloto GLORIA donde se lleva a cabo el *Estudio de las cimas*. Pueden estar relacionados con otros grupos vegetales como los briófitos o los líquenes. Se pueden llevar a cabo muestreos complementarios en las parcelas estándar establecidas (por ejemplo, calculando la frecuencia de especies en los *cuadrados de 1m²* o las especies que aparecen en las *secciones del área cimera*) o bien en otros *cuadrados de 1m²* adicionales, pero siempre dentro de las áreas cimeras (véase capítulo 5)

- Los *ENfoques ADicionales* (*ENAD*) son muestreos suplementarios que se desarrollan en una *zona piloto* de GLORIA, aunque no se limitan a las áreas cimeras (salvo excepciones). Pueden incluir estudios edafológicos, faunísticos, *seguimiento*s de flora ladera abajo o aspectos socio-económicos y culturales (véase capítulo 7).

Además de los referidos tres niveles de trabajo, se han establecido varias áreas piloto experimentales (master sites) de GLORIA para llevar a cabo investigaciones que no pueden realizarse en las zonas piloto estándar o en las cumbres de GLORIA, pues aprovechan infraestructuras científicas existentes (por ejemplo, como parte de sitios LTER, Long Term Ecological Research). Pueden incluir ensayos metodológicos para GLORIA *MEMUE*, *MECO* o *ENAD*, estudios de la nieve y el permafrost, sobre distribución de la vegetación, fenología de las plantas, experimentos controlados sobre especies, rendimiento fisiológico y modelos metodológicos con plantas alpinas. Otros estudios específicos, por ejemplo, sobre productividad primaria, sobre la actividad microbiana en los suelos, la propagación de plantas, los cambios en las precipitaciones, la deposición de nitrógeno o los *impactos del pastoreo*, ya ofrecen menos interés para interpretar cambios en la biodiversidad y la vegetación. Sea como fuere, la investigación en las áreas experimentales de GLORIA no es objeto de este manual de campo

escala, al diseñar el *Estudio de las cimas* se atendió principalmente a su capacidad de comparación, su sencillez y su economía. Este procedimiento es posible gracias a la escasa instrumentación y a su bajo coste, junto con el reducido tiempo necesario para los trabajos de campo, incluso cuando haga falta una expedición para llevarlo a cabo (Pauli et al. 2004).

Además de la aproximación básica o estándar, se pueden desarrollar diversos estudios complementarios, por ejemplo sobre otros grupos de organismos, sobre la ecología del suelo o la socioeconomía. De hecho, algunos de ellos ya están en marcha en varias *zonas piloto estándar* (*target regions*) de GLORIA o en las *zonas piloto experimentales* (*master sites*) de GLORIA (véase el Recuadro 1.1).

Esta etapa básica se centra en la biodiversidad y en la vegetación. Hemos podido comprobar que tanto los cambios en la riqueza y la *cobertura* de especies como en la composición específica son detectables en los sitios de GLORIA en menos de una década (cf. Erschbamer et al. 2011, Michelsen et al. 2011, Gottfried et al. 2012, Pauli et al. 2012).

La fuerza del *Estudio de las cimas* de GLORIA se basa en: (1) un gran número de áreas piloto, dispuestas a lo largo de los principales gradientes climáticos, ya sea en la dimensión vertical y horizontal o en la biogeográfica, abarcando los biomas más destacados; (2) tener en cuenta todas las especies de *plantas vasculares* que se localizan en cada parcela de estudio.

Ahora bien, establecer una red tupida de áreas piloto constituye un desafío que sólo podremos conseguir gracias a una comunidad mundial de biólogos comprometidos. Todo depende de investigadores capaces de sentar las bases para un programa a largo plazo, el cual podrá seguir dando resultados en futuras generaciones. Igualmente, el mantenimiento de las estructuras requeridas para la red de observación a largo plazo dependerá de una eficaz coordinación, de la cooperación con las autoridades gubernamentales, intergubernamentales u ONG, y asimismo de la apertura al público en general.

1.4 RAZONES PARA ESTUDIAR LOS AMBIENTES DE ALTA MONTAÑA

Entendemos por alta montaña la porción que se extiende por encima del límite superior natural de los árboles (o su equivalente), límite determinado por las bajas temperaturas. Generalmente, los paisajes de alta montaña han sido modelados por los glaciares –las glaciaciones tuvieron lugar por lo menos en el Pleistoceno– y en ellos las heladas condicionan mucho la edafogénesis y la estructura del suelo (consúltese a este respecto Troll 1966). Además, la pendiente es una característica de las montañas que, unida a la fuerza de la gravedad, provoca perturbaciones tan típicas que conforman los distintos hábitat de las montañas (Körner et al. 2011; www.mountainbiodiversity.org).

El ***bioma de alta montaña*** o ***biozona alpina*** se muestra como un "laboratorio natural" adecuado para el estudio y *seguimiento* los efectos de un proceso global como el cambio climático antropogénico por las siguientes razones:

- El *bioma alpino*, como la totalidad de los *biomas de alta montaña*, es el único que podemos encontrar a cualquier latitud –se distribuye por todos los *biomas zonales* (en el sentido de Walter & Breckle 2002)– desde los trópicos a las regiones polares. En consecuencia, es el único bioma terrestre donde podremos estudiar y comparar los cambios inducidos por el clima a lo largo de gradientes climáticos fundamentales, en altitud, latitud o longitud.
- Los componentes bióticos de los ecosistemas de alta montaña son relativamente sencillos, al menos en los niveles más altos. Al estar dominados por factores ecológicos abióticos relacionados con el clima, la importancia de factores bióticos tales como la competencia disminuye con la altitud. Por consiguiente, los ecosistemas situados dentro del círculo de las bajas temperaturas serán particularmente sensibles al cambio climático. Aún más, los efectos de éste serán mayores y se podrán distinguir mejor que en los ecosistemas de altitudes inferiores (Körner 1994).
- Las regiones montañosas exhiben gradientes ecológicos muy acusados como resultado del estrechamiento de las *biozonas* térmicas. Por eso, las montañas son áreas de gran diversidad de organismos (Barthlott et al. 1996) y muchas veces gozan de un alto grado de endemismo (véanse, por ejemplo, Quézel 1953; Hedberg 1969; Pawłowski 1970; Nagy & Grabherr 2009; Grabherr et al. 2010). Se comprende entonces que las pérdidas potenciales de biodiversidad debidas al cambio climático serían elevadas.
- Un rasgo relevante de las montañas es la presencia de *ecotonos* estrechos o bien definidos y, debido a restricciones climáticas, tanto la distribución de la vegetación como la composición de las especies pueden cambiar en trechos cortos. Ello hace que un desplazamiento de los límites pueda ser fácilmente reconocido en un área pequeña.
- Ciertamente, los *ambientes de alta montaña* incluyen hábitats silvestres, con ecosistemas poco modificados por la influencia humana; de hecho, en muchos países o ecorregiones la *alta montaña alpina* es el *bioma* con mayor grado de naturalidad. Así, un estudio de los impactos causados por el cambio climático puede hacerse minimizando e incluso ignorando el enmascaramiento debido a la acción humana directa sobre el terreno.

- La mayoría de las especies de alta montaña son de larga vida y apenas responderán ante oscilaciones climáticas transitorias. No obstante, un cambio sostenido del clima provocaría cambios en la composición específica, desplazamientos en el área de distribución de las plantas e incluso pondría en peligro su supervivencia, a largo plazo (véase capítulo 1.5). Incluso cambios graduales en la composición de las especies podrían ser indicativos de la magnitud y, a través de muestreos repetidos, de la velocidad de los procesos inducidos por el cambio climático.
- Los muestreos de vegetación no necesitan repetirse dentro de la misma estación, pues en alta montaña predominan las especies perennes de larga vida y todas o casi todas ellas pueden observarse en el punto álgido de un solo período vegetativo. Ahora bien, este hecho no vale para todas las montañas; así, por ejemplo, en las más cercanas al Ecuador, si bien muchas especies son visibles todo el año, algunas de ellas pueden faltar en diversos periodos del mismo.

En resumen, a largo plazo la *vigilancia* estandarizada de la biota alpina en muchos sistemas montañosos permitirá obtener: (1) la información precisa sobre cómo cambia la biodiversidad en ambientes regidos por bajas temperaturas en las principales *biozonas* terrestres del planeta, desde los trópicos hasta las regiones polares; (2) un conocimiento profundo sobre cómo afecta el clima a la biota alpina; (3) una alerta ante posibles amenazas sobre las especies y (4) estrategias y medidas de conservación específicas.

1.5 LAS PLANTAS VASCULARES COMO OBJETIVO

Entre la amplia gama de grupos de organismos que habitan los *ambientes de alta montaña*, hemos escogido las *plantas vasculares* por las siguientes razones:

- **La disponibilidad de expertos.** La identificación de los taxones hasta el nivel de especie es un requisito fundamental para el *Estudio de las cimas* de GLORIA. Sin embargo, a escala mundial no es tarea fácil, pues hay grandes diferencias regionales en la investigación taxonómica, la literatura disponible para la identificación de especies o la disponibilidad de biólogos de campo con experiencia. No obstante, la existencia de bastantes expertos en *plantas vasculares*, más que de briólogos, liquenólogos o zoólogos de invertebrados, por ejemplo, hace que la flora vascular sea el grupo de organismos de alta montaña mejor conocido. Las *plantas vasculares*, al ser organismos macroscópicos sujetos al sustrato, pueden ser, al menos potencialmente, identificadas fácilmente en el campo. Sin embargo, para poder identificar correctamente *plantas vasculares* necesitamos que se enseñe la Botánica y que se puedan formar nuevas generaciones de investigadores en esta materia.
- **La longevidad de las especies.** Una característica común a la mayoría de las *plantas vasculares* que habitan en *ambientes de alta montaña* es su longevidad (Billings & Mooney 1968; Körner 2003), a la cual se unen a menudo la multiplicación por clones (Stöcklin 1992; de Witte & Stöcklin 2010) o el biótipo en almohadillas (Pearson Ralph 1978, Morris & Doak 1998, Aubert et al. 2014). En el medio alpino, los terófitos y las especies de vida corta faltan o tienen poca importancia. Sabemos, además, que las plantas longevas son capaces de integrar las tendencias de los cambios climáticos persistentes en su tasa de crecimiento (Grabherr et al. 2010).
- **La amplitud ecológica y la importancia de los ecosistemas que ocupan.** Las *plantas vasculares* suelen dominar el paisaje y habitan en una amplia gama de sistemas de alta montaña, climáticamente diversos, desde regiones húmedas a zonas áridas. Se trata de un grupo de organismos autótrofos muy extendido y de importancia fundamental para el funcionamiento del ecosistema. En las comunidades vegetales alpinas y nivales se observan formas vitales diversas (Halloy & Mark 1996, Klimešová et al. 2011, Pohl et al. 2011, Venn et al. 2011, Boulangeat et al. 2012), y su composición puede cambiar en distancias cortas, debido a la alta variabilidad microclimática y microtopográfica de la alta montaña (Scherrer & Körner 2010). Además, muchas *plantas vasculares* se reducen a un piso de vegetación concreto, algo que no ocurre con tanta frecuencia en los briófitos y líquenes (Glime 2007, Vittoz et al. 2010).
- **Ámbito geográfico.** Muchas regiones montañosas albergan una flora singular, con un gran porcentaje de especies endémicas o de área restringida. Este fenómeno es particularmente acusado en macizos montañosos aislados como los que circundan la cuenca del Mediterráneo (Blanca et al. 1998, Kazakis et al. 2007, Stanisci et al. 2011), en el suroeste de Asia (Noroozi et al. 2011), en zonas alpinas de Australia (Pickering et al. 2008), en las islas oceánicas (Halloy & Mark 2003), en altas montañas tropicales como las de África oriental (Hedberg 1969) y en varias partes de los Andes (Halloy et al . 2010, Cuesta et al. 2012). También encontramos especies de área reducida o disyunta en muchas regiones montañosas de América del Norte (cf. Billings 1974, Mills & Schwartz 2005), Asia (cf. Breckle 2007, Ma et al. 2007) y Europa (véanse Pawlowsky 1970, Dir-

nböck et al. 2011). El riesgo de pérdidas de biodiversidad debidas al cambio climático resulta especialmente alto en aquellas regiones donde los endemismos se concentran en las zonas bioclimáticas más elevadas. Ahora bien, también hay otras altas montañas donde las *plantas vasculares* de hábitats fríos muestran áreas de distribución amplias, las cuales cubren extensos sistemas montañosos interconectados; así ocurre por ejemplo en los territorios circumboreales y en las regiones árticas. Todo ello nos permite comparar a gran escala la respuesta de las especies al cambio climático.

1.6 ¿POR QUÉ ESCOGEMOS LAS ÁREAS CIMERAS DE LAS MONTAÑAS COMO UNIDADES DE REFERENCIA?

Sin duda, las *cima*s montañosas constituyen hábitats excepcionales tanto por su posición geomorfológica destacada como por sus condiciones climáticas, su hidrología y, desde luego, su vegetación; además, conforman sólo una pequeña parte de la *biozona alpina*. Aunque a primera vista su estudio podría ser poco adecuado para una comparación a gran escala, hay argumentos sólidos que aconsejan su elección como referencia para atisbar los efectos del cambio climático[3]:

- Las *cima*s son hitos prominentes, fácilmente localizables, lo cual resulta fundamental para futuras repeticiones de los muestreos.
- Son unidades topográficamente bien definidas que ofrecen condiciones comparables y, dentro de un área reducida, en ellas encontramos hábitats en las cuatro exposiciones, norte, sur, este y oeste.
- La microtopografía y la exposición de las *cima*s a cualquier orientación dan lugar a muy diversos hábitats y a una gran riqueza de especies. Así, buena parte de la flora local se puede observar dentro de las áreas cimeras, donde las especies se distribuyen según la orientación. Esos *ecotono*s nítidos entre hábitats o tipos de vegetación suelen permitir el reconocimiento rápido de los cambios inducidos por el clima en la composición de las especies en cada comunidad.
- La composición específica de las *áreas cimeras relativamente suaves* se corresponde con su altitud, pues no hay elementos florísticos provenientes de más arriba. Ese no es el caso en situaciones de ladera, en especial si nos hallamos junto a canales de alud o a corrientes de agua, donde ciertas especies pueden llegar desde altitudes superiores cuando se producen perturbaciones.
- Por lo general, en las *cimas* no hay sombras provocadas por terrenos circundantes. Entonces, el clima de una *cima* viene definido fundamentalmente por la altitud. Resulta difícil si no imposible encontrar tales condiciones en cualquier otra situación topográfica, puesto que la variación diurna y estacional de la insolación depende mucho de la sombra producida por los territorios circundantes.
- Las áreas cimeras no están expuestas a perturbaciones fuertes, como por ejemplo caídas de piedras o avalanchas. Por tanto, son especialmente válidas para observaciones a largo plazo.
- Por último, las *cima*s pueden considerarse como trampas para especies resistentes al frío, dotadas de escasa capacidad competitiva, y al desplazarse hacia arriba se les acaban las vías de escape. Ello resulta particularmente crítico en las montañas aisladas cuyas partes altas muestran, como ya hemos señalado, el mayor porcentaje de endemismo (Grabherr et al. 1995; Theurillat 1995; Pauli et al. 2003; Pickering et al. 2008, Fernández & Molero 2011, Noroozi et al. 2011).

Todas esas razones convierten a las *cimas* montañosas en los parajes más adecuados para comparar los ecosistemas que se van sucediendo a lo largo de gradientes climáticos. No obstante, cada *zona piloto* de GLORIA y las cuatro *cima*s que la componen deben cumplir unos criterios requeridos para el establecimiento del *Estudio estándar de las cimas* GLORIA, tal como describimos en el capítulo 2.

1.7 CÓMO PONER EN MARCHA UNA *ZONA PILOTO* GLORIA

Para formar parte de la red GLORIA requiere que haya una institución responsable que tenga el cambio climático entre sus líneas de investigación, un área de montaña adecuada, idealmente que no esté muy distante del centro de investigación, con biólogos de campo comprometidos y con experiencia. Tenga en cuanta los siguientes puntos para poner en marcha una zona piloto de GLORIA:

- Lea con detenimiento los capítulos dedicados a la selección de las *cimas*, el diseño del muestreo y la toma de datos.
- Antes de salir al campo, realice una preselección de las *cimas* a partir de mapas topográficos, fotos aéreas y otras fuentes digitales.
- Para tomar la desisión final sobre la selección definitiva de las cuatro *cimas,* es necesario visitarlas

[3] El término *cima* no sólo se refiere al punto más elevado, sino también al área cimera delimitada por ese vértice y la *curva de nivel* situada a 10 m de altitud por debajo.

para asegurarse que cumplen con los criterios para formar parte de una *zona piloto* de GLORIA. Tome fotografías de las cimas potenciales pues, en caso de duda, se puede consultar con el equipo de coordinación de GLORIA que gracias a su experiencia ayudarán a tomar la decisión final.

 Recomendamos contactar con los propietarios de los terrenos donde vamos a realizar los muestreos, pues si bien no son destructivos, conviene tener su beneplácito. Lo ideal sería establecer la zona piloto dentro de un área protegida con el fin de asegurar su mantenimiento a largo plazo.

 Una vez que tenga un plan para poner en marcha una zona piloto de GLORIA (con sus cuatro *cimas*), póngase en contacto con el equipo de coordinación de GLORIA (véase www.gloria.ac.at) adjuntando los siguientes detalles sobre su *zona piloto* y sus cuatro *cimas*:

- la cadema montañoza donde se sitúan sus cimas;
- los nombres de sus *cimas;*
- el código de tres caracteres alfabéticos para cada *cima*;
- las coordenadas geográficas de cada *cima* (grados, minutos, segundos),
- la altitud sobre el nivel del mar (en metros) de cada *cima*;
- la fecha en la que tiene planeado iniciar los muestreos;
- el nombre y el correo electrónico de las personas responsables;
- el nombre de las instituciones responsables.

 El equipo de coordinación de GLORIA le enviará UN código único de tres letras para su zona piloto GLORIA, precedido de un código de dos letras correspondientes a su país. Además registrará en la web de GLORIA su *zona piloto* con el nombre de los personas e instituciones responsables.

 Previamente al trabajo de campo es recomendable elaborar un listado preliminar de especies a partir de floras regionales, bases de datos y recolectar las especies problemáticas aprovechando el trabajo de selección de las cimas.

 Prepárese para el trabajo de campo construyendo las mallas y los cuadrados de muestreo e imprimeindo los formularios. Repase detenidamente todos los pasos que se indican en el manual (véanse los capítulos 2, 3 y 4 para el muestreo estándar). Compruebe las posibles actualizaciones del manual de campo en la web de GLORIA. Compruebe la declinación magnética de su zona piloto antes de comenzar los trabajos de campo.

 Recomendamos que los muestreos se realicen a mitad del periodo vegetativo, de forma que la mayor parte de las especies estén en pleno crecimiento y la mayor parte de ellas sean fácilmente reconocibles. Si no puede comenzar en esa época, es mejor comenzar algo más tarde que anticiparse, pues si se empieza con antelación es posible que haya especies que todavía no sean visibles. El trabajo de campo debe realizarse en el mismo periodo vegetativo en las cuatro *cimas* de la *zona piloto*; en todo caso debe evitarse realizar los muestreos en dos periodos vegetativos.

 Para la entrada y la gestión de los datos véase el capítulo 6.

2 SELECCIÓN DE LAS ZONAS PILOTO PARA EL *ESTUDIO DE LAS CIMAS* DE GLORIA

2.1 LA *ZONA PILOTO*

Una ***zona*** o ***área piloto*** para el proyecto GLORIA comprende de un conjunto de **cuatro cimas** que representan el gradiente altitudinal, desde el *ecotono del límite superior de los árboles* (donde exista), hasta los límites de la vida vegetal (vascular), o bien, en las regiones donde esos límites no se alcancen, hasta el piso de vegetación más elevado (véase Fig. 2.1); entendemos por *zona piloto* el área montañosa donde se localizan esas cuatro *cimas* (véase el ejemplo en la Fig. 2.2).

Todas las *cimas* de una *zona piloto* deben estar expuestas a un mismo clima regional, de modo que las únicas diferencias climáticas se deban a la altitud y no a las creadas por la topografía. Las cuatro *cimas* de una *zona piloto* no se distribuirán a ambos lados de un umbral climático. Así, por ejemplo, las *cimas* situadas a barlovento de una cadena montañosa no pueden estar en la misma *zona piloto* que las situadas a sotavento (véase Fig. 2.3), ni tampoco pueden combinarse las *cimas* localizadas en una parte húmeda externa de una cordillera con las situadas en la parte interna más seca. En los sistemas montañosos grandes, donde puedan observarse tales diferencias climáticas, es conveniente establecer dos o más *zonas piloto*.

Respecto a la extensión de una *zona piloto*, no damos un límite mínimo ni máximo, siempre que la situación climática general no presente diferencias fundamentales a lo largo de un gradiente horizontal. Así las cosas, una *zona piloto* tendrá que ser tan pequeña como sea posible, pero tan grande como sea necesario para acomodarse a los criterios de *selección de cimas* que comentamos en el apartado siguiente.

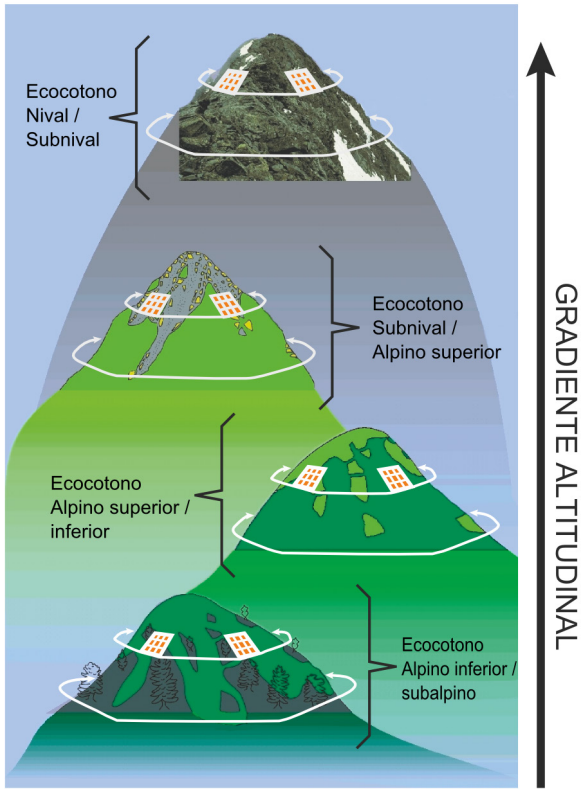


Fig. 2.1 ***Zona piloto*** GLORIA. Cuatro *cimas* de diferente altitud constituyen una *zona piloto* (véase Recuadro 2.1). Las líneas blancas indican los límites inferiores de 5 y 10 m por debajo del *punto culminante* (véase capítulo 3.1 para más explicaciones).

2.2 *SELECCIÓN DE LAS CIMAS*

Lo más importante para el establecimiento de una nueva *zona piloto* para GLORIA es seleccionar un conjunto de *cimas* adecuadas capaz de (1) mostrar los tipos o modelos de vegetación característicos de la correspondiente región montañosa a lo largo del gradiente altitudinal (véase apartado 2.2.1), y (2) cumplir los criterios requeridos para el estudio y *seguimiento* indicados en el apartado 2.2.2.

El Anexo II de este manual incluye un formulario para la *zona piloto* (***Formulario 0***). Este impreso recoge información general sobre ella y sobre cada una de las *cimas* seleccionadas, información basada en las orientaciones y definiciones de los apartados 2.2.1 y 2.2.2; demanda, por ejemplo, datos sobre los pisos de vegetación, roca madre, estatus de protección o uso del territorio por el hombre (véase capítulo 4.6).

Una vez seleccionadas las *cimas*, es recomendable ponerse en contacto con los administradores de áreas protegidas o si fuera el caso con los propietarios de terrenos privados, para informarles sobre las actividades GLORIA previstas.

2.2.1 GRADIENTE ALTITUDINAL

La posición altitudinal ideal de las cuatro *cimas* viene determinada por los *ecotonos* que separan pisos de vegetación, ya que los cambios inducidos por el clima deben tener lugar, sobre todo, en esas zonas de transición. Tal distribución, a título de ejemplo, sería como sigue. **Cima 1**, *límite superior de los árboles*; **cima 2**, límite entre el *piso alpino* inferior y el superior; **cima 3**, límite entre el *piso alpino* superior y el *piso nival*; **cima 4**, muy cerca de los límites de la vida para las *plantas vasculares* (véase la definición de los pisos de vegetación en el Recuadro 2.1). No obstante, este caso ideal podría considerarse demasiado teórico, puesto que los límites entre los pisos de vegetación no suelen estar bien marcados. Por otra parte, las propias áreas cimeras frecuentemente representan una si-

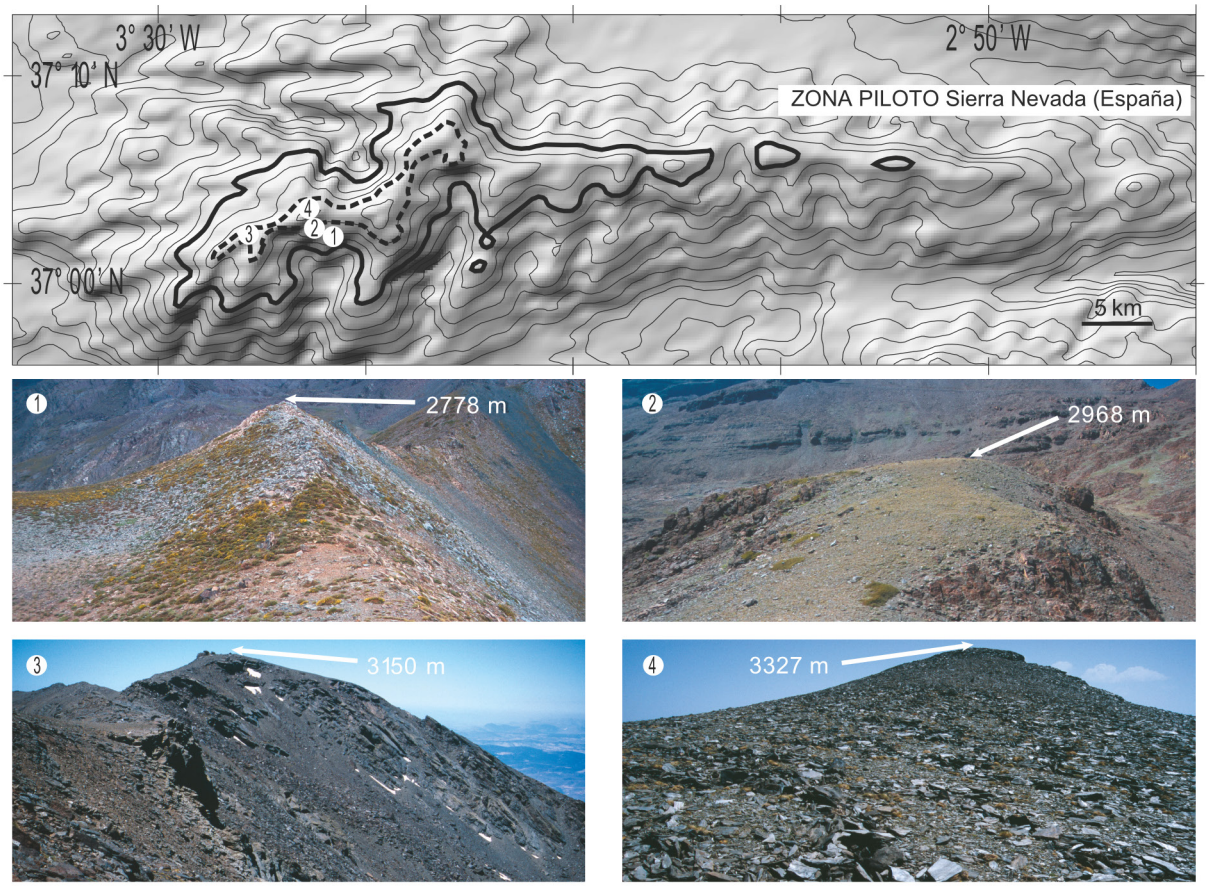


Fig. 2.2 Ejemplo de una *zona piloto* con las cuatro cimas seleccionadas en los diferentes pisos altitudinales.

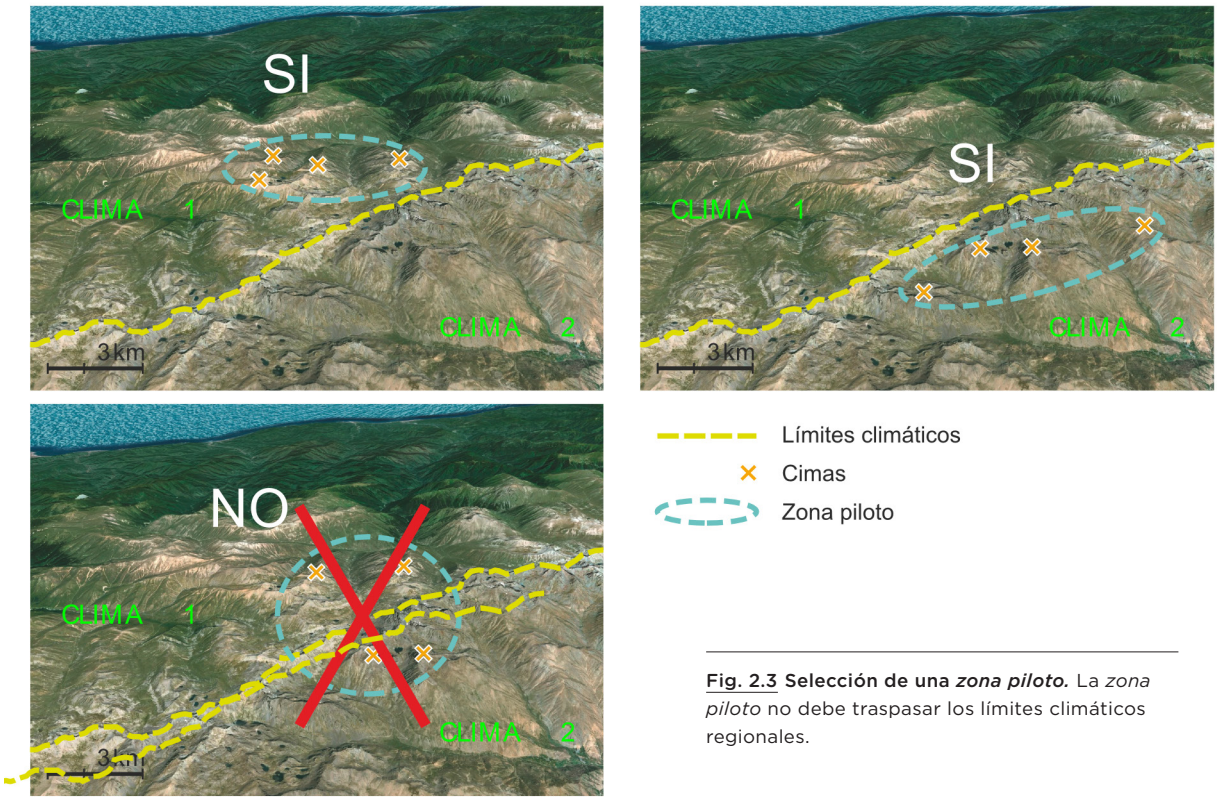


Fig. 2.3 **Selección de una *zona piloto.*** La *zona piloto* no debe traspasar los límites climáticos regionales.

tuación de *ecotono*, ese es el caso del gradiente que va desde la cara sur a la norte. Sea como fuere, la selección de las *cima*s no debe apoyarse tanto en una exhaustiva búsqueda de *ecotono*s como en la localización de una serie de *cima*s que representen la **zonación altitudinal característica de la vegetación** en la correspondiente **región montañosa**. Las *cimas* seleccionadas deberán distribuirse a intervalos altitudinales iguales, siempre que sea posible.

Ahora bien, eso no significa que debamos excluir las regiones montañosas cuya *biozona alpina* no muestre una clara zonación altitudinal. En efecto, hay montañas que apenas alcanzan la *biozona alpina* y donde la biota alpina ocupa un espacio reducido. Pero esas biotas se consideran particularmente expuestas a los riesgos inducidos por el clima. En estos casos, deberán seleccionarse *cima*s que presenten distancias altitudinales cortas.

Para el establecimiento básico de una *zona piloto* se necesitan **cuatro cimas**. Sólo excepcionalmente, una *zona piloto* podrá comprender tres *cimas*; por ejemplo, cuando tengamos tres buenas *cima*s pero falte la cuarta. En todo caso, **tres cimas constituyen el mínimo requerido** para establecer un gradiente altitudinal y constituir una *zona piloto* de GLORIA.

Llegados a este punto, cualquier región montañosa que alcance la *biozona alpina* puede considerarse adecuada para establecer una *zona piloto* de GLORIA. Pero además, las *cima*s de GLORIA tienen que cumplir algunos criterios que resultan cruciales para aplicar los procedimientos de observación estándar (véase apartado 2.2.2). Evidentemente, no todas las áreas montañosas llegan a cumplir estos criterios; entonces más vale buscar un área distinta que establecer la *zona piloto* en *cima*s inapropiadas.

RECUADRO 2.1 ZONACIÓN DE LA VEGETACIÓN EN LAS ALTAS MONTAÑAS

Las zonas piloto de GLORIA se concentran en territorios situados por encima del *ecotono* definido por el *límite superior de los árboles*, determinado por las bajas temperaturas; por ejemplo, el área que coincide con la *biozona alpina*. No obstante, conviene que demos algunas definiciones y anotemos algunas consideraciones (véanse los trabajos de Grabherr et al. 2003, Körner 2003, Nagy & Grabherr 2009, Grabherr et al. 2010, Körner et al. 2011, Körner 2012).

- El **límite superior del bosque** ("forestline"o "timBerlíne") señala la parte inferior del mencionado *ecotono* del límite de los árboles, y viene definido por la línea que alcanzan los bosques densos (montanos o subalpinos).
- El **límite superior de los árboles** (o "treeline"), vendría definido por la línea donde terminan algunos grupos aislados de árboles que sobrepasan los 3 m de altura.
- El **límite superior de la vida arbórea**, vendría marcado por la línea que nunca sobrepasan los árboles adultos, incluso si su porte es arbustivo o rastrero.
- El *ecotono del límite superior de los árboles* es precisamente la zona comprendida entre el *límite superior del bosque* y el *límite superior de la vida arbórea*.
- La **biozona alpina** es el territorio situado por encima y a partir del *límite superior del bosque*, por lo que incluye el *ecotono del límite superior de los árboles*, el *piso alpino*, el *ecotono alpino-nival* y el *piso nival*.
- El **piso alpino** (o *piso alpino*) es el terreno comprendido entre el *límite superior de los árboles* y el límite superior de la vegetación densa (*cobertura*> 20-40%, pero puede ser menor en las regiones áridas), esto es, allí donde la vegetación es una parte significativa del paisaje y de su fisionomía. Aún más, el *piso alpino* de algunas regiones montañosas se subdivide en **piso alpino inferior** (banda donde los matorrales rastreros forman una parte significativa del mosaico de vegetación) y **piso alpino superior**, donde los pastos, formaciones esteparias o prados dominan el mosaico de vegetación. Tenemos variantes regionales con términos ampliamente utilizados, tales como crioromediterráneo (Fernández Calzado & Molero Mesa 2011), afro-alpino, alto andino, páramo, puna (Cuesta et al. 2012, Sklenář et al. 2013), que se incluyen dentro del epígrafe del *piso alpino*.
- El **piso o zona nival**. Es la zona del hielo, la nieve permanente o la roca desnuda, siendo inhabitable para las *plantas vasculares*. Pueden aparecer criptógamas, como los líquenes o los briófitos, y además servir de avanzadilla, en puntos térmicamente favorables, para unas pocas *plantas vasculares* dispersas. Dan lugar a una vegetación escasa, de suerte que el tapiz vegetal ya no es parte significativa del paisaje.
- El *ecotono alpino-nival* (o *piso subnival*) constituye la transición entre el *piso alpino* superior y el nival. La ubicación de este *ecotono* está directamente vinculada a la duración de la nieve en verano (cf. Gottfried et al. 2011), y en muchas regiones montañosas coincide con el límite del permafrost.

Consideraciones relacionadas con el *ecotono del límite superior de los árboles*. Para una óptima aplicación de los métodos de muestreo, la vegetación de la *cima* inferior de una *zona piloto* no debe estar dominada por especies arbóreas o arbustivas altas, dado que el método ha sido especialmente diseñado para la vegetación alpina, predominantemente baja. Por tanto, conviene seleccionar como *cima* inferior un lugar en la parte alta del *límite superior de los árboles*, donde tanto ellos como los arbustos ya escasean. Además, la *cima* debe situarse en el límite superior potencial de los árboles, no en el actual, cuando este último haya descendido significativamente por la influencia humana. En aquellos sistemas montañosos donde no hay *límite superior de los árboles* debido a su aridez, o donde éste ha sido sustituido por comunidades vegetales inducidas por la actividad humana como los pastos, la *biozona alpina* puede definirse como aquella parte del paisaje que ha sido modelada por los glaciares (los cuales estuvieron presentes, al menos, en el Pleistoceno) y donde el hielo condiciona la formación del suelo y la estructura del sustrato (cf. Troll 1966). Por último, la presencia de escarpes en el paisaje es un factor crucial en los ambientes de alta montaña, lo que excluiría altiplanos como los que se dan hacia el sur de los Andes centrales o en la meseta Qinghai-Tíbet (Körner et al. 2011).

2.2.2 CRITERIOS PARA *ESCOGER LAS CIMAS* DE GLORIA

Para este proyecto no solo consideramos como *cima* el *punto culminante* de una montaña, incluimos el área cimera hasta la *curva de nivel* de 10 m por debajo de dicho vértice. Las *cimas* GLORIA no tienen que estar necesariamente situadas en el punto más alto del sistema montañoso –a menudo muy atractivo para el turismo de montaña–, pueden estar situadas en cumbres secundarias o menos prominentes, las cuales suelen recibir menos visitantes. También son adecuadas como *cimas* GLORIA las prominencias o porciones de una cresta que se eleven más de 20 m por encima de los terrenos circundantes.

Dada la gran variación geomorfológica y ecológica en la alta montaña alpina, los siguientes seis "criterios" (A-F) no se deben tomar en sentido estricto sino más bien como recomendaciones. Sin embargo, deben tenerse en cuenta a la hora de seleccionar las *cimas* de cara a un *seguimiento* a largo plazo.

Los criterios no se han priorizado, es decir, cada *cima* debe cumplir todos ellos. Por otra parte, la evaluación puede comenzar ya en la fase inicial de planificación, simplemente mediante el uso de mapas, imágenes aéreas y de satélite o publicaciones, lo que en muchos casos ya nos permitirá descartar a priori una *cima*, sin necesidad de visitarla. No obstante, para la elección final será imprescindible una inspección *in situ* de la cumbre. Presentaremos a continuación los seis criterios para la selección de las *cimas*.

A VULCANISMO Las zonas piloto GLORIA se establecerán fuera de zonas volcánicas activas. Como resulta obvio, una erupción volcánica y sus procesos derivados, como la caída de cenizas o las aguas termales, pueden alterar drásticamente la distribución de la flora y la vegetación, así como enmascarar cualquier señal relacionada con el cambio climático, cuando no destruir las *parcelas de* muestreo permanente. Un volcán inactivo puede ser adecuado siempre que se considere extinto y su última actividad sea tan antigua que no pueda llegar a influir en la observación de los patrones de vegetación actual.

» Evítense las áreas con vulcanismo activo o latente que todavía condicione la vegetación predominante.

B CLIMA LOCAL HOMOGÉNEO Las cuatro *cimas* que formen parte de una *zona piloto* deberán estar expuestas a la misma influencia climática local; así las diferencias climáticas entre ellas se deberán únicamente a la altitud. Sin embargo, conviene distinguir entre la influencia climática determinada por la altitud y la causada por la topografía. Por ello evitaremos que las cuatro *cimas* de la *zona piloto* queden a un lado y otro de una divisoria climática. Por ejemplo, las *cimas* situadas a barlovento de una cadena montañosa no pueden estar en la misma *zona piloto* que las situadas a sotavento (véase Fig. 2.3), ni tampoco pueden combinarse las *cimas* localizadas en la parte húmeda externa de una cordillera con las situadas en la parte interna más seca. En sistemas montañosos grandes, donde puedan observarse tales diferencias climáticas, conviene establecer varias zonas piloto.

» Evítese situar las cimas de una zona piloto a un lado y otro de una divisoria climática.

C SUSTRATO GEOLÓGICO DE LA *ZONA PILOTO* Todas las *cimas* de una *zona piloto* deben tener naturaleza geológica similar. Nunca debemos mezclar en una misma *zona piloto* *cimas* de sustratos geológicos muy contrastados, por ejemplo, terrenos calizos y silíceos, ya que la diversidad florística o la composición de las comunidades dependerá sobre todo de los factores edáficos. En las cordilleras donde encontremos diferentes tipos de roca madre, puede resultar de gran valor comparativo el establecimiento de diferentes zonas piloto según el criterio geológico, tal como ocurre en el Parque Nacional suizo o en las Montañas Blancas de California, EE.UU.

» Evítese que las cimas de una misma zona piloto sean de naturaleza geológica muy contrastada.

D ALTERACIÓN DEBIDA A LA ACTIVIDAD HUMANA Sería ideal que las *cimas* de GLORIA se encontraran en lugares vírgenes o casi naturales que, obviamente, apenas hubieran sido alterados por el hombre. En todo caso, las áreas cimeras escogidas no deberían verse afectadas por una fuerte presión humana (véase Fig. 2.4), debida por ejemplo al pastoreo (pisoteo, acción del diente, aporte de excrementos) o al pisoteo por parte de los excursionistas, factores ambos que podrían provocar cambios sustanciales en la composición de especies y en las comunidades vegetales. Es evidente

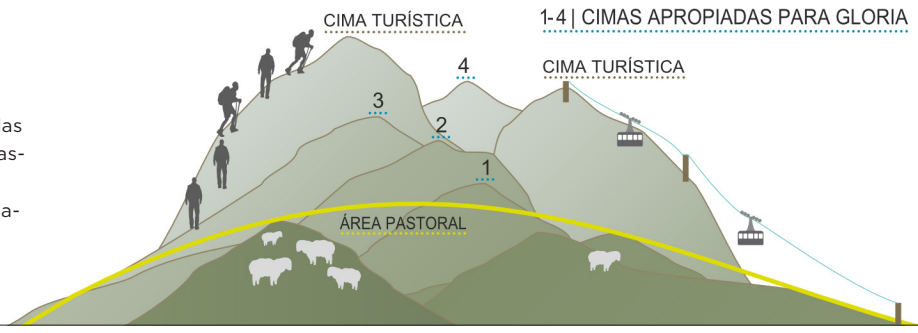


Fig. 2.4 Conviene evitar la presión humana. Aquellas *cimas* visitadas frecuentemente por turistas o situadas en un área intensamente pastoreada (tanto por ganado doméstico como por ungulados silvestres) no resultan apropiadas.

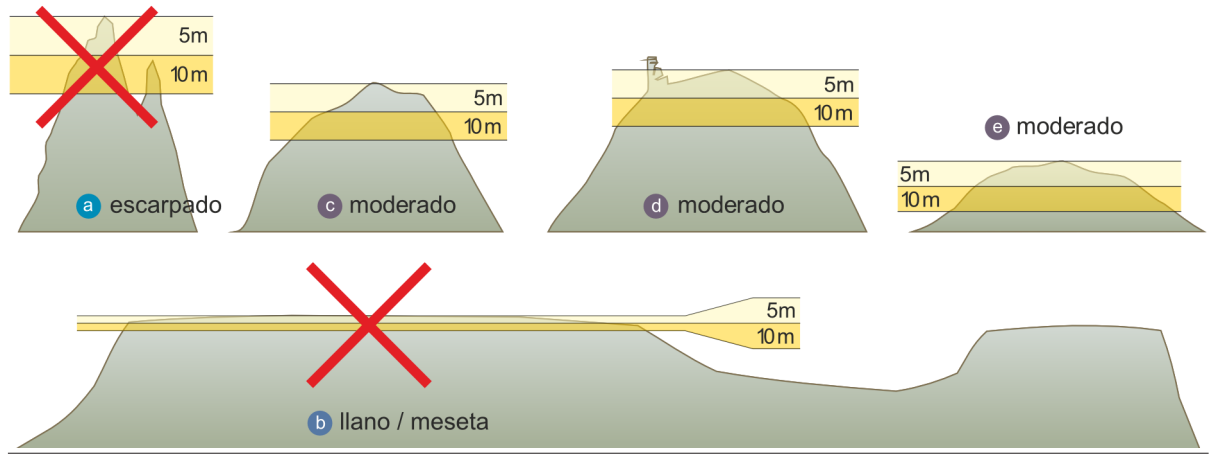


Fig. 2.5 **Aspecto geomorfológico.** a Las *cimas* demasiado abruptas deben ser evitadas (tanto para realizar el estudio como por albergar hábitats poco propicios para las *plantas vasculares*). b *Las cimas planas* o *en forma de meseta* tampoco resultan apropiadas, pues el área de estudio sería demasiado grande; ahora bien, en ausencia de *cimas suaves*, en el Recuadro 3.4, presentamos una opción para incluirlas. c - e Debemos seleccionar *cimas de forma suave*.

que todas esas alteraciones enmascaran los cambios inducidos por el clima.

En la Tierra todavía quedan regiones montañosas donde el *límite superior de los árboles* y las áreas alpinas permanecen intactos, como por ejemplo algunas partes de Norteamérica, ciertas regiones boreales y árticas así como Nueva Zelanda y sur de los Andes. Por otro lado, sabemos que en otras muchas regiones montañosas del mundo, como Europa, amplias zonas de los Andes y montañas de Asia o África, los ecosistemas alpinos se han visto influidos por usos tradicionales, como la ganadería extensiva o las quemas controladas; estas perturbaciones no sólo han alterado el *límite superior de los árboles* sino las áreas alpinas (véanse, por ejemplo, Bock et al. 1995; Molinillo & Monasterio 1997; Adler & Morales 1999; Bridle & Kirkpatrick 1999, Villar & Benito 2003; Spehn et al. 2006, Yager et al. 2008a, Halloy et al. 2010). En tales casos, la selección debe llevarnos a los parajes menos afectados, preferentemente parques nacionales o reservas, donde se espera que la presión humana permanezca baja (véase Recuadro 4.6). Afortunadamente, alrededor del 35% de las regiones montañosas menos intervenidas de la Tierra están sujetas a alguna figura de protección nacional (Rodríguez-Rodríguez & Bomhard 2012, Pauli et al. 2013). El pastoreo tradicional moderado, sin embargo, no es tan relevante si los usos del suelo se mantuvieron largo tiempo constantes por lo que respecta a su tipo e intensidad. Tales sitios pueden ser adecuados como zonas piloto GLORIA. Sin embargo, las áreas sobrepastoreadas, donde las comunidades han sufrido un cambio evidente, observable gracias a plantas indicadoras, no deben usarse para establecer zonas piloto GLORIA. Además, se deben evitar, en la medida de lo posible, aquellas áreas donde los usos del suelo han cambiado drásticamente en las últimas décadas o durante el siglo pasado, como el abandono de la agricultura de montaña o su intensificación, pues probablemente enmascararán la huella producida por el calentamiento climático.

» Evítense lugares sobrepastoreados, cimas frecuentadas por los turistas y áreas sometidas a cambios recientes en los usos del suelo.

E ASPECTO GEOMORFOLÓGICO DEL ÁREA CIMERA Las *cimas* tienen que presentar un aspecto geomorfológico "suave" (viene definido en el glosario bajo la expresión *cima de forma suave*). En otras palabras, para aplicar nuestro *Estudio de las cimas* se deben evitar las *cimas* muy llanas o que formen mesetas. También deben soslayarse las muy abruptas o de suelo inestable (Fig. 2.5), en primer lugar por seguridad. En los muestreos de GLORIA habitualmente trabajan varias personas a la vez y en terrenos deslizantes o muy pendientes aumenta el riesgo de sufrir un accidente. En segundo lugar, muchas *cimas* abruptas presentan escasos microhábitats aptos para que las plantas arraiguen y por tanto no permiten observar cambios en la vegetación. En tercer lugar, desplazarse por cumbres muy escarpadas puede requerir material de escalada, lo que prolongará el tiempo de trabajo. Las *cimas* planas o en forma de meseta tampoco resultan apropiadas, ante todo por la ausencia de laderas orientadas a los cuatro *puntos cardinales*, y después porque el área de estudio sería demasiado grande. No obstante, las áreas cimeras llanas o mesetas son características de algunas regiones montañosas y en ellas resulta difícil encontrar *cimas* "suaves". En ellas cabe aplicar ciertas modificaciones del método que describimos en el Recuadro 3.4.

En todo caso, una inspección de campo resulta imprescindible para asegurarse de la idoneidad geomor-

fológica de una *cima*, y asimismo para comprobar que son razonables las distancias desde el *punto culminante* hasta las *curvas de nivel* de -5 m y -10 m de altitud, en los cuatro *puntos cardinales* (de menos de 50 metros y 100 metros respectivamente; véase Recuadro 3.4).

» Evítense las cumbres escarpadas o con suelo inestable; sólo se deberán elegir cimas llanas cuando no haya otra alternativa.

F CONTEXTO DEL HÁBITAT La vegetación predominante en una cumbre GLORIA debe ser representativa de la flora del piso de geobotánico en que se encuentra. La distribución de las *plantas vasculares* en los microhábitats de la alta montaña, debe ser asimilable al promedio en una altitud dada. Se deben evitar las *cima*s escarpadas, dominadas por las *rocas* (con independencia de la inclinación), por *gleras* inestables o por grandes bloques erráticos.

» Evítense las cimas donde sea escasa la superficie actual o potencial para las plantas vasculares.

3 DISEÑO DEL MUESTREO ESTÁNDAR DE LA *APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DE LAS CIMAS*

Ahora describiremos detalladamente cómo establecer un área básica de estudio en una *cima* montañosa dentro de la *Aproximación al estudio de las cimas*. Para ello seguiremos el siguiente sumario: PASOS A - G.

ÍNDICE DE LO CONTENIDO EN LOS PASOS A - G

3.1 Tipos de parcelas y diseño esquemático 30

3.2 Materiales y preparativos 32

3.3 Establecimiento de las parcelas permanentes 32

3.3.1 El *punto culminante* (*HSP*): determinación del principal punto de referencia 33

PASO A Señalamiento del *HSP* **33**

3.3.2 Establecimiento de los *cuadrados de 1m²* en las *parcelas de 3 × 3 m* y de las esquinas o vértices del área cimera 33

PASO B Determinación de las *líneas principales de medida* **34**

PASO C Fijación de la *parcela de 3 × 3 m* **35**

PASO D Medida de las distancias y de las *direcciones magnéticas* desde el *HSP* a las cuatro *esquinas de la parcela* **36**

3.3.3 Establecimiento de las líneas limítrofes de las *áreas cimeras* y de las *secciones del área cimera* 36

PASO E Establecimiento de la línea que delimita el *área cimera de 5 m* **38**

PASO F Establecimiento de la línea que delimita el *área cimera de 10 m* **38**

PASO G División de las *áreas cimeras* en secciones mediante *líneas de intersección* **38**

3.1 TIPOS DE PARCELAS Y DISEÑO ESQUEMÁTICO

Para cada *cima*, el diseño del muestreo consta de:

- ***Dieciséis cuadrados de 1 m²*** (Fig. 3.1), que son los cuatro cuadrados extremos de cada una de las *parcelas de 3×3 m* situadas en las cuatro direcciones principales, es decir 16 sub*parcelas de 1 m²* en cada *cima* (= ***área de los 16 cuadrados***).
- ***Secciones del área cimera*** (Fig. 3.1), cuatro de ellas en el área cimera superior (*área cimera de 5 m*) y otras cuatro en el área cimera inferior (*área cimera de 10 m*). El tamaño de la *sección del área cimera* no está fijado, sino que depende de la estructura de la ladera y de su pendiente.

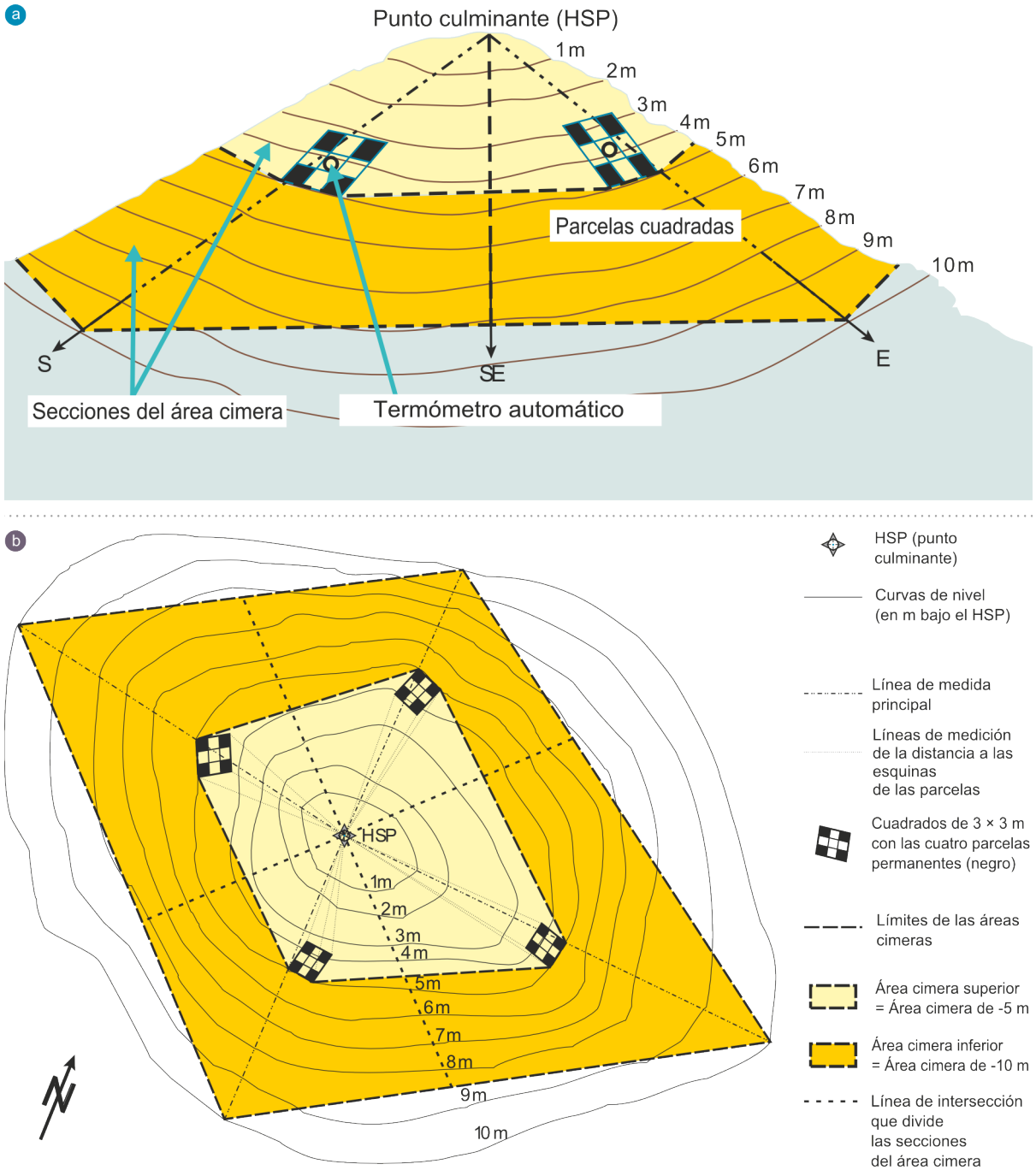
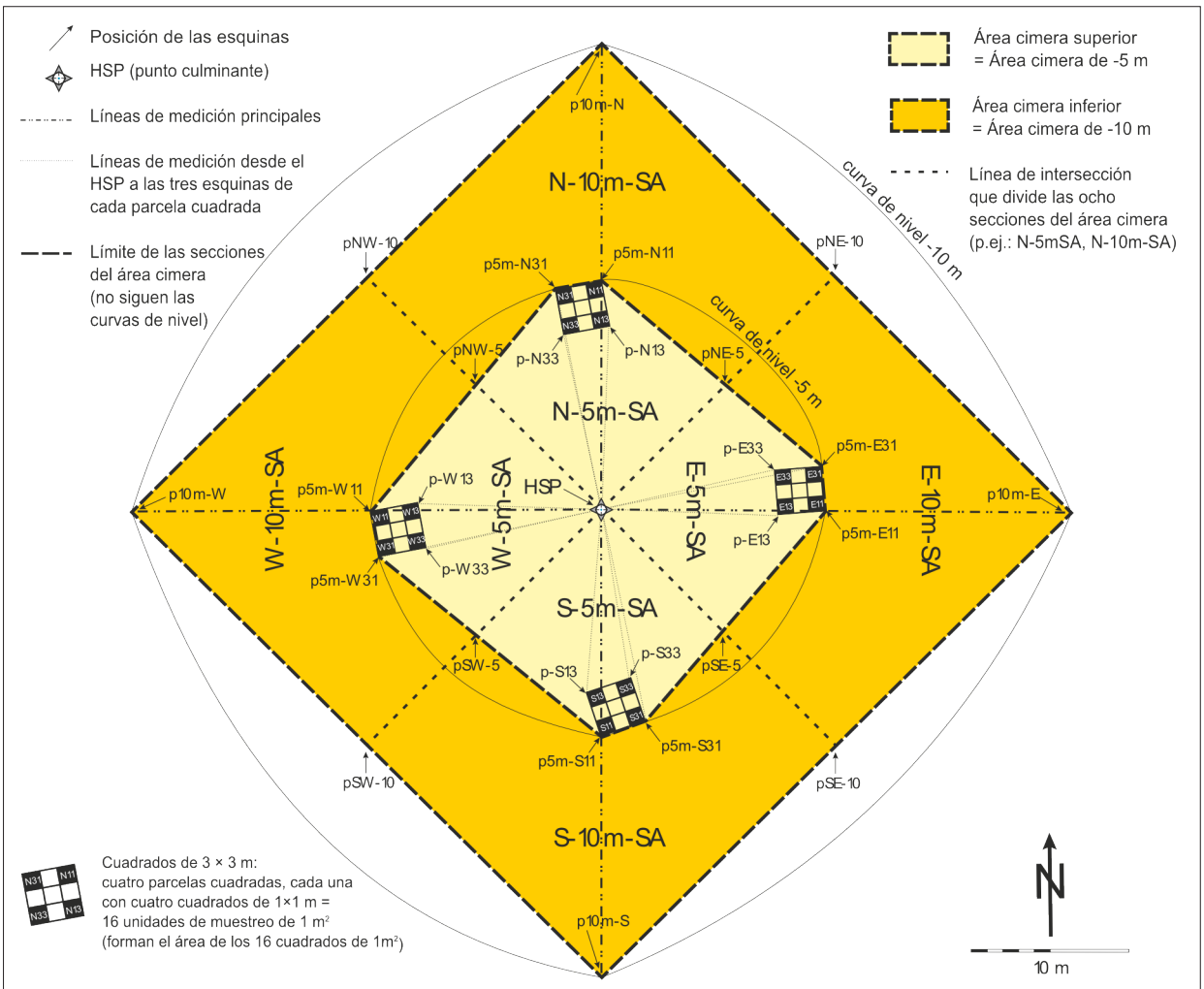


Fig. 3.1 Diseño esquemático del muestreo de las cimas en una cima modelo. a Vista lateral con las *curvas de nivel* esquemáticas. b Vista cenital. Las *parcelas de* 3 x 3 m y las esquinas de las áreas cimeras se disponen en la dirección de los cuatro *puntos cardinales*. Cada parcela puede situarse a la derecha o a la izquierda de la *línea principal de medida*, según sea la naturaleza del terreno o el hábitat. Ello es independiente de la situación de las otras tres *parcelas de* 3 x 3 m. Por regla general, la izquierda y la derecha se entienden mirando hacia el *punto culminante* (*HSP*).

En la Fig. 3.1 ilustramos la disposición de las *parcelas de* muestreo, con vistas lateral y superior de la *cima* modelo. En la Fig. 3.2 se esquematiza el diseño del muestreo, con los números codificados de todos los *puntos de medida* y *parcelas de* muestreo.

El tiempo necesario para realizar el trabajo completo, incluyendo el establecimiento y las correspondientes observaciones, requiere entre 2 y 6 días por *cima* para un equipo de cuatro investigadores, según sea la densidad de la vegetación, la riqueza en especies y la facilidad de acceso. Tal estimación contempla el muestreo de las *plantas vasculares*, pero excluye la observación de briófitos y líquenes identificados hasta la categoría de especie.

Advertimos que, para establecer las áreas de muestreo



Las esquinas se nombran de las siguiente manera:

p5m-N11, p5m-E31, p5m-E11, p5m-S31, p5m-S11, p5m-W31, p5m-W11, p5m-N31:
son las 8 esquinas inferiores de los cuadrados de 3 × 3 m del nivel de los -5 m
Determinan la posición de las parcelas cuadradas en el límite inferior del área cimera de los 5 m

p-N13, p-E13, p-S13, p-W13, p-N33, p-E33, p-S33, p-W33:
las 8 esquinas superiores de las parcelas cuadradas

p10m-N, p10m-E, p10m-S, p10m-W:
son las 4 esquinas del novel de los -10 m y determinan el límite inferior de la sección del área cimera de los 10 m
Las líneas principales de medición de los puntos cardinales principales se inician en el HSP, segien por uno de los puntos del nivel de los 5 m (p. ej. p5m-N11 or p5m-N31) y finaliza en la esquina del nivel de los 10 m

pNE-5, pNE-10, pSE-5, pSE-10, pSW-5, pSW-10, pNW-5, pNW-10:
son las 8 esquinas de las líneas de intersección (estos puntos se sitúan generalmente por encima del nivel de los 5 y 10 m
Estos puntos son los que delimitan las secciones del área cimera junto con el HSP, los puntos p5m- ... y p10m-...

Fig. 3.2 Diseño esquemático del muestreo de las cimas. El muestreo estándar comprende 16 sub*parcelas de 1 m²* y ocho *secciones del área cimera* (SAC). Téngase en cuenta que únicamente las esquinas correspondientes a los cuatro puntos cardinales (N, S, E, O) alcanzan la *curva de nivel* de 5 y 10 m respectivamente por debajo del *punto culminante*, mientras que las intersecciones con las direcciones intermedias (NE, SE, SO, NO) generalmente se sitúan por encima de las curvas de -5 y -10 m. Estos últimos puntos son aquellos donde se cruzan las líneas que delimitan el área cimera –es decir, las rectas que unen las cuatro esquinas de los *puntos cardinales*– con las *líneas de intersección*..

permanente y completar el trabajo de campo, son indispensables al menos dos personas, aunque se recomienda contar al menos con un equipo de cuatro. No obstante, téngase en cuenta que un gran equipo supone un aumento en las perturbaciones del área de trabajo.

3.2 MATERIALES Y PREPARATIVOS

Para realizar los trabajos de campo, es imprescindible contar con los siguientes materiales e instrumentos (véase también la lista en el Anexo I):

- **Para señalar la posición de las parcelas y situar las cuatro esquinas y demás vértices del área cimera**: dos rollos de *cinta métrica flexible* de 50 m (no recomendamos cintas más cortas); una *brújula* (recomendamos la Suunto KB-14/360), un *clinómetro* (recomendamos el Suunto PM-5/360PC); dos rollos pequeños de *cinta métrica* (por ejemplo, de 3 m de longitud). Opcionalmente pueden resultar útiles un altímetro y un GPS con precisión inferior al metro.
- **Para delimitar los *cuadrados* de** *1 m²*: cuatro mallas de *3×3 m* con celdas de *1 m²*. Estas mallas se prepararán con *cintas métricas flexibles* fijadas unas a otras por medio de armellas metálicas redondas y huecas o con un adhesivo resistente (véanse instrucciones al respecto en la Fig. AI.1 del Anexo I). Unos 100 clavos finos de 10 cm para sujetar al suelo las mallas de muestreo, más cinta adhesiva para reparar las mallas en el campo.
- **Para delimitar el área cimera**: dos rollos de cordel fino (cada uno de unos 500 m de longitud) y cuatro rollos de la misma clase (de unos 100 m cada uno); asegúrese de que los carretes de cuerda sean fáciles de manejar. La longitud de estos cordeles depende de la forma de la *cima* (cuanto más plana sea, más cuerda se necesitará). El color de la cuerda debe contrastar bien con el color de fondo (por ejemplo, amarillo brillante).
- **Para el marcado permanente**: unos 80 tubos por *cima* (0,8 ó 1 cm de diámetro) de diversas longitudes (entre 10 y 25 cm), de aluminio o bien otros materiales adecuados para el sustrato de que se trate (por ejemplo, pintura duradera amarilla o blanca) y un pequeño cincel para marcar el *punto culminante* (*HSP*).
- **Para la *documentación fotográfica*** (véase capítulo 4.4): una cámara digital de alta resolución, con objetivos gran angular y estándar o bien con un zoom que cubra desde el gran angular a estándar que permita incluir el *cuadrado de 1 m²* completo desde una posición cenital; una pizarra pequeña de fondo oscuro (por ejemplo, de 15 × 20 cm) y varias tizas para escribir el número de la parcela y la fecha; un bastón (1,5 a 2 m) para señalar las esquinas en las fotos.
- **Para las anotaciones correspondientes** (véanse capítulos 3 y 4): formularios de papel en cantidad suficiente (véanse los ***Formularios 0, 1, 2, 3, 4*** en el Anexo II que se pueden descargar de la web de GLORIA, apartado 'Methods'); *brújula*, *clinómetro* o *nivel electrónico* (se trata de los mismos instrumentos usados para fijar la posición de las parcelas); plantillas graduadas para la estimación de las *cobertura*s (véase Fig. AI.3a y b en el Anexo I); al menos un marco o armazón de madera (o de aluminio) con rejilla de *1×1 m* de anchura interior y 100 puntos de intersección regularmente distribuidos en la subparcela (véanse instrucciones en las Fig. 4.2 y AI.2 del Anexo I); una *varilla de muestreo* de 2 mm de diámetro y aproximadamente 40 cm de longitud para la toma de puntos (por ejemplo, una aguja de tejer de 2 mm de diámetro).
- **Para el registro continuo de las temperaturas** (véase capítulo 4.3): *termómetros automáticos* en miniatura (cuatro por *cima*, 16 por *área piloto*), formulario para toma de datos (***Formulario 4***), reloj y azadilla o pala de jardinero. Para la descarga de datos: ordenador portátil o miniordenador, y antena o cable para descarga, dependiendo del termómetro usado.
- **Para los métodos complementarios** (véase el capítulo 5): utilícese un marco o armazón de frecuencias, de madera (o de aluminio), de *1×1 m* de anchura interior (Fig. 5.1) para el recuento de frecuencias en las subparcelas (cada una de las 100 celdillas de 0,1 × 0,1 m). Téngase en cuenta que se trata de un enrejado diferente del empleado para el muestreo de puntos. Y la hoja de muestreo ***Formulario 5-S*** en el Anexo II.

  FPara los muestreos complementarios en *parcelas de* 10× 10 m se necesitarán más *cintas métricas flexibles*: un rollo de 50 m para la delimitación, otro de 10 metros o más (para establecer la línea para el *muestreo por línea de puntos*) y el ***Formulario 6-S*** del Anexo II.

3.3 ESTABLECIMIENTO DE LAS PARCELAS PERMANENTES

Hemos de establecer y anotar cuidadosamente todas las mediciones de las parcelas en la correspondiente hoja (***Formulario 1***). En él se incluyen todas las posiciones de la trama, así como las distancias y los rumbos de la *brújula* desde el *punto culminante* (*HSP*) hasta las esquinas de la parcela. Para evitar errores y olvidos, todas las anotaciones en dicho ***Formulario 1*** deben ser revisadas dos veces. Los datos allí in-

troducidos son fundamentales para el cálculo automático del área de las *secciones del área cimera* (*SAC*) y para generar el dibujo esquemático del área de muestreo.

3.3.1 EL *PUNTO CULMINANTE* (*HSP*): DETERMINACIÓN DEL PRINCIPAL PUNTO DE REFERENCIA

El *punto culminante* (*HSP*) es el punto de partida para todas las demás medidas. El *HSP* por lo general es el punto central del área cimera en aquellas *cima*s de forma suave. A este respecto, los salientes rocosos que puedan haber a un lado u otro del área cimera, aunque sean más altos, no deben tomarse en cuenta (véase Fig. 2.2 a efectos comparativos).

PASO A Señalamiento del *HSP*

Debe marcarse con una pequeña equis esculpida en roca dura usando un cincel y un martillo (Fig. 3.3). Cuando no encontremos roca dura donde marcar, convendrá usar estaquillas metálicas u otras señales longevas adecuadas. Cabe recordar que estas marcas deberán persistir durante décadas.

Fig. 3.3 Una equis señala el *punto culminante* (*HSP*).

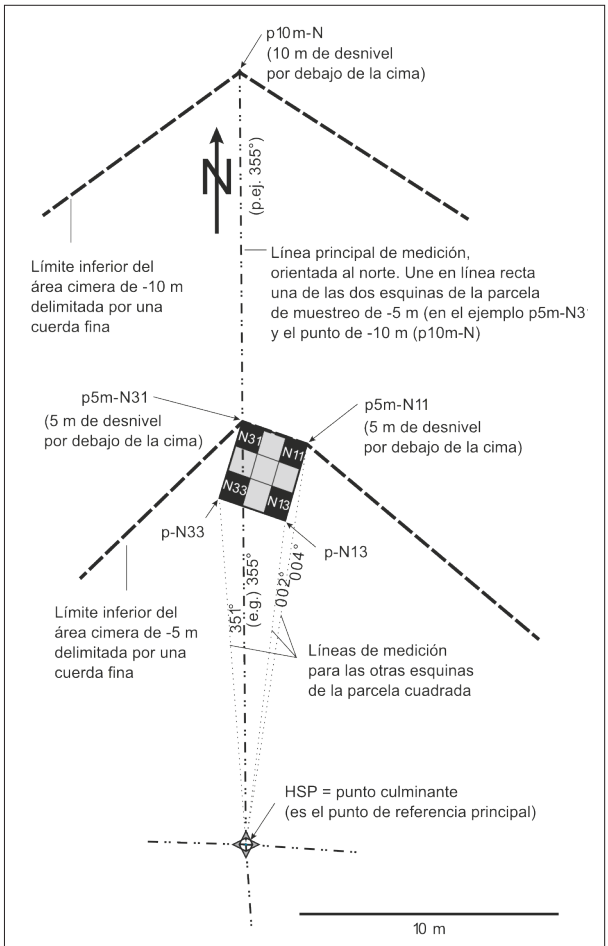


Fig. 3.4 *Puntos de medición.* Medida, con ayuda de la *brújula*, de la distancia que va desde el *HSP* a las esquinas de las *parcelas de 3×3 m* y al punto de 10 m de desnivel. Si en nuestro ejemplo la *declinación magnética* fuera de 5° E, deberíamos corregirla del siguiente modo: 355° en la *brújula* (en vez de 0°/360°) nos daría el norte verdadero de la *línea principal de medida* (véase también Recuadro 3.1). Cuando el terreno o el hábitat no sean adecuados pueden necesitarse desviaciones de la *dirección cardinal* exacta para establecer las *parcelas de 3×3 m* (consulte texto del PASO B).

3.3.2 ESTABLECIMIENTO DE LOS *CUADRADOS DE 1 m²* EN LAS *PARCELAS DE 3 × 3 m* Y DE LAS ESQUINAS O VÉRTICES DEL *ÁREA CIMERA*

DISEÑO

Parcelas. Ha de situarse una *parcela de 3×3 m* en cada una de las cuatro direcciones principales (es decir, los verdaderos N, S, E y O geográficos) (véanse Figs. 3.1 y 3.2). Cada parcela queda dividida en nueve *cuadrados de 1 m²* los cuales conforman una malla cuadrada confeccionada con *cinta métrica flexible* (ya preparada antes de salir al campo). El límite inferior de cada parcela deberá coincidir con la *curva de nivel* de 5 m por debajo de la *cima* (se tolera una desviación de ±0,5 m). El punto inferior izquierdo o el inferior derecho de la parcela deberá situarse en la *dirección geográfica* principal (N, S, E, O) señalada desde el *punto culminante*. Así las cosas, la parcela puede quedar a la derecha o a la izquierda de la línea que marca dicho *punto cardinal* (véase Fig. 3.1), y se decidirá independientemente en cada punto, en función de las condiciones del terreno y del hábitat.

Se admite una desviación de la *dirección geográfica* principal en caso de que la *malla de 3×3 m* caiga en:

- un terreno demasiado abrupto para permitir un trabajo seguro, el exceso de pisoteo pueda causar daños o
- vaya a parar a un terreno desnudo o a una glera, donde apenas puedan establecerse las plantas.

En tales casos, la parcela deberá situarse a lo largo de la *curva de nivel* de -5 m, en la posición más cercana a la línea

original, es decir, la de la *dirección cardinal* exacta. No obstante, la parcela de *3×3 m* siempre debe estar dentro de las *líneas de intersección* (es decir, las líneas que delimitan las *secciones del área cimera* en las direcciones geográficas exactas, NE, SE, SO y NO). Siempre que sea posible, deben evitarse las cumbres donde sea necesario apartarse de la *dirección cardinal* exacta. Si no fuera posible, se deben justificar por escrito tales cambios.

Cuando se separe la parcela de *3×3 m* de la *dirección cardinal*, téngase en cuenta que ello implica un desvío de la *línea principal de medida*. Esta línea recta siempre tiene que partir del *punto culminante*, pasar por una de las esquinas inferiores de la parcela de *3×3 m* y alcanzar el punto p10m (véase Fig. 3.4).

Esquinas del área cimera. Las esquinas inferiores de las *parcelas de 3×3 m* coinciden precisamente con dos de los vértices de la línea que delimita el área cimera superior (= *área cimera de los 5 m*).

Las cuatro esquinas inferiores del área cimera inferior (= *área cimera de los 10 m*) se sitúan en la línea recta que conecta el *HSP* con la esquina del nivel de -5 m (= la *línea principal de medida*), y sigue hasta alcanzar precisamente los 10 m de desnivel respecto al *HSP* (véanse Fig. 3.1 y Fig. 3.2).

La sucesión de trabajos que acabamos de describir tiene que repetirse para cada una de las principales direcciones geográficas (N, S, E y O) y se concreta a continuación para la dirección N, siguiendo los PASOS B - D (véanse Figs. 3.2, 3.4 y 3.5; asimismo véase la hoja del protocolo de medidas (***Formulario 1***).

PASO B **Determinación de las líneas principales de medida (dirección según la brújula, desnivel y longitud de estas líneas),** es decir, desde el *HSP* recto hacia abajo pasando por un punto situado a 5 m de desnivel hasta llegar al punto final a 10 m de desnivel.

- La persona A mide la altura a la que se encuentran los ojos de la persona B (distancia desde la suela de las botas hasta la altura de los ojos).
- La persona A permanece en el *HSP* con la *brújula* y el protocolo de medida (***Formulario 1***), fijando allí la cinta métrica de 50 m. Señala a continuación **la dirección**

RECUADRO 3.1 MEDIDAS CON LA BRÚJULA

El Norte magnético puede desviarse considerablemente del N geográfico en algunas regiones y puede cambiar en períodos de tiempo relativamente cortos. Por ello, tendremos que calcular la *declinación magnética* (es decir, el ángulo formado por la dirección del **Polo Norte geográfico** y el **Polo Norte magnético**, véase más abajo) y anotarla en la hoja del protocolo de medidas (***Formulario 1***).

Es necesario conocer la *declinación magnética* en nuestra *zona piloto* antes de comenzar los trabajos de campo. Para averiguarla, podemos acudir a mapas actualizados de nuestra zona donde siempre se indica este dato, consultar al servicio geográfico de nuestro país o bien hacerlo a través de la página web del *National Geophysical Data Center*, situado en Boulder, Colorado (EE. UU.): www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/#declination

Para fijar un punto concreto, por ejemplo, en la dirección del N geográfico, la persona que mide procede del siguiente modo:

- define la dirección del N magnético con la *brújula*,
- la corrige aplicando la *declinación magnética* y
- gdirige a la persona que está fijando los puntos hacia la dirección del N geográfico corregido.

Esto debe hacerse para todas las direcciones (N, S, E y O, así como NE, SE, SO y NO; véase también más abajo en este mismo recuadro).

Declinación magnética. Deberá anotarse en grados (escala de 360°) con su correspondiente signo (+ o –) en la parte superior del protocolo de medidas (***Formulario 1***).

Así, por ejemplo, **–6** (= 6°O = 6° al oeste del Polo Norte geográfico), **+20** (= 20°E = 20° al este del Polo Norte geográfico). En Europa meridional y en los Alpes, la *declinación magnética* oscila normalmente entre –1° y +4°. Se dan mayores declinaciones, por ejemplo, en el N de Suecia o en el Cáucaso Central (entre +6° y +7°), Sur de los Urales (en torno a +12°), Norte de los Urales (+24°) Tierra del Fuego, Argentina (+13°), cordillera de Central Brooks en Alaska (unos +20°) o Isla Central de Ellesmere, al N del Canadá (unos –54°). Estos ejemplos nos muestran lo importante que es la *declinación magnética* para establecer parcelas permanentes usando una *brújula* de campo.

La declinación magnética es imprescindible para determinar las 4 líneas principales de medida y las 4 líneas de intersección. Así, por ejemplo, ante una *declinación magnética* de +5 (5° E) las lecturas corregidas de la *brújula* nos señalan a 355º el verdadero N geográfico, a 085° el E, a 175° el S y a 130° el SE; los valores correspondientes a una *declinación magnética* de –10 (10° O) serían: N verdadero, 10°; E, 100°; S, 190° y SE, 145°. Ello significa, por ejemplo, que para la dirección N y con una *declinación magnética* de +5, hemos de alcanzar la dirección 355° de la *brújula* para fijar la *línea principal de medida* y la parcela N (véase Fig. 3.4).

En todo caso, sólo tienen que anotarse en el Formulario 1 las direcciones magnéticas medidas con la brújula (*Formulario 1*), o sea, grados en la escala 0-360º leídos en la *brújula* (véase también Fig. 3.4). Todo ello es muy importante para todas las indicaciones numéricas de ángulos en los protocolos de muestreo. Por ejemplo, con una *declinación magnética* de +8 (8°E), escriba en el formulario: 352° de la *brújula* para el Norte verdadero, 37° para el NE verdadero, 82° para el Este verdadero, y así sucesivamente.

Para la medida de las direcciones calculadas con la *brújula*, pueden alcanzarse precisiones de ± 2° con una *brújula* normal de campo o de ± 1° con una *brújula* Suunto KB-14/360.

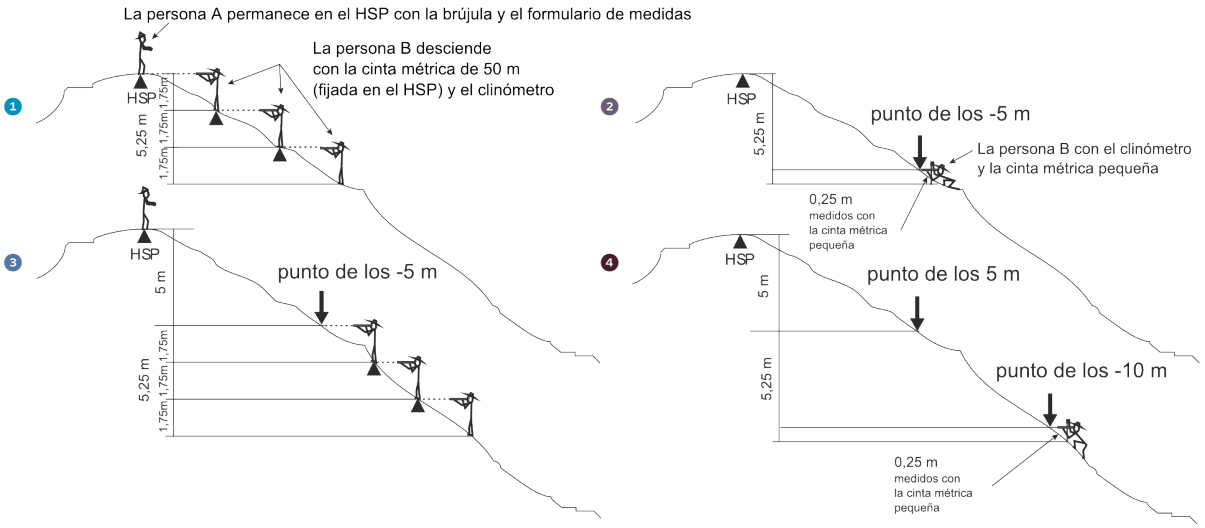


Fig. 3.5 Medida de las distancias y desniveles. La persona A señala la dirección calculada con la *brújula* (véase Recuadro 3.1), la persona B (para este ejemplo estimamos como altura del ojo 1,75 m), mide el desnivel. ❶ Descendiendo tres veces la altura del ojo respecto a sus pies alcanza 5,25 m de desnivel (= 3 × 1,75 m; en cada caso habrá que medir la altura de la persona que lo haga); ❷ Medida y fijación del punto de 5 m de desnivel (con la cinta métrica pequeña restamos los 25 cm que sobran por encima en este ejemplo); ❸ Descendiendo de nuevo tres alturas del ojo alcanzamos 10,25 m de desnivel; ❹ Medida y fijación del punto de 10 m de desnivel (de nuevo restamos, con la cinta métrica pequeña, los 25 cm que sobran por encima en este ejemplo). Para las desviaciones toleradas, véase Recuadro 3.3).

geográfica N (véanse Figs. 3.4, 3.5 y Recuadro 3.1).

La persona B empieza a caminar en la indicada dirección N desplegando la cinta métrica y situándose respecto al *punto culminante* con el *clinómetro*. Cuando alcance una posición desde donde vea horizontalmente el *HSP*, colocará una marca temporal en el suelo. El desnivel que media entre dicha marca (pie) y el *HSP* coincide entonces con la estatura de la persona B entre pies y ojos. La operación se repite hasta que se alcanzan los 5 m de desnivel (véase Fig. 3.5).

Una vez alcanzados los 5 m de desnivel, la persona B (o ambas) deciden si la localización resulta apropiada para extender la *malla de 3×3 m*; en caso contrario, busca otra localización al mismo desnivel de 5 m y lo más cerca posible de la *dirección geográfica* N (si tuviéramos que desviarnos, siempre permaneceremos dentro del área delimitada por las *líneas de intersección* NO y NE, el establecimiento de las cuales se explica más tarde en el PASO C).

Ese punto señalado a 5 m de desnivel (que será el *p5m-N11* o el *p5m-N31*, véase PASO C), deberá señalarse con un tubo pequeño de aluminio y con algunas piedras, a fin de facilitar los pasos siguientes del procedimiento (PASO C).

Desde el punto señalado a 5 m de desnivel, la persona B continúa descendiendo hasta los 10 m de desnivel guiado para ello por la persona A. Determinaremos la posición definitiva de los puntos situados a 5 y 10 m de desnivel cuando estén alineados con el *HSP*. También marcaremos este punto de 10 m de desnivel (*p10m-N*) con otro tubo de aluminio y algunas piedras.

RECUADRO 3.2 IMPACTOS DEL PISOTEO POR PARTE DE LOS INVESTIGADORES

Conviene reducir al mínimo el impacto del pisoteo durante la instalación y levantamiento de las *parcelas de* muestreo, así como durante el muestreo propiamente dicho.

No debe pisarse el terreno donde hemos situado los *cuadrados de 1m²*. Particular cuidado merecerán, por ejemplo, las comunidades dominadas por líquenes y briófitos, la vegetación de los ventisqueros, los prados de hierba alta o los terrenos pedregosos inestables.

Si el terreno lo permite, emplear una esterilla o alfombrilla ayudará a reducir dicho impacto.

La persona B tensa la cinta métrica de 50 m (sostenida por la persona A con el fin de asegurar que sigue la línea recta pasando por el punto marcado a 5 m de desnivel) y lee la distancia que señala la cinta en ese punto de 10 m de desnivel (véase Recuadro 3.3).

La persona A anota la distancia en el protocolo (***Formulario 1***).

La persona A (que permanece en el *HSP*) dirige entonces la *brújula* hacia la persona B (que se halla en el punto de 10 m de desnivel) y efectúa una lectura de la *declinación magnética*. Si la persona B no resultara visible para la persona A, levantaría un listón o vara perpendicular.

La persona A anota la *declinación magnética* de la *brújula* en la hoja correspondiente (véase Recuadro 3.1).

PASO C Fijación de la parcela de 3 × 3 m

Una vez determinada la principal *línea de medida* mediante la posición de los desniveles de 5 y 10 m, dos personas situarán las *parcelas de 3×3 m* (Fig. 3.2). Este paso requiere mucho cuidado para evitar los impactos del pisoteo en las *parcelas de* muestreo (véase también Recuadro 3.2).

Como hemos visto en la Fig. 3.1, el punto ya fijado de 5 m de desnivel coincide con la esquina inferior izquierda (es decir, *p5m-N11*) o con la esquina inferior derecha (o sea, *p5m-N31*) de la *malla de 3×3 m* (eso depende del terreno o de la situación del hábitat), mirando en dirección al *punto culminante* (*HSP*). Ambos puntos (*p5m-N11* y *p5m-N31*) tienen que estar a 5 m de desnivel, de modo que los límites izquierdo y derecho de la parcela sean más o menos paralelos a la pendiente.

Conviene que las cuatro esquinas de cada uno de los *cuadrados de 1m²* queden aplicadas al suelo (algunas de ellas pueden quedar en el aire si el terreno es irregular). Esa fijación puede conseguirse por medio de los clavos de 10 cm que atraviesen el agujero de los remaches o aros metálicos (situados en cada una de las cruces de la *malla de 3×3 m*), por medio de la cinta sobrante externa o por medio de piedras; en estos casos bastaría con un alambre fino.

Además, siempre que se pueda, en las esquinas de los cuadrados podrían ponerse tubos cortos de aluminio como marcas permanentes. No conviene que sobresalgan del suelo más de 1 ó 2 cm para que no sean muy visibles para caminantes o montañeros. Donde estas marcas de aluminio no puedan instalarse (por la presencia de suelo poco profundo o roca dura, por ejemplo), puede señalarse el punto con pintura duradera, blanca o amarilla con puntos relativamente pequeños. Es esencial que el marcado permanente se haga con material duradero, sobre todo allí donde no haya roca dura donde poner las señales y donde la vegetación, por su altura, pueda ocultar las marcas, como en los prados alpinos o en el páramo y la puna.

PASO D **Medida de las distancias y de las *direcciones magnéticas* desde el *HSP* a las cuatro *esquinas de la parcela***

Una vez fijado el enrejado de *3×3 m*, la persona A, permaneciendo de pie en el *HSP*, lee las direcciones correspondientes a las cuatro esquinas de la parcela de *3×3 m*, ayudado por la persona B, la cual señala la posición de cada punto y mide la correspondiente distancia desde el *HSP* (véase la hoja del protocolo de medidas, ***Formulario 1*** y Recuadro 3.1).

Repítase el procedimiento para la distancia y la dirección que hemos descrito en el **PASO B** para cada esquina de la parcela en las parcelas situadas en los restantes *puntos cardinales*.

Después de haber anotado en el formulario las cuatro distancias y las cuatro direcciones, quien escribe (persona A) deberá observar los recuadros más destacados del mismo (***Formulario 1***) y verificar, por ejemplo, si el punto *p5m-N11* o el punto *p5m-N31* quedan situados en la *línea principal de medida*.

Nota: apunte siempre las direcciones magnéticas (los grados que indica la *brújula*).

3.3.3 ESTABLECIMIENTO DE LAS *LÍNEAS LIMÍTROFES* DE LAS *ÁREAS CIMERAS* Y DE LAS *SECCIONES DEL ÁREA CIMERA*

DISEÑO

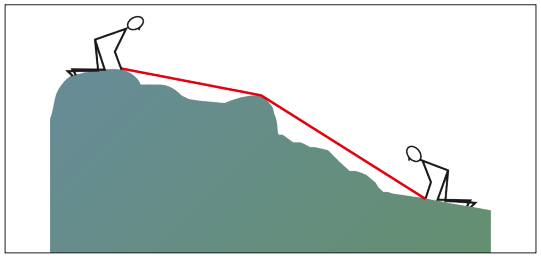
El ***área cimera*** está dividida en dos partes, una superior y otra inferior, y cada una de ellas está subdividida en cuatro secciones.

El área cimera superior (= ***área cimera de los 5 m***) viene delimitada por una cuerda que rodea la *cima* y conecta las 8 esquinas o *vértices del nivel de los 5 m*. Esas esquinas deberán estar unidas en línea recta pegada al suelo. Entonces, dicha *área cimera de 5 m* alcanza la *curva de nivel* de 5 m por debajo del *punto culminante* sólo en las 4 *parcelas de* muestreo de *3×3 m*, y el área entre dichas parcelas generalmente queda por encima de la *curva de nivel* de 5 m (véanse Figs. 3.1 y 3.2). Establecer los límites mediante líneas rectas, en vez de intentar seguir la *curva de nivel*, facilita una instalación rápida y permitirá reestablecer y repetir con precisión los muestreos futuros.

RECUADRO 3.3 PRECISIÓN DE LAS MEDIDAS Y ERRORES TOLERADOS

Es importante revisar todas las casillas de la hoja de medición (***Formulario 1***) y comprobar que están debidamente rellenas, ya que son datos esenciales para el cálculo del área de las *secciones del área cimera* y para el reposicionamiento de las parcelas, en el caso de que la documentación fotográfica de las parcelas y de las esquinas sea insuficiente.

Las distancias se tomarán en metros con precisión de 1 cm (13,63 m, por ejemplo). Aunque esta precisión parezca excesiva en caso de muchas superficies o en distancias largas, no parece conveniente reducirla. Las distancias se tomarán siempre como la línea recta más corta que hay entre el *HSP* y una de las esquinas o vértices, y ello con la cinta tensa. Ahora bien, todas las distancias se deben medir sobre la superficie del terreno, no visuales o con la cinta en el aire.



Las direcciones calculadas por medio de la *brújula* desde el *HSP* a cada una de las esquinas deben tomarse con una precisión de ±2°.

Las **esquinas o vértices** (en los *puntos cardinales*) de las áreas cimeras de 5 y de 10 m tienen que establecerse con un grado de tolerancia de ±0,5 metros verticales.

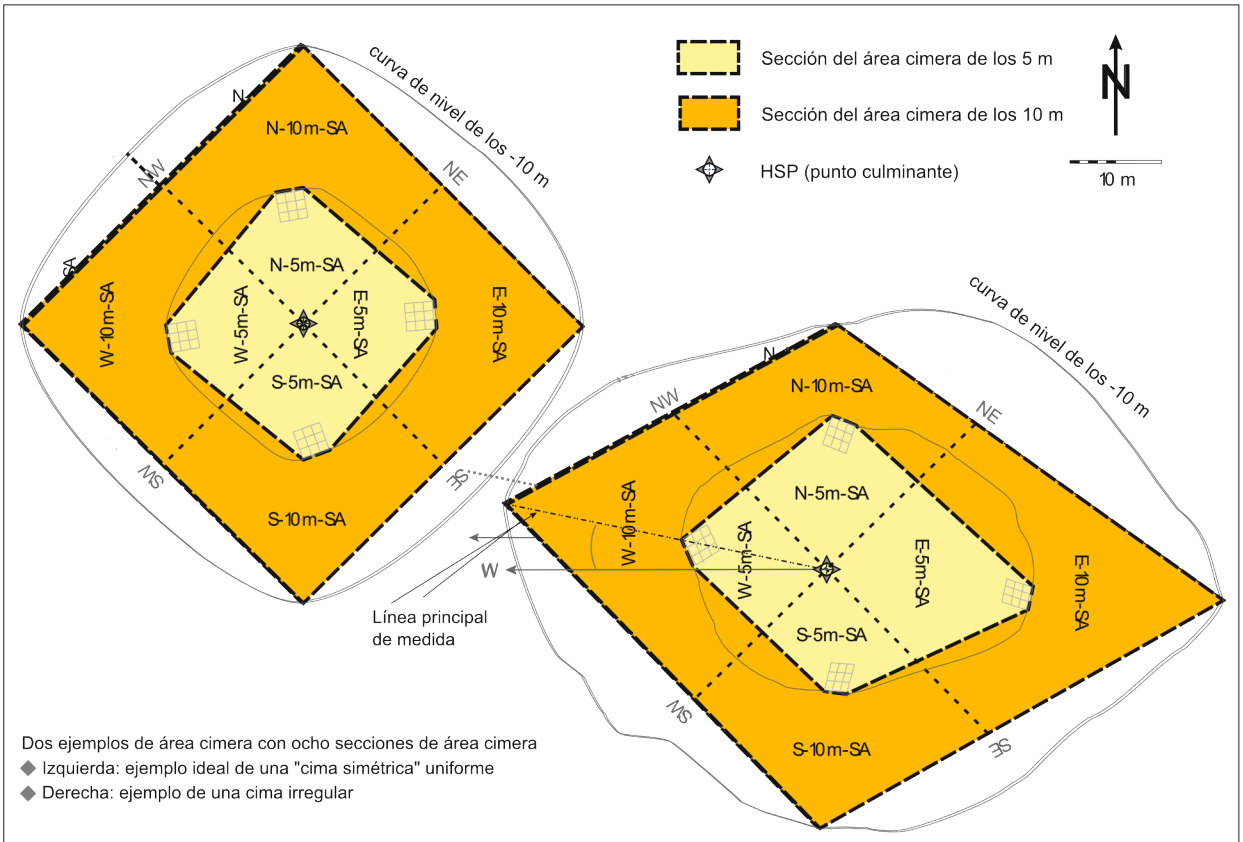


Fig. 3.6 Las ocho *secciones del área cimera* (= 4 subdivisiones del *área cimera de 5 m* y 4 subdivisiones del *área cimera de 10 m*). Evidentemente, la superficie de las secciones depende de la forma de la *cima*. Suele adquirir forma diferente en cada una de las direcciones principales (véase la ilustración de la derecha). Las secciones del *área cimera de 10 m* resultan por lo común mayores que las del *área cimera de 5 m*. Las *líneas de intersección* parten siempre del *HSP* y coinciden con las direcciones geográficas NE, SE, SO y NO respectivamente. Sin embargo, las líneas principales de medida (desde el *HSP* al N, S, E y O respectivamente) pueden desviarse de su *dirección geográfica* en función de la situación del hábitat (véase por ejemplo la dirección O en la ilustración de la derecha; consúltese asimismo el PASO B en el epígrafe 3.3.2).

RECUADRO 3.4 MODIFICACIÓN DEL DISEÑO DEL MUESTREO EN CIMAS PLANAS

Algunas cordilleras pueden estar dominadas por *cimas* planas o en forma de meseta y entonces resulta difícil encontrar *cimas* de forma suave. En esas *cimas* planas, el área de muestreo resultará muy grande al situar la parcela de *3×3 m* a 5 m de altitud por debajo del *punto culminante* y señalar las esquinas del área cimera de los -10 m. Ello dilataría significativamente las medidas previas al establecimiento de las parcelas y los muestreos en el área cimera. Por tanto, estas áreas cimeras grandes no son recomendables para establecer comparaciones entre *cimas*.

Por consiguiente, siempre que sea posible deben evitarse las *cimas* planas o en forma de meseta; pero si no hay alternativa y nos vemos obligados a escogerlas, cabe introducir algunas modificaciones al protocolo general.

Si el nivel altitudinal de 5 m no se alcanza en los primeros 50 m desde el *punto culminante* (*HSP*), se establecerá la *malla de 3×3 m* precisamente en ese punto distante de 50 m. Entonces, en tales situaciones planas, la medida de las distancias con la cinta métrica debe hacerse inmediatamente después de calcular los desniveles y antes de situar las *parcelas de 3×3 m* y el punto p10m. Igualmente, si no alcanzáramos el desnivel de 10 m respecto al *HSP* en los primeros 100 m, colocaremos el punto de 10 m de desnivel a esa precisa distancia de 100 m.

Tenga en cuenta que, en estas situaciones planas, debe medirse la distancia con la cinta métrica inmediatamente después de medir las distancias verticales y antes de preparar la *malla de 3×3 m* y el punto -10 m.

En las *cimas* planas podemos encontrarnos cambios bruscos de pendiente, por lo que la regla de los "50 m" y "100 m" se debe aplicar por separado a cada uno de los dos niveles verticales (-5 m y -10 m). Así, por ejemplo, si la *cima* es plana pero después se hace pendiente, cuando el límite inferior de la *malla de 3×3 m* tenga que establecerse por encima de los 5 m de desnivel –dentro del radio de 50 m contados desde el *HSP*–, el punto de los 10 m de desnivel deberá obligatoriamente situarse en el desnivel real de 10 m, siempre que éste se alcance dentro de un radio de 100 m de distancia desde el *HSP*; ello quiere decir que estará a más de 5 m de desnivel por debajo de dicha *malla de 3×3 m*.

Anote en el campo "comentarios" del protocolo de medidas (***Formulario 1***), si ha tenido que aplicar la regla de los "50 m" o "100 m" por encontrarse en un terreno llano.

Todo esto nos ayuda a mantener el área dentro de unos límites razonables, particularmente si las *cima*s son alargadas. Aún más, simplifica el procedimiento, ya que marcar siguiendo exactamente la *curva de nivel* de -5 m multiplicaría el tiempo necesario y no mejoraría la calidad de los resultados.

Las esquinas de los 10 m de desnivel, conectadas del mismo modo, vienen a señalar la parte de abajo del área cimera inferior (= ***área cimera de los 10 m***), la cual circunda el *área cimera de los 5 m*. Cabe destacar que el *área cimera de los 10 m* no incluye ni se superpone con el *área cimera de los 5 m* (véase Fig. 3.6, compare las Figs. 3.1 y 3.2).

No se medirán las distancias entre las esquinas del *área cimera de 5 m* (por ej., entre *p5m-O31* y *p5m-S11*), ni entre las esquinas del *área cimera de 10 m* (por ej., entre *p10m-O y p10m-S*).

Secciones del área cimera. Cada una de las dos áreas cimeras se divide en cuatro *secciones del área cimera* mediante líneas rectas que van desde el *HSP* hasta las líneas limítrofes del área cimera, siguiendo las direcciones NE, SE, SO y NO (cuatro *líneas de intersección*; véase Fig. 3.6). En este caso, deberá determinarse la *dirección geográfica* exacta y asimismo tendrá que medirse la distancia exacta que hay entre el *HSP* y los puntos donde se cruzan esas *líneas de intersección* con las que delimitan las áreas cimeras.

PASO E Establecimiento de la línea que delimita el *área cimera de 5 m*

Debe llevarse a efecto al menos por dos personas, aunque en terrenos más accidentados puede ser necesaria una tercera.

- La persona A fija una cuerda en una de las esquinas inferiores de la parcela de *3×3 m* (por ejemplo el inferior izquierdo de la parcela N: en el punto *p5m-N11*).
- La persona A se desplaza entonces con la cuerda hasta el punto *p5m-E31* de la parcela E. Una vez lo alcanza, tensa la cuerda y la fija en dicho punto para conectar los dos puntos citados (*p5m-N11* y *p5m-E31*) por la línea recta más corta posible.
- La persona B ayuda a la persona A (y en terrenos accidentados una tercera) a mantener la línea derecha más corta posible.
- El trabajo continúa fijando la cuerda asimismo en el punto *p5m-E11* de la parcela E y dirigiéndose luego hacia la parcela S (y así sucesivamente), donde se repite lo mismo hasta llegar de nuevo a la parcela N en su esquina inferior izquierda (*p5m-N31*).

PASO F Establecimiento de la línea que delimita el *área cimera de 10 m*

Se procede del mismo modo hasta conectar las cuatro esquinas del nivel de 10 m mediante cuerdas derechas (del punto *p10m-N al p10m-E, p10m-S, p10m-O* y vuelta al *p10m-N*).

PASO G División de las *áreas cimeras* en *secciones* mediante *líneas de intersección*

- La persona A se sitúa en el *HSP* e indica con la *brújula* la dirección intermedia entre dos *puntos cardinales* principales, empieza por ejemplo en la dirección NE. Hay que tener en cuenta la *declinación magnética* del mismo modo que cuando marcamos las esquinas del área cimera (véase Recuadro 3.1).
- Después de fijar el extremo de un rollo de cuerda al *HSP*, la persona B sigue la dirección NE exacta indicada por la persona A. Entonces coloca una marca o mojón en el punto exacto donde la cuerda tensa cruza los límites del áreas cimera de los 5 m superior y otra marca donde cruza el *área cimera de los 10 m* (puntos *pNE-5* y *pNE-10*), pueden ser un tubo pequeño de aluminio o un montoncito de piedras. El proceso se repite para las otras tres direcciones. Todo ello da lugar a las correspondientes secciones N, S, E y O del *área cimera de los 5 m* y del área cimera de los10 m (véase Fig. 3.6).
- Finalmente, la persona A verifica en la *brújula* la dirección que va desde el *HSP* hasta los puntos marcados (donde permanece la persona B para señalar el punto) y la anota en el protocolo (***Formulario 1***). La persona B, ayudada por la persona A, mide sobre el suelo la distancia entre el *HSP* y los dos puntos de cruce que hemos señalado, todo ello en las cuatro *líneas de intersección* (por ejemplo, desde el *HSP* al *pNE-5* y desde el *HSP* al *pNE-10*). La persona A anota las mediciones en el protocolo.
- Cuando se ha completado esta etapa, las áreas cimeras y los cuadrados ya están preparados para el muestreo.
- Sin embargo, antes de empezarlo, compruebe que todas las casillas del protocolo de medidas han sido cumplimentadas (***Formulario 1***). Las casillas correspondientes a la documentación fotográfica de los *cuadrados de 1 m²* y de las esquinas (véanse en el capítulo 4.4 los PASOS O - R y T), generalmente se rellenan después por la persona responsable de la documentación fotográfica. Respecto al error admitido, véase el Recuadro 3.3; y para las explicaciones de todas estas medidas, véase el Recuadro 4.5.

Si todas las medidas se han tomado correctamente, el área de las *secciones del área cimera* será calculada a posteriori de forma automática, una vez introducidos los datos mediante la herramienta que GLORIA pone a nuestra disposición en la web (GLORIA data input tool, véase capítulo 6.2).

El equipo de coordinación de GLORIA se encargará de hacer los bocetos de las cumbres una vez se introduzcan los datos en la *Base de datos central de* GLORIA. Para ello es fundamental que todos los campos del protocolo de medición (***Formulario 1***) estén debidamente rellenos, por lo que rogamos una doble comprobación de los mismos.

4 PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO ESTÁNDAR (MEMUE/STAM)

El procedimiento descrito en este capítulo forma parte del paquete metodológico básico para poner en marcha una *zona piloto* de GLORIA dentro del muestreo estándar de la *Aproximación al estudio de las cimas*. La información recopilada mediante este método es la mínima requerida para construir una base de datos mundial y comparable sobre los patrones de distribución y comportamiento de las *plantas vasculares* y sobre la temperatura del suelo. Este muestreo estándar del *Estudio de las cimas* deberá ser aplicado por todos los equipos en todas las zonas piloto.

Los diferentes tipos de muestreo se describen detalladamente en los PASOS H - V, dando continuidad a los PASOS ya descritos en el capítulo anterior.

Los ***Formularios 2***, ***3*** y ***4*** son una muestra de los que usaremos para los *métodos de muestreo estándar* (véase el Anexo II, descargable desde la web de GLORIA, epígrafe 'Methods').

ÍNDICE DE CONTENIDOS DEL MUESTREO ESTÁNDAR PASOS H - V

4.1 Muestreo en los *cuadrados de 1 m²* 40

4.1.1 Estimación visual de la cobertura en los *cuadrados de 1 m²* 40

PASO H Anotación de las características del hábitat **42**

PASO I Anotación de la composición y recubrimiento de las especies **43**

4.1.2 *Muestreo de puntos fijos con marco enrejado de 1 m²* 43

PASO J Anotación de los tipos de superficie y las especies de plantas vasculares **43**

4.2 Muestreo en las *secciones del área cimera (SAC)* 44

PASO K Lista completa de especies y abundancia estimada de cada una de ellas siguiendo una escala ordinal de clases de abundancia **44**

PASO L Estimación del recubrimiento (%) de los distintos tipos de superficie **45**

4.3 Registro continuo de la temperatura 45

4.3.1 *Termómetros de registro automático* 45

4.3.2 Registradores que usamos 45

4.3.3 Preparación de los *termómetros automáticos* 46

PASO M Puesta a punto y preparativos previos a la instalación sobre el terreno **46**

4.3.4 Instalación de los *termómetros automáticos* en las cimas GLORIA 47

PASO N Instalación de los termómetros automáticos y documentación fotográfica de los mismos **47**

4.4 *Documentación fotográfica* 48

PASO O *Documentación fotográfica* del *punto culminante (HSP)* **48**

PASO P *Documentación fotográfica* de los *cuadrados de 1 m²* **48**

PASO Q *Documentación fotográfica* de las *parcelas de 3 × 3 m* **49**

PASO R *Documentación fotográfica* de las esquinas de las *secciones del área cimera* **49**

PASO S Foto de conjunto de la *cima* **51**

PASO T Otras fotos de detalles **51**

4.5 Retirada de las cintas que delimitan las parcelas de muestreo y consideraciones para su reinstalación en el futuro 51

PASO U Retirada de las cuerdas que delimitan las parcelas **51**

4.6 Información general de la *zona piloto* 51

PASO V Anotar información sobre la *zona piloto* **52**

4.1 MUESTREO EN *LOS CUADRADOS DE 1 m²*

Cada parcela de *3×3 m* consta de nueve *cuadrados de 1 m²*, delimitados por la *malla de cinta métrica flexible*. Las observaciones de vegetación se llevan a cabo únicamente en los cuatro *cuadrados de* las esquinas (véase Fig. 4.1), ya que los otros pueden quedar alterados por el pisoteo de los investigadores a lo largo del muestreo. Así obtendremos datos de vegetación para los 16 *cuadrados de 1 m²* en cada *cima*, lo que puede definirse como ***área de los 16 cuadrados***.

En cada uno de los 16 *cuadrados de 1 m²*, registraremos la *cobertura* de los distintos *tipos de superficie* (*plantas vasculares*, roca sólida, piedras sueltas, etc.) y la abundancia específica de cada planta vascular. Se trata de disponer de una base de referencia para detectar los cambios en la composición específica y en el *recubrimiento*.

En el procedimiento GLORIA estándar (*MEMUE*) se usarán dos métodos para observar la *cobertura*:

- Estimación visual de la *cobertura* y
- Una vez finalizada la estimación visual, se usará el *muestreo de puntos con marco enrejado*.

Para más información sobre las razones para utilizar estos métodos, véase el Recuadro 4.1. Para la repetición de los *seguimientos*, no utilice la lista de especies de los muestreos anteriores (véase el Recuadro 4.5).

Nota: en el periodo 2001-2010, el protocolo estándar incluía el recuento de frecuencias en sub*parcelas d*entro de los *cuadrados de 1 m²*. Sin embargo, en la actualidad el recuento de frecuencias se considera un *método de muestreo complementario* que puede aplicarse como una extensión de la metodología estándar básica (véase el Capítulo 5.1.2); consúltese el final del Recuadro 4.1, para otras consideraciones.

4.1.1 ESTIMACIÓN VISUAL DE LA COBERTURA EN LOS *CUADRADOS DE 1 m²*

Tanto el *porcentaje de cobertura* de cada *tipo de superficie* como el *porcentaje de cobertura* de cada planta vascular se obtendrá por estimación visual. Este es un método eficaz para registrar todas

RECUADRO 4.1 ANOTACIÓN DE LA VEGETACIÓN EN LOS *CUADRADOS DE 1 m²*, CONSIDERACIONES GENERALES

- ***Recubrimiento de los distintos tipos de superficie***

Los *tipos de superficie* definidos en el PASO H caracterizan la situación del hábitat del área estudiada, basada en clases de superficie fáciles de distinguir.

- ***Muestreo de las especies***

Al usar la *cobertura* de la vegetación o de las especies, resulta ventajoso que no se requiera identificar los individuos; sin embargo es una medida intuitiva fácil de calcular, en comparación con la densidad o la frecuencia, y está más directamente relacionada con la biomasa (Elzinga et al. 1998). La principal desventaja es que la *cobertura* puede variar a lo largo del período vegetativo. No obstante, este es un inconveniente menor ya que la mayoría de la vegetación de alta montaña está compuesta por especies longevas y de lento crecimiento. Si los muestreos se realizan en el punto álgido del periodo vegetativo (al menos fuera de las regiones tropicales húmedas), en principio podremos anotar la mayoría de las especies y su *cobertura*, pues no se esperan cambios notables hasta el final de la temporada.

- **Estimación visual del *recubrimiento* de las especies**

La estimación visual es el método más eficaz para la detectar todas las especies de *plantas vasculares*. Su aplicación es especialmente fácil y rápida en la vegetación rala de alta montaña.

En las parcelas permanentes de GLORIA, la *cobertura* de las especies se estimará en porcentajes, del modo más preciso posible. Las cifras o escalas de abundancia que se utilizan para la toma de inventarios de vegetación (véase, por ejemplo, Braun-Blanquet, 1964) no son adecuadas porque son muy groseras y se quedan cortas para nuestros objetivos. Por ejemplo, los valores bajos de *cobertura* de las especies (< 1%) suelen entrar en una sola clase, a pesar de que puedan mostrar grandes diferencias, particularmente en los ambientes alpinos. Así, una especie representada por individuos adultos bien desarrollados o en flor puede cubrir menos de 0,01% (<1 cm²), mientras que otras especies con el mismo número de individuos pueden recubrir un área cien veces mayor, o más. Véase también el Recuadro 5.2 para otras consideraciones sobre categorización frente a la *estimación de la cobertura*.

La estimación visual del porcentaje de *recubrimiento* de las especies encierra ciertamente imprecisiones, y podría parecer demasiado subjetiva cuando se trata de un *seguimiento* a largo plazo cuyos observadores irán cambiando con el tiempo.

Sin embargo, en los *cuadrados de* GLORIA la escala de la cinta métrica que delimita el terreno y el tamaño invariable de *1 m²* aumentan la precisión de la *estimación de la cobertura*. Un área de *cobertura* de una especie puede ser fácilmente transformada en porcentajes de *cobertura* (por ejemplo, un área de 10 × 10 cm es igual a 1%, 1 × 1 cm equivale a 0,01%). Las plantillas transparentes que muestren la zona de 1%, 0,5% al 0,1%, etc., facilitan la estimación y deben ser usadas sobre todo cuando cambiamos de tipo de vegetación (véase Figs. AI.3a/b en Anexo I). La *estimación de la cobertura* de las especies encespedantes o que forman pulvínulos es bastante precisa, especialmente en vegetación abierta, mientras que la estimación de gramíneas y de especies densas en varios estratos requiere experiencia. Se recomienda el trabajo por parejas, pues se ha comprobado que reduce la proporción de especies que pasan inadvertidas (Vittoz & Guisan 2007).

La reproducibilidad de un método con distintos observadores es de suma importancia para detectar cambios en la composición de especies y su *recubrimiento*. Se ha demostrado que los cambios inferiores al 20% aproximadamente son atribuibles a diferencias entre observadores (Sykes et al. 1983;

[...] Sigue en la página siguiente

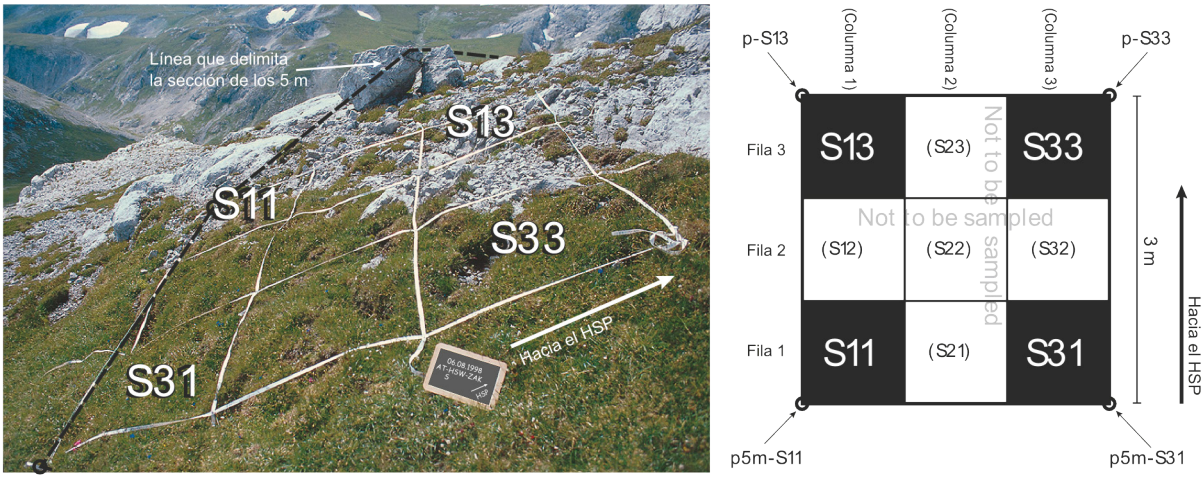


Fig. 4.1 ***Parcela de 3 × 3 m.*** A la izquierda, un ejemplo del NE de los Alpes (2250 m), parcela en la dirección S. A la derecha, esquema de la parcela con los códigos correspondientes a cada uno de los cuadrados y los números de los *puntos de medida* (las cuatro esquinas). Los códigos de los cuadrados constan de 3 dígitos. 1er. dígito: es una letra que denota la *dirección geográfica* principal o *punto cardinal* de la parcela; 2º dígito: es el número de la columna de la parcela, numerada de izquierda a derecha (siempre mirando hacia la *cima*), y 3er. dígito: es un número que nos indica la fila del grupo numerada de abajo arriba (orientados hacia la *cima*). Así, por ejemplo, S31 es el cuadrado de la parcela meridional situado en la tercera columna (es decir, la del lado derecho) y en la primera fila (es decir, la de abajo; para la *codificación* véase también el Recuadro 6.1).

RECUADRO 4.1 (CONT.)

[...] Viene de la página anterior

Kennedy & Addison 1987; Nagy et al. 2002); en otras palabras, únicamente los cambios mayores se deberían a factores causales. Sin embargo, para establecer comparaciones entre los datos de *seguimiento* y para estimar la capacidad de detectar cambios estadísticos (Legg & Nagy 2006), es crucial saber si tenemos que hacer frente a un error sistemático o se trata de un error de observación al azar. Los errores sistemáticos se presentan cuando una persona sobreestima o subestima claramente la *cobertura* de las especies, es decir, se trata de un error que no varía dentro de un observador, sino que varía entre los observadores, a diferencia de los errores aleatorios en el mismo observador de una estimación a la siguiente. Recientes ensayos de campo realizados con 14 personas, de forma independiente, muestreando las mismas parcelas GLORIA de 1 m², en diferentes tipos de vegetación alpina, mostraron que los errores aleatorios contribuyen mucho más a la varianza de la observación general (~ 95%) que los errores sistemáticos (~ 5%), (Gottfried et al. 2012, Futschik et al. en prep.). Esto sugiere que las diferentes parcelas pueden ser consideradas como muestras independientes, con independencia de si están muestreadas por el mismo o por diferentes observadores. Como consecuencia, la continuidad de la persona que observa en dos o más ciclos de control tiene una importancia menor. Además, la detección del cambio depende en gran medida el número de muestras.

Muestreo de la cobertura mediante *puntos fijos en rejilla*

El muestreo mediante puntos fijos en un enrejado (Levy & Madden 1933), se considera un método objetivo para medir el *recubrimiento* de las especies(Everson et al. 1990). Una de sus principales desventajas es que rara vez se cruzan los puntos con las especies menos comunes (véase Sorrells & Glenn 1991, Meese & Tomich 1992, Brakenhielm & Liu 1995, Vanha-Majamaa et al. 2000). Esto es intuitivamente obvio: una especie con un 1% de *cobertura* es probable que en una muestra de 100 puntos sólo se intercepte una vez, dos veces o ninguna. Una comparación del muestreo mediante puntos y con estimación visual de la *cobertura*, en zonas con vegetación abierta, de talla baja, en el *piso subnival* (*cobertura* vegetal ≤ 50%), demostró que, con *coberturas* > 0,7% no había diferencias significativas (Friedmann et al. 2011). No obstante, estos datos pueden no ser válidos para estructuras de vegetación más complejas. Sin embargo, con el uso de puntos en rejilla se pueden pasar por alto el 40% de las especies encontradas mediante la estimación visual (Friedmann et al. 2011). A pesar de todo, este método se considera fiable para las especies más comunes y es rápido cuando sólo se hacen 100 puntos.

La aplicación combinada de la estimación visual de la *cobertura* de las especies y el muestreo mediante puntos fijos de un enrejado, permiten la validación y evaluación de las variaciones debidas al observador, de los valores estimados visualmente y de las especies dominantes más comunes.

Recuento de frecuencias en subparcelas

Este método actualmente se considera complementario, por lo que se ha trasladado al capítulo 5 (véase 5.1.2), ya que necesita mucho tiempo para su realización en ecosistemas ricos en especies o con varios estratos y aumenta considerablemente la carga de trabajo. No obstante, es aconsejable no desecharlo definitivamente allí donde ya se haya aplicado, pues puede ser interesante comparar los datos en repeticiones futuras. Si la temporada de campo es corta se puede optar por ciclos de repetición más largos, coincidiendo con el siguiente periodo de muestreo estándar.

las especies que se hallan dentro de la malla, incluyendo aquellas con valores de *cobertura* menores del uno por ciento. Para cuestiones de carácter general sobre la *estimación de la cobertura* en los *cuadrados de 1m²*, véase el Recuadro 4.1.

Para rellenar los datos de estimación visual de la *cobertura* en los *cuadrados de 1m²*, use el ***Formulario 2***. Por favor, asegúrese de rellenar todos los campos que encabezan el formulario.

PASO H Anotación de las características del hábitat

En cada cuadrado se estima visualmente la *cobertura* máxima de cada *tipo de superficie*. Entendemos por *cobertura* máxima la proyección vertical (perpendicular a la ladera) de cada *tipo de superficie* y puede llegar a sumar el 100%. Por otra parte, para calcular el *recubrimiento* de cada especie (véase más abajo), se tendrá en cuenta el solapamiento entre las distintas capas, por lo que cuando se trata de vegetación cerrada este valor puede ser > 100% (Greig-Smith 1983).

- ***Tipos de superficie* y estimación de su *recubrimiento* (%):**
  - ***Plantas vasculares:*** *cobertura máxima de todas las plantas vasculares juntas.*
  - ***Rocas***: afloramientos rocosos que se hallan fijados en el suelo y no se mueven ni siquiera suavemente (por ejemplo, cuando se empujan con el pie); los grandes montones fijados deben considerarse como *rocas* y no como piedras sueltas o *gleras* (en caso de que no esté seguro de si un montón de piedras puede clasificarse como glera o como roca, añada aquélla a ésta).
  - ***Glera o pedriza:*** se trata de derrubios, incluyendo *gleras* fijadas o inestables, piedras sueltas de diversos tamaños depositadas en superficie o semifijadas al suelo; su grano siempre es mayor que el de la fracción arena (en ello se distinguen del *suelo desnudo*).
  - ***Líquenes sobre el suelo:*** se trata de los líquenes epigeos que no están cubiertos por *plantas vasculares.*
  - ***Briófitos en el suelo:*** son los briófitos epigeos que no están cubiertos por *plantas vasculares.*
  - ***Suelo desnudo:*** suelo abierto (orgánico o mineral), por ejemplo las superficies terrosas o arenosas que no están cubiertas por plantas.
  - ***Hojarasca:*** material vegetal muerto, en putrefacción.

Cada uno de esos tipos representa una fracción del m²; esto significa que la suma de la *cobertura* máxima de los diversos *tipos de superficie* que se hallan en un cuadrado no puede pasar del 100%.

- ***Subtipos para la** estimación de la cobertura **máxima*:**
  - **Líquenes bajo plantas vasculares:** son los que crecen debajo de la capa de *plantas vasculares*.
  - **Briófitos bajo plantas vasculares:** crecen igualmente bajo la capa de *plantas vasculares*.
  - **Líquenes crustáceos:** son líquenes epilíticos, sobre afloramientos rocosos.
  - **Briófitos en roca:** crecen en las microfisuras de roca, cuyo suelo no es visible (al contrario de lo que ocurre con los *briófitos del suelo*).
  - **Líquenes en glera:** son líquenes epilíticos que crecen en las *gleras* o en piedras sueltas.
  - **Briófitos en glera:** briófitos que crecen en microfisuras de glera o piedras cuyo suelo no es visible.

Cada uno de esos subtipos representa una fracción de uno de los siguientes *tipos de superficie*: *plantas vasculares*, *rocas* o glera. El *recubrimiento* del subtipo debe estimarse en forma de porcentaje del *recubrimiento* del *tipo de superficie* respectivo. Por ejemplo, en un cuadrado donde el 40% está recubierto de roca y la mitad de la roca viene cubierta por líquenes, anotaremos el valor 50% para el subtipo "líquenes crustáceos" en el formulario (y no el 20%, que sería el porcentaje referido al cuadrado entero).

- La exposición media del cuadrado (en las categorías

RECUADRO 4.2 NIVEL DE IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA REQUERIDO Y MATERIAL DE HERBARIO

Las plantas vasculares deberán identificarse en el campo con la mayor precisión posible, al menos hasta la especie (o en casos taxonómicamente complejos a nivel de grupo) y si fuera posible hasta la subespecie o variedad. Téngase en cuenta que algunas especies habrá que determinarlas en estado vegetativo, sin flores ni frutos que nos ayuden.

Teniendo en cuenta que se trata de un *monitoreo* (*seguimiento*) a largo plazo, con intervalos de 5 a 10 años entre sucesivas repeticiones, es aconsejable tomar muestras de herbario de cada una de las especies que se encuentran en las cuatro *cimas* de su *área piloto*, pues un pliego de herbario resulta crucial en casos de identificación dudosa. Gracias al material de herbario, conservado en su respectiva institución como colección específica de GLORIA, se facilitará la labor de los futuros equipos de campo y se reducirán los posibles errores causados por una identificación deficiente. En todo caso deberá seguirse el etiquetado estándar del herbario con indicaciones geográficas precisas.

Nota: Se deberá evitar imperativamente cualquier recolección de especímenes en los *cuadrados de 1m²* e incluso en las *parcelas de 3×3 m*.

Criptógamas. Sería deseable identificar los briófitos y líquenes hasta la categoría de especie. Ahora bien, como la identificación de algunas criptógamas no es posible en el campo, y además la estimación de su *cobertura específica* cuesta tiempo, el muestreo de briófitos y líquenes **no es obligatorio** para la base de datos estándar del *Estudio de las cimas*.

No obstante, en algunas regiones montañosas donde las criptógamas contribuyen sustancialmente a la biomasa vegetal (por ejemplo, en ciertos sectores de los Montes Escandinavos), su anotación a nivel de especie parece recomendable si hay expertos disponibles. Es por ello que el muestreo de briófitos y líquenes se considera una actividad optativa. Quien se decida por anotar dichas especies, debe saber que su trabajo de campo se alargará significativamente y ello aumentará los impactos del pisoteo provocados por los investigadores.

N, NE, E, SE, S, SO, O y NO) debe anotarse por medio de la *brújula*. Para obtener la pendiente o inclinación media (en grados sobre una escala de 360°) utilice el *clinómetro*.

PASO I **Anotación de la composición y recubrimiento de las especies**

- El *recubrimiento* de cada especie de planta vascular se calcula visualmente. La anotación de briófitos y líquenes hasta la categoría de especie se deja a voluntad del investigador. Los valores concretos de *cobertura* se estiman mediante la escala de porcentajes respecto a la superficie total del cuadrado (*1m²*). El porcentaje de *recubrimiento* se calculará del modo más preciso posible para nuestro propósito de *seguimiento*, en especial para las especies menos abundantes. Puede calibrar la precisión de sus estimaciones usando plantillas transparentes que muestran diferentes áreas (véase Figs. AI.3a/b en Anexo I).

Nota: cabe tener en cuenta que la suma total de la *cobertura* de todas las *plantas vasculares* puede sobrepasar la *cobertura* máxima estimada para las *plantas vasculares* en el **PASO H**, pero no debe ser inferior, ya que las distintas capas de vegetación se superponen.

Véase el Recuadro 4.1 para las consideraciones generales sobre este método. Con respecto a la determinación taxonómica de las *plantas vasculares* y de las criptógamas véase el Recuadro 4.2.

4.1.2 *MUESTREO DE PUNTOS FIJOS CON MARCO ENREJADO DE 1 m²*

Para el recuento de especies en cada uno de los 16 *cuadrados de 1 m²* del *área piloto*, se aplicará el método por *intercepción en línea de puntos*, con un marco o armazón enrejado de 1 m de lado interior y 100 puntos de enrejado distribuidos regularmente (véase Fig. 4.2). Se trata de tener una referencia básica para detectar cambios en la *cobertura* de las especies más comunes. (Véase también el Recuadro 4.1 para consideraciones generales sobre la *estimación de la cobertura* de las especies).

Para tomar nota de las observaciones se usa el mismo formulario que utilizamos en la estimación visual de la *cobertura*, así no tenemos que volver a escribir lo nombres de las especies (véase el ***Formulario 2***).

Nota: recuerde que el muestreo del marco enrejado debe hacerse después de la estimación visual de la *cobertura* para evitar cualquier sesgo en la estimación del *porcentaje de cobertura*.

Para la construcción del marco enrejado véase la Fig. 4.2 (nótese que la disposición de las cuerdas desplaza las celdillas y por tanto es diferente con respecto al diseño utilizado para el recuento de la frecuencia. Este último método ahora es complementario y opcional y se describe en el apartado 5.1.2).

PASO J **Anotación de los tipos de superficie y las especies de plantas vasculares**

Para el muestreo de puntos utilice un marco de madera (o aluminio) cuadrado, enrejado con cuerda fina, de un metro de lado interior, dividido mediante cordeles cruzados que dan como resultado 100 intersecciones en forma de cruz (véase Fig. 4.2; para su construcción véase la Fig. AI.2 en Anexo I).

- Monte el marco en la parcela de forma que los bordes interiores queden justo encima de la cinta métrica que delimita la parcela.
- Utilice una *varilla de muestreo* de 2 mm de diámetro (por ejemplo, una aguja fina de tejer) para fijar el punto.
- En cada punto de intersección baje la varilla perpendicularmente a la pendiente, es decir, perpendicular al plano del marco enrejado.
- Cada vez que la varilla se pone en contacto con una planta o con el suelo (se nota un pequeño golpe) se registra el dato en el formulario con una raya:
  - Cuando en un punto no haya *plantas vasculares*, anote con una raya el *tipo de superficie* que toque en el suelo (es uno de los que ya figuran en su formulario: *roca, piedra suelta* o *glera, líquenes del suelo, briófitos del suelo, suelo desnudo* u *hojarasca*).
  - Al tocar una planta vascular, haga una raya en la línea correspondiente del formulario.
  - Continúe hasta el suelo con la aguja y haga una raya por cada planta vascular más que toque. En los puntos de intersección donde haya tocado una planta vascular no debe anotarse el *tipo de superficie* que haya debajo de las *plantas vasculares*.

Este muestreo de *plantas vasculares* mediante contactos con la varilla (incluyendo las de las capas inferiores), permite calcular el porcentaje de *recubrimiento* de las especies, el cual se puede comparar con la *cobertura* estimada visualmente. La *cobertura* total de *plantas vasculares* se calculará restando de 100 la suma del número de contactos con los distintos *tipos de superficie*.

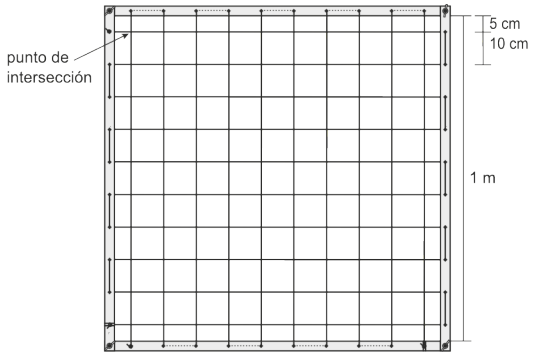


Fig. 4.2 ***Marco enrejado*** o bastidor con *malla de* 10×10 cm para el recuento de las especies en cada uno de los 100 puntos de intersección. El enrejado guarda una distancia de 5 cm respecto al lado interior del marco, mientras que el resto de cuerdas están separadas entre sí 10 cm.

4.2 MUESTREO EN LAS *SECCIONES DEL ÁREA CIMERA* (*SAC*)

Las cuatro secciones del *área cimera de los 5 m* junto con las cuatro secciones del *área cimera de los 10 m*, forman un conjunto de ocho parcelas que completan el área cimera (véase Fig. 3.6). Para un muestreo estándar, en cada una de las ocho *SAC* tendrá que anotarse:

- La **lista completa de especies**, junto con la **abundancia estimada para cada una de ellas** usando la escala ordinal de cinco *categorías de abundancia* del PASO K).
- Una estimación visual de la **cobertura total** de cada ***tipo de superficie***.

Se considera opcional cualquier registro más detallado en las *SAC,* por ejemplo la estimación del porcentaje de *recubrimiento* de cada especie en *cuadrados de 10×10 m* (véase capítulo 5.3), y se podrá aplicar de modo complementario (véase el capítulo 5.2.2 y Recuadro 5.2).

El objetivo final consiste en recoger datos de **todas las especies de una *cima*** y **detectar los cambios en la riqueza de especies de la misma**, así como la posible migración de especies**.**

El *recubrimiento* total de los *tipos de superficie* caracteriza la situación del hábitat y la vegetación del área cimera. Asimismo, la lista completa de las *plantas vasculares* (briófitos y líquenes de modo opcional) nos parece crucial para reconocer la llegada de nuevas plantas o la desaparición de otras en el área cimera.

En el Recuadro 4.3. pueden verse algunas consideraciones generales sobre el muestreo de especies en las *SAC.* Al repetir muestreos del *seguimiento* a medio o largo plazo no debe usarse la lista de especies de los muestreos anteriores (véase Recuadro 4.5).

Para anotar los datos en las *secciones del área cimera*, utilícese el ***Formulario 3*** (asegúrense de rellenar todos los casilleros del formulario).

PASO K Lista completa de especies y abundancia estimada de cada una de ellas siguiendo una escala ordinal de clases de abundancia

- La observación detallada de la *sección del área cimera* nos permitirá anotar todas las especies vasculares que allí se dan. Una vez más resulta crucial anotarlas todas, de modo que tengamos una referencia fundamental para detectar los cambios en la riqueza de especies, su desaparición o la llegada de otras nuevas.
- Una vez completada la lista de especies, haremos una estimación de la abundancia de cada planta vascular.

Las cinco ***categorías de abundancia*** son:

- **r! (muy rara):** uno o muy pocos individuos pequeños;
- **r (rara)**: unos pocos individuos en varios puntos, los cuales sólo podrán detectarse mediante una observación cuidadosa;
- **s (dispersa)**: distribuida por la sección, la especie difícilmente puede pasar por alto aunque a primera vista puede pasar desapercibida; ahora bien, sus ejemplares no presentan necesariamente una distribución uniforme en la *SAC*;
- **c (común):** la especie es frecuente y se distribuye por toda la sección, destaca a primera vista, aunque su *cobertura* será inferior al 50% del área de la *SAC*;

RECUADRO 4.3 CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL MUESTREO EN LAS *SECCIONES DEL ÁREA CIMERA*

Los datos de *recubrimiento* obtenidos para los distintos *tipos de superficie*, las *listas de especies* y su abundancia en el *área cimera* servirán para comparar las diferencias altitudinales en los hábitats y en la *cobertura vegetal* de las diferentes *zonas piloto*. Precisamente, la subdivisión en secciones permite analizar los efectos de la exposición en las especies y en los patrones de vegetación. Con todo, el principal objetivo consistiría en disponer de una referencia fundamental para el *seguimiento* de los cambios en la riqueza de especies, subrayando la desaparición de unas o la llegada de otras. Por tanto, resulta **indispensable detectar todas las especies**.

Un registro preciso de la *abundancia de especies* o de su *recubrimiento* puede necesitar bastante tiempo, ya que las *SAC* pueden variar de tamaño en función de factores topográficos de la cima. Por lo tanto, el *método estándar obligatorio* sólo requiere una estimación aproximada de la abundancia de cada especie mediante cinco clases cualitativas de abundancia, tal como se ha dicho anteriormente. La decisión se tomó después de amplio debate en la Conferencia de GLORIA celebrada en Perth (Escocia, Reino Unido), en septiembre de 2010. Este método para estimar la abundancia se ha considerado como el estándar global actual por ser más rápido y generar menor pisoteo que la estimación visual del porcentaje de cobertura de las especies en las *SAC*. Véase, sin embargo, el Recuadro 5.2 (capítulo 5.2.2) para comparar las ventajas de usar valores continuos de cobertura frente a las categorías de abundancia.

Opcionalmente se pueden aplicar *otros métodos complementarios de muestreo* en las *SAC*, siempre que se disponga de personal suficiente y los patrones de vegetación sean adecuados. Entre ellos citaremos:

- Estimación visual del *porcentaje de cobertura* de cada especie (como la que se aplica en los *cuadrados* de *1 m²*).
- Un método combinado de estimación de la cobertura, usando el *punto de intersección a lo largo de varias líneas* trazadas en la *SAC* para las especies más comunes, y la *estimación de la cobertura* para las especies más raras (Halloy et al. 2011). Se ha aplicado ampliamente en las cimas GLORIA de América del Sur (véanse capítulo 5.2.2 y Recuadro 5.2).
- El *método de intercepción en línea de puntos en cuadrados de 10 m de lado*, que fue aplicado por primera vez en las *áreas piloto* de GLORIA en California, EE.UU. Incluye parcialmente las *SAC* superior e inferior de cada punto cardinal (véase capítulo 5.3).

- **d (dominante):** muy abundante, representa gran parte de la fitomasa y suele formar una o varias manchas densas de vegetación; la especie cubrirá más del 50% de la superficie de la *SAC* (esta es la única clase de abundancia totalmente relacionada con la *cobertura*).

Nota: tenga en cuenta que la lista de especies de la *SAC* debe contener todas las especies de los *cuadrados de 1 m²* que se encuentran dentro de cada sección. Por tanto, haga un cotejo cruzado *in situ* los formularios de los cuadrados y las *SAC* correspondientes, de modo que no falte ninguna especie y se pueda estimar adecuadamente su abundancia.

PASO L Estimación del recubrimiento (%) de los distintos tipos de superficie (la suma debe alcanzar el 100%):

- ***Plantas vasculares***
- ***Rocas***
- ***Gleras o*** *pedrizas*
- ***Líquenes*** (excluyendo los epilíticos)
- ***Briófitos***
- ***Suelo desnudo***
- ***Hojarasca.***

Se trata de los mismos *tipos de superficie* que ya utilizamos al muestrear los *cuadrados de 1 m²* (véanse sus definiciones en el PASO H del epígrafe 4.1.1). En las *SAC* conviene estimar el *recubrimiento* de los *tipos de superficie* después de haber anotado las especies y su abundancia.

4.3 REGISTRO CONTINUO DE LA TEMPERATURA

4.3.1 *TERMÓMETROS AUTOMÁTICOS*

Es sabido que las biotas alpinas dependen mucho de la temperatura y de la innivación, entre otros factores climáticos. Los datos relacionados con su régimen son relativamente fáciles de obtener (directamente para la temperatura, indirectamente para la nieve) mediante *termómetros* de registro automático en miniatura (*T-loggers*) enterrados en el suelo. Si un punto determinado queda o no cubierto por la nieve se puede deducir por la forma que adopta la oscilación térmica diurna (Gottfried et al. 1999, Gottfried et al. 2002), incluso si la medida se hace a 10 cm de profundidad como es nuestro caso (Fig. 4.3). En contraste con la temperatura aérea, la medida de la temperatura a 10 cm de profundidad nos permite obtener de un modo fácil e invisible un registro continuo muy importante para la vida vegetal. Aunque la temperatura del suelo se muestre amortiguada, sigue influenciada por la radiación solar y la conductividad a través del suelo, la cual varía en función de la textura y humedad edáficas. Entonces, dado que la temperatura del suelo depende de la microtopografía –la cual también influye en los patrones de innivación– tiene que interpretarse con cuidado ya que no sigue de modo linear el gradiente adiabático de la temperatura aérea (Wundram et al. 2010).

En el ámbito del proyecto GLORIA utilizaremos esos datos para **(a) comparar los regímenes térmicos y de innivación en varias cimas a lo largo de un gradiente altitudinal, tanto dentro de una zona piloto como entre ellas, y (b) para detectar cambios climáticos a medio y largo plazo**.

4.3.2 REGISTRADORES QUE USAMOS

En la actualidad utilizamos dos tipos de instrumentos: **Geo-Precision MLog5W** (www.geoprecision.com) y **Onset TidBit v2** (www.onsetcomp.com).

El primero tiene la ventaja del acceso inalámbrico a los datos, por lo que no hay que desenterrarlos durante varios años. Estos registradores llevan una pila recambiable que dura por lo menos 5 años tomando una medida cada hora, por lo que a la larga es un equipo muy rentable (las instrucciones para el cambio de la pila pueden descargarse de la sección métodos de la página web de GLORIA, www.gloria.ac.at). El sensor Geo-Precision MLog5W usa la frecuencia de 433 MHz que no está libre en todos los países (por ejemplo, en los EE.UU.), por lo que el sensor Onset TidBit v2 es una alternativa. El registrador Onset TidBit v2 se conecta mediante USB a un ordenador, por lo tanto tiene que ser desenterrado cada vez que se quieren descargar los datos. Según el fabricante, este termómetro tiene una vida útil de 5 años, pero la experiencia demostró que muchos dispositivos dejaron de funcionar después de 2 años y medio en el ambiente frío de las *cima*s de GLORIA. Así que la duración segura de estos registradores en el campo es de 2 años. Véase la Tabla 4.1 para las especificaciones técnicas. Onset prevé disponer a medio plazo de registradores con especificaciones similares a las de los TidBit v2, pero con pilas recambiables.

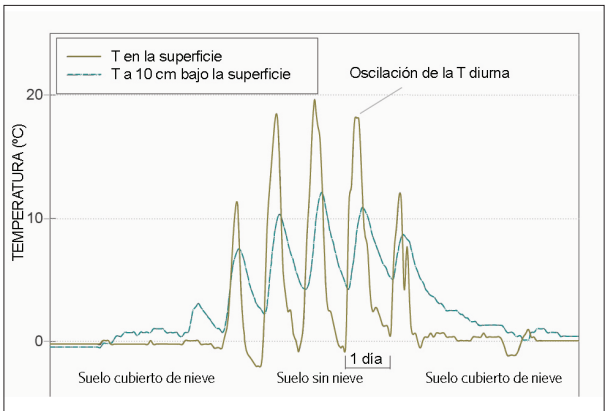


Fig. 4.3 Gráfico de las temperaturas registradas en la superficie y en el suelo, a 10 cm de profundidad. La curva obtenida por el sensor térmico enterrado sigue de cerca a la de la superficie, pero con unas horas de retraso. Los datos provienen del Schrankogel, Tirol, Austria, a 3108 m s.n.m.

Tabla 4.1 **Comparación de las especificaciones técnicas entre los registradores Geo-Precision MLog-5W y Onset TidBit v2, según los fabricantes**

	GeoPrecision Mlog-5W	Onset TidBit v2
Sensor de Temperatura ▯ Rango de T ▯ Precisión ▯ Resolución	 -40°C hasta +85°C ± 0,1°C a 0°C 0,01°C	 -20° hasta +70°C 0,2°C por encima de 0° to 50°C 0,02°C
Memoria	Memoria no volátil de 2048 KB, capaz de almacenar 500.000 de datos	Memoria no volátil de 64 KB, apta para 42.000 medidas de 12 bits
Descarga de datos	Acceso inalámbrico. No necesita hardware de conexión al ordenador. Usa la frecuencia de 433 MHz para Europa (incluida Rusia), África y China. Para otros países, consulte las normas locales	Requiere hardware de conexión al ordenador a través de lector óptico y USB
Batería	Litio de 2400 mAh, reemplazable, válida para 5-8 años	Litio de 3 Voltios, no reemplazable. El fabricante promete 5 años pero en las *cimas* GLORIA suele durar menos tiempo
Aspecto	Dimensiones: 14 cm × 2 cm	Diámetro: 3 cm

4.3.3 PREPARACIÓN DE LOS *TERMÓMETROS AUTOMÁTICOS*

Los *termómetros automáticos* deben prepararse en el laboratorio, antes de iniciar el trabajo de campo. Para ello será necesario tener instalado en nuestro ordenador el programa adecuado al *termómetro automático* del que dispongamos, así como acceso a internet. Las instrucciones se pueden descargar de la web de GLORIA (www.gloria.ac.at), sección "Methods". Allí también podrá encontrar el programa **GP5W-Shell** necesario para el termómetro **GeoPrecision Mlog-5W**; no obstante, recomendamos visitar la web del fabricante (www.geoprecision.com) para obtener la versión más reciente del programa.

Los *termómetros* deben ponerse en fecha y hora, programarse con el intervalo de registro correcto (frecuencia de muestreo) y ponerse en marcha. En el *Estudio de las cimas* estándar de GLORIA se tomarán 24 mediciones por día, es decir, **un registro a cada hora en punto**.

La hora oficial establecida para el conjunto del proyecto GLORIA es la UTC (*Universal Time Coordinated*). Para los análisis se puede transformar fácilmente en "hora real solar" para la longitud de su región, lo que nos permitirá cálculos como las temperaturas diurnas y nocturnas.

Úsese el ***Formulario 4*** para documentar la instalación en el campo del *termómetro automático*. Sirve tanto para la primera instalación (tabla superior) como para la lectura de datos, el cambio de la batería o del termómetro (tabla inferior).

PASO M Puesta a punto y preparativos previos a la instalación sobre el terreno

▯ Ajuste el reloj de su ordenador a la hora **UTC** (*Universal Time Coordinated*) –que es la GMT (*Greenwich Mean Time*) sin tener en cuenta el horario de verano–, si es posible con una precisión de un segundo. Para sincronizar su ordenador debe acudir a una referencia fiable, como el servicio de hora oficial de su país (en el caso de España el *Real Instituto y Observatorio de la Armada*) o en la web www.worldtimeserver.com. Asegúrese de que el reloj de su PC no se reajusta automáticamente, ya que algunos equipos conectados a la red lo hacen.

▯ Sincronice el reloj del termómetro con el ordenador usando el programa adecuado.

▯ Establezca el intervalo de registro en una hora, tomando la medida a la hora en punto. Para obtener las instrucciones específicas de cada modelo, véanse en la página web www.gloria.ac.at los apartados 'Methods', 'Download forms' y 'Guidelines for installing and changing loggers'.

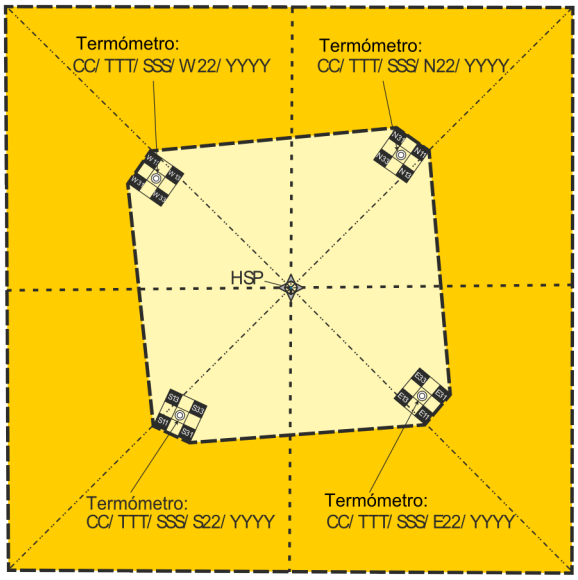


Fig. 4.4 Instalación de los *termómetros*. En cada *punto cardinal* de la ***zona piloto*** se entierra un termómetro en el cuadrado central de la parcela de *3×3 m* (cuando sea necesario instalarlo en otro punto, consúltese PASO N). Véase el Recuadro 6.1 para la codicficación.

4.3.4 INSTALACIÓN DE LOS *TERMÓMETROS* EN LAS *CIMAS* GLORIA

En cada cumbre se colocan cuatro *termómetros* registradores automáticos, uno en cada parcela de *3×3 m* (véase Fig. 4.4). Este diseño nos debe proporcionar información climática en los cuatro *puntos cardinales*, como por ejemplo, los periodos de innivación.

Cada termómetro debe instalarse enterrado, con el sensor situado a 10 cm de profundidad (véase Fig. 4.5) por dos razones:

- está protegido de la insolación directa y de los vientos de superficie, por lo tanto los errores microtopográficos se reducen al mínimo;
- está protegido de la insolación directa y de los vientos de superficie, por lo tanto los errores microtopográficos se reducen al mínimo.

PASO N Instalación de los termómetros automáticos y documentación fotográfica de los mismos

- En cada parcela de *3×3 m*, busque en el cuadrado central (por ejemplo, el N22) un punto donde el sensor pueda ser enterrado a 10 cm de profundidad. En el caso ideal, ese punto sería el centro del cuadrado, pero debe representar la situación media de la parcela y el hábitat (por ejemplo, no debe estar junto a una roca muy pendiente). Cuando no se pueda enterrar en el cuadrado central de la parcela, hay que buscar un sitio adecuado en otro cuadrado, pero siempre evitando los *cuadrados de* las cuatro esquinas (esto es, instale el sensor en los cuadrados N12, N21, N23 o N32; respecto a los números de los cuadrados consulte la Fig. 4.1).

  » En la medida de lo posible, el punto donde se instala el sensor debe representar el microclima medio de la parcela de 3 × 3 m.

- Excave un agujero pequeño, de unos 10 cm de profundidad, pero sin alterar demasiado el terreno.

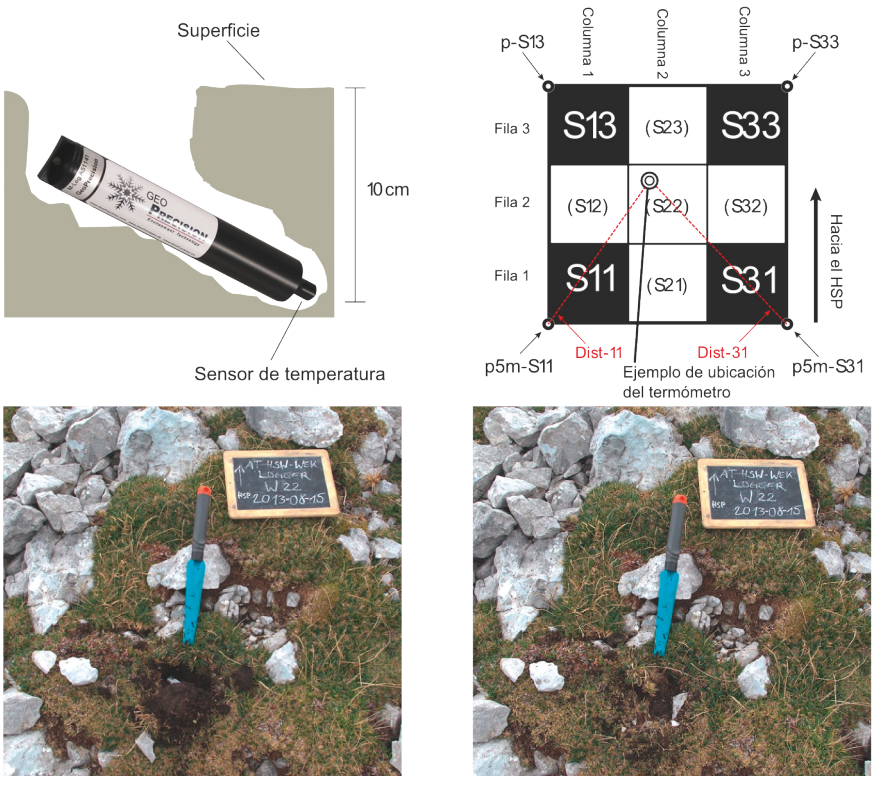


Fig. 4.5 Instalación de los termómetros. Arriba izquierda, el instrumento (en la imagen el GeoPrecision Mlog-5W) debe colocarse horizontal u oblicuamente, tal como se muestra en la figura, pero con el sensor siempre a 10 cm y todo el termómetro debe quedar totalmente enterrado. Abajo izquierda, hoyo excavado para introducir el termómetro. Abajo derecha: una vez enterrado el termómetro, situamos para la foto la azadilla o un instrumento similar indicando la posición del instrumento. Arriba derecha: ejemplo de disposición del registrador en el cuadrante central de la *malla de 3x3 m*, con las líneas de medición a las esquinas inferiores del *cuadrado de 3x3 m*.

- Escriba sobre el cuerpo del termómetro, con un rotulador de tinta indeleble, el código completo del sensor y el año de instalación, que tiene el siguiente esquema: CC-TTT-SSS-QQQ-YYYY (CC, country/país; TTT, target region/*zona piloto*; SSS, summit/*cima*; QQQ, quadrat/cuadrado; YYYY, year/año).
- Anote en el ***Formulario 4*** el número de serie del sensor, el código del cuadrado y el tipo de termómetro usado.
- Cuando se usen los Onset Tidbit, rodee con cinta adhesiva el cuerpo del sensor para proteger la interfase óptica de la cara superior. Ate una cuerda de unos 10 cm al agujero que nos ayudará a reencontrar el instrumento en el futuro. Esto último también puede ser de utilidad para los *termómetros* GeoPrecision Mlog-5W.
- Meta el termómetro en el agujero y asegúrese de que la sonda (véase Fig. 4.5, abajo izquierda) queda enterrada a 10 cm de profundidad.
- Mida la distancia, en metros con dos de*cima*les, que va desde el centro del agujero hasta las esquinas inferiores de la parcela de *3×3 m* (p.ej. *p5m-S11* y *p5m-S31*; véase Fig. 4.5, abajo a la derecha) y anote los datos en las casillas 'Dist-11' y 'Dist-31' del ***Formulario 4***.
- Tome una fotografía del agujero abierto, en la que se vea la pizarra donde habremos anotado la fecha (DD-MM-AAAA) y el código (CC-TTT-SSS-QQQ-LOG) y una flecha señalando el *HSP* o un *punto cardinal* determinado. Marque la casilla de la foto en el ***Formulario 4***. Véase la Fig. 4.5 y también el capítulo 4.4 respecto a las indicaciones generales para la documentación fotográfica.
- Cubra cuidadosamente el agujero. Para ello tenga en cuenta que la cuerdecilla atada al sensor no salga a la superficie. Ésta ayudará a localizar el sensor cuando se hayan excavado 2-3 cm, pero también conviene evitar que sea vista por los excursionistas o los animales.
- Tome dos a más fotografías del agujero cerrado, una que alcance los límites de la parcela y otra más próxima al sensor. Al hacerlo, ponga una señal para indicar la posición exacta del sensor (por ejemplo, una navaja, un bolígrafo o la azadilla usada para abrir el agujero). Para aumentar el valor de la foto, puede añadirse cualquier otra señal visual (así por ejemplo, una cinta métrica indicando la dirección y la distancia a cualquiera de los *puntos de medida*). Las fotografías resultarán esenciales para volver a localizar los sensores cuando haya que descargar los datos o cambiar la batería. Rellene la casilla de comprobación de las fotos del ***Formulario 4***.
- Rellene el recuadro para comprobar las fotos del ***Formulario 4***. Anote la fecha y la hora local de instalación y asimismo la diferencia con la hora UTC. Es importante anotar la diferencia con la hora UTC, tanto en el momento de la instalación como en la desinstalación de los *termómetros*, para tener una serie temporal coherente.

4.4 *DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA*

La *documentación fotográfica* resulta **crucial para volver a delimitar con precisión las parcelas y para documentar** visualmente la situación de los cuadrados en su conjunto (véase también el Recuadro 4.4). Para esta documentación sea práctica, es imprescindible seguir exactamente el sistema de *codificación* de GLORIA (véase el Recuadro 6.1). Para ello usaremos la pizarra donde anotaremos la fecha (DD-MM-AAAA), el código CC-TTT-SSS / QQQ (CC, country/país; TTT, target region/*zona piloto*; SSS, summit/*cima*; QQQ, quadrat/cuadrado) y una flecha señalando al *HSP* o a un *punto cardinal* que deberemos indicar. Una vez tomadas las fotos, rellene las casillas de comprobación de las fotos del ***Formulario 1***.

PASO O ***Documentación fotográfica del punto culminante (HSP)***

Aunque este punto quedará marcado permanentemente, debe estar bien documentado con fotos (para detalles de éstas y de las que indiquen su posición desde cierta distancia, véase Fig. 3.3; para la *codificación* véase el PASO P; código para este dato = *HSP*).

PASO P ***Documentación fotográfica de los cuadrados de 1m²***

Hay que tomar fotografías de los 16 cuadrados en vista frontal (perpendicular a la ladera en la medida de lo posible). Para ello se usará una cámara digital de alta resolución, con una distancia focal adecuada, capaz de abarcar completamente una parcela de *1m²*, desde una posición lo más cenital posible, incluso en terrenos irregulares (véase Recuadro 4.4). Recomendamos el uso de una cámara con pantalla LCD desplegable y orientable –también llamada de ángulo variable– que permiten encuadres en posiciones difíciles. Es muy recomendable tomar las **fotos con luz difusa** o con el **cielo cubierto**, puesto que la luz solar directa acentúa demasiado los contrastes, y ello no permite reproducir con claridad la estructura y textura de la superficie. Si ello no es posible, una solución para suavizar dichos contrastes es el uso del flash.

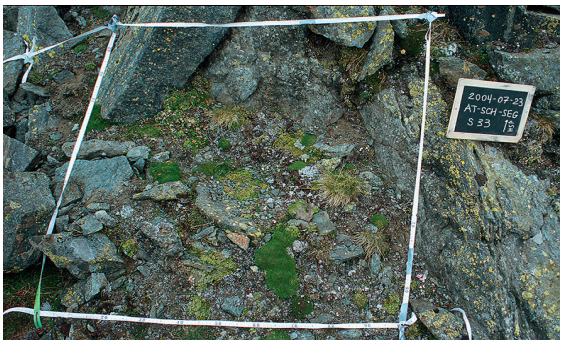


Fig. 4.6 Vista cenital del cuadrado de *1 m²*; foto tomada con el cielo cubierto.

Cada *cuadrado de 1 m²* debe fotografiarse sin el marco con malla (véase Fig. 4.6), y se tienen que poder ver completamente las cintas métricas delimitadoras del cuadrado a muestrear. Estas fotografías son cruciales para recolocar con rapidez y exactitud las parcelas en futuros *seguimientos*.

En las fotos tiene que verse la siguiente información: todos los elementos obligados del código (véase Recuadro 6.1 y Anexo III), como son: fecha, código del país, código de la *zona piloto*, código de la *cima*, código del dato (por ejemplo N31, S11, etc.), más una flecha dirigida hacia el N o hacia el *HSP*. Lo mejor es anotar esta información en una pizarrilla de fondo oscuro a situar en la parte izquierda o derecha fuera del cuadrado de muestreo. No deben emplearse tableros blancos porque pueden reflejar mucho la luz y quedar invisible la escritura en la foto.

Opcionalmente podrán tomarse otras fotos de detalle (por ejemplo, cada cuarto de cuadrado), y ello permitirá, p.ej., la identificación de las especies o el *seguimiento* de los pulvínulos.

PASO Q ***Documentación fotográfica de las parcelas de 3 × 3 m***

Deberán tomarse fotos de conjunto de cada parcela de *3×3 m* desde varios ángulos (véase, por ejemplo, la Fig. 4.1). No

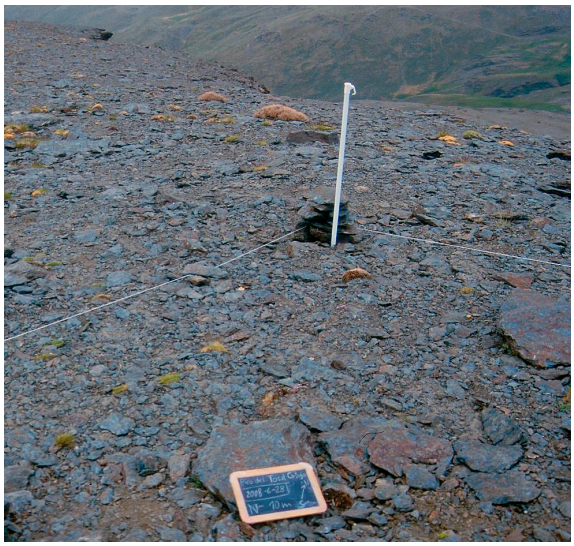


Fig. 4.7 Una de las esquinas inferiores de una *SAC*. El punto de los 10 m por debajo de la *cima* (p10m-O) en el Tosal Cartujo (Sierra Nevada, España, 3150 m s.n.m.), señalado con un bastón y con la pizarra donde se puede leer los datos para la *documentación fotográfica*.

hay que olvidar la pizarra con los correspondientes códigos (*codificación* ya indicada en el PASO P; códigos de dato = N, S, E u O, respectivamente) y una flecha dirigida hacia el norte o hacia el *HSP*.

PASO R ***Documentación fotográfica* de las esquinas de las *secciones del área cimera***

Deben documentarse los siguientes datos:

- el *punto culminante* (*HSP*) que establecimos en el PASO O.
- los cuatro puntos del nivel de 10 m de altitud por debajo del anterior: *codificación* en el PASO P; códigos de dato = *p10m-N*, *p10m-S*, *p10m-E*, *p10m-O*.
- los ocho puntos del *área cimera*: *codificación* indicada en el PASO P; códigos de dato = *pNE-5*, *pNE-10*, *pSE-5*, *pSE-10*, *pSO-5*, *pSO-10*, *pNW-5* y *pNO-10*.

Estos puntos deberán señalarse con un bastón o varilla (de 1 a 1,5 m de longitud) que los haga visibles en la foto: a este fin los tubos de aluminio o las piedras usadas como mojones permanentes resultan insuficientes (Fig. 4.7). Debe tomarse una foto de conjunto y otra de detalle en cada uno de los puntos, incluyendo siempre la pizarra con los correspondientes códigos y con la flecha dirigida hacia el norte o hacia el *HSP*.

RECUADRO 4.4 *DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA, CONSIDERACIONES GENERALES*

Las copias en papel de las fotografías constituyen la mejor referencia para volver a delimitar con rapidez y precisión las *parcelas de* muestreo.

- Así volveremos a establecer las parcelas sin necesidad de repetir las mediciones que tanto tiempo nos llevaron.
- Ahora bien, las fotografías son mucho más que simples instrumentos para relocalizar las parcelas. En efecto, documentan visual y completamente las parcelas permanentes por cuanto después de años o décadas serán muy útiles a efectos comparativos, por ejemplo para ver patrones locales de distribución de especies.
- Por esas dos razones, las fotos deben repetirse cada vez que *repitamos el muestreo*.
- Pondremos el máximo cuidado en las fotos y siempre que sea posible las tomaremos bajo cielo cubierto con el fin de evitar fuertes contrastes.
- Use su cámara digital al máximo de resolución.
- Asegúrese de que cada fotografía lleva inscrito bien visible su código fotográfico completo, escrito en la pizarrilla (véase Recuadro 6.1), la cual deberá incluirse siempre que sea posible. Ponga la pizarra fuera de las *parcelas cuadradas* de 1 m.
- Asimismo, rellene las casillas de control para fotos en los ***Formularios 1*** y ***4***, con el fin de comprobar que ha tomado todas.
- Almacene sus fotos usando etiquetas coherentes. Para nominar sus ficheros fotográficos en JPG utilice los nombres estandarizados (véase el capítulo 6.3, el Anexo III y el programa (*GPDM*, *GLORIA Photo Data Management*).

DISTANCIA FOCAL DE LAS LENTES

Para abarcar en una foto el conjunto de los *cuadrados de 1m²*, bastará con un objetivo que sea equivalente al gran angular de 28 mm o menor de las cámaras réflex. En todo caso, **antes de salir al campo** debe comprobarse que la cámara que usemos sea capaz de abarcar, desde una posición cenital, un *cuadrado de 1m²* en diferentes condiciones de terreno. Preferiblemente el fotógrafo será el más alto del grupo. A este respecto recomendamos el uso de una cámara con pantalla LCD desplegable y orientable –también llamada de ángulo variable– que permiten encuadres en posiciones difíciles, como tomas cenitales realizadas por encima de la cabeza del fotógrafo. Otras fotos se pueden hacer con distancias focales mayores.

RECUADRO 4.5 CONSIDERACIONES PARA LA NUEVA DELIMITACIÓN EN EL FUTURO

FOTOS Y MEDICIONES PARA LA REINSTALACIÓN LAS DE PARCELAS

Una reinstalación precisa y rápida de las parcelas para los estudios de *seguimiento* se basará en las fotografías impresas de los cuadrados y de las esquinas de las *SAC*. Por ello, en los futuras muestreos no será necesario repetir los largos trabajos para su delimitación que se describieron en el capítulo 3.3. Ahora bien, las mediciones realizadas en el primer muestreo son fundamentales para:

- Determinar con exactitud los *puntos cardinales* y los niveles de 5 y 10 m por debajo de la *cima*.
- Restablecer las parcelas en aquellos casos en que no sea posible sólo por medio de fotografías. Por ejemplo, en pastos densos y uniformes o en lugares donde domina la vegetación alta. En caso de cambios rápidos y acusados de la vegetación, poco esperables, como el crecimiento de arbustos, será necesario repetir las mediciones.
- Restablecer las parcelas en caso de perturbaciones graves. Esto puede dar lugar a la pérdida del hábitat anterior o a una reubicación acusada de las manchas vegetación. En tales casos, será necesario repetir las mediciones y documentar detalladamente la perturbación. Parcelas sometidas a una perturbación continua de ritmo lento, como la solifluxión, que puede distorsionar rápidamente los patrones de hábitat y de la vegetación, por lo general deben ser detectables sólo con la foto.
- A partir de las mediciones se puede elaborar un esquema detallado de las posiciones reales del área cimera. Dichos esquemas impresos nos pueden ayudar a encontrar las *parcelas de* muestreo para volver a estudiarlas y las esquinas de las *secciones del área cimera*, pero también nos pueden servir para evaluar sus mediciones anteriores. Por ejemplo, formas inverosímiles de las *SAC* deberían revisarse y volverse a medir en el campo.
- Finalmente, las mediciones nos permiten calcular el área de cada *SAC* para un análisis posterior.

INTERVALOS DE REPETICIÓN DE LOS MUESTREOS

El intervalo de los ciclos de *seguimiento* o repetición de los muestreos será de cinco a diez años. A escala mundial sería deseable establecer intervalos fijos o concertados, pero es difícil de organizar debido a las limitaciones logísticas y presupuestarias. Además, las fechas de inicio de las investigaciones son diversas y sigue la expansión continua de la red GLORIA a nuevas zonas piloto. También tenemos diferencias regionales entre los hemisferios norte y sur, a lo cual se añaden las peculiaridades de las regiones tropicales. Por todo ello, es impracticable una coordinación mundial de los ciclos de *monitoreo*. La incertidumbre sobre la financiación y la falta de tiempo son otras tantas razones para variar los intervalos de la segunda encuesta. Por ejemplo, la primera repetición a escala europea se llevó a cabo en 2008, siete años después de la investigación inicial y la segunda está prevista para 2015. Sin embargo, en una serie de zonas piloto de Norteamérica y Australasia se llevó a cabo la primera repetición tras cinco años. Podría ser interesante establecer intervalos más cortos –anuales– para la determinación de la variabilidad interanual, aunque se espera que sea bastante baja debido a la gran longevidad de la mayoría de las especies vegetales alpinas. Por otra parte, debemos tener en cuenta el considerable esfuerzo físico y presupuestario que supone repetir los muestreos a intervalos cortos, por no hablar de posibles interferencias y perturbaciones provocadas por el aumento de pisoteo por los investigadores.

Ahora bien, más que establecer ciclos de *monitoreo* concertados a nivel internacional es importante repetir las campañas en las mismas fechas o en fechas equivalentes alrededor del punto óptimo del periodo vegetativo. Cabe tener en cuenta posibles retrasos o adelantos de la temporada de crecimiento para ajustar en lo posible la campaña de repetición de los muestreos. En general, es aconsejable no comenzar demasiado temprano en la temporada, cuando las partes reproductivas o incluso vegetativas de las especies no están todavía bien desarrolladas.

PROCEDIMIENTO PARA LA REPETICIÓN DE LOS MUESTREOS

El trabajo de campo para la repetición de los muestreos es muy similar al de la investigación inicial. Aunque por regla general no será necesario repetir las mediciones para el establecimiento de las parcelas. Para reubicar de forma exacta las parcelas llevaremos las fotografías impresas de los cuadrados y las esquinas, así como el protocolo de medidas para el caso de que los puntos no puedan ser identificados correctamente con la foto (por ejemplo, al haber crecido la vegetación). Las fotos son esenciales para situar de nuevo los *cuadrados de 1m²* y delimitar las *secciones del área cimera*.

Todo el muestreo estándar (*cuadrados de 1m²* y *SAC*) debe repetirse empezando de cero, es decir, sin recurrir a los datos antiguos; de ese modo evitaremos sesgos en la presencia o ausencia de especies, en los valores de *cobertura*, etc. Dicho de otro modo, para repetir los muestreos no deben usarse datos de las parcelas tomados en muestreos anteriores, tales como listas de especies, valores de *cobertura* o fotos de los cuadrados. No obstante, el equipo de trabajo debe estar familiarizado con todas las especies presentes en su *zona piloto*, sobre todo si hay nuevos miembros. Por tanto, será de gran ayuda disponer y repasar la lista de especies de cada cumbre y los correspondientes materiales de herbario. En el campo sólo se consultarán las listas de recuentos anteriores tras haber completado los trabajos, por ejemplo para ayudar a la identificación de especies dudosas.

En resumen, para las sucesivas repeticiones se utilizarán los mismos materiales, equipos y formularios en blanco. Para la reinstalación de las parcelas se llevarán al campo copias impresas de todas las fotos y de los formularios con las medidas y datos de posicionamiento de las parcelas, incluyendo el esquema de cada cumbre.

Para la lectura, descarga y mantenimiento de los *termómetros automáticos*, habrá que llevar los formularios que contienen los datos de instalación de los *termómetros* (***Formulario 4***) y, si se tiene que desenterrar alguno para su lectura, cambio o sustitución de la batería, las fotos de la instalación del registrador, *termómetros* de repuesto y el equipo necesario en función del modelo usado.

PASO S ***Foto de conjunto de la cima***

Tome una foto de la *cima* (por ejemplo, desde un saliente cercano o desde un lugar opuesto en el otro lado de un valle si las distancias no son demasiado grandes) con el fin de mostrar su aspecto geomorfológico y su situación general (obsérvese la Fig. 2.2). Ponga igualmente la pizarra con sus correspondientes códigos, si es posible (como código de dato anote SU-OV; para los códigos véase Anexo III). Tampoco olvide en este caso la flecha dirigida hacia el norte o hacia el *HSP*. ▯

OPCIONAL **PASO T** **Otras fotos de detalles**

Son bienvenidas otras fotos complementarias que considere usted importantes para añadir a la *documentación fotográfica*, por ejemplo, de las *líneas de intersección* o de otras líneas. Para su *codificación* tenga en cuenta obligatoriamente el punto más cercano (véanse los PASOS O - R). Si ese dato no se viera en la foto, añada una flechita en la pizarra que vaya dirigida hacia el punto al que corresponde el código. Tampoco olvide la flecha dirigida al norte u otro *punto cardinal*. ▯

4.5 RETIRADA DE LAS CINTAS QUE DELIMITAN LAS PARCELAS DE MUESTREO Y CONSIDERACIONES PARA SU REINSTALACIÓN EN EL FUTURO

Dado que la duración del *Estudio de las cimas* de GLORIA es indefinida, a largo plazo, y que el intervalo de tiempo entre muestreos será de varios años, una vez finalizado el muestreo deberán retirarse todos los elementos no permanentes que se hayan usado para la delimitación de la *cima*. Sólo quedarán los tubos de aluminio (u otras marcas que los sustituyan) que delimitan las esquinas y los *termómetros automáticos* enterrados.

Por lo que respecta a la delimitación en futuras repeticiones véase el Recuadro 4.5.

PASO U **Retirada de las cuerdas que delimitan las parcelas**

Antes de retirar las cintas o cuerdas irevise los ***Formularios 1*** y ***4***, y asegúrese de que todas las parcelas, subparcelas o puntos han quedado bien documentados con fotografías! Una vez finalizados todos los trabajos, incluyendo los de documentación fotográfica, deberán retirarse tanto las mallas de *3×3 m* como las cintas o cuerdas que delimitaban las *secciones del área cimera*.

4.6 INFORMACIÓN GENERAL DE LA *ZONA PILOTO*

Este capítulo se centra en la información relativa a la *zona piloto*, es decir, al área donde se encuentran las cuatro *cimas* GLORIA. Se debe describir la zonación altitudinal de los pisos de vegetación, el tipo de roca y la historia del uso del territorio. Le sugerimos que complete el formulario en el campo siempre que sea posible, aunque podría hacerse más tarde, por ejemplo, si necesitáramos información adicional sobre usos históricos del suelo.

Véase el ***Formulario 0***.

RECUADRO 4.6 USOS DEL SUELO E *IMPACTO DEL PASTOREO*

Como ya se mencionó en el subcapítulo 2.2.2 de este Manual, el pisoteo humano o el pastoreo del ganado y animales silvestres pueden enmascarar posibles cambios relacionados con el clima. Por lo tanto, deben evitarse los lugares muy afectados por el uso humano. Sin embargo, en muchas regiones montañosas como el Pirineo (Villar & Benito 2003) es difícil encontrar hábitats de cumbre prístinos, sin pastar. Por lo tanto, al analizar los cambios inducidos por el calentamiento global en la vegetación es importante tener en cuenta dichos impactos. La dificultad estriba en que los usos del suelo pueden ser tan específicos de la región que los cambios provocados no resultan evidentes. Sin embargo, puede ser más relevante conocer los cambios de uso del suelo que la intensidad actual de uno de ellos. Cabe esperar que el pastoreo tradicional durante siglos produzca menos ruido de fondo que los cambios importantes ocurridos, por ejemplo, en los últimos 50 o 100 años. Por otra parte, el pastoreo intensivo puede ser evaluado por especies indicadoras del mismo.

No obstante, la toma de datos sobre el terreno de los impactos producidos por los usos del suelo y el pastoreo no forma parte del protocolo estándar.

En las *secciones del área cimera* (***Formulario 3***), hay un apartado de comentarios en el que se deben indicar impactos del ganado en pastoreo, tales como pisoteo, acción del diente o excrementos. El método complementario de recuentos de frecuencia en sub*parcelas de 1 m²* incluye la anotación de los efectos del pastoreo en las 100 subparcelas (***Formulario 5-S***, capítulo 5.1.2).

En el ***Formulario 0***, dedicado a la descripción general de la región, se deben comentar los usos históricos del suelo en relación con la situación actual. Los comentarios deben basarse en registros históricos regionales o en informantes locales de confianza. Dependiendo de la región, podremos encontrarnos variedad de posibles factores: pastoreo, fuego, caza, agricultura, turismo, minería, etc.

PASO V Anotar información sobre la *zona piloto*

- Estimación de la altitud de los distintos pisos de vegetación en metros sobre el nivel del mar:
  - *Límite del bosque*, entendido como la línea donde termina el bosque cerrado vista desde la distancia; anótese tanto el límite potencial como el actual.
  - *Límite de los árboles*, entendido como la línea donde se aprecian los últimos grupos de árboles mayores de 3 m de alto; anótese tanto el límite potencial como el actual.
  - *Ecotono alpino-nival*, entendido como la transición entre el *piso alpino* superior y el nival de la *zona piloto*.
  - Si fuera necesario se harán comentarios sobre los límites altitudinales, por ejemplo, si existen desviaciones con respecto a la altitud media, si falta uno de dichos límites en la *zona piloto* y cabe explicar su ausencia, etc.
- Información sobre el tipo de roca madre de las *cima*s de la *zona piloto*, como sabemos tipo de sustrato y su influencia en la composición florística deben ser coherentes en las cuatro *cima*s . Además, se debe hacer una estimación del pH medio del suelo (por ejemplo, ácido: <4.5, intermedio: > 4.5-6.5, neutro / alcalino: > 6,5).
- Breve descripción de la *zona piloto*, especialmente en relación con los usos del suelo antiguos y recientes, concretando si se hallan en estado prístino o seminatural. Si ese no fuera el caso, indicaremos qué uso humano ha tenido o todavía tiene un impacto sobre la vegetación actual, así como el alcance de otros impactos de uso del suelo. De particular interés son los cambios relativamente recientes –por ejemplo, en los últimos 50 años–, en el régimen de pastoreo o en el uso de la tierra, los cuales aún pueden seguir condicionando los cambios de vegetación actual (véase también el Recuadro 4.6).
- Anote el piso de vegetación o *ecotono* donde se encuentra la cumbre, según la siguiente zonación: (1) *ecotono del límite superior de los árboles*, (2) *alpino inferior*, (3) *ecotono alpino inferior* / superior, (4) alpino superior, (5) *ecotono* alpino / nival, y (6) nival (consúltense Recuadro 2.1 y las definiciones en Nagy & Grabherr, 2009).
- Haga comentarios sobre la situación particular de la cumbre si el esquema de zonación anterior no fuera aplicable y describa las posibles desviaciones. También se pueden hacer comentarios sobre cualquier otra desviación significativa de la *cima* "ideal" (consúltese el capítulo 2.2 sobre la selección de las *cima*s y el Recuadro 2.1 sobre las definiciones de las zonas y pisos de vegetación).

5 *DISEÑO DE MUESTREOS COMPLEMENTARIOS Y MÉTODOS PARA LA TOMA DE DATOS (MECO)*

En las *cima*s y zonas piloto de GLORIA se han aplicado varios métodos complementarios, los cuales se consideran una extensión de la *Aproximación al estudio de las cimas*. Todos estos métodos complementarios que describiremos aquí están directamente relacionados con el muestreo estándar de GLORIA. Se siguen varios enfoques, por ejemplo tomas de datos adicionales (recuentos de frecuencia en sub*parcelas de* los *cuadrados de 1 m², recubrimiento* de especies en las *SAC* o muestreo por líneas de puntos en *cuadrados de 10×10 m*), un mayor número *cuadrados de 1 m²* por *cima* con el fin de mejorar el poder estadístico de detección de cambios o la inclusión de otros grupos de organismos como briófitos y líquenes. Algunos de estos métodos complementarios antes formaban parte de la metodología estándar obligatoria de GLORIA, aunque en la actualidad han quedado como opcionales.

Cabe considerar que la aplicación de métodos complementarios en el muestreo de las *cima*s puede provocar perturbaciones adicionales al aumentar el pisoteo. Ello es particularmente cierto en terrenos escarpados o con suelo pedregoso inestable, así como allí donde la vegetación sea especialmente sensible a la perturbación, como es el caso de las comunidades dominadas por criptógamas. Téngase en cuenta además que necesitaremos mayor tiempo y esfuerzo, lo cual no debe ir en detrimento de la aplicación completa de los muestreos estándar.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

5.1 **Muestreos complementarios en los *cuadrados de 1 m²*** **54**
5.1.1 Muestreo de briófitos y líquenes en los *cuadrados de 1 m²* **54**
5.1.2 *Recuentos de frecuencia* en las subparcelas de los *cuadrados de 1 m²* **54**
5.1.3 *Cuadrados de 1 m²* complementarios en la curva de nivel de los 10 m **54**

5.2 **Muestreo complementario en las *secciones del área cimera*** **56**
5.2.1 Muestreo de briófitos y líquenes en las *secciones del área cimera* **56**
5.2.2 Muestreo de la *cobertura de especies* en las *secciones del área cimera* con el *método por línea de Puntos y Área Flexible* (*PAF*) **56**

5.3 ***Muestreo de especies por línea de puntos en cuadrados de 10×10 m*** **58**
5.3.1 *Muestreo de plantas vasculares por línea de puntos en cuadrados de 10×10 m* **59**
5.3.2 Anotación de especies adicionales en los *cuadrados de 10×10 m* **60**

5.1 MUESTREOS COMPLEMENTARIOS EN LOS CUADRADOS DE *1 m²*

5.1.1 MUESTREO DE BRIÓFITOS Y LÍQUENES EN LOS *CUADRADOS DE 1 m²*

En el muestreo estándar obligatorio (capítulo 4) ya se anota la *cobertura* conjunta de briófitos y líquenes. Sin embargo, el registro de estos dos grupos de criptógamas a nivel de especie es una actividad complementaria ya que la determinación de las especies de criptógamas sólo la pueden realizar escasos especialistas, y la mayor parte de los que son capaces de determinar muchas de las especies sobre el terreno no suelen estar disponibles. Además, el pequeño tamaño de los individuos y el mayor número de especies requiere un tiempo extra o un equipo mayor que incrementa el pisoteo, un impacto que debemos valorar antes de poner en marcha este muestreo complementario.

La decisión de muestrear las especies de líquenes y briófitos en *cuadrados* de *1 m²* dependerá, además, de su importancia regional según el número de especies, su biomasa y *recubrimiento*.

Nota: dependerá, además, de su importancia regional según el número de especies, su biomasa y *recubrimiento*(***Formulario 2*** para el muestreo en *cuadrados de 1m²*).

5.1.2 *RECUENTOS DE FRECUENCIA* EN LAS *SUBPARCELAS DE LOS CUADRADOS DE 1 m²*

En anteriores muestreos de la *Aproximación para el estudio de las cimas*, los *recuentos de frecuencias* en subparcelas formaban parte del método estándar, sin embargo en la actualidad se considera un método opcional complementario. La principal razón es que tal muestreo precisa mucho tiempo, por lo que en lugares remotos no parece viable, y como además provoca un mayor impacto por pisoteo, ha dejado de considerarse como parte esencial del muestreo básico.

Los *recuentos de frecuencia* de *plantas vasculares* y de los *impactos del pastoreo*, se efectuarán en las 16 *parcelas de 1m²* de cada *cima*. Su propósito es **detectar los cambios en la vegetación a escala detallada** (véase el Recuadro 5.1).

Como norma general para evitar inexactitudes, los recuentos de frecuencia no deben realizarse en aquellos cuadrados donde no pueda colocarse bien el *marco de 1m²* con malla. Tal es el caso de las *cima*s que se encuentran en el *ecotono del límite superior de los árboles*, donde podemos encontrar pequeños árboles o arbustos en los cuadrados, o bien la vegetación es de porte alto.

Además, se toma nota de los rastros de pastoreo por mamíferos, detectables mediante tres tipos de señales:

RECUADRO 5.1 CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LOS *RECUENTOS DE FRECUENCIA*

Los datos obtenidos sobre la presencia de especies en las 100 celdillas del enrejado o malla, se utilizarán para el *seguimiento* a escala detallada de los cambios en la vegetación. Volver a colocar con precisión el marco enrejado en sucesivos muestreos es condición indispensable para estudios de *seguimiento* fiables. Por ello, cuando apliquemos este método para calcular la frecuencia en las subparcelas, deberemos tomar una foto adicional del *cuadrado de 1m²* con el *marco enrejado* debidamente instalado.

El recuento de frecuencias en subparcelas resulta bastante sensible para especies que crecen agrupadas (por ejemplo, plantas en cojinete y macollas compactas), pero no lo es tanto para las que aparecen dispersas.
El recuento de especies de pequeña talla, con muchos individuos y distribución dispersa (caso típico de muchos briófitos y de un buen número de *plantas vasculares*), requiere más tiempo y suele dar valores de alta frecuencia, aun cuando su *recubrimiento* sea bajo. Para comparar con el *recuento de frecuencias en subparcelas* mediante estimación visual véase Friedmann et al. (2011).

- excrementos;
- efectos del diente en la vegetación, como hojas, tallos o inflorescencias comidos o despuntados;
- pisoteo, visible por huellas de animales o bien por líquenes o ramas rotos.

La hoja de anotaciones corresponde al ***Formulario 5-S*** (véase en el Anexo II).

PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

- Se utilizará un marco o armazón de madera (o de aluminio) de 1×1 m de lado interior, con celdillas de 0,1 × 0,1 m para el recuento de frecuencias en subparcelas (para los detalles de su preparación, véanse Fig. 5.1 y Fig. AI.2 en Anexo I; nótese que el marco difiere del empleado en la trama de puntos por el número y disposición de las cuerdas).
- En cada una de las celdillas se anotará la presencia de *plantas vasculares*, así como los indicios de pastoreo. Deberán anotarse todas las especies observadas dentro de las celdillas. Consideramos que una especie está presente cuando alguna de sus partes cae dentro de los límites señalados por los hilos de la celdilla de 0,1 × 0,1 m, en vista cenital, perpendicular a la pendiente de la ladera y al plano del marco enrejado y con independencia de donde esté enraizada.

  Nota: tendremos especial cuidado en caso de relieve desigual donde no se pueda aplicar bien el marco enrejado a la superficie del terreno.
- Tome una foto con el marco instalado, nos servirá de ayuda para reinstalarlo correctamente en próximos *seguimiento*s.

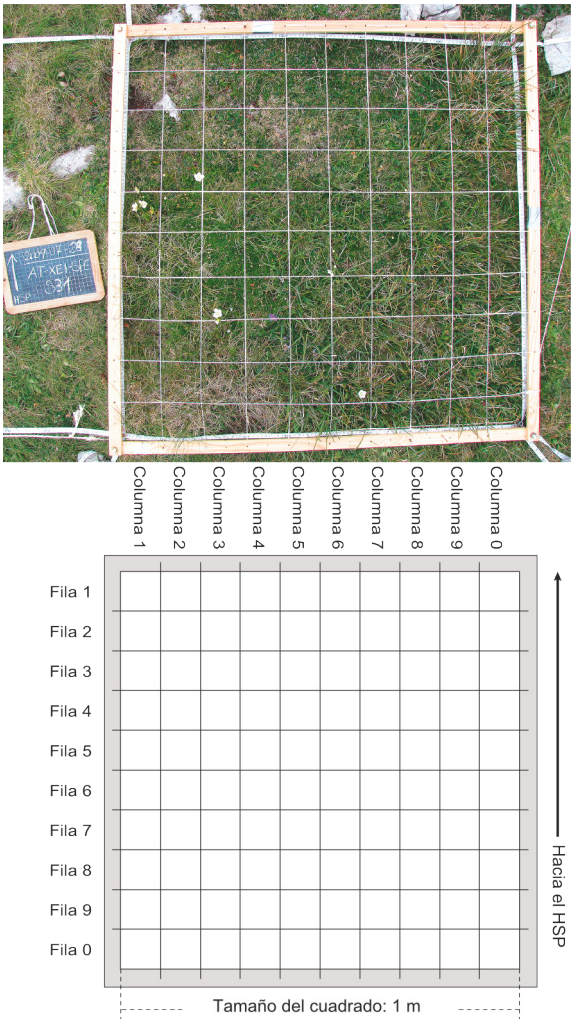


Fig. 5.1 ***Marco de 1 m² con malla para el recuento de frecuencias.*** Arriba, marco con malla o enrejado colocado en una parcela de muestreo. Abajo, esquema de dicho marco de 1×1 m de longitud interior, subdividido en celdillas de 10×10 cm, donde se anotarán la presencia de especies y los efectos del pastoreo. Nótese que este marco es diferente del que se usa para el muestreo de puntos con marco de 1 m con malla (véase Fig. 4.2).

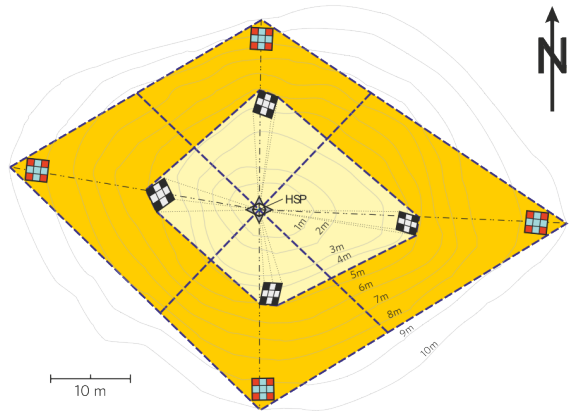


Fig. 5.2 Localización de los 16 cuadrados complementarios. Se establecen cuatro en cada *punto cardinal* cerca de la *curva de nivel* de 10 m y dispuestos en mallas de *3×3 m*.

5.1.3 *CUADRADOS DE 1 m²* COMPLEMENTARIOS EN LA CURVA DE NIVEL DE LOS 10 m

Jean-Paul Theurillat[1,2] & Pascal Vittoz[3]

1 | Centro Alpino de Fitogeografía, Fundación J.-M. Aubert, Champex-Lac, *Suiza;* **2** | Universidad de Ginebra, Sección de Biología, *Suiza;* **3** | Universidad de Lausana, Departamento de Ecología y Evolución, *Suiza*

Con el fin de mejorar la base estadística para detectar pequeños cambios, sería deseable aumentar el número de *cuadrados de 1 m²* en cada una de las *cima*s de GLORIA. Ello nos permitiría apreciar pequeñas desviaciones en la *cobertura* de especies, tanto a nivel local como regional, e incluso centrarnos en cambios relacionados con especies individuales. No obstante, conviene tener en cuenta que estos muestreos complementarios requieren mayor esfuerzo en personal y tiempo, especialmente cuando nos hallamos en la alta montaña alpina donde el periodo vegetativo es corto y con frecuencia se ve interrumpido por condiciones meteorológicas adversas. Duplicar el número de parcelas no sólo significaría doble tiempo para el muestreo de las especies, sino también para delimitar las parcelas y obtener la documentación fotográfica. Por lo tanto, un equipo de cuatro personas podría no ser suficiente para completar las observaciones en estos cuadrados complementarios dentro de un solo período vegetativo. Por otra parte, el establecimiento de parcelas adicionales no debe ir en detrimento de los procedimientos estándar requeridos. Por lo tanto, los cuadrados complementarios sólo deberán establecerse después de haber completado todos los muestreos estándar obligatorios en los 16 cuadrados y en las ocho *secciones del área cimera*. Además, un mayor número de *cuadrados de 1 m²* puede aumentar la perturbación causada por los investigadores.

DISEÑO DEL MUESTREO Y PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE DATOS EN LOS CUADRADOS COMPLEMENTARIOS

Situación de las parcelas. Las parcelas adicionales también formarán parte de cuadrículas de *3×3 m*, donde los *cuadrados de* las esquinas servirán como parcelas permanentes de muestreo. Siguiendo cada dirección principal o *punto cardinal* se instalará una cuadrícula de *3×3 m* adicional a partir del *HSP*, en la *curva de nivel* de -10 m y paralela a la pendiente. La línea inferior de las cuadrículas de *3×3 m* quedará un poco por encima del punto p10m en cada *punto cardinal*, de modo que las esquinas inferiores de las cuadrículas de *3×3 m* tocan las líneas que marcan el límite inferior de la *sección del área cimera de 10 m* (véase Fig. 5.2). Cuanto más agudo sea el ángulo que forman las líneas inferiores que delimitan la *SAC,* mayor será la distancia entre la cuadrícula de *3×3 m* y el punto *p10m*.

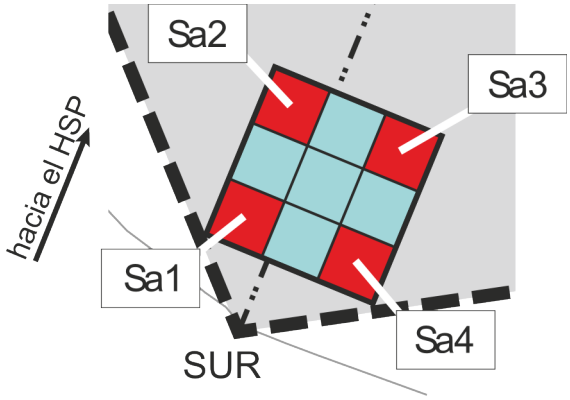


Fig. 5.3 ***Codificación* de los *cuadrados complementarios* en el *nivel de 10 m*** (en este caso, se muestran los códigos del enrejado de *3×3 m* en el Sur).

Codificación. Los cuadrados complementarios deben tener un código alfanumérico de 3 caracteres para hacerlo compatible con la *codificación* estándar de las parcelas en la *Base de datos central de* GLORIA. El esquema de la *codificación* sería: Na1, Na2,...Oa4, donde **N**, **S**, **E**, **O** corresponden al *punto cardinal*, a indica que se trata de una parcela adicional, **1**, **2**, **3** ó **4** el número de parcela siguiendo las agujas del reloj, empezando por la inferior izquierda (véase Fig. 5.3).

Muestreo. Para el muestreo en los cuadrados complementarios se aplicarán los mismos métodos que se aplican en los cuadrados estándar obligatorios (véase el capítulo 4.1).

5.2 MUESTREO COMPLEMENTARIO EN LAS *SECCIONES DEL ÁREA CIMERA* (*SAC*)

5.2.1 MUESTREO DE BRIÓFITOS Y LÍQUENES EN LAS *SAC*

Véanse las explicaciones en el punto 5.1.1.

Nota: para tomar nota de las criptógamas en las *SAC* se utilizará el mismo formulario que el usado para las *plantas vasculares* (***Formulario 3***). Asimismo se estimará la abundancia de las criptógamas empleando las *categorías de abundancia* descritas en el capítulo 4.2.

5.2.2 MUESTREO DE LA COBERTURA DE ESPECIES EN LAS *SECCIONES DEL ÁREA CIMERA* CON EL *MÉTODO POR LÍNEA DE PUNTOS Y ÁREA FLEXIBLE* (*PAF*)

Stephan Halloy[1,2], Mariana Musicante[2], Mercedes Ibáñez[1] & Karina Yager[3]

1 | The Nature Conservancy, Santiago, *Chile;* **2** | Universidad Nacional de Chilecito, *Argentina;* **3** | NASA Centro de Vuelos Espaciales Goddard, Laboratorio de Ciencias de la Biosfera, *Maryland, EE.UU.*

El muestreo obligatorio estándar en las *secciones del área cimera* (SAC) obliga a tomar la lista completa de especies de *plantas vasculares* y hacer una estimación de su abundancia por medio de cinco clases de *cobertura*, así como estimar el *porcentaje de cobertura* de los principales *tipos de superficie* (véase capítulo 4.2). Este procedimiento se puede realizar en un tiempo razonable y, por lo tanto, la mayor parte del esfuerzo se puede dedicar a localizar todas las especies de la *SAC*.

No obstante, si contamos con tiempo y observadores suficientes, podremos tomar datos más precisos de la *cobertura* de cada una de las especies. Ello nos permitirá aplicar herramientas estadísticas más avanzadas y obtener la relación especies/área, de la que se derivan las curvas de rango-abundancia y sus respectivos análisis, así como calcular índices como el de Shannon-Weaver de diversidad, la equitabilidad, la distancia de ajuste a una distribución log normal (ΔL), etc. (véase Magurran 1988, Halloy & Barratt 2007); para otras consideraciones, véase el Recuadro 5.2.

La dificultad para estimar de la *cobertura* en las *SAC* estriba en que varían mucho en superficie (desde 100 a más de 1000 m²), forma y relieve. Por ello, el muestreo de la *cobertura* no se puede hacer de forma homogénea y rápida, sobre todo ante mosaicos de vegetación complejos e irregulares o donde la riqueza de especies sea elevada.

Hay varias maneras para determinar la *cobertura* de las especies. Escogeremos uno u otro método según sea la abundancia de una especie, su forma de crecimiento y su patrón de distribución. Por lo tanto, en el caso que nos ocupa sugerimos una combinación del muestreo clásico de *intercepción en línea de puntos* (Scott 1965, Dickinson et al. 1992) con el de área flexible (por ejemplo, Halloy et al. 2011).

MÉTODOS DE MUESTREO

Intercepción en línea de puntos

El método de muestreo por *intercepción en línea de puntos* sirve para medir la *cobertura* de las especies más comunes y de los principales *tipos de superficie*. Para ello se extiende una cinta métrica de 50 m, de forma aleatoria, en el centro de la *SAC*. Cada 50 cm se pincha una varilla (por ejemplo una aguja de tejer de 2 mm de diámetro) de forma perpendicular a la ladera, hasta que toque el primer objeto, ya sea una planta, el suelo o una roca. Si la vegetación es arbustiva, dicho contacto puede quedar por encima de la cinta. La idea sería anotar el primer punto que una gota de lluvia tocaría en su caída. Este punto es análogo al que "vería" un satélite y que estaría integrado en una gran masa de puntos en una imagen espectral de satélite (tal como se mide con el índice diferencial normalizado de vegetación NDVI). La combinación de todos los puntos (*porcentaje de cobertura*), representa la "imagen" de la vegetación en vista cenital. Para cada contacto se anota una marca (o raya) en el formulario de datos (por ejemplo, la especie A: II; la especie B: I; pedriza: IIII; roca: II; *suelo desnudo*: I; etc.). Al final deben obtendremos 100 marcas correspondientes a los 100 puntos de la muestra. La proporción de cada elemento representa su

abundancia o *porcentaje de cobertura* (por ejemplo, la especie A: 2%; la especie B: 1%; pedriza o glera: 4%, etc.).

Cuando las *SAC* sean grandes o con vegetación discontinua, podemos variar la longitud de la línea o tender varias líneas adicionales, pero siempre tendremos en cuenta el número de puntos de muestro para calcular el *porcentaje de cobertura* (por ejemplo, si usted tiene 300 puntos de contacto y la especie A se tocó 21 veces, su *cobertura* resultante sería del 7 %). En *SAC* más pequeñas convendría hacer varios segmentos más cortos, por ejemplo, de 12 m, 16 m, 15 m ó 7 m, siempre que se cumpla el mínimo de 100 puntos.

Medir la *cobertura* por *intercepción en línea de puntos* resulta sencillo, puede costar menos de media hora por

RECUADRO 5.2 CUANTIFICACIÓN CORRELATIVA, CATEGORIZADA, ASÍ COMO ESTIMACIÓN DE LAS ESPECIES RARAS

Como hay un considerable debate en cuanto a los métodos de campo para cuantificar la vegetación, y con el fin de superar algún malentendido, conviene aclarar algunos extremos, particularmente en cuanto al tiempo y esfuerzo que se dedican y su relación con la precisión de los resultados obtenidos. Cualquiera que sea el tratamiento que demos a los datos o cifras, empecemos por aceptar lo necesario que es observar la vegetación y tras ella, nuestra mente se pone a trabajar. La mayoría de los métodos en que nos apoyamos pretenden dar un sentido a lo que hemos observado. En teoría, uno podría medir cada planta por separado y calcular su abundancia o *recubrimiento*. Ahora bien, eso requeriría demasiado trabajo de campo y esfuerzo, incluso provocaría daños por pisoteo. Esa es la razón por la que todos los demás métodos incorporan la mejor estimación visual posible. Podríamos escoger la estimación rápida de las especies más abundantes o bien tratar de encontrar detenidamente todas las especies. Como el objetivo de GLORIA es llegar a entender los cambios, damos por bueno el tiempo y esfuerzo adicional necesario para encontrar todas las especies (véase más atrás, por ejemplo, y el Recuadro 4.1 para los *cuadrados de 1 m²*). Entonces, una vez que dedicamos el tiempo necesario para encontrar todas las especies, tendremos que decidir cómo procesar mentalmente los datos sin dedicar más tiempo en el campo.

Cuantificación correlativa frente a categorizada

Las estimaciones de *cobertura* de especies se pueden realizar usando números correlativos (por ejemplo, medidas de área o *recubrimiento* en porcentaje, 1, 4, 6, 25, 50, etc.) o bien clases o categorías (por ejemplo ordinales, como en el PASO K del capítulo 4.2; como a, b, c, donde a = *cobertura* de 1-7, b = de 8 a 15, etc.). Los partidarios de las categorías argumentan: (1) el ahorro de tiempo y (2) aun en el mejor de los casos las estimaciones son imprecisas, así que ¿por qué dar una falsa impresión de precisión dando un número?

El uso de números correlativos, aunque no pretenda dar impresión de mayor precisión, no requiere más tiempo, ya que el proceso mental para su cálculo se basa en la misma información que para asignar categorías. Y a pesar de las imprecisiones, es más probable que se aproxime a la realidad. Por ejemplo, supongamos que la planta 'x' tiene una *cobertura* real del 49% y usted tiene establecidas las categorías d>= 50%, con punto medio en un 60%, y c<50% con punto medio en el 30%. Cuando su mente procesa la información, usted puede categorizar correctamente como c, o puede errar en un 1% y categorizar como d. Si posteriormente intenta transformar estas categorías en porcentajes, su error con respecto a la realidad sería al menos del 9% y podría llegar al 21%. Si trata con porcentajes correlativos, es posible que incurra en un error del 2 o 3%, lo que sería todavía mucho más preciso que si usa categorías.

La intercepción en línea de puntos (como el *muestreo por línea de puntos* o la intercepción en puntos fijos de marco enrejado en *cuadrados de 1m²*) eliminará parte de la incertidumbre al proporcionar estimaciones más objetivas de la *cobertura*, aunque seguirá estando limitada por la cantidad de puntos de muestreo.

Estimación de las especies raras

El muestreo por líneas de Puntos y Área Flexible (PAF) permite una estimación de las especies raras que no han sido tocadas en una línea de intercepción. No conviene dedicar mucho tiempo en la estimación de estas áreas, sino más bien tener en cuenta las consideraciones mencionadas anteriormente: damos por supuesto que usted ha explorado el área lo suficiente como para localizar todas las especies (o al menos la gran mayoría de las que se pueden ver en ese momento), ya que el método así lo requiere. Una vez que ya tiene la lista de plantas, deberá recordar qué es lo que vio exactamente e imaginar el área que cubre cada una de ellas. Esto no quiere decir que tenga que volver a medir cada especie. Para las especies abundantes, por memoria visual conservará la magnitud de su área. Como ayuda mental para el cálculo, imagine que separa cada una de esas plantas y las lleva a un cuadrado. ¿Cuánto cubriría ese cuadrado? Ayúdese también con las manos, imaginando una distancia aproximada de 20 × 20 cm, de 60 × 60 cm, el tamaño de su carpeta, etc.

Al prepararnos para el trabajo de campo, la principal dificultad consiste en la indecisión del observador para dar un número, el miedo de cometer un error o una imprecisión. Todo requiere su entrenamiento, al igual que se necesita cierto atrevimiento para romper a hablar un nuevo idioma, incluso cuando conociendo las palabras se tiene miedo de tropezar. Adquirida la capacidad visual para estimar áreas, todo lo que necesitamos es anotarlas en forma de números aproximados. Hemos de aceptar un cierto grado de error o de imprecisión. Pero cualquiera que sea la imprecisión, siempre será menor que la de agrupar todas las especies raras en la categoría <1%. Por ejemplo, en un área de 200 m² podemos encontrar 10 o más especies que cubran menos del 1%. Perderemos mucha información agrupándolas todas en <1%, cuando en realidad su grado de abundancia puede diferir en varios órdenes de magnitud. La especie 'x' podría cubrir 1 cm² (0,00005%), la 'y' abarcar 10×10 cm (100 cm², 0,005%), mientras que la 'z' ocuparía un cuadrado de 100 × 100 cm (10.000 cm², es decir *1m²*, o sea el 0,5%). Somos propensos a errar y podemos estimar 12 × 12 cm donde no había más que 8 × 8 cm; sin embargo todavía nos acercamos más a la realidad que diciendo <1%.

Se espera que las especies raras se vean considerablemente afectadas por el cambio climático, por la variabilidad del clima u otros impactos (el pastoreo, por ejemplo). En consecuencia, la estima aproximada de su abundancia es importantísima para comprender correctamente los cambios a largo plazo.

SAC o cerca de una hora en una *SAC* más grande e irregular. Normalmente este muestreo lo realizan dos personas, una que "canta" los datos y otra que los anota. Pueden trabajar dos o tres equipos de dos personas, de forma que se pueden hacer varias réplicas del muestreo simultáneas, con lo que aumenta la potencia estadística. Sin embargo, con este muestreo adicional se puede provocar un gran impacto por pisoteo en hábitats inestables o de vegetación frágil, circunstancia que conviene valorar.

Estimación de la *cobertura* de las especies raras

Cuanto más rara sea una especie en una *SAC,* menos probabilidad habrá de que sea detectada en la *intercepción en línea de puntos*. Por lo tanto, el *recubrimiento* de las especies que no hayan sido interceptadas en la línea de puntos tendrá que ser estimado por el área que ocupan (o *recubrimiento*).

La medida de la *cobertura* de estas especies puede hacerse de dos maneras diferentes, según sea el tipo de planta. En cualquier caso, toda la *SAC* deber ser explorada cuidadosamente con el fin de estimar la *cobertura* de cada especie:

- Para plantas de contorno bien definido (cojinetes, plantas en roseta, arbustos) y de formas relativamente regulares, se puede estimar o medir su tamaño promedio y multiplicar por el número estimado de individuos de la especie en cuestión. En los formularios de campo deberá anotarse, por ejemplo, 5 × 5 cm × 14 individuos ó 10 × 12 cm × 8 individuos ó 13 × 20 cm × 3 individuos. Cuando una misma especie muestre gran número de individuos de diferentes tallas, se pueden reconocer varias clases de tamaño, por ejemplo 1 × 1 cm × 250 individuos + 5 × 5 cm × 65 individuos, etc. El número de las clases de tamaño y el tamaño de cada clase no son fijos, sino que dependen de la especie y de su patrón local de distribución. Téngase en cuenta que un mayor número de medidas no incrementa necesariamente la precisión global (véase el Recuadro 5.2).
- Para las plantas que se hallan más o menos dispersas o presentan formas muy irregulares (algunas gramíneas, plantas anuales o especies rastreras) se puede calcular mentalmente la superficie que ocuparían todos sus individuos dentro de la *SAC* si estuvieran agrupados. En los formularios de campo se anotaría 25 × 30 cm, por ejemplo. Eventualmente, si fuera muy difícil estimar el área combinada, se pueden sumar las áreas parciales con la siguiente notación: 2 × 3 cm + 4 × 5 cm, etc., no obstante, esta aproximación lleva más tiempo y puede dar lugar a errores mayores.

La combinación de ambos métodos para estimar la *cobertura* nos dará el área que cubre la especie (en cm^2 o m^2) dentro de una *SAC.* Se recomienda que todas las medidas que se anoten sobre el terreno sean medidas lineales (por ejemplo, de 5 × 5 cm) en vez de relativas a la superficie (por ejemplo, no anoten 25 cm^2). Esto reduce el error que se genera inevitablemente al hacer cálculos mentales en el campo. Las superficies se calcularán posteriormente en una hoja de cálculo a partir de estos números. Con estos datos ya podremos calcular el *porcentaje de cobertura* de cada especie, pues conocemos el tamaño de la *SAC* a partir de las mediciones de las distancias y los ángulos tomados con la *brújula* durante la delimitación del sitio.

El trabajo y el tiempo necesarios para estimar la *cobertura* de las especies más raras dependerán del tipo de terreno, la vegetación o la riqueza de especies así como de la forma y distribución de las mismas. Aunque no se pueda dar el tiempo medio estimado para efectuar este muestreo, un equipo de dos personas necesitará de 20 a 80 minutos para completar un *PAF* (muestreo por línea de Puntos y Área Flexible) de 50 m de longitud y 100 puntos, incluyendo el *muestreo por intercepción en línea de puntos* y la estimación de *cobertura* para las especies raras (Halloy et al. 2011). Este ha sido el caso en variados tipos de vegetación en los Andes, desde los relativamente pobres en especies a los páramos ricos (alpino húmedo-tropical) y al "monte" (vegetación esteparia dominada por arbustos). Con práctica, este método puede ser tan rápido como el procedimiento estándar (es decir, la lista de las especies más las *categorías de abundancia* definidas verbalmente), ya que **mientras se van avistando todas las especies el investigador va elaborando una imagen mental de su distribución y abundancia**. Cuando no se disponga de mucho tiempo, la determinación de la *cobertura* de las especies no debería quitar atención a la determinación de la presencia y *categorías de abundancia* en las *SAC,* ambas en los muestreos estándar obligatorios. También deberá tenerse en cuenta el impacto provocado por el pisoteo a la hora de decidir qué métodos se aplican en las *secciones del área cimera*.

Tanto el *muestreo por intercepción en línea de puntos* como el del *recubrimiento* deben anotarse en el ***Formulario 3*** of the field manual (columna «*cobertura*»). La conversión de superficie cubierta en *porcentaje de cobertura* se calculará más adelante en el laboratorio. Tenga siempre en cuenta el número de puntos de muestreo en cada *SAC,* ya que esto puede diferir dependiendo del tamaño de la misma.

5.3 *MUESTREO DE ESPECIES POR LÍNEA DE PUNTOS EN CUADRADOS DE 10×10 m*

Este método complementario se aplicará en los cuatro direcciones principales del área cimera, con el doble objetivo de:

- establecer comparaciones entre las especies halladas en parcelas regulares de 100 m^2 situadas en la cuatro exposiciones (no como las *SAC* que son contiguas y de tamaño irregular);
- ligarse a una actividad extra de GLORIA, el *se-*

guimiento de plantas ladera abajo, que se lleva a cabo en transectos de 100 m² emplazados a intervalos de 25 metros de desnivel en las *cimas* de GLORIA (véase el capítulo 7.1).

El planteamiento original de los *cuadrados de 10×10 m* (diseñado por A. Dennis, J. & C. Bishop et al., en las áreas GLORIA de las White Mountains, California) pretendía facilitar la *estimación de la cobertura* (en %) de las especies de la *SAC*. Sin embargo, un cuadrado de *10×10 m* difícilmente será representativo en una *SAC* de tamaño irregular. Por tanto, una versión modificada y simplificada del método se considera ahora como pieza complementaria de GLORIA (Fig. 5.4). En esencia, el diseño de los *cuadrados de 10×10 m* permite comparar patrones de diversidad vegetal entre las cuatro direcciones principales, como ocurre en las cuadrículas o *parcelas de 3×3 m*, pero cubriendo una superficie mucho mayor.

DELIMITACIÓN DE LOS *CUADRADOS DE 10×10* m

- Comience por la esquina inferior de las cuadrículas de *3×3 m* que se encuentra en la *línea principal de medida*; este será el punto medio del cuadrado de *10×10 m*.
- Mida una distancia de 7,07 m ladera arriba, a lo largo de la *línea principal de medida*, y fije allí la esquina superior del cuadrado de *10×10 m*; vuelva al punto medio y mida desde allí otros 7,07 m ladera abajo, a lo largo de la misma *línea principal de medida*, y señale allí la esquina inferior del cuadrado de *10×10 m* (su diagonal es entonces de 14,14 m).
- Fije en la esquina superior el punto 0 de una cinta métrica de 50 m, y la marca de los 20 metros en la esquina inferior; ajuste la cinta de 20 m para que la tercera esquina de cuadrado coincida con la marca de los 10 m; haga lo mismo por el otro lado del cuadrado de *10×10 m*, haciendo coincidir la marca de 40 m de la cinta métrica con la esquina superior y ajústela para que la marca de 30 m complete la cuarta esquina (Fig. 5.5, arriba).

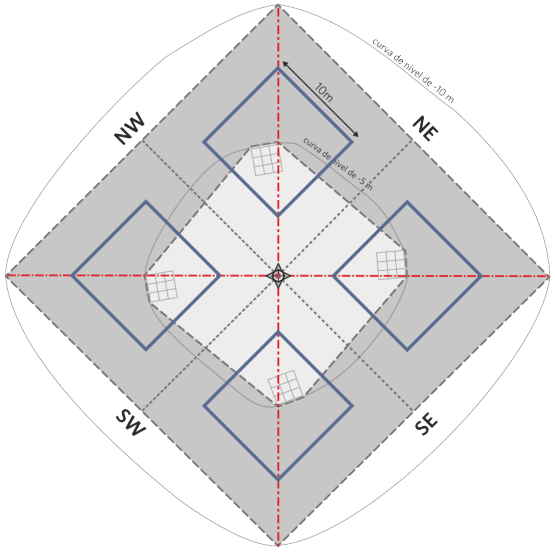


Fig. 5.4 Posición de los *cuadrados de 10×10 m* dentro del *área cimera*.

5.3.1 MUESTREO DE PLANTAS VASCULARES POR LÍNEA DE PUNTOS EN *CUADRADOS DE 10×10 m*

En primer lugar, vamos a situar la primera línea de las 20 que compondrán el muestreo en *cuadrados de 10×10 m*. Coloque una cinta métrica de 10 m, paralela a uno de los lados del cuadrado de *10×10 m*, pero desplazada 25 cm hacia el interior (véase Fig. 5.5, abajo).

Para el muestreo en cada una de las 20 líneas, comenzare-

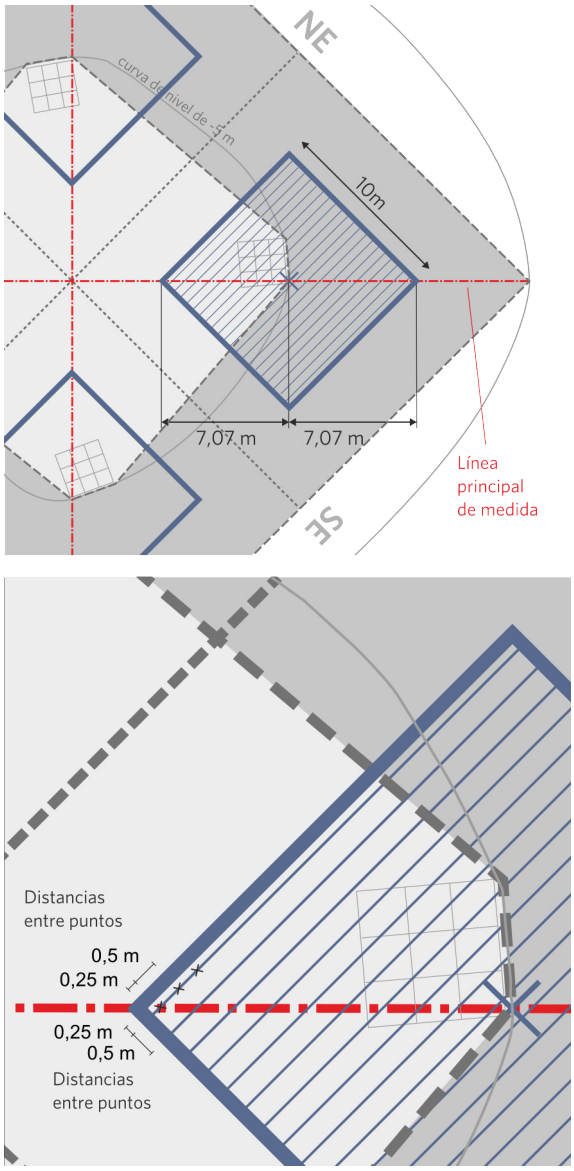


Fig. 5.5 Líneas de muestreo de plantas vasculares por puntos en *cuadrados de 10×10 m*.

mos por situar el primer punto de medida a 25 cm del extremo de la cinta métrica y luego seguiremos señalando puntos sucesivos a intervalos de 50 cm (véase (Fig. 5.5, abajo). Usaremos una varilla de punta fina (por ejemplo una aguja de tejer de 30-50 cm de longitud y obligatoriamente de 2 mm de diámetro), y en cada línea se muestreará en 20 puntos, finalizando a 25 cm del extremo opuesto del cuadrado.

En cada punto se anotarán las especies o en su ausencia el *tipo de superficie* tocados (para más detalles véase más abajo). Una vez terminada la primera línea, desplazaremos la cinta 50 cm hacia el interior y repetiremos la operación hasta que completemos las 20 líneas o transectos. Por este procedimiento sumaremos 400 puntos distribuidos de manera regular por todo el cuadrado de *10×10 m*.

CÓMO HACER LAS ANOTACIONES EN CADA PUNTO DE MUESTREO

Sujete la *varilla de muestreo* perpendicular al suelo. En el formulario anote los elementos que vaya tocando la aguja, haciendo una raya en la celda correspondiente a alguno de los *tipos de superficie* o bien a una o varias especies de *plantas vasculares* (***Formulario 6-S***, Anexo II). A este respecto, cuando se tocan una o varias plantas se deberán anotar todas las especies tocadas, pero no se anotará el *tipo de superficie* que haya debajo. Cuando no haya *plantas vasculares* apuntaremos un solo *tipo de superficie*. Por tanto, podemos tener líneas que contengan más de 20 rayas y más de 400 rayas de los 400 puntos por cuadrado.

Nota: sin embargo, una celda de la página tendrá como máximo 20 rayas, por ejemplo, en caso de que todos los puntos de una línea toquen roca desnuda o si la misma especie se encontrara en todos los puntos.

Dado que nuestro objetivo principal es averiguar la *cobertura* de las especies, hay que observar cuidadosamente todos los posibles contactos con plantas. El *porcentaje de cobertura* para cada especie en un cuadrado de *10×10 m* se calculará en el laboratorio con arreglo a la siguiente fórmula: *porcentaje de cobertura* = n.º de contactos de la especie/4. O también: *cobertura* total de las *plantas vasculares* = (400 – n.º de contactos en *tipos de superficie*)/4.

Puntos de partida y procedimiento a seguir. La primera línea se puede iniciar en cualquiera de las cuatro esquinas siguiendo cualquiera de las dos direcciones posibles. Sin embargo, lo más cómodo es trabajar cuesta arriba, por lo que en el ***Formulario 6-S*** (véase el Anexo II) sólo encontraremos cuatro opciones. Recuerde anotar en dicho formulario la opción elegida (está en la esquina superior derecha). Para *seguimientos* posteriores es aconsejable repetir el procedimiento de la misma manera.

Haga las observaciones a lo largo de las 20 líneas tal como sigue: comience el muestreo en la primera línea en la dirección que hayamos elegido, mientras que la línea siguiente el desplazamiento se hará en sentido contrario, y así sucesivamente.

Eventualidades. En terrenos escarpados o accidentados puede resultar difícil de establecer el cuadrado de *10×10 m* o aplicar el *muestreo por línea de puntos*; en tales casos recomendamos descartar este método. Incluso cuando el cuadrado de *10×10 m* pueda delimitarse, quedaría distorsionado por la irregularidad del terreno y entonces la líneas de muestreo no encajarían correctamente respecto a los límites. Sea como fuere, recuerde que siempre habrá 20 puntos de muestreo por línea, que el primero debe situarse a 25 cm del lado del cuadrado y los siguientes a intervalos de 50 cm.

Dado que los *cuadrados de 10×10 m* incluyen las cuadrículas de *3×3 m*, debe evitarse pisoteo de las cuatro *parcelas de* las esquinas. Por tanto, mientras se lleva a cabo el muestreo por líneas de puntos en *cuadrados de 10×10 m*, es recomendable dejar instalada la cuadrícula de *3×3 m* para que sea visible mientras aplicamos el *muestreo por línea de puntos*.

Cuando de modo opcional también anote los briófitos y líquenes a nivel de especie, conviene tener en cuenta las siguientes recomendaciones: cuando toquemos una criptógama, no sólo haremos una raya en la especie correspondiente, sino también en el *tipo de superficie* sobre el que se asientan (ya sea "*líquenes en el suelo*" o "*briófitos del suelo*"); ahora bien, si la varilla toca una criptógama y una planta vascular en el mismo punto, no debe anotarse el *tipo de superficie*.

5.3.2 ANOTACIÓN DE ESPECIES ADICIONALES EN LOS *CUADRADOS DE 10×10 m*

Una vez haya completado el muestreo por líneas de puntos, anote en el formulario la lista de las especies que no han sido detectadas en los puntos y sin embargo están dentro del cuadrado de *10×10 m*. Pero antes de eso anote todas las especies vasculares adicionales que ya estaban en los cuatro *cuadrados de 1 m²* de la cuadrícula de *3×3 m*; no se olvide por tanto de hacer antes las anotaciones en estos cuadrados. En promedio, todas las especies adicionales halladas en el área de 100 m² no debe cubrir más del 0,25%. Sin embargo, su localización y anotación es de gran importancia para poder comparar la riqueza de especies entre los diferentes niveles espaciales superpuestos (1 m², 4 m², 100 m² y el área combinada de las *SAC* superior e inferior).

El muestreo básico en *cuadrados de 10×10 m* sólo recoge las especies interceptadas en las líneas de puntos y el inventario (lista de especies) de todas las *plantas vasculares* no interceptadas por líneas de puntos, pero no requiere la estimación visual de su *cobertura*. Pueden hacerse inventarios más detallados de las especies en bandas de 10 × 1 m mediante el muestreo adicional de *seguimiento* de plantas ladera abajo (para más detalles, en el capítulo 7.1 véase la nota sobre el muestreo adicional en los *cuadrados de 10×10 m*.

Para la hoja de anotaciones véase el ***Formulario 6-S*** en el Anexo II.

6 MANEJO DE LOS DATOS Y SU GESTIÓN

6.1 LISTA DE ESPECIES

El primer paso para el procesado de datos es la preparación de una lista completa de todos los taxones (*plantas vasculares*) que se han encontrado en las cuatro *cimas* de su *zona piloto* de GLORIA.

Utilice la hoja Excel "*Taxa input sheet* (xls)" o *formulario para anotar los taxones* de GLORIA e introduzca todos los datos correspondientes. La Tabla 6.1 explica los campos a rellenar para cada taxón. El formulario para anotar los taxones se puede descargar desde la página web de GLORIA (www.gloria.ac.at) y hemos incluido un ejemplo en el Anexo II, Parte 2.

Revise cuidadosamente los formularios de muestreo con el fin de recopilar todos los taxones que se anotaron en las *cimas*. Compruebe tanto los formularios de las *secciones del área cimera* como los de los *cuadrados de 1 m²*. Asegúrese de que todos los taxones estén correctamente identificados. Confeccione una lista única de todos los taxones hallados en las cuatro *cimas* de su *zona piloto* de GLORIA. Cuando los introduzca, compruebe que todas las especies están en la lista de GLORIA (en www.gloria.ac.at, bajo el epígrafe "db campo"), donde ya figuran los nombres "aceptados" y los sinónimos. Cuando sea posible, utilice los nombres que figuran en la lista completa de especies de GLORIA, aunque no estén actualizados.

Identificaciones dudosas e incompletas.
Los taxones de identificación dudosa deben ser tratados de la misma manera que los taxones claramente identificados en la lista de especies. Ahora bien, no se olvide de marcar la casilla "cf." (*confer*) al usar la herramienta de procesado de datos de GLORIA.

Para taxones que no han podido ser identificados hasta el nivel de especie, véase el ejemplo de hoja la de entrada de taxones (Anexo II, parte 2) para saber cómo proceder en estos casos. Tanto las especies no identificadas como las de dudosa identificación requieren por lo menos de un ejemplar de herbario, recolectado fuera de las parcelas permanentes.

Envíe su tabla Excel de taxones a la oficina de coordinación de GLORIA ~~(office@gloria.ac.at)~~. El nombre del archivo Excel debe tener un nombre que cumpla con la siguiente *codificación*: CC_TTT_GLORIA_TAXA_INPUT_YYYYMMDD.xls, donde CC es el código del país ("country code"), TTT es el de la *zona piloto* ("target region") y YYYYMMDD la fecha (año/Year mes día).

Para que los datos se puedan introducir en la *Base de datos central de* GLORIA (*BDCG*), los equipos de coordinación de GLORIA comprobarán la coherencia de todos los campos y la sinonimia de todos los nombres de los taxones, con el fin de lograr una lista GLORIA común e inequívoca, la cual suele

new Email: gloria.office@boku.ac.at

Tabla 6.1 *Formulario para anotar los taxones* de ***GLORIA*** (véase un ejemplo en el Anexo II)

***FIELD*/CAMPO**	**DESCRIPCIÓN**
***FULL_NAME* / NOMBRE COMPLETO**	Nombre completo del taxón, incluyendo la autoría
***PLANT_TYPE* / TIPO DE PLANTA**	V = planta vascular, B = briófito, L = liquen
***RANK* / RANGO**	Rango o categoría taxonómica; en el mejor de los casos: "especie", "subsp." (subespecie), "var." (variedad); en caso de que la especie no esté identificada, úsese: "agg." (grupo de especies), "género" o "familia"
***FLORA* / FLORA**	Abreviatura de la flora usada (referencia bibliográfica); es recomendable añadir la cita completa. En la medida de lo posible, se recomienda usar floras de ámbitos geográficos amplios, preferiblemente aquellas cuyos listados florísticos sean accesibles vía internet
***FAMILY* /FAMILIA**	Nombre de la familia vegetal
***GENUS* / GÉNERO**	Nombre genérico
***SPECIES* / ESPECIE**	Epíteto específico (nombre de la especie)
***TAXON* / TAXÓN**	Si el RANGO taxonómico es "especie" o "agg.", introduzca de nuevo el nombre. Si el RANGO es infraespecífico, indique el epíteto de la subsp. o var. En todos los taxones supraespecíficos (género, familia, etc.), introduzca el código completo de su Zona Piloto (p.ej. ESCPY)
***REFERENCE* / REFERENCIA**	Citación nomenclatural de referencia. Se trata de anotar la primera publicación donde apareció el nombre .
***SYNONYMS* / SINÓNIMOS**	Añada los sinónimos necesarios, sobre todo cuando se hayan usado ampliamente. Incluya la autoría. Cuando haya más de un sinónimo, sepárelos con punto y coma (;)
***SPECIES_No_in_FLORA* / Nº_ESPECIE_FLORA**	Si viene al caso, introduzca el código (numérico o alfanumérico) usado en la flora de referencia ya indicada en el campo "FLORA"
***B_LIVERWORT* / B_ HEPÁTICA**	Campo reservado a los briófitos. Anote "true" si se trata de una hepática y "false" si es un musgo
***COMMENT* / COMENTARIO**	Observaciones, por ejemplo comentarios taxonómicos o sobre taxones críticos
***HERBARIUM_SPECIMEN* / PLIEGO DE HERBARIO**	Introduzca los datos de la muestra en su herbario: acrónimo, número de pliego y recolector. Obligatorio para resolver casos dudosos. Indique además el nombre. acrónimo y dirección del herbario y asimismo el código de su *zona piloto* GLORIA y la *cima*

requerir consultas al equipo de campo correspondiente. Sea cuidadoso al preparar su *lista de taxones*, respete los formatos que se muestran en la hoja modelo "Taxa input sheet EXAMPLE (xls)" y elimine de su archivo cualquier formato especial, hipervínculos, etc. Añada en la hoja de Excel el código su *zona piloto* y la persona de contacto.

La información de sus especies deberá transferirse a la *base central de datos de GLORIA* (*BDCG*).

Se le facilitará una herramienta para la entrada de datos (*GDIT – GLORIA Data Input Tool*), a la que se incorporará la lista de sus taxones. Por favor, use la herramienta *GDIT* para que podamos comprobar la coherencia de sus datos y asegurarnos de que cumplan con las reglas estipuladas para su inclusión en la *BDCG*. Pero no introduzca sus datos en hojas Excel ni en ningún otro formato.

6.2 ENTRADA DE LOS DATOS, SU COHERENCIA Y ALMACENAMIENTO

Un método estandarizado, unido a unos formularios de muestreo normalizados, implica el procesado estándar de datos así como la comprobación de posibles errores con respecto a una estructura de datos consistente a escala global. Ello resulta crucial para que todos los datos recogidos sean comparables entre sí.

El equipo de coordinación de GLORIA proporciona una herramienta de entrada de datos (*GDIT - GLORIA Data Input Tool*), que por el momento funciona con la aplicación de Microsoft Access; en el futuro dispondremos también de una aplicación basada en un navegador en línea. Antes de introducir cualquier tipo de datos, el equipo de coordinación de GLORIA comprobará la coherencia de la lista de especies aportada.

En la medida de lo posible, la herramienta de entrada de datos reflejará la información de los formularios de campo, de ese modo se evitarán errores durante el procesado de los datos.

El procedimiento para la entrada de datos deberá cumplir estrictamente los siguientes pasos:

- Cuando se planea establecer una *zona piloto* GLORIA, lo primero que debemos hacer es solicitar al equipo de coordinación de GLORIA un código de ZP único (CC-TTT; CC, código de país –*country*– de 2 letras; TTT, 3 letras para identificar su *zona piloto* –*target region*). Este código ya se habrá empleado en los trabajos de campo, por ejemplo para la documentación fotográfica, y es una clave fundamental de la base de datos.
- El trabajo de campo deberá haberse finalizado.
- Debemos enviar la lista completa de las especies de nuestra ZP al equipo de coordinación de GLORIA para el control de los nombres de las especies y la nomenclatura (véase apartado 6.1).
- Tras la aprobación de esta lista de especies por el equipo de coordinación de GLORIA, éste elaborará y enviará al equipo de campo la correspondiente herramienta de entrada de datos personalizada para su ZP.
- El equipo de campo introducirá los datos con la herramienta proporcionada por el equipo de coordinación de GLORIA.
- La herramienta de entrada de datos incluye controles en la coherencia de los datos que se aplican mediante una serie de algoritmos (véase detalles más abajo).
- Una vez que se hayan eliminado todos los errores, los datos se podrán cargar en la *Base de datos central de* GLORIA y estarán listos para su análisis.

Una vez introducidos los datos y antes de subirlos o exportarlos para su uso personal, se tiene que comprobar la coherencia de los mismos. Los posibles errores serán eliminados. La herramienta de introducción de datos podrá detectar los siguientes tipos de errores:

- Que uno o más campos obligatorios queden vacíos, en cualquiera de sus formularios.
- Que una o más especies carezcan de los correspondientes valores de *cobertura* o abundancia, en cualquiera de sus formularios.
- Que falten una o más especies en una *sección del área cimera* pero que aparezcan al menos en uno de los *cuadrados de 1 m²* del respectivo *punto cardinal*.

  Nota: tenga en cuenta que los puntos 4 a 6 sólo se aplican si se usó el muestreo complementario recuento de frecuencia en subparcelas.
- Que falten una o más especies en un *cuadrado de 1 m²* , pero aparezcan en el cuadrado correspondiente al recuento de frecuencia.
- Que no encontremos una o más especies en el respectivo cuadrado de frecuencia, pero que sí aparezcan en el correspondiente cuadrado de *1 m²*.
- Que una o más especies tengan un valor 0 de frecuencia.

Los errores se pueden producir tanto en los trabajos de campo como en la entrada de datos. La herramienta genera una lista de errores y aconseja la mejor manera de resolverlos.

Es importante conocer cuáles son las fuentes que generan errores para anticiparlos y prevenirlos durante los trabajos de campo.

Consideraciones sobre la coherencia de los datos que ya deben aplicarse en el campo:

- La lista de especies de cada cuadrado es un subconjunto de la lista de especies de la correspondiente *sección del área cimera*. Todas las especies de

un cuadrado también DEBEN estar en la lista de la correspondiente sección.

- Si ha aplicado el método de recuentos de frecuencia en subparcelas (capítulo 5.1.2), la lista de especies resultante DEBE ser congruente con la lista de especies de la estimación visual de la *cobertura* en *cuadrados de 1m²*.
- Dependiendo del método utilizado (*categorías de abundancia* o *cobertura*), cada especie de las *SAC* DEBE tener un valor, ya sea asignándolo por *categorías de abundancia* (r!, r, s, c, d), por valores de *cobertura* o por ambos.
- Durante el trabajo de campo DEBEN rellenarse TODOS los campos de los formularios. La reconstrucción de los datos que falten en el proceso de entrada de datos es tediosa y se presta a errores. Así ocurre especialmente en casillas comúnmente olvidadas como nombre de los investigadores, horas de inicio o fin de cada trabajo y protocolo de medidas.

La herramienta de introducción de datos está diseñada tanto para los datos tomados en los muestreos estándar (*MEMUE/STAM*), como para los muestreos complementarios (*MECO/SUPM*). Los equipos que realicen actividades adicionales en una *zona piloto* de GLORIA (como las que se describen en el capítulo 7), deberán encargarse ellos mismos de gestionar la información que generen, bien sea por parte del equipo concreto de una *zona piloto* o en coordinación con otros de la misma actividad. Sin embargo, está previsto que el equipo de coordinación de GLORIA ofrezca un almacenamiento de datos centralizado para dichas actividades adicionales.

El equipo de coordinación de GLORIA se encarga del mantenimiento y actualización técnica de la *Base de datos central de* GLORIA (*BDCG*). No obstante, cada equipo debe ocuparse del almacenamiento de los datos de su *zona piloto*. Además, como medida de seguridad adicional, cada equipo debe archivar sus formularios de campo, tanto en formato original (papel) como digital (escaneados).

RECUADRO 6.1 CÓDIGOS EXCLUSIVOS DE GLORIA PARA DIVERSOS DATOS, EPÍGRAFES DE LOS FORMULARIOS Y FOTOGRAFÍAS

Diversos datos del paquete de GLORIA deben llevar obligatoriamente una *codificación* específica propia de GLORIA que emplearemos en formularios, fotografías y *termómetros automáticos*, así como en la base de datos.

- **Códigos de país.** Utilizamos los códigos ISO 3166 de dos dígitos. Así, por ejemplo, AR corresponde a Argentina, BO a Bolivia, CL a Chile, ES a España, etc.
- **Códigos de *zona piloto*.** Se trata de códigos alfanuméricos de tres dígitos creados por el equipo de coordinación de GLORIA con el único fin de evitar conflictos; por favor, póngase en contacto con nosotros para obtener su código de ZP. Ejemplos: CUC Cumbres Calchaquíes, al norte de los Andes argentinos/Argentina; CPY Pirineo Central calizo/España.
- **Códigos de cimas.** Son códigos de tres letras (evítense los números). El investigador responsable de una *zona piloto* deberá seleccionarlos cuidadosamente para cada una de sus *cima*s, con el fin de evitar cualquier conflicto en su ZP. Ejemplos: ALZ Alazán, al norte de los Andes argentinos, Argentina; CUP Cúpula, en la Sierra Nevada occidental, España, etc.

  ›› Recuerde que estos tres códigos deben anotarse en el encabezamiento de cualquier formulario de campo.

- **Todos los** *puntos de medida*. Sus códigos están indicados en la Fig. 3.2.
- **Todas las áreas de muestreo**. Sus códigos se indican igualmente en la Fig. 3.2.

Merece especial atención la *codificación* de los *cuadrados de 1m²*, tal como se indica en la Fig. 4.1. Así, por ejemplo, si usted se sitúa por debajo del límite inferior de la parcela de *3×3 m* instalada al sur del *punto culminante*, y mira hacia éste, entonces el *cuadrado de 1m²* inferior izquierdo recibe el código S11 (primera columna y primera fila de la parcela), mientras que el inferior derecho se codifica como S31 (tercera columna, primera fila). Los demás cuadrados se codifican de modo similar, según la columna y la fila que ocupen en la parcela. Tal *codificación* es parecida a la que se usa en muchos mapas geográficos o aplicaciones de SIG.

- **Códigos más largos.** Los utilizamos para aquellos datos que se pueden anotar o registrar aparte de los protocolos de muestreo ***Formularios 0, 1–4, 5-S, 6-S.*** Estos códigos más largos combinan el Código del País, de la Zona Piloto y de la Cima con otros elementos de *codificación* específicos.

  Se usan, por ejemplo, para:

- ***Termómetros automáticos.*** En cada uno de ellos debemos anotar el código completo, **tanto** en el propio instrumento **como** en el formulario, del siguiente modo: CC_TTT_SSS_QQQ_YYYY, donde CC es el código del país ("country code"), TTT es el de la *zona piloto* ("target region"), SSS el de la *cima* ("summit"), QQQ el de la parcela de muestreo ("quadrat") (véase Fig. 4.1); YYYY: año ("year") de instalación del *termómetro automático* en el campo.

  Ejemplos del código de situación y fecha de instalación para *termómetro automático*:

- ES_SNE_TCA_W22_20020801 para un *termómetro automático* en España, Sierra Nevada, Tosal Cartujo, parcelas occidentales de *3×3 m*, cuadrado 22, instalado el 1 de agosto de 2002.
- **Fotografías.** En las fotos deberá quedar visible una pizarra en la que anotaremos las correspondientes indicaciones (véase capítulo 4.4). Cuando se fotografíe un aspecto o dato concreto de GLORIA, por ejemplo *puntos de medida*, parcelas o *termómetros automáticos*, los distintos elementos del código tienen que anotarse siguiendo el orden establecido. Para separar los distintos elementos que componen el código puede usar un punto (.) y así se ahorra espacio en la pizarra.

  Al tomar cualquiera de las fotos, no olvide indicar la fecha en la pizarra DD/MM/AAAA.

  He aquí un ejemplo de código para las fotos:

- ES.SNE.TCA.p10m-S. 20080703 para una foto de: España, Sierra Nevada, Tosal Cartujo, esquina meridional del área cimera, situada en la *curva de nivel de los 10 m*, el día 3 de julio de 2008.

Al tomar las fotos de los *termómetros automáticos*, hay que añadir en la pizarra el prefijo LOG- al código de la correspondiente parcela (p. ej. ES_SNE_TCA_LOG-W22).

A largo plazo, cabe pensar que habrá cambios de personal en los equipos y algunas zonas piloto pueden quedar desatendidas. No obstante, el valor científico de las parcelas permanentes y de los datos se incrementará con los años, siempre y cuando el conjunto de datos (incluyendo las fotos necesarias para la reinstalación de las parcelas) se almacene correctamente y sean accesibles para las futuras generaciones de investigadores. Además del doble almacenamiento de datos (en la *BDCG* y en la institución de cada equipo), convendría esforzarse en publicar los datos completos de la *zona piloto*.

6.3 MANTENIMIENTO DE LA DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA

Es conveniente que guarde toda su documentación fotográfica en su oficina*, junto con los formularios originales de campo, que así podrán servir para futuros *seguimientos*. Además, las fotografías (con los nombres de archivo estandarizados, véase Recuadro 6.1), deben enviarse en formato digital al equipo de coordinación de GLORIA que lo incluirá en la *Base de datos central de* GLORIA.

*La experiencia ha demostrado que el depósito de las fotos y otros documentos en la biblioteca de una institución puede ser la mejor estrategia de archivo, ya que cuando el personal se muda o se jubila puede perderse la documentación.

Sobre el terreno, las fotografías deben tomarse con la mayor resolución posible. En caso de haber tomado las imágenes en formato analógico, recomendamos encarecidamente que las escanee a la mayor resolución. Todos los archivos digitales fotográficos deben etiquetarse según el sistema de *codificación* exclusiva de GLORIA. Para más información al respecto y para enviar estos materiales al equipo de coordinación de GLORIA, consulte el Recuadro 6.1 y el Anexo III, así como la página web de GLORIA.

6.4 *DERECHOS DE PROPIEDAD E INTERCAMBIO DE LOS DATOS*

Reglas a seguir para la gestión de la información incluida en la *Base de datos central de* GLORIA (*BDCG*), por ejemplo para las especies, el hábitat y las características del sitio, la temperatura del suelo o las fotografías:

- Todo investigador que aporta datos de campo conserva la propiedad exclusiva de dicha información.
- Sólo las personas y los equipos que han contribuido a la *BDCG* podrán compartir dicha información. Sin embargo, ello no debe impedir la cooperación entre miembros de GLORIA proveedores de datos y personas externas, para el análisis y la publicación de sus datos de GLORIA.
- El uso de datos de un sitio o de alguna de sus partes por miembros de derecho de la red GLORIA requiere el permiso de quien ha aportado los datos.
- La autoría de las publicaciones que se deriven debe ser negociada entre el solicitante y los propietarios de los datos.

Estas normas requieren el procedimiento siguiente:

- Los solicitantes de derecho que deseen usar datos de otras zonas deberán presentar una petición al equipo de coordinación de GLORIA (~~office@gloria.ac.at),~~ en la que se incluyan los siguientes aspectos: new Email: gloria.office@boku.ac.at
  - Descripción del análisis de datos previsto, incluyendo hipótesis, métodos y resultados esperados.
  - Descripción detallada de los datos que se requieren: sitios (zonas piloto), ciclo de muestreo, tipos de parcela, propiedades del sitio o del hábitat, temperatura del suelo, fotografías, presencia / ausencia de las especies, *cobertura* de las especies, lista de especies halladas en los recuentos de frecuencia o un grupo particular de especies.
  - Sugerencia para el liderazgo y la coautoría en las publicaciones.
- El equipo de coordinación de GLORIA discutirá la propuesta en relación con (i) otras actividades previstas o en curso del consorcio GLORIA; (ii) el solicitante y (iii) los titulares de los datos.
- Tras su consentimiento, el equipo de coordinación de GLORIA enviará los datos pedidos al solicitante.
- El solicitante de datos garantiza que sólo se utilizarán para el propósito declarado.

Cualquier análisis adicional sobre esta serie de datos requerirá una nueva solicitud.

La reutilización, la redistribución y la producción de obras derivadas se basa generalmente en datos publicados, por lo que deberá someterse a las normas de publicación de la revista o la editorial respectiva. La reutilización de materiales inéditos, sin embargo, requiere el permiso del proveedor de datos.

La selección de sitios o series de datos para el análisis de datos. No hay ninguna regulación ni criterios específicos planteados para el análisis de datos de GLORIA a gran escala. Evidentemente dependerá del tema de investigación planteado y de la exhaustividad de las series de datos requeridas; podrían centrarse, por ejemplo, en determinados biomas, tipos particulares de roca madre, áreas con una o varias series de datos procedentes de repeticiones sucesivas o incluso áreas con series de datos de un período concreto.

7 *ESTUDIOS ADICIONALES* DE GLORIA *(ENAD)*

En este capítulo mostramos cómo el programa GLORIA ha ido mucho más allá del Estudio estándar de las *cima*s tras más de diez años de funcionamiento. Aparte de los métodos estándar y complementarios aplicados a las *cima*s de GLORIA, se han iniciado varias actividades adicionales como nuevos componentes de la red GLORIA. Estos **estudios adicionales** están directamente relacionados con una *zona piloto* de GLORIA, pero por lo general no se limitan a las *cima*s y suelen tener un enfoque multidisciplinar. En este capítulo describimos una serie de nuevas actividades de *seguimiento* y toma de datos directamente relacionados con las zonas piloto de GLORIA. Estas actividades se basan en diseños espaciales ampliados o en temas distintos de la vegetación cimera, tales como otros grupos de organismos, diferentes componentes de los ecosistemas o aspectos socio-económicos y culturales. Ya fueron presentadas en la conferencia internacional de GLORIA celebrada en Perth, Escocia (Reino Unido), en septiembre de 2010. Y todas ellas se han desarrollado y aplicado sobre el terreno por parte de varios equipos de GLORIA en diferentes continentes.

El primer subcapítulo 7.1 trata del *seguimiento* de especies vegetales en series de bandas paralelas –transectos– ladera abajo de las *cima*s de GLORIA, hasta alcanzar el *límite superior del bosque*. Su principal objetivo es identificar los límites de distribución inferior y superior de las especies en la región correspondiente.

Los tres subcapítulos siguientes se centran en el muestreo de algunos grupos de animales en las zonas piloto de GLORIA, bajo diferentes métodos: el 7.2 mediante trampas "pitfall" para la captura de invertebrados; el 7.3 mediante otros métodos de muestreo de invertebrados y el 7.4 mediante el *seguimiento* herpetológico en torno a las *cima*s de GLORIA y ladera abajo. Además nos referiremos a recientes *monitoreo*s faunísticos (principalmente de artrópodos) llevados a cabo en las *cima*s GLORIA de los Alpes (Ökoteam 2014).

El subcapítulo 7.5 expone la metodología para el estudio de la *variabilidad del suelo* alrededor de las *cima*s de GLORIA. Los últimos dos subcapítulos tratan aspectos socioeconómicos y culturales de las zonas piloto de GLORIA. En el 7.6 se intenta desvelar los factores humanos pretéritos y actuales que determinan la explotación del territorio y sus implicaciones socioeconómicas. El capítulo 7.7 se centra en la *etnobotánica*, particularmente en la percepción del cambio climático por parte de las poblaciones locales, sus adaptaciones al mismo o la manera de mitigarlo.

Las descripciones de estos subcapítulos especializados difieren unas de otras en su grado de desarrollo y normalización. Incluso algunas de estas metodologías adicionales requieren ensayos previos, así como la elaboración detallada ("paso a paso") de los procedimientos a seguir.

Por otra parte, también comentaremos aquí brevemente otras actividades relacionadas con GLORIA, surgidas recientemente, en las siguientes áreas:

Estudio de los *Rasgos funcionales de las plantas (RFP)*. Se basa en investigaciones previas relativamente amplias (véase por ejemplo Halloy & Mark 1996, Cornelissen et al. 2003, Pohl et al. 2011, Venn et al. 2011) y buena parte de los datos puede obtenerse de trabajos ya publicados o bases de datos existentes (véase asimismo Cornelissen et al. 2003, Landolt et al. 2010). La identificación y el uso de los rasgos funcionales adecuados de las plantas tienen gran interés para GLORIA, especialmente cuando se comparan biomas que presentan escasa o nula coincidencia en su composición florística. Esta información puede ser útil para elaborar modelos predictivos de cómo responderán ciertas plantas con determinados rasgos a los cambios abióticos, y de modo general, al cambio climático. Diversos investigadores del proyecto GLORIA ya están anotando los rasgos funcionales de las plantas sobre el terreno en sus respectivas áreas piloto de GLORIA, y luego proceden a su análisis y ordenación en el laboratorio; ese es el caso del proyecto INTERACT en la zona experimental de GLORIA en los Cairngorms, Escocia (Reino Unido), de una reciente colaboración norteamericano-europea (contacto: Martha Apple, Montana Tech) o de la comparación de los caracteres foliares funcionales con los de las especies de las *cima*s GLORIA en las Snowy Mountains, Australia (Venn et al. 2014).

Estudios experimentales sobre el calentamiento. Recientemente se han iniciado ensayos mediante cámaras de apertura superior [*open-top-chambers*] (Molau & Mølgaard 1996) así como mediciones ecofisiológicas en zonas piloto tropicales y subtropicales de GLORIA del Ecuador y norte de Argentina. Por supuesto, estas nuevas áreas experimentales se han establecido fuera de las áreas cimeras de GLORIA y sin duda proporcionarán valiosas comparaciones con los datos de redes establecidas hace tiempo, como las del Proyecto Internacional Tundra (ITEX, www.geog.ubc.ca/ITEX/). Contacto: Francisco Cuesta (CONDESAN) y Priscilla Muriel (Universidad Católica de Quito, Ecuador).

Estudio de los servicios ecosistémicos. Un nuevo método de evaluación rápida de los servicios de los ecosistemas en las zonas piloto de GLORIA, ha sido desarrollado para la red LTER-Europa (Dick et al. 2014), puede aplicarse en un contexto GLORIA más amplio y también podría contribuir al desarrollo de las actividades GLORIA descritas

en los subcapítulos 7.6 y 7.7. Contacto: Jan Dick, CEH, Escocia (Reino Unido).

Evidentemente, el correspondiente equipo de expertos se responsabilizará de la elaboración, aplicación y supervisión de cualquiera de las actividades adicionales descritas en este capítulo. No obstante, a medida que avancen y se desarrollen esas actividades, se irán añadiendo a la página web de GLORIA, donde también se incluirán futuras actividades que todavía no mencionamos en este manual.

REFERENCIAS (CAPÍTULO 7, INTRODUCCIÓN)

Cornelissen, J. H. C.; Lavorel, S.; Garnier, E.; Diaz, S.; Buchmann, N.; Gurvich, D. E.; Reich, P. B.; ter Steege, H.; Morgan, H. D.; van der Heijden, M. G. A.; Pausas, J. G. & Poorter, H. (2003). A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* **51**: 335–380.

Dick, J.; Al-Assaf, A.; Andrews, C.; Díaz-Delgado, R.; Groner, E.; Halada, L.; Izakovicova, Z.; Kertész, M.; Khoury, F.; Krašić, D.; Krauze, K.; Matteucci, G.; Melecis, V.; Mirtl, M.; Orenstein, D. E.; Preda, E.; Santos-Reis, M.; Smith, R. I.; Vadineanu, A.; Veselić, S. & Vihervaara, P. (2014). Ecosystem services: a rapid assessment method tested at 35 sites of the LTER-Europe network. *Ekologia* **33**: 217-231.

Halloy, S. R. P. & Mark, A. F. (1996). Comparative leaf morphology spectra of plant communities in New Zealand, the Andes and the European Alps. *Journal of the Royal Society of New Zealand* **26**: 41–78.

Landolt, E.; Bäumler, B.; Erhardt, A.; Hegg, O.; Klötzli, F.; Lämmler, W.; Nobis, M.; Rudmann-Maurer, K.; Schweingruber, F. H.; Theurillat, J.-P.; Urmi, E.; Vust, M. & Wohlgemuth, T. (2010). *Flora indicativa: Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen / Ecological indicator values and biological attributes of the Flora of Switzerland and the Alps*. Haupt Verlag, Berna, Suiza.

Molau, U. & Mølgaard, P. (1996). *International Tundra Experiment, ITEX Manual, second edition*. Danish Polar Center, Copenhague, Dinamarca.

Ökoteam (2014). *Gipfelfauna-Monitoring im Nationalpark Gesäuse. Monitoring der Gipfelfauna unter besonderer Berücksichtigung sensibler, gefährdeter und endemischer Spinnentier- und Insektentaxa*. Unveröffentlichter Projektbericht im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH.

Pohl, M.; Stroude, R.; Buttler, A. & Rixen, C. (2011). Functional traits and root morphology of alpine plants. *Annals of Botany* **108**: 537–545.

Venn, S. E.; Green, K.; Pickering, C. M. & Morgan, J. W. (2011). Using plant functional traits to explain community composition across a strong environmental filter in Australian alpine snowpatches. *Plant Ecology* **212**: 1491–1499.

Venn, S.; Pickering, C. & Green, K. (2014). Spatial and temporal functional changes in alpine summit vegetation are driven by increases in shrubs and graminoids. *AoB plants* **6**: doi:10.1093/aobpla/plu1008.

7.1 *SEGUIMIENTO* GLORIA *DE LA FLORA LADERA ABAJO*

Ann Dennis[1] & Jim Bishop[2]

1 | Base de Datos de CalFlora, Albany, California, *EE.UU.;*
2 | Oroville, California, *USA*

Los métodos para el estudio estándar de las *cima*s de GLORIA se verían reforzados si conociéramos los límites de distribución superior e inferior, así como el centro "óptimo" de cada especie observada en las *cima*s de la *zona piloto*. Esta información es fundamental para interpretar los datos del *seguimiento* de GLORIA con respecto a las hipótesis clave sobre la respuesta al cambio climático de los diferentes grupos de plantas (véase el capítulo 1.2). En muchos casos, una primera apreciación o los datos publicados en la literatura son demasiado generales e imprecisos para suministrar datos sobre la distribución altitudinal que sean adecuados para estos fines.

El *Seguimiento de la flora ladera abajo proporciona* información cuantitativa sobre la distribución altitudinal de las especies de la *zona piloto*.

Este método complementa la metodología del *estudio de las cimas* de GLORIA y proporciona una serie de medidas cuantitativas adicionales para el *seguimiento* de cambios en la distribución altitudinal de las especies.

El *Seguimiento de la flora ladera abajo* comprende un conjunto de transectos horizontales a intervalos altitudinales regulares (generalmente de 25 metros), desde la cumbre de la *zona piloto* hasta más abajo del *límite superior de los árboles*, intentando mantener una orientación determinada y una situación topográfica coherente (Fig. 7.1). Para cubrir todo el desnivel correspondiente a una *zona piloto* serán necesarias varias series de transectos como la que se ilustra en la Fig. 7.1. Al igual que en el procedimiento del cuadrado de *10×10 m* –uno de los métodos complementarios de GLORIA (véase capítulo 5.3)–, el muestreo consiste en definir *parcelas de* 100 m², aunque en el *seguimiento de la flora ladera abajo* serán rectangulares, como

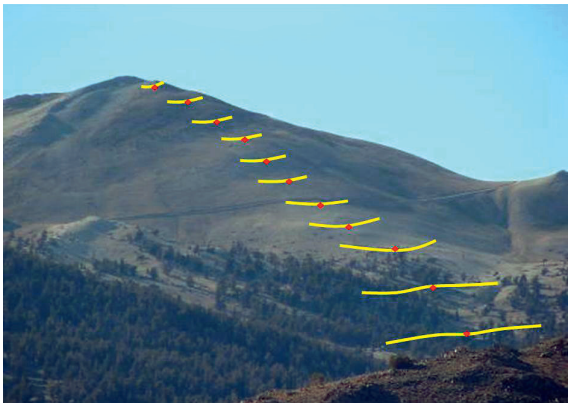


Fig. 7.1 ***Seguimiento de la flora ladera abajo.*** Establecimiento de una serie de transectos horizontales a intervalos altitudinales regulares. Empiezan justo por debajo de la *cima* GLORIA y llegan hasta más abajo del *límite superior de los árboles* o *treeline*.

una banda de 1 m de ancho × 100 m de longitud siguiendo una *curva de nivel* (Fig. 7.2). A los efectos de este *seguimiento*, preferimos el diseño alargado, dado que siempre aparecen más especies que en los *cuadrados de* la misma área. Recomendamos combinar la *estimación de la cobertura* por *intercepción en línea de puntos* con el inventario de las especies en cada uno de los diez segmentos de cada transecto. En conjunto, ambos métodos aportan buenos datos para calibrar diferencias de abundancia tanto para las especies que condicionan fracciones importantes de *recubrimiento* como las que por ser escasas y dispersas apenas contribuyen a la *cobertura*. Y cuando se trata de una vegetación rala, estas últimas suelen ser la mayoría de las especies presentes.

METODOLOGÍA

Antes de salir al campo haremos una primera selección de los lugares más convenientes para situar los transectos utilizando los mapas disponibles y las fotografías aéreas más detalladas. Situaremos los transectos a intervalos altitudinales regulares (por ejemplo, cada 25 m), siguiendo

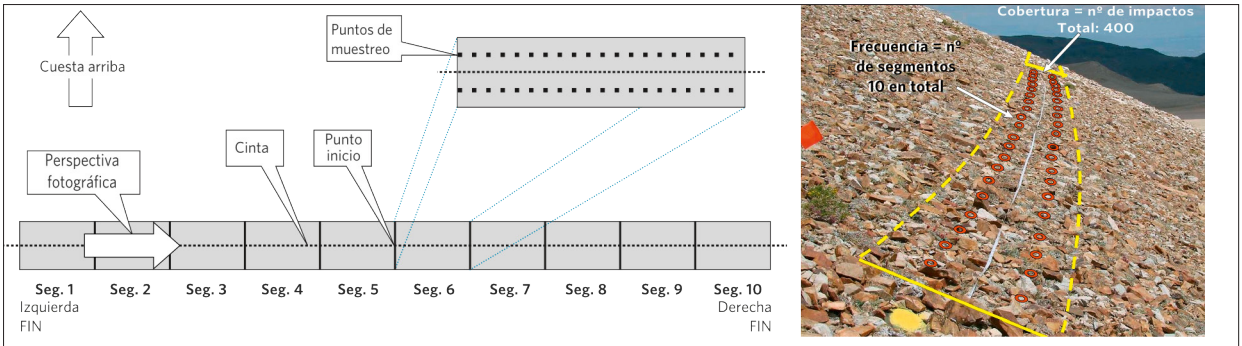


Fig. 7.2 **Transecto en banda para el *Seguimiento de la flora ladera abajo.*** Izquierda: diseño de un transecto en banda. Derecha: vista lateral de un segmento.

la misma orientación, los cuatro *puntos cardinales* siempre que sea posible, y evitando barrancos o pendientes pronunciadas. En cada transecto horizontal de 1 m × 100 m realizaremos tres tipos de muestreo: 1) lista de todas las especies que aparezcan en cada uno de los 10 segmentos del transecto; 2) *estimación de la cobertura* de las especies mediante *intercepción en línea de puntos*; y 3) estimación del *recubrimiento* de las especies por clases, conforme a la metodología GLORIA estándar (véase capítulo 5.3). En la Fig. 7.3 tenemos el formulario de toma de datos.
Siga los siguientes pasos:

PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

- Vaya al primero de los lugares seleccionados. Tome las coordenadas exactas del punto de origen según el GPS y anótelas. Coloque siempre una marca permanente en este punto inicial de cada transecto.
- Fije el extremo de una cinta de 50 metros en el punto de origen y despliéguela siguiendo la *curva de nivel* hacia la izquierda (mirando hacia la *cima*). El miembro del equipo situado en el punto de origen ayudará a la persona que despliega la cinta a mantener la altitud utilizando un *clinómetro* o un nivel. Coloque una banderola en cada intervalo de 10 m a lo largo de la cinta; de esta manera tendremos cinco segmentos de 10 m de longitud. Cada segmento tiene un metro de ancho, 50 cm por debajo y 50 cm por encima de la cinta que marca la línea media.
- **Estimación de la cobertura mediante intersección por línea de puntos**. Este método es similar al de la intersección de puntos en un marco enrejado y el de la línea de puntos, descritos en los capítulos 4.1.2 y 5.3, respectivamente. En cada segmento utilizaremos un puntero preparado como el que se muestra en la Fig. 7.4. Este instrumento de muestreo debe tener dos varillas (por ejemplo, agujas de tejer de 2 mm de diámetro) separadas 50 cm. Recorra con este instrumento la cinta con las agujas perpendiculares a ella. La primera muestra se tomará a 25 cm del extremo izquierdo del segmento 1 (Fig. 7.2). En este punto se anotará el nombre de todas las especies de *plantas vasculares* interceptadas por las dos varillas y se hará una raya en el lado izquierdo de la columna del respectivo segmento (Fig. 7.3). En caso de tocar plantas en varios niveles, se anotarán todas las especies hasta que lleguemos al suelo. En caso de no interceptar ninguna planta, llegaremos hasta el suelo y anotaremos una raya en el casillero correspondiente al *tipo de superficie* encontrado. Repítase el proceso cada 50 cm a lo largo de la cinta, hasta llegar al extremo derecho del segmento 5. Todo ello completará un total 200 puntos para la mitad del transecto (cinta de 50 m, 0,5 m de intervalo entre puntos de contacto, con ambos lados, superior e inferior). Obtenemos así el mismo espaciado de puntos y la misma densidad que en los *cuadrados de* GLORIA de 10×10 m (capítulo 5.3) y por lo tanto se puede transformar en *cobertura* de especies. Es recomendable completar la línea de puntos antes de inventariar las especies (véase más adelante), porque aquí las especies más comunes serán las primeras en aparecer en el formulario de muestreo.
- **Inventario de especies**. Anote todas las especies de *plantas vasculares* encontradas en cada uno de los segmentos de un metro. Comience por el extremo del segmento 1 (lado izquierdo del transecto). Utilice como guía un listón o bastón de 1 m de largo, marcado en su punto medio (colocado justo por encima y paralelo a la superficie y perpendicular a la cinta) y desplácese a lo largo de la cinta. Alistaremos todas las especies que aparezcan dentro de este segmento (1 × 10 m). Tras anotar el nombre de la especie –si todavía no está en la lista– haremos una marca de verificación en el lado derecho de la columna correspondiente al "Segmento 1" del formulario (Fig. 7.3). Con ello tendremos un listado de presencia / ausencia de especies en dicho segmento. Repítase el procedimiento para los cuatro segmentos restantes (2 a 5), anotando las marcas de verificación en la columna correspondiente a cada segmento.
- **Toma de fotografías**. Se deberá fotografiar, en orden, cada segmento de 10 m mientras la cinta está en su lugar, comenzando por el segmento 1 y de forma que se vea también la continuación del segmento siguiente. La vista debe incluir los extremos proximal y distal del segmento, y se deben ver las banderolas o varillas que delimitan el mismo. Tome además una o varias fotos del punto de origen permanente del transecto, así como del punto final (50 m), desde varias perspectivas; todas ellas serán de gran utilidad para reconocerlo en el futuro. En cada una de las fotos pondremos una pizarra en la que se anotará la fecha, *área piloto*, el nombre de la serie, la altitud, el número del segmento y el objeto fotografiado.
- Rebobine la cinta métrica.
- Repita los pasos 2 a 6, pero esta vez dirigiéndose hacia la derecha a partir del punto de origen (el que tiene la marca permanente), es decir, partiendo del segmento 6 hasta finalizar en el extremo del segmento 10 (los segmentos están numerados de izquierda a derecha según miramos ladera arriba, al igual que se organizan las columnas en la ficha).
- En la columna 'recuento de segmentos' ('Seg-Count') (véase Fig. 7.3). anotaremos el número de segmentos en los que aparece cada especie, sumando las marcas de conteo de la fila correspondiente.

DOWNSLOPE PLANT SURVEY

Country________________ Target Region__________________ Series Name___________________ Transect #___________________________

Latitude________________ Longitude______________________ Aspect________________________ Elevation____________________________

Date____________ Time: from_____________ to_____________ Observers____

	Transect segment (from left to right as you face uphill)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Cover type	Line-pointing hits										Total
Bare ground											
Litter											
Rock											
Scree											
Total hits for column											

Plant species	Line-pointing hits | Species inventory										Total

Comments:____

Fig. 7.3 Formulario para la toma de datos del *seguimiento de flora ladera abajo*.

La columna 'SegCount', una vez rellena, mostrará la frecuencia de cada especie en el transecto (valores entre 1 y 10). Para las especies y *tipos de superficie* más comunes interceptados por el puntero, ayúdese de las marcas de conteo de todos los segmentos y lleve el resultado a la columna 'Total'. Más tarde podremos estimar la *cobertura* si dividimos el número total de puntos interceptados por el total de puntos muestreados (400) en cada transecto, por ejemplo 15 intercepciones / 400 puntos = 0,0375, o sea 3,75 % de *cobertura*.

- Repita el procedimiento en los restantes transectos.

Nota sobre el muestreo adicional en *cuadrados de 10×10 m* (capítulo 5.3). Al hacer el *seguimiento de la flora ladera abajo*, sería recomendable ampliar también el procedimiento de muestreo a los *cuadrados de* 10×10 del área cimera y de ese modo obtener un conjunto de datos coherente. Anote todas las especies que aparezcan en cada banda de 10×1 m, tanto si han sido interceptadas como si no. Este "inventario de especies" es análogo al aplicado en el *seguimiento de la flora ladera abajo*. Se llevará a cabo colocando la cinta guía entre cada marca utilizada para los puntos de conteo (es decir, en los puntos de "medio metro"), y anotando todas las especies presentes en una franja que cubre 50 cm a cada lado de la cinta.

MATERIAL

Para cada transecto necesitaremos: mapa y GPS; formulario para la toma de datos; carpeta sujetapapeles, lápiz, goma de borrar y gomas elásticas para sujetar las hojas; cámara de fotos; cinta métrica de 50 m; un listón de un metro marcado en su punto medio; un puntero (véase Fig. 7.4); pizarra, tiza y trapo para borrar; 15 banderines; tubos para establecer marcas permanentes.

Fig. 7.4 Puntero con dos agujas para el muestreo simultáneo de dos puntos separados 50 cm.

CRONOGRAMA

Dependiendo de la vegetación, el tamaño del equipo y el nivel de experiencia, el muestreo descrito suele necesitar de 1 a 2 horas y media por cada transecto de 1 × 100 m. Cuanto mayor sea el número de especies más tiempo se necesitará, lo mismo que si se nos plantean problemas para identificarlas o si escasean las *rocas*. Normalmente, un equipo formado por 4 personas puede completar de 3 a 4 transectos de 100 metros por jornada de campo.

Tabla 7.1 Ejemplo de datos de 41 transectos en banda efectuados por el método del *seguimiento de la flora ladera abajo*, en las White Mountains desde 4.300 hasta 3.300 m s.n.m. Se muestra el porcentaje de *recubrimiento* de *plantas vasculares* (dividido en árboles y vegetación herbácea baja / vegetación arbustiva) utilizando el método de punto de intersección y el recuento de frecuencias de las especies seleccionadas. Estos datos permiten definir Perfiles altitudinales de especies importantes a escala regional: **AL** zonas altitudinales del margen inferior, **AC** zona central; y **AU** margen superior de la distribución continua de la especie (véase el glosario y Gottfried et al. (2012). Nombre completo de las especies: *Erigeron vagus* Payson, *Festuca brachyphylla* J.A. Schultes ex J.A. & J.H. Schultes subsp. *coloradensis* Frederiksen, *Phlox condensata* (Gray) E. Nels., *Potentilla pseudosericea* Rydb., *Castilleja nana* Eastw., *Arenaria kingii* (S. Wats.) M.E. Jones var. *glabrescens* (S. Wats.) Maguire, *Erigeron clokeyi* Cronq. Perfiles de especies AL-AC-AU: **al** alpino, **id** indiferente, **mo** montano, **ni** nival, **tl** *ecotono del límite superior de los árboles*.

White Mountains Downslope Survey 2007-2008

				Nival									Upper Alpine																			Lower Alpine								Treeline ecotone					Montane				
Tree layer percent cover																																									6	26	29	27	15	25
Understorey herbaceous/ shrub percent cover				1	0	0	0	0	2	1	8	1	29	10	26	30	22	17	44	29	36	28	41	32	56	51	24	15	21	35	13	31	24	16	19	17	15	8	5	6	10	6	3	3
elevation (m)				4300				4200				4100				4000				3900				3800			3700				3600				3500					3400				3300	
Altitudinal distribution	AL	AC	AU																																											
ERIG VAGU	ni	ni	ni	4	6	6	7	10	9	9	7	6																																		
FEST BRAC	al	id	ni	4	8	7	5	3	5	3	6	2	2	7	7	3	8	7	5	8	5	2					3							1						3					
PHLO COND	mo	id	al										4	2	7	5	8		10	7	7	4	5		10	4	10	9	9	10	10	10	10	9	9	10	10	9	9	8	5	9	8	5
POTE PSEU	al	al	ni								2	2	5	1		1	1		2				2				2			1								2							
CAST NANA	mo	al/tl	ni							2			1	1	2	1	1			2	2	2					6	5	6	9	8	9	5	8	5	3	10	6	3	1	1	1		
AREN KING	mo	tl	al							2												2				4	7	10	7	8	10	9	10	10	9	10	10	9	10	7	9	10	10	10
ERIG CLOK	mo	id	tl																																		8	10	9	8	9	9	9	9	

Consejos para mejorar la eficiencia

El equipo mínimo para llevar a cabo este muestreo es de dos personas; si contáramos con más, lo mejor es que vayan por parejas. Varias de ellas pueden efectuar diferentes tareas en un mismo transecto, o bien varios equipos pueden trabajar a la vez en diferentes transectos. Tenga en cuenta esta circunstancia y lleve equipamiento y formularios de datos suficientes para el trabajo simultáneo de varios equipos.

Ejemplo de *seguimiento de la flora ladera abajo* en las Montañas Blancas (White Mountains) de California (EE. UU.)

El estudio se compone de 41 transectos en bandas de 100 × 1 m, los cuales cubren un desnivel altitudinal de 1000 m. Entre un transecto y el siguiente había 25 m de desnivel y la serie empezaba en la cota de los 25 m por debajo del *punto culminante* y descendía hasta una cota 300 m por debajo de la *cima* inferior. En la Tabla 7.1 podemos ver un ejemplo de nuestro *seguimiento de la flora ladera abajo*, con el *recubrimiento* de la vegetación y los datos de distribución para especies seleccionadas. El *muestreo por intercepción en línea de puntos* proporcionó estimaciones del *porcentaje de cobertura* de herbáceas / de arbustos rastreros y del dosel arbóreo. Por este procedimiento situamos el *límite superior de los árboles* (treeline) y las transiciones de la *cobertura* vegetal en este límite y en el *ecotono alpino-nival*. Los recuentos de frecuencia obtenidos en los más de 10 segmentos proporcionan una base para interpretar los límites inferior, medio (óptimo) y superior de cada especie (cf. Gottfried et al. 2012), ya que la mayoría de ellas son demasiado escasas para aparecer en el *muestreo por intercepción en línea de puntos*. Las especies incluidas en la Tabla 7.1 representan diferentes rangos de distribución en altitud. Los datos fueron previamente obtenidos por la metodología de 100 puntos, y luego se han actualizado aplicando el método de 400 puntos que acabamos de describir.

REFERENCIAS (CAPÍTULO 7.1)

Gottfried, M.; Pauli, H.; Futschik, A.; Akhalkatsi, M.; Barancok, P.; Benito Alonso, J. L.; Coldea, G.; Dick, J.; Erschbamer, B.; Fernández Calzado, M. R.; Kazakis, G.; Krajci, J.; Larsson, P.; Mallaun, M.; Michelsen, O.; Moiseev, D.; Moiseev, P.; Molau, U.; Merzouki, A.; Nagy, L.; Nakhutsrishvili, G.; Pedersen, B.; Pelino, G.; Puscas, M.; Rossi, G.; Stanisci, A.; Theurillat, J.-P.; Tomaselli, M.; Villar, L.; Vittoz, P.; Vogiatzakis, I. & Grabherr, G. (2012). Continent-wide response of mountain vegetation to climate change. *Nature Climate Change* **2**: 111-115.

7.2 *MUESTREO DE INVERTEBRADOS* EN LAS CIMAS GLORIA

Yuri Mikhailov[1]

1 | Universidad Estatal de Ingeniería Forestal de los Urales, Ekaterimburgo, *Rusia*

OBJETIVOS

Los organismos que no echan raíces también deben considerarse como biosensores ante los impactos del cambio climático. Los insectos herbívoros, por ejemplo, parecen ser más sensibles al cambio climático que sus plantas hospedadoras (Hodkinson & Bird 1998). En este estudio nos centraremos en los artrópodos no voladores, sobre todo los que son sedentarios y anidan en el suelo.

Muchos insectos alpinos, y por tanto los que viven en las *cima*s de GLORIA, son animales no voladores y se desplazan por la superficie del suelo, lo mismo que las arañas, los opiliones y los milpiés. Para averiguar la diversidad de los invertebrados que van por el suelo se suelen capturar mediante trampas, método que permite estimar no solo la riqueza de especies sino también su abundancia relativa. Las trampas son simples contenedores (normalmente vasos de plástico) semienterrados a ras de suelo (Fig. 7.5), llenos de un líquido de baja volatilidad mezclado con un fijador para dificultar que los invertebrados –principalmente hormigas y arañas– escapen. Así evitamos que se dañen o que sean depredados por otros animales.

Generalmente las trampas se instalan equidistantes formando una línea o bien se buscan los puntos con mayor facilidad de captura. En el contexto de la *Aproximación estándar al estudio de las cimas* de GLORIA (véase capítulo 3) proponemos el llamado *modelo de trampas en cruz* (Mikhailov 2009). Hasta el momento se ha ensayado con resultados satisfactorios en tres zonas piloto de los Urales (RU-SUR, RU-NUR, RU-PUR), durante las campañas de 2008 y 2011.

A pesar de que el muestreo de invertebrados se realiza dentro del área de la cumbre, se considera como una actividad adicional GLORIA debido a que la metodología se desvía de la estándar de GLORIA y es necesaria una gran especialización y experiencia para identificar las especies de invertebrados

DISEÑO Y MÉTODOS DE MUESTREO

MATERIALES

Para establecer el modelo de trampas en cruz (Fig. 7.5) se necesitarán:

- Vasos de plástico normales: unos 100 por cada cumbre (su tamaño puede variar, pero conviene utilizar los de 200 ml de capacidad y una boca de 75 mm de Ø).
- Una cuchara de acero de alta calidad, aun iría mejor tener dos.
- Como fijador se recomienda el ácido acético (CH_3- COOH): ½ litro al 70%, o más cantidad si la concentración es menor. Usamos el ácido acético porque es el fijador más respetuoso con el medio ambiente, resulta fácil de encontrar en comercios y puede ser disuelto al 3% con el agua de fuentes cercanas.
- Dos botellas de plástico (de 1,5 a 2,0 litros) para preparar la solución fijadora, del 3 al 5%.

INSTALACIÓN DE LAS TRAMPAS

- Se colocarán 20 trampas, formando una cruz, en cada uno de los cuatro *puntos cardinales* principales (N, S, E, O): diez trampas se colocan a lo largo de la *línea principal de medida* y otras diez en perpendicular, cruzándose a la altura de la séptima trampa (contando desde la cumbre hacia abajo) (Fig. 7.5).
- Cada *modelo de trampas en cruz* se establece generalmente dentro del área de muestreo estándar de

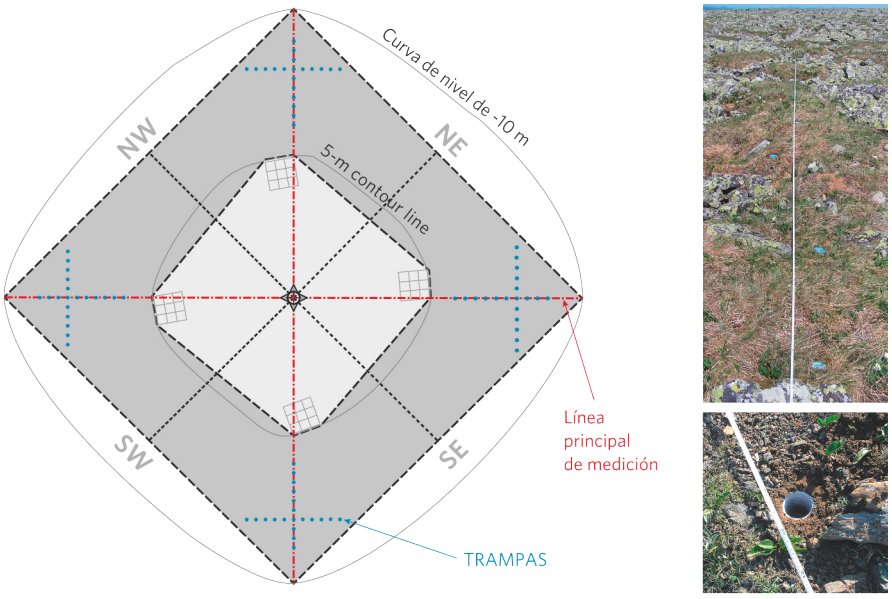


Fig. 7.5 Diseño de trampas en cruz en una cima GLORIA**.** Izquierda: disposición "ideal" con 20 trampas en cada *punto cardinal* formando una cruz. Arriba a la derecha: trampas "pitfall" a lo largo de la *línea principal de medida* de un *punto cardinal*. Abajo a la derecha: trampa "pitfall" instalada en el suelo.

las *cima*s, entre las esquinas *p5m* y *p10m* (Fig. 7.5).

 La cruz de trampas está diseñada para una "cumbre ideal", pero las irregularidades del terreno o la presencia de *rocas* y piedras nos pueden hacer variar el diseño en una *cima* concreta. Cuando el sustrato no sea el adecuado, podremos mover las trampas en cualquier dirección de las dos líneas definidas, eso sí procurando que las desviaciones serán mínimas. Además, la posición real de trampas debe ser documentada con precisión (cartografiada) en cada cumbre mediante un esquema.

TEMPORADA

Hay dos periodos óptimos para los insectos alpinos que habitan desde las montañas de la zona templada hasta las montañas boreales meridionales de Eurasia: el 'óptimo de comienzos del verano' (desde la segunda mitad de junio hasta principios de julio) y el 'óptimo del verano tardío' (desde la última semana de julio hasta la primera de agosto). En las montañas subárticas (por ejemplo los Montes Urales Polares) sólo se da el segundo óptimo ya que el periodo vegetativo es más corto. Los muestreos de invertebrados deben llevarse a cabo en todas las *cima*s de un *área piloto* en el mismo período óptimo, pues si se efectúan en diferentes periodos óptimos los resultados serán difícilmente comparables.

TRATAMIENTO DEL MATERIAL RECOLECTADO

Las trampas se retirarán entre tres y siete días después de su colocación, y una vez separados los invertebrados de cada trampa se anotarán los datos en el correspondiente formulario de campo. Las especies más comunes o abundantes deben determinarse cuando menos a nivel de especie, y el resto por lo menos a nivel de género o familia con indicación de sus características (color, tamaño, talla). Los insectos adultos deben conservarse en recipientes con acetato de etilo, las larvas de insectos u otros invertebrados en viales con etanol al 70% y todos esos recipientes deben etiquetarse correctamente. Luego, en el laboratorio, se procederá a la determinación exacta de los especímenes recolectados mediante su comparación con las colecciones de referencia o gracias a la experiencia del investigador.

Cualquier insecto volador capturado en las trampas (moscas, abejorros y polillas) quedará excluido del procesamiento de datos debido a su carácter ocasional.

TRATAMIENTO DEL MATERIAL RECOLECTADO

Para el muestreo de campo en cada *sección del área cimera*, se pueden usar versiones modificadas de los ***Formulario 3*** y de los de *recuentos de frecuencia en subparcelas* (***Formulario 5-S***). El ***Formulario 5-S*** se utiliza para anotar las especies en cada trampa. En el ***Formulario 3*** se anotan todas las especies, seguidas de la indicación de clase, orden y familia, número de muestras recogidas, densidad dinámica (véase más adelante), abundancia y dominancia.

Tanto el tiempo de trampeo como el número de trampas pueden variar, por lo que la **densidad dinámica** es el mejor indicador para hacer comparaciones. Este valor muestra el número de especímenes recolectados de una determinada especie por cada unidad de tiempo y de captura (yo usé 10 días de trampeo como unidad). Por ejemplo, si capturamos 60 especímenes después de tres días de captura en 20 trampas (es decir, dos unidades de captura), la densidad dinámica es de 60/3/2 = 10.

El porcentaje de las muestras registradas de una especie en particular, dividido por el número total de todas las muestras recogidas, permite utilizar el índice de dominancia de Renkonen (≥5%: **dominante**; del 2 al 4,9%: **subdominante**, y < 2%: **rara**; Rekonen 1938).

Por otra parte, el índice de Pesenko (1982), permite evaluar el papel de las especies en el biotopo. Siendo N el número total de especímenes capturados, entonces si para un taxón tenemos de 1 a 3 especímenes se trata de una especie individual; si tenemos de 4; $N^{0,4}$ **rara**; $N^{0,4}$+1; $N^{0,6}$ **abundante**; $N^{0,6}$+1; y $N^{0,8}$ será **especie masiva**. El análisis de los grupos dominantes y subdominantes se efectuará con posterioridad.

Las diferencias de dominancia y el papel de las especies en el biotopo se compararán tanto entre *secciones del área cimera* de una cumbre como entre las diferentes cumbres, y todo ello a escalas espacial y temporal.

Tanto los datos sobre **distribución geográfica** (que van desde los dominios Holártico, Paleártico o Eurosiberiano a los endemismos regionales y locales) como la preferencia por un *zonobioma* o altibioma o el correspondiente **rango altitudinal**, (especie azonal o altídoma, ártico-alpina, boreo-montana, alpina, etc.), dan información útil para la comparación entre muestreos sucesivos. La relación entre especies endémicas y especies de amplia distribución, así como entre especialistas alpinas y generalistas, resulta un buen indicador de la influencia del cambio climático en cada *cima*. Las diferentes tendencias observadas entre las cumbres más altas y las más bajas de una *zona piloto*, pueden indicar tendencias posibles hacia escenarios de cambio climático (Mikhailov 2009).

REFERENCIAS (CAPÍTULO 7.2)

Hodkinson, I. D. & Bird, J. (1998). Host-specific insect herbivores as sensors of climate change in arctic and alpine environments. *Arctic and Alpine Research* **30**: 78-83.

Mikhailov, Y. (2009). Invertebrate monitoring at GLORIA target regions: The first results from the Urals and need for global networking. *Mountain Forum Bulletin Volume IX, Issue 2:* 44-46.

Pesenko, Yu. A. (1982). Principy i metody kolichestvennogo analiza v faunisticheskih issledovaniyah [Principios y métodos de análisis cualitativo n investigaciones faunísticas]. *Nauka Publ., Moscú, Rusia* (en ruso).

Renkonen, O. (1938). Statisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. *Ann. Zool. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo* **6**: 1-231.

7.3 *MUESTREO DE ARTRÓPODOS* ASOCIADO A GLORIA

Jeff Holmquist[1] & John Smiley[1]

1 | White Mountain Research Center, Bishop, California; Universidad de California Los Ángeles, *EE.UU.*

Aunque GLORIA se centra en el impacto del cambio climático sobre la vegetación, en nuestra *área piloto* principal WMRC (*zona piloto* maestra de las White Mountains, California) hemos añadido el estudio de los artrópodos al conjunto de muestreos complementarios asociados al proyecto GLORIA. Es indudable que los artrópodos representan gran parte de la biomasa total, la diversidad y la complejidad trófica de estas montañas. Un muestreo rápido en siete sitios de las White Mountains a lo largo de siete años permitió registrar 103 familias de artrópodos terrestres y 35 especies de mariposas. Así hemos conseguido captar rápida y eficientemente una parte significativa del complejo entramado general.

MÉTODOS

Sugerimos tres métodos complementarios para el *seguimiento* de los artrópodos en sitios relacionados:

1. Un censo de mariposas determinadas a nivel específico;
2. Barridos estándar para el muestreo extensivo de artrópodos epigeos y voladores determinados a nivel de familia;
3. Un muestreo intensivo a pequeña escala, tanto de artrópodos epigeos como voladores, mediante una manga de aspiración que absorbe todos los animales en un cuadrado, todo ello a nivel de familia.

Seleccionaremos los lugares de muestreo a lo largo de un transecto altitudinal (paralelo al del *seguimiento de la flora ladera abajo*, siempre por debajo de las *cimas* GLORIA, cf. capítulo 7.1). Cuando sea posible escogeremos sitios más o menos heterogéneos donde el terreno llano y abierto alterne con otro cubierto de vegetación, precisamente allí donde el muestreo de insectos es más productivo. En el caso que presentamos, elegimos siete puntos cerca de un camino o un sendero bien marcado (Fig. 7.6). El tiempo estimado para muestrear en cada punto va de 45 minutos a una hora, dejando un tiempo para desplazarse en coche o a pie a los otros puntos. Cada lugar será muestreado una vez al año durante la temporada de verano (por ejemplo, la última semana de julio, en las White Mountains).

1. El muestreo de las mariposas combina la captura con red y la determinación visual directa (Fig. 7.6), siguiendo el protocolo establecido por la Asociación Norteamericana de Mariposas (NABA) para el Recuento de Mariposas "4 de julio" (www.naba.org/butter_counts.html). Se trataría de identificar y contar cada mariposa vista en cada uno de los siete sitios elegidos. Si la identificación visual es incierta, deben recogerse especímenes para su confirmación por especialistas. Los recuentos de cada especie realizados en cada sitio se anotarán en un formulario confeccionado al efecto. Cuando el muestreo se lleve a cabo en América del Norte, el formulario debe ser enviado a la NABA para su publicación en su informe anual de recuento.
2. Cada muestreo consta de 50 barridos convencionales con una manga o red de captura (New 1998, Southwood & Henderson 2000, Holmquist et al. 2010, Holmquist et al. 2011a), cubriendo un total de 400 m². La manga tiene una abertura de 30,5 cm de diámetro y una luz de *malla de* 0,5 mm × 0,75 mm (por ejemplo de la marca *BioQuip* nº 7112CP). Las mangas deben recogerse lo antes po-

Fig. 7.6 Selección del sitio para realizar el muestreo de mariposas, cerca del White Mountain Peak, California, EE.UU.

Fig. 7.7 Muestreo de artrópodos mediante un sistema de aspiración usado conjuntamente con un cuadrante o marco enmallado. Izquierda: lanzamiento del cuadrante enmallado. Derecha: aspiración de la fauna que se encuentra entre la vegetación a través de una abertura elástica practicada en la red (fotos de Lance Iversen, *San Francisco Chronicle*).

sible para intentar causar la menor perturbación posible. Una vez tomadas, las muestras se pondrán en hielo. Por último mediremos la altura del dosel de la vegetación en cuatro puntos equidistantes, dentro de la zona de muestreo.

3 Para realizar el muestreo intensivo de la fauna, el método que se ha demostrado más eficaz es el uso de un aspirador con una red de captura aplicada al mismo (véanse, por ejemplo, Dietrick et al. 1960, Arnold et al. 1973, Macleod et al. 1994, Buffington & Redak 1998, Holmquist et al. 2011b). Para capturar la fauna móvil en un área de muestreo de tamaño conocido, se recomienda la construcción de un cuadrado de acero de 0,5 m^2 donde se enmarca una *malla de* forma cónica (Fig. 7.7). El cono de malla elástica deberá tener un orificio en el ápice a través del cual se insertará el tubo de aspiración. Este cuadrado se lanza desde la distancia hacia el área de muestreo que nos interesa y una vez posado, se fija al suelo con clavijas como las que se usan en tiendas de campaña, con el fin de que quede herméticamente cerrado. A continuación y antes de accionar el aspirador, se mide la altura del dosel vegetal en las cuatro esquinas del cuadrado. Después se inserta la toma de aspiración en la abertura de la malla cónica (Fig. 7.7). Esta técnica es eficiente y resulta particularmente efectiva para capturar a pequeña escala los artrópodos móviles (Holmquist & Schmidt-Gengenbach 2006). Se utilizó un aspirador de vacío de gasolina de 320 kw/h, modificado artesanalmente para acoplarle una cámara de recogida, fabricada con tela o malla mosquitera de 0,25 mm de luz, insertada en el tubo de aspiración junto a la red del cuadrante (Fig. 7.7). Después de fijar en el suelo el cuadrante que hemos lanzado, aspiramos a través de la vegetación varias veces, en las cuatro orientaciones, durante cuatro minutos. Al cabo de este tiempo sacamos el tubo de aspiración del cuadrante y retiramos la bolsa de malla instalada en dicho tubo, donde habremos recogido la fauna y otros restos. Todo el contenido de la bolsa de malla se transfiere a una bolsa de plástico con cierre hermético y se coloca en hielo o en un congelador tan pronto como se pueda. Ya en el laboratorio separaremos la fauna de los restos.

En cada lugar de muestreo se medirá la velocidad media del viento y la temperatura del aire con una estación meteorológica portátil (por ejemplo, *Kestrel 3000*). Estas medidas se toman en el centro de la zona de muestreo. La velocidad del viento se medirá durante un minuto, se calculará el promedio y, una vez que se estabilice el termómetro, se registra la temperatura del aire.

REFERENCIAS (CAPÍTULO 7.3)

Arnold, A. J.; Needham, P. H. & Stevenso, J. H. (1973). Self-powered portable insect suction sampler and its use to assess effects of azinphos methyl and endosulfan on blossom beetle populations on oil seed rape. *Annals of Applied Biology* **75**: 229-233.

Buffington, M. L. & Redak, R. A. (1998). A comparison of vacuum sampling versus sweep-netting for arthropod biodiversity measurements in California coastal sage scrub. *Journal of Insect Conservation* **2**: 99-106.

Dietrick, E. J.; Schlinger, E. I. & Garber, M. J. (1960). Vacuum cleaner principle applied in sampling insect

populations in alfalfa fields by new machine method. *California Agriculture* **14**: 9-11.

Holmquist, J. G.; Jones, J. R.; Schmidt-Gengenbach, J.; Pierotti, L. F. & Love, J. P. (2011a). Terrestrial and aquatic macroinvertebrate assemblages as a function of wetland type across a mountain landscape. *Arctic Antarctic and Alpine Research* **43**: 568-584.

Holmquist, J. G. & Schmidt-Gengenbach, J. (2006). A pilot study and assessment of the efficacy of invertebrates as indicators of meadow change in Sierra Nevada Networks Parks. *2004-2005 Final Report*. University of California: White Mountain Research Station, Three Rivers, EE.UU.

Holmquist, J. G.; Schmidt-Gengenbach, J. & Haultain, S. A. (2010). Does long-term grazing by pack stock in subalpine wet meadows result in lasting effects on arthropod assemblages? *Wetlands* **30**: 252-262.

Holmquist, J. G.; Schmidt-Gengenbach, J. & Slaton, M. R. (2011b). Influence of invasive palms on terrestrial arthropod assemblages in desert spring habitat. *Biological Conservation* **144**: 518-525.

Macleod, A.; Wratten, S. D. & Harwood, R. W. J. (1994). The efficiency of a new lightweight suction sampler for sampling aphids and their predators in arable land. *Annals of Applied Biology* **124**: 11-17.

New, T. R. (1998). *Invertebrate surveys for conservation*. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.

Southwood, T. R. E. & Henderson, P. A. (2000). *Ecological Methods*. Wiley-Blackwell, Oxford, Reino Unido.

7.4 *MUESTREO HERPETOLÓGICO* EN LAS CIMAS GLORIA

Tracie Seimon[1], Anton Seimon[2], Stephan Halloy[3,4] & Mariana Musicante[4]

1 | Wildlife Conservation Society, Nueva York, *EE. UU.;* **2 |** Universidad del Estado de los Apalaches, Carolina del Norte, *EE. UU.;* **3 |** The Nature Conservancy, Santiago, *Chile;* **4 |** Universidad Nacional de Chilecito, *Argentina*

Las zonas piloto de GLORIA albergan normalmente comunidades de diversos grupos taxonómicos de vertebrados. Ello representa una buena oportunidad para el *seguimiento* de esas especies, en un contexto de muestreos sobre clima y cambio ecológico a largo plazo, realizado bajo los protocolos convencionales del *estudio de las cimas* de GLORIA. Al llevar a cabo muestreos complementarios de vertebrados obtendremos series de datos imprescindibles para comprender mejor la ecología de las especies y los procesos de cambio global.

En las zonas piloto de GLORIA, los estudios herpetológicos tratan de conocer la diversidad y abundancia de las especies de anfibios y reptiles, así como la prevalencia de enfermedades, ya sea en la vecindad de las *cima*s de GLORIA o a lo largo de transectos lineales efectuados en las propias *cima*s o en otros puntos ladera abajo (Seimon et al., 2007). Aquí presentamos las observaciones herpetológicas desarrolladas en la Cordillera Vilcanota de los Andes peruanos, y asimismo puestas en marcha en otras zonas piloto GLORIA sudamericanas, incluyendo Sajama y Apolobamba (Bolivia) y Famatina (Argentina).

OBJETIVOS

Para complementar otros métodos de GLORIA, nuestro estudio procura adaptarse a la metodología utilizada para las plantas, los invertebrados y otros vertebrados, de forma que el muestreo pueda realizarse simultáneamente con otros equipos de trabajo. Aquí nos limitamos a presentar el transecto lineal realizado en las *cima*s GLORIA. Sin embargo, otros *seguimiento*s más generales pueden llevarse a cabo en diversos lugares de la zonas piloto (pueden consultarse los métodos en Seimon et al. 2007). El módulo está dividido en dos partes que cubren los objetivos siguientes:

- evaluar la diversidad de especies y llevar a cabo el *seguimiento* de las poblaciones de anfibios y reptiles;
- evaluar la presencia del hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd), –quitridiomicetos– en los anfibios de los lugares de muestreo.

Bd provoca una enfermedad infecciosa emergente, una amenaza de primer orden para la conservación animal, ya que diezma las poblaciones y provoca la extinción de numerosas especies en todo el mundo (Collins & Crump 2009, Fisher et al. 2012). No es necesario ejecutar ambos de forma simultánea, el investigador puede elegir la metodología más apropiada en función del lugar del muestreo o los recursos disponibles. La utilización de ambos métodos permitirá evaluar la respuesta de los anfibios y reptiles a largo plazo ante hábitats sometidos a cambios ambientales, y asimismo obtener datos básicos que sirvan de referencia para el *seguimiento* simultáneo del impacto de dicha enfermedad.

ACTIVIDADES PREVIAS AL MUESTREO

- Llevar a cabo revisiones de la literatura sobre los tipos de especies y características ecológicas de la *zona piloto*.
- Contactar con un experto herpetólogo que conozca la taxonomía de las especies de la región y pueda garantizar su identificación e interpretar los resultados.
- Solicitar los permisos necesarios para la recolección e importación / exportación de animales, con el tiempo suficiente para que lleguen antes de empezar el trabajo de campo (podríamos necesitar seis meses o más).
- Buscar un laboratorio que pueda efectuar pruebas moleculares de los patógenos de anfibios, con el fin de asegurarnos de que las muestras se procesen a tiempo y con un coste razonable.

OBJETIVO 1. RECONOCIMIENTO DE LAS ESPECIES DE ANFIBIOS Y REPTILES Y SEGUIMIENTO DE SUS POBLACIONES

- **Materiales para el transecto cuantitativo:** GPS, tiras de pH, regla y cinta métrica, 300 m de cordel o banderolas, termómetro, cuadernos, cámara fotográfica, bolsas de plástico con cierre hermético, rotuladores de tinta indeleble, redes manuales, dinamómetros y una botella de aerosol con etanol al 70 % para la limpieza del equipo y las botas.
- **Diseño del muestreo** para conformar un transecto altitudinal y un muestreo visual. El objetivo principal de este módulo es evaluar la diversidad de anfibios y reptiles. Como segunda actividad se puede estimar la abundancia y extensión del Bd en relación con los anuros.
- **Configuración de los transectos.** En los muestreos herpetológicos, los transectos altitudinales en las *cima*s de GLORIA empiezan en el *punto culminante* (*HSP*) y siguen a lo largo de 300 metros en una banda de 5 m de anchura (Figs. 7.8 y 7.9). Uno de los investigadores señala a pie el transecto desde el *HSP*, manteniendo gracias a la *brújula* el rumbo que hayamos elegido (véase más abajo). Irá marcando la línea central desplegando una cuer-

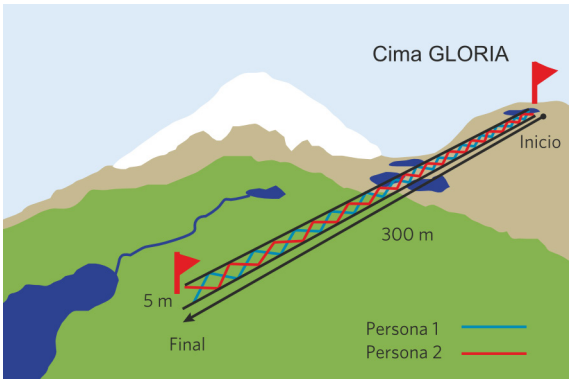


Fig. 7.8 Esquema de un transecto para el seguimiento herpetológico, que permite el muestreo visual desde el *punto culminante* **(HSP) de la cima** GLORIA**.**

da o bien clavando banderolas cada 15 metros. El punto final se alcanza a 300 metros del *HSP* y se marcará con un mojón de piedras o una marca permanente similar para facilitar *seguimientos* futuros. Para los reptiles, los transectos pueden llevarse a cabo desde el *HSP* siguiendo los cuatro *puntos cardinales*. Este método facilita la coherencia y comparación entre los muestreos de invertebrados y plantas. En cambio, para los anfibios se efectuará un solo transecto de 5 × 300 m desde el *HSP*, buscando que atraviese el hábitat más favorable, como un curso de agua, charcas, manantiales, etc. (Fig. 7.9). Corresponde al investigador de campo establecer la dirección óptima y anotar cuidadosamente todas las mediciones, como por ejemplo la distancia y la orientación (rumbo de la *brújula*) desde el *HSP*, coordenadas GPS y fotografías de la zona recorrida por el transecto, que nos permitan la repetición en futuros *seguimientos*. Mientras se hagan las observaciones en el área cimera, especialmente en los *cuadrados de 3×3 m*, conviene tener cuidado y evitar los impactos del pisoteo.

Muestreo visual. Una vez señalados los transectos, de dos a tres personas realizarán un primer muestreo visual a partir del *HSP*. Los investigadores caminarán, en terreno practicable, haciendo zigzags de 2,5 m a cada lado de la línea central marcada por las banderas. Para localizar especímenes que puedan permanecer ocultos deberán levantar las piedras, inspeccionar la vegetación separando las macollas de gramíneas u otros tipos de vegetación y pasar la red por las aguas estancadas (Figs. 7.8 y 7.9). Para minimizar la perturbación del hábitat natural volveremos a poner las piedras y la vegetación removida en su sitio (Fig. 7.10).

Observaciones sobre bioseguridad. El hongo quítrido (Bd) de los anfibios se transmite en forma de zoosporas y provoca quitridiomicosis, una enfermedad mortal para muchas especies de anfibios.

Fig. 7.9 Extremo inferior de un transecto para el muestreo herpetológico en dirección noreste según la brújula; va dirigido desde el instrumento GPS hasta el *punto culminante* **de la cima GLORIA (HSP), que es el origen.** En el transecto recorreremos 300 metros a lo largo de una línea señalada por banderolas que se destacan por una cinta verde bien visible. La línea roja discontinua de la figura señala el eje central del transecto.

Fig. 7.10 Métodos de muestreo visual. Incluye levantar las piedras y volverlas a ponerlas cuidadosamente en su sitio, así se observarán los vertebrados que de otro modo podrían pasar desapercibidos.

Las zoosporas requieren temperaturas frescas, de hecho pueden persistir en ambientes húmedos durante varios meses y propagarse por el agua, materiales húmedos o empapados (incluyendo el suelo o el equipamiento científico) e incluso por la piel de los anfibios infectados. El investigador de campo debe conocer los dos factores de riesgo que pueden poner en peligro los anfibios y otros grupos taxonómicos:

- la propagación de la enfermedad dentro de una población;
- la propagación de la enfermedad de un lugar a otro.

Definimos un paraje como el lugar en el que la distancia entre distintos ejemplares de anfibios sea lo suficientemente corta como para poder transmitir patógenos entre sí. Su tamaño depende del patógeno de que se trate y de las características físicas de cada paraje. Para los anfibios, los investigadores que trabajan en sistemas fluviales deben considerar los transectos separados como parajes independientes que requieren la aplicación de normas de bioseguridad. En el caso de masas de agua aisladas como lagos, lagunas y embalses, cada una de ellas se considera sitio independiente. Para minimizar el riesgo de enfermedad, el Grupo de Trabajo sobre la Disminución de los Anfibios ha desarrollado un "Código de buenas prácticas para el trabajo de campo" (véase www.fws.gov/ventura/species_information/protocols_guidelines/docs/DAFTA.pdf):

- Cada vez que toque un anfibio, considérelo como un peligro para la bioseguridad y minimice los riesgos en la medida de lo posible.
- Para reducir al mínimo la posible transmisión de enfermedades a las ranas, sólo deben manipularse cuando sea estrictamente necesario, y siempre con guantes nuevos y limpios. De un animal a otro deben cambiarse los guantes.
- Para la manipulación de las ranas usaremos siempre una bolsa para cada rana o renacuajo. Nunca meta más de un animal en la misma bolsa.
- Las bolsas no deben reutilizarse, a menos que se hayan desinfectado perfectamente. Pero tenga en cuenta que nunca deben ser reutilizadas cuando se tomen frotis de la piel para la prueba de Bd usando la amplificación del ADN por reacción en cadena a la polimerasa –PCR– cuantitativa. Recuerde que la PCR es muy sensible y los métodos actuales pueden llegar a detectar la contaminación de un fragmento de zoospora de Bd, dando lugar a resultados positivos falsos.
- Limpie todas las piezas de los equipos de medida y los recipientes entre un espécimen y el siguiente.
- Friegue y limpie las botas embarradas, así como el equipo antes de la descontaminación.
- Descontamine completamente el equipo al cambiar de sitio de muestreo (incluyendo botas y redes).
- Para desinfectar equipos, botas y ropa utilice lejía diluida (hipoclorito de sodio al 4 %) o etanol al 70 %.

- **Toma de datos.** Durante el muestreo debe anotar las coordenadas GPS para cada animal encontrado, altitud, temperatura del agua y del aire, el pH y las condiciones meteorológicas. Fotografíe asimismo el individuo y su hábitat, mida la longitud del animal por su parte ventral –de boca u hocico a cloaca– y registre su peso mediante balanza digital o dinamómetro. Observe el estado de salud del animal, es decir, si se muestra activo, salta o se mueve con normalidad, o bien si al tocarlo parece aletargado y no salta ni corre. Si en el equipo de estudio hay especialistas capaces de identificar las especies con certeza, los anfibios y los reptiles podrán ser liberados tras anotar sus datos. Si no fuera así, habrá que tomar fotos de los especímenes–primeros planos en alta definición– y eventualmente recolectar un ejemplar para su identificación por un taxónomo experto.

OBJETIVO 2. EVALUACIÓN DE LA INFECCIÓN POR HONGO QUÍTRIDO BD EN LOS ANFIBIOS HALLADOS EN LOS PARAJES MUESTREADOS

- **Materiales para el seguimiento del estado de salud**: GPS, cuaderno, cámara fotográfica, caja de guantes de nitrilo, bolsas pequeñas y grandes con cierre hermético (por ejemplo, bolsas ziploc), tijeras, rotulador de tinta indeleble, redes de captura, cepillo de cerdas para limpiar el barro de las botas antes de desinfectar, etanol al 70 % y botella con pulverizador para la limpieza de equipos o botas, más bastoncillos o torundas estériles de punta fina como los de la marca Rayon nº MW113 de la empresa "Advantage Bundling / Medical Wire Company". Evite bastoncillos de madera o de metal.
- **Toma de muestras mediante frotis para el análisis de Bd**: protocolo desarrollado para que los biólogos de campo puedan recoger muestras no destructivas de anfibios sobre el terreno con el fin de

detectar la presencia de Bd (Brem et al. 2007).

- Antes de hacer el frotis deben etiquetarse los tubos (uno para cada animal) donde se guardarán los bastoncillos con los datos siguientes: número de identificación, coordenadas GPS, localidad, nombre científico de la especie o nombre común, edad aproximada y fecha.
- Capture cuidadosamente los anfibios con la mano. Si emplea una manga de red para inmersión o salabardo, tenga en cuenta que las zoosporas del Bd pueden quedar retenidas en la propia red, pasar a otros individuos y dar resultados positivos falsos. Por ello se debe cambiar de red siempre que se pueda o bien desinfectarla tan a menudo como sea posible (la solución perfecta todavía no se ha encontrado).
- Pase el bastoncillo con algodón por la parte interior las patas traseras, muslos, abdomen y las patas delanteras, cuatro o cinco veces por cada sitio. Cabe aplicar cierta presión con el fin de raspar pequeñas cantidades de tejido epidérmico, pero hágase con suavidad.
- Introduzca el bastoncillo en el tubo y ciérrelo.
- Si muestrea más de un anfibio, cámbiese de guantes y repita el proceso. La mejor manera de prevenir la contaminación, al quitarse los guantes, es estirar de ellos invirtiendo uno en otro. El riesgo de contaminación se reduce si una persona realiza el frotis y otra maneja o sujeta los anfibios.
- Las muestras deben almacenarse en seco y se pueden mantener a temperatura ambiente antes de su envío para ser analizadas. Si la atmósfera es húmeda, lo mejor es colocar los tubos en una caja con cierre hermético y un material desecante, como gel de sílice. Evite las altas temperaturas y la luz solar directa. Se recomienda la congelación a -20 °C para el almacenamiento a largo plazo. Las muestras deben enviarse a un laboratorio capaz de diagnosticar quitridiomicetos. Allí se extraerá el ADN de los bastoncillos y se realizará inmediatamente el test cuantitativo PCR para detectar la posible presencia de ADN de Bd, aplicando los métodos establecidos (Boyle et al. 2004).

REFERENCIAS (CAPÍTULO 7.4)

Boyle, D. G.; Boyle, D. B.; Olsen, V.; Morgan, J. A. T. & Hyatt, A. D. (2004). Rapid quantitative detection of chytridiomycosis (*Batrachochytrium dendrobatidis*) in amphibian samples using real-time Taqman PCR assay. *Diseases of Aquatic Organisms* **60**: 141-148.

Brem, F.; Mendelson III, J. R. & Lips, K. R. (2007). Field-sampling protocol for *Batrachochytrium dendrobatidis* from living amphibians, using alcohol preserved swabs. Electronic document accessible at http://www.amphibians.org. Conservation International, Arlington, Virginia, EE.UU.

Collins, J. P. & Crump, M. L. (2009). *Extinction in our times: global amphibian decline*. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.

Fisher, M. C.; Henk, D. A.; Briggs, C. J.; Brownstein, J. S.; Madoff, L. C.; McCraw, S. L. & Gurr, S. J. (2012). Emerging fungal threats to animal, plant and ecosystem health. *Nature* **484**: 186-194.

Seimon, T. A.; Seimon, A.; Daszak, P.; Halloy, S. R. P.; Schloegel, L. M.; Aguilar, C. A.; Sowell, P.; Hyatt, A. D.; Konecky, B. & Simmons, J. E. (2007). Upward range extension of Andean anurans and chytridiomycosis to extreme elevations in response to tropical deglaciation. *Global Change Biology* **13**: 288-299.

7.5 *VARIABILIDAD DEL SUELO* EN LAS CIMAS DE GLORIA

Juan J. Jiménez[1] & Luis Villar[1]

1 | Instituto Pirenaico de Ecología, IPE-CSIC, Jaca, *España*

El suelo es una matriz tridimensional cuyas propiedades reflejan el impacto de factores tales como el clima, la roca madre, las condiciones topográficas, la vegetación, los organismos del suelo (incluyendo bacterias e invertebrados) y el tiempo transcurrido para su formación. Como entes dinámicos que son, los suelos están sometidos a constantes cambios, y las muestras de un perfil tomadas a diferentes profundidades reflejan la edad y diferenciación de sus materiales.

OBJETIVOS PROPUESTOS

El principal objetivo de esta actividad adicional de GLORIA consiste en obtener una información básica sobre los parámetros edáficos relacionados con procesos ecológicos clave, como la dinámica del carbono y nitrógeno en el suelo. Con ello tratamos de monitorizar los procesos ecológicos del suelo bajo un escenario de cambio global.

MUESTREO DEL SUELO

Como norma general, las muestras de suelo se tomarán a mediados del período vegetativo. En cada *cima* de la *zona piloto* seleccionaremos cuatro puntos de muestreo, cada uno de ellos siguiendo las direcciones geográficas principales o *puntos cardinales*: norte, sur, este y oeste. Recomendamos la toma de dos tipos de muestras de suelo, siempre por fuera del área cimera inferior(Fig. 7.11).

MUESTRA TIPO 1

Consiste en tomar cuatro muestras de suelo fuera de cada área cimera (o sea, 16 por cada *área experimental* o *zona piloto*) y por debajo de la *sección del área cimera de 10 m* correspondientes a cada *punto cardinal* (Fig. 7.11). La recolección de las muestras de suelo deberá ser muy cuidadosa, reduciendo en lo posible cualquier perturbación del suelo o de la *cima*.

Se extraerán muestras de aproximadamente 15 × 15 cm de anchura y 20 cm de profundidad (unos 500 g de suelo, en peso húmedo). En cada perfil se tomarán dos submuestras de suelo: una a 0-10 cm de profundidad y otra entre 10 y 20 cm de profundidad. En caso de suelos someros, el intervalo de profundidad puede ajustarse a 0-5 cm y 5-10 cm, o bien 0-2,5 cm y 2,5-5 cm, todo ello en función de las condiciones del lugar. Las fracciones superior e inferior de la muestra deberán guardarse en bolsas de plástico etiquetadas e independientes para su transporte.

Una vez en el laboratorio, las muestras todavía frescas serán homogeneizadas suavemente, con el fin de romper los agregados del suelo. Cuando ya esté desmenuzada, la muestra se deja secar al aire durante varios días. Luego se pasa por un tamiz de 2 mm de luz de malla y ya está preparada para los correspondientes análisis.

Las variables básicas que conviene analizar en las muestras de tipo 1 son las siguientes:

- pH del suelo (obtenido por dilución en H_2O y $CaCl_2$).
- Fraccionamiento según tamaño de las partículas: porcentajes de la fracción arena, limo y arcilla.
- Textura del suelo.
- Contenido total de C (orgánico e inorgánico).
- Contenido de N y P.

La relaciones C/N y N/P son indicadores importantes del funcionamiento de los ecosistemas (Wardle et al. 2004), y los métodos de fraccionamiento físico del suelo permiten desvelar los factores involucrados en las asociaciones que se establecen entre el carbono mineral del suelo y el carbono orgánico del suelo (COS), ya que varían según sea su composición, estructura y función (Christensen 2001). Por estos métodos averiguaremos la materia orgánica (MO) que se halla físicamente protegida en los agregados del suelo. Hasta ahora, para los ambientes alpinos disponemos de pocos datos sobre la concentración de COS, sobre las fracciones del suelo y sobre la edad del C fijado en la parte mineral. Las concentraciones de C y N en cada una de dichas fracciones se obtienen por el método de la combustión seca.

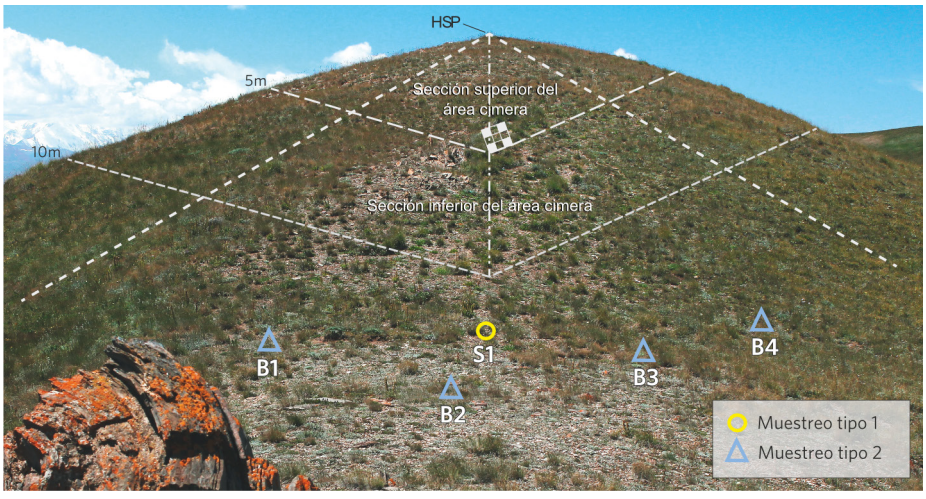


Fig. 7.11 Puntos de muestreo del suelo para las muestras tipo 1 y 2.

Las concentraciones elementales de nutrientes (Ca, Mg, Na, K y P) se miden mediante un equipo de espectrometría de emisión atómica (ICP-AES) después de proceder a una digestión ácida de las muestras de suelo.

MUESTRA TIPO 2 (CUATRO SUBMUESTRAS)

En cada dirección principal o *punto cardinal* se toman cuatro submuestras de suelo (B1, B2, B3, B4; cada una de aproximadamente 60 g de peso en húmedo, extraídas entre 0 y 10 cm de profundidad), siempre por fuera de la *sección del área cimera de los 10 m* (Fig. 7.11, esto es, 16 submuestras por cada área cimera, 64 submuestras por cada *zona piloto*). Cada submuestra se introducirá en una bolsa de plástico etiquetada e independiente y se guardará en una nevera portátil mientras dure el trabajo de campo; luego, en el laboratorio se conservará a una temperatura de 4 ºC para detener los procesos de mineralización. Estas muestras se utilizarán para calibrar el contenido de N mineral en el suelo –por ejemplo las concentraciones de amonio (NH_4^+) y nitrato (NO_3^-) que constituyen una medida directa de la disponibilidad de N para las plantas– y sirven para experimentos de incubación de suelo.

Las concentraciones de NH_4^+ y NO_3^- se analizan mediante tres réplicas de cada una de las cuatro submuestras extraídas y se calculan los valores medios para cada una de las exposiciones (o sea, 12 submuestras por cada exposición). El procedimiento consiste en tomar 4 g de suelo fresco y agitarlo mecánicamente durante 30 minutos en una solución de 40 ml de 1M KCl para extraer el N mineral. Después se filtra la suspensión obtenida y el filtrado se almacena a -15 ºC. Luego se sigue un método colorimétrico estándar para determinar las concentraciones de NH_4^+ y NO_3^-. Para el experimento de incubación se guarda el suelo fresco en la oscuridad bajo una temperatura controlada; entonces, las medidas de NO_3^- se toman los días 0 y 21 a fin de estimar el proceso de nitrificación del suelo. Para preparar los extractos necesarios para este análisis solo se necesita una pequeña cantidad de suelo.

Otros análisis de suelo recomendados para las cimas de GLORIA son:

- Estabilización del COS (carbono orgánico del suelo): los métodos al uso para caracterizar la estabilización del COS no dan buen resultado para estimar el carbón o "carbón negro" (CB). Sin embargo, otros procedimientos han mostrado que la oxidación con persulfato de sodio sí que permite aislar una fracción estable en suelos donde el CB contribuye significativamente a la materia orgánica del suelo (MOS). Se ruega, en todo caso, quitar las raíces frescas antes de poner la muestra a secar al aire.
- Incubación del suelo para medidas del flujo de CO_2 en estufas a diferentes regímenes térmicos, por ejemplo a la T media de invierno o de verano que se ha registrado en los *termómetros automáticos* o registradores estándar. Estos métodos son recomendables si tenemos en cuenta que el equipamiento e instrumentación necesarios para controlar los flujos de CO_2 sobre el terreno tienen muchas limitaciones en las condiciones ambientales extremas de un hábitat alpino.
- Determinación de la biomasa microbiana (C lábil) por medio de la técnica de la fumigación-extracción del cloroformo (FE) en muestras frescas (Coleman et al. 2004).
- Análisis de la comunidad microbiana. Sugerimos aquí dos métodos:
  - Determinación de los CLPP (Perfiles Fisiológicos bacterianos a escala de comunidad) para medir los patrones de utilización del C fijado al sustrato en las comunidades microbianas (Muñiz et al. 2014).
  - El análisis de los ácidos grasos derivados de fosfolípidos (PLFA) suele emplearse como indicador para diferenciar los grupos de hongos y bacterias sobre la base de los restos de la membrana de los microorganismos. La relación hongos/bacterias se calcula entonces a partir de las cantidades de PLFA específicas de hongos y bacterias, respectivamente (Frostegård & Bååth 1996).
- Estructuras biogénicas de invertebrados. Aunque su aplicación sea difícil en algunas áreas, cuando sea posible cabe recolectar las estructuras biogénicas (EB) que producen los invertebrados –por ejemplo lombrices y hormigas–. Estos tipos de muestreo ya se han estandarizado y se recomienda el método NIRS (espectroscopia de infrarrojo cercano) de Joffre et al. (2001), el cual permite caracterizar la composición molecular de la materia orgánica y determinar así la influencia de la actividad animal en la dinámica del C y N tanto en las EB como en el propio suelo (Hedde et al. 2005).

REFERENCIAS (CAPÍTULO 7.5)

Christensen, B. T. (2001). Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. *European Journal of Soil Science* **52**: 345-353.

Coleman, D. C.; Jr., C. & D.A., H., P.F. (2004). *Fundamentals of soil ecology*. Elsevier Academic Press, San Diego, EE. UU.

Frostegård, A. & Bååth, E. (1996). The use of phospholipid fatty acid analysis to estimate bacterial and fungal biomass in soil. *Biology and Fertility of Soils* **22**: 59-65.

Hedde, M.; Lavelle, P.; Joffre, R.; Jiménez, J. & Decaëns, T. (2005). Specific functional signature in soil macro-invertebrate biostructures. *Functional Ecology* **19**: 785-793.

Joffre, R.; Agren, G. I.; Gillon, D. & Bosatta, E. (2001). Organic matter quality in ecological studies: theory meets experiment. *Oikos* **93**: 451-458.

Muñiz, S.; Lacarta, J.; Pata, M. P.; Jiménez, J. J. & Navarro, E. (2014). Analysis of the diversity of substrate utilisation of soil bacteria exposed to Cd and earthworm engineering activity using generalised additive models. *Plos One* 9: doi:10.1371/journal.pone.0085057.

Wardle, D. A.; Walker, L. R. & Bardgett, R. D. (2004). Ecosystem properties and forest decline in contrasting long-term chronosequences. *Science* **305**: 509-513.

7.6 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES EN LAS ÁREAS EXPERIMENTALES DE GLORIA

Karina Yager[1], Dirk Hoffmann[2] & Stephan Halloy[3]

1 | NASA Centro de Vuelos Espaciales Goddard, Laboratorio de Ciencias de la Biosfera, Maryland, *EE.UU.;* **2 |** Instituto Boliviano de la Montaña, La Paz, *Bolivia;* **3 |** The Nature Conservancy, Santiago, *Chile*

INTRODUCCIÓN

La metodología GLORIA pide a los investigadores seleccionar áreas piloto de estudio sometidas a la menor intervención humana posible. Sin embargo, cumplir este criterio ideal en algunos territorios resulta difícil si no imposible. Así por ejemplo, varias zonas piloto de los Andes, aunque se han establecido en lugares remotos, están influidas por *Actividades humanas* actuales, desde el pastoreo al turismo, los cuales siguen vigentes y provocan cambios en la cubierta vegetal de las mismas. Los paisajes andinos, incluso en montañas aparentemente aisladas, son el producto de varios milenios de interacciones entre el clima de montaña y los sistemas hidrológicos, los factores físicos y biogeográficos, y las *Actividades humanas* (Thomas & Winterhalder 1976, Browman 1989, Baied & Wheeler 1993, Gade 1999, Denevan 2001). Reconociendo que la búsqueda de un "paisaje prístino" en los Andes es un mito (Denevan 1992), los equipos de GLORIA que trabajan en América del Sur han incorporado los aspectos socioeconómicos y culturales al establecimiento y muestreo de las *cima*s.

Conviene reconocer que los paisajes son productos culturales continuamente remodelados por el ser humano, interactuando o provocando perturbaciones en los sistemas naturales (Sauer 1929, Crumley et al. 1994). Mientras que las zonas piloto de todo el mundo pueden verse afectadas por impactos humanos variables y por diversos factores socioeconómicos, los equipos de investigación GLORIA en América del Sur se encontraron con *Actividades humanas* múltiples –incluso comunes– al establecer sus zonas piloto. Por ello presentaremos aquí una serie de consideraciones previas al establecimiento y muestreo de una *zona piloto*.

En el contexto general de GLORIA, debemos tener en cuenta que:

- Las *cima*s estándar de GLORIA son lugares de referencia. Como en el caso de las estaciones meteorológicas, son de gran valor para los científicos, tanto si se trata de ciencias sociales como biológicas, y permitirán situar sus investigaciones con el contexto del cambio global.
- Los impactos provocados por el hombre son predominantes. Si no los identificamos y registramos, pueden quedar enmascarados como "ruido" provocado por fluctuaciones aleatorias. La incorporación de los impactos humanos permitirá comprenderlos mejor y evaluar sus tendencias. Por este procedimiento, podrán figurar entre los múltiples factores del cambio y podrá determinarse qué partes del mismo se debe a los seres humanos, al clima o a otras causas.

OBJETIVO

El objetivo de este capítulo es proporcionar las bases para reconocer y documentar los impactos humanos sobre el medio natural en un área GLORIA. Podemos considerar las zonas piloto GLORIA como lugares de estudio multidisciplinar, los cuales, al incluir los aspectos socioeconómicos y culturales –factores que indudablemente influyen sobre la vegetación presente y futura–, brindan un contexto más amplio que aumenta su valor e interés para las poblaciones locales y para los gestores que toman las decisiones.

DIRECTRICES PARA DOCUMENTAR LAS ACTIVIDADES HUMANAS

Tras la selección de una *zona piloto*, es importante documentar la amplitud y el grado de los impactos humanos sobre las características ambientales del lugar. Para ello tendremos en cuenta los siguientes aspectos: :

- *las actividades humanas*;
- su dimensión espacial y temporal;
- documentación adicional;
- la búsqueda de *colaboradores locales*.

Actividades humanas

Partiendo de nuestra experiencia GLORIA en los Andes del Perú (Vilcanota) y Bolivia (Sajama, Tuni y Apolobamba), hemos elaborado la Tabla 7.2 como referencia de las *Actividades humanas* principales que pueden afectar al medio natural de un lugar concreto. Todos los factores mencionados se han anotado en las áreas GLORIA de los Andes (Halloy et al. 2010). Cada zona piloto es diferente,

Tabla 7.2 Actividades humanas que pueden impactar en zonas piloto GLORIA y que conviene documentar

A Usos del suelo
pastoralismo
agricultura
minería
turismo
caza
recolección de plantas para uso medicinal o tradicional
lugares sagrados o ceremoniales
usos del fuego / quemas
B Propiedad de la tierra / gestión
privada, comunal, estatal o institucional
acuerdos formales e informales sobre el uso de la tierra, su protección y gestión

pero la presencia humana es a menudo inevitable y, por tanto, debe tenerse en cuenta.

Evaluar la magnitud del impacto de ciertas *Actividades humanas* en una *zona piloto* o en sus alrededores puede requerir un mayor esfuerzo investigador. Por ejemplo, el pastoreo es muy común en los Andes, y tanto los animales domésticos como los salvajes pueden alterar la riqueza de especies y el tapiz vegetal de una *zona piloto* (Yager et al. 2008a, Patty et al. 2010). En las zonas de GLORIA se documenta frecuentemente la presencia de herbívoros durante el señalamiento o el muestreo, ya sea por la presencia de animales, de sus excrementos o de las plantas comidas por ellos. Si hay evidencias de perturbación por pastoreo, puede ser interesante estudiar mejor la cantidad de animales que acceden al sitio, así como las prácticas relacionadas con el manejo de pastos o su rotación. Además, la gestión de pastos suele incluir el fuego, intencionado o accidental, lo que sin duda influye en la sucesión vegetal. Estas actividades pueden requerir entrevistas con lugareños y *seguimiento* sobre el terreno (incluyendo encuestas o la instalación de cámaras).

En las zonas piloto de los Andes son frecuentes las prácticas ceremoniales por parte de lugareños o turistas y la recolección de plantas. Entonces, el pisoteo en una región concreta puede variar a lo largo del año e interanualmente. Esas visitas pueden ser poco frecuentes o estacionales, en forma de paseos fotográficos, senderismo o exploración, mientras que otras son regulares, como la recolección de plantas medicinales o la peregrinación a lugares sagrados con fines ceremoniales. A continuación mostramos fotografías de algunas de las *Actividades humanas* más comunes, en la *zona piloto* de GLORIA del Parque Nacional de Sajama, en Bolivia (Fig. 7.12).

Dimensiones temporal y espacial

Durante el muestreo, también es importante identificar los impactos humanos a lo largo del tiempo y el espacio, no solo los que han tenido lugar en el pasado sino los presentes y los esperados. Incluso cuando no parezcan evidentes o no se hayan observado durante el establecimiento de la *zona piloto*, podrían verse afectados por cambios sociales en un futuro. Por otra parte, hay sitios que sufrieron impactos importantes en el pasado, si bien pueden pasar desapercibidos a un investigador poco avezado. Ese es el caso de las extracciones antiguas y masivas de cojinetes de yareta (*Azorella compacta*) o queñua (*Polylepis tarapacana*) y las talas de árboles para combustible de las minas o el ferrocarril; estas acciones han dejado paisajes enteros yermos o desprovistos de unas especies que originariamente formaban parte de la vegetación alpina local.

Debido a su aislamiento, las montañas o las áreas alpinas, desde los Alpes a los Andes, se consideran "laboratorios naturales" ideales para el estudio de los sistemas naturales por presentar una vegetación mínimamente alterada (Barry 1994, Grabherr et al. 2000, Körner 2003). Sin embargo, los seres humanos han habitado en los ecosistemas alpinos y han dejado su huella durante generaciones (Ellenberg 1979, Netting 1981, 1990, Gade 1999), un impacto al que, en los últimos años, debemos sumar el del cambio climático (Grabherr et al. 1994, Erschbamer et al. 2006, Gottfried et al. 2012, Pauli et al. 2012). De cara al futuro, se espera que aquella huella y este impacto sean aún mayores en las regiones alpinas (Beniston 1994, Vuille et al. 2008, Seimon et al. 2009). En los Andes, incluso en los "espacios protegidos" hay muchas comunidades indígenas que viven allí y utilizan sus recursos, incluyendo la vegetación alpina. Por todo ello, siempre debemos tener en cuenta el factor humano y su relación espacial y temporal con el cambio climático.

El cambio climático y los cambios sociales en curso (desde el crecimiento de la población a la competencia por la tierra o los recursos), quizá influyan en el futuro movimiento de personas y animales hacia una determinada región. Las áreas productivas de un nivel ecológico particular pueden verse superpobladas o improductivas debido a dichos cambios, e incluso provocar el desplazamiento de hombres y animales hacia altitudes mayores, ocupando y utilizando recursos de territorios más altos en las montañas. Por lo tanto, es importante documentarse sobre los distintos niveles de producción, así como sobre la población humana en un *área piloto* concreta. Volviendo al ejem-

Fig. 7.12 Fotografías de impactos y actividades humanas en Sajama, Bolivia, una de las zonas piloto de GLORIA. Izquierda: área incendiada. Centro: caminos. Derecha: sitio con valor cultural.

Fig. 7.13 Fotografías de los talleres sobre cambio climático y de los trabajos de campo de GLORIA, en las comunidades locales de Sajama, Bolivia.

plo de la *zona piloto* GLORIA de Sajama, se identificaron las áreas destinadas a pastos, incluyendo su zonación altitudinal y las especies dominantes (Yager 2009, Beck et al. 2010a). Por otra parte, estudios interdisciplinares de GLORIA en Vilcanota han constatado el desplazamiento de especies y sus implicaciones para el hombre (Halloy et al. 2006, Seimon et al. 2007, Seimon et al. 2009). Toda esta información sirve de referencia para vislumbrar los cambios o las invasiones que puedan producirse en el futuro, debidos tanto a factores climáticos como humanos. Es evidente que con la documentación adecuada se puede analizar la influencia de los diferentes factores involucrados, así como investigar sus sinergias.

Documentación adicional

Entre otros factores, convendría estudiar e incluso cartografiar los asentamientos humanos y la red de caminos o carreteras e infraestructuras tanto públicas como privadas: canales, embalses, construcciones, fábricas, etc. Muchas veces, las imágenes de satélite o las fotografías aéreas aportan datos para la selección del *área experimental* y muestran la huella humana o los posibles impactos en las áreas GLORIA. En algunos casos llevamos a cabo ejercicios de cartografía con los miembros de las comunidades locales (Yager 2009, Meneses et al. 2010). Por este procedimiento, podría resultar más fácil identificar las áreas afectadas por cambios intensos en el tapiz vegetal o sometidas a riesgos para las zonas piloto GLORIA. Entre otros recursos, pueden aportar información cuantitativa importante sobre actividades socioeconómicas o infraestructuras culturales los planes municipales, los planes de ordenación de espacios protegidos y las entrevistas a informantes escogidos que visiten regularmente o vivan en la *zona piloto* de GLORIA.

Búsqueda de socios colaboradores locales

OUno de los aspectos más importantes de nuestros proyectos en América del Sur consiste en establecer relaciones personales y compromisos con las poblaciones y las comunidades locales en la *zona piloto* de GLORIA. Con el fin de informar y concienciar sobre los objetivos del proyecto GLORIA, y también para implicar a los lugareños en la identificación de plantas y en la selección de los sitios de muestreo, hemos llevado a cabo diversos talleres, entrevistas y ejercicios de campo con dichas comunidades (Fig. 7.13). Se trata de establecer una relación beneficiosa para compartir y respetar objetivos mutuos, puntos de vista, experiencias y lecciones aprendidas. Por esta vía, tanto los científicos que investigan en el área de estudio como los habitantes del territorio comparten su compromiso e interés en el éxito del proyecto y se benefician de los resultados e implicación.

Buena parte del trabajo con las comunidades locales se ha llevado a cabo en los sitios GLORIA Sajama y Apolobamba, con resultados positivos (Ulloa & Yager 2007, Yager et al. 2008b, Beck et al. 2010b, Hoffmann & Yager 2010, Meneses et al. 2010). Guardas forestales y otros miembros de la comunidad han ayudado en la instalación y muestreo de los sitios, así como en la identificación de los impactos del cambio climático, tanto desde el punto de vista científico como cultural. Muchas comunidades indígenas de los Andes mantienen prácticas tradicionales de subsistencia, tales como el pastoreo, como actividad económica principal, por lo cual dependen de una vegetación alpina sana y abundante. Al participar en la discusión e investigaciones de GLORIA, estas comunidades se benefician directamente, pues su punto de vista ayuda a una comprensión más amplia de los impactos del cambio climático sobre la vegetación y los medios de vida locales. En los territorios donde las poblaciones humanas desarrollan sus actividades en las zonas piloto, consideramos esencial que se formen equipos interdisciplinares de GLORIA con *colaboradores locales*; así comprenderemos mejor los diversos impactos del cambio climático, y además se reforzará el *seguimiento* en el *área experimental*.

REFERENCIAS (CAPÍTULO 7.6)

Baied, C. A. & Wheeler, J. C. (1993). Evolution of high Andean Puna ecosystems: Environment, climate, and culture change over the last 12,000 years in the Central Andes. *Mountain Research and Development* **13**: 145-156.

Barry, R. G. (1994). Past and potential future changes in mountain environments: a review. In: Beniston, M., ed. *Mountain Environments in Changing Climates*, pp. 3-33. Routledge, Londres, Reino Unido.

Beck, S.; Domic, A. I.; García, C.; Meneses, R. I.; Yager, K. & Halloy, S. (2010a). *El Parque Nacional Sajama y sus plantas*. Fundación PUMA & Conservación International, La Paz, Bolivia.

Beck, S.; Yager, K.; Meneses, R. I.; Halloy, S.; Domic, A. I. & Garcia, C. (2010b). GLORIA sites in the high Andes of Bolivia: A multi-disciplinary assessment. *6th International GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments) Meeting,* Perth, Escocia, Reino Unido.

Beniston, M. (1994). *Mountain environments in changing climates*. Routledge, Londres, Reino Unido.

Browman, D. L. (1989). Origins and development of Andean pastoralism: an overview of the the past 6000 years. In: Clutton-Brock, J., ed. *The Walking Larder: Patterns of domestication, pastoralism, and predation*, pp. 257-268. Unwin Hyman, Londres, Reino Unido.

Crumley, C. L.; Gunn, J. D.; Hassan, F. A.; Ingerson, A. E.; Marquardt, W. H.; McGovern, T. H.; Patterson, T. C.; Schmidt, P. R. & Winterhalder, B. P. (1994). *Historical ecology: Cultural knowledge and changing landscapes*. School of American Research Press, Santa Fe, EE.UU.

Denevan, W. M. (1992). The pristine myth - the landscape of the America in 1492. *Annals of the Association of American Geographers* **82**: 369-385.

Denevan, W. M. (2001). *Cultivated landscapes of native Amazonia and the Andes*. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.

Ellenberg, H. (1979). Man's influence on tropical mountain ecosystems in South America. *Journal of Ecology* **67**: 401-416.

Erschbamer, B.; Mallaun, M. & Unterluggauer, P. (2006). Plant diversity along altitudinal gradients in the Southern and Central Alps of South Tyrol and Trentino (Italy). *Gredleriana* **6**: 47-68.

Gade, D. W. (1999). *Nature and culture in the Andes*. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, EE.UU.

Gottfried, M.; Pauli, H.; Futschik, A.; Akhalkatsi, M.; Barancok, P.; Benito Alonso, J. L.; Coldea, G.; Dick, J.; Erschbamer, B.; Fernández Calzado, M. R.; Kazakis, G.; Krajci, J.; Larsson, P.; Mallaun, M.; Michelsen, O.; Moiseev, D.; Moiseev, P.; Molau, U.; Merzouki, A.; Nagy, L.; Nakhutsrishvili, G.; Pedersen, B.; Pelino, G.; Puscas, M.; Rossi, G.; Stanisci, A.; Theurillat, J.-P.; Tomaselli, M.; Villar, L.; Vittoz, P.; Vogiatzakis, I. & Grabherr, G. (2012). Continent-wide response of mountain vegetation to climate change. *Nature Climate Change* **2**: 111-115.

Grabherr, G.; Gottfried, M. & Pauli, H. (1994). Climate effects on mountain plants. *Nature* **369**: 448-448.

Grabherr, G.; Gottfried, M. & Pauli, H. (2000). GLORIA: A Global Observation Research Initiative in Alpine Environments. *Mountain Research and Development* **20**: 190-191.

Halloy, S.; Seimon, A. & Yager, K. (2006). Multidimensional (climate, biodiversity, socioeconomics, agriculture) context of changes in land use in the Vilcanota watershed, Peru. In: Spehn, E. M.; Liberman, M. & Körner, C., eds. *Land Use Change and Mountain Biodiversity*, pp. 323-337. CRC Press, Fort Lauderdale, EE.UU.

Halloy, S.; Yager, K.; García, C.; Beck, S.; Carilla, J.; Tupayachi, A.; Jácome, J.; Meneses, R. I.; Farfán, J.; Seimon, A.; Seimon, T.; Rodriguez, P.; Cuello, S. & Grau, A. (2010). South America: Climate monitoring and adaptation integrated across regions and disciplines. In: Settele, J.; Penev, L. D.; Georgiev, T. A.; Grabaum, R.; Grobelnik, V.; Hammen, V.; Klotz, S.; Kotarac, M. & Kuehn, I., eds. *Atlas of biodiversity risk*, pp. 90-95. Pensoft Publishers, Sofía, Bulgaria.

Hoffmann, D. & Yager, K. (2010). Identification and incorporation of socio-economic and cultural aspects of site implementation and monitoring. *6th International GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments) Meeting,* Perth, Escocia, Reino Unido.

Körner, C. (2003). *Alpine plant life: functional plant ecology of high mountain ecosystems*. Springer, Berlín, Alemania.

Meneses, R. I.; Yager, K.; Canqui, F. & Beck, S. (2010). Pastoralism of the high puna of Bolivia: local perceptions of climate change and the challenged of maintain tradition. *Global Change and the World's Mountains Conference,* Perth, Escocia, Reino Unido.

Netting, R. M. (1981). *Balancing on an Alp: Ecological change & continuity in a Swiss mountain community*. Press Syndicate of the University of Cambridge, Cambridge, Nueva York (USA) and Melbourne (Australia).

Netting, R. M. (1990). Links and boundaries: Reconsidering the alpine village as ecosystem. In: Moran, E. F., ed. *The ecosystem approach*, pp. 229-245. University of Michigan Press, Ann Arbor, EE.UU.

Patty, L.; Halloy, S. R. P.; Hiltbrunner, E. & Körner, C. (2010). Biomass allocation in herbaceous plants under grazing impact in the high semi-arid Andes. *Flora (Jena)* **205**: 695-703.

Pauli, H.; Gottfried, M.; Dullinger, S.; Abdaladze, O.; Akhalkatsi, M.; Benito Alonso, J. L.; Coldea, G.; Dick, J.; Erschbamer, B.; Fernández Calzado, R.; Ghosn, D.; Holten, J. I.; Kanka, R.; Kazakis, G.; Kollár, J.; Larsson, P.; Moiseev, P.; Moiseev, D.; Molau, U.; Molero Mesa, J.; Nagy, L.; Pelino, G.; Puşcaş, M.; Rossi, G.; Stanisci, A.; Syverhuset, A. O.; Theurillat, J.-P.; Tomaselli, M.; Unterluggauer, P.; Villar, L.; Vittoz, P. & Grabherr, G. (2012). Recent plant diversity changes on Europe's mountain summits. *Science* **336**: 353-355.

Sauer, C. (1929). The morphology of landscape. *University of California Publications in Geography II (1919-1929)* **2**: 19-53.

Seimon, A.; Yager, K.; Seimon, T.; Schmidt, S.; Grau, A.; Beck, S.; García, C.; Tupayachi, A.; Sowell, P.; Touval, J. & Halloy, S. (2009). Changes in biodiversity patterns in the high Andes – understanding the consequences and seeking adaption to global change. *Mountain Forum Bulletin* **4**: 25-27.

Seimon, T. A.; Seimon, A.; Daszak, P.; Halloy, S. R. P.; Schloegel, L. M.; Aguilar, C. A.; Sowell, P.; Hyatt, A. D.; Konecky, B. & Simmons, J. E. (2007). Upward range extension of Andean anurans and chytridiomycosis to extreme elevations in response to tropical deglaciation. *Global Change Biology* **13**: 288-299.

Thomas, R. B. & Winterhalder, B. P. (1976). Physical and biotic environment of southern highland Peru. In: Baker, P. T. & Little, M. A., eds. *Man in the Andes: A multidisciplinary study of high-altitude Quechua*, pp. 21-59. Dowden, Hutchison & Ross, Inc., Stroudsburg, EE.UU.

Ulloa, D. & Yager, K. (2007). Memorias del taller: "Cambio climático: percepción local y adaptaciones en el Parque Nacional Sajama". p. 42. Comunidad de Sajama, Lagunas, Caripe, Manasaya y Papelpampa, Sajama, Bolivia.

Vuille, M.; Francou, B.; Wagnon, P.; Juen, I.; Kaser, G.; Mark, B. G. & Bradley, R. S. (2008). Climate change and tropical Andean glaciers: Past, present and future. *Earth-Science Reviews* **89**: 79-96.

Yager, K.; Resnikowski, H. & Halloy, S. (2008a). Grazing and climatic variability in Sajama National Park, Bolivia. *Pirineos* **163**: 97-109.

Yager, K.; Ulloa, D. & Halloy, S. (2008b). Conducting an interdisciplinary workshop on climate change: facilitating awareness and adaptation in Sajama National Park, Bolivia. In: Mannke, F. & Filho, W. L., eds. *Interdisciplinary aspects of climate change*, pp. 327-342. University of Applied Sciences, Hamburgo, Alemania.

Yager, K. A. (2009). *A herder's landscape: Deglaciation, desiccation and managing green pastures in the Andean puna*. Yale University, New Haven, EE.UU.

7.7 INTEGRACIÓN DE LOS *ESTUDIOS ETNOBOTÁNICOS* EN GLORIA

Jan Salick[1]

1 | Jardín Botánico de Misuri, San Luis, Misuri, *EE.UU.*

En muchas partes del mundo, especialmente en las regiones menos desarrolladas y en territorios ocupados por pueblos indígenas, la vegetación alpina aporta medios de subsistencia y servicios ecosistémicos (véase, por ejemplo, Salick & Byg 2007, Salick 2012). También se conocen muchas plantas alpinas de interés etnobotánico en los Alpes europeos (Grabherr 2009, Lamprecht 2012). Entonces, para poner los datos de GLORIA y el cambio climático en su lugar, conviene recoger los usos de las plantas alpinas así como la percepción de las poblaciones locales sobre las adaptaciones al cambio climático y su mitigación. ¿Por qué interesa GLORIA a las poblaciones locales? ¿Por qué deben estar atentas a los cambios en las áreas de distribución de las plantas alpinas o en su dinámica poblacional respecto al cambio climático? ¿Cómo afectará todo eso a sus vidas y a sus medios de subsistencia? ¿Cómo se están adaptando las personas a estos cambios? ¿Qué estrategias para mitigar el cambio climático se están practicando (tal vez sin ser conscientes de ello) y cabría apoyar? Aunque dependan del tiempo que tengamos y de la disponibilidad presupuestaria, estas cuestiones se pueden afrontar fácil y directamente en el ámbito de GLORIA o bien abordarlas en profundidad dedicando más tiempo del que dedicamos al estudio de las comunidades alpinas.

En la práctica, podemos anotar los usos de todas las plantas inventariadas en el muestreo de GLORIA. Podemos averiguarlos mediante entrevistas directas a los curanderos y médicos rurales (Fig. 7.14), a los aldeanos o acudiendo a la bibliografía sobre el tema. Los usos así obtenidos se aprovecharán mejor en un formato comparable para todos los equipos de GLORIA que participen, de manera que podamos destacar la importancia relativa de la vegetación alpina entre los diversos pueblos del mundo.

Fig. 7.14 Entrevista *etnobotánica*. Investigadores de GLORIA en el Himalaya: el Dr. Suresh Ghimire (Nepal, a la izquierda) y Sangay Dema, Máster en Ciencias (Bután, a la derecha) entrevistan a Jigme, experto en medicina popular (en el centro), en el Instituto de Medicina Tradicional y Servicios de Bután. Foto de Ben Staver.

No todo el mundo tiene que usar la misma base de datos, pero ello permitiría establecer comparaciones útiles. Digamos, a título ilustrativo, que el Jardín Botánico de Misuri (MBG) ha desarrollado una base de datos *Etnobotánica* bastante sencilla, basada en pliegos de herbario, si bien otras instituciones tienen sus propios sistemas (Cook 1995). En el MBG, la base de datos *Etnobotánica* forma parte de la base de datos general del herbario (TROPICOS, www.tropicos.org) de modo que los datos básicos de esta colección y los de *Etnobotánica* requeridos para cada pliego de herbario son:

- Nombre científico del taxón
- Recolectores y número de pliego
- Fecha
- Nombre y edad del experto local
- Idioma (véase *Ethnologue* www.ethnologue.com/)
- Grupo étnico o filiación cultural
- País (véase www.iso.org/iso/country_codes.htm)
- Localidad
- Coordenadas geográficas (latitud/longitud) del punto de recolección
- Usos, véase Tabla 7.3
- Partes usadas de la planta
- Nombres comunes
- Producción y transformación
- Otras informaciones etnográficas
- Imagen
- Permisos o convenios de recolección
- Notas.

La base de datos *etnobotánica* MBG incluye campos para introducir diferentes tipos de uso (Tabla 7.3). Cada uso se asocia con una parte de la planta: hoja, tallo, flor, semilla, fruto, corteza, madera, raíz, tubérculo, planta entera o parte aérea. Además, se pueden añadir notas para describir los usos y la forma de preparación. Todos estos datos nos permitirán valorar la importancia y servicios ecosistémicos de flora alpina en todo el mundo.

Los equipos GLORIA que estén interesados y dispongan del tiempo necesario, tendrían que contar con la participación de la población local, la cual puede clarificar los impactos del cambio climático alpino en las personas, en sus medios de subsistencia y en los servicios ecosistémicos proporcionados por el medio alpino. Por ejemplo, para entender diversos aspectos de las respuestas de la población al cambio climático en nuestras zonas piloto de GLORIA, nosotros hemos llevado a cabo amplias entrevistas (para la metodología véase Kutsche 1998) hemos utilizado Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Clarke 2003, Bolstad

Tabla 7.3 **Categorías de uso empleadas en la base de datos *etnobotánica* del Jardín Botánico de Misuri** (en www.tropicos.org)

A Alimentación humana	Infecciones, parásitos, hongos	**G Usos culturales**
Bebidas	Inflamaciones y dolores	Artesanía (no relacionada con fibras)
Condimentos, hierbas, especias	Venenos y antídotos	Juegos y entretenimientos, deportes, juguetes
Frutas y verduras	Zoofarmacognosia	Usos religiosos
Legumbres	"Humores"	Accesorios, cosmética, joyería
Cereales y arroz	Ritos y creencias	Instrumentos musicales, arte
Carbohidratos de raíces o tubérculos	Síntomas inespecíficos	Drogas psicoactivas
Frutos secos	Otros	Otros
Aditivos		
Otros	**D Química**	**H Construcción. Materiales estructurales**
	Látex, goma	Madera
B Alimentación animal	Resinas y gomas no comestibles	Muebles
Pienso, forraje, pasto, forraje ensilado	Aceites (no comestibles), ceras, jabones	Materiales de construcción
Ramón	Tintes, pinturas, colores	Herramientas, utensilios
Comida para invertebrados	Taninos, flavonoides	Transporte
Fruta	Aromáticos	Otros
Otros	Disolventes	
	Adhesivos	**I Medio ambiente**
C Medicina humana y veterinaria	Otros	Vallas, cercados
Sistema circulatorio y sangre		Control de la erosión
Boca y dientes	**E Combustibles**	Fertilizantes, abonos mejoradores del suelo
Sistema digestivo	Leña, carbón	Ornamentales
Sistema endocrino (hormonas)	Aceites, alcoholes, resinas, ceras	Control de la contaminación
Aparato reproductor	Otros	Control de plagas
Sistema urinario		Otros
Sistema inmunológico	**F Fibras (textil)**	
Metabolismo, termoregulación y nutrición	Paño, ropa, vestido, hilo	**J Otros**
Sistema músculo-esquelético	Papel	Investigación
Sistema nervioso y salud mental	Cestas, bolsos de fibra, productos de	Recursos genéticos
Sistema respiratorio	fibra para el hogar, artesanía textil	
Sistema sensorial	Sogas, cuerdas, redes (cordelería)	**K Notas: detalles adicionales sobre las**
Piel y tejidos relacionados	Otros	**formas de uso**

2005, DeMers 2005, Longley et al. 2005, Chang 2006) y técnicas participativas (Chambers 1994a, b), incluyendo:

- Pueblos tradicionales y cambio climático (Salick & Byg 2007, Salick & Ross 2009)
- Percepciones de los tibetanos sobre el cambio climático (Byg & Salick 2009, Salick et al. 2012)
- Usos agro-pastorales tradicionales y cambio (Salick et al. 2005, Salick & Moseley 2012)
- Los sitios sagrados tibetanos conservan la biodiversidad alpina (Anderson et al. 2005, Salick et al. 2007)
- Recolección de plantas medicinales en prados de alta montaña por los médicos y aldeanos tibetanos (Salick et al. 2004, Law & Salick 2005, Salick et al. 2006, Law & Salick 2007, Salick et al. 2009, Byg et al. 2010, Salick et al. 2012)
- Cosmología tibetana del cambio climático (Salick & Moseley 2012)
- Efectos del cambio climático en la cultura tibetana, el uso de la tierra, la salud, la medicina, la agricultura y la silvicultura (Salick 2012, Salick et al. 2012)
- Adaptación creativa de los tibetanos al cambio climático mediante el uso de los conocimientos tradicionales (Salick et al. 2012).

Junto al muestreo ecológico intensivo de GLORIA, estos datos culturales proporcionan una base sólida para analizar la dinámica conjunta de los sistemas naturales y humanos en respuesta al cambio climático global. Además, los datos de GLORIA han dado sentido y relevancia a las poblaciones locales con las que muchos de nosotros trabajamos.

REFERENCIAS (CAPÍTULO 7.7)

Anderson, D. M.; Salick, J.; Moseley, R. K. & Ou, X. K. (2005). Conserving the sacred medicine mountains: A vegetation analysis of Tibetan sacred sites in Northwest Yunnan. *Biodiversity and Conservation* **14**: 3065-3091.

Bolstad, P. (2005). *GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information Systems*. Eider Press, White Bear Lake, Montana, EE.UU.

Byg, A. & Salick, J. (2009). Local perspectives on a global phenomenon – Climate change in eastern Tibetan villages. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions* **19**: 156-166.

Byg, A.; Salick, J. & Law, W. (2010). Medicinal plant knowledge among lay people in five eastern Tibet villages. *Human Ecology* **38**: 177-191.

Chambers, R. (1994a). The origins and practice of participatory rural appraisal. *World Development* **22**: 953-969.

Chambers, R. (1994b). Participatory rural appraisal (PRA) - Analysis of experience. *World Development* **22**: 1253-1268.

Chang, K.-T. (2006). *Introduction to Geographic Information Systems*. McGraw-Hill Higher Education, Boston, EE. UU.

Clarke, K. C. (2003). *Getting started with geographic information systems*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, EE. UU.

Cook, F. E. M. (1995). *Economic botany data collection standard. Prepared for the International working group on taxonomic databases for plant sciences (TDWG)*. Royal Botanical Gardens, Kew, Reino Unido.

DeMers, M. N. (2005). *Fundamentals of geographic information systems*. John Wiley & Sons, Nueva York, EE. UU.

Grabherr, G. (2009). Biodiversity in the high ranges of the Alps: Ethnobotanical and climate change perspectives. *Global Environmental Change—Human and Policy Dimensions* **19**: 167-172.

Kutsche, P. (1998). *Field ethnography: A manual for doing cultural anthropology*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, EE. UU.

Lamprecht, A. (2012). *Ethnobotanische Aspekte der Hochgebirgsflora der Ostalpen: Dokumentation der für Menschen nutzbaren Gefäßpflanzen in den* GLORIA-*Untersuchungsgebieten Hochschwab, Schrankogel und Latemar*. Diploma thesis, University of Viena, Austria.

Law, W. & Salick, J. (2005). Human-induced dwarfing of Himalayan snow lotus, *Saussurea laniceps* (Asteraceae). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **102**: 10218-10220.

Law, W. & Salick, J. (2007). Comparing conservation priorities for useful plants among botanists and tibetan doctors. *Biodiversity and Conservation* **16**: 1747-1759.

Longley, P. A.; Goodchild, M. F.; Maguire, D. J. & Rhind, D. W. (2005). *Geographic information systems and science*. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, West Sussex, Reino Unido.

Salick, J. (2012). Indigenous peoples conserving, managing, and creating biodiversity. In: Gepts, P.; Famula, T. R.; Bettinger, R. L.; Brush, S. B.; Damania, A. B.; McGuire, P. E. & Qualset, C. O., eds. *Biodiversity in agriculture: Domestication, evolution, and sustainability*, pp. 426-444. Cambridge University Press, Nueva York, EE. UU.

Salick, J.; Amend, A.; Anderson, D.; Hoffmeister, K.; Gunn, B. & Fang, Z. (2007). Tibetan sacred sites conserve old growth trees and cover in the eastern Himalayas. *Biodiversity and Conservation* **16**: 693-706.

Salick, J.; Anderson, D.; Woo, J.; Sherman, R.; Cili, N.; Ana & Dorje, S. (2004). Tibetan ethnobotany and gradient analyses: Menri (Medicine Mountains), eastern Himalayas. *Millenium ecosystem assessment*. Alexandría, Egipto.

Salick, J. & Byg, A. (2007). Indigenous peoples and climate change. *Environmental Change Institute, University of Oxford, Symposium report, 12-13 April 2007*. Tyndall Centre for Climate Change Research, Oxford, Reino Unido.

Salick, J.; Byg, A.; Amend, A.; Gunn, B.; Law, W. & Schmidt, H. (2006). Tibetan medicine plurality. *Economic Botany* **60**: 227-253.

Salick, J.; Byg, A. & Bauer, K. (2012). Contemporary Tibetan cosmology of climate change. *Journal for the Study of Religion, Nature and Culture* **6**: 447-476.

Salick, J.; Fang, Z. & Byg, A. (2009). Eastern Himalayan alpine plant ecology, Tibetan ethnobotany, and climate change. *Global Environmental Change—Human and Policy Dimensions* **19**: 147-155.

Salick, J. & Moseley, R. K. (2012). *Khawa Karpo: Tibetan traditional knowledge and biodiversity conservation*. Misuri Botanical Garden Press, San Luis, EE. UU.

Salick, J. & Ross, N. (2009). Traditional peoples and climate change: Introduction. *Special Issue: Global Environmental Change—Human and Policy Dimensions* **19**: 137-139.

Salick, J.; Yang, Y. P. & Amend, A. (2005). Tibetan land use and change near Khawa Karpo, eastern Himalayas. *Economic Botany* **59**: 312-325.

GLOSARIO ALFABÉTICO ESPAÑOL-INGLÉS

›› Glosario alfabético de los términos y expresiones empleados en este manual, con su correspondencia en inglés (en el texto señalamos en *cursiva* **los vocablos o expresiones que aparecen en esta lista como entradas).**

Actividades humanas / Anthropogenic activities: impactos de las *Actividades humanas* relacionadas con el uso del suelo –tales como el pastoreo, la agricultura, la minería, el turismo, las prácticas relacionadas con el fuego– o la propiedad de la tierra pueden alterar la vegetación y los patrones de biodiversidad alpinos. Por lo tanto, el tipo de impacto, su extensión en el espacio o su dimensión temporal (pueden variar en el tiempo debido a limitaciones socioeconómicos) se documentan como método complementario en algunas zonas piloto de GLORIA (capítulo 7.6).

Aguja de muestreo / Sampling pin: se trata de una varilla o aguja de tejer, de 2 mm de diámetro, que se usa para el muestreo de puntos en diferentes métodos como el de la intercepción de puntos fijos en *cuadrados de 1 m²*, el complementario de *intercepción en línea de puntos* dentro del método *PAF* en las SAC, en los *cuadrados de 10×10 m* y en los transectos del *seguimiento de la flora ladera abajo*.

Ambiente (o bioma) de alta montaña / High mountain environment: corresponde generalmente a la *biozona alpina*. Siguiendo a Troll (1966), las áreas de alta montaña vienen determinadas por: (1) su situación por encima del *límite superior de los árboles*, límite inducido de modo natural por las bajas temperaturas; (2) un paisaje modelado por los glaciares del Pleistoceno; y (3) tener el hielo como factor importante para la edafogénesis y para la estructura del sustrato. Además, una característica común de las montañas es la pendiente o escabrosidad, de manera que las fuerzas de la gravedad condicionan o crean los diferentes tipos de hábitat y hacen que la exposición sea un factor importante para la vida (Körner et al. 2011).

Aproximación al estudio de las cimas / Multi-Summit approach: se trata del estudio básico de GLORIA que nos permitirá analizar los cambios inducidos por el clima en los biotas de alta montaña a lo largo de gradientes climáticos vertical y horizontal. Las *cima*s, escalonadas a diferentes altitudes de una misma *zona piloto*, servirán de unidades de referencia. Tales zonas piloto se distribuyen a lo largo de los principales biomas (*zonobiomas*) de la Tierra. El diseño experimental estándar que describimos en este manual deberá aplicarse en cada una de las *cima*s.

Área cimera / Summit area: se trata del área de muestreo de una *cima* en su conjunto, por ejemplo, *área de los 16 cuadrados*, *área cimera de los 5 m* (la cual incluye el *área de los 16 cuadrados*) o el *área cimera de los 10 m*.

Área cimera de los 5 m / 5-m summit area: área cimera superior, dividida en 4 *secciones del área cimera* a efectos del muestreo. Tal área llega a la *curva de nivel* de 5 m justo en las dos esquinas más bajas (*p5m-…*) de cada parcela de *3×3 m*. Entre esas parcelas, esta área queda normalmente por encima de la *curva de nivel* de 5 m ya que los vértices se unen por la línea recta más corta posible. El *área cimera de los 5 m* también incluye los *cuadrados de* la parcela de *3×3 m*.

Área cimera de los 10 m / 10-m summit area: área cimera inferior, dividida en 4 *secciones del área cimera* a efectos del muestreo. Su límite inferior viene delimitado por las 4 esquinas o vértices (p10-) coincidentes con la *curva de nivel de los 10 m* en las cuatro direcciones geográficas o *puntos cardinales*, esquinas conectadas entre sí por las líneas rectas más cortas que se pueda trazar. El *área cimera de los 10 m* queda comprendida entre esta línea trapezoidal y el límite inferior del *área cimera de los 5 m*.

Área de los 16 cuadrados / 16-quadrat area: se obtiene sumando todos los *cuadrados de 1 m²* de cada *cima*; son un total de 16 (4 por parcela en los cuatro *puntos cardinales*).

Área experimental / Master site: véase *Zona piloto maestra*.

Área experimental de GLORIA / GLORIA Master site: véase *Zona piloto maestra*.

Área piloto / Target region: véase *Zona piloto*.

Asociaciones locales / Local partnerships: véase *Socios colaboradores locales*.

Base de datos central de GLORIA (BDCG) / Central GLORIA Database (CGDB): se trata de la base de datos del proyecto que alberga el servidor de GLORIA, en Viena. Guarda todos los datos del proyecto GLORIA acumulados hasta ahora, como los listados de especies, las características del sitio y el hábitat, la temperatura del suelo o las fotografías (véase www.gloria.ac.at). Véanse también *derechos de propiedad de los datos e intercambio de los mismos*.

BDCG / CGDB: véase *Base de datos central de GLORIA*.

Bioma (o ambiente) de alta montaña / High mountain biome: véase *Biozona alpina*.

Bioma zonal / Zonobiome: véase *Zonobioma*.

Biozona / Life zone: unidad principal de la geo-biosfera del planeta que se define por la temperatura biológica y precipitación anuales, así como por la relación entre la evapotranspiración potencial y la precipitación media anuales (Holdridge 1947). Las biozonas se superponen en gran medida con los *zonobiomas* de Walter (1985). La *biozona alpina*, como integrante de los biomas de alta montaña del mundo, se considera un caso especial de los biomas de baja temperatura debido a su distribución discontinua por todo el planeta (Körner 2003).

Biozona alpina / Alpine life zone: área situada por encima del *ecotono del límite superior de los árboles*, el cual viene determinado por las bajas temperaturas. El concepto se aplica a todas las biomas de alta montaña del mundo y a cualquier tipo de vegetación rastrera situada entre el *ecotono del límite superior de los árboles* –que como sabemos es climático– y las *cima*s culminantes (consúltese Körner 2003).

Briófitos del suelo / Bryophytes on soil: *tipo de superficie* empleado para las estimaciones de *cobertura* en *cuadrados de* 1 m (***Formulario 2***): son

los briófitos epigeos no cubiertos de *plantas vasculares*, que en este caso consideramos separadamente de ellas.

Brújula / Compass: *brújula* de mano de alta precisión. Para las mediciones de GLORIA recomendamos la Suunto KB-14 / 360.

Categorías de abundancia / Abundance categories: clases de abundancia, en una escala ordinal, utilizadas para estimar la abundancia de especies en las *SAC*. Se distinguen cinco *categorías de abundancia*: r! (muy rara), r (rara), s (dispersa), c (común), d (dominante). Véase el capítulo 4.2 para las definiciones.

CGDB (Central GLORIA Database): véase *Base de datos central de GLORIA*.

Ciclo de seguimiento / Monitoring cycle: repetición del muestreo estándar en las *cima*s de GLORIA. Generalmente, tales repeticiones se llevan a cabo a intervalos de cinco a diez años (véase el capítulo 4.5).

Cima / Summit site: conjunto de puntos culminantes de un sistema montañoso donde se lleva a cabo el *seguimiento* de la biodiversidad en GLORIA. Cuando se trata de una crestería larga, puede ser un pequeño saliente que sobrepase al menos en 20 m los terrenos circundantes. Deben seleccionarse *cima*s de forma suave y evitarse las cumbres escarpadas, tanto por razones de seguridad como por el limitado espacio que ofrecen estos lugares pedregosos para la vida vegetal. Excepcionalmente, si no hay otra alternativa, podrán servir cumbres planas, pero con una ligera modificación del diseño del muestreo.

Cima de forma suave / Moderately shaped summit: *cima* que (1) no es demasiado prominente, por lo que tanto las medidas como los trabajos de muestreo se pueden efectuar sin necesidad de material de escalada; (2) presenta un *punto culminante* nítido, desde el cual la distancia a la *curva de nivel de los 5 m* siguiendo las cuatro direcciones geográficas principales no supera los 50 m, y asimismo la distancia a la *curva de nivel de los 10 m* no supera los 100 m.

Cima plana / Flat summit: en algunas cordilleras son frecuentes los altiplanos o paisajes de tipo meseta en alta montaña. Siempre que sea posible se deben evitar las *cima*s planas. Solo podrán aceptarse si no hay otra alternativa. En este caso será necesaria alguna modificación en el diseño con el fin de mantener el área de muestreo en un tamaño razonable: si no se alcanza el nivel de los 5 m por debajo del *HSP* en los primeros 50 m desde dicho punto, se situará el lado inferior de la parcela de *3×3 m* precisamente en ese punto distante 50 m. Igualmente, si no alcanzáramos el nivel de los 10 m por debajo del *HSP* en los primeros 100 m, señalaremos el "punto de los 10 m" de desnivel a esa precisa distancia de 100 m desde el propio *HSP* (véase Recuadro 3.4).

Cintas métricas flexibles / Flexible measuring tapes: rollos de cinta métrica extensible graduada al centímetro. Las cintas de 50 m se usarán para medir la distancia entre el *punto culminante* (*HSP*) y las esquinas o vértices, mientras que otras más cortas (por lo común de 2 ó 3 m) nos servirán para medir la distancia de los *termómetros automáticos* a los puntos próximos de medida, así como para medir las distancias exactas a los niveles de 5 y de 10 m.

Clinómetro / Clinometer: cualquier instrumento capaz de medir la inclinación de una ladera; en el caso del *Estudio de las cimas* este instrumento permitirá trazar la horizontal hacia cualquier punto visible del área cimera. Ello es importante para determinar la *curva de nivel de los 5 m* y la *curva de nivel de los 10 m* por debajo del *punto culminante* (*HSP*). También se puede utilizar para medir la pendiente dentro de los *cuadrados de* 1 m. Un instrumento recomendable es el *clinómetro* Suunto PM-5/360PC.

Cobertura / Top cover: proyección vertical de cada uno de los *tipos de superficie* expresada en porcentaje, dentro del *cuadrado de 1m²*2 (visto perpendicularmente a la ladera). Sumada la *cobertura* de los distintos *tipos de superficie* que hallamos en un cuadrado dará forzosamente 100%.

Cobertura específica / Species cover: véase *recubrimiento de las especies*.

Codificación / Coding: en varias ocasiones hemos de emplear un código estándar de GLORIA, por ejemplo en los formularios de muestreo, en las fotografías y en los *termómetros automáticos*, así como en la base de datos. Estos códigos se refieren al país (dos dígitos), la *zona piloto* (tres dígitos), la *cima* (tres dígitos), la parcela de muestreo (tres dígitos), las esquinas o vértices de las parcelas y la fecha de muestreo (para la *codificación* usada en la documentación fotográfica véanse Recuadro 6.1 y Anexo III).

Colaboradores locales / Local partnerships: véase *Socios colaboradores locales*.

Cuadrado / Quadrat: entendemos por tal los *cuadrados de 1m²* donde se muestrea detalladamente la vegetación.

Cuadrado de 1×1 m / 1 m² quadrat: véase *Cuadrado de 1m²*.

Cuadrado de 1m² / 1 m² quadrat: cuadrados permanentes de *1×1 m* para el muestreo detallado de la vegetación situados en los 4 extremos de las *parcelas de 3×3 m*.

Cuadrados de 1m² complementarios / Supplementary 1 m² quadrats: con el fin de mejorar la potencia estadística para detectar pequeños cambios en una *cima* de GLORIA, de manera opcional podemos duplicar el número de *cuadrados de 1m²*. Estas parcelas adicionales de *1m²* también están dispuestas en *cuadrados de 3×3 m*, que se colocarán en del nivel de 10 m en cada *punto cardinal* (véase el capítulo 5.1.3 y la Fig. 5.3).

Cuadrados de 10×10 m / 10m × 10m squares: diseño de muestreo complementario dentro del área cimera. Los *cuadrados de 10×10 m* se establecen en cada *punto cardinal*, con sus puntos medio, superior e inferior en la línea de intersección de la *dirección cardinal* correspondiente, siendo el punto medio una de las esquinas inferiores de las *parcelas de 3×3 m*. En cada cuadrado se muestrean un total de 400 puntos mediante el método de la línea de puntos a lo largo de 20 transectos lineales paralelos. Por último, se tomará nota de todas las especies raras que no hayan sido registradas al muestrear las líneas de puntos.

Curva de nivel de los 10 m / 10-m level: curva que circunda la *cima* a 10 m de altitud por debajo del *punto culminante* (*HSP*).

Curva de nivel de los 5 m / 5-m level: curva que circunda la *cima* a 5 m de altitud por debajo del *punto culminante* (*HSP*).

Curvas de nivel / Contour lines: son las líneas que unen puntos de igual altitud; la *curva de nivel de los 5 m* y la *curva de nivel de los 10 m* han de ser delimitadas con el fin de señalar las parcelas. Estas curvas y los niveles altitudinales que indican se establecen tomando como referencia el *punto culminante* (*HSP*).

Declinación magnética / Magnetic declination: ángulo que forman el Polo Norte geográfico y el magnético. Esta magnitud es específica del lugar y cambia con el tiempo. Para conocer la *declinación magnética* de cualquier sitio del mundo consúltese: www.ngdc.noaa.gov/cgi-bin/seg/gmag/fldsnth1.pl

Derechos de propiedad de los datos e intercambio de los mismos / Data property rights and data sharing: cada partícipe conserva la propiedad exclusiva de los datos. Por tanto, el uso de los datos por los demás requiere el permiso de su proveedor (capítulo 6.4).

Dirección cardinal: véase *Dirección geográfica*.

Dirección geográfica u orientación / Geographic direction: son las direcciones relativas al Polo Norte geográfico; las direcciones geográficas principales (hacia los *puntos cardinales*: N, S, E y O) sirven para establecer las líneas principales de medida; las direcciones geográficas de 2º orden (NE, SE, SO y NO) sirven para determinar las *líneas de intersección*. Obsérvese que estas direcciones son diferentes de las direcciones según la *brújula*, ello se debe en la mayoría de los casos a la *declinación magnética*.

Dirección según la brújula / Compass direction: se determina en el *punto culminante* (*HSP*) siguiendo una escala de 360°; téngase en cuenta que la *brújula* nos indica el N magnético, el cual suele desviarse del N geográfico. La diferencia entre ambos o *declinación magnética* debe conocerse para señalar con precisión las direcciones geográficas principales o *puntos cardinales* (N, S, E y O) y las de segundo orden (NE, SE, SO, NO). ¡Atención!, en algunas *cima*s existen vértices geodésicos con estructura metálica, la cual, aunque no sea visible, puede interactuar con la *brújula* y provocar su desviación.

Diseños de muestreos complementarios / Supplementary sampling designs (SUPM): véase *Diseños y métodos de muestreo complementarios*.

Diseños y métodos de muestreo complementarios / Supplementary sampling designs and recording methods (SUPM): esta categoría se introdujo para distinguir los muestreos complementarios en las *cima*s de GLORIA, los cuales pueden llevarse a cabo de manera opcional, a diferencia de los métodos estándar obligatorios (*STAM*, descritos en los capítulos 3-4). Los *SUPM* pueden incluir diversos aspectos dentro del área cimera, como la inclusión de las criptógamas, diseños adicionales de parcelas, otros métodos de muestreo en las parcelas estándar (por ejemplo *recubrimiento* de la especies en las *secciones del área cimera*, la frecuencia de especies en *cuadrados de 1 m²*) o *cuadrados de 1 m²* adicionales dentro del *área cimera de los 10 m* (véase el capítulo 5).

Documentación fotográfica / Photo documentation: resulta esencial para volver a delimitar con precisión y rapidez las *parcelas de* estudio en un futuro. Particularmente, deberán quedar bien documentados mediante fotos cada una de las *parcelas de 3×3 m*, cada *cuadrado de 1 m²*, las esquinas o vértices de las *secciones del área cimera* y el *punto culminante* (*HSP*), así como los puntos donde se instalan los *termómetros automáticos*, más una vista completa de la *cima* (para la *codificación* véase Anexo III).

E-5m-SA: *sección del área cimera* superior dirigida al este (véase Fig. 3.2), la cual viene delimitada por las siguientes esquinas o vértices: *punto culminante* (*HSP*), pSE-5 en la línea de intersección, *p5m-E11*, *p5m-E31* y *pNE-5* en la línea de intersección.

E-10m-SA: *sección del área cimera* inferior dirigida al este (véase Fig. 3.2), la cual viene delimitada por las siguientes esquinas o vértices: *p5m-E11*, pSE-5 y pSE-10 en sus correspondientes *líneas de intersección*, *p10m-E*, *pNE-10* y *pNE-5* en sus correspondientes *líneas de intersección*, más *p5m-E31*.

Ecotono / Ecotone: entendido aquí como la zona de transición entre dos niveles altitudinales, por ejemplo el *ecotono del límite superior de los árboles* o el *ecotono alpino-nival*.

Ecotono alpino-nival (o zona subnival) / Alpine-nival ecotone (or subnival zone): viene definido por la transición entre la *piso alpino* y la *zona nival*; coincide además con el límite inferior del permafrost.

Ecotono del límite superior de los árboles / Treeline ecotone: zona comprendida entre el *límite superior del bosque* y el *límite superior de la vida arbórea*.

Especie criófila / Cryophilic species: literalmente "especie amante del frío"; a veces se utiliza como sinónimo de especies adaptadas a la vida en un medio frío.

Estimación de la cobertura, subtipos / Subtypes for top cover estimation: sirven para estimar el *porcentaje de cobertura* de briófitos y líquenes que habitan bajo el *tipo de superficie plantas vasculares*, o sobre los *tipos de superficie rocas* o *gleras* (sólo se usa en los *cuadrados de 1 m²*, ***Formulario 2***). Los porcentajes de *cobertura* de estos subtipos se subordinan al área cubierta por el tipo de *cobertura* de que se trate.

Estudio de las cimas / Multi-Summit approach: véase *Aproximación al estudio de las cimas*.

Etnobotánica / Ethnobotany: en algunas zonas piloto de GLORIA se recoge la información *etnobotánica* sobre la flora vascular hallada en las *cima*s del muestreo, y de este modo los datos de GLORIA se relacionan con el uso de las plantas por parte del hombre. Para ello se aplica el protocolo estándar desarrollado por el Jardín Botánico de Misuri para su base de datos sobre *Etnobotánica* (capítulo 7.7).

Evaluación Global de la Diversidad Biológica de las Montañas (GMBA) / GMBA Global Mountain Biodiversity Assessment: red que se engloba en el programa internacional DIVERSITAS (www.diversitas-international.org) con el fin de explorar activamente y explicar la gran riqueza biológica de las montañas del mundo (http://gmba.unibas.ch/).

EXAP (extra approaches): véase *Métodos adicionales aplicados en las zonas piloto de* GLORIA.

Formulario 0 / Form 0: impreso que recoge información general sobre la *zona piloto* (véase Anexo II).

Formulario 1 / Form 1: hoja donde se anotan las mediciones de la *cima* (véase Anexo II).

Formulario 2 / Form 2: hoja de

muestreo en los *cuadrados de 1 m²* (véase Anexo II).

Formulario 3 / Form 3: hoja de muestreo en las *secciones del área cimera* (véase Anexo II).

Formulario 4 / Form 4: hoja para anotar los datos referidos a la instalación en el campo de los *termómetros automáticos* (véase Anexo II).

Formulario 5-S / Form 5-S: hoja de muestreo para los recuentos de frecuencia en los *cuadrados de 1 m²* (véase Anexo II).

Formulario 6-S / Form 6-S: hoja de muestreo en los *cuadrados de 10×10 m* (véase Anexo II).

Formulario para la lista de taxones / Taxa input sheet: véase *Tabla de taxones*.

GDIT (GLORIA Data Input Tools): véase *Herramientas para procesar los datos de* GLORIA.

Gleras o pedrizas / Scree: *tipo de superficie* empleado para las estimaciones de *cobertura*. Se trata de derrubios, o sea, *pedrizas* inestables o fijadas, piedras aisladas de varios tamaños que han quedado en la superficie o semienterradas; su tamaño siempre es superior a la fracción arena (en eso se diferencian del *suelo desnudo*).

GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments): Iniciativa para la Investigación y el Seguimiento Global de los Ambientes Alpinos (www.gloria.ac.at).

GLORIA-Europa / GLORIA-Europe: fue el primer proyecto GLORIA, financiado por el V Programa Marco de la Unión Europea de Investigación Científica y Tecnológica (proyecto EVK2-CT-2000-0056), desde 2001 a 2003. Consistió en un consorcio de 23 grupos e incluyó 18 zonas piloto distribuidas por toda Europa.

GMBA (Global Mountain Biodiversity Assessment): véase *Evaluación Mundial de la Biodiversidad de las Montañas*.

GPDM (GLORIA Photo Data Management): véase *Programa para la gestión de la documentación fotográfica de* GLORIA *(PGDF).*

Herramientas para procesar los datos de GLORIA (GDIT) / GLORIA data input tools (GDIT): son las herramientas informáticas usadas para el proceso de los datos, elaboradas por el equipo de coordinación de GLORIA, disponibles en el servidor de GLORIA (véase www.gloria.ac.at). Allí se almacenan todas las especies localizadas en las cuatro *cima*s de una *zona piloto* determinada. Actualmente se almacena en Microsoft Access, aunque en el futuro está prevista una aplicación web en línea (capítulo 6.1).

Hojarasca / Litter: *tipo de superficie* usado para las estimaciones de *cobertura*: material vegetal en descomposición.

HSP (Highest Summit Point): véase *Punto culminante*.

Impacto de las actividades humanas / Anthropogenic activities: véase *Actividades humanas*.

Impactos del pastoreo / Grazing impacts: alteraciones causadas por el pastoreo de los mamíferos (tanto domésticos como silvestres) que pueden enmascarar los cambios inducidos por el clima. Anotaremos aquí los rastros del pastoreo, por ejemplo deposiciones o boñigas, los efectos del diente y los del pisoteo. Se anota su presencia bajo el epígrafe "comments on grazing impacts" (comentarios sobre *impactos del pastoreo*) en el muestreo de las *secciones del área cimera* (***Formulario 3***) así como en el método complementario de recuento de frecuencias en sub*parcelas de* los *cuadrados de 1 m²*.

In situ: se refiere al estudio de un fenómeno en el lugar exacto donde se produce, por ejemplo, el *seguimiento in situ* de la vegetación en su hábitat natural.

Indicador de termofilización / Thermophilisation indicator (D): cuantifica el cambio del "estatus térmico" de un conjunto de especies que viven en la misma parcela vegetación, a lo largo del tiempo. Se define por la diferencia entre el indicador térmico de la vegetación (S) de la observación más reciente y el del año de inicio: $D = S_{\text{año reciente}} - S_{\text{año de inicio}}$ (Gottfried et al. 2012).

Indicador térmico de la vegetación (S) / Thermic vegetation indicator (S): caracteriza el "estatus térmico", es decir, la preferencia térmica del conjunto de *plantas vasculares* de una mancha de vegetación (por ejemplo, dentro de *1 m²*) a lo largo de un gradiente altitudinal, algo parecido a un gradiente térmico (Gottfried et al. 2012). El indicador térmico de la vegetación (S) se calcula como una suma compuesta (media ponderada) en una parcela de vegetación: $S = [\sum \text{rango (especie}_i) \times \textit{cobertura} \text{ (especie}_i)]/\sum \textit{cobertura} \text{ (especie}_i)$, donde rango es el *rango altitudinal de las especies*, y *cobertura* el *porcentaje de cobertura* de las especies (Gottfried et al. 2012).

Índice altitudinal / Altitudinal index: indica la distribución vertical media de una especie a lo largo de las cuatro áreas cimeras de una *zona piloto* de GLORIA en un año concreto de observación. Se calcula definiendo en primer lugar la altitud relativa de cada cumbre en metros por encima del nivel de la cumbre más baja; y después ponderando estas alturas relativas con la frecuencia de las especies en las respectivas cumbres (es decir, la presencia / ausencia de la especie en las ocho *secciones del área cimera* por cada *cima*). Finalmente, el *índice altitudinal* de una especie se calcula como la altitud media ponderada de la especie a lo largo de las cuatro *cima*s (Pauli et al. 2012).

Instrumentos registradores de temperatura / Temperature data loggers: véase *Termómetros automáticos*.

Límite superior de la vida arbórea / Tree species line: indica el *límite superior de los árboles* adultos (incluyendo las formas postradas o arbustivas).

Límite superior de los árboles / Treeline: se trata de la línea altitudinal que alcanzan grupos de árboles que sobrepasan los 3 m de altura.

Límite superior del bosque / Forestline (timberline): viene señalado por la línea en que se acaban los bosques densos (montanos o subalpinos).

Línea principal de medida / Principal measurement line: es la línea recta que, partiendo del *punto culminante* (*HSP*), pasa por uno de los puntos p5m-... y alcanza el punto p10m, todo ello para cada una de las direcciones geográficas principales o *puntos cardinales*. En caso necesario, cuando el hábitat o el terreno no resulten apropiados para el grupo de *cuadrados de 3×3 m*, estas

líneas tendrán que desviarse de la *dirección geográfica* principal.

Líneas de intersección / Intersection lines: son 4 líneas rectas que van desde el *punto culminante* (*HSP*) a las líneas limítrofes del *área cimera de 5 m* y del *área cimera de 10 m*, siguiendo las 4 direcciones geográficas de segundo orden (NE, SE, SO, NO). Precisamente los *puntos de medida pNE-5*, *pNE-10*, *pSE-5*, etc., se sitúan allí donde se cruzan esas líneas con las que delimitan las áreas cimeras.

Líneas de medida / Measurement lines: son las líneas rectas que van desde el *punto culminante* (*HSP*) a los *puntos de medida*. Es necesario medir esas líneas y calcular su dirección por medio de la *brújula* desde el *HSP* (por ejemplo, las líneas principales de medida, las líneas que van desde el *punto culminante HSP* a todas las esquinas del grupo de *cuadrados de 3×3 m* o las *líneas de intersección*).

Líquenes del suelo / Lichens on soil: *tipo de superficie* usado para las estimaciones de *cobertura* en *cuadrados de 1 m²* (***Formulario 2***). Se entiende que crecen directamente en el suelo separadamente de las *plantas vasculares*.

Lista de taxones / Taxa input sheet: véase *Tabla de taxones*.

Malla de 3×3 m para el muestreo / 3m×3m grid: malla confeccionada con *cinta métrica flexible* conformando 3 × 3 subdivisiones (lo que da nueve *cuadrados de 1 m²*); véase Fig. AI.1 en el Anexo I.

Marco de 1×1 m con malla / Grid frame: marco o armazón de madera (o de aluminio) de 1×1 m de tamaño interior, usado tanto para el muestreo mediante intercepción en puntos fijos en *cuadrados de* 1 m, como para recuentos de frecuencia en los *cuadrados de 1 m²*. No obstante, para cada método se usan diferentes marcos de *1 m²* con malla.

Marco de 1×1 m con malla para el muestreo de puntos / Pointing frame: marco o armazón de madera (o de aluminio) de 1×1 m de tamaño interior. El marco está atravesado por un enrejado de 10 cuerdas en cada dirección, dando lugar a 100 puntos de intersección distribuidos regularmente en un área de *1 m²*. Las primeras cuerdas se colocan a 5 cm del margen interior y el resto paralelas a 10 cm (véase la Fig. 4.2).

Marco de 1×1 m con malla para estudiar la frecuencia / 1 m × 1 m frequency grid frame: marco o armazón de madera (o de aluminio) de 1×1 m de tamaño interior, con celdillas de 0,1×0,1 m (véase Fig. AI.2 del Anexo I), para el recuento de frecuencias en subparcelas. El marco difiere del de trama de puntos por el número y disposición de las cuerdas, que aquí son únicamente nueve en cada dirección, y las cuerdas exteriores se colocan a 10 cm del margen.

Método de muestreo por intercepción en línea de puntos / Point-line intercept method: se trata de un muestreo para obtener datos de *cobertura*, interceptando con una aguja las plantas o los *tipos de superficie*, todo ello en puntos determinados a intervalos regulares; véase *muestreo por línea de puntos* para conocer las aplicaciones que se hacen del mismo en el ámbito de GLORIA.

Método de muestreo por línea de Puntos y Área Flexible (PAF) / Point and Flexible Area sampling method (PAF): se trata de una combinación de los métodos de línea de puntos y la estimación del *recubrimiento* para especies raras (Halloy et al. 2011). Este método es una versión del muestreo de *cobertura* de especies en las *SAC* (véase capítulo 5.2.2).

Métodos adicionales / Extra approaches (EXAP): esta categoría se emplea para distinguir las actividades de muestreo adicionales o extra, desarrolladas en una *zona piloto* de GLORIA, de aquellas que se limitan a las áreas cimeras (*STAM* y *SUPM*, descritas en los capítulos 3-5). Los *EXAP* incluyen investigaciones en diversos grupos de animales, *seguimiento* de plantas ladera abajo, *variabilidad del suelo* y aspectos socio-económicos y culturales (véase capítulo 7).

Métodos de muestreo estándar / Standard recording methods (STAM): conjunto de métodos básicos de muestreo que se deben llevar a cabo para la *Aproximación al estudio de las cimas* y que son obligatorios en todas las zonas piloto de GLORIA, con el fin de construir un conjunto de datos fundamentales y comparativos a nivel global, tanto de *plantas vasculares* como de la temperatura del suelo (véanse los capítulos 3 y 4).

Métodos de muestreo complementarios / Supplementary sampling recording methods: véase Diseños y *métodos de muestreo complementarios*.

Monitoreo / Monitoring: véase *Seguimiento*.

Muestreo de artrópodos / Arthropod monitoring: hay varios *métodos adicionales* puestos en marcha para el *seguimiento* de la diversidad de artrópodos en las zonas piloto de GLORIA (capítulo 7.3): (1) censo de mariposas determinadas a nivel de especie; (2) barridos estándar para artrópodos epigeos y voladores, determinados a nivel de familia y (3) muestreo intensivo a pequeña escala, tanto de artrópodos epigeos como voladores, mediante una manga de aspiración que absorbe todos los animales en un cuadrado, determinados a nivel de familia. Además, se utilizan trampas para muestrear invertebrados terrestres en las *cima*s de GLORIA (capítulo 7.2).

Muestreo de invertebrados en cimas de GLORIA / Invertebrate monitoring on GLORIA summits: se trata de un muestreo adicional para estudiar los invertebrados terrestres mediante su captura con trampas. Las trampas se colocan siguiendo un patrón en cruz, en el área cimera, y en cada dirección principal o *punto cardinal* (capítulo 7.2; Mikhailov 2009).

Muestreo de puntos con marco enrejado de 1×1 m / Pointing with a grid frame: método de intercepción de puntos en un marco de 1×1 m de tamaño interior y 100 puntos de intersección. Mediante una *Aguja de muestreo* medimos el *recubrimiento* de las especies y el *porcentaje de cobertura* por *tipos de superficie* (por ejemplo, 34 contactos se corresponden con un 34% de *cobertura*). Sin embargo, las especies con baja *cobertura* sólo serán contactadas por la aguja ocasionalmente o nunca.

Muestreo herpetológico / Herpetological monitoring: los censos de anfibios y reptiles hasta el momento sólo se realizan en las zonas piloto tropicales de GLORIA, como *métodos adicionales*. Para los reptiles, los transectos pueden desarrollarse desde el *HSP* hacia abajo, siguiendo los cuatro *puntos cardinales*; para los anfibios se establece un solo transecto de 5 × 300 metros, desde el *HSP* en aquella dirección donde se contemple

pasar por hábitats favorables. Para los anfibios también se determina su estado de salud en relación con la quitridiomicosis (capítulo 7.4).

Muestreo por línea de puntos / Line-pointing: el muestreo por intercepción de línea de puntos sirve para estimar el *recubrimiento* de las especies y el *recubrimiento* total por *tipos de superficie* a lo largo de una línea recta. En el proyecto GLORIA la línea de puntos se emplea en muestreos complementarios para el cálculo de la *cobertura* de especies empleando generalmente 100 puntos en las *SAC* (véase capítulo 5.2.2), para los cuadrados complementarios de *10×10 m* en cada *punto cardinal* del área cimera donde se emplean 400 puntos por cuadrado (capítulo 5.3) y en el *método adicional* para el *seguimiento de la flora ladera abajo*, donde también se muestrean 400 puntos en transectos en bandas horizontales de 1 × 100 metros (capítulo 7.1). Las agujas de muestreo deberán tener 2 mm de diámetro.

N-5m-SA: *sección del área cimera* superior situada en la dirección norte (véase Fig. 3.2) delimitada por los siguientes vértices: *punto culminante* (*HSP*), *pNE-5* de la línea de intersección, *p5m-N11*, *p5m-N31* y *pNW-5* de la línea de intersección.

N-10m-SA: *sección del área cimera* inferior situada en la dirección norte (véase Fig. 3.2) delimitada por las siguientes esquinas: *p5m-N11*, *pNE-5* y *pNE-10* de las correspondientes *líneas de intersección*, *p10m-N*, *pNW-10* y *pNW-5* de las correspondientes *líneas de intersección*, más *p5m-N31*.

Nivel electrónico / Electronic spirit level: este instrumento puede usarse ya sea como un *clinómetro* para determinar las *curvas de nivel* de 5 y de 10 m, ya sea para medir el ángulo de inclinación de la ladera (por ejemplo el llamado "Swiss Level" va provisto de pantalla que indica el ángulo en grados y es capaz de emitir un pitido cuando se alcanza la posición vertical u horizontal). Sin embargo, un *clinómetro* (Suunto PM-5 / 360PC) puede ser más preciso y fácil de manejar en el campo.

p (-N13, -N33, -E13, -E33, -S13, -S33, -W13, W33): extremos superiores de los grupos de *cuadrados de 3×3 m* (por lo común quedan por encima de la *curva de nivel* de 5 m (véase Fig. 3.2).

p5m (-N11, -N31, -E11, -E31, -S11, -S31, -W11, -W31): son los extremos inferiores de los grupos de *cuadrados de 3×3 m* (quedan en la *curva de nivel* de 5 m justo en cada una de las direcciones geográficas principales o *puntos cardinales*; una de esas esquinas por cada *dirección geográfica* principal coincide con la *línea principal de medida*). Todos estos p5m-... delimitan igualmente el *área cimera de los 5 m* (véase Fig. 3.2).

p10m (-N, -E, -S, -W): son las esquinas o vértices inferiores del *área cimera de los 10 m*. Coinciden con la *curva de nivel de los 10 m* en cada una de las direcciones principales, precisamente en los puntos más inferiores de las líneas principales de medida (véase Fig. 3.2).

PAF: véase *Método de muestreo por línea de Puntos y Área Flexible*.

Parcelas cuadradas / Quadrat cluster: véase *Parcelas de 3×3 m*.

Parcelas de 3×3 m / 3m × 3m quadrat cluster: área cuadrada de 3 m de lado (9 m^2) que se situará en cada una de las 4 direcciones geográficas principales o *puntos cardinales*.

Perfil altitudinal de las especies / Altitudinal species profile: expresa la distribución vertical de una especie a lo largo de los pisos de vegetación, por medio de sus límites inferior (AL) y superior (AU), así como su centro de distribución (AC) (Gottfried et al. 2012). Un perfil de AL-AC-AU se expresa en forma de pisos de vegetación: montano (mo), *ecotono del límite superior de los árboles* treeline (tl), alpino (al), nival (ni) e indiferente (id). Así, por ejemplo, mo-tl-al significa que una especie predomina o se centra en el *ecotono del límite superior de los árboles* pero desde allí llega tanto al piso montano como al alpino; tl-id-al significaría que la especie se distribuye por igual desde el *ecotono del límite superior de los árboles* hasta el *piso alpino*. Las citas extremas localizadas en altitudes inferiores no deben tenerse en cuenta.

PGDF / GPDM: véase véase *Programa para la gestión de la documentación fotográfica de GLORIA*.

Piso alpino / Alpine zone: véase *Zona alpina*.

Piso nival / Nival zone: véase *Zona nival*.

Plantas adaptadas al frío / Cold-adapted plant species: son las especies vegetales capaces de crecer, reproducirse y persistir a bajas temperaturas. Estas plantas, generalmente de poca estatura, son capaces de soportar heladas invernales severas gracias al endurecimiento por escarchado de sus partes aéreas o a rasgos funcionales especiales que les permiten hacer frente a las olas de frío (enfriamiento rápido), olas que también pueden darse durante el periodo vegetativo. En las regiones extratropicales son capaces de sobrevivir aun cuando el período vegetativo es corto. El término de *especie criófila* ("amante del frío") se suele emplear como sinónimo.

Plantas termófilas / Thermophilic plants: especies vegetales que requieren temperaturas cálidas o lugares abrigados para su crecimiento, incluyendo una duración adecuada del período vegetativo. Aquí se usa en términos relativos, por ejemplo, una especie de los pastos alpinos es más termófila que otra especie predominante en el *piso nival*.

Plantas vasculares / Vascular plants: (1) grupo de organismos que constituye el objeto principal de la *Aproximación al estudio de las cimas* (véase el capítulo 1.5 acerca del estudio de las *plantas vasculares*); (2) *tipo de superficie* empleado en las estimaciones de *cobertura*: es la que dan todas las *plantas vasculares* juntas.

Porcentaje de cobertura o recubrimiento en porcentaje / Percentage cover: es el *porcentaje de cobertura* de una especie (*cobertura específica*) o de un *tipo de superficie*, este último en relación con el área total de una parcela.

Programa para la gestión de la documentación fotográfica de GLORIA / GLORIA Photo Data Management.

Punto culminante / Highest summit point (HSP): el punto más elevado de una *cima*, que consideramos como referencia para las medidas. En el caso de las *cima*s de forma suave, se halla aproximadamente en mitad del área cimera. Si hay algún afloramiento rocoso en cualquier punto del área cimera, no se considerará como punto de referencia para las medidas, aunque sobrepase en altitud al punto más alto.

Puntos cardinales / Cardinal directions: las direcciones geográficas principales,

norte, sur, este y oeste (N, S, E, O).

Puntos (o vértices) de medida / Measurement points: se trata de todos los puntos del área cimera que sirven para la delimitación (esquinas o vértices) de las parcelas permanentes.

Puntos del enrejado / Crosshair points: son los puntos de intersección de las cuerdas de un marco enrejado para el muestreo de puntos. En la *Aproximación estándar al estudio de las cimas*, en los *cuadrados de 1 m²* se señalan cien puntos fijos.

Rango altitudinal de las especies / Altitudinal species rank: distribución vertical de las especies vegetales definida por Gottfried et al. (2012) en seis clases. Cada clase engloba un conjunto de perfiles específicos altitudinales similares, siguiendo el concepto clásico de pisos de vegetación en Europa central. Dichas clases se ordenan como sigue: (1) especies centradas en el *piso nival*; (2) especies que van del alpino al nival pero que no descienden al *límite superior de los árboles*; (3) especies centradas en el *piso alpino* pero que no descienden al piso montano; (4) especies centradas en el *piso alpino* que descienden al montano, y especies distribuidas indistintamente desde el *límite superior de los árboles* al *piso alpino*; (5) especies centradas en el *ecotono del límite superior de los árboles* o distribuidas desde el piso montano al alpino; (6) especies centradas en el piso montano o indiferentemente distribuidas desde el piso montano hasta el *límite superior de los árboles* .

Rasgos funcionales de plantas / Plant functional traits: características (morfológicas, fisiológicas, fenológicas) que representan las estrategias ecológicas y determinan cómo las plantas responden a los factores ambientales, afecta a otros niveles tróficos e influye en las propiedades del ecosistema (Pérez-Harguindeguy et al. 2013).

Recubrimiento / Area cover: véase *Área de cobertura*.

Recubrimiento de las especies / Species cover: *recubrimiento* de cada especie (en %) en el *cuadrado de 1 m²* tomado por aproximación visual (por ejemplo, a una especie que ocupa una celdilla de 1 dm² de superficie le corresponde el 1%, independientemente del relieve o de la pendiente de la ladera). Cuando la vegetación es densa, la *cobertura* de todas las especies puede sobrepasar el 100%, ya que unas capas se superponen a otras. Dentro de una especie no se consideran esos solapamientos. Hay que estimar el *recubrimiento* de todas las especies vasculares (se pueden anotar facultativamente briófitos y líquenes, a nivel de especie). Como método complementario se anotará el *recubrimiento* de las especies en las *secciones del área cimera*. Aplicaremos diferentes aproximaciones dependiendo de la abundancia de las especies (PAF; para más detalles véase el capítulo 5.2.2).

Recubrimiento en porcentaje / Percentage cover: véase Porcentaje de *cobertura*.

Recubrimiento o área de cobertura / Area cover: el área actual de una especie se mide con cuadrados exactos. Esto es importante en los muestreos complementarios para estimar la *cobertura* de las especies raras en el *SAC* (capítulo 5.2.2). Así, por ejemplo, la *cobertura* de una especie rara puede calcularse sumando el área ocupada por individuos o grupos de individuos, por ejemplo, 5 cm × 5 cm × 3 individuos o 2 cm × 3 cm × 12 individuos, etc. El *recubrimiento* total de una especie puede convertirse después en *porcentaje de cobertura* una vez que se calcula el área de la *SAC*.

Recuentos de frecuencia en subparcelas / Subplot frequency counts: son las anotaciones de presencia o ausencia de especies vegetales (*plantas vasculares* obligatoriamente, criptógamas facultativamente) o bien de los *impactos del pastoreo* en el *área de los 16 cuadrados* mediante el uso del *marco de 1 m²* con malla. En cada una de las 100 sub*parcelas de* 10×10 cm, se anotan todas las especies vegetales y los signos de pastoreo (véase el capítulo 5.1.2). Originalmente se consideró como un método estándar obligatorio, pero luego se consideró opcional complementario, porque se necesita mucho tiempo en áreas ricas en especies o donde la vegetación es densa.

Registradores automáticos de temperatura / Temperature data loggers: véase *Termómetros automáticos*.

Rocas / Solid rock: *tipo de superficie* empleado para las estimaciones de *cobertura*. Son los salientes rocosos, esto es, *rocas* fijadas en el suelo y que no se mueven ni siquiera ligeramente (por ejemplo, cuando se les empuja con el pie).

Rumbo de la brújula / Compass direction: véase *Dirección según la brújula*.

S-5m-SA: *sección del área cimera* superior situada en la dirección sur (véase Fig. 3.2), delimitada por las siguientes esquinas o puntos: *punto culminante* (*HSP*), *pSW-5* de la línea de intersección, *p5m-S11*, *p5m-S31* y *pSE-5* de la línea de intersección.

S-10m-SA: *sección del área cimera* inferior en la dirección sur (véase Fig. 3.2), delimitada por las siguientes esquinas o puntos: *p5m-S11*, *pSW-5* y *pSW-10* de la línea de intersección, *p10m-S*, pSE-10 y pSE-5 de la línea de intersección, más *p5m-S31*.

SAC / SAS: véase *Sección del área cimera*.

SAS (Summit Area Section) / SAC: véase *Sección del área cimera*.

Sección del área cimera / Summit area section: son las 4 porciones en que se subdivide el *área cimera de 5 m* y las 4 subdivisiones del *área cimera de 10 m* (es decir, 8 secciones por *cima*). Estas secciones sirven como unidades de muestreo para estimar la *cobertura* de los *tipos de superficie*, así como la abundancia de todas las *plantas vasculares* del área cimera.

Seguimiento / Monitoring: en nuestro contexto se entiende *seguimiento* a largo plazo, ya que se repiten los muestreos a intervalos de cinco a diez años, pero sin incorporar objetivos de gestión ni fijar una fecha límite (véase también *vigilancia*, Elzinga et al. 1998, Legg & Nagy 2006).

Seguimiento de la flora ladera abajo / Downslope Plant Survey: es un *método adicional* o extra para conocer la distribución vertical, a escala regional, de las *plantas vasculares*. Consiste en establecer transectos horizontales de 100 metros de longitud, a intervalos regulares de 25 metros de desnivel, desde el *punto culminante* (*HSP*) estándar hasta alcanzar cierta distancia por debajo del *límite superior de los árboles*. Se lleva a cabo el *muestreo por línea de puntos* mediante

la intercepción de 400 puntos en bandas de 100 × 1 m. Así obtenemos datos sobre las especies y su *cobertura*. Dicho transecto se divide en diez segmentos de 10 m de longitud y en cada uno de ellos se hace un inventario completo de flora vascular (véase el capítulo 7.1).

Selección de las cimas (criterios para) / Summit selection (criteria): para la evaluación de una *cima* de GLORIA nos basamos en seis criterios: (1) vulcanismo (no se admite); (2) clima, tiene que ser comparable en todas las *cima*s de una determinada *zona piloto*; (3) geomorfología de la *cima*, tienen que ser *cima*s de forma suave; (4) situación del hábitat, será representativa del piso de vegetación de la región, conviene que haya áreas potenciales disponibles para el establecimiento de las plantas; (5) roca madre, tiene que ser similar en todas las *cima*s de la *zona piloto*; (6) utilización del territorio/historia de la misma, se prefieren las áreas poco intervenidas o primigenias y se rechazan aquellas áreas que hayan sufrido recientemente cambios bruscos en los usos ganaderos u otros.

Sitio maestro / Master site: véase *Zona piloto maestra*.

Socios colaboradores locales / Local partnerships: establecer relaciones personales y compromisos con las poblaciones o comunidades locales resulta importante para documentar el impacto de las *Actividades humanas* en las zonas piloto de GLORIA, y produce beneficios mutuos para los investigadores y la población local (capítulo 7.6).

STAM (Standard recording methods): véase *Métodos de muestreo estándar*.

Subtipos para la estimación de la cobertura / Subtypes for top cover estimation: véase *Estimación de la cobertura*, *subtipos*.

Suelo desnudo / Bare ground: *tipo de superficie* que usamos para las estimaciones de *cobertura*: indica suelo abierto (orgánico o mineral), es decir, superficie terrosa o arenosa que no está cubierta por plantas.

SUPM (Supplementary sampling designs and recording methods): véase *Diseños y métodos de muestreo complementarios*.

Tabla de taxones / Taxa input sheet: en ella se anota la información referente a cada uno de los taxones hallados en una *zona piloto*: nombre científico, autoría, referencia nomenclatural, sinónimos, pliegos de herbario, etc. Se introducirá en la *Base de datos central de* GLORIA (véase el Tabla 6.1).

Termofilización / Thermophilisation: significa que tanto las especies que forman una comunidad vegetal como su abundancia relativa van cambiando hacia un conjunto de especies más termófilas. En el ámbito de la vegetación alpina este término fue introducido por Gottfried et al. (2012) y se refiere a la vegetación de un área de estudio concreta o al conjunto de parcelas en una *cima*, *zona piloto* o espacios más amplios. El *indicador de termofilización* (D), sirve para calibrar la llegada de especies que habitan en pisos de vegetación inferiores o el aumento de su *cobertura* (o sea, en promedio estas especies son más termófilas que la vegetación de un sitio dado) o para estimar la reducción de la *cobertura* o la desaparición de las especies que predominan a mayor altitud, es decir, especies relativamente más criófilas o adaptadas al frío.

Termómetros automáticos / Temperature data loggers (T-loggers): son pequeños instrumentos que registran de modo continuo y automático la temperatura, a intervalos de una hora, enterrados a una profundidad de 10 cm. En GLORIA usamos en estos momentos dos modelos: "Geo-Precision MLog 5W" (www.geoprecision.com) y "Onset StowAway Tidbit" (www.onsetcomp.com). Se trata de comparar los diferentes regímenes térmicos e igualmente detectar la duración del período de innivación a lo largo del gradiente altitudinal.

Tipos de superficie / Surface types: son las clases que definen las estimaciones de *cobertura* en el *área de los 16 cuadrados*. Distinguimos las siguientes: *plantas vasculares*, *rocas*, *gleras*, *suelo desnudo*, briófitos epigeos, líquenes epigeos (en ambos casos no deben estar cubiertos por las *plantas vasculares*) y *hojarasca*. Estas mismas clases se utilizarán en las *secciones del área cimera*.

T-loggers: véase *Termómetros automáticos*.

Trampa de captura / Pitfall trapping: se trata del método estándar para el muestreo de la diversidad de invertebrados terrestres. Las trampas suelen ser vasos de plástico (c. 200 ml) rellenos con ácido acético como fijador (véase capítulo 7.2).

Variabilidad del suelo / Soil variability: esta actividad adicional tiene por objeto recoger información sobre propiedades del suelo como el pH, C/N y N/P, carbono orgánico del suelo (COS), etc., las cuales se relacionan con procesos ecológicos clave (capítulo 7.5).

Varilla de muestreo / Sampling pin: véase *Aguja de muestreo*.

Vigilancia / Surveillance: a menudo se emplea como sinónimo de *seguimiento* o *monitoreo*, pero la *vigilancia* trata de medir los cambios sin incorporar directamente objetivos de gestión (Elzinga et al. 1998) como ocurre en el *seguimiento* ecológico y de biodiversidad a largo plazo. Otros consideran *vigilancia* el registro de información en un punto concreto que está siendo objeto de *seguimiento*s sucesivos a repetir posteriormente (*monitoreo*) (Bunce et al. 2011).

W-5m-SA: sección superior del área cimera en la dirección oeste, delimitada por los puntos siguientes: *punto culminante* (*HSP*), *pNW-5* de la línea de intersección, *p5m-W11*, *p5m-W31* y *pSW-5* de la línea de intersección.

W-10m-SA: sección inferior del área cimera en la dirección oeste, delimitada por los puntos siguientes: *p5m-W11*, *pNW-5* y *pNW-10* de la línea de intersección, *p10m-W*, *pSW-10* y *pSW-5* de la línea de intersección, y *p5m-W31*.

Zona (o piso) nival / Nival zone: situada por encima de la zona (o piso) alpina, se caracteriza por una vegetación abierta, donde el mundo vegetal ya no es parte significativa del paisaje.

Zona (o piso) subnival / Alpine-nival ecotone (or subnival zone): véase *Ecotono alpino-nival*.

Zona alpina (o piso alpino) / Alpine zone: zona comprendida entre el *límite superior de los árboles* y el límite superior de la vegetación densa (fisionómicamente hablando, la vegetación todavía es parte significativa del paisaje; por lo general el *recubrimiento* oscila entre 20 y 40%); en algunas regiones montañosas puede subdividirse en zona (o piso) alpina inferior (dominada por comunidades de arbustos rastreros) y *piso alpino* superior (dominado por pastos) (Nagy & Grabherr 2009).

Zona piloto / Target region: es el área montañosa donde se localizan las 4 *cima*s de estudio, las cuales representan el gradiente altitudinal regional. El clima general de dicha área no mostrará diferencias sustanciales a lo largo de un gradiente horizontal.

Zona piloto maestra o área experimental / Master site: estaciones experimentales bien equipadas para llevar a cabo investigaciones científicas que no se pueden realizar ni en las *cima*s de GLORIA ni en las *zonas piloto* estándar GLORIA. Estas áreas experimentales de alta montaña se apoyan en capacidades e infraestructuras científicas existentes. La actividad investigadora puede incluir nuevos ensayos metodológicos para actividades *STAM*, *SUMP* o *métodos adicionales* (*EXAP/ENAD*), estudios sobre la nieve, el permafrost, modelos de distribución de la vegetación, fenología de las plantas y modelos experimentales con plantas alpinas. Estudios más específicos sobre productividad primaria, actividad microbiana en suelos, propagación de las plantas, cambios en las precipitaciones, deposición de nitrógeno, *impactos del pastoreo*, etc., pueden resultar de interés para interpretar cambios en la biodiversidad o en la vegetación. No obstante, las investigaciones desarrolladas en las áreas experimentales de GLORIA no son objeto de este manual para el trabajo de campo.

Zonobioma / Zonobiome: según el sistema ecológico de Walter (Walter & Breckle 2002) son las principales subdivisiones de la geobiosfera, y vienen determinadas por el clima predominante como factor ambiental independiente. Los biomas que gozan de un clima similar y sustentan formaciones vegetales similares se agrupan en biomas zonales o *zonobiomas*. A escala mundial se distinguen nueve biomas zonales o *zonobiomas*. Los sistemas montañosos son tratados como "orobiomas", y pueden darse en un solo bioma o extenderse a dos o más biomas zonales o *zonobiomas*.

CORRESPONDENCIAS DEL GLOSARIO INGLÉS-ESPAÑOL

ENGLISH	ESPAÑOL
1 m × 1 m frequency grid frame	Marco de 1 × 1 m con malla para estudiar la frecuencia
10m × 10m squares	Cuadrados de 10 × 10 m
10-m level	Curva de nivel de los 10 m
10-m summit area	Área cimera de los 10 m
16-quadrat area	Área de los 16 cuadrados
1 m² quadrat	Cuadrado de 1 m² (1 × 1 m)
3m × 3m quadrat cluster	Parcelas de 3×3 m
3m×3m grid	Malla de 3×3 m para el muestreo
5-m level	Curva de nivel de los 5 m
5-m summit area	Área cimera de los 5 m
Abundance categories	Categorías de abundancia
Alpine life zone	Biozona alpina
Alpine zone	Zona alpina (o piso alpino)
Alpine-nival ecotone (or subnival zone)	Ecotono alpino-nival (o zona subnival)
Altitudinal index	Índice altitudinal
Altitudinal species profile	Perfil altitudinal de las especies
Altitudinal species rank	Rango altitudinal de las especies
Anthropogenic activities	Actividades humanas
Area cover	Recubrimiento o área de cobertura
Arthropod monitoring	Muestreo de artrópodos
Bare ground	Suelo desnudo
Bryophytes on soil	Briófitos del suelo
Cardinal directions	Puntos cardinales
Central GLORIA Database (CGDB)	Base de datos central de GLORIA (BDCG)
CGDB (Central GLORIA Database)	BDCG (Base de datos central de GLORIA)
Clinometer	Clinómetro
Coding	Codificación
Cold-adapted plant species	Plantas adaptadas al frío
Compass	Brújula

Compass direction	Dirección (o rumbo) de la brújula
Contour lines	Curvas de nivel
Crosshair points	Puntos del enrejado
Cryophilic species	Especie criófila, adaptada al frío
Data property rights and data sharing	Derechos de propiedad de los datos e intercambio de los mismos
Downslope Plant Survey	Seguimiento de la flora ladera abajo
E-5m-SA	Sección del área cimera superior (-5 m) dirigida al E
E-10m-SA	Sección del área cimera inferior (-10 m) dirigida al E
Ecotone	Ecotono
Electronic spirit level	Nivel electrónico
Ethnobotany	Etnobotánica
EXAP (extra approaches)	Métodos adicionales aplicados en las zonas piloto de GLORIA (ENAD)
Extra approaches (EXAP)	Métodos adicionales (ENAD)
Flat summit	Cima plana
Flexible measuring tapes	Cintas métricas flexibles
Forestline (timberline)	Límite superior del bosque
Form 0	Formulario 0
Form 1	Formulario 1
Form 2	Formulario 2
Form 3	Formulario 3
Form 4	Formulario 4
Form 5-S	Formulario 5-S
Form 6-S	Formulario 6-S
GDIT (GLORIA Data Input Tools)	Herramientas para procesar los datos de GLORIA
Geographic direction	Dirección geográfica u orientación

Global Observation Research Initiative in Alpine Environments (GLORIA)	Iniciativa para la Investigación y el Seguimiento Global de los Ambientes Alpinos (GLORIA)
GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments)	GLORIA (Iniciativa para la Investigación y el Seguimiento Global de los Ambientes Alpinos)
GLORIA Data Input Tools (GDIT)	Herramientas para procesar los datos de GLORIA (GDIT)
GLORIA Master site	Área experimental de GLORIA
GLORIA-Europe	GLORIA-Europa
Global Mountain Biodiversity Assessment (GMBA)	Evaluación Global de la Biodiversidad de las Montañas
GMBA (Global Mountain Biodiversity Assessment)	Evaluación Mundial de la Biodiversidad de las Montañas
Grazing impacts	Impactos del pastoreo
Grid frame	Marco de 1×1 m con malla
Herpetological monitoring	Muestreo herpetológico
High mountain biomes	Bioma (o ambiente) de alta montaña
High mountain environment	Ambiente (o bioma) de alta montaña
Highest Summit Point (HSP)	Punto culminante
HSP (Highest Summit Point)	Punto culminante
In situ	In situ
Intersection lines	Líneas de intersección
Invertebrate monitoring on GLORIA summits	Muestreo de invertebrados en cimas de GLORIA
Lichens on soil	Líquenes del suelo
Life zone	Biozona
Line-pointing	Muestreo por línea de puntos
Litter	Hojarasca
Local partnerships	Socios colaboradores locales
Magnetic declination	Declinación magnética
Master site	Zona piloto maestra o área experimental
Measurement lines	Líneas de medida

Measurement points	Puntos (o vértices) de medida
Moderately shaped summit	Cima de forma suave
Monitoring	Seguimiento o monitoreo
Monitoring cycle	Ciclo o intervalo de seguimiento
Multi-Summit approach	Aproximación al estudio de las cimas
N-5m-SA	Sección del área cimera superior (-5 m) dirigida al N
N-10m-SA	Sección del área cimera inferior (-10 m) dirigida al N
Nival zone	Zona (o piso) nival
p (-N13, -N33, -E13, -E33, -S13, -S33, -W13, W33)	Vértices superiores de los grupos de cuadrados de 3×3 m
p5m (-N11, -N31, -E11, -E31, -S11, -S31, -W11, -W31)	Vértices inferiores de los grupos de cuadrados de 3×3 m
p10m (-N, -E, -S, -W)	Vértices inferiores del área cimera
PAF (Point and Flexible Area sampling method)	PAF (Método de muestreo por Línea de puntos y Área Flexible)
Percentage cover	Porcentaje de cobertura o recubrimiento en porcentaje
Photo documentation	Documentación fotográfica
Pitfall trapping	Trampa de captura
Plant functional traits	Rasgos funcionales de plantas
Point and Flexible Area sampling method (PAF)	Método de muestreo por líneas de Puntos y Área Flexible (PAF)
Pointing frame	Marco de 1 × 1 m con malla para el muestreo de puntos
Pointing with a grid frame	Muestreo de puntos con marco enrejado de 1 × 1 m
Point-line intercept method	Método de muestreo por intercepción en línea de puntos
Principal measurement line	Línea principal de medida
Quadrat	Cuadrado
Quadrat cluster	Parcelas cuadradas
S-5m-SA	Sección del área cimera superior (-5 m) dirigida al S
S-10m-SA	Sección del área cimera inferior (-10 m) dirigida al S

Sampling pin	Aguja o varilla de muestreo
SAS (Summit Area Section)	SAC (Sección del área cimera)
Scree	Gleras o pedrizas
Soil variability	Variabilidad del suelo
Solid rock	Rocas
Species cover	Recubrimiento o cobertura de las especies
STAM	MÉtodos de MUestreo Estándar de GLORIA (MEMUE)
Standard recording methods (STAM)	MÉtodos de MUestreo Estándar de GLORIA (MEMUE)
Subplot frequency counts	Recuentos de frecuencia en subparcelas
Subtypes for top cover estimation	Estimación de la cobertura, subtipos
Summit area	Área cimera
Summit area section (SAS)	Sección del área cimera
Summit selection (criteria)	Selección de las cimas (criterios para la)
Summit site	Cima
SUPM (Supplementary sampling designs and recording methods)	Diseños y MÉtodos de muestreo COmplementarios (MECO)
Supplementary 1 m² quadrats	Cuadrados de 1 m² complementarios
Supplementary sampling designs (SUPM)	Diseños de muestreo complementarios
Supplementary sampling designs and recording methods (SUPM)	Diseños y métodos de muestreo complementarios
Supplementary sampling recording methods	Métodos de muestreo complementarios
Surface types	Tipos de superficie
Surveillance	Vigilancia
Target region	Zona o área piloto
Taxa input sheet	Tabla de taxones
Temperature data loggers (T-loggers)	Termómetros automáticos o instrumentos registradores de temperatura
Thermic vegetation indicator	Indicador térmico de la vegetación

Thermophilic plants	Plantas termófilas
Thermophilisation	Termofilización
Thermophilisation indicator (D)	Indicador de termofilización (D)
T-loggers (Temperature data loggers)	Termómetros automáticos
Top cover	Cobertura
Tree species line	Límite superior de la vida arbórea
Treeline	Límite superior de los árboles
Treeline ecotone	Ecotono del límite superior de los árboles
Vascular plants	Plantas vasculares
W-10m-SA	Sección del área cimera inferior (-10 m) dirigida al W
W-5m-SA	Sección del área cimera superior (-5 m) dirigida al O
Zonobiome	Zonobioma o bioma zonal

LISTA DE RECUADROS

RECUADRO 1.1 Los tres niveles de trabajo de GLORIA **17**
RECUADRO 2.1 Zonación de la vegetación en las altas montañas **25**
RECUADRO 3.1 Medidas con la *brújula* **34**
RECUADRO 3.2 Impactos del pisoteo por parte de los investigadores **35**
RECUADRO 3.3 Precisión de las medidas y errores tolerados **36**
RECUADRO 3.4 Modificación del diseño del muestreo en caso de *áreas cimeras planas* **37**
RECUADRO 4.1 Anotación de la vegetación en los *cuadrados de 1 m²*, consideraciones generales **40**
RECUADRO 4.2 Nivel de identificación taxonómica requerido y material de herbario **42**
RECUADRO 4.3 Consideraciones generales para el muestreo en las *secciones del área cimera* **44**
RECUADRO 4.4 *Documentación fotográfica*, consideraciones generales **49**
RECUADRO 4.5 Consideraciones para la nueva delimitación en el futuro **50**
RECUADRO 4.6 Usos del suelo e *impacto del pastoreo* **51**
RECUADRO 5.1 Consideraciones generales sobre los *recuentos de frecuencia* **54**
RECUADRO 5.2 Cuantificación correlativa, categorizada, así como estimación de las especies raras **57**
RECUADRO 6.1 Códigos exclusivos de GLORIA para diversos datos, epígrafes de los formularios y fotografías **63**

LISTA DE TABLAS

TABLA 4.1 Comparación de las especificaciones técnicas entre los registradores Geo-Precision MLog-5W y Onset TidBit v2, según los fabricantes **46**
TABLA 6.1 *Formulario para anotar los taxones* de GLORIA **61**
TABLA 7.1 Ejemplo de datos de 41 transectos en banda **70**
TABLA 7.2 Actividades humanas que pueden impactar en *zonas piloto* GLORIA y que conviene documentar **83**
TABLA 7.3 Categorías de uso empleadas en la base de datos etnobotánica del Jardín Botánico de Misuri **89**

LISTA DE FIGURAS

FIG. 2.1 La *zona piloto* GLORIA **23**
FIG. 2.2 Ejemplo de una *zona piloto* **24**
FIG. 2.3 Selección de una *zona piloto* **24**
FIG. 2.4 Conviene evitar la presión humana **26**
FIG. 2.5 Aspecto geomorfológico **27**
FIG. 3.1 Diseño esquemático del *muestreo de las cimas* en una cima modelo **30**
FIG. 3.2 Diseño esquemático del *muestreo de las cimas* **31**
FIG. 3.3 Una marca permanente en forma de equis señala el *punto culminante* (*HSP*) **33**
FIG. 3.4 *Puntos de medición* **33**
FIG. 3.5 Medida de las distancias y desniveles **35**
FIG. 3.6 Las ocho *secciones del área cimera* **37**
FIG. 4.1 *Parcela de 3 × 3 m* **41**
FIG. 4.2 *Marco enrejado* **43**
FIG. 4.3 Gráfico de las temperaturas **45**
FIG. 4.4 Instalación de los *termómetros automáticos* **47**
FIG. 4.5 Instalación de los *termómetros automáticos* **47**
FIG. 4.6 Vista cenital del *cuadrado de 1 m²* **48**
FIG. 4.7 Una de las esquinas inferiores de una *sección del área cimera* **49**
FIG. 5.1 *Marco de 1 m² con malla* para el *recuento de frecuencias* **55**
FIG. 5.2 Localización de los 16 cuadrados complementarios **55**
FIG. 5.3 *Codificación* de los *cuadrados complementarios* en el *nivel de 10 m* **56**
FIG. 5.4 Posición de los *cuadrados de 10×10 m* dentro del *área cimera* **59**
FIG. 5.5 Líneas de muestreo de plantas vasculares por puntos en *cuadrados de 10×10 m* **59**
FIG. 7.1 *Seguimiento de la flora ladera abajo* **67**
FIG. 7.2 Transecto en banda para el *Seguimiento de la flora ladera abajo* **67**
FIG. 7.3 *Formulario* para la toma de datos del *Seguimiento de la flora ladera abajo* **69**
FIG. 7.4 *Puntero* con dos agujas para el muestreo simultáneo de dos puntos separados 50 cm **70**
FIG. 7.5 Diseño de trampas en cruz en una *cima* GLORIA **72**
FIG. 7.6 Selección del sitio para realizar el muestreo de mariposas **74**
FIG. 7.7 Muestreo de artrópodos con aspirador y cuadrante enmallado **75**
FIG. 7.8 Esquema de un transecto para el seguimiento herpetológico **78**
FIG. 7.9 Extremo inferior de un transecto para el muestreo herpetológico **78**
FIG. 7.10 Métodos de muestreo visual **78**
FIG. 7.11 Puntos de muestreo del suelo **81**
FIG. 7.12 Fotografías de *impactos y actividades humanas*en una de las *zonas piloto* de GLORIA **84**
FIG. 7.13 Fotografías de talleres sobre cambio climático y de trabajos de campo, en comunidades locales de GLORIA **85**
FIG. 7.14 Entrevista *etnobotánica* **88**

REFERENCIAS CITADAS

Adler, P. B., Morales, J.M. (1999). Influence of environmental factors and sheep grazing on an Andean grassland. *Journal of Range Management* **52**: 471–481.

Ammann, B. (1995). Paleorecords of plant diversity in the Alps. In: Chapin III, F. S. & Körner, C., eds. *Arctic and alpine biodiversity: Patterns, causes and ecosystem consequences*, pp. 136–149. Springer, Berlín, Heidelberg, Alemania.

Anderson, D. M.; Salick, J.; Moseley, R. K. & Ou, X. K. (2005). Conserving the sacred medicine mountains: A vegetation analysis of Tibetan sacred sites in Northwest Yunnan. *Biodiversity and Conservation* **14**: 3065–3091.

Arndt, D. S.; Baringer, M. O. & Johnson, M. R. (2010). State of the climate in 2009. *Bulletin of the American Meteorological Society* **91**: S1–S224.

Arnold, A. J.; Needham, P. H. & Stevenso, J. H. (1973). Self-powered portable insect suction sampler and its use to assess effects of azinphos methyl and endosulfan on blossom beetle populations on oil seed rape. *Annals of Applied Biology* **75**: 229–233.

Aubert, S.; Boucher, F.; Lavergne, S.; Renaud, J. & Choler, P. (2014). 1914–2014: A revised worldwide catalogue of cushion plants 100 years after Hauri and Schröter. *Alpine Botany* **124**: 59–70.

Baied, C. A. & Wheeler, J. C. (1993). Evolution of high Andean Puna ecosystems: Environment, climate, and culture change over the last 12,000 years in the Central Andes. *Mountain Research and Development* **13**: 145–156.

Barry, R. G. (1994). Past and potential future changes in mountain environments: a review. In: Beniston, M., ed. *Mountain Environments in Changing Climates*, pp. 3–33. Routledge, Londres, Reino Unido.

Barthlott, W.; Lauer, W. & Placke, A. (1996). Global distribution of species diversity in vascular plants: towards a world map of phytodiversity. *Erdkunde* **50**: 317–327.

Beck, S.; Domic, A. I.; García, C.; Meneses, R. I.; Yager, K. & Halloy, S. (2010a). *El Parque Nacional Sajama y sus plantas*. Fundación PUMA & Conservación International, La Paz, Bolivia.

Beck, S.; Yager, K.; Meneses, R. I.; Halloy, S.; Domic, A. I. & Garcia, C. (2010b). GLORIA sites in the high Andes of Bolivia: A multi-disciplinary assessment. *6th International GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments) Meeting*, Perth, Escocia, Reino Unido.

Becker, A. & Bugmann, H. (1997). Predicting global change impacts on mountain hydrology and ecology: Integrated catchment hydrology/altitudinal gradient studies. *Workshop Report—Documentation resulting from an International Workshop in Kathmandú, Nepal, 30 March – 2 April 1996*. IGBP Report 43, Estocolmo, Suecia.

Becker, A. & Bugmann, H. (1999). Global change and mountain regions—Initiative for a collaborative research. *2. IGBP-congress*, Shonan Village, Japón.

Beniston, M. (1994). *Mountain environments in changing climates*. Routledge, Londres, Reino Unido.

Billings, W. D. (1974). Adaptations and origins of alpine plants. *Arctic and Alpine Research* **6**: 129–142.

Billings, W. D. & Mooney, H. A. (1968). Ecology of arctic and alpine plants. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* **43**: 481–529.

Blanca, G.; Cueto, M.; Martínez-Lirola, M. J. & Molero-Mesa, J. (1998). Threatened vascular flora of Sierra Nevada (southern Spain). *Biological Conservation* **85**: 269–285.

Bock, J. H.; Jolls, C. L. & Lewis, A. C. (1995). The effects of grazing on alpine vegetation—a comparison of the Central Caucasus, Republic-of-Georgia, with the Colorado Rocky-Mountains, USA. *Arctic and Alpine Research* **27**: 130–136.

Bolstad, P. (2005). *GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information Systems*. Eider Press, White Bear Lake, Montana, EE.UU.

Boulangeat, I.; Lavergne, S.; Van Es, J.; Garraud, L. & Thuiller, W. (2012). Niche breadth, rarity and ecological characteristics within a regional flora spanning large environmental gradients. *Journal of Biogeography* **39**: 204–214.

Boyle, D. G.; Boyle, D. B.; Olsen, V.; Morgan, J. A. T. & Hyatt, A. D. (2004). Rapid quantitative detection of chytridiomycosis (*Batrachochytrium dendrobatidis*) in amphibian samples using real-time Taqman PCR assay. *Diseases of Aquatic Organisms* **60**: 141–148.

Brakenhielm, S. & Liu, Q. H. (1995). Comparison of field methods in vegetation monitoring. *Water Air and Soil Pollution* **79**: 75–87.

Braun-Blanquet, J. (1964). *Pflanzensoziologie*. Springer, Viena, Austria.

Breckle, S.-W. (2007). Flora and vegetation of Afghanistan. *Basic and Applied Dryland Research* **2**: 155–194.

Brem, F.; Mendelson III, J. R. & Lips, K. R. (2007). Field-sampling protocol for *Batrachochytrium dendrobatidis* from living amphibians, using alcohol preserved swabs. Electronic document accessible at http://www.amphibians.org. Conservation International, Arlington, Virginia, EE.UU.

Bridle, K. L. & Kirkpatrick, J. B. (1999). Comparative effects of stock and wild vertebrate herbivore grazing on treeless subalpine vegetation, eastern Central Plateau, Tasmania. *Australian Journal of Ecology* **47**: 817–834.

Britton, A. J.; Beale, C. M.; Towers, W. & Hewison, R. L. (2009). Biodiversity gains and losses: Evidence for homogenisation of Scottish alpine vegetation. *Biological Conservation* **142**: 1728–1739.

Browman, D. L. (1989). Origins and development of Andean pastoralism: an overview of the the past 6000 years. In: Clutton-Brock, J., ed. *The Walking Larder: Patterns of domestication, pastoralism, and predation*, pp. 257–268. Unwin Hyman, Londres, Reino Unido.

Buffington, M. L. & Redak, R. A. (1998). A comparison of vacuum sampling versus sweep-netting for arthropod biodiversity measurements in California coastal sage scrub. *Journal of Insect Conservation* **2**: 99–106.

Bunce, R. G. H.; Bogers, M. M. B.; Roche, P.; Walczak, M.; Geijzendorffer, I. R. & Jongman, R. H. G. (2011). Manual for habitat and vegetation surveillance and monitoring - temperate, Mediterranean and desert biomes. *Alterra report 2154*. Alterra, part of Wageningen UR, Wageningen, Países Bajos.

Byg, A. & Salick, J. (2009). Local perspectives on a global phenomenon – Climate change in eastern Tibetan villages. *Global Environmental Change—Human and Policy Dimensions* **19**: 156–166.

Byg, A.; Salick, J. & Law, W. (2010). Medicinal plant knowledge among lay people in five eastern Tibet villages. *Human Ecology* **38**: 177–191.

Chambers, R. (1994a). The origins and practice of participatory rural appraisal. *World Development* **22**: 953-969.

Chambers, R. (1994b). Participatory rural appraisal (PRA)—Analysis of experience. *World Development* **22**: 1253–1268.

Chang, K.-T. (2006). *Introduction to Geographic Information Systems*. McGraw-Hill Higher Education, Boston.

Chen, I. C.; Hill, J. K.; Ohlemuller, R.; Roy, D. B. & Thomas, C. D. (2011). Rapid range shifts of species associated with high levels of climate warming. *Science* **333**: 1024–1026.

Christensen, B. T. (2001). Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. *European Journal of Soil Science* **52**: 345–353.

Clarke, K. C. (2003). *Getting started with geographic information systems*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ., EE.UU.

Coleman, D. C.; Crossley, D.A. & Hendrix, P.F. (2004). *Fundamentals of soil ecology*. Elsevier Academic Press, San Diego, EE.UU.

Collins, J. P. & Crump, M. L. (2009). *Extinction in our times: global amphibian decline*. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.

Collins, M.; Knutti, R.; Arblaster, J.; Dufresne, J.-L.; Fichefet, T.; Friedlingstein, P.; Gao, X.; Gutowski, W. J.; Johns, T.; Krinner, G.; Shongwe, M.; Tebaldi, C.; Weaver, A. J. & Wehner, M. (2013). Long-term climate change: Projections, commitments and irreversibility. In: Stocker, T. F.; Qin, D.; Plattner, G.-K.; Tignor, M.; Allen, S. K.; Boschung, J.; Nauels, A.; Xia, Y.; Bex, V. & Midgley, P. M., eds. *Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of working group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, pp. 1029–1136. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, EE.UU.

Cook, F. E. M. (1995). *Economic botany data collection standard. Prepared for the International working group on taxonomic databases for plant sciences (TDWG)*. Royal Botanical Gardens, Kew, Reino Unido.

Cornelissen, J. H. C.; Lavorel, S.; Garnier, E.; Diaz, S.; Buchmann, N.; Gurvich, D. E.; Reich, P. B.; ter Steege, H.; Morgan, H. D.; van der Heijden, M. G. A.; Pausas, J. G. & Poorter, H. (2003). A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* **51**: 335–380.

Crumley, C. L.; Gunn, J. D.; Hassan, F. A.; Ingerson, A. E.; Marquardt, W. H.; McGovern, T. H.; Patterson, T. C.; Schmidt, P. R. & Winterhalder, B. P. (1994). *Historical ecology: Cultural knowledge and changing landscapes*. School of American Research Press, Santa Fe, EE.UU.

Cuesta, F.; Muriel, P.; Beck, S.; Meneses, R. I.; Halloy, S.; Salgado, S.; Ortiz, E. & Becerra, M. T., eds. (2012). *Biodiversidad y cambio climático en los Andes Tropicales – conformación de una red de investigación para monitorear sus impactos y delinear acciones de adaptación*. Red GLORIA Andes, CONDESAN, Lima (Perú), Quito (Ecuador).

de Witte, L. C. & Stöcklin, J. (2010). Longevity of clonal plants: why it matters and how to measure it. *Annals of Botany* **106**: 859–870.

del Río, S.; Herrero, L.; Fraile, R. & Penas, A. (2011). Spatial distribution of recent rainfall trends in Spain (1961–2006). *International Journal of Climatology* **31**: 656–667.

DeMers, M. N. (2005). *Fundamentals of geographic information systems*. John Wiley & Sons, Nueva York, EE.UU.

Denevan, W. M. (1992). The pristine myth—the landscape of the America in 1492. *Annals of the Association of American Geographers* **82**: 369–385.

Denevan, W. M. (2001). *Cultivated landscapes of native Amazonia and the Andes*. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.

Devi, N.; Hagedorn, F.; Moiseev, P.; Bugmann, H.; Shiyatov, S.; Mazepa, V. & Rigling, A. (2008). Expanding forests and changing growth forms of Siberian larch at the Polar Urals treeline during the 20th century. *Global Change Biology* **14**: 1581–1591.

Dick, J.; Al-Assaf, A.; Andrews, C.; Díaz-Delgado, R.; Groner, E.; Halada, L.; Izakovicova, Z.; Kertész, M.; Khoury, F.; Krašić, D.; Krauze, K.; Matteucci, G.; Melecis, V.; Mirtl, M.; Orenstein, D. E.; Preda, E.; Santos-Reis, M.; Smith, R. I.; Vadineanu, A.; Veselić, S. & Vihervaara, P. (2014). Ecosystem services: a rapid

assessment method tested at 35 sites of the LTER-Europe network. *Ekologia* **33**: 217–231.

Dickinson, K. J. M.; Mark, A. F. & Lee, W. G. (1992). Long-term monitoring of nonforest communities for biological conservation. *New Zealand Journal of Botany* **30**: 163–179.

Dietrick, E. J.; Schlinger, E. I. & Garber, M. J. (1960). Vacuum cleaner principle applied in sampling insect populations in alfalfa fields by new machine method. *California Agriculture* **14**: 9–11.

Dirnböck, T.; Essl, F. & Rabitsch, W. (2011). Disproportional risk for habitat loss of high-altitude endemic species under climate change. *Global Change Biology* **17**: 990–996.

Doak, D. F. & Morris, W. F. (2010). Demographic compensation and tipping points in climate-induced range shifts. *Nature* **467**: 959–962.

Dullinger, S.; Gattringer, A.; Thuiller, W.; Moser, D.; Zimmermann, N. E.; Guisan, A.; Willner, W.; Plutzar, C.; Leitner, M.; Mang, T.; Caccianiga, M.; Dirnböck, T.; Ertl, S.; Fischer, A.; Lenoir, J.; Svenning, J.-C.; Psomas, A.; Schmatz, D. R.; Silc, U.; Vittoz, P. & Hülber, K. (2012). Extinction debt of high-mountain plants under twenty-first-century climate change. *Nature Climate Change* **2**: 619–622.

Ellenberg, H. (1979). Man's influence on tropical mountain ecosystems in South America. *Journal of Ecology* **67**: 401-416.

Elzinga, C. L.; Salzer, D. W. & Willoughby, J. W. (1998). *Measuring and monitoring plant populations*. Bureau of Land Management, Denver, EE.UU.

Engler, R.; Randin, C.; Thuiller, W.; Dullinger, S.; Zimmermann, N. E.; Araújo, M. B.; Pearman, P. B.; Le Lay, G.; Piédallu, C.; Albert, C. H.; Choler, P.; Coldea, G.; de Lamo, X.; Dirnböck, T.; Gégout, J.-C.; Gómez-García, D.; Grytnes, J.-A.; Heegaard, E.; Høistad, F.; Nogués-Bravo, D.; Normand, S.; Puşcas, M.; Sebastià, M.-T.; Stanisci, A.; Theurillat, J.-P.; Trivedi, M.; Vittoz, P. & Guisan, A. (2011). 21st climate change threatens European mountain flora. *Global Change Biology* **17**: 2330–2341.

Erschbamer, B.; Mallaun, M. & Unterluggauer, P. (2006). Plant diversity along altitudinal gradients in the Southern and Central Alps of South Tyrol and Trentino (Italy). *Gredleriana* **6**: 47–68.

Erschbamer, B.; Unterluggauer, P.; Winkler, E. & Mallaun, M. (2011). Changes in plant species diversity revealed by long-term monitoring on mountain summits in the Dolomites (northern Italy). *Preslia* **83**: 387–401.

Everson, T. M.; Clarke, G. P. Y. & Everson, C. S. (1990). Precision in monitoring plant species composition in montane grasslands. *Vegetatio* **88**: 135–141.

Feeley, K. J.; Silman, M. R.; Bush, M. B.; Farfan, W.; Cabrera, K. G.; Malhi, Y.; Meir, P.; Revilla, N. S.; Quisiyupanqui, M. N. R. & Saatchi, S. (2011). Upslope migration of Andean trees. *Journal of Biogeography* **38**: 783-791.

Fernández Calzado, M. R. & Molero Mesa, J. (2011). The cartography of vegetation in the cryoromediterranean belt of Sierra Nevada: a tool for biodiversity conservation. *Lazaroa* **32**: 101–115.

Fernández Calzado, M. R.; Molero Mesa, J.; Merzouki, A. & Casares Porcel, M. (2012). Vascular plant diversity and climate change in the upper zone of Sierra Nevada, Spain. *Plant Biosystems* **146**: 1044–1053.

Fisher, M. C.; Henk, D. A.; Briggs, C. J.; Brownstein, J. S.; Madoff, L. C.; McCraw, S. L. & Gurr, S. J. (2012). Emerging fungal threats to animal, plant and ecosystem health. *Nature* **484**: 186–194.

Friedmann, B.; Pauli, H.; Gottfried, M. & Grabherr, G. (2011). Suitability of methods for recording species numbers and cover in alpine long-term vegetation monitoring. *Phytocoenologia* **41**: 143–149.

Frostegård, A. & Bååth, E. (1996). The use of phospholipid fatty acid analysis to estimate bacterial and fungal biomass in soil. *Biology and Fertility of Soils* **22**: 59-65.

Futschik, A.; Gottfried, M.; Lamprecht, A.; Niessner, S.; Pauli, H.; Rumpf, S. B.; Winkler, M. & Grabherr, G. (in prep.). Observer errors in long-term surveillance of alpine vegetation.

Gade, D. W. (1999). *Nature and culture in the Andes*. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, EE.UU.

Glime, J. M. (2007). *Bryophyte ecology. Volume 1. Physiological ecology.* Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists, Houghton, Michigan, EE.UU.

Gottfried, M.; Hantel, M.; Maurer, C.; Toechterle, R.; Pauli, H. & Grabherr, G. (2011). Coincidence of the alpine-nival ecotone with the summer snowline. *Environmental Research Letters* **6**: 1–12 (014013).

Gottfried, M.; Pauli, H.; Futschik, A.; Akhalkatsi, M.; Barancok, P.; Benito Alonso, J. L.; Coldea, G.; Dick, J.; Erschbamer, B.; Fernández Calzado, M. R.; Kazakis, G.; Krajci, J.; Larsson, P.; Mallaun, M.; Michelsen, O.; Moiseev, D.; Moiseev, P.; Molau, U.; Merzouki, A.; Nagy, L.; Nakhutsrishvili, G.; Pedersen, B.; Pelino, G.; Puscas, M.; Rossi, G.; Stanisci, A.; Theurillat, J.-P.; Tomaselli, M.; Villar, L.; Vittoz, P.; Vogiatzakis, I. & Grabherr, G. (2012). Continent-wide response of mountain vegetation to climate change. *Nature Climate Change* **2**: 111–115.

Gottfried, M.; Pauli, H. & Grabherr, G. (1998). Prediction of vegetation patterns at the limits of plant life: a new view of the alpine-nival ecotone. *Arctic and Alpine Research* **30**: 207–221.

Gottfried, M.; Pauli, H.; Reiter, K. & Grabherr, G. (1999). A fine-scaled predictive model for changes in

species distribution patterns of high mountain plants induced by climate warming. *Diversity and Distributions* **5**: 241–251.

Gottfried, M.; Pauli, H.; Reiter, K. & Grabherr, G. (2002). Potential effects of climate change on alpine and nival plants in the Alps. In: Körner, C. & Spehn, E. M., eds. *Mountain biodiversity—a global assessment*, pp. 213–223. Parthenon Publishing, Londres, Reino Unido, Nueva York, EE.UU.

Grabherr, G. (2009). Biodiversity in the high ranges of the Alps: Ethnobotanical and climate change perspectives. *Global Environmental Change—Human and Policy Dimensions* **19**: 167–172.

Grabherr, G.; Gottfried, M.; Gruber, A. & Pauli, H. (1995). Patterns and current changes in alpine plant diversity. In: Chapin III, F. S. & Körner, C., eds. *Arctic and alpine biodiversity: patterns, causes and ecosystem consequences.*, pp. 167–181. Springer, Berlín, Alemania.

Grabherr, G.; Gottfried, M. & Pauli, H. (1994). Climate effects on mountain plants. *Nature* **369**: 448.

Grabherr, G.; Gottfried, M. & Pauli, H. (2000). GLORIA: A Global Observation Research Initiative in Alpine Environments. *Mountain Research and Development* **20**: 190–191.

Grabherr, G.; Gottfried, M. & Pauli, H. (2001a). Long-term monitoring of mountain peaks in the Alps. In: Burga, C. A. & Kratochwil, A., eds. *Biomonitoring: General and applied aspects on regional and global scales*, pp. 153–177. Tasks for Vegetation Science, Kluwer, Dordrecht, Países Bajos.

Grabherr, G.; Gottfried, M.; Hohenwallner, D.; Pauli, H. & Reiter, K. (2001b). GLORIA-EUROPE: Report on the Kick-off-Meeting (April 25-29, 2001, Viena). *Mountain Research and Development* **21**: 294–295.

Grabherr, G.; Gottfried, M. & Pauli, H. (2010). Climate change impacts in alpine environments. *Geography Compass* **4**: 1133–1153.

Grabherr, G.; Nagy, L.; Thompson, D. B. A. & Körner, C. (2003). An outline of Europe's alpine areas. In: Nagy, L.; Grabherr, G.; Körner, C. & Thompson, D. B. A., eds. *Alpine biodiversity in Europe—A Europe-wide assessment of biological richness and change*, pp. 3–12. Springer, Berlín, Alemania.

Greig-Smith, P. (1983). *Quantitative plant ecology*. Blackwell, Oxford, Reino Unido.

Haeberli, W.; Hoelzle, M.; Paul, F. & Zemp, M. (2007). Integrated monitoring of mountain glaciers as key indicators of global climate change: the European Alps. *Annals of Glaciology, Int. Glaciological Society* **46**: 150–160.

Halloy, S. (1990). A morphological classification of plants, with special reference to the New Zealand alpine flora. *Journal of Vegetation Science* **1**: 291–304.

Halloy, S. & Barratt, B. (2007). Patterns of abundance and morphology as indicators of ecosystem status: A meta-analysis. *Ecological Complexity* **4**: 128–147.

Halloy, S.; Ibáñez, M. & Yager, K. (2011). Puntos y áreas flexibles (PAF) para inventarios rápidos del estado de biodiversidad. *Ecología en Bolivia* **46**: 46–56.

Halloy, S.; Seimon, A. & Yager, K. (2006). Multidimensional (climate, biodiversity, socioeconomics, agriculture) context of changes in land use in the Vilcanota watershed, Peru. In: Spehn, E. M.; Liberman, M. & Körner, C., eds. *Land use change and mountain biodiversity*, pp. 323-337. CRC Press, Fort Lauderdale, EE.UU.

Halloy, S.; Yager, K.; García, C.; Beck, S.; Carilla, J.; Tupayachi, A.; Jácome, J.; Meneses, R. I.; Farfán, J.; Seimon, A.; Seimon, T.; Rodriguez, P.; Cuello, S. & Grau, A. (2010). South America: Climate monitoring and adaptation integrated across regions and disciplines. In: Settele, J.; Penev, L. D.; Georgiev, T. A.; Grabaum, R.; Grobelnik, V.; Hammen, V.; Klotz, S.; Kotarac, M. & Kuehn, I., eds. *Atlas of biodiversity risk*, pp. 90–95. Pensoft Publishers, Sofía, Bulgaria.

Halloy, S. R. P. & Mark, A. F. (1996). Comparative leaf morphology spectra of plant communities in New Zealand, the Andes and the European Alps. *Journal of the Royal Society of New Zealand* **26**: 41–78.

Halloy, S. R. P. & Mark, A. F. (2003). Climate-change effects on alpine plant biodiversity: A New Zealand perspective on quantifying the threat. *Arctic Antarctic and Alpine Research* **35**: 248–254.

Harsch, M. A.; Hulme, P. E.; McGlone, M. S. & Duncan, R. P. (2009). Are treelines advancing? A global meta-analysis of treeline response to climate warming. *Ecology Letters* **12**: 1040–1049.

Hartmann, D. L.; Klein Tank, A. M. G.; Rusticucci, M.; Alexander, L. V.; Brönnimann, S.; Charabi, Y.; Dentener, F. J.; Dlugokencky, E. J.; Easterling, D. R.; Kaplan, A.; Soden, B. J.; Thorne, P. W.; Wild, M. & Zhai, P. M. (2013). Observations: Atmosphere and surface. In: Stocker, T. F.; Qin, D.; Plattner, G.-K.; Tignor, M.; Allen, S. K.; Boschung, J.; Nauels, A.; Xia, Y.; Bex, V. & Midgley, P. M., eds. *Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of working group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, EE.UU.

Hedberg, O. (1969). Evolution and speciation in a tropical mountain flora. *Biol. J. Linn. Soc.* **1**: 135–148.

Hedde, M.; Lavelle, P.; Joffre, R.; Jiménez, J. & Decaëns, T. (2005). Specific functional signature in soil macro-invertebrate biostructures. *Functional Ecology* **19**: 785–793.

Hodkinson, I. D. & Bird, J. (1998). Host-specific insect herbivores as sensors of climate change in arctic and alpine environments. *Arctic and Alpine Research* **30**: 78–83.

Hoffmann, D. & Yager, K. (2010). Identification and incorporation of socio-economic and cultural aspects

of site implementation and monitoring. *6th International GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments) Meeting*, Perth, Escocia, Reino Unido.

Holdridge, L. R. (1947). Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science* **105**: 367–368.

Holmquist, J. G.; Jones, J. R.; Schmidt-Gengenbach, J.; Pierotti, L. F. & Love, J. P. (2011a). Terrestrial and aquatic macroinvertebrate assemblages as a function of wetland type across a mountain landscape. *Arctic Antarctic and Alpine Research* **43**: 568–584.

Holmquist, J. G. & Schmidt-Gengenbach, J. (2006). A pilot study and assessment of the efficacy of invertebrates as indicators of meadow change in Sierra Nevada Networks Parks. *2004–2005 Final Report*. University of California: White Mountain Research Station, Three Rivers, EE.UU.

Holmquist, J. G.; Schmidt-Gengenbach, J. & Haultain, S. A. (2010). Does long-term grazing by pack stock in subalpine wet meadows result in lasting effects on arthropod assemblages? *Wetlands* **30**: 252–262.

Holmquist, J. G.; Schmidt-Gengenbach, J. & Slaton, M. R. (2011b). Influence of invasive palms on terrestrial arthropod assemblages in desert spring habitat. *Biological Conservation* **144**: 518–525.

Huber, M. & Knutti, R. (2012). Anthropogenic and natural warming inferred from changes in Earth's energy balance. *Nature Geoscience* **5**: 31–36.

Joffre, R.; Agren, G. I.; Gillon, D. & Bosatta, E. (2001). Organic matter quality in ecological studies: theory meets experiment. *Oikos* **93**: 451–458.

Kazakis, G.; Ghosn, D.; Vogiatzakis, I. N. & Papanastasis, V. P. (2007). Vascular plant diversity and climate change in the alpine zone of the Lefka Ori, Crete. *Biodiversity and Conservation* **16**: 1603–1615.

Kennedy, K. A. & Addison, P. A. (1987). Some considerations for the use of visual estimates of plant cover in biomonitoring. *Journal of Ecology* **75**: 151–157.

Klanderud, K. & Birks, H. J. B. (2003). Recent increases in species richness and shifts in altitudinal distributions of Norwegian mountain plants. *The Holocene* **13**: 1–6.

Klimešová, J.; Doležal, J.; Dvorský, M.; de Bello, F. & Klimeš, L. (2011). Clonal growth forms in eastern Ladakh, western Himalayas: classification and habitat preferences. *Folia Geobotanica* **46**: 191–217.

Körner, C. (1994). Impact of atmospheric changes on high mountain vegetation. In: Beniston, M., ed. *Mountain environments in changing climates*, pp. 155–166. Routledge, Londres, Reino Unido.

Körner, C. (2002). Mountain biodiversity, its causes and function: an overview. In: Körner, C. & Spehn, E. M., eds. *Mountain biodiversity: a global assessment*, pp. 3–20. Parthenon Publishing, Londres, Reino Unido y Nueva York, EE.UU.

Körner, C. (2003). *Alpine plant life: functional plant ecology of high mountain ecosystems*. Springer, Berlín, Alemania.

Körner, C. (2012). *Alpine treelines—functional ecology of the global high elevation tree limits*. Springer, Basilea, Suiza.

Körner, C.; Paulsen, J. & Spehn, E. M. (2011). A definition of mountains and their bioclimatic belts for global comparisons of biodiversity data. *Alpine Botany* **121**: 73–78.

Körner, C. & Spehn, E. M. (2002). *Mountain biodiversity: a global assessment*. Parthenon Publishing, Londres, Reino Unido y Nueva York, EE.UU.

Kutsche, P. (1998). *Field ethnography: A manual for doing cultural anthropology*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, EE.UU.

Lamprecht, A. (2012). *Ethnobotanische Aspekte der Hochgebirgsflora der Ostalpen: Dokumentation der für Menschen nutzbaren Gefäßpflanzen in den* GLORIA-*Untersuchungsgebieten Hochschwab, Schrankogel und Latemar*. Diploma thesis, University of Viena, Austria.

Landolt, E.; Bäumler, B.; Erhardt, A.; Hegg, O.; Klötzli, F.; Lämmler, W.; Nobis, M.; Rudmann-Maurer, K.; Schweingruber, F. H.; Theurillat, J.-P.; Urmi, E.; Vust, M. & Wohlgemuth, T. (2010). *Flora indicativa: Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen / Ecological indicator values and biological attributes of the Flora of Switzerland and the Alps*. Haupt Verlag, Berna, Suiza.

Law, W. & Salick, J. (2005). Human-induced dwarfing of Himalayan snow lotus, *Saussurea laniceps* (Asteraceae). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **102**: 10218–10220.

Law, W. & Salick, J. (2007). Comparing conservation priorities for useful plants among botanists and tibetan doctors. *Biodiversity and Conservation* **16**: 1747–1759.

Legg, C. J. & Nagy, L. (2006). Why most conservation monitoring is, but need not be, a waste of time. *Journal of Environmental Management* **78**: 194–199.

Levy, E. B. & Madden, E. A. (1933). The point method of pasture analysis. *New Zealand Journal of Agriculture* **46**: 267–269.

Longley, P. A.; Goodchild, M. F.; Maguire, D. J. & Rhind, D. W. (2005). *Geographic information systems and science*. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, West Sussex, Reino Unido.

Ma, C.-L.; Moseley, R. K.; Chen, W.-Y. & Zhou, Z.-K. (2007). Plant diversity and priority conservation areas of Northwestern Yunnan, China. *Biodiversity and Conservation* **16**: 757–774.

Macleod, A.; Wratten, S. D. & Harwood, R. W. J. (1994). The efficiency of a new lightweight suction sampler for sampling aphids and their predators in arable land. *Annals of Applied Biology* **124**: 11–17.

Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, EE.UU.

Malanson, G. P.; Rose, J. P.; Schroeder, P. J. & Fagre, D. B. (2011). Contexts for change in alpine tundra. *Physical Geography* **32**: 97–113.

Mariotti, A.; Zeng, N.; Yoon, J. H.; Artale, V.; Navarra, A.; Alpert, P. & Li, L. Z. X. (2008). Mediterranean water cycle changes: transition to drier 21st century conditions in observations and CMIP3 simulations. *Environmental Research Letters* **3**: 1–8 (044001).

McCain, C. M. & Colwell, R. K. (2011). Assessing the threat to montane biodiversity from discordant shifts in temperature and precipitation in a changing climate. *Ecology Letters* **14**: 1236–1245.

Meese, R. J. & Tomich, P. A. (1992). Dots on the rocks: a comparison of percent cover estimation methods. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **165**: 59–73.

Meneses, R. I.; Yager, K.; Canqui, F. & Beck, S. (2010). Pastoralism of the high puna of Bolivia: local perceptions of climate change and the challenged of maintain tradition. *Global Change and the World's Mountains Conference*, Perth, Escocia, Reino Unido.

Michelsen, O.; Syverhuset, A. O.; Pedersen, B. & Holten, J. I. (2011). The impact of climate change on recent vegetation changes on Dovrefjell, Norway. *Diversity* **3**: 91–111.

Mikhailov, Y. (2009). Invertebrate monitoring at GLORIA target regions: The first results from the Urals and need for global networking. *Mountain Forum Bulletin Volume IX, Issue* **2**: 44-46.

Mills, M. H. & Schwartz, M. W. (2005). Rare plants at the extremes of distribution: broadly and narrowly distributed rare species. *Biodiversity and Conservation* **14**: 1401–1420.

Molau, U. & Mølgaard, P. (1996). *International Tundra Experiment, ITEX Manual, second edition*. Danish Polar Center, Copenhague, Dinamarca

Molinillo, M. & Monasterio, M. (1997). Pastoralism in paramo environments: Practices, forage, and impact on vegetation in the Cordillera of Merida, Venezuela. *Mountain Research and Development* **17**: 197–211.

Morris, W. F. & Doak, D. F. (1998). Life history of the long-lived gynodioecious cushion plant *Silene acaulis* (Caryophyllaceae), inferred from size-based population projection matrices. *American Journal of Botany* **85**: 784-793.

Muñiz, S.; Lacarta, J.; Pata, M. P.; Jiménez, J. J. & Navarro, E. (2014). Analysis of the diversity of substrate utilisation of soil bacteria exposed to Cd and earthworm engineering activity using generalised additive models. *Plos One* **9**: doi:10.1371/journal.pone.0085057.

Nagy, L. & Grabherr, G. (2009). *The biology of alpine habitats*. Oxford University Press, Oxford, Nueva York, EE.UU.

Nagy, L., Nagy, J., Legg, C.J., Sales, D.I. & Horsfield, D. (2002). Monitoring vegetation change caused by trampling: a study from the Cairngorms, Escocia, Reino Unido. *Botanical Journal of Scotland* **54**: 191–207.

Netting, R. M. (1981). *Balancing on an Alp: Ecological change & continuity in a Swiss mountain community*. Press Syndicate of the University of Cambridge, Cambridge, Nueva York, EE.UU y Melbourne, Australia.

Netting, R. M. (1990). Links and boundaries: Reconsidering the alpine village as ecosystem. In: Moran, E. F., ed. *The ecosystem approach*, pp. 229–245. University of Michigan Press, Ann Arbor, EE.UU.

New, T. R. (1998). *Invertebrate surveys for conservation*. Oxford University Press, Oxford.

Noroozi, J.; Pauli, H.; Grabherr, G. & Breckle, S.-W. (2011). The subnival-nival vascular plant species of Iran: a unique high-mountain flora and its threat from climate warming. *Biodiversity and Conservation* **20**: 1319–1338.

Ökoteam (2014). Gipfelfauna-Monitoring im Nationalpark Gesäuse. Monitoring der Gipfelfauna unter besonderer Berücksichtigung sensibler, gefährdeter und endemischer Spinnentier- und Insektentaxa. Unveröffentlichter Projektbericht im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH.

Parmesan, C. & Yohe, G. (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* **421**: 37–42.

Patty, L.; Halloy, S. R. P.; Hiltbrunner, E. & Körner, C. (2010). Biomass allocation in herbaceous plants under grazing impact in the high semi-arid Andes. *Flora (Jena)* **205**: 695–703.

Pauli, H.; Gottfried, M.; Dirnböck, T.; Dullinger, S. & Grabherr, G. (2003). Assessing the long-term dynamics of endemic plants at summit habitats. In: Nagy, L.; Grabherr, G.; Körner, C. & Thompson, D. B. A., eds. *Alpine biodiversity in Europe - a Europe-wide assessment of biological richness and change*, pp. 195–207. Springer, Berlín, Alemania.

Pauli, H.; Gottfried, M.; Dullinger, S.; Abdaladze, O.; Akhalkatsi, M.; Benito Alonso, J. L.; Coldea, G.; Dick, J.; Erschbamer, B.; Fernández Calzado, R.; Ghosn, D.; Holten, J. I.; Kanka, R.; Kazakis, G.; Kollár, J.; Larsson, P.; Moiseev, P.; Moiseev, D.; Molau, U.; Molero Mesa, J.; Nagy, L.; Pelino, G.; Puşcaş, M.; Rossi, G.; Stanisci, A.; Syverhuset, A. O.; Theurillat, J.-P.; Tomaselli, M.; Unterluggauer, P.; Villar, L.; Vittoz, P. & Grabherr, G. (2012). Recent plant diversity changes on Europe's mountain summits. *Science* **336**: 353-355.

Pauli, H.; Gottfried, M.; Hohenwallner, D.; Reiter, K.; Casale, R. & Grabherr, G. (2004). *The GLORIA field manual—Multi-Summit approach. 4th version*. European Commission DG Research, EUR 21213. Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburgo.

Pauli, H.; Gottfried, M.; Klettner, C.; Laimer, S. & Grabherr, G. (2009). A Global long-term

observation system for mountain biodiversity: lessons learned and upcoming challenges. In: Sharma, E., ed. *International Mountain Biodiversity Conference: Biodiversity conservation and management for enhanced ecosystem services - responding to the challenges of global change, 16–18 November 2008*, pp. 120–128. International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD), Kathmandú, Nepal.

Pauli, H.; Gottfried, M.; Lamprecht, A.; Niessner, S. & Grabherr, G. (2013). Protected areas and climate change impact research: roles, challenges, needs. In: Bauch, K., ed. *5th symposium for research in protected areas*, pp. 563–566. Salzburger Nationalparkfonds, Mittersill, Austria.

Pauli, H.; Gottfried, M.; Reiter, K.; Klettner, C. & Grabherr, G. (2007). Signals of range expansions and contractions of vascular plants in the high Alps: observations (1994–2004) at the GLORIA master site Schrankogel, Tyrol, Austria. *Global Change Biology* **13**: 147-156.

Pawłowsky, B. (1970). Remarques sur l'endémisme dans la flore des Alpes et des Carpates. *Vegetatio* **21**: 181–243.

Pearson Ralph, C. P. (1978). Observations on *Azorella compacta* (Umbelliferae), a tropical Andean cushion plant. *Biotropica* **10**: 62–67.

Pérez-Harguindeguy, N.; Díaz, S.; Garnier, E.; Lavorel, S.; Poorter, H.; Jaureguiberry, P.; Bret-Harte, M. S.; Cornwell, W. K.; Craine, J. M.; Gurvich, D. E.; Urcelay, C.; Veneklaas, E. J.; Reich, P. B.; Poorter, L.; Wright, I. J.; Ray, P.; Enrico, L.; Pausas, J. G.; de Vos, A. C.; Buchmann, N.; Funes, G.; Quétier, F.; Hodgson, J. G.; Thompson, K.; Morgan, H. D.; ter Steege, H.; van der Heijden, M. G. A.; Sack, L.; Blonder, B.; Poschlod, P.; Vaieretti, M. V.; Conti, G.; Staver, A. C.; Aquino, S. & Cornelissen, J. H. C. (2013). New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* **61**: 167–234.

Pesenko, Yu. A. (1982). Principy i metody kolichestvennogo analiza v faunisticheskih issledovaniyah [Principios y métodos de análisis cualitativo n investigaciones faunísticas]. *Nauka Publ., Moscú, Rusia* (en ruso).

Pickering, C.; Hill, W. & Green, K. (2008). Vascular plant diversity and climate change in the alpine zone of the Snowy Mountains, Australia. *Biodiversity and Conservation* **17**: 1627–1644.

Pohl, M.; Stroude, R.; Buttler, A. & Rixen, C. (2011). Functional traits and root morphology of alpine plants. *Annals of Botany* **108**: 537–545.

Price, M. F. & Barry, R. G. (1997). Climate change. In: Messerli, B. & Ives, J. D., eds. *Mountains of the world*, pp. 409–445. The Parthenon Publishing Group, Nueva York, EE.UU.

Price, M. F.; Byers, A. C.; Friend, D. A.; Kohler, T. & Price, L. W., eds. (2013). *Mountain geography: Physical and human dimensions*. University of California Press, Berkeley, CA, EE.UU.

Quézel, P. (1953). Contribution a l'étude phytosociologique et geobotanique de la Sierra Nevada. *Memórias da Sociedade Broteriana* **9**: 5–77.

Ramsay, P. M. & Oxley, E. R. B. (1997). The growth form composition of plant communities in the Ecuadorian paramos. *Plant Ecology* **131**: 173–192.

Randin, C. F.; Engler, R.; Normand, S.; Zappa, M.; Zimmermann, N. E.; Pearman, P. B.; Vittoz, P.; Thuiller, W. & Guisan, A. (2009). Climate change and plant distribution: local models predict high-elevation persistence. *Global Change Biology* **15**: 1557–1569.

Renkonen, O. (1938). Statisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. *Ann. Zool. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo* **6**: 1–231.

Rodríguez-Rodríguez, D. & Bomhard, B. (2012). Mapping direct human influence on the world's mountain areas. *Mountain Research and Development* **32**: 197–202.

Root, T. L.; Price, J. T.; Hall, K. R.; Schneider, S. H.; Rosenzweig, C. & Pounds, J. A. (2003). Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* **421**: 57–60.

Rosenzweig, C.; Karoly, D.; Vicarelli, M.; Neofotis, P.; Wu, Q. G.; Casassa, G.; Menzel, A.; Root, T. L.; Estrella, N.; Seguin, B.; Tryjanowski, P.; Liu, C. Z.; Rawlins, S. & Imeson, A. (2008). Attributing physical and biological impacts to anthropogenic climate change. *Nature* **453**: 353–358.

Sala, O. E.; Chapin III, F. S.; Armesto, J. J.; Berlow, E.; Bloomfield, J.; Dirzo, R.; Huber-Sannwald, E.; Huenneke, L. F.; Jackson, R. B.; Kinzig, A.; Leemans, R.; Lodge, D. M.; Mooney, H. A.; Oesterheld, M.; Poff, N. L.; Sykes, M. T.; Walker, B. H.; Walker, M. & Wall, D. H. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* **287**: 1770–1774.

Salick, J. (2012). Indigenous peoples conserving, managing, and creating biodiversity. In: Gepts, P.; Famula, T. R.; Bettinger, R. L.; Brush, S. B.; Damania, A. B.; McGuire, P. E. & Qualset, C. O., eds. *Biodiversity in agriculture: Domestication, evolution, and sustainability*, pp. 426-444. Cambridge University Press, Nueva York, EE.UU.

Salick, J.; Amend, A.; Anderson, D.; Hoffmeister, K.; Gunn, B. & Fang, Z. (2007). Tibetan sacred sites conserve old growth trees and cover in the eastern Himalayas. *Biodiversity and Conservation* **16**: 693–706.

Salick, J.; Anderson, D.; Woo, J.; Sherman, R.; Cili, N.; Ana & Dorje, S. (2004). Tibetan ethnobotany and gradient analyses: Menri (Medicine Mountains), eastern Himalayas. *Millenium ecosystem assessment*. Alejandría, Egipto.

Salick, J. & Byg, A. (2007). Indigenous peoples and climate change. *Environmental Change Institute, University of Oxford, Symposium report, 12–13 April 2007*. Tyndall Centre for Climate Change Research, Oxford, Reino Unido.

Salick, J.; Byg, A.; Amend, A.; Gunn, B.; Law, W. & Schmidt, H. (2006). Tibetan medicine plurality. *Economic Botany* **60**: 227–253.

Salick, J.; Byg, A. & Bauer, K. (2012). Contemporary Tibetan cosmology of climate change. *Journal for the Study of Religion, Nature and Culture* **6**: 447–476.

Salick, J.; Fang, Z. & Byg, A. (2009). Eastern Himalayan alpine plant ecology, Tibetan ethnobotany, and climate change. *Global Environmental Change—Human and Policy Dimensions* **19**: 147–155.

Salick, J. & Moseley, R. K. (2012). *Khawa Karpo: Tibetan traditional knowledge and biodiversity conservation.* Misuri Botanical Garden Press, St. Louis.

Salick, J. & Ross, N. (2009). Traditional peoples and climate change: Introduction. *Special Issue: Global Environmental Change—Human and Policy Dimensions* **19**: 137–139.

Salick, J.; Yang, Y. P. & Amend, A. (2005). Tibetan land use and change near Khawa Karpo, eastern Himalayas. *Economic Botany* **59**: 312–325.

Sauer, C. (1929). The morphology of landscape. *University of California Publications in Geography II (1919–1929)* **2**: 19–53.

Scherrer, D. & Körner, C. (2010). Infra-red thermometry of alpine landscapes challenges climatic warming projections. *Global Change Biology* **16**: 2602–2613.

Scholes, R. J.; Mace, G. M.; Turner, W.; Geller, G. N.; Jürgens, N.; Larigauderie, A.; Muchoney, D.; Walther, B. A. & Mooney, H. A. (2008). Ecology—Toward a global biodiversity observing system. *Science* **321**: 1044–1045.

Scott, D. (1965). A height frequency method for sampling tussock and shrub vegetation. *New Zealand Journal of Botany* **3**: 253–260.

Seimon, T. A.; Seimon, A.; Daszak, P.; Halloy, S. R. P.; Schloegel, L. M.; Aguilar, C. A.; Sowell, P.; Hyatt, A. D.; Konecky, B. & Simmons, J. E. (2007). Upward range extension of Andean anurans and chytridiomycosis to extreme elevations in response to tropical deglaciation. *Global Change Biology* **13**: 288–299.

Seimon, A.; Yager, K.; Seimon, T.; Schmidt, S.; Grau, A.; Beck, S.; García, C.; Tupayachi, A.; Sowell, P.; Touval, J. & Halloy, S. (2009). Changes in biodiversity patterns in the high Andes – understanding the consequences and seeking adaption to global change. *Mountain Forum Bulletin* **4**: 25–27.

Sklenář, P.; Hedberg, I. & Cleef, A. M. (2013). Island biogeography of tropical alpine floras. *Journal of Biogeography* **41**: 287–297.

Solomon, S.; Qin, D.; Manning, M.; Chen, Z.; Marquis, M.; Averyt, K. B.; Tignor, M. & Miller, H. L., eds. (2007). *Climate change 2007—The physical science basis. Contribution of working group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, Nueva York, EE.UU.

Sorrells, L. & Glenn, S. (1991). Review of sampling techniques used in studies of grassland plant communities. *Proc. Oklahoma Acad. Sci.* **71**: 43–45.

Southwood, T. R. E. & Henderson, P. A. (2000). *Ecological Methods*. Wiley-Blackwell, Oxford.

Spehn, E. (2011). Mountain Biodiversity—Effects of climate change and how to manage them. *Sustainable Mountain Development, ICIMOD periodical 60*, pp. 40–43. ICIMOD, Kathmandú, Nepal.

Spehn, E.; Liberman, M. & Körner, C., eds. (2006). *Land use change and mountain biodiversity*. CRC Press, Taylor and Francis Group.

Stanisci, A.; Carranza, M. L.; Pelino, G. & Chiarucci, A. (2011). Assessing the diversity pattern of cryophilous plant species in high elevation habitats. *Plant Ecology* **212**: 595–600.

Stöckli, V.; Wipf, S.; Nilsson, C. & Rixen, C. (2012). Using historical plant surveys to track biodiversity on mountain summits. *Plant Ecology and Diversity* **4**: 115–125.

Stöcklin, J. (1992). Environment, morphology and growth of clonal plants—an overview. *Botanica Helvetica* **102**: 3–21.

Sykes, J. M.; Horrill, A. D. & Mountford, M. D. (1983). Use of visual cover assessments as quantitative estimators of some British woodland taxa. *Journal of Ecology* **71**: 437-450.

Theurillat, J.-P. (1995). Climate change and the alpine flora: some perspectives. In: Guisan, A.; Holten, J. I.; Spichiger, R. & Tessier , L., eds. *Potential ecological impacts of climate change in the Alps and Fennoscandian mountains*, pp. 121–127. Conserv. Jard. Bot., Ginebra, Suiza.

Thomas, R. B. & Winterhalder, B. P. (1976). Physical and biotic environment of southern highland Peru. In: Baker, P. T. & Little, M. A., eds. *Man in the Andes: A multidisciplinary study of high-altitude Quechua*, pp. 21–59. Dowden, Hutchison & Ross, Inc., Estrasburgo, Francia.

Thuiller, W.; Lavorel, S.; Araujo, M. B.; Sykes, M. T. & Prentice, I. C. (2005). Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **102**: 8245-8250.

Tovar, C.; Arnillas, C. A.; Cuesta, F. & Buytaert, W. (2013). Diverging responses of tropical Andean biomes under future climate conditions. *Plos One* **8**: 1–12 (e63634).

Troll, C. (1966). *Ökologische Landschaftsforschung und vergleichende Hochgebirgsforschung.* Erdkundliches Wissen – Schriftenreihe für Forschung und Praxis. Franz Steiner Verlag, Wiesbaden, Alemania.

Ulloa, D. & Yager, K. (2007). Memorias del taller: "Cambio climático: percepción local y adaptaciones en el Parque Nacional Sajama". p. 42. Comunidad de Sajama, Lagunas, Caripe, Manasaya y Papelpampa, Sajama, Bolivia.

UNEP-CBD (2012). Report of the eleventh meeting of the conference of the parties to the convention on biological diversity. *Convention on Biological Diversity, UNEP/CBD/COP/11/35*. Hyderabad, India.

Van de Ven, C. M.; Weiss, S. B. & Ernst, W. G. (2007). Plant species distributions under present conditions and forecasted for warmer climates in an arid mountain range. *Earth Interactions* **11**: 1–33.

Vanha-Majamaa, I.; Salemaa, M.; Tuominen, S. & Mikkola, K. (2000). Digitized photographs in vegetation analysis – a comparison of cover estimates. *Applied Vegetation Science* **3**: 89–94.

Venn, S. E.; Green, K.; Pickering, C. M. & Morgan, J. W. (2011). Using plant functional traits to explain community composition across a strong environmental filter in Australian alpine snowpatches. *Plant Ecology* **212**: 1491-1499.

Venn, S.; Pickering, C. & Green, K. (2012). Short-term variation in species richness across an altitudinal gradient of alpine summits. *Biodiversity and Conservation* **21**: 3157-3186.

Venn, S.; Pickering, C. & Green, K. (2014). Spatial and temporal functional changes in alpine summit vegetation are driven by increases in shrubs and graminoids. *AoB plants* **6**: doi:10.1093/aobpla/plu1008.

Villar, L. & Benito Alonso, J.L. (2003). Pastoreo y excrementos en el piso alpino del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. In: Robles, A.B., M.E. Ramos, M.C. Morales, E. Simón, J.L. González Rebollar & J. Boza (eds.). *Pastos, desarrollo y conservación*. Pp. 507-511. Sociedad Española para el Estudio de Pastos y Consejería de Agricultura y Pesca (Junta de Andalucía), Granada, España.

Villar, L. & Benito Alonso, J.L. (2003). La flora alpina y el cambio climático: el caso del Pirineo central (Proyecto GLORIA-Europe). In: AEET (Ed.) *España ante los compromisos del Protocolo de Kyoto: Sistemas Naturales y Cambio Climático*. Pp. 92-105. VII Congreso Nacional de la Asociación Española de Ecología Terrestre, Barcelona, España.

Vittoz, P.; Camenisch, M.; Mayor, R.; Miserere, L.; Vust, M. & Theurillat, J.-P. (2010). Subalpine-nival gradient of species richness for vascular plants, bryophytes and lichens in the Swiss Inner Alps. *Botanica Helvetica* **120**: 139–149.

Vittoz, P.; Dussex, N.; Wassef, J. & Guisan, A. (2009). Diaspore traits discriminate good from weak colonisers on high-elevation summits. *Basic and Applied Ecology* **10**: 508–515.

Vittoz, P. & Guisan, A. (2007). How reliable is the monitoring of permanent vegetation plots? A test with multiple observers. *Journal of Vegetation Science* **18**: 413-422.

Vuille, M.; Francou, B.; Wagnon, P.; Juen, I.; Kaser, G.; Mark, B. G. & Bradley, R. S. (2008). Climate change and tropical Andean glaciers: Past, present and future. *Earth-Science Reviews* **89**: 79–96.

Walter, H. (1985). *Vegetation of the earth and ecological systems of the geo-biosphere*. Springer, Berlín, Alemania.

Walter, H. & Breckle, S. W. (2002). *Walter's vegetation of the Earth: The ecological systems of the geo-biosphere*. Springer, Berlín, Alemania.

Walther, G.-R.; Beissner, S. & Burga, C. A. (2005). Trends in upward shift of alpine plants. *Journal of Vegetation Science* **16**: 541–548.

Walther, G. R.; Post, E.; Convey, P.; Menzel, A.; Parmesan, C.; Beebee, T. J. C.; Fromentin, J. M.; Hoegh-Guldberg, O. & Bairlein, F. (2002). Ecological responses to recent climate change. *Nature* **416**: 389–395.

Wardle, D. A.; Walker, L. R. & Bardgett, R. D. (2004). Ecosystem properties and forest decline in contrasting long-term chronosequences. *Science* **305**: 509–513.

Wipf, S.; Stöckli, V.; Herz, K. & Rixen, C. (2013). The oldest monitoring site of the Alps revisited: accelerated increase in plant species richness on Piz Linard summit since 1835. *Plant Ecology and Diversity* **6**: 447–455.

Wundram, D.; Pape, R. & Löffler, J. (2010). Alpine soil temperature variability at multiple scales. *Arctic Antarctic and Alpine Research* **42**: 117–128.

Yager, K. A. (2009). *A herder's landscape: Deglaciation, desiccation and managing green pastures in the Andean puna*. Yale University, New Haven, EE.UU.

Yager, K.; Resnikowski, H. & Halloy, S. (2008a). Grazing and climatic variability in Sajama National Park, Bolivia. *Pirineos* **163**: 97–109.

Yager, K.; Ulloa, D. & Halloy, S. (2008b). Conducting an interdisciplinary workshop on climate change: facilitating awareness and adaptation in Sajama National Park, Bolivia. In: Mannke, F. & Filho, W. L., eds. *Interdisciplinary aspects of climate change*, pp. 327–342. University of Applied Sciences, Hamburgo, Alemania.

MANUAL PARA EL TRABAJO DE CAMPO DEL PROYECTO GLORIA

ANEXO I: MATERIALES NECESARIOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LAS PARCELAS Y PARA LA TOMA DE DATOS

Lista de materiales y utensilios **118**

Fig. AI.1 Confección de la m*alla o enrejado de 3×3 m* para las parcelas de muestreo **119**

Fig. AI.2 Confección del *marco de 1 m²* con malla para el *muestreo de la frecuencia* **120**

Fig. AI.3 Plantillas para la estimación de la cobertura o recubrimiento **121**

LISTA DE MATERIALES Y UTENSILIOS

Para situar con precisión las parcelas y los vértices o esquinas del *área cimera*

- una *brújula* (recomendamos el modelo Suunto KB-14/360)
- antes de comenzar los trabajos de campo, compruebe la *declinación magnética* de su *zona piloto*
- un *clinómetro* (recomendamos el modelo Suunto PM-5/360PC)
- dos rollos de *cinta métrica flexible* de 50 m
- dos *cintas métricas* de 3 m.

Además, opcionalmente:

- altímetro
- instrumento GPS con precisión inferior al metro
- para los *cuadrados de 10×10 m* complementarios se necesitarán más *cintas métricas flexibles*: un rollo de 50 m (para su delimitación) y otro de al menos 10 m (para el *muestreo por línea de puntos*).

Para delimitar los *cuadrados de 1 m²*

- cuatro *mallas de 3×3 m* divididas en *cuadrados de 1×1m* (por cada *zona piloto*; véase Fig. AI.1 en el Anexo I)
- un centenar de clavos de 10 cm de longitud
- un rollo pequeño de alambre delgado
- cinta adhesiva para reparar las mallas.

Para delimitar las *secciones del área cimera*

- dos rollos de cuerda fina, de unos 500 m de longitud cada uno (si las cimas son muy prominentes pueden ser más cortos)
- cuatro rollos del mismo tipo de cuerda, de unos 100 m cada uno (si las cimas son muy prominentes pueden ser más cortos). El color de la cuerda debe contrastar con el sustrato, por ejemplo blanco o amarillo; compruebe que las cuerdas vayan en carretes fáciles de enrollar.

Para el señalamiento permanente de las parcelas

- unos 80 tubos de aluminio para cada cima (de 0,8 a 1 cm de diámetro, en varias longitudes comprendidas entre 10 y 25 cm) o de otro material apropiado
- pintura duradera blanca, amarilla o roja, como alternativa a los tubos de aluminio allí donde éstos no se pueden colocar
- un cincel pequeño (o un cortafrío) y un martillo.

Para la documentación fotográfica

- una cámara digital de alta resolución con gran angular y una distancia focal mínima de entre 11 y 22 mm
- tarjetas de memoria (por ejemplo tarjetas SD) y baterías de repuesto para la cámara
- una pizarra pequeña de fondo oscuro (de 15×20 cm, por ejemplo)
- tiza y borrador, es decir, algo que permita limpiar la pizarra
- un bastón o barra (de 1,5 a 2 m) para señalar diferentes puntos en las fotos.

Para la toma de datos

- formularios al efecto en número suficiente (véase Anexo II). El número mínimo para una campaña de una zona piloto es: 1× ***Formulario 0***, 4× ***Formulario 1***, 64× ***Formulario 2***, 32× ***Formulario 3,*** 4× ***Formulario 4.*** (Si se aplican métodos opcionales añádanse los siguientes: 64× ***Formulario 5-S***, 16× ***Formulario 6-S***); recuerde llevar formularios sobrantes de repuesto.
- material de escritura (incluyendo lápices por si llueve)
- brújula (la indicada más arriba)
- clinómetro (el indicado más arriba)
- plantillas transparentes para la estimación de la cobertura (véase Fig. AI.3a & b en Anexo I)
- *marcos* (de madera o aluminio) *de 1×1 m* con malla para el *muestreo de puntos* (véase Fig. AI.2 en este mismo Anexo I); si se aplica el *método de recuentos de frecuencia* necesitará un *marco de 1 m²* con malla para el *recuento de frecuencias* (Fig. 5.1) en las subparcelas
- varilla o aguja de 2 mm de diámetro para los *muestreos de puntos*, por ejemplo una aguja de punto.

Para las medidas de temperatura

- 16 *termómetros automáticos* en miniatura (cuatro por cima); recomendamos la marca GeoPrecision modelo M-Log 5W Minilogger con acceso inalámbrico para la transferencia de datos (véase capítulo 4.3.2).
- una azadilla o una pala pequeña para poder excavar y enterrar los *termómetros*.
- rotuladores de tinta indeleble (para marcar los instrumentos registradores con su código)
- cinta adhesiva (para proteger los instrumentos registradores)
- ordenador portátil de pequeño tamaño, tipo *notebook*, con una batería de repuesto, para comprobar el funcionamiento de termómetros ya instalados; antena o cables necesarios (según modelo) para descargar los datos.

Paso 1. Prepare 8 piezas de cinta métrica flexible de 4 m de longitud. Se pueden obtener de una cinta métrica de 50 m, cortando el primer segmento en la marca de los 3,5 m el segundo en los 7,5 m, etc.

Paso 2. En cada una de las 8 cintas perfórese un orificio de 4 mm de diámetro en el centro (= 4 agujeros por cinta).

Paso 3. Con las 8 cintas se monta la malla de 3×3 m uniendo las intersecciones de las dos cintas (fila/columna) con remaches de 4 mm de diámetro, dando como resultado un marco enrejado de 3×3 m con celdas de 1×1 m.
Téngase en cuenta que la superficie de cada celda es algo menor de 1m² debido a la anchura de la cinta métrica. Aceptamos esta mínima reducción del área debido a que presenta dos ventajas:

(1) la construcción del enrejado con cinta métrica es mucho menos complicada porque no es necesario medir la distancia pues ya viene en la cinta;

(2) en la delimitación del cuadrante, la escala de muestreo es exactamente la misma entre cada marca de un metro; esto es útil para la estimación de la cubierta. Cada cinta sobresale 50 cm por cada lado del área de la cuadrícula de 3×3 m. Esto es útil para la fijación de la rejilla en el campo.

Una vez finalizado el Trabajo de campo, quitaremos las mallas de muestreo.
Se construirán cuatro mallas de 3×3 m, por *zona piloto* una por cada orientación.

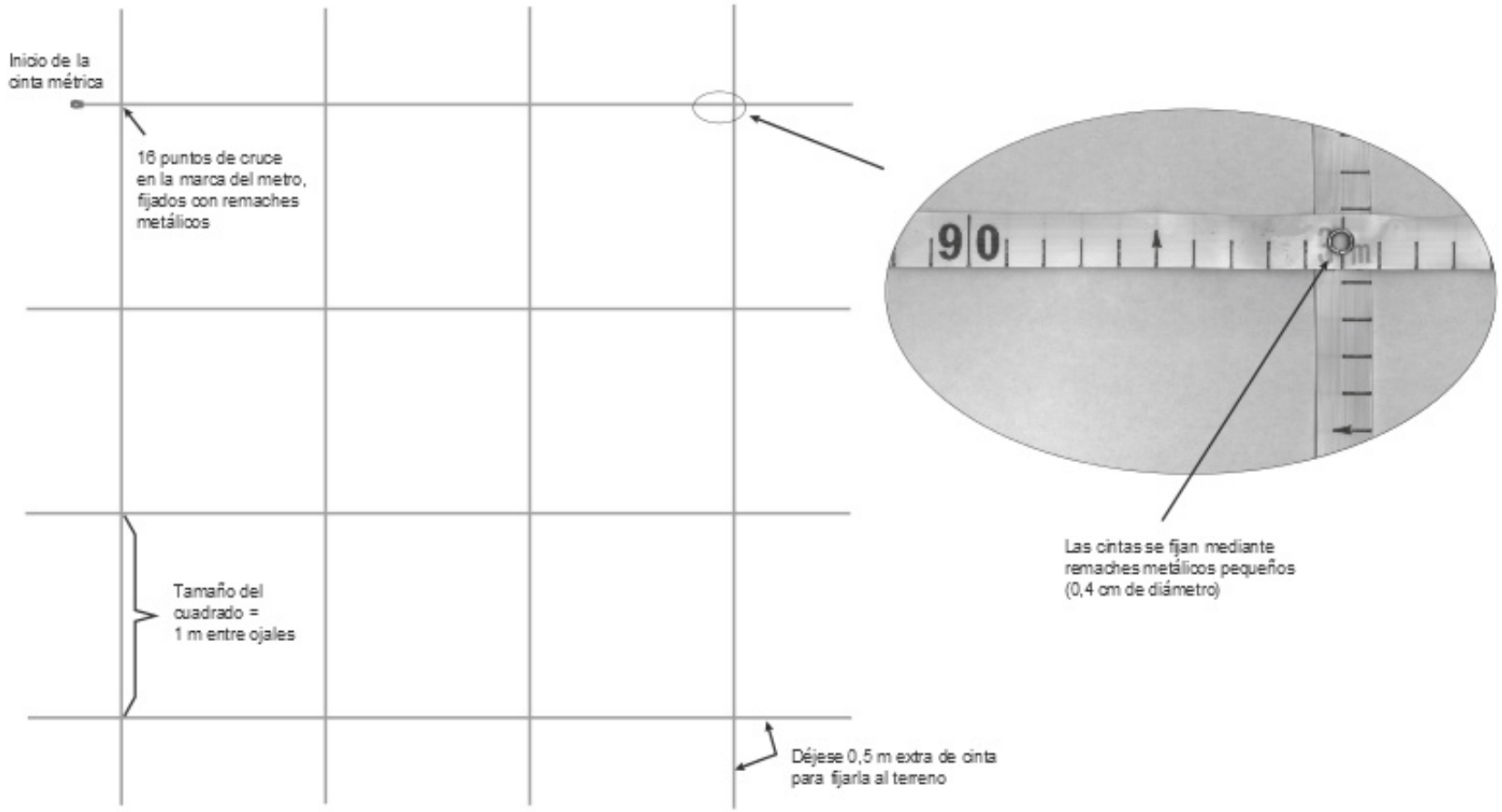
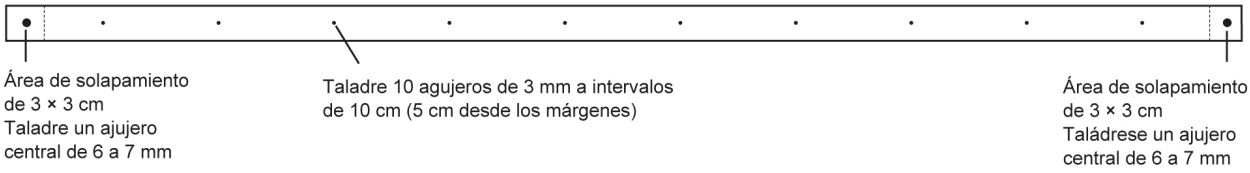
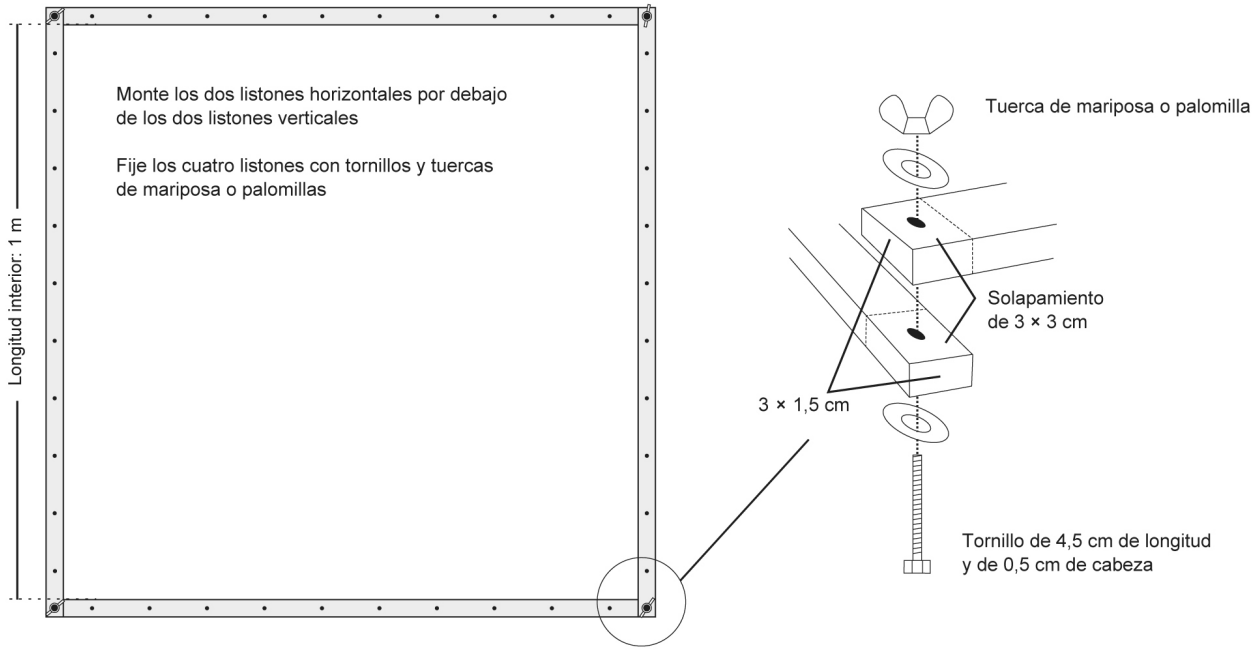


Fig. AI.1 Construcción de las *mallas de 3×3 m*.

Paso 1. Para la construcción del marco necesitaremos 4 listones de madera iguales de 3 cm × 1,5 cm y 106 cm de longitud



Paso 2. Fije los cuatro listones:



Paso 3. Coloque y tense las cuerdas

a) Para formar las columnas, debe alinear y tensar la cuerda en la listón superior

b) Para formar las filas, debe alinear y tensar la cuerda en la listón inferior, cruzándola con la cuerda de las columnas

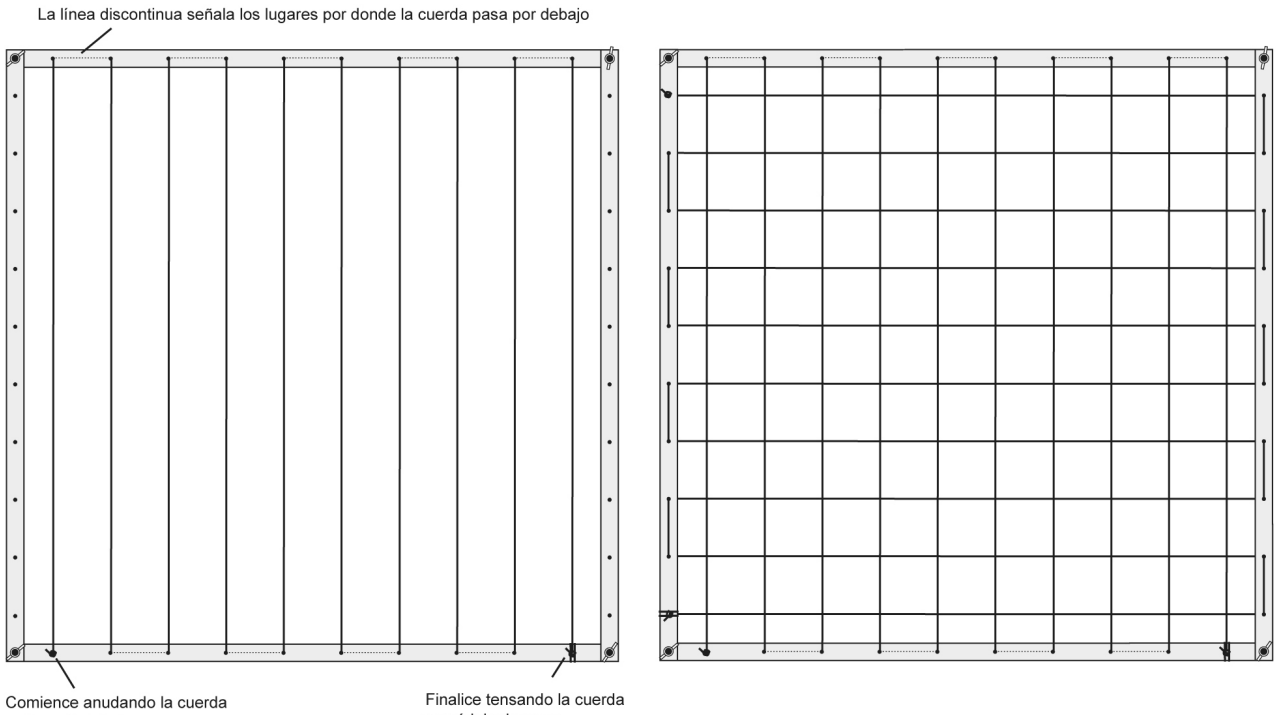


Fig. AI.2 **Confección del *marco de 1×1 m* con malla de cuerda fina para los muestreos de puntos.**

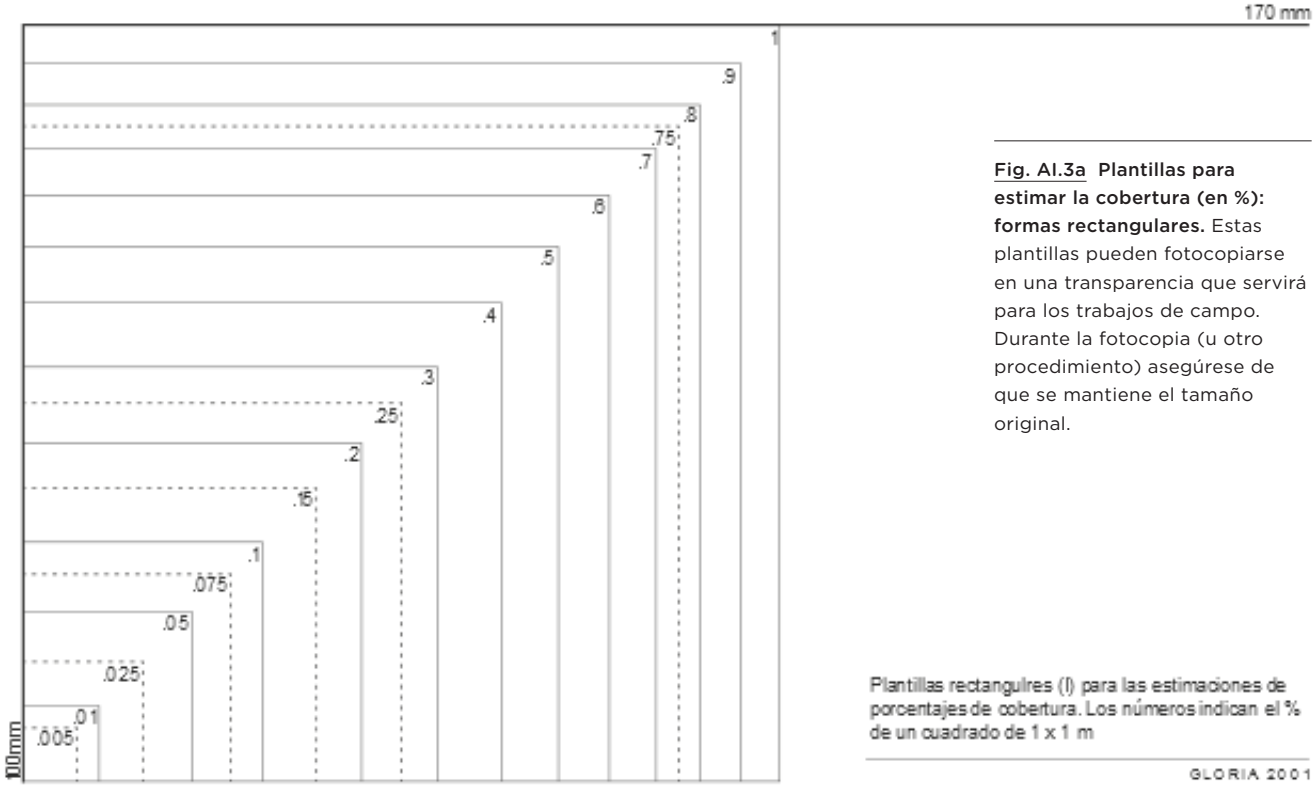
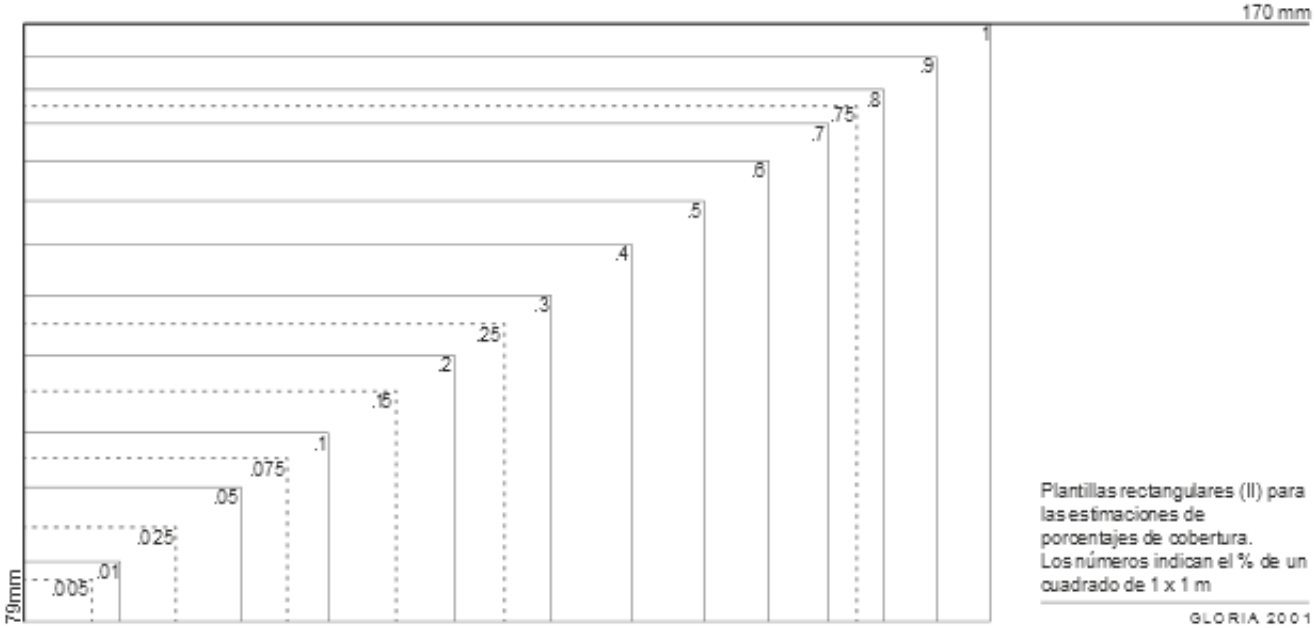


Fig. AI.3a Plantillas para estimar la cobertura (en %): formas rectangulares. Estas plantillas pueden fotocopiarse en una transparencia que servirá para los trabajos de campo. Durante la fotocopia (u otro procedimiento) asegúrese de que se mantiene el tamaño original.

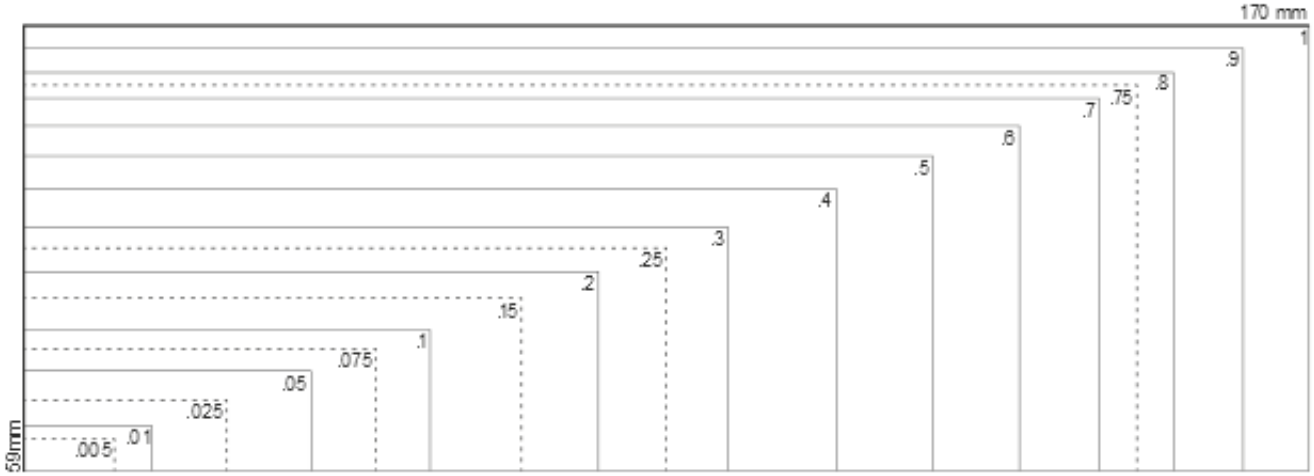
Plantillas rectangulres (I) para las estimaciones de porcentajes de cobertura. Los números indican el % de un cuadrado de 1 x 1 m

GLORIA 2001



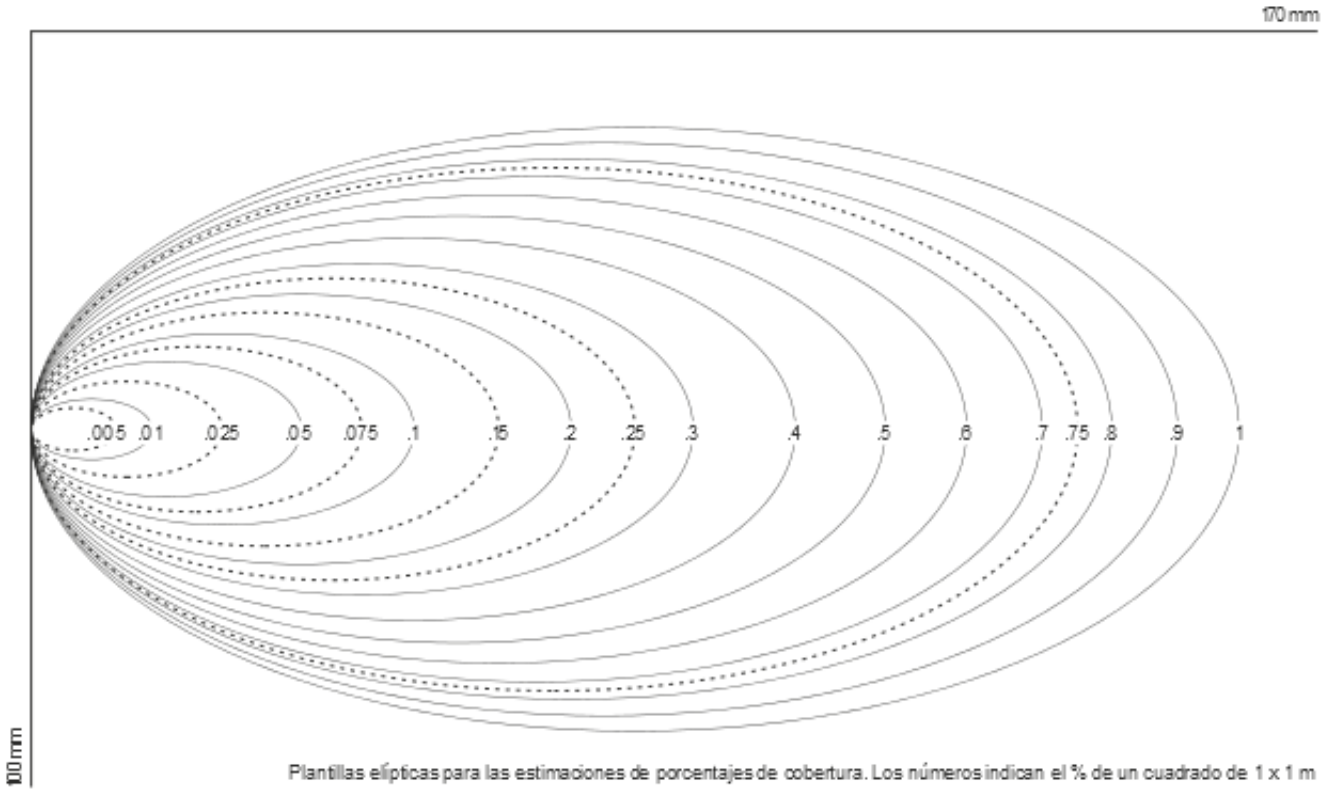
Plantillas rectangulares (II) para las estimaciones de porcentajes de cobertura. Los números indican el % de un cuadrado de 1 x 1 m

GLORIA 2001



Plantillas rectangulares (III) para las estimaciones de porcentajes de cobertura. Los números indican el % de un cuadrado de 1 x 1 m

GLORIA 2001



Plantillas elípticas para las estimaciones de porcentajes de cobertura. Los números indican el % de un cuadrado de 1 x 1 m

GLORIA 2001

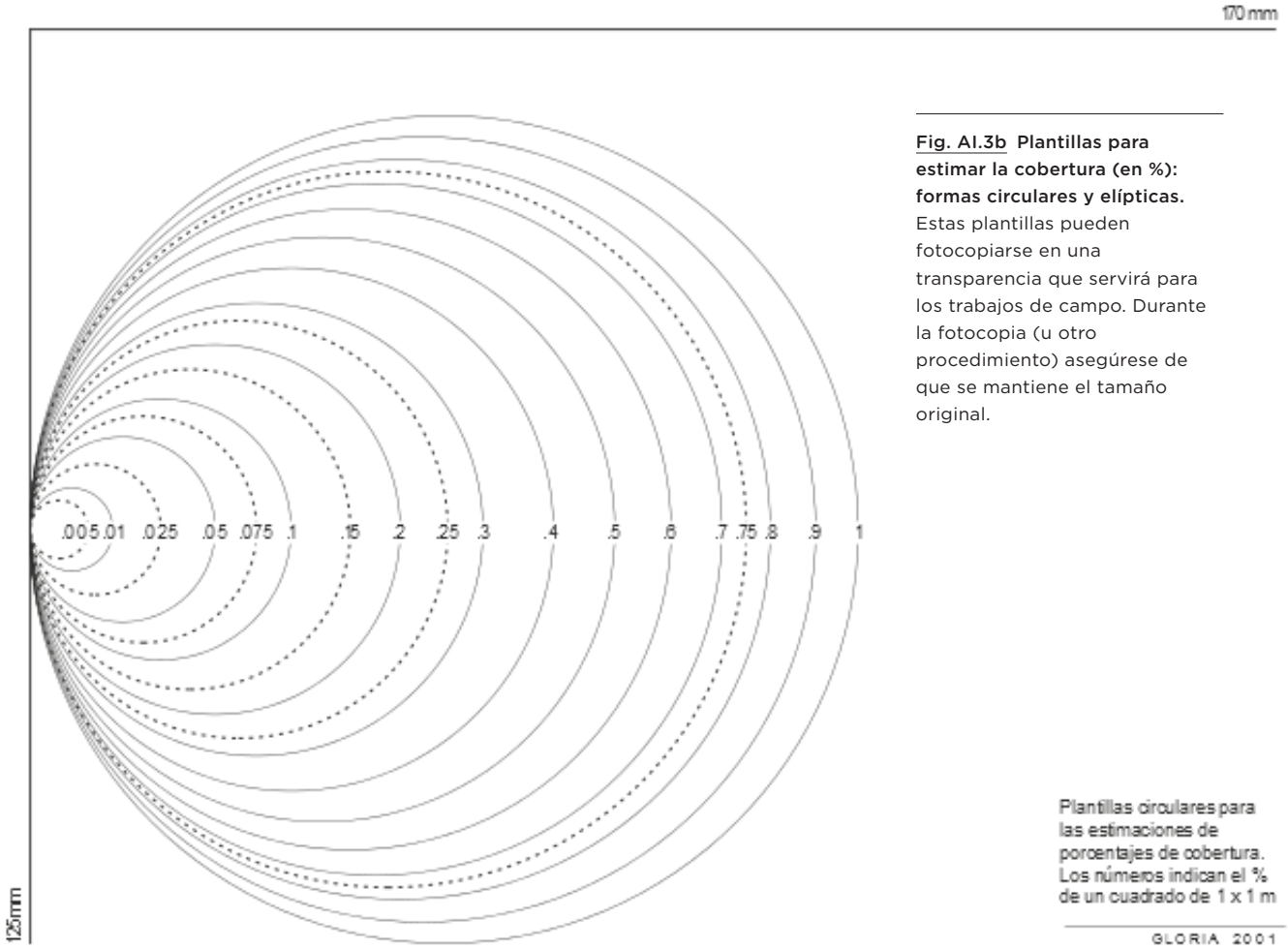


Fig. AI.3b **Plantillas para estimar la cobertura (en %): formas circulares y elípticas.** Estas plantillas pueden fotocopiarse en una transparencia que servirá para los trabajos de campo. Durante la fotocopia (u otro procedimiento) asegúrese de que se mantiene el tamaño original.

Plantillas circulares para las estimaciones de porcentajes de cobertura. Los números indican el % de un cuadrado de 1 x 1 m

GLORIA 2001

MANUAL PARA EL TRABAJO DE CAMPO DEL PROYECTO GLORIA

ANEXO II: FORMULARIOS PARA LA TOMA DE DATOS

PARTE 1: FORMULARIOS

FORMULARIOS PARA EL MUESTREO ESTÁNDAR

Formulario 0 ..... Formulario para la Zona Piloto **124**
Formulario 1 ..... Protocolo de medidas **125**
Formulario 2 ..... Cuadrados de 1×1 m (con notas aparte*) **126**
Formulario 3 ..... Secciones del área cimera (con notas aparte*) **128**
Formulario 4 ..... Termómetros automáticos (con notas aparte*) **130**

FORMULARIOS PARA MUESTREOS COMPLEMENTARIOS

Formulario 5-S ..... Recuentos de frecuencia en cuadrados de 1 m^2 **132**
Formulario 6-S ..... Cuadrados de 10×10 m (con notas aparte*) **133**

* Las páginas de notas pueden ser impresas en la cara trasera del formulario.

Formulario 0 Zona piloto

Código de país[1]: Código de zona piloto[1]:	Fecha:	Investigadores:

Comentarios líneas de delimitación [3]:

Límites altitudinales de los principales pisos la vegetación (en metros):

Límite potencial bosque natural[2]: Límite actual del bosque [2]:	Límite potencial árboles[2]: Límite actual árboles [2]:	Ecotono alpino-nival [2]:

Sustrato geológico predominante y pH aprox. del suelo en las cimas de la ZP[4]:	Descripción corta de la zona piloto, hacienda hincapié en los usos del suelo históricos y actuales [5]:

CIMAS	Código de la cima[1]	Nombre de la cima	Altitud (m s.n.m.)	Piso de vegetación o ecotono[6]	Comentario sobre la situación de la cima [7]
SUPERIOR					
INFERIOR					

[1] Véase el Recuadro 6.1 para la codificación. [2] Anote la altitud aproximada en metros (sobre el nivel del mar) para indicar el límite promedio de los pisos de vegetación en su zona piloto; el límite superior del bosque (o de la vegetación arbórea) se define como la línea donde finaliza el bosque denso; el límite superior de los árboles se sitúa allí donde aparecen árboles ralos de más de 3 m de altos; el ecotono alpino-nival es la zona de transición entre los pisos alpino superior y nival (haga una estimación de la altitud del límite superior del piso alpino, allí donde termina la vegetación densa; en muchas áreas montañosas esta línea puede coincidir con el límite del permafrost). [3] Cuando sea necesario puede anotar comentarios sobre los límites altitudinales, por ejemplo, desviaciones de la altitud media; si alguno de los límites no se da en su zona piloto se puede indicar las razones de su ausencia. [4] Naturaleza geológica de las cimas de su zona piloto, que debe ser homogénea en las cuatro cimas (por la influencia de la roca madre en la composición de las especies); además, haga una estimación del pH del suelo (por ejemplo, ácido: <4,5; intermedio: de 4,05 a 6,05; neutro / básico-alcalino:> 6,5). [5] Si la situación no es prístina o natural, indique qué usos del suelo tienen o han tenido un impacto en la vegetación actual. [6] Sólo se pueden escoger las siguientes entradas: ecotono del límite superior de los árboles; alpino inferior; ecotono alpino inferior/ superior; alpino superior; ecotono alpino-nival; nival. [7] Comente la situación de la cima si algún piso de vegetación o ecotono no es aplicable y describa las desviaciones. Comente cualquier otra desviación respecto a una cima estándar "ideal" (consúltese con el capítulo 2.2 en el manual de campo). [8] Si fuera necesario, utilice formularios adicionales. Indique en este cuadro el número de hojas adicionales (por ejemplo, 1 de 2, 2 de 2, etc.).

Formulario 1 Protocolo de medidas

Código de país[1]:	Fecha:	Punto culminante (HSP)[3] Fotografía[8] ☐
Código de la zona piloto[1]:	Investigadores:	Altitud (m):
Código de la cima[1]		Coordenadas geográficas (gra/min/sec) long.: lat.:
Nombre de la cima[2]:		

Declinación magnética (°) para las medidas con la brújula[4]:

CUADRADOS y PUNTOS DE 10 m

	Punto[5]		Distancia (m)[6]	Dirección de la brújula (°)[7]	Fotografía[8]	
NORTE	p5m-N11	☐			☐ Cuadrado N11	☐ Malla de 3×3m Vista general
	p5m-N31	☐			☐ Cuadrado N31	
	p-N33				☐ Cuadrado N33	
	p-N13				☐ Cuadrado N13	
	p10m-N				☐ Punto de 10 m	
ESTE	p5m-E11	☐			☐ Cuadrado E11	☐ Malla de 3×3m Vista general
	p5m-E31	☐			☐ Cuadrado E31	
	p-E33				☐ Cuadrado E33	
	p-E13				☐ Cuadrado E13	
	p10m-E				☐ Punto de 10 m	
SUR	p5m-S11	☐			☐ Cuadrado S11	☐ Malla de 3×3m Vista general
	p5m-S31	☐			☐ Cuadrado S31	
	p-S33				☐ Cuadrado S33	
	p-S13				☐ Cuadrado S13	
	p10m-S				☐ Punto de 10 m	
OESTE	p5m-W11	☐			☐ Cuadrado W11	☐ Malla de 3×3m Vista general
	p5m-W31	☐			☐ Cuadrado W31	
	p-W33				☐ Cuadrado W33	
	p-W13				☐ Cuadrado W13	
	p10m-W				☐ Punto de 10 m	

LÍNEAS DE INTERSECCIÓN

Punto	Dist. (m)[6]	Brújula dir. (°)[7]	Foto[8]
pNE-5			☐
pNE-10			☐
pSE-5			☐
pSE-10			☐

Punto.	Dist. (m)[6]	Brújula dir. (°)[7]	Foto[8]
pSW-5			☐
pSW-10			☐
pNW-5			☐
pNW-10			☐

COMENTARIOS:

Foto de la cima completa[8] ☐

Si fuera necesario, use hojas extras para ampliar los comentarios. Indique el número de hojas extra usadas: ☐

Notas

1 Véase el Recuadro 6.1 para la codificación. Nombre de la cima. El HSP es el punto culminante situado más o menos en el centro del área cimera (deben ignorarse aquellos afloramientos rocosos más altos pero que no se centran en el área cimera). Es el ángulo (con su signo correcto) que forman el Polo Norte geográfico y el magnético (por ejemplo, -6 para una declinación magnética de 6° W; 10 para 10°E; véase el recuadro 3.1). Marque la casilla correspondiente a la línea principal de medida donde se encuentre situado el cuadrado (por ejemplo, p5m-N11 o bien p5m-N31, ambas no son posibles; véase la figura 3.2). Es la longitud en metros (con dos decimales), medida en línea recta desde el HSP al punto de medida; en todas las mediciones mantenga tensa la cinta métrica (véase el recuadro 3.3). 2 Dirección en grados (escala de 360°; véase Recuadro 3.1) medida con la brújula desde el HSP al punto de medida. Atención, escriba siempre la dirección en grados que indica la brújula magnética. 3 Marque la casilla "Fotografía" una vez haya tomado las fotos para asegurarse de que la documentación fotográfica esté completa (véase sección 4.4 para más detalles).

Formulario 2 Cuadrado de 1 m²

Código de país[1]:		Fecha:	Exposición:[2]
Código de zona piloto[1]:		Hora inicio muestreo: hasta:	
Código de cima[1]:		Investigadores:	Inclinación (°):[3]
Código de cuadrado[1]:			

Cobertura por tipos de superficie (%)[4]

		Contactos[9]	Total[10]
Plantas vasculares			
Roca			
Piedra suelta/glera			
Líquenes en el suelo no cubiertos por pl. vasc.			
Briófitos en el suelo no cubiertos por pl. vasc.			
Suelo desnudo			
Hojarasca			
	100%		

Comentarios generales en el cuadrado:

Subtipos en % de tipos de cobertura[5]

Líquenes bajo plantas vasculares		Briófitos bajo plantas vasculares	
Líquenes sobre roca		Briófitos sobre roca	
Líquenes sobre piedra suelta/glera		Briófitos sobre piedra suelta/glera	

Cobertura de las plantas vasculares (%)[6]

	Especies	cf.[7]	% cobertura[6]	Contactos[9]	Total[10]
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					

Suma de coberturas[8]:	
Número total de especies de plantas vasculares:	

Indique si ha usado más hojas (p. ej.: 1/2, 2/2, etc.)

Véanse notas aclaratorias detrás

NOTAS DEL FORMULARIO 2: CUADRADO DE 1 m²

1. Véase el Recuadro 6.1 para la codificación.
2. Exposición promedio del cuadrado (N, NE, E, SE, S, SO, O, NO).
3. Pendiente media del cuadrado (en grados, escala de 360°).
4. Cobertura en proyección vertical (perpendicular a la pendiente) de cada uno de los tipos de superficie; todos juntos deben sumar 100% (para las definiciones de tipos de superficie, véase 4.1.1). La cobertura de los tipos de superficie se obtiene, bien por estimación visual, bien por muestreo de puntos.
5. La cobertura de cada subtipo se calcula como un porcentaje del respectivo tipo de superficie sobre el que aparece (véase 4.1.1).
6. 6) Porcentaje de cobertura de cada especie por estimación visual (véase 4.1.1); evítense indicaciones tales como menor que (<) o más de (>); deben anotarse todas las plantas vasculares; los líquenes y briófitos son opcionales (véase el Recuadro 4.2); anótese el nombre o el código de la especie.
7. Utilice la columna "cf." para las determinaciones taxonómicas dudosas (use '**g**' para género, '**s**' para especie, '**t**' por niveles infraespecíficos); haga un comentario especificando el caso.
8. Compruebe que la suma de la cobertura de todas las especies sea igual o mayor que la cobertura anotada en el tipo de superficie "plantas vasculares". La suma de coberturas de las plantas vasculares puede ser mayor o igual pero no inferior a la del tipo de superficie de las plantas vasculares. La suma de las coberturas puede superar el 100% con vegetación densa o con varios estratos (véase 4.1.1).
9. Realícese el muestreo de puntos después de la estimación visual de la cobertura. Use un marco de 1×1 m con un retículo de 100 puntos (véase Fig. 4.2) y una varilla o aguja de punto de 2 mm de diámetro para muestrear 100 puntos.

   Cuando la varilla no toque una planta, haga una marca en el tipo de superficie correspondiente (suelo desnudo, glera, roca). Si se tocan una o varias plantas vasculares, anótense todas las especies con las que contacta la aguja, pero no apunte el tipo de superficie que queda bajo la cubierta vegetal).
10. Anote la suma de todos los contactos.

Formulario 3 Sección del área cimera(SAS)

Códigos de[1)]

País:	
Zona piloto:	
Cima:	
SAC:	
Fecha:	
Hora: desde	hasta

Investigadores:

Comentarios sobre el impacto del pastoreo[3)]:

Cobertura por tipos de superficie (%)[2)]

Plantas vasculares	
Roca	
Piedra suelta/glera	
Líquenes (excl. epilíticos)	
Briófitos	
Suelo desnudo	
Materia orgánica / excrementos	
SUMA	100%

	Especies[4)]	cf.[5)]	Abundancia[6]	% Cobertura[7)] (opcional)		Especies[4)]	cf.[5)]	Abundancia[6]	% Cobertura[7)] (opcional)
1					31				
2					32				
3					33				
4					34				
5					35				
6					36				
7					37				
8					38				
9					39				
10					40				
11					41				
12					42				
13					43				
14					44				
15					45				
16					46				
17					47				
18					48				
19					49				
20					50				
21					51				
22					52				
23					53				
24					54				
25					55				
26					56				
27					57				
28					58				
29					59				
30					60				

Comentarios sobre las especies

Número total de especies de plantas vasculares de esta *SAC:*

Véanse notas aclaratorias detrás

Indique si ha usado más hojas (p. ej.: 1/2, 2/2, etc.)

NOTAS DEL FORMULARIO 3: SECCIÓN DEL ÁREA CIMERA (SAS)

1. Véase el Recuadro 6.1 para la codificación; para *secciones del área cimera* (*SAC*), por ejemplo, N05, N10, E05.
2. Estimación visual de la cobertura (en %) de los tipos de superficie de la sección del área cimera; véase el capítulo 4.2.
3. Observaciones sobre impactos del pastoreo, como presencia de heces, acción del diente o mordisqueo, pisoteo; véase el Recuadro 4.6.
4. Es **obligatorio** anotar todas las especies de plantas vasculares; la de los líquenes y briófitos es **opcional** (véase el Recuadro 4.2); anótese la especie bien mediante su nombre bien mediante código provisional.
5. Utilice la columna "cf." para las determinaciones taxonómicas dudosas (use '**g**' para género, '**s**' para especie, '**t**' por niveles infraespecíficos); haga un comentario especificando el caso.
6. Es **obligatorio** indicar la *abundancia de especies* mediante cinco categorías cualitativas de abundancia):
   r! (muy rara): uno o muy pocos individuos pequeños;
   r (rara): unos pocos individuos en varios puntos, los cuales sólo podrán detectarse mediante una observación cuidadosa;
   s (dispersa): distribuida por la sección, la especie difícilmente puede pasar desapercibida aunque a primera vista puede pasarse por alto; ahora bien, sus ejemplares no presentan necesariamente una distribución uniforme en la *SAC*;
   c (común): la especie es frecuente y se distribuye por toda la sección, destaca a primera vista, aunque su cobertura será inferior al 50% del área de la *SAC*;
   d (dominante): muy abundante, representa gran parte de la fitomasa y suele formar manchas o varias capas densas de vegetación; la especie cubrirá más del 50% de la superficie de la *SAC* (esta es la única clase de abundancia totalmente relacionada con la cobertura).
7. Sólo opcional (como un muestreo adicional). Estimación del porcentaje de cobertura de cada especie; evítense indicaciones tales como "menor que" (<) o "mayor que" (>). El porcentaje de cobertura puede ser analizado, por estimación visual directa, por intercepción en línea de puntos (para las especies más comunes) o –en el caso de las especies más raras– por el registro del su área (es decir, el tamaño exacto en m^2, dm^2, etc.) que se puede convertir en el porcentaje de cobertura más adelante (método de *PAF*; véase el capítulo 5.5.2).

Formulario 4 Termómetros automáticos

Código de país[1)]:		Código de cima[1)]:	
Código de zona piloto[1)]:		Nombre de la cima:	

Primera instalación

Cuadrado código[1)]	Nº serie[2)]	Tipo[3)]	Fecha inicio	Hora local de inicio[4)]	UTC dif.[5)]	Dist-11[6)]	Dist-31[7)]	Foto abierto[8)]	Foto cerrado[8)]	Investigadores	Comentarios
								☐	☐		
								☐	☐		
								☐	☐		
								☐	☐		

Descarga de datos

Cuadrado código[1)]	Nº serie[2)]	Tipo[3)]	Fecha descarga	Hora local descarga[9)]	Investigadores	Comentarios[10)]

Desinstalación[11)]

Nº serie del nuevo termómetro[12)]	Tipo[3)]	Fecha inicio	Hora local de inicio[4)]	Foto abierto[8)]	Foto cerrado[8)]
				☐	☐
				☐	☐
				☐	☐
				☐	☐

NOTAS DEL FORMULARIO 4: TERMÓMETROS AUTOMÁTICOS

1. Véase el Recuadro 6.1 para la codificación.
2. Anote aquí el número de serie que lleva cada termómetro automático. Nos servirá de referencia para identificar el registrador tanto al ponerlo en marcha como al descargar los datos.
3. Indíquese el tipo de termómetro: GeoPrecision, TidBit o TinyTag.
4. Anote la hora tras finalizar la instalación en el suelo de cada registrador (utilice su hora local).
5. Indique la diferencia horaria su hora local y la hora UTC / GCT (Tiempo Universal Coordinado / Tiempo Medio de Greenwich); por ejemplo, si la hora local es 14:00 y la UTC es 12:00, el valor a introducir es de -2.
6. Distancia en metros (con dos decimales) del termómetro a la esquina inferior izquierda de la parcela (por ejemplo p5m-S11; véase la Fig. 4.5).
7. Distancia en metros (con dos decimales) del termómetro a la esquina inferior derecha de la parcela (por ejemplo p5m-S31; véase la Fig. 4.5).
8. Marque la casilla "Foto" una vez haya tomado las fotografías para asegurarse de que la documentación fotográfica esté completa (haga fotos para documentar la posición del termómetro tanto con el hoyo abierto como cerrado y tapado con el mismo sustrato; véase la figura 4.5).
9. Anote la hora de la toma de los datos (hora local). Cuando haya que retirar o sustituir un termómetro, anote la hora antes de sacarlo.
10. Observaciones sobre fallo del termómetro y posibles retiradas o sustituciones; en todo caso, cuando tenga retirar el termómetro, anote **DR** si se realiza la lectura de los datos (por ejemplo, en el caso de los TidBit), **BC** para el cambio de la batería o **LC** para cambio del termómetro.
11. Sólo debe rellenarse en caso de retirar o sustituir alguno de los termómetros.
12. Si se cambia el termómetro, anote el nuevo número de serie. Si reinstalamos el mismo termómetro (tras cambio de batería o lectura de datos en los TidBit), anote "ident" en la casilla.

Formulario 5-S Recuento de frecuencias en subparcelas de un cuadrado

Códigos de[1]	País:	Zona piloto:	Cima:	Fecha:	Hora: desde hasta	Comentarios generales:
				Investigadores:		

Filas de 1 a 0 (numeradas de arriba a abajo); columnas de 1 a 0 (numeradas de izquierda a derecha mirando hacia la cima)[2]

Código de cuadrado[1]:

Impactos del pastoreo[3]	fila 1 (1 2 3 4 5 6 7 8 9 0)	fila 2 (1 2 3 4 5 6 7 8 9 0)	fila 3 (1 2 3 4 5 6 7 8 9 0)	fila 4 (1 2 3 4 5 6 7 8 9 0)	fila 5 (1 2 3 4 5 6 7 8 9 0)	fila 6 (1 2 3 4 5 6 7 8 9 0)	fila 7 (1 2 3 4 5 6 7 8 9 0)	fila 8 (1 2 3 4 5 6 7 8 9 0)	fila 9 (1 2 3 4 5 6 7 8 9 0)	fila 0 (1 2 3 4 5 6 7 8 9 0)
H.i. 1: heces										
H.i. 2: pastado										
H.i. 3: pisoteo										

Especies[4]	cf.[5]	fila 1 (1 2 3 4 5 6 7 8 9 0)	fila 2 (1 2 3 4 5 6 7 8 9 0)	fila 3 (1 2 3 4 5 6 7 8 9 0)	fila 4 (1 2 3 4 5 6 7 8 9 0)	fila 5 (1 2 3 4 5 6 7 8 9 0)	fila 6 (1 2 3 4 5 6 7 8 9 0)	fila 7 (1 2 3 4 5 6 7 8 9 0)	fila 8 (1 2 3 4 5 6 7 8 9 0)	fila 9 (1 2 3 4 5 6 7 8 9 0)	fila 0 (1 2 3 4 5 6 7 8 9 0)

Indique si ha usado más hojas (p. ej.: 1/2, 2/2, etc.)

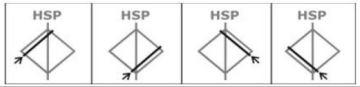
1 Véase el Recuadro 6.1 para la codificación. 2 Cada casilla del formulario representa una celdilla de 10×10 cm en el marco enrejado (véase Fig. 5.1) = 100 celdas posibles para cada especie, donde su presencia se indicará con una **X**. 3 Impacto del pastoreo. Aquí anotaremos la frecuencia de los impactos causados por el pastoreo, tanto del ganado como de los mamíferos silvestres (apenas distinguibles de los impactos del ganado). 4 Anótense todas las especies de plantas vasculares (los briófitos y líquenes son opcionales), mediante su nombre o con un código provisional. Se considera que una especie está presente en una celdilla cuando se observa alguna parte de la planta dentro del límite de la celdilla de 10×10 cm (en vista cenital), independientemente del lugar donde arraigue. 5 Anótense todas las especies de plantas vasculares (los briófitos y líquenes son opcionales), mediante su nombre o con un código provisional. Se considera que una especie está presente en una celdilla cuando se observa alguna parte de la planta dentro del límite de la celdilla de 10×10 cm (en vista cenital), independientemente del lugar donde arraigue.

Formulario 6-S **Cuadrados de 10×10m**

País[1]: Cima[1]: Fecha:

Investigadores: ZP[1]: Exposición[2]: Hora desde: hasta:

Indique la dirección y la position de la línea inicial [3]

Marque una opción 

Filas[5]

Tipos de superficie[4]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total hits[6]
Roca																					
Piedra suelta/glera																					
Líquenes sobre suelo																					
Briófitos sobre suelo																					
Suelo desnudo																					
Hojarasca																					

Especies[7]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total[6]

Comentarios generales

Indique si ha usado más hojas (p. ej.: 1/2, 2/2, etc.):

NOTAS DEL FORMULARIO 6: CUADRADOS DE 10 × 10 m

1. Véase el Recuadro 6.1 para la codificación.
2. Anótese el punto cardinal (N, S, E, O).
3. Indique el inicio de la línea con una marca de verificación en cualquiera de las cuatro opciones.
4. Son los mismos *tipos de superficie* empleados en las *secciones del área cimera*, pero sin el *tipo de superficie* "plantas vasculares" (cf. capítulo 5.3.1). Los *tipos de superficie* sólo se anotan cuando la *aguja* no toque ninguna planta vascular.
5. Las 20 columnas (1-20) se corresponden con las 20 líneas de puntos y 20 muestras por línea (véase capítulo 5.3.1).
6. Anote en este casillero la suma de las anotaciones de la fila correspondiente.
7. Anote todas las plantas vasculares tocadas con la aguja pueden ser una, dos o más especies en cada punto. Una vez terminado el *muestreo por línea de puntos*, anote (a continuación o en otra hoja) el resto de plantas vasculares que aparezcan en el *cuadrado de 10×10 m*.

MANUAL PARA EL TRABAJO DE CAMPO DEL PROYECTO GLORIA

ANEXO II: FORMULARIOS PARA LA TOMA DE DATOS

PARTE 2: HOJAS MODELO (EN INGLÉS)

Ejemplos de los ***formularios 0***, ***1-4*** para el muestreo estándar **136**
Ejemplos de los ***formularios 5-S***, ***6-S*** para los muestreos complementarios **143**
Ejemplo de ***formulario*** para la *anotación de los taxones* de una *zona piloto de* GLORIA **146**

Form 0 Target region

EXAMPLE

Country code[1)]	AT	Date: 05. August 2010	Researcher(s): Maria Montealto, Yuri Serov
Target region code[1)]	HSW		

Altitude of major vegetation boundary lines (in metres)

Potential natural forestline[2)]	1700m	Potential natural treeline[2)]	1900m	Alpine-nival ecotone[2)]	2800m
Current forestline[2)]	1600m	Current treeline[2)]	1820m		

Comments on vegetation boundary lines[3)]

Forestline and treeline were slightly lowered due to historic land use (pasturing, logging);

Predominant bedrock material and approximate soil pH at the summit sites of the target region[4)]

Limestone

pH +/- neutral

Short description of the target region, particularly regarding land use history and the current land use situation[5)]

No significant human land use; mountain pasturing has never been important within the alpine zone of the target region.
In some areas timber logging at the forest line and livestock grazing in the lower treeline ecotone - but only before around 1920; none of the summits show obvious impacts caused by these activities; pasturing is restricted now, because area is protected as a fresh water reserve.

SUMMITS	Summit code[1)]	Summit name	Altitude (m a.s.l.)	Vegetation zone or ecotone[6)]	Comments on the summit situation[7)]
LOW ▲ Altitude ▼ HIGH	BER	Bergerl	1823m	treeline ecotone	The eastern part of the summit is rather flat, but 5m and 10m points can be setup within 50m/100m distances
	PEB	Peak Beauty	2201m	lower alpine	
	MEX	Monte Exemplario	2537m	lower - upper alpine	
	MSC	Mount Schwabi	2819m	alpine - nival	unstable scree slopes on the N and NW slopes - be careful with fieldwork

Notes

1) See Box 6.1 for coding. **2)** Enter the approximative metres above sea level (m a.s.l.) for each vegetation boundary line which indicates its average altitude in the *target region;* the forestline (or timberline) is defined as the line where closed forests end; the treeline is defined as the line where groups of trees taller than 3m end; the alpine-nival ecotone is the transition zone between the upper alpine belt and the nival belt - make an estimation of the altitude of the upper boundary line of the alpine zone, where closed vegetation ends (this line may coincide with the permafrost limit in many mountain regions). **3)** Where required make comments on the indicated altitudinal positions of boundary lines; e.g. deviations from the average altitude; mention if a boundary line does not exist in the *target region* and comment on the reasons for its absence. **4)** Bedrock material of the summit sites of the target region, which should be consistent throughout the four summits (consistent regarding the influence of the bedrock on the species composition); in addition, make a rough estimate on the average soil pH (e.g. acid: <4.5, intermediate: 4.5-6.5, neutral/alkaline: >6.5). **5)** If the situation is not pristine or natural, indicate what kind of land use have or had an impact on the present vegetation. **6)** Only the following entries are possible: treeline ecotone, lower alpine, lower/upper alpine ecotone, upper alpine, alpine-nival ecotone, nival. **7)** Make comments on the situation of the particular summit if vegetation zone or ecotone is not properly applicable and describe the deviations. Further comment on any other pronounced deviation from an 'ideal' standard summit situation (compare chapter 2.2 in the field manual).

Use extra blank sheets, if necessary - indicate the number of extra sheets in this box (e.g. 1 of 2, 2 of 2 etc…) 1 of 1

Form 1 Measurement protocol

EXAMPLE

Country code[1]	AT
Target region code[1]	HSW
Summit code[1]	MEX
Summit name[2]	Monte Exemplario

Date	07. August 2010
Researcher(s)	Yuri Serov Maria Montealto

Highest summit point (HSP)[3]	Altitude (m)	Geographic co-ordinates (deg/min/sec)
Photo check[8] X	**2537**	long. **15° 08' 01" E** lat. **47° 36' 53" N**

Magnetic declination (°) for compass measurements[4] **+2**

QUADRAT CLUSTERS & 10-m POINTS

	Point number[5]		Distance (m)[6]	Compass direction (°)[7]	Photo check[8]	
NORTH	**p5m-N11**	X	32	358	X quadrat N11	X 3mx3m grid cluster overview
	p5m-N31		30.54	354	X quadrat N31	
	p-N33		27.91	355	X quadrat N33	
	p-N13		29.53	359	X quadrat N13	
	p10m-N		44.47	358	X 10-m-point	
EAST	**p5m-E11**		18.17	94	X quadrat E11	X 3mx3m grid cluster overview
	p5m-E31	X	17.75	88	X quadrat E31	
	p-E33		14.78	87	X quadrat E33	
	p-E13		15.26	92	X quadrat E13	
	p10m-E		27.55	88	X 10-m-point	
SOUTH	**p5m-S11**	X	24.33	172	X quadrat S11	X 3mx3m grid cluster overview
	p5m-S31		24.08	167	X quadrat S31	
	p-S33		21.1	168	X quadrat S33	
	p-S13		21.4	170	X quadrat S13	
	p10m-S		40.85	172	X 10-m-point	
WEST	**p5m-W11**	X	23.04	268	X quadrat W11	X 3mx3m grid cluster overview
	p5m-W31		23.17	265	X quadrat W31	
	p-W33		20.2	265	X quadrat W33	
	p-W13		20.07	267	X quadrat W13	
	p10m-W		39.5	268	X 10-m-point	

INTERSECTION LINES

Point num.	Dist. (m)[6]	Comp. dir. (°)[7]	Photo check[8]	Point num.	Dist. (m)[6]	Comp. dir. (°)[7]	Photo check[8]
pNE-5	20.35	43	X	**pSW-5**	14.35	223	X
pNE-10	29.24	43	X	**pSW-10**	26.5	223	X
pSE-5	16.5	133	X	**pNW-5**	21.35	313	X
pSE-10	29.2	133	X	**pNW-10**	38.44	313	X

COMMENTS

The principal measurement line of the S-direction (determined by HSP, p5m-S11 and p10m-S) deviates 6° E from the exact geogr. S (because terrain was not appropriate for the 3m x 3m cluster at exactly geogr. S).

Entire summit
Photo check[8] X

Use extra blank sheets for further remarks, if necessary.

Indicate the number of extra sheets in this box: 0

Notes

1) See Box 6.1 for coding. **2)** Full name of the summit (from topographic maps or a working name where no official name is available). **3)** The highest summit point is the culmination point +/- in the middle of the summit area (rocky outcrops which may be higher but are not centred in the summit area should be ignored).
4) The angle (with its correct sign) between the direction of the geographic North Pole and of the magnetic North Pole (e.g. -6 for a magnetic declination of 6° W; +10 for 10° E; see Box 3.1). **5)** Mark those checkbox where the respective point lies on the principal measurement line (e.g., p5m-N11 or p5m-N31, both are not possible; compare Fig. 3.2).
6) The length of a straight surface line between the HSP and the measurement point (in metres, with two decimal places); keep the measurement tape tightened for all distance measurements (see Box 3.3). **7)** The compass direction from the HSP to the measurement point in degrees (360° scale; see Box 3.1). Please note: always write the magnetic compass directions (i.e. degrees as indicated on the compass).
8) Photo check: check the box after photos are taken to make sure that the photo documentation is complete (see under 4.4 for details).

Form 2	**1-m² quadrat**	**EXAMPLE**

Country code[1]	AT	Date 09. August 2010		Aspect[2] SE
Target region code[1]	HSW	Recording time from 10:45	to 12:10	
Summit code[1]	MEX	Researcher(s) **Maria Montealto, Yuri Serov**		Slope (°)[3] 17
Quadrat code[1]	E31			

Top cover of surface types (%)[4]

		Pointing hits[9]	Total hits[10]
Vascular plants	32		
Solid rock	44	卌 卌 卌 卌 卌 卌 卌 ||||	39
Scree	8	卌 |||	8
Lichens on soil not covered by vascular plants	2.5	||	2
Bryophytes on soil not covered by vascular plants	3	|||	3
Bare ground	10	卌 ||||	9
Litter	0.5		0
	100%		

Subtypes in % of the top cover type[5]

Lichens below vasc. pl.	1.5	Bryoph. below vasc. pl.	2
Lichens on solid rock	35	Bryophytes on solid rock	0
Lichens on scree	20	Bryophytes on scree	0

General comments on the quadrat

Likely Festuca versic. ssp. brachy., but might also be F. quadriflora; Arabis: we think it is A. b. ssp. stellulata, but it also could be A. bellidifolia ssp. bellidifolia (for both cases see herbarium material collected outside the plot)

Plant species cover (%)[6]

Species	cf.[7]	%-cover[6]	Pointing hits[9]	Total hits[10]
Carex firma		22	卌 卌 卌 卌 |	21
Festuca quadriflora		4	卌	5
Dryas octopetala		8	卌 卌	10
Arenaria ciliata		1	||	2
Arabis bellidifolia ssp. stellulata	†	0.5	||	2
Carex fuliginosa		0.05		
Salix retusa		0.7	|	1
Draba sauteri		0.001		
Salix reticulata		0.03	|	1
Poa alpina		0.03		
Festuca versicolor subsp. brachystachys	s	1.2		

Cover sum[8]	37.5
Total number of vascular plant species	11

If you have used extra sheets, indicate their number (e.g. 1 of 2, 2 of 2 etc…) 1 of 1

See back page for footnotes

Form 3 Summit area section (SAS) EXAMPLE

Codes of[1)]

Country	**AT**
Target region	**HSW**
Summit	**MEX**
SAS	**E05**
Date	**11. August 2010**
Time from	**09:30** to **12:05**

Researcher(s)

Maria Montealto,

Yuri Serov

Comments on grazing impacts[3)]

Few faeces most likely from chamois and slight browsing damage

Top cover of surface types (%)[2)]

Vascular plants	64
Solid rock	18
Scree	10
Lichens (excl. epilithic)	0.5
Bryophytes	0.4
Bare ground	7
Litter	0.1
SUM	100%

	Species[4)]	cf.[5)]	Abundance[6)]	%-Cover[7)] (optional)		Species[4)]	cf.[5)]	Abundance[6)]	%-Cover[7)] (optional)
1	Carex firma		c		31	Agrostis alpina		s	
2	Dryas octopetala		c		32	Androsace chamaejasme		s	
3	Festuca quadriflora		s		33	Euphrasia minima		r	
4	Silene acaulis s.str.		s		34	Minuartia sp. small	g	r!	
5	Saxifraga paniculata		r		35	Ranunculus alpestris		s	
6	Carex fuliginosa		r		36	Sesleria ovata		s	
7	Minuartia sedoides		r		37	Thymus praecox		s	
8	Arabis bell. ssp. stellulata	†	r		38	Selaginella selagionoides		r	
9	Salix retusa		r		39	Pedicularis verticillata		r	
10	Arenaria ciliata		r		40	Gentiana orbicularis		r	
11	Draba aizoides		r		41	Potentilla clusiana		s	
12	Salix reticulata		r		42	Saxifraga oppositifolia		s	
13	Primula clusiana		r		43	Hedysarum hedysaroides		s	
14	Doronicum glaciale		r		44	Minuartia cherlerioides		r	
15	Crepis terglouensis		r!		45	Saxifraga androsacea		r	
16	Sesleria albicans		s		46	Ranunculus montanus		s	
17	Campanula alpina s.str.		s		47	Pedicularis rostrato-capitata		r	
18	Polygonum viviparum		s		48	Luzula glabrata		r	
19	Poa alpina		c		49	Armeria alpina		r	
20	Draba sauteri		s		50	Galium noricum		r	
21	Saxifraga exarata ssp.mos.		r		51	Thlaspi alpinum		r	
22	Pritzelago alpina		r		52	Homogyne discolor		s	
23	Saxifraga aizoides		s		53	Aster bellidiastrum		s	
24	Petrocallis pyrenaica		r		54	Soldanella austriaca		r	
25	Myosotis alpestris		s		55	Valeriana celtica		r	
26	Pedicularis rosea		r		56	Dianthus alpinus		r	
27	Draba stellata		r		57	Euphrasia salisburgensis		s	
28	Bartsia alpina		s		58	Veronica aphylla		r	
29	Potentilla crantzii		s		59	Huperzia selago		r	
30	Gentiana pumila		r		60	Campanula scheuchzeri		s	

Comments on species recording

Total number of vascular plant species in this *summit area section*: 62

Minuartia sp.: a small individuum in the lower eastern part of the summit area section. Could be Arenaria sp. as well (comparison with herbarium material collected).

See back page for footnotes

If you have used extrasheets, indicate their number (e.g. 1 of 3, 2 of 3, etc.) **1 of 2**

Form 3 Summit area section (SAS) EXAMPLE

Codes of[1)]

Country	AT
Target region	HSW
Summit	MEX
SAS	E05
Date	11. August 2010
Time from	09:30 to 12:05

Researcher(s)

Maria Montealto,

Yuri Serov

Comments on grazing impacts[3)]

continued

Top cover of surface types (%)[2)]

Vascular plants	
Solid rock	
Scree	
Lichens (excl. epilithic)	
Bryophytes	
Bare ground	
Litter	
SUM	100%

	Species[4)]	cf.[5)]	Abundance[6)]	%-Cover[7)] (optional)		Species[4)]	cf.[5)]	Abundance[6)]	%-Cover[7)] (optional)
1	Festuca vers. ssp. brachyst.	s	r		31				
2	Parnassia palustris		r		32				
3					33				
4					34				
5					35				
6					36				
7					37				
8					38				
9					39				
10					40				
11					41				
12					42				
13					43				
14					44				
15					45				
16					46				
17					47				
18					48				
19					49				
20					50				
21					51				
22					52				
23					53				
24					54				
25					55				
26					56				
27					57				
28					58				
29					59				
30					60				

Comments on species recording

Festuca versic. ssp. brachy.: likely it is F. versic. ssp. brachy., but it could be F. quadriflora as well.

Total number of vascular plant species in this *summit area section*: 62

See back page for footnotes

If you have used extrasheets, indicate its number (e.g. 1 of 3, 2 of 3, etc.): 2 of 2

Form 4 Temperature loggers

EXAMPLE

Country code[1]	AT
Target region code[1]	HSW

Summit code[1]	MEX
Full summit name	Monte Exemplario

First installation

Quadrat code[1]	Logger serial[2]	Logger type[3]	Start date	Start time[4] (local time)	UTC diff.[5]	Dist-11[6]	Dist-31[7]	Photo check open[8]	Photo check closed[8]	Researcher(s)	Comments
N22	A43702	GeoPrecision	12. August 2010	13:05	+ 2	1.76	2.07	☒	☒	Montealto, Serov	
E22	A55632	GeoPrecision	12. August 2010	14:30	+ 2	2.05	2.67	☒	☒	Montealto, Serov	
S22	A87354	GeoPrecision	12. August 2010	15:21	+ 2	1.80	1.20	☒	☒	Montealto, Serov	
W22	A22154	GeoPrecision	12. August 2010	17:15	+ 2	2.08	2.04	☒	☒	Montealto, Serov	

Data read-out

De-installation needed[11]

Quadrat code[1]	Logger serial[2]	Logger type[3]	Stop date	Stop time[9] (local time)	Researcher(s)	Comments[10]	New logger serial[12]	Logger type[3]	Start date	Start time[4] (local time)	Photo check open[8]	Photo check closed[8]
											☐	☐
											☐	☐
											☐	☐
											☐	☐

1) See Box 6.1 for coding. **2)** The logger serial number is usually indicated somewhere on the logger and is the reference number for identifying a logger when launching and reading out the data. **3)** Indicate the logger type, e.g. GeoPrecision, TidBit or TinyTag. **4)** Indicate the time after finishing the installation of each logger in the field (use your local time). **5)** Indicate the time difference, i.e. the number of hours to be added or substracted from your local time to the UTC/GCT (Coordinated Universal Time/Greenwich Mean Time); for example, if the local time is 14:00 and UTC 12:00, the value to be entered is -2. **6)** Distance (in m with two decimal places) from the logger to the left lower cluster corner (e.g. p5m-S11; see Fig. 4.5). **7)** Distance (in m with two decimal places) from the logger to the right lower cluster corner (e.g. p5m-S31; see Fig. 4.5). **8)** Photo check: Check the box after photos are taken to be sure that the photo documentation is complete (documentation of the logger position with the hole open and documentation after the hole is closed with substrate material; see Fig. 4.5). **9)** Indicate the time of data read-out (use your local time). In cases where de-installation is neccessary indicate the time before digging out the logger. **10)** Comment on logger failure and de-installations; in any case when you de-install the logger, indicate **DR** for data read-out (e.g. in the case of TidBit loggers), **BC** for battery change, or **LC** for logger change. **11)** Only to be filled out when you de-install the logger. **12)** Indicate the new logger serial number. In cases of installing the same logger (battery change or TidBit data read-out), indicate "ident" for identic logger.

Form 4	Temperature loggers	EXAMPLE

Country code[1]	AT	Summit code[1]	MEX
Target region code[1]	HSW	Full summit name	Monte Exemplario

First installation

Quadrat code[1]	Logger serial[2]	Logger type[3]	Start date	Start time[4] (local time)	UTC diff.[5]	Dist-11[6]	Dist-31[7]	Photo check open[8]	Photo check closed[8]	Researcher(s)	Comments
N22	A43702	GeoPrecision	12. August 2010	13:05	+ 2	1.76	2.07	☒	☒	Montealto, Serov	
E22	A55632	GeoPrecision	12. August 2010	14:30	+ 2	2.05	2.67	☒	☒	Montealto, Serov	
S22	A87354	GeoPrecision	12. August 2010	15:21	+ 2	1.80	1.20	☒	☒	Montealto, Serov	
W22	A22154	GeoPrecision	12. August 2010	17:15	+ 2	2.08	2.04	☒	☒	Montealto, Serov	

Data read-out

De-installation needed[11]

Quadrat code[1]	Logger serial[2]	Logger type[3]	Stop date	Stop time[9] (local time)	Researcher(s)	Comments[10]	New logger serial[12]	Logger type[3]	Start date	Start time[4] (local time)	Photo check open[8]	Photo check closed[8]
N22	A43702	GeoPrecision	03. August 2013	11:25	Montealto, Serov	BC	ident		03. August 2013	12:05	☒	☒
E22	A55632	GeoPrecision	03. August 2013	12:33	Montealto, Serov	LC no signal from the logger	A23234	GeoPrecision	03. August 2013	12:59	☒	☒
S22	A87354	GeoPrecision	03. August 2013	13:19	Montealto, Serov	BC	ident		03. August 2013	13:50	☒	☒
W22	A22154	GeoPrecision	03. August 2013	14:45	Montealto, Serov	BC	ident		03. August 2013	15:10	☒	☒

1) See Box 6.1 for coding. **2)** The logger serial number is usually indicated somewhere on the logger and is the reference number for identifying a logger when launching and reading out the data. **3)** Indicate the logger type, e.g. GeoPrecision, TidBit or TinyTag. **4)** Indicate the time after finishing the installation of each logger in the field (use your local time). **5)** Indicate the time difference, i.e. the number of hours to be added or substracted from your local time to the UTC/GCT (Coordinated Universal Time/Greenwich Mean Time); for example, if the local time is 14:00 and UTC 12:00, the value to be entered is -2. **6)** Distance (in m with two decimal places) from the logger to the left lower cluster corner (e.g. p5m-S11; see Fig. 4.5). **7)** Distance (in m with two decimal places) from the logger to the right lower cluster corner (e.g. p5m-S31; see Fig. 4.5). **8)** Photo check: Check the box after photos are taken to be sure that the photo documentation is complete (documentation of the logger position with the hole open and documentation after the hole is closed with substrate material; see Fig. 4.5). **9)** Indicate the time of data read-out (use your local time). In cases where de-installation is neccessary indicate the time before digging out the logger. **10)** Comment on logger failure and de-installations; in any case when you de-install the logger, indicate **DR** for data read-out (e.g. in the case of TidBit loggers), **BC** for battery change, or **LC** for logger change. **11)** Only to be filled out when you de-install the logger. **12)** Indicate the new logger serial number. In cases of installing the same logger (battery change or TidBit data read-out), indicate "ident" for identic logger.

Form 5-S **Subplot-frequency counts** in the 1-m² quadrat

EXAMPLE

Codes of[1]	Country AT	Target Region HSW	Summit MEX	Date 13. August 2010	Time from 09:35 to 11:14	General comments
Rows no. 1 to 0 (numbered from top to bottom); column no. 1 to 0 (numbered from left to right when looking towards the summit)[2]		Quadrat code[1] E31		Researcher(s) Montealto, Serov		

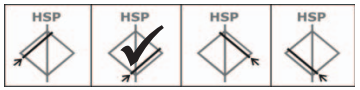
Grazing impact[3]	row 1	row 2	row 3	row 4	row 5	row 6	row 7	row 8	row 9	row 0
H.i. 1: faeces/droppings	X	X X	X							
H.i. 2: browsing damage			X	X						
H.i. 3: trampling										

Species[4]	cf.[5]	row 1	row 2	row 3	row 4	row 5	row 6	row 7	row 8	row 9	row 0
Carex firma		X X X X	X X X X	X X X X	X X X	X X X	X X	X X X X	X X X	X X X	X X
Festuca quadriflora		X X X	X X	X	X	X	X X	X			
Dryas octopetala		X	X X	X X	X X	X	X X	X	X X	X	X X
Arenaria ciliata			X	X X	X				X		
Arabis bellidifolia ssp. stellulata	t		X				X X				
Carex fuliginosa			X	X			X X				
Salix retusa		X X	X	X							
Draba sauteri									X		
Salix reticulata				X	X				X X	X	
Poa alpina								X	X X	X X X	X X
Festuca versicolor ssp. brachystachys	s					X					

If you have used extra sheets, indicate its number (e.g. 1 of 2, 2 of 2 etc…) 1 of 1

1) See box 6.1 for coding. **2)** Each cell in this form represents a 0.1m x 0.1m cell of the grid frame (see Fig. 5.1) = 100 possible cells for each species where the presence of the species will be indicated with an **X**. **3)** Grazing impact: frequency of impacts caused by livestock grazing (impacts caused by wild-living mammals are also included, because the latter may hardly be distinguishable from livestock impacts). **4)** Species (all vascular plants; bryophytes and lichens are optional); indicate species either by using species names or by (provisional) codes. A species is considered as present when showing plant parts within the boundary strings of a 0.1 x 0.1m grid cell (always in view perpendicular to the grid frame plane), regardless of where it is rooted. **5)** Use the "cf." column if the identification of the taxon is doubtful (use **g** if this is the case for the genus level, **s** for the species level, **t** for a lower taxonomic level).

Form 6-S	10m x 10m square	Country[1] AT	Summit[1] MEX	Date 14. August 2010	Indicate line direction and position of start line[3]
Researchers Maria Montealto, Serov	EXAMPLE	TR[1] HSW	Aspect[2] E	Time from 10:00 to 12:20	Mark one of the four options



Recording Lines[5]

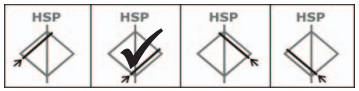
Surface Types[4]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total hits[6]
Solid rock	𝍸 𝍸	𝍸 𝍸 I	𝍸 𝍸 I	𝍸 IIII	𝍸 II	𝍸 𝍸	𝍸 IIII	𝍸 III	𝍸 IIII	𝍸 II	𝍸	𝍸 𝍸	𝍸 II	𝍸	IIII	IIII	𝍸 II	III	I	II	139
Scree	III	I	III	𝍸		IIII	𝍸	𝍸 I		III	I		I	IIII		𝍸 I	III		IIII	III	52
Lichens on soil					I																1
Bryophytes on soil				I										I							2
Bare ground		I								I		I							II		5
Litter																					0

Species[7]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total hits[6]
Carex firma	II	III	II	IIII	III	III	IIII	II	𝍸 I	II	𝍸 III	𝍸 I	𝍸 I	𝍸 I	𝍸 III	IIII	𝍸 IIII	𝍸 III	𝍸 𝍸	𝍸	101
Dryas octopetala	II		II		II				III	I				II		III		III		𝍸 I	24
Poa alpina	I					I	I	II		II	III	I		I	II	I		III	I	II	21
Festuca quadriflora	I	II	I		II		I		I				I			I	I	I			12
Silene acaulis s.str.	I	I		II	I	II	I	I		I	I	II		I	II			I	II		19
Campanula alpina s.str.	I				I				I	I					I		I				6
Agrostis alpina		I			I	I		I			I	I	II								8
Polygonum viviparum		I														I		I			3
Saxifraga aizoides		I																			1
Myosotis alpestris		I											I							I	3
Primula clusiana			I																I		2
Potentilla crantzii			I						I						I						3
Sesleria albicans			I		I					I			II								5
Salix retusa				I																	1
Draba sauteri				I																	1
Saxifraga ex. ssp. mos.					I																1
Campanula scheuchzeri							I						I		I						3
Ranunculus alpestris							I														1
Androsace chamaejas.								I													1
Euphrasia salisburgen.										I					I						2
Saxifraga androsace																		I			1
Ranunculus montanus											I										1
Aster bellidiastrum																				I	1
Species with no hits:																					
Valeriana celtica																					

General Comments

If you have used extrasheets, indicate their number (e.g. 1 of 3, 2 of 3, etc.)

1 of 2

Form 6-S	10m x 10m square	Country[1] AT	Summit[1] MEX	Date 14. August 2010	Indicate line direction and position of start line[3]
Researchers Maria Montealto, Serov	EXAMPLE	TR[1] HSW	Aspect[2] E	Time from 10:00 to 12:20	Mark one of the four options 

Surface Types[4]	Recording Lines[5] 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total hits[6]
Solid rock																					
Scree																					
Lichens on soil																					
Bryophytes on soil																					
Bare ground																					
Litter																					

continued

Species[7]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total hits[6]
Armeria alpina																					
Saxifraga oppositifol.																					
Huperzia selago																					
Gentiana orbicularis																					
Hedysarum hedysar.																					
Pedicularis verticillata																					
Sesleria ovata																					

General Comments

If you have used extrasheets, indicate their number (e.g. 1 of 3, 2 of 3, etc.) 2 of 2

GLORIA target region **Taxa input sheet** — EXAMPLE

TARGET REGION CODE[1]: AT-HSW **Date: 14.08.2014**

Responsible Person(s): Maria Montealto (maria.montealto@aufnberg.com), Yuri Serov (yuri.serov@aufnberg.com)

FIELD DESCRIPTION:

FULL_NAME	Full taxon name including the taxon author(s) or its/their abbreviation(s)
PLANT_TYPE	V = vascular plant, B = bryophyte, L = lichen
RANK	Taxonomic rank; possible entries: "species", "subsp.", "agg." (aggregate species), "var." (variety)
FLORA	Abbreviation of the flora (literature) used; maximum 15 characters; in addition indicate the full citation of the flora in the box below; whereever possible, please use floras with a large geographical coverage, preferably with checklists accessible in the internet
FAMILY	Plant family
GENUS	Genus name
SPECIES	Species name
TAXON	If RANK is 'species', enter again the species name; if rank is a lower taxonomic level, enter the name of the subsp. or var.
REFERENCE	The nomenclatorial reference; i.e. the reference indicating where the taxon's author(s) published the name (enter abbreviation(s) and the full citation in the box below the field description)
SYNONYMS	Add synonymous names of the taxon, particularly when widely used ones exist (including the taxon author or its abbreviation) - if more than one, divided by a semicolon
SPECIES_No_in_FLORA	Species number in flora: code number (numerical or alphanumerical) which is used in the flora, where applicable – this always refers to the entry in column "FLORA"
B_LIVERWORT	Only relevant for bryophytes: enter "TRUE" if the bryophyte is a liverwort
COMMENT	Text field for comments; e.g. on taxonomical details in the case of a critical taxon
HERBARIUM_SPECIMEN	Enter the code of your herbarium voucher: Herbarium acronym, collector, voucher number (this is obligatory for doubtful cases) - further, indicate the name of the herbarium and location in the box below the field description

Full citation of the reference flora(s) indicated in the field "FLORA[2]

FE_042001: Tutin et al. 1964-1980. Flora Europaea, volumes 1-5. Cambridge University Press. Digital version 2001.
BBS2010: British Bryological Society (2010). Checklist of the mosses of Europe and Macaronesia; http://rbg-web2.rbge.org.uk/bbs/resources/Eurochecklist.htm
IndexFung_201101: Index Fungorum: http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp

Name of herbarium(s), location(s)[3]

Herbarium WU; Institute of Botany, University of Vienna; A-1030 Vienna, Rennweg 14, Austria

FULL_NAME	PLANT_TYPE	RANK	FLORA	FAMILY	GENUS	SPECIES	TAXON	REFERENCE	SYNONYMS	SPECIES_No_in_FLORA	B_LIVERWORT	COMMENT	HERBARIUM_SPECIMEN
Carlina acaulis L.	V	species	FE_042001	Compositae	Carlina	acaulis	acaulis	Sp. Pl., ed. 1, 828 (1753).		3171	FALSE		WUGloria30012
Adenostyles alliariae (Gouan) A.Kern. subsp. alliariae	V	subsp.	FE_042001	Compositae	Adenostyles	alliariae	alliariae	Österr. Bot. Zeitschr. 21:		5865	FALSE		WUGloria30017
Arctostaphylos uva-ursi (L.) Spreng.	V	species	FE_042001	Ericaceae	Arctostaphylos	uva-ursi	uva-ursi	Syst. Veg., ed. 16, 2: 287	Arctostaphylos a	19582	FALSE		WUGloria30014
Epipactis atrorubens (Hoffm.) Besser	V	species	FE_042001	Orchidaceae	Epipactis	atrorubens	atrorubens	Prim. Fl. Galic. 2: 220 (1	Epipactis atropu	39603	FALSE		WUGloria30015
Larix decidua Mill.	V	species	FE_042001	Pinaceae	Larix	decidua	decidua	Gard. Dict., ed. 8, no. 1 (		653	FALSE		WUGloria30027
Loiseleuria procumbens (L.) Desv.	V	species	FE_042001	Ericaceae	Loiseleuria	procumbens	procumbens	Jour. Bot. Appl. 1: 35 (18		19506	FALSE		WUGloria30001
Rhododendron ferrugineum L.	V	species	FE_042001	Ericaceae	Rhododendron	ferrugineum	ferrugineum	Sp. Pl., ed. 1, 392 (1753		19514	FALSE		WUGloria30051
Juncus trifidus L. subsp. monanthos (Jacq.) Asch.	V	subsp.	FE_042001	Juncaceae	Juncus	trifidus	monanthos	Syn. Mitteleur. Fl. 2(2): 4	Juncus monanth	36211	FALSE		WUGloria30020
etc.													
Tortella tortuosa (Hedw.) Limpr.	B	species	BBS2010	Pottiaceae	Tortella	tortuosa	tortuosa	Laubm. Deutschl. 1: 604.		123	FALSE		WUGloria40002
Cetraria islandica (L.) Ach.	L	species	IndexFung_20110	Parmeliaceae	Cetraria	islandica	islandica	Method. Lich.: 293 (1803		382416	FALSE		WUGloria60019
etc.													
Not identified species:													
Poa in AT-HSW[4]	V	genus	NN_vasc	Gramineae	Poa	0001	ATHSW				FALSE	probably P. mir	WUGloria30044
Cerastium in AT-HSW-ZIK[5]	V	genus	NN_vasc	Caryophyllaceae	Cerastium	0001	ATHSWZIK				FALSE	dwarf, obovate	WUGloria30008
Cerastium in AT-HSW-GHK-E31[6]	V	genus	NN_vasc	Caryophyllaceae	Cerastium	0002	ATHSWGHK				FALSE	dwarf, round-le	WUGloria30015

Notes
1) The target region code must be the same code as you have written on the backboard, used for plot photo documentation.
2) For other regions some examples for useful web check lists: Tropicos (MOBOT): http://www.tropicos.org; USDA (United States Department of Agriculture): http://plants.usda.gov.
3) Herbarium acronym; full name of herbarium and location.
4) The unidentified taxon was found in several of your summit sites (be sure that all cases belong to the same species).
5) The unidentified taxon was found only on one summit (be sure that all cases belong to the same species).
6) The unidentified taxon was found only in one plot.

ANEXO III: CODIFICACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA DE GLORIA

Cualquier elemento que incluyamos en la *documentación fotográfica* de GLORIA debe tener un código único de acuerdo con las normas de codificación de GLORIA. Este código deberá anotarse en la pizarra que se mostrará visible en la fotografía. Además, los nombres de los archivos de las fotos digitales que se envíen a la B*ase de Datos Central de GLORIA* (*BDCG*) deben respetar dicho código.

El equipo de coordinación de GLORIA facilitará un programa para gestionar la documentación fotográfica (*GPDM*, *GLORIA Photo Data Management*), pensado para generar automáticamente los nombres de los ficheros con el fin de evitar, en la medida de lo posible, errores mecanográficos. Todo ello resulta fundamental para incluir sus fotos en la estructura lógica de la *BDCG* y de la página web de GLORIA. Por lo tanto, recomendamos encarecidamente el uso de este programa que puede descargarse en www.gloria.ac.at. Se ruega que consulte las instrucciones de uso incluidas en el programa.

FORMATO Y TAMAÑO DE LOS FICHEROS DE FOTOS

Sólo se aceptarán ficheros en formato JPG (*.jpg), tanto para la *BDCG* como para la página web de GLORIA. Al tomar sus fotos digitales use la máxima resolución y el menor factor de compresión JPEG. Tenga en cuenta que con baja resolución y alta compresión se puede perder valiosa información fotográfica. Las imágenes deben ser al menos de 1500×2000 píxeles, con una compresión JPEG inferior o igual a 20 (de mayor a menor calidad, en una escala de compresión de 2 a 255). Los archivos resultantes tendrán un tamaño aproximado de 1,5 MB. También se admitirán archivos con resolución y tamaño mayor, hasta de 5,7 MB, pero no utilice formatos TIFF o RAW.

CODIFICACIÓN FOTOGRÁFICA. ESTRUCTURA DE LOS CÓDIGOS FOTOGRÁFICOS

Los códigos se componen de varios elementos, unos obligatorios otros no, especificados a continuación. Algunos de ellos tienen un número fijo de caracteres, otros no, tal y como se estableció en las Convenciones de codificación de este manual (véanse Fig. 3.2 y Recuadro 6.1).

NOMBRES DE LAS FOTOGRAFÍAS DIGITALES

Sería deseable ordenar todos los archivos de fotos digitales por su nombre, de un modo lógico. Por tanto, en el nombre de cada archivo todos los elementos deben tener una longitud constante. Entonces, si un código es más corto que dicha longitud, es necesario añadir una o más guiones de subrayado o rayas bajas (_). En el nombre del archivo, los distintos elementos del código van separados por rayas bajas, no por espacios en blanco, puntos o guiones (al contrario de lo que ocurre cuando escribimos en la pizarra).

En muchos casos se dispone de más de una foto para un mismo elemento; aplicaremos entonces el elemento 7 (véase más abajo) que define el número de orden. Cada archivo fotográfico de su zona piloto deberá tener un número de orden único que el programa GPDM crea automáticamente. Si desea que ciertas fotos del mismo elemento aparezcan en un orden determinado en la página web de GLORIA (por ejemplo, según importancia o calidad decrecientes), refleje este orden al numerar este elemento de código.

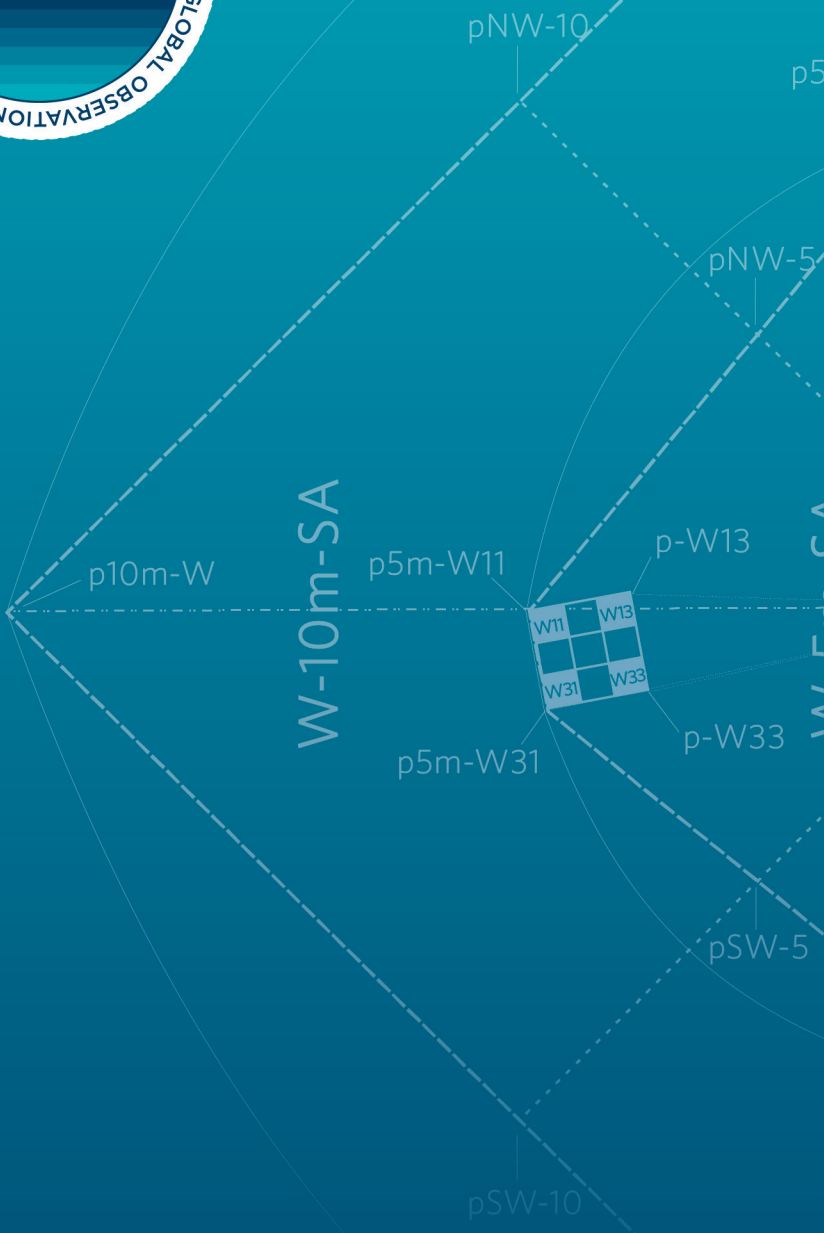
DEFINICIÓN DE LOS CÓDIGOS DE CADA ELEMENTO					
ELEMENTO	**CATEGORÍA**	**OBLIGATORIO EN LA PIZARRA**	**OBLIGATORIO EN EL NOMBRE DEL FICHERO**	**LONGITUD (CARACTERES)**	**OBSERVACIONES**
Elemento 1	*Ciclo de seguimiento*	No	Si	Fija: 2	El *ciclo de seguimiento* de su *zona piloto*: 01= primer muestreo; 02 = primera repetición del muestreo, 03 = segunda repetición, etc)
Elemento 2	Código de país	Si	Si	Fija: 2	Constante para toda la *zona piloto*
Elemento 3	Código de *Zona Piloto*	Si	Si	Fija: 3	Constante para toda la *zona piloto*
Elemento 4	Código de cima	Si	Si	Fija: 3	Si la foto no puede relacionarse con una cima concreta utilice tres guiones bajos (___). Este es el caso de los elementos de la categoría 5: PLANT; LANDSC y OTHER.
Elemento 5	Códigos de elemento (de parcela, de esquina, de cima, de fotos panorámicas, etc.)	Si	Si	Fija: 8	Si tenemos códigos más cortos, añada rayas bajas (_) para completar los ocho caracteres. Evítense estos guiones de subrayado en la pizarra para ahorrar espacio.
Elemento 6	Fecha de la foto	Si	Si	Fija: 8	Utilice el formato **aaaammdd** (año mes día) en los nombres de archivo: indique 00 para días o meses desconocidos. Se puede utilizar el formato aaaa/mm/dd en la pizarra; escriba este elemento en la esquina superior izquierda.
Elemento 7	Número de orden	No (no se aplica)	Si	Fija: 5	Números de 5 dígitos en orden ascendente, únicos en su *zona piloto* (comenzando con 00000, 00001, etc.); si utiliza GPDM, este número se calcula automáticamente.
Elemento 8*	Indicación o nombre de especie vegetal	No	No	Variable: limitada a 150 caracteres	Breve descripción del elemento de la foto, limitada a 150 caracteres. Utilícese un guión (-) para separar la palabras. Sin embargo, esto sólo es necesario en los siguientes casos: • Para la descripción del ítem LANDSC u OTHER del elemento 5; • Para la descripción del ítem SU-OV (perspectiva de la cima) del elemento 5; • Para el nombre de las especies cuando se aplica el ítem PLANT como elemento; en este caso separe el género y los epítetos con un guión (-).

* No es necesario, su empleo es opcional en las pizarras. Sólo es obligatorio para nombres de archivo de fotos digitales si en el elemento 5 se usan las categorías PLANT, LANDSC, SU-OV u OTHER

KI-02-15-114-ES-N

GLOBAL OBSERVATION RESEARCH INITIATIVE IN ALPINE ENVIRONMENTS

GLORIA



doi 10.2777/37575