



PERÚ

Ministerio de
Agricultura y Riego



**INSTITUTO NACIONAL
DE INNOVACIÓN AGRARIA**
Ministerio de Agricultura y Riego

**INSTITUTO NACIONAL DE
INNOVACIÓN AGRARIA**

ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA
VISTA FLORIDA - LAMBAYEQUE

PNI FORESTAL

PROYECTO 009_PI “METODOLOGÍA Y DISEÑO PARA RESTAURAR EL ECOSISTEMA DEL ÁRBOL DE QUINA, MEDIANTE PLANTACIONES, MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN EL DISTRITO DE KAÑARIS, REGIÓN LAMBAYEQUE”

Los “Objetos nodriza”, facilitan nicho de regeneración para la restauración del árbol de la quina

DISTRITO DE KAÑARIS, REGIÓN LAMBAYEQUE



**Alejandro Gómez Silvera,
Luis A. Beraun Macedo,
Omar J. Gómez Rengifo,
Elsa Llatas Ducep**

**Equipo técnico del
Proyecto 009_PI**

“Metodología y diseño para restaurar el ecosistema forestal del árbol de quina y especies nativas asociadas, mediante plantaciones, manejo forestal sostenible y transferencia tecnológica en el Distrito de Kañaris. Región Lambayeque”

Instituto Nacional de
Innovación Agraria – INIA;
Estación Experimental
Agraria “Vista Florida”

Se analizan el establecimiento y restauración del árbol de la quina en los bosques de neblina de Upaypíteq (distrito de Kañaris), referido a los “objetos nodriza” (rocas, troncos caídos y/o tallos recubiertos de raíces fibrosas) que crean micrositios que puede ser particularmente relevante como facilitadores y aceleradores de “nichos de regeneración natural”, imitando condiciones microambientes que protegen a las plántulas de la desecación y a su vez sirven como fuente de nutrientes a las plántulas regeneradas naturalmente, hasta que crezcan lo suficiente para enfrentar las condiciones estresantes del medio ambiente, favoreciendo de esta manera la deposición de agua de niebla y la formación del rocío en sus hojas y tallo, la niebla es un fenómeno de alta ocurrencia en los bosques de Upaypíteq (2700 msnm). El estudio de los elementos bióticos y abióticos crean condiciones ambientales favorables en un área degradada, como la ganancia de agua “oculta” promovida por los “objetos nodriza” (tallos caídos, rocas) y/o plantas nodrizas, ambas técnicas prometen ser líneas de investigación para promover proyectos y planes de restauración del bosque de neblina, hábitat del árbol de la quina, especie forestal símbolo, cultural, histórico y medicinal del Perú.

Palabras clave: Objetos nodriza, bosque de neblina, plantas nodriza, árbol de la quina.

Abstracts

In this scientific note I analyze new paradigms in the quina restoration and establishment. The first one is related to the facilitation effect given by “nurse objects” (rocks, tree) compared with “nurse plants”, which could be enhanced in places where fog deposition and

dew formation are highly frequent phenomena. The trophic biology of the rock-colonizing is the second paradigm. Research on the “hidden” water gains driven by rocks are very important topics in the endemic quina restoration and recovering plans.

Introducción

El conocimiento de los principales procesos que influyen sobre el funcionamiento y establecimiento de la vegetación es crucial para definir estrategias y llevar a cabo la restauración de los bosques de neblina con especies endémicas, como el árbol de la quina o cascarilla. Por ejemplo, se ha observado en los bosques nublados en un determinado medio, el normal desarrollo juvenil de la especie quina en “objetos nodriza” (troncos caídos, tallos, rocas). El acopio de tallos de helechos arborescentes y ramas caídas de árboles, sirven como substrato donde se depositan las semillas de quina *Cinchona*, que han sido dispersados por el viento (anemocoria) y a su vez se intercepta y se “almacena” el agua que escurre tras la lluvia y el “tinglado natural” compuesta por una corona de hojas desarrolladas (frondes) creando un hábitat sin exceso de luz directa, favoreciendo la germinación y desarrollo de plántulas de quina.

Los tallos y/o cortezas de los troncos y ramas simulan ser el substrato, creando condiciones como la acumulación de agua y nutrientes, propiciando condiciones microambientales favorables (luz difusa, temperatura -reduce la insolación-, reduce el déficit de humedad), que aquellos encontrados en los espacios abiertos, para la colonización de especies vegetales endémicas, como el árbol de la quina.

En los bosques montanos, los ingresos de agua “adicional”, provienen de la deposición de niebla y la formación de rocío son de vital importancia para el funcionamiento del ecosistema del bosque de neblina. Así por ejemplo, algunos valores máximos de agua de niebla capturados por “neblinómetros” dan testimonio de la cantidad potencial de agua que estas zonas áridas pueden recibir por medio de estructuras que aumentan la superficie de interceptación de nieblas.

Las rocas, ramas, tallos y restos de bosques distribuidos en las áreas a restaurar cumplen un rol fundamental no solo en la captación del agua proveniente de las nieblas, sino que además pueden propiciar la presencia de rocío matutino ya que su enfriamiento durante la noche permiten que la capa de aire circundante a su superficie alcance la temperatura de rocío (requisito fundamental para que se lleve a cabo la condensación de agua en temporadas con ausencia de nieblas). Sin embargo, es importante resaltar que para que los objetos abióticos y bióticos funcionen apropiadamente es necesario la existencia de fragmentos de bosques naturales adyacentes al área degradada, a una distancia mínima ideal para la dispersión de las semillas del árbol de la quina por el viento (anemocoría). Previo a la ello se debe realizar un diagnóstico del potencial de resiliencia de la especie a restaurar.

Asociación de palmera andina, árbol de la quina, aliso, helechos arborescentes en El Bosque de neblina de upaypiteq (2700 msnm).

Los “objetos nodriza” frente a las plantas nodriza.

En los bosques de neblina, el establecimiento de numerosas especies de plantas, entre ellos el árbol de la quina, ha sido relacionado con la presencia de “objetos nodriza” (rocas, tallos de helechos arborescentes), de tal manera que se ha propuesto una interacción de facilitación “objeto nodriza”- planta de quina, como protección y/o captador de agua de neblina.

La arquitectura del helecho arborescente (*Cyathea*, *Nephelea*): tallo y penacho de hojas, actúa como una “planta nodriza” que genera un micro-sitio óptimo para su “protegido” (árbol de la quina) propiciando: un “tinglado” o sombreado natural y por lo tanto atenuación de altas radiaciones solares, aporte de materia orgánica y por lo tanto nutrientes derivados de la descomposición de hojarasca proveniente del tallo, y mayor disponibilidad de agua que es mantenida debajo de la planta nodriza.

La escasez de recursos limitantes (principalmente el agua) determina que las plantas nodri-

za compitan por éstos con las plantas protegidas, fenómeno que en algunas partes del mundo se ha denominado “sombra seca” (Valladares et al., 2004), sobre cuando ambas plantas son leguminosas; puesto que al poseer los mismos hábitos y requerimientos tenderán más a la competencia que a la facilitación. Bajo este tipo de escenarios, los “objetos nodriza” como por ejemplo las rocas, las cortezas de los tallos pueden desempeñar un rol facilitador similar al de las plantas nodrizas, permitiendo un ambiente favorable en luz, temperatura y humedad (Nobel et al., 1992), evitando pérdidas de agua por evaporación (Reyes-Olivas et al., 2002) y con la ventaja de que no compiten con las plantas protegidas por los escasos recursos (Munguía-Rosas & Sosa, 2008; Peters et al., 2008).

Es posible predecir que las rocas y tallos como “objetos nodriza” tengan también un efecto positivo en la facilitación del establecimiento del árbol de la quina.





Figura 2. Regeneración natural de quina en un tallo de helecho arborescente

¿Los objetos nodriza como fuente de nutrientes?

Observaciones realizadas en los bosques de neblina, en plantas de quina (principalmente individuos jóvenes) pertenecientes al género *Cinchona*, se ha encontrado una asociación muy positiva de plántulas de quina instaladas en el tallo de helechos arborescentes. La plántula de quina, tiene la particularidad de ser altamente sensible a la radiación solar cuando son plántulas jóvenes ya que no pueden regular su temperatura, por lo tanto, la protección de la plántula (brinjal) contra la radiación solar suele ser crucial en su supervivencia.

Por otro lado, las raíces de las plántulas de quina crecen adosadas al tallo del helecho arborescente, como si fuese una planta epífita y observaciones de plántulas instaladas en roca sin suelo consolidado a su alrededor (medio denominado “aeropónico”), característica observada

también en algunas especie del género *Ladembergias*, llamadas también cascarilla, quina o “potori” nombre que denominan a la quina en Ashaninka en el Valle de los Ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM).

Las semillas del árbol de la quina desarrolladas en la corteza del helecho arborescente han generado plántulas de quina con mayor biomasa, elongación y volumen en sustrato formado del helecho arborescente.

Estudios realizados en poblaciones de individuos jóvenes (plántulas) de quina *Cinchonas* en el bosque de neblina de Upaypíteq a 2500 msnm (Kañaris), han demostrado que las condiciones bajo la copa de un helecho arborescente crea un microambiente adecuado para su desarrollo que a campo abierto (le genera sombra, más humedad y materia orgánica).



Figura 3. Corteza del helecho arborescente, llamativamente marcado por cicatrices foliares donde crea condiciones para albergar semillas de quina y actuar como cama almaciguera.



Figura 4. Helecho arborescente indicador que el bosque se encuentra poco perturbado



Figura 5. Regeneración natural de quina en un tronco con musgos, creando un ambiente favorable (luz, agua, nutrientes), para su establecimiento.



Figura 6. Regeneración natural de quina desarrollada en roca medio denominado "aeropónico".



Figura 7. Planta de quina (*Cinchona pubescens*), creciendo entre las fisuras de la rocas en el bosque de neblina de Upaypiteq, distrito de Kañaris, provincia de Ferreñafe, Región Lambayeque. A 2700 msnm. La planta de quina mide 37 cm de altura máxima.

Conclusiones

Los resultados muestran que el uso de "objetos nodriza", como rocas o tallos caídos del helecho arborescente que provee humedad, suelo o sombra que brinda ésta, incrementa considerablemente el establecimiento, supervivencia y el crecimiento de los plantones en relación con la técnica convencional. El efecto facilitador se debió a la mejora del estado crítico de las plantas de quina (brinzales); es decir que hay que evitar colocar o que permanezcan plántulas de regeneración natural a campo abierto o con mínimo de tinglado artificial (copa rala).

Se requieren de más estudios para seleccionar y cuantificar el efecto causal de la facilitación de las plantas nodrizas, como *Leucaena*, el helecho arborescente en los bosques de neblina que proporcionen una sombra consistente a lo largo del año o el *Lupinus* como planta arbustiva cumpliendo el papel de nodriza. En estos medios, además de los efectos positivos que pueden tener los tallos y rocas como "objeto nodriza", se suma el ingreso de agua por nieblas y rocío. Para incrementar el éxito de futuras restauraciones, se requiere contar con algún tipo de protección para los estadios iniciales.

La medición de los ingresos de agua "oculta" o precipitación horizontal, podría abordarse el empleo de mini-lisímetros y sensores en continuo de humedad del suelo aledaño a rocas. Tales evaluaciones también podrían contribuir a discernir el tamaño óptimo de roca, así como la orientación y la altitud de ladera que promuevan un mayor ingreso de agua.

Por otro lado, la experiencia en restauración

de plántulas de quina en medios oligotróficos ha demostrado que el uso de enmiendas orgánicas (compost) a bajas concentraciones combinado con suelo oriundo, y la inoculación de semillas con bacterias "promotoras de crecimiento vegetal" y cepas capaces de meteorizar rocas, promueven el crecimiento de dichas plántulas en medios degradados. Estas premisas pueden abrir una línea de investigación que beneficiaría programas de restauración y recuperación del árbol de la quina especie forestal emblemática del país. En tal esfuerzo se requerirá un trabajo conjunto entre forestales, ecólogos, microbiólogos e hidrólogos.

Evidencias experimentales indican que el uso de tallos de helechos arborescentes, como plantas nodrizas en la restauración de los bosques de neblina, es una técnica de repoblamiento que permite la instalación y desarrollo de las plántulas, al tiempo que presenta ventajas económicas y ecológicas. Asimismo, la proximidad entre plantas puede ser beneficiosa en ambientes dominados por estrés ambiental.

Literatura consultada.

Agam N. & Berliner P.R. (2006). Dew formation and water vapor adsorption in semi-arid environments -A review. *Journal of Arid Environments* 65:572-590.

Bacilio M., Hernandez J.P. & Bashan Y. (2006). Restoration of giant cardon cacti in barren desert soil amended with common compost and inoculated with *Azospirillum brasilense*. *Biology and Fertility of Soils* 43: 112-119.

Bashan Y., Rojas A. & Puente M.E. (1999). Improved establishment and development of three cactus species inoculated with *Azospirillum brasilense* transplanted into disturbed urban desert soil. *Canadian Journal of Microbiology* 45:441-451.

- Bashan Y., Li C.Y., Lebsky V.K., Moreno M. & de-Bashan L.E. (2002). Primary colonization of volcanic rocks by plants in arid Baja California, Mexico. *Plant Biology* 4: 392-402.
- Bashan Y., Salazar B., Puente M.E., Bacilio M. & Linderman R. (2009). Enhanced establishment and growth of giant cardon cactus in an eroded field in the Sonoran Desert using native legume trees as nurse plants aided by plant growth-promoting microorganisms and compost. *Biology and Fertility of Soils* 45: 585-594.
- Castro V., Eyzaguirre R. & Ceroni A. (2006). Supervivencia de plántulas de *Melocactus peruvianus* Vaupel y *Haageocereus pseudomelanostele* subsp. *aureispinus* (Rauh & Backeberg) Ostolaza, en condiciones experimentales. Cerro Umarcata, Valle del Río Chillón, Lima. *Ecología Aplicada* 5 (1,2): 61-66.
- Cereceda P., Larrain H., Osses P., Farias M. & Egana I. (2008). The climate of the coast and fog zone in the Tarapaca Region, Atacama Desert, Chile. *Atmospheric Research* 87:301-311.
- De Goede, R.G.M. & Brussaard, L. (2002). Soil zoology: an indispensable component of integrated ecosystem studies. *European Journal of Soil Biology* 38:1-6.
- Drezner T.D. (2006). Plant facilitation in extreme environments: the non-random distribution of saguaro cacti (*Carnegiea gigantea*) under their nurse associates and the relationship to nurse architecture. *Journal of Arid Environments* 65, 46-61.
- Drezner T.D. & Garrity C.M. (2003). Saguaro distribution under nurse plants in Arizonas Sonoran Desert: directional and microclimate influences. *Professional Geographer* 55, 505-512.
- Hastings S.J., Oechel W.C. & Muhlia-Melo A. (2005). Diurnal, seasonal and annual variation in the net ecosystem CO₂ exchange of a desert shrub community (*Sarcocaulis*) in Baja California, Mexico. *Global Change Biology* 11: 927-939.
- Henschel J.R. & Seely M.K. (2008). Ecophysiology of atmospheric moisture in the Namib Desert. *Atmospheric Research* 87: 362-368.
- Lopez B.R., Bashan Y., Bacilio M. & De la Cruz-Aguero G. (2009). Rock-colonizing plants: abundance of the endemic cactus *Mammillaria fraileana* related to rock type in the southern Sonoran Desert. *Plant Ecology* 201: 575-588.
- Ludwig J.A. & Tongway D.J. (1996). Rehabilitation of semi-arid landscapes in Australia II: restoring productive soil patches. *Restoration Ecology* 4: 398-406.
- Maestre F.T., Valladares F. & Reynolds J.F. (2005). Is the change of plant-plant interactions with abiotic stress predictable? A meta-analysis of field results in arid environments. *Journal of Ecology* 93: 748-757.
- Munguia-Rosas M.A. & Sosa V.J. (2008). Nurse plants vs. Nurse objects: Effects of woody plants and rocky cavities on the recruitment of the *Pilosocereus leucocephalus* columnar cactus. *Annals of Botany* 101: 175-185.
- Nobel P.S., Miller P.M. & Graham E.A. (1992). Influence of Rocks on Soil-Temperature, Soil-Water Potential, and Rooting Patterns for Desert Succulents. *Oecologia* 92: 90-96.
- Olivier J. (2002). Fog-water harvesting along the West Coast of South Africa: a feasibility study. *Water SA* 28:349-360
- Puente M.E., Li C.Y. & Bashan Y. (2009a). Rock-degrading endophytic bacteria in cacti. *Environmental and Experimental Botany* 66: 389-401.
- Puente M.E., Li C.Y. & Bashan Y. (2009b). Endophytic bacteria in cacti seeds can improve the development of cactus seedlings. *Environmental and Experimental Botany* 66: 402-408.
- Ramírez D.A., Bellot J., Domingo F. & Blasco A. (2007). Can water responses in *Stipa tenacissima* L. during the summer season be promoted by non-rainfall water gains in soil? *Plant and Soil* 291: 67-79.
- Schemenauer, R.S., Cereceda, P. & Carvajal, N. (1987). Measurements of Fog Water Deposition and Their Relationships to Terrain Features. *Journal of Climate and Applied Meteorology* 26: 1285-1291.
- Tongway D.J. & Ludwig J.A. (1996) Rehabilitation of semi-arid landscapes in Australia II: restoring productive soil patches. *Restoration Ecology* 4: 388-397.
- Valiente-Banuet A., Bolongaro-Crevena A., Briones O., Ezcurra E., Rosas M., Núñez H., Barnard G. & Vázquez E. (1991). Spatial relationships between cacti and nurse shrubs in a semi-arid environment in central Mexico. *Journal of Vegetation Science* 2, 15-20.
- Valladares F., Aranda I. & Sánchez-Gómez D. (2004). La luz como factor ecológico y evolutivo para las plantas y su interacción con el agua, En: F. Valladares (Ed.), *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*, Ministerio del Medio Ambiente, EGRAF, S.A., Madrid. pp. 335-369.
- Zúñiga B., Malda G. & Suzan H. (2005). Interacciones Planta-Nodrizas en *Lophophora diffusa* (Cactaceae) en un Desierto Subtropical de México. *Biotropica* 37, 351-356.