Manejo sostenible de ratania en Perú

Krameria lappacea (Dombey) Burdet & Simpson



Proyecto

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

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

Autores: Maximilian Weigend & Nicolas Dostert

Traducción: Federico Luebert

Edición 1: Abril 2008 **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

Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú Nº2008-07014 Cooperación Alemana al Desarrollo - GTZ Av. Prolongación Arenales 801, Miraflores

Impreso por Servicios Gráficos JMD S.R.L. Lima - Perú, Junio 2008.

Índice

1.	Introdu	ucción	4	
2.	Determ	ninación del valor de la cosecha permisible	6	
2.1	Elecciór	n y número de áreas de registro	6	
2.2	Regeneración natural y determinación de los volúmenes sostenibles			
	de extra	occión	6	
2.3	Ejemplo	de cálculo con los datos de Arequipa	8	
2.4	Monitor	reo permanente de los valores de extracción		
	permisil	oles (monitoring)	9	
3.	Área de	e extracción y prácticas de recolección	10	
3.1		extracción extracción	10	
3.2		prácticas de recolección	11	
3.3 Resiembra en el área de extracción		•	12	
Bibl	iografía (complementaria	13	
Apé	ndice 1:	Registro de terreno (para ejemplo de cálculo)	14	
		Valores de τ para los cálculos	15	
		Cálculo de intervalo de confianza	16	
_		Cálculo de intervalo de confianza con excel	18	
_	ndice 5:		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 forma 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 Areguipa para investigar la ecología, el parasitismo, las posibilidades de cultivo y las medidas para la extracción sostenible 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 sostenibilidad 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 la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (Agencia Alemana de Cooperación Técnica) - GTZ, (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 calificadas como positivas. 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 sostenible 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 sostenible 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 sostenibles 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 valor de cosecha permitido sea determinado sobre la base del 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 valores 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 ("precuationary approach"), proponemos determinar el valor 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 Areguipa, 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 valores 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 sostenible 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 Sostenibilidad Biológica. Esta propuesta es la base tanto para la evaluación de la sostenibilidad como para el Plan de Manejo y contiene, aparte de las consideraciones biológicas sobre las existencias



para la determinación de los respectivos volúmenes de cosecha sostenibles permitidos y para la explotación sostenible de las existencias de Krameria. La presente publicación está orientada a todos los actores del mercado; consiste en una versión resumida del plan de sostenibilidad y contiene toda la información relevante para la determinación de los valores de cosecha permisibles y la realización

del proceso de extracción de material silvestre.

de Krameria, instrucciones sobre los procedimientos

Flores de ratania del sector de Yura, Arequipa

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



2. Determinación del valor de la cosecha permisible

2.1 Elección y número de áreas de registro

Ya que un área de extracción no puede ser evaluada completamente sólo por su tamaño, deben escogerse áreas representativas 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, se debe determinar 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, se escogieron diferentes sectores, de modo que representen las principales situaciones ecológicas del área evaluada. Se instalaron, en cada zona, parcelas de 100 m², en las que se registró el número de plantas adultas

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 se ha considerado un total de 40 áreas de registro cómo mínimo necesario, por lo que se aspira a un número mayor.

2.2 Regeneración natural y determinación de los volúmenes sostenibles de extracción

La regeneración natural es la renovación natural de una población en un área silvestre y depende de varios factores (condiciones climáticas, presión de pastoreo, etc.). Por esta razón, ésta no ocurre 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, en Perú se sabe que el Fenómeno del Niño influye en la regeneración natural de varios tipos de plantas. Según las investigaciones realizadas hasta ahora, es muy posible que la regeneración natural de Krameria ocurra en años con influencia de El Niño. Por ende, no es necesario una muestra de todas las edades (como se realizaba antes) para el cálculo de los volúmenes de extracción permisibles, ya que no genera datos representativos para periodos de tiempo más largos.

Para una estimación y una investigación científica correcta sobre los posibles cambios en las poblaciones debido a la extracción, sería necesario que la influencia de la recolección (es decir, en este caso el aprovechamiento de 1 t de raíces/2000 ha/año) fuese medible. Los valores de extracción (1 t/año) deberían ser equivalentes al crecimiento anual (= extracción sostenible), de manera 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

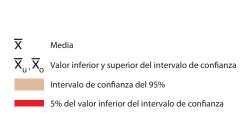
registros de terreno serían necesarios para alcanzar esa precisión. Para hacer visible un cambio en la biomasa poblacional con la precisión necesaria, se requerirían 100.000 registros de terreno, lo que corresponde a 20.000 horas-hombre (= 55 años-hombre) sólo para realizar los registros de terreno. En consecuencia, es necesario encontrar una alternativa para determinar los valores sostenibles de extracción.

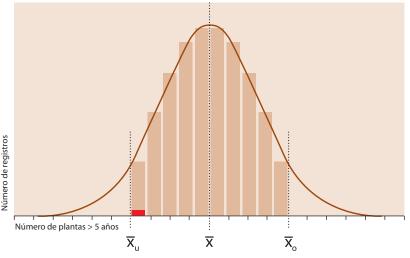
cosechar menores cantidades, se deben efectuar menos registros. De esta manera, el gasto para la determinación de los valores permisibles de extracción tiene una relación directa con los valores de extracción y por ello también con el valor del producto.

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 valor 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 se deben tomar más cantidades (con un alto valor comercial) de un área. En caso de

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 valores de extracción permisibles se determinan en el 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 m² cada una) en diferentes zonas del área de extracción, y el valor "τ" que depende del número de registros (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 valor 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 valor 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

considerable 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.

Valor 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 m²):

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

Valor de extracción permisible por hectárea (Masa cosechable = 0,076 kg / Planta):

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

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

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

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

Asumimos que un valor 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, sobre la base del 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, también es posible que la estructura de edades de la población se mantenga en el mediano plazo en favor de las plantas jóvenes. Una metodología científica exacta y fundamentada, como se ha dicho, no es aplicable con costos justificables.

2.4 Monitoreo permanente de los valores 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 -

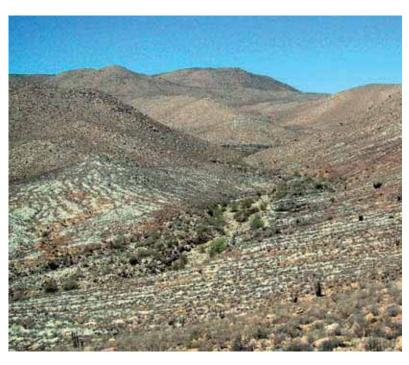
calcular el valor de extracción permisible (5% del valor inferior del intervalo de confianza del 95% de las existencias totales). Eventualmente, éste debería ser corregido hacia abajo.

Dado que las evaluaciones están vinculadas a una logística y costos financieros considerables, y que, de acuerdo a nuestras investigaciones, no se preveen cambios rápidos de los tamaños poblacionales, 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 de la 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 sostenible de las 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 (< 1m), 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 con más precipitaciones (p.e. 2000), las áreas descubiertas entre los arbustos se cubren de un estrato más o menos denso 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 repartida casi de manera uniforme en estos territorios, pero tiene las mayores densidades poblacionales en las laderas abiertas, sobre suelos poco profundos. Las laderas bajas y las quebradas posiblemente fueron en el pasado 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 extracción 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 cosecha reducida. 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 sostenible. 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 sostenibilidad 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

Se pudo demostrar que en las áreas de prueba con lluvias suficientes las semillas sembradas germinan y las plantas jóvenes se establecen. En estos años húmedos 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 la época de lluvias. En las áreas estudiadas fue alcanzada, a través de esta germinación tardía, una tasa de germinación entre 0% y ca. 30%. Se ha observado que algunas plantas (hemi)parásitas 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 la ratania.

Fruto inmaduro de ratania con pelos espinosos cafés rojizos (frutos espinosos)



Según del estado actual de las investigaciones, la resiembra de Krameria en las áreas de extracción es absolutamente recomendable y puede llevar, incluso en terrenos donde raras veces crece la Krameria (actual), al establecimiento de nuevas plantas.

Bibliografía complementaria

Aquilar Carazas, R. C. 2005. Exomorfología y Ecología de Krameria lappacea (DOMBEY) BURDET & SIMPSON (ragtania). Tesis, Universidad Nacional de San Augustín, Arequipa, Perú.

Burdet, H.M. & Simpson, B.B. 1983. Primiére 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. Macdougal 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.

EMEA - Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC). 2006. Guideline on good agricultural and collection practice (GACP) for herbal starting materials. Doc. Ref. EMEA/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, Berkerly, 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. Kramericeae. 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

Registro de terreno (para ejemplo de cálculo)

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

Valores de τ para los cálculos

٧*	α(2) = 0,05
1	12.706
1 2	12,706 4,303
3	3,182
4	2,776
5	2,770
6	2,447
7	2,365
8	2,306
9	2,252
10	2,232
11	2,220
12	2,179
13	2,179
14	2,145
15	2,131
16	2,120
17	2,110
18	2,101
19	2,093
20	2,086
21	2,080
22	2,074
23	2,069
24	2,064
25	2,060
26	2,056
27	2,052
28	2,048
29	2,045
30	2,042
31	2,040
32	2,037
33	2,035
34	2,032
35	2,030

v* α(2) = 0,05 36 2,028 37 20,26 38 2,024 39 2,023 40 2,021 41 2,020 42 2,018 43 2,017 44 2,015 45 2,014 46 2,013 47 2,012 48 2,011 49 2,020 50 2,009 52 2,007 54 2,005 56 2,003 58 2,002 60 2,000 62 1,999 64 1,998 66 1,997 68 1,995 70 1,994 72 1,993 74 1,993 76 1,992 78 1,999 84 1,989 86 1,988 88 1,987 90 1,987	*	~(2) 0.05
37 20,26 38 2,024 39 2,023 40 2,021 41 2,020 42 2,018 43 2,017 44 2,015 45 2,014 46 2,013 47 2,012 48 2,011 49 2,020 50 2,009 52 2,007 54 2,005 56 2,003 58 2,002 60 2,000 62 1,999 64 1,998 66 1,997 68 1,997 68 1,997 68 1,997 68 1,995 70 1,994 72 1,993 74 1,993 74 1,993 76 1,992 78 1,991 80 1,990 82 1,989 84 1,989 86 1,989 86 1,989	V"	α(2) = 0,05
38	36	2,028
39	37	20,26
40 2,021 41 2,020 42 2,018 43 2,017 44 2,015 45 2,014 46 2,013 47 2,012 48 2,011 49 2,020 50 2,009 52 2,007 54 2,005 56 2,003 58 2,002 60 2,000 62 1,999 64 1,998 66 1,997 68 1,995 70 1,994 72 1,993 74 1,993 74 1,993 76 1,992 78 1,991 80 1,990 82 1,989 84 1,989 86 1,988 88 1,987	38	2,024
41 2,020 42 2,018 43 2,017 44 2,015 45 2,014 46 2,013 47 2,012 48 2,011 49 2,020 50 2,009 52 2,007 54 2,005 56 2,003 58 2,002 60 2,000 62 1,999 64 1,998 66 1,997 68 1,997 68 1,995 70 1,994 72 1,993 74 1,993 76 1,992 78 1,991 80 1,990 82 1,989 84 1,989 86 1,989 86 1,988 88 1,987	39	2,023
42 2,018 43 2,017 44 2,015 45 2,014 46 2,013 47 2,012 48 2,011 49 2,020 50 2,009 52 2,007 54 2,005 56 2,003 58 2,002 60 2,000 62 1,999 64 1,998 66 1,997 68 1,995 70 1,994 72 1,993 74 1,993 74 1,993 76 1,992 78 1,991 80 1,990 82 1,989 84 1,989 86 1,989 86 1,988	40	2,021
43 2,017 44 2,015 45 2,014 46 2,013 47 2,012 48 2,011 49 2,020 50 2,009 52 2,007 54 2,005 56 2,003 58 2,002 60 2,000 62 1,999 64 1,998 66 1,997 68 1,995 70 1,994 72 1,993 74 1,993 74 1,993 76 1,992 78 1,991 80 1,990 82 1,989 84 1,989 86 1,989 86 1,988	41	2,020
44 2,015 45 2,014 46 2,013 47 2,012 48 2,011 49 2,020 50 2,009 52 2,007 54 2,005 56 2,003 58 2,002 60 2,000 62 1,999 64 1,998 66 1,997 68 1,995 70 1,994 72 1,993 74 1,993 74 1,993 76 1,992 78 1,991 80 1,990 82 1,989 84 1,989 86 1,989 86 1,988	42	2,018
45 2,014 46 2,013 47 2,012 48 2,011 49 2,020 50 2,009 52 2,007 54 2,005 56 2,003 58 2,002 60 2,000 62 1,999 64 1,998 66 1,997 68 1,995 70 1,994 72 1,993 74 1,993 74 1,993 76 1,992 78 1,991 80 1,990 82 1,989 84 1,989 86 1,988 88 1,987	43	2,017
46 2,013 47 2,012 48 2,011 49 2,020 50 2,009 52 2,007 54 2,005 56 2,003 58 2,002 60 2,000 62 1,999 64 1,998 66 1,997 68 1,995 70 1,994 72 1,993 74 1,993 74 1,993 76 1,992 78 1,991 80 1,990 82 1,989 84 1,989 86 1,988 88 1,987	44	2,015
47 2,012 48 2,011 49 2,020 50 2,009 52 2,007 54 2,005 56 2,003 58 2,002 60 2,000 62 1,999 64 1,998 66 1,997 68 1,995 70 1,994 72 1,993 74 1,993 74 1,993 76 1,992 78 1,991 80 1,990 82 1,989 84 1,989 86 1,988 88 1,987	45	2,014
48 2,011 49 2,020 50 2,009 52 2,007 54 2,005 56 2,003 58 2,002 60 2,000 62 1,999 64 1,998 66 1,997 68 1,995 70 1,994 72 1,993 74 1,993 74 1,993 76 1,992 78 1,991 80 1,990 82 1,989 84 1,989 86 1,988 88 1,987	46	2,013
49 2,020 50 2,009 52 2,007 54 2,005 56 2,003 58 2,002 60 2,000 62 1,999 64 1,998 66 1,997 68 1,995 70 1,994 72 1,993 74 1,993 74 1,993 76 1,992 78 1,991 80 1,990 82 1,989 84 1,989 86 1,988 88 1,987	47	2,012
50 2,009 52 2,007 54 2,005 56 2,003 58 2,002 60 2,000 62 1,999 64 1,998 66 1,997 68 1,995 70 1,994 72 1,993 74 1,993 74 1,993 76 1,992 78 1,991 80 1,990 82 1,989 84 1,989 86 1,988 88 1,987	48	2,011
52 2,007 54 2,005 56 2,003 58 2,002 60 2,000 62 1,999 64 1,998 66 1,997 68 1,995 70 1,994 72 1,993 74 1,993 76 1,992 78 1,991 80 1,989 84 1,989 86 1,988 88 1,987	49	2,020
54 2,005 56 2,003 58 2,002 60 2,000 62 1,999 64 1,998 66 1,997 68 1,995 70 1,994 72 1,993 74 1,993 74 1,993 76 1,992 78 1,991 80 1,990 82 1,989 84 1,989 86 1,988 88 1,987	50	2,009
56 2,003 58 2,002 60 2,000 62 1,999 64 1,998 66 1,997 68 1,995 70 1,994 72 1,993 74 1,993 76 1,992 78 1,991 80 1,980 84 1,989 86 1,988 88 1,987	52	2,007
58 2,002 60 2,000 62 1,999 64 1,998 66 1,997 68 1,995 70 1,994 72 1,993 74 1,993 76 1,992 78 1,991 80 1,990 82 1,989 84 1,989 86 1,988 88 1,987	54	2,005
60 2,000 62 1,999 64 1,998 66 1,997 68 1,995 70 1,994 72 1,993 74 1,993 76 1,992 78 1,991 80 1,990 82 1,989 84 1,989 86 1,988 88 1,987	56	2,003
62 1,999 64 1,998 66 1,997 68 1,995 70 1,994 72 1,993 74 1,993 76 1,992 78 1,991 80 1,990 82 1,989 84 1,989 86 1,988 88 1,987	58	2,002
64 1,998 66 1,997 68 1,995 70 1,994 72 1,993 74 1,993 76 1,992 78 1,991 80 1,990 82 1,989 84 1,989 86 1,988 88 1,987	60	2,000
66 1,997 68 1,995 70 1,994 72 1,993 74 1,993 76 1,992 78 1,991 80 1,990 82 1,989 84 1,989 86 1,988 88 1,987	62	1,999
68 1,995 70 1,994 72 1,993 74 1,993 76 1,992 78 1,991 80 1,990 82 1,989 84 1,989 86 1,988 88 1,987	64	1,998
70 1,994 72 1,993 74 1,993 76 1,992 78 1,991 80 1,990 82 1,989 84 1,989 86 1,988 88 1,987	66	1,997
72 1,993 74 1,993 76 1,992 78 1,991 80 1,990 82 1,989 84 1,989 86 1,988 88 1,987	68	1,995
74 1,993 76 1,992 78 1,991 80 1,990 82 1,989 84 1,989 86 1,988 88 1,987	70	1,994
76 1,992 78 1,991 80 1,990 82 1,989 84 1,989 86 1,988 88 1,987	72	1,993
78 1,991 80 1,990 82 1,989 84 1,989 86 1,988 88 1,987	74	1,993
80 1,990 82 1,989 84 1,989 86 1,988 88 1,987	76	1,992
82 1,989 84 1,989 86 1,988 88 1,987	78	1,991
84 1,989 86 1,988 88 1,987	80	1,990
86 1,988 88 1,987	82	1,989
88 1,987	84	1,989
	86	1,988
90 1,987	88	1,987
	90	1,987

ν*	α(2) = 0,05
92	1,986
94	19,86
96	1,985
98	1,984
100	1,984
105	1,983
110	1,982
115	1,981
120	1,980
125	1,979
130	1,978
135	1,978
140	1,977
145	1,976
150	1,976
160	1,975
170	1,974
180	1,973
190	1,973
200	1,972
250	1,969
300	1,968
350	1,967
400	1,965
450	1,965
500	1,965
600	1,964
700	1,963
800	1,963
900	1,963
1000	1,962

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

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 intervalo 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:

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

donde $\overline{\mathbf{X}}$ 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 τ 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 $\overline{x} = 4,3$; 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 τ para a $\alpha(2) = 0.05$ y 39 grados de libertad es **2,023** (Apéndice 2) La mitad del intervalo de confianza corresponde entonces a:

Confianza =
$$SExt = 0.799 \times 2.023 = 1.616$$

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

El intervalo de confianza del 95 % es entonces 4,3 \pm 1,616 plantas > 5 años por área de registro (100 m²).

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.

Formulario para el registro de terreno

Lugar exacto:	GPS:
	Altitud:
	Fecha:
Responsable:	Datos del voucher de ratania: Colector/Número de colecta/Herbario

Número de	Número de	Número de	Número de
Registro	Plantas > 5 años	Registro	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 e			
Intervalo de confianza 95%			
Valor inérior Intervalo de confianza 95%			
5% Valor in erior Interv. de confianza 95%.			
Masa extraible promedio [8]			
Valor de extracción permisible por ha [ਖ਼]			
Valor de extra	acción permisible por área de recc	olección [kg]	