

# Manejo sustentable de ratania en Perú

---

*Krameria lappacea* (Dombey)  
Burdet & Simpson



# Proyecto

---

Cooperación público-privada entre WELEDA AG (Arlenheim, Schweiz & Schwäbisch Gmünd, Alemania) y GTZ - Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (Eschborn, Alemania).

Nachhaltige Wildsammlung, Biotop-Erhaltung und Kultivierung der gefährdeten Andenpflanze Ratanhia (VN 81060590) (Extracción sustentable de material silvestre, conservación de biotopos y cultivo de la especie andina amenazada ratania).

---

**Autores:** Maximilian Weigend & Nicolas Dostert

**Traducción:** Federico Luebert

**Fecha:** Abril 2008

**Versión:** 1.0

**Documento:** D23/02-34

Domicilio, Lugar de pago y Jurisdicción:

AG Charlottenburg, HRB 88799

GF: Nicolas Dostert, Maximilian Weigend

---

## Contacto:

botconsult GmbH  
Fidicinstrasse 11  
D-10965 Berlin  
Alemania

Tel.: +49 (30) 817970 46

Fax: +49 (30) 817970 49

E-Mail: [info@botconsult.de](mailto:info@botconsult.de)

---



# Índice

---

**1. Introducción 4**

---

**2. Determinación del monto de cosecha permisible 6**

- 2.1 Elección y número de áreas de registro 6
  - 2.2 Regeneración natural y determinación de los montos sustentables de extracción 6
  - 2.3 Ejemplo de cálculo con los datos de arequipa 8
  - 2.4 Monitoreo permanente de los montos de extracción permisibles (monitoring) 9
- 

**3. Área de extracción y prácticas de recolección 10**

- 3.1 Área de extracción 10
  - 3.2 Buenas prácticas de recolección 11
  - 3.3 Resiembra en el área de extracción 12
- 

**Bibliografía complementaria 13**

- Apéndice 1:** registro de terreno (para ejemplo de cálculo) 14
  - Apéndice 2:** valores de  $\tau$  para los cálculos 15
  - Apéndice 3:** cálculo del intervalo de confianza 16
  - Apéndice 4:** cálculo del intervalo de confianza con excel 18
  - Apéndice 5:** formulario para el registro de terreno 19
-

# 1. Introducción

---

La raíz de ratania es una droga vegetal conocida desde hace mucho tiempo en la medicina tradicional peruana, la que debido a su contenido de taninos es utilizada como planta medicinal y como pigmento. Las plantas de *Krameria lappacea* (Dombey) Burdet & Simpson son recolectadas en Perú exclusivamente de poblaciones silvestres; esto es válido tanto para las exportaciones comerciales como para su uso local. Sólo para exportación se recolectan en Perú más de 30 t/año.



*Forma comercial típica de raíces de ratania en el mercado de Arequipa.*

Entre los años 2003 y 2007 se llevaron a cabo investigaciones extensivas sobre las existencias de *K. lappacea* en los alrededores de Arequipa para investigar la ecología, el parasitismo, las posibilidades de cultivo y las medidas para la extracción sustentable de ratania. Ya que hasta ahora no existen datos acerca de las características biológicas básicas de esta planta, estas investigaciones constituyen la base para asegurar la sustentabilidad y la calidad de los componentes vegetales utilizados. Las investigaciones se efectuaron en el contexto de una cooperación público-privada entre WELEDA AG (Arlesheim, Schweiz & Schwäbisch Gmünd, Alemania) y GTZ – Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (Agencia Alemana de Cooperación Técnica, Eschborn, Alemania). Las investigaciones científicas fueron llevadas a cabo en conjunto por botconsult GmbH (Berlín, Alemania), el Instituto de Biología de la Universidad Libre de Berlín y la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Perú. Durante las investigaciones sobre la ecología de

ratania se observó por primera vez, que esta especie, al igual que muchas otras especies de la familia Krameriaceae, es un hemiparásito. *K. lappacea* parasita las raíces de un amplio espectro de plantas huéspedes de diferentes familias, como por ejemplo Asteraceae, Cactaceae, Poaceae, Portulacaceae. Los haustorios pueden ser observados tanto en su hábitat natural como en cultivo en Rhizotron.

Las investigaciones realizadas acerca de las posibilidades de propagación y cultivo muestran que *K. lappacea* puede ser propagada tanto a través de esquejes como de semillas. Debido a la capacidad germinativa de *Krameria*, a las posibilidades de propagación vegetativa de las especies acompañantes y al desarrollo observado de haustorios, las posibilidades de cultivo de *Krameria* pueden ser positivamente evaluadas. Los datos existentes acerca del crecimiento extremadamente lento de *Krameria*, de (5–) 7–15 años para alcanzar un tamaño cosechable, sugieren sin embargo una evaluación negativa de la conveniencia de su cultivo. La duración de los tiempos de cultivo (y los cuidados culturales necesarios durante el cultivo), la necesidad del cultivo de las especies huéspedes y los bajos volúmenes cosechables esperados, hacen que el cultivo de *Krameria* no sea económicamente rentable en el contexto de un campo agrícola «normal».

Para la explotación sustentable de las existencias de ratania para el suministro de materias primas de WELEDA AG, se estableció, en trabajo conjunto con INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales), una zona de extracción controlada de 2000 ha. En esta área se realizó también la mayor parte de las investigaciones científicas. El terreno se localiza en las cercanías de Arequipa (sur de Perú, departamento de Arequipa, provincia de Arequipa). Las bases del proyecto de extracción sustentable de material silvestre se establecen en un Plan de Manejo (Management Plan) para esta área de recolección definida.

Nuestros registros y cálculos para esta área de colecta y otras regiones de Perú muestran claramente que el costo de llevar a cabo una determinación científica exacta y una revisión de los volúmenes sustentables de cosecha, sobre la base de datos de

ecología poblacional, no es justificable. Por esta razón, aquí se propone como procedimiento alternativo de aproximación, que el monto de cosecha permitido sea determinado en base al intervalo de confianza del 95%, obtenido a partir del tamaño poblacional calculado sobre la base de varios registros. Estos datos pueden ser generados con costos justificables. Para compensar la falta de precisión de los datos, los montos de cosecha permitidos serán determinados como una pequeña fracción del valor inferior del intervalo de confianza del 95%. En el contexto de una aproximación conservadora («precautionary approach»), proponemos determinar el monto de cosecha como el 5% del valor inferior del intervalo de confianza del 95%.

Para la obtención de los datos necesarios para la determinación del intervalo de confianza del 95%, en cada área de extracción a evaluar, deben documentarse y llevarse a cabo registros (= conteo del número de plantas adultas de *Krameria*), tal como fue efectuado en el contexto de este proyecto y a modo de ejemplo en el área de extracción en Arequipa. Sobre la base de esos conteos, la densidad media de individuos puede ser calculada de manera simple con un intervalo de confianza del 95%, mediante el uso de programas generales de cálculo (p.e. Excel). El intervalo de confianza del 95% es el rango en que se encuentra el tamaño poblacional real, con una probabilidad de 95%. Según datos obtenidos en Arequipa, se determinó que el volumen máximo de cosecha permisible es de 2t/a/2000 ha, lo que corresponde al doble del volumen que actualmente se extrae.

Además de la determinación de los montos de cosecha permitidos, también debería efectuarse una resiembra de *Krameria* en el área de extracción. Para ello se disponen semillas de *Krameria* en cada uno de los hoyos generados por la extracción para que en el mediano plazo las plantas cosechadas sean reemplazadas.

Para el desarrollo futuro de la extracción sustentable de ratania en Perú – como línea de base para INRENA respecto al entrenamiento de exportadores – los resultados relevantes de todas las investigaciones realizadas hasta ahora fueron compilados,

en alemán y español, en la forma de una Propuesta para un Plan Nacional de Sustentabilidad Biológica. Esta propuesta es la base tanto para la evaluación de la sustentabilidad como para el Plan de Manejo y contiene, aparte de las consideraciones biológicas sobre las existencias de *Krameria*, instrucciones sobre los procedimientos para la determinación de los respectivos volúmenes de cosecha sustentables permitidos y para la explotación sustentable de las existencias de *Krameria*. La presente publi-



*Flores de ratania del sector de Yura, Arequipa*

cación está orientada a todos los actores del mercado; consiste en una versión resumida del plan de sustentabilidad y contiene toda la información relevante para la determinación de los montos de cosecha permisibles y la realización del proceso de extracción de material silvestre.

*Haustorio de ratania en Balbisia verticillata Cav. (en naturaleza, Arequipa)*



## 2. Determinación del monto de cosecha permisible

---

### 2.1 Elección y número de áreas de registro

Ya que un área de extracción, sólo por su tamaño, por lo general no puede ser totalmente evaluada, las áreas representativas deben ser escogidas para realizar las investigaciones. Cuando la vegetación del área de extracción no es homogénea, el área debe primero ser dividida en zonas homogéneas, en las que la densidad poblacional de la especie bajo estudio sea relativamente uniforme. Segundo, dentro de estas zonas homogéneas, debe ser determinado un número representativo de áreas de registro.

El número de áreas de registro debe ser proporcional a la superficie total. Para la evaluación de las poblaciones en el área de extracción de las cercanías de Arequipa, diferentes sectores fueron escogidos, de modo que representen las principales situaciones ecológicas del área evaluada. Se instalaron, en cada zona, parcelas de 100m<sup>2</sup>, en las que el número de plantas adultas fue registrado.

Por ejemplo, el área de Arequipa fue clasificada en **dos tipos de vegetación:**

1. Terrenos relativamente planos en el área norte (ca. 1/3 del área = 666,7 ha)
2. Cimas y laderas en el área sur (ca. 2/3 del área = 1333,3 ha)

Los primeros están en parte cubiertos por arenas grises de cenizas y presentan una baja densidad poblacional de *Krameria* (área de registro I). Los segundos son relativamente ricos en Cactáceas (*Weberbauerocereus*, *Corryocactus*, *Cumulopuntia*) y presentan una densidad poblacional de *Krameria* relativamente alta. La densidad poblacional de *Krameria* es sin embargo variable, y se incrementa notoriamente con el aumento de la distancia a los asentamientos poblados. Aquí son representativas el área de registro II y el área de registro III ubicados en el extremo oriental de la zona de extracción (Apéndice 1). Para el área evaluada, un total de 40 áreas de registro es considerado como el mínimo necesario, por lo que se aspira a un número mayor.

---

### 2.2 Regeneración natural y determinación de los montos sustentables de extracción

La regeneración natural es la renovación natural de una población en un área silvestre y es dependiente de varios factores (condiciones climáticas, presión de pastoreo, etc.). Por esta razón, la regeneración natural no tiene lugar cada año en la misma magnitud. Como se ha mostrado en los estudios de resiembra, la regeneración natural de ratania tiene lugar sólo en los años con suficientes precipitaciones. Adicionalmente, la influencia del Evento El Niño en la regeneración natural es conocida en Perú para varias especies vegetales. Según las investigaciones realizadas hasta ahora, es muy posible que la regeneración natural de *Krameria* tenga lugar en años con influencia de El Niño. Correspondientemente, el registro de todas las clases de edad (como originalmente fue realizado) no tiene sentido para el cálculo de los montos de extrac-

ción permisibles, ya que no genera datos representativos para periodos de tiempo más largos.

Para una estimación y una investigación científica libre de objeciones sobre los posibles cambios en las poblaciones debido a la extracción, sería necesario que la influencia de la recolección (es decir, en este caso la explotación de 1 t de raíces/2000 ha/año) fuese medible. Los montos de explotación (1 t/año) deberían ser equivalentes al crecimiento anual (= explotación sustentable!), de manera que sea esperable que la biomasa poblacional se mantenga a lo largo de los años. Para tal cálculo se requieren datos que permitan detectar pequeños cambios en la biomasa poblacional, lo que significa que las variaciones mínimas medibles (minimal detectable change) de la biomasa de la

población deben ser inferiores a 1 t. De acuerdo con las propuestas metodológicas de Elzinga, Salzer & Willoughby (1998) y con los datos ya obtenidos en las evaluaciones, se puede estimar cuántos registros de terreno serían necesarios para alcanzar esa precisión. Para hacer visible un cambio en la biomasa poblacional con la precisión necesaria, se requerirían 100.000 registros de terreno, lo que corresponde a 20.000 horas-hombre (= 55 años-hombre) sólo para realizar los registros de terreno. En consecuencia, es necesario encontrar una posibilidad alternativa para determinar los montos sustentables de extracción.

El número de áreas de registro reduce la amplitud del intervalo de confianza: mientras más registros se realizan, más reducida es la amplitud del intervalo de confianza, lo que significa que su valor inferior está más cerca de la media (Figura 1). De este modo, mientras más alto es el número de registros, el monto permisible de extracción es también más alto. Un intervalo de confianza demasiado amplio

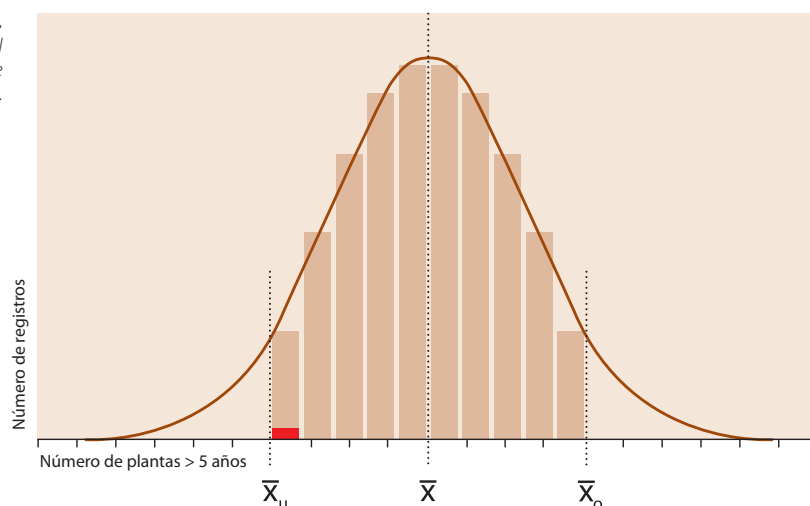
sugiere un tamaño muestral muy bajo. En la práctica, esto también significa que deben efectuarse más registros, si es que grandes cantidades (con un alto valor comercial) deben ser obtenidas en un área. Para montos más bajos de extracción deben también efectuarse menos registros. De esta manera, el gasto para la determinación de los mon-

**Aquí se propone un método pragmático y absolutamente confiable para nuestros propósitos. Consiste en establecer un intervalo de confianza del 95% a partir de los registros disponibles. El intervalo de confianza es el rango en el que, con una probabilidad de 95%, se encuentra el tamaño real de la población. Los montos de extracción permisibles se determinan en el 5% del valor inferior del intervalo de confianza.**

tos permisibles de extracción tiene una relación directa con los montos de extracción y por ello también con el valor del producto.

**Figura 1.**  
Representación gráfica de los cálculos: 5% del valor inferior del intervalo de confianza del 95%.

- $\bar{X}$  Media
- $\bar{X}_U$   $\bar{X}_O$  Valor inferior y superior del intervalo de confianza
- Intervalo de confianza del 95%
- 5% del valor inferior del intervalo de confianza



Para el cálculo del intervalo de confianza del 95% son necesarios los registros de terreno (un total de al menos 40 áreas de registro de 100 m<sup>2</sup> cada una) en diferentes zonas del área de extracción, y el valor «τ» que depende del número de regis-

tros (Apéndice 2). El cálculo en sí corresponde al procedimiento establecido en el Apéndice 3 o al desarrollado con el módulo estadístico de Excel (Apéndice 4).

## 2.3 Ejemplo de cálculo con los datos de Arequipa

El cálculo del intervalo de confianza del 95% y del monto de extracción permisible para el área evaluada se presenta en el Apéndice 3. La cantidad de plantas que pueden ser extraídas anualmente en un área determinada fue establecida en un 5% del

valor inferior del intervalo de confianza del 95%. La base de esto es que el relevamiento del tamaño poblacional de plantas extraíbles se realice con alto número de áreas de registro en los territorios prospectivos de recolección.

### Intervalo de confianza del 95%

Los registros de terreno resultan en una Media de:

**4,3 [Plantas > 5 años / área de registro]**

El intervalo de confianza del 95% es:

**1,566 [Plantas > 5 años / área de registro]**

El valor inferior del intervalo de confianza del 95% se calcula como sigue:

**4,3 – 1,566 = 2,734 [Plantas > 5 años / área de registro]**

El monto de extracción permisible en un área de extracción depende tanto del número de plantas adultas como de su masa cosechable promedio. La estructura y la humedad del suelo, así como el tamaño de las plantas, tienen una influencia con-

siderable en el volumen y peso del sistema radicular. Para el área de extracción de Arequipa se determinó que la masa de cosecha promedio es de 0,076 kg / planta.

### Monto de extracción permisible

5 % del valor inferior del intervalo de confianza del 95%:

**5 % de 2.734 = 0,1367 [Plantas > 5 años / área de registro]**

Cálculo por hectárea (superficie del área de registro = 100 m<sup>2</sup>):

**0,1367 × 100 = 13,67 [Plantas > 5 años / área de registro]**

Monto de extracción permisible por hectárea

(Masa cosechable = 0,076 kg / Planta):

**13,67 × 0,076 kg = 1,039 kg [Plantas > 5 años / ha]**

Monto de extracción permisible en el área protegida de 2.000 ha:

**1,039 kg × 2.000 ha = 2.078 kg [Plantas > 5 años]**



---

**Para las existencias de ratania en el área evaluada en Arequipa resulta, sobre la base de estos cálculos, un monto de extracción permisible de 2 t/año.**

Asumimos que un monto de extracción de 1 t/año ha tenido un efecto despreciable sobre la población. Las fluctuaciones naturales de los tamaños poblacionales, en razón de las variaciones climáticas o del incremento en la presión de pastoreo (guanacos y burro cimarrón) han tenido una gran

influencia en la población. Además, asumimos que, en base al intento previo de resiembra en el lugar, el efecto de la cosecha puede ser parcialmente compensado a través de resiembra. Dado que el recolector cosecha preferentemente plantas adultas, es también posible que la estructura de edades de la población se mantenga en el mediano plazo en favor de las plantas juveniles. Una metodología científica exacta y fundamentada, como se ha dicho, no es aplicable con costos justificables.

---

## 2.4 Monitoreo permanente de los montos de extracción permisibles (Monitoring)

Según estos cálculos, un monitoreo clásico no es posible debido a que los registros no son suficientes para detectar cambios en los tamaños poblacionales con una exactitud adecuada. Una comparación de las variaciones en las existencias entre varios registros (en períodos de uno o varios años) para observar posibles cambios no es, por lo tanto, factible y los cambios reales en las poblaciones no pueden hacerse medibles. Proponemos realizar nuevas evaluaciones en periodos regulares y – como fue expuesto anteriormente – calcular el

monto de extracción permisible (5% del valor inferior del intervalo de confianza del 95% de las existencias totales). Eventualmente, el monto de extracción debería ser corregido hacia abajo.

**Dado que las evaluaciones están vinculados a una logística y costos financieros considerables, y que cambios rápidos de los tamaños poblacionales no son esperables de acuerdo a nuestras evaluaciones, proponemos llevar a cabo evaluaciones en intervalos de 3 años.**

## 3. Área de extracción y prácticas de recolección

### 3.1 Área de extracción

Como ejemplo de un área definida de recolección, se presenta una descripción breve del zona de extracción controlada de la firma WELEDA en el sur de Perú. En el año 2003 INRENA, en trabajo conjunto con WELEDA AG, establecieron un área para la explotación sustentable de la poblaciones de *Krameria*. Esta área tiene 2000 ha y se encuentra en los alrededores de Arequipa en el sur de Perú (provincia de Arequipa, departamento de Arequipa).



*Hábitat natural de ratania,  
Arequipa*

Se trata de un área de laderas y quebradas, con una vegetación abierta compuesta de arbustos bajos (< 1 m), Cactáceas, sobre todo del género *Cumulopuntia*, así como individuos aislados de cactus columnares en las laderas. El clima es semiárido, las precipitaciones caen generalmente en los meses de marzo y abril. Desde marzo y hasta mayo de los años lluviosos (p.e. 2000), las áreas descubiertas entre los arbustos se cubren de una estrato más o menos densa de plantas anuales, sobre todo Gramíneas, Malvaceae y Asteraceae. Los suelos son arenosos, en parte arcillosos y tienen o no una muy reducida capa húmica. *Krameria* está más o menos uniformemente repartida en estos territorios, pero tiene las mayores densidades poblacionales en las laderas abiertas, sobre suelos poco profundos. Las laderas bajas y las quebradas fueron en el pasado posiblemente objeto de una explotación considerablemente más intensa, de modo que no es claro si la repartición actual es natural o antropogénica.

---

## 3.2 Buenas prácticas de recolección

La extracción parcial de las raíces secundarias de *Krameria*, tal como es llevada a cabo en la explotación de raíces de otras especies, ha mostrado ser impracticable. Por un lado, una gran cantidad de tierra (principalmente piedras) debe ser movida para obtener una reducida cantidad de material cosechable. Por otra parte, las raíces secundarias no pueden ser cosechadas sin dañar las raíces primarias, es decir, la planta completa. La tasa de sobrevivencia tras cosecha parcial ha mostrado ser muy baja.

Aparte de los estándares generales sobre buenas prácticas agrícolas y de recolección (WHO 2003, EMEA 2006), hay algunas indicaciones específicas para *Krameria* necesarias para una extracción sustentable. Para la extracción de ratania en la zona de extracción de Arequipa, fueron establecidas además las siguientes indicaciones:

### Indicaciones de extracción

1. El territorio es dividido en cinco partes, las cuales serán cosechadas alternadamente, es decir, cada parte será cosechada cada cinco años.
2. Recolección uniforme en el territorio seleccionado. De cada cinco plantas existentes, sólo una debe ser extraída.
3. Las plantas extraídas deben tener al menos 5–7 años de edad.
4. Recolección cuidadosa, de modo que las raíces no sean dañadas y las raíces de otras plantas no sean intervenidas.
5. Corta de las raíces secundarias cerca de la raíz principal vertical – cosecha de la raíz principal sólo hasta un grosor de 3 cm (extracción conforme a requerimientos de una farmacopea).
6. Recolección de semillas en paralelo a la explotación, y disposición de las semillas en el hoyo dejado por la extracción de la planta (a ca. de 5 cm de profundidad). Preparación de las semillas según 3.3.
7. Relleno del hoyo y alisamiento de la superficie del terreno.

### 3.3 Resiembra en el área de extracción

La posibilidad de resiembra en un área silvestre fue investigada y evaluada en la zona de extracción de las cercanías de Arequipa en los años 2004–2006. Se realizó para clarificar cuánto puede contribuir una resiembra a la regeneración de poblaciones naturales y a la sustentabilidad de la extracción de material silvestre. La regeneración natural fue aquí comparada con la regeneración apoyada por resiembra.

Las semillas recolectadas fueron clasificadas, y aquellas que fueron evidentemente roídas por roedores fueron separadas. Adicionalmente, como tratamiento pre-germinativo, las semillas fueron manualmente trabajadas con arena esterilizada (estratificación) para extraer las espinas y para adelgazar la testa y de este modo, facilitar la germinación. Las semillas fueron sembradas en áreas demarcadas en el territorio estudiado.

#### Procedimiento de resiembra

1. Colecta y limpia de semillas.
2. Separación de las semillas roídas.
3. Adelgazamiento de la testa con arena.
4. Disposición de las semillas en los hoyos a 3–5 cm de profundidad.
5. Disposición de 3–5 semillas por hoyo y tapado de los hoyos con tierra.
6. No regar las semillas!

Puede ser mostrado que en las áreas estudiadas las semillas sembradas germinan con lluvias suficientes y que las plantas juveniles se establecen. En estos años lluviosos la germinación no se produce sólo durante el periodo de lluvias, sino que se intensifica durante el período seco consecutivo, donde la tasa de germinación temporalmente desplazada es más alta que durante el período lluvioso. En las áreas estudiadas fue alcanzada, a tra-

vés de esta germinación tardía, una tasa de germinación entre 0% y ca. 30%. Para algunas plantas (hemi)parásitas se ha observado que presentan una **fenología temporalmente desfasada**. Esto significa que el desarrollo ocurre con un tiempo de retraso, después que las plantas huéspedes han concluido una parte importante de su desarrollo y un número suficiente de huéspedes están disponibles. Este parece ser también el caso de ratania.

*Fruto inmaduro de ratania con pelos espinosos café-rojizos (frutos espinosos)*



A partir del estado actual de las investigaciones, la resiembra de *Krameria* en las áreas de extracción es absolutamente recomendable y puede, incluso en terrenos donde *Krameria* presenta baja frecuencia (actual), ser conducida para el establecimiento de nuevas plantas.

# Bibliografía complementaria

---

- Aguliar Carazas, R. C.** 2005. Exomorfología y Ecología de *Krameria lappacea* (Dombey) Burdet & Simpson (ragtana). Tesis, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Peru.
- Burdet, H.M. & Simpson, B.B.** 1983. Première publication botanique de *J. Dombey et Krameria lappacea* (Dombey) Burdet & Simpson comb. Nova. *Candollea* 38: 694–696
- Cannon, W. A.** 1910. The root habits and parasitism of *Krameria canescens* Gray. In D.T. Macdougall and W. A. Cannon. The conditions of parasitism in plants. Publ. Carnegie Inst. Wash. 129: 1–60
- Cannon, W. A.** 1911. The root habits of desert plants. Publ. Carnegie Inst. Wash. 131: 67–69
- Carini M.; Aldini G.; Orioli M.; Facino RM.** 2002. Antioxidant and photoprotective activity of a lipophilic extract containing neolignans from *Krameria triandra* roots. *Planta Med.* 68(3): 193–7
- Choi H. D.; Seo PJ; Son BW.** 2002. Total synthesis of a norneolignan from *Ratanhia radix*. *Arch Pharm Res.* 25(6): 786–9.
- Elzinga, C. L., Salzer, D. W. & J. W. Willoughby.** 1998. Measuring and monitoring plant populations. Bureau of Land Management, National Business Center: Denver, Colorado: 1–496.
- EMA - Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC).** 2006. Guideline on good agricultural and collection practice (GACP) for herbal starting materials. Doc. Ref. EMA/HMPC/246816/2005. <http://www.emea.eu.int/pdfs/human/hmpc/24681605en.pdf> (20.01.2007)
- Kuijt, J.** 1969. The biology of parasitic flowering plants. University of California Press, Berkeley, California.
- Musselman, L. J.** 1975. Parasitism and haustorial structure in *Krameria lanceolata* (Krameriaceae). A preliminary study. *Phytomorphology* 25: 416–422.
- Paloney, W. M.** 1975. Insect activity associated with reproductive biology of the desert shrub *Krameria grayi*. Master's Thesis in Biology. California State University, Long Beach.
- Scholz, E. & Rimpler, H.** Proanthocyanidins from *Krameria triandra* root. *Planta Med.* 55(4): 379–384
- Simpson, B. B.** 1989. Krameriaceae. In *Flora Neotropica*. The New York Botanical Garden. Monograph 49.
- Simpson, B. B.** 1991. The Past and Present Uses of Rhatany (*Krameria*, Krameriaceae). *Economic Botany* 45(3): 397–409.
- Simpson, B. B.** 2004. Krameriaceae (Rhatany family). In: Smith, N. P., Heald, S. V., Henderson, A., Mori, S. A. & Stevenson, D. W. (eds.): *Flowering Plants of the Neotropics*. Princeton University Press / New York Botanical Garden Press. 108–200.
- Weigend, M.; Dostert, N.** 2005. Towards a standardization of biological sustainability: Wildcrafting Rhatany (*Krameria lappacea*) in Peru. *Medicinal Plant Conservation* 11: 24–27
- WHO.** 2003. WHO guidelines on good agricultural and collection practices (GACP) for medicinal plants / Directrices de la OMS sobre buenas prácticas agrícolas y de recolección (BPAR) de plantas medicinales. World Health Organization, Geneva

# Apéndice 1

## Registro de terreno (para ejemplo de cálculo)

| Registros                                    | Arequipa I       | Arequipa II   |
|--|------------------|---------------|
|  | Plantas > 5 años |               |
| 1  | 1                | 3             |
| 2  | 0                | 1             |
| 3  | 0                | 0             |
| 4  | 0                | 2             |
| 5  | 0                | 1             |
| 6  | 1                | 0             |
| 7  | 2                | 0             |
| 8  | 1                | 0             |
| 9  | 0                | 2             |
| 10   | 2                | 4             |
| 11   | 6                | 0             |
| 12   | 10               | 2             |
| 13   | 6                | 8             |
| 14   | 4                | 1             |
| 15   | 5                | 3             |
| 16   | 2                | 3             |
| 17   | 2                | 2             |
| 18   | 2                | 6             |
| 19   | 2                | 5             |
| 20   | 6                | 6             |
| 21   | 3                | 5             |
| 22   | 1                | 6             |
| 23   | 24               | 8             |
| 24   | 14               | 5             |
| 25   | 1                | 4             |
| 26   | 1                | 2             |
| 27   | 2                | 3             |
| 28   | 2                | 9             |
| 29   | 16               | 4             |
| 30   | 10               | 6             |
| 31   | 5                | 2             |
| 32   | 0                | 4             |
| 33   | 2                | 7             |
| 34   | 0                | 5             |
| 35   | 7                | 0             |
| 36   | 8                | 4             |
| 37   | 9                | 11            |
| 38   | 2                | 0             |
| 39   | 6                | 5             |
| 40   | 7                | 19            |
| 41   |                  | 4             |
| 42   |                  | 9             |
| 43   |                  | 17            |
| 44   |                  | 3             |
| 45   |                  | 8             |
| 46   |                  | 4             |
| 47   |                  | 2             |
| 48   |                  | 3             |
| 49   |                  | 14            |
| 50   |                  | 1             |
| 51   |                  | 3             |
| 52   |                  | 7             |
| 53   |                  | 0             |
| 54   |                  | 2             |
| Media  | <b>4,30</b>      | <b>4,35</b>   |
| Desviación estándar                          | <b>5,05</b>      | <b>4,07</b>   |
| Intervalo de confianza 95%                   | <b>1,57</b>      | <b>1,08</b>   |
| Valor inferior Intervalo de confianza 95%    | <b>2,73</b>      | <b>3,27</b>   |
| 5% Valor inferior Intervalo de confianza 95% | <b>0,14</b>      | <b>0,16</b>   |
| Masa extraíble promedio [kg]                 | <b>0,076</b>     | <b>0,076</b>  |
| Monto extracción permisible por ha [kg]      | <b>1,039</b>     | <b>1,242</b>  |
| Monto extracción permisible por 2000 ha [kg] | <b>2,077</b>     | <b>2,483</b>  |
| Existencias en pie por 2000 ha [kg]          | <b>65,360</b>    | <b>66,148</b> |

# Apéndice 2

## Valores de $\tau$ para los cálculos

| $v^*$ | $\alpha(2) = 0,05$ | $v^*$ | $\alpha(2) = 0,05$ | $v^*$ | $\alpha(2) = 0,05$ |
|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|
| 1     | 12,706             | 36    | 2,028              | 92    | 1,986              |
| 2     | 4,303              | 37    | 20,26              | 94    | 19,86              |
| 3     | 3,182              | 38    | 2,024              | 96    | 1,985              |
| 4     | 2,776              | 39    | <b>2,023</b>       | 98    | 1,984              |
| 5     | 2,571              | 40    | 2,021              | 100   | 1,984              |
| 6     | 2,447              | 41    | 2,020              | 105   | 1,983              |
| 7     | 2,365              | 42    | 2,018              | 110   | 1,982              |
| 8     | 2,306              | 43    | 2,017              | 115   | 1,981              |
| 9     | 2,252              | 44    | 2,015              | 120   | 1,980              |
| 10    | 2,228              | 45    | 2,014              | 125   | 1,979              |
| 11    | 2,201              | 46    | 2,013              | 130   | 1,978              |
| 12    | 2,179              | 47    | 2,012              | 135   | 1,978              |
| 13    | 2,160              | 48    | 2,011              | 140   | 1,977              |
| 14    | 2,145              | 49    | 2,020              | 145   | 1,976              |
| 15    | 2,131              | 50    | 2,009              | 150   | 1,976              |
| 16    | 2,120              | 52    | 2,007              | 160   | 1,975              |
| 17    | 2,110              | 54    | 2,005              | 170   | 1,974              |
| 18    | 2,101              | 56    | 2,003              | 180   | 1,973              |
| 19    | 2,093              | 58    | 2,002              | 190   | 1,973              |
| 20    | 2,086              | 60    | 2,000              | 200   | 1,972              |
| 21    | 2,080              | 62    | 1,999              | 250   | 1,969              |
| 22    | 2,074              | 64    | 1,998              | 300   | 1,968              |
| 23    | 2,069              | 66    | 1,997              | 350   | 1,967              |
| 24    | 2,064              | 68    | 1,995              | 400   | 1,965              |
| 25    | 2,060              | 70    | 1,994              | 450   | 1,965              |
| 26    | 2,056              | 72    | 1,993              | 500   | 1,965              |
| 27    | 2,052              | 74    | 1,993              | 600   | 1,964              |
| 28    | 2,048              | 76    | 1,992              | 700   | 1,963              |
| 29    | 2,045              | 78    | 1,991              | 800   | 1,963              |
| 30    | 2,042              | 80    | 1,990              | 900   | 1,963              |
| 31    | 2,040              | 82    | 1,989              | 1000  | 1,962              |
| 32    | 2,037              | 84    | 1,989              |       |                    |
| 33    | 2,035              | 86    | 1,988              |       |                    |
| 34    | 2,032              | 88    | 1,987              |       |                    |
| 35    | 2,030              | 90    | 1,987              |       |                    |

\*  $v = n - 1$  ( $n =$  tamaño de la muestra = número de registros)

# Apéndice 3

## Cálculo del Intervalo de Confianza

Un intervalo de confianza corresponde a un rango del valor estimado de un parámetro, por ejemplo el valor medio de una serie de registros, en el cual el valor real del parámetro se encuentra con una probabilidad previamente determinada. El inter-

valo de confianza del 95%, que se calcula a partir de una serie de registros del tamaño poblacional, será el rango indicado en el que encuentra el 95% de los registros.

### Valores para el cálculo del intervalo de confianza

#### 1. Desviación estándar s:

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}}$$

donde  $\bar{x}$  indica la media y n el tamaño de la muestra.

#### 2. Error estándar SE:

$$SE = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

La amplitud de la mitad del intervalo de confianza se calcula mediante la siguiente fórmula:

#### 3. Confianza = SE $\times$ $\tau$

El valor de  $\tau$  puede ser tomado de la tabla correspondiente con relación al tamaño de la muestra y los grados de libertad (Apéndice 2). El nivel de confianza para el intervalo de confianza del 95% corresponde a  $\alpha(2) = 0,05$ .  $\alpha(2)$  es seleccionado, ya

que el intervalo de confianza es buscado a ambos lados de la media,  $\alpha(1)$  sería a un solo lado. Adicionalmente el valor correspondiente a los grados de libertad v debe ser indicado, donde  $v = n-1$  (n = tamaño de la muestra = número de registros).



---

## Ejemplo

Los siguientes valores provienen de la tabla del Apéndice 4 para plantas > 5 años. La media corresponde a  $\bar{x} = 4,3$ ; la desviación estándar  $s = 5,055$ , el tamaño de la muestra  $n = 40$ . El error estándar:

$$SE = s / \sqrt{n} = 5,055 / \sqrt{40} = 0,799$$

El valor de  $t$  para  $\alpha(2) = 0,05$  y 39 grados de libertad es **2,023** (Apéndice 2)  
La mitad del intervalo de confianza corresponde entonces a:

$$Confianza = SE \times t = 0,799 \times 2,023 = 1,616$$

(en Excel 1,566; ya que asume automáticamente un valor de  $t = 1,96$ !).

El intervalo de confianza del 95 % es entonces  $4,3 \pm 1,616$  plantas > 5 años por área de registro (100 m<sup>2</sup>).

# Apéndice 4

---

## Cálculo del intervalo de confianza con Excel

### 1. Media

- a) Para el cálculo de la media de un número de muestras, primero debe ser seleccionada la celda en la que EXCEL debe indicar el resultado.
- b) Menú Insertar: Función, seleccionar la Función [PROMEDIO]
- c) Marcar las celdas donde se encuentran los valores de las muestras y Excel calcula la media.

### 2. Desviación estándar

- a) Para el cálculo de la Desviación estándar de un número de muestras, primero debe ser seleccionada la celda en la que EXCEL debe indicar el resultado.
- b) Menú Insertar: Función, seleccionar la Función [DESVEST]
- c) Marcar las celdas donde se encuentran los valores de las muestras y Excel calcula la Desviación estándar.

### 3. Intervalo de confianza del 95%

- a) Para el cálculo del 95 % Intervalo de confianza del 95%, primero debe ser seleccionada la celda en la que EXCEL debe indicar el resultado.
- b) Menú Insertar: Función, seleccionar la Función [INTERVALO.CONFIANZA]
- c) En la ventana emergente:
  - para [Alpha] anotar 0,05
  - para [Desv\_estándar] el cálculo realizado arriba para la desviación estándar (o marcar la celda, que contiene el valor calculado de la desviación estándar) y
  - para [Tamaño] el tamaño de la muestra.
- d) Excel coloca ahora el resultado en la celda marcada.

# Apéndice 5

## Formulario para el registro de terreno

|   |  |
|---|--|
| Lugar exacto:<br>.....<br>.....<br>.....        | GPS:<br>.....<br>Altitud:<br>.....<br>Fecha:<br>.....                    |
| Responsable:<br>.....<br>con:<br>.....<br>..... | <b>Datos del voucher de ratania:</b> Colector/Número de colecta/Herbario |

| Número de Registro | Número de Plantas > 5 años | Número de Registro | Número de Plantas > 5 años |
|--------------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|
| 1                  |                            | 21                 |                            |
| 2                  |                            | 22                 |                            |
| 3                  |                            | 23                 |                            |
| 4                  |                            | 24                 |                            |
| 5                  |                            | 25                 |                            |
| 6                  |                            | 26                 |                            |
| 7                  |                            | 27                 |                            |
| 8                  |                            | 28                 |                            |
| 9                  |                            | 29                 |                            |
| 10                 |                            | 30                 |                            |
| 11                 |                            | 31                 |                            |
| 12                 |                            | 32                 |                            |
| 13                 |                            | 33                 |                            |
| 14                 |                            | 34                 |                            |
| 15                 |                            | 35                 |                            |
| 16                 |                            | 36                 |                            |
| 17                 |                            | 37                 |                            |
| 18                 |                            | 38                 |                            |
| 19                 |                            | 39                 |                            |
| 20                 |                            | 40                 |                            |

|  |  |
|--|--|
| Media  |  |
| Desviación estándar                                      |  |
| Intervalo de confianza 95%                               |  |
| Valor inferior Intervalo de confianza 95%                |  |
| 5% Valor inferior Intervalo de confianza 95%             |  |
| Masa extraíble promedio [kg]                             |  |
| Monto extracción permisible por ha [kg]                  |  |
| Monto extracción permisible por área de recolección [kg] |  |

