



PERÚ

Ministerio de
Agricultura y RiegoINSTITUTO NACIONAL
DE INNOVACIÓN AGRARIA

Ministerio de Agricultura y Riego

INSTITUTO NACIONAL DE
INNOVACIÓN AGRARIAESTACIÓN 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”

Procesos de regeneración natural de la quina o cascarilla (Cinchona spp.)

EN LOS BOSQUES DE NEBLINA DEL 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”

El presente documento se desarrolló bajo el marco del 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”, orientado a brindar pautas básicas acerca de los procesos de regeneración natural del árbol de quina (*Cinchona* spp.), conocida también como cascarilla en los bosques de neblina del distrito de Kañaris. Garantizando la conservación de las poblaciones naturales estaremos garantizando la conservación del ecosistema de los bosques de neblina, en este caso los bosques de Upaypíteq (Kañaris), denominados también unidades especiales de vegetación, es el ecosistema forestal más amenazado en nuestro país.

Los bosques de neblina del distrito de Kañaris, constituyen ecosistemas forestales con una flora y características biofísicas propias, de gran complejidad y riqueza. En general la zona donde se desarrolla el bosque de neblina presenta un relieve accidentado, con pendientes inclinadas a muy inclinadas, este bosque también se establece en laderas protegidas de la insolación y de los fuertes vientos, por lo que su composición y fisonomía presenta diferencias dependiendo de la altitud, orientación y exposición de las áreas a la luz solar.

Si se eliminan los bosques nublados de Kañaris, se pierde la masa de superficie foliar capaz de interceptar la humedad ambiental y la abundante vegetación que



crece sobre las ramas y los troncos de los árboles. De esta manera, también se pierde, o al menos se reduce en gran proporción, el fenómeno de la lluvia oculta (precipitación horizontal).

Cabe resaltar que los bosques de neblina donde alberga a especies endémicas, como el árbol de la quina o cascarilla (*Cinchona* spp.), especie que representa la riqueza vegetal del país; sin embargo, poco se sabe en la zona de estudio, sobre la identificación dendrológica y manejo silvicultural del árbol de la quina, perteneciente a la familia botánica de las Rubiaceae.

El árbol de la quina habita en relictos de bosque primarios de los bosques montanos y premontanos de las vertientes oriental y occidental de los Andes del Perú, sistemas forestales; por cierto muy amenazados y cada vez con menos extensión natural original en todo el país.

La presente investigación pretende contribuir al conocimiento de los procesos de regeneración natural de la quina o cascarilla controlando básicamente la calidad de sitio (clima y suelo); se ha observado que las semillas de quina germinan cuando hay condiciones de luz, nutriente y humedad.

1. Introducción

La regeneración natural, se entiende como un conjunto de procesos ecológicos cíclicos, cuyo éxito o inhibición depende de factores bióticos y

abióticos específicos.

Los bosques con presencia de claros naturales, tienen una alta capacidad de regeneración natural y favorecen la riqueza de especies. Lo anterior corrobora la hipótesis de Connell (1978), quien argumenta que la caída de un árbol y por consiguiente el claro que se forma, es una perturbación de carácter “intermedia”, tanto en el tiempo como en el espacio, que favorece, en gran medida la regeneración natural de especies arbóreas pioneras demandantes de luz, favoreciendo un nivel de diversidad mucho más alto (a escala local y regional) que el que se presentaría si faltaran esas perturbaciones.

En el bosque de neblina del distrito de Kañaris (Upaypíteq, palpíteq, entre otros), se encuentran árboles medianos y grandes de quina, a pesar que esta especie produce semillas cada año; donde las semillas aladas son diseminadas por el viento (anemocoria) y cuando encuentran condiciones de humedad y luz germinan; pero después de 8 a 10 meses gran parte de los brinzales mueren por exceso de radiación solar, si es que no tienen la protección de una “planta nodriza”.

La falta de luz y humedad en sus inicios es un factor limitante en la regeneración natural, claros fuertes traen como consecuencia un crecimiento lento, débil e irregular y la consecuente eliminación de especies semiescío fitas y escío fitas que no pueden adaptarse a estas condiciones.

Gómez, A. (2014, 2016) informa que la rege-

neración natural preexistente de quina cuando existe demasiada luz, está constituida por plantas débiles flexibles y parcialmente con poca foliación y parcialmente etioladas. Señala, asimismo, que para favorecer el crecimiento en altura y diámetro de la regeneración natural es necesario que los brinzales tengan una protección a la luz. Y que para el trasplante a raíz desnuda de plantas de la regeneración natural, observa que bajo dosel protector (purmas o verdipas) el incremento de altura y diámetro es mayor; siendo el número de plantones muertos mayor cuando se traslada a campo abierto.

La quina es una especie de tercera sucesión después de los pioneros y segunda sucesión; sin embargo, es relativamente poco tolerante a los rayos solares en una primera edad, requieren de condiciones de humedad tan similar al bosque de neblina; para después comportarse como una planta semiescío fita, cuando joven y adulto.

Descripciones que concuerdan relativamente con las de Plana (2000), en la cual revela que inmediatamente después de un disturbio hay una carrera para el crecimiento en condiciones de baja competencia por espacio y recursos, la cual aumenta progresivamente, en donde los primeros ocupantes facilitan, inhiben o restringen la colonización de nuevas especies forestales.

La polinización, el desarrollo de semillas, la dispersión, la depredación de semillas, la germinación, la sobrevivencia y el establecimiento de plántulas, son algunos de los procesos de los cuales dependerá el éxito y dominancia de las especies vegetales a largo plazo (Buckley y Sharik, 1998). Así como, las prácticas de manejo que afectan al microambiente en el que se desarrolla el brinzal, y cómo responde éste de acuerdo con sus principales características morfo-fisiológicas.

Una de las bases de la silvicultura consiste en modificar, mediante el manejo de la regeneración natural, el ambiente físico y biológico en el que se desenvuelven las plantas de quina o cascarilla.

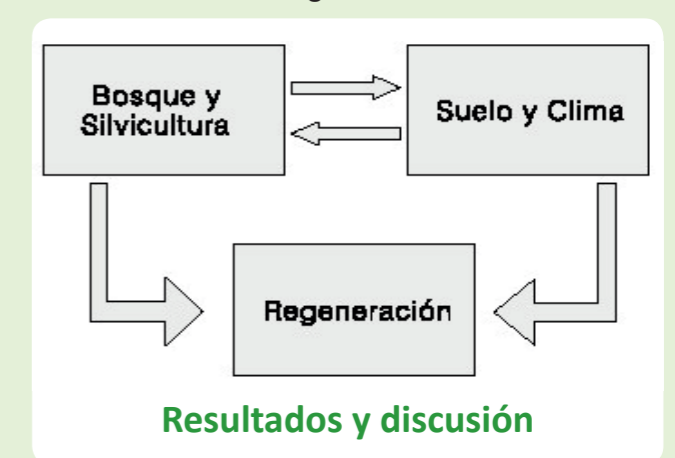
Además, todos estos procesos involucrados en la regeneración natural se encuentran estrechamente relacionados. Por ejemplo, los periodos de floración vienen acompañados de la polinización, que culmina en el desarrollo y producción de semillas viables, que quedan disponibles para ser dispersadas por el viento (anemocoria), caso del árbol de la quina. La germinación de las semillas es un paso fundamental para el establecimiento de nuevas plántulas, cuya sobrevivencia depende de una serie de etapas subsecuentes del desarrollo, que serán importantes para su establecimiento como adultos reproductivos, capaces de contribuir

a la reanudación del ciclo (Pérez-Ramos, 2007).

En cada uno de estos procesos, hay factores que determinan el éxito de la regeneración natural de la quina. Los factores que modulan la regeneración natural del bosque de neblina, se han descrito como bióticos y abióticos.

Se entienden como factores bióticos todas aquellas interacciones bióticas que las especies vegetales pueden sostener con otras especies microbianas, vegetales o animales. Por su parte, los factores abióticos son las condiciones ambientales, derivadas de las características propias del suelo (disponibilidad de agua, compactación, infiltración, entre otros), del microclima (disponibilidad de luz, humedad, temperatura) o relacionadas con el uso del espacio, que las especies vegetales tienen que enfrentar, así como las relaciones de estos factores con los factores bióticos antes señalados.

En la regeneración natural de la quina (*Cinchona* spp.), los brinzales; es decir, individuos provenientes de semillas (reproducción sexual) influyen, entre otros, sus características fisiológicas y el ambiente físico (suelo, clima) y biológico, por lo que las primeras etapas de vida del bosque constituyen un tópico ideal para introducir gran cantidad de conceptos de ecofisiología y silvicultura en una visión sistémica e integradora.



Resultados y discusión

2. Revisión de literatura

2.1 Etapas del ciclo de regeneración y factores involucrados

2.1.1 Floración

Se le denomina floración al proceso que transcurre desde la apertura de los capullos de la flor hasta la marchitez de la misma (Rzedowski y Rzedowski, 2005) La importancia del papel funcional de las flores en términos de regeneración natural es que en ellas se lleva a cabo el proceso de la po-

linización.

La sobrevivencia de las flores depende principalmente por dos factores: las condiciones fisiológicas de los árboles y las condiciones ambientales. El buen estado hídrico y fisiológico de los árboles se encuentra ligado a la calidad y cantidad de nutrientes y humedad en el suelo, que le otorgan los recursos necesarios a la planta para producir la cantidad necesaria de flores (Shaw, 1968).

Las condiciones ambientales como temperatura, luz y humedad pueden retardar o activar la floración. Se ha reportado que la temperatura ambiental antes de la floración determina el éxito de este proceso en las plantas leñosas. Por ejemplo, las bajas temperaturas pueden inhibir la floración o retardar el desarrollo de los granos de polen (Rodríguez-Rajo et al., 2000).

En el distrito de Kañaris (Lambayeque), se ha comprobado que la fenología de la quina se desarrolla en los meses de Junio a Setiembre. La quina no florea ni fructifica a intervalos fijos, ésta varía de un año a otro de acuerdo a las condiciones ambientales, fuertes vientos hacen disminuir la cantidad de flores para su posible polinización, afectando directamente la cantidad de frutos y semillas producidas.

Cabe señalar que en el año 2017, se viene observando un año atípico en la fenología del árbol de la quina, presentándose la floración y fructificación en los meses de Febrero y Marzo.

2.1.2 Polinización.

En el caso de las angiospermas, la polinización es la llegada del polen al estigma, la germinación del polen y el crecimiento del tubo polínico. El grado en el que el éxito de la polinización se ve afectado por distintos factores bióticos y abióticos depende del vector principal de polinización y del sistema de apareamiento de las especies de plantas. Por ejemplo, las plantas dioicas o autoincompatibles que dependen de vectores animales para la polinización, pueden verse críticamente afectadas por la reducción de los tamaños poblacionales o la extinción de sus polinizadores (Williams y Winfree, 2013).

Por su parte, las especies que utilizan al viento como vector de dispersión del polen pueden verse afectadas por factores abióticos como la intensidad y dirección del viento, así como la temperatura y humedad ambiental (Culley et al., 2002).

2.1.3 Desarrollo de las semillas

Las semillas son consideradas los propágulos más importantes que contribuyen a la regeneración de las comunidades arbóreas (Martínez-Ra-

mos y Soto-Castro, 1993).

Una baja producción de semillas tiene graves repercusiones para la composición de los bosques. La regeneración a partir de semillas depende de la dispersión, los niveles y tipos de depredación, la facilidad para formar bancos de semillas, la latencia, la capacidad para germinar, y de las estrategias de sobrevivencia para poder establecerse como plántula (Montenegro y Vargas, 2000).

Sin embargo, todas y cada una de estas variables están estrechamente ligadas a condiciones ambientales e interacciones bióticas que determinan el éxito o mortalidad de las semillas y sus procesos subsecuentes.

2.1.4 Dispersión y depredación de semillas

Las especies de plantas han desarrollado diferentes mecanismos de dispersión de sus semillas, lo cual sugiere que la separación espacial entre progenitores y descendientes confiere ciertas ventajas (Howe y Smallwood, 1982; Nathan y Casagrandi, 2004).

Estos mecanismos incluyen modificaciones para la dispersión por animales, por el viento, el agua o la auto-dispersión (Howe y Smallwood, 1982). A pesar de esto, la dispersión de las semillas es por lo general limitada y lo más común es observar una rápida disminución en la densidad de semillas dispersadas conforme se incrementa la distancia al individuo progenitor (Howe y Smallwood, 1982; Nathan y Casagrandi, 2004). Sin embargo, los patrones de sobrevivencia de las semillas son variables y dependen de varios factores, pero principalmente de la variación espacial en las características del hábitat, así como de la depredación por insectos, aves y roedores, y el ataque de patógenos (Howe y Smallwood, 1982; Manson et al. 1998; Wenny, 2000).

2.1.5 Germinación y establecimiento de plántulas.

Los factores bióticos que afectan la germinación y el establecimiento de las plántulas son principalmente la depredación, la herbivoría y la competencia (Guevara et al., 2004).

Por su parte, también son cruciales las características del suelo como el grado de compactación, la capacidad de infiltración, el contenido de materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes (Holl, 1999; Aide et al., 2000; Zimmerman et al., 2000; Ramírez-Marcial, 2003).

Según varios autores, la disponibilidad de nutrientes en el suelo es el principal factor determinante del proceso de regeneración, aún y cuando las plántulas se encuentren en condiciones de baja

incidencia solar (Bazzaz y Miao, 1993; Catovsky y Bazzaz, 2002; Catovsky et al., 2002).

Una mayor disponibilidad de nitrógeno generalmente mejora la tasa de establecimiento de las plántulas. Sin embargo, la mortalidad de las plántulas puede incrementarse cuando el suelo presenta una sobre fertilización a causa de actividades antropogénicas como la introducción de ganado o la fertilización de zonas de cultivo aledañas a los bosques (Booth, 1998; Grubb et al., 1996). Adicionalmente, el exceso de nutrientes puede aumentar la probabilidad de invasiones biológicas de plantas y animales, resultando en cambios en la composición y estructura de la comunidad (Catovsky y Bazzaz, 2002; Catovsky et al., 2002).

Todas las prácticas de manejo forestal influyen sobre las condiciones microclimáticas que experimenta el brinjal, ya que el área foliar del componente arbóreo influye sobre la cantidad de arbustos y pastos, sobre la cantidad de agua efectiva que llega al suelo luego de una lluvia, sobre la cantidad de luz que llega al sotobosque y sobre la demanda evaporativa de la atmósfera.

A su vez, el ambiente lumínico del brinjal (determinado por el área foliar sobre el mismo) influye sobre su asignación de biomasa, si la especie forestal posee plasticidad morfológica, y sobre sus parámetros fotosintéticos, si tiene plasticidad fisiológica. La cantidad de luz que llega al brinjal es quien determina, en combinación con el estado hídrico de la planta y los efectos de fotoinhibición (o daño en el aparato fotosintético por efecto de alta radiación solar), su fijación de Carbono. A su vez, la cantidad de radiación que llega al suelo determina la temperatura del mismo, que a su vez influye (si la planta es pequeña) sobre la capacidad de conducir agua a través del xilema (conductividad hidráulica del tallo).

2.1.6 Efectos de la perturbación antropogénica sobre la regeneración de los bosques.

La variación en la intensidad, frecuencia y distribución de las perturbaciones representa una de las principales fuerzas que determinan los patrones de regeneración. Las perturbaciones naturales consideradas importantes para la regeneración de los ecosistemas forestales incluyen ciclos de inundaciones, sequías, viento, fuego e interacciones bióticas (Ramírez-Marcial, 2003).

Estas perturbaciones pueden inhibir o favorecer la regeneración natural dependiendo de las características de la historia de vida de las especies y de las condiciones específicas después de la perturbación. Los efectos de la perturbación también pueden diferir entre plántulas y adultos.

La fragmentación del hábitat de los bosques de neblina, resultado de diferentes actividades antropogénicas (deforestación, tala ilegal de madera, ampliación de la frontera agrícola en tierras de aptitud forestal o de protección, incendios forestales), han provocado alteraciones ecológicas que limitan los procesos de regeneración natural en numerosas especies de plantas dentro de los bosques de neblina (Dey et al., 2009).

El proceso de fragmentación involucra la pérdida de hábitat, entendida como la disminución total del área del hábitat original a partir de una comparación histórica, y la fragmentación per se, referida como la creación de parches o "islas" de hábitat cada vez más pequeños y aislados entre sí (Fahrig, 2003).

La respuesta de las plantas puede variar ante diferentes procesos de fragmentación y dependerá de los atributos reproductivos, tipos de dispersión y patrones demográficos de las especies (Saunders et al., 1991; Aguilar et al., 2008). La mayoría de los ecosistemas fragmentados, a diferencia de los ecosistemas originales, no son capaces de soportar una gran diversidad de especies de plantas y animales, debido principalmente a los efectos de borde que dejan expuesto al fragmento a condiciones atípicas que convierten el borde en un ecotono en el cual ocurren cambios microclimáticos y biológicos (Baldi, 1999).

Así, los fragmentos se vuelven más secos, luminosos y calurosos, y estas condiciones pueden inhibir la germinación de las semillas, así como el establecimiento y crecimiento de plántulas, afectando por lo tanto las condiciones necesarias para la regeneración de las poblaciones de plantas y alterando significativamente el reclutamiento arbóreo (Bustamante et al. 2004).

De igual forma, la fragmentación del hábitat puede reducir la producción de semillas debido a alteraciones en los procesos y patrones de polinización, así como al incremento en los porcentajes de semillas depredadas y la reducción de la cantidad de semillas dispersadas. Con la fragmentación de hábitat se puede ver favorecida la invasión por parte de pastos y especies exóticas, lo que disminuye las posibilidades de establecimiento de plántulas de las especies arbóreas nativas (Holl, 1999; Guevara et al., 2004).

Como consecuencia, la fragmentación y los efectos de borde incluyen cambios en la composición, abundancia y estructura de las poblaciones, así como alteraciones en las interacciones tróficas, cambios en la estructura de los gremios y cambios en los patrones de herbivoría (Tovar-Sánchez et al., 2004).

3. Materiales y métodos

El estudio se realizó en la parcela demostrativa permanente del 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", la cual se encuentra a 2,750 m.s.n.m., correspondiendo a la formación de lomas de microrelieve con inclinaciones de 35° y ubicada en la zona ecológica de bosque subtropical (bs-T).

La precipitación anual alcanza los 2500 mm y la temperatura media anual es de 25°C., siendo la humedad relativa media anual de 75% y la máxima media anual de 85%.

En general se trata de suelos poco profundos, ácidos, con alto contenido de materia orgánica y las especies asociadas al árbol de la quina, son con mayor frecuencia las especies: palmera andina (*Ceroxylon latisectum*), charchanco, alisos (*Alnus*), helecho arborescentes (*Cyathea* y *Nepheleas*), cedro de altura (*Cedrela montana*), robles.

La metodología consistió en la observación del comportamiento de la regeneración natural de la quina o cascarilla (*Cinchona* spp.).

El área experimental tiene una superficie de 50 hectáreas, dentro de la cual se ubican árboles padres de quina, que fueron controlados fenológicamente en forma periódica.

La metodología básica planteada para el manejo de la regeneración natural de la quina, considera 4 aspectos básicos:

- Inspección y delimitación del área.- Consiste en la ubicación del lugar con posibilidades para el manejo de la regeneración natural y su posterior delimitación en función el área de influencia manejable.
- Preparación de sitio.- Consiste básicamente en la eliminación del sotobosque con el objeto de brindar las condiciones favorables para la instalación de la regeneración natural.
- Clareos graduales.- Establecida la regeneración se realiza la regulación de la entrada de luz mediante clareos graduales sucesivos. Cuidando de no dañar la regeneración establecida.
- Cuidados.- Fundamentalmente consisten en mantenimiento y raleos de selección. La intensidad de los cuidados dependerá de las condiciones propias del lugar.

Se realizaron observaciones continuas y evaluación de crecimiento 2 veces al mes.

4. Resultados y discusión

4.1 Comportamiento de la regeneración Natural

El género *Cinchona* (quina o cascarilla), es uno de los grupos de plantas leñosas más importantes a nivel mundial, tanto en términos del número de especies y de biomasa total, como por su valor económico y ecológico (Nixon, 1993).

Las especies del género *Cinchona* juegan un papel fundamental en el secuestro de carbono y contribuyen a mantener la diversidad biológica al establecer una gran diversidad de interacciones ecológicas con hongos, insectos, vertebrados y otras plantas.

El proceso de diseminación de semillas se inicia después de la fructificación, en el VRAEM se presenta a partir del mes de Junio. Al diseminar las semillas de quina, éstas germinan donde hay condiciones de luz y agua tolerando la fuerte radiación solar; conforme van desarrollando las plántulas requieren de sombra, hasta su etapa juvenil.

Luego de intervenciones de clareo en el bosque, se debe de incrementar la intensidad de luz; pero sólo para las plantas adultas.

En el área experimental de la parcela permanente, se instalaron brinzales en sus etapas iniciales bajo dosel protector (purmas o bosque secundario), siendo el porcentaje de sobrevivencia de la regeneración natural alta; es decir un 100%, debido a la relativa alta humedad que existe en el dosel y en la superficie del suelo puede, por ejemplo, disminuir la evaporación y transpiración de manera que contribuyen al bajo nivel de disponibilidad de oxígeno que se ha observado en algunos suelos de bosques nublados (Silver et al.1999).

La especie forestal quina o cascarilla, que ha crecido en forma natural (brinzal), presenta un crecimiento regular y con buenas características siempre y cuando se desarrolle bajo un dosel protector (cobertura vegetal). Por tanto, la quina tiene muchas posibilidades para ser manejadas bajo el sistema de regeneración natural.

Los bosques de neblina en los que se encuentran las especies de cascarilla o quina, han estado sometidos a una fuerte presión antropogénica, que ha resultado en la conversión de una gran proporción de su superficie original en campos de cultivo; así como en una considerable fragmentación y perturbación de las áreas remanentes.

Aún más, no se sabe hasta qué punto están comprometidos los procesos biológicos fundamentales de los que depende la continuidad de las

poblaciones de árboles en estos bosques perturbados. Por estas razones, es de gran interés comprender la ecología de la regeneración natural de la quina.

Los procesos de regeneración natural de las quinas en los bosques de neblina de Kañaris, han sido analizados desde varios enfoques y, como resultado, se ha logrado generalizar que existen tres factores limitantes principales en la regeneración natural de las poblaciones de quinas.

Estos tres factores son la producción limitada de flores y por ende de cápsulas (frutos) y el fracaso en el establecimiento de las plántulas. Según observaciones (2015 al 2017), un año de alta producción de cápsulas (fruto de la quina) está siempre precedido por un año de baja a casi nula producción de cápsulas, patrón que se ha encontrado en varias especies forestales presentes en los bosques de neblina. Sin embargo, la cantidad de cápsulas producidas por árbol dependerá directamente de los recursos disponibles para el árbol. Es decir, en los años calurosos, los árboles presentan un aumento en la tasa fotosintética y un aumento en los nutrientes disponibles en el suelo favoreciendo así la producción de frutos, mientras que en los años fríos y secos se presenta una baja tasa fotosintética en los árboles y una menor cantidad de nutrientes en suelo, dando como resultado menor producción de frutos.

Los años semilleros tienen una influencia directa sobre las poblaciones de aves, mamíferos e insectos que funcionan como depredadores, y al mismo tiempo son importantes en el proceso de dispersión y formación de bancos de semillas necesarios para el proceso de regeneración natural.

La producción masiva de semillas es un fenómeno grupal como resultado de la sincronía de la actividad reproductiva de las plantas dentro de la población. Sin embargo, cuando dos o más especies de encinos interactúan se presenta una cierta asincronía que se ha interpretado como un mecanismo para reducir la competencia entre especies simpátricas y amortiguar el consumo de bellotas por las diferentes poblaciones de depredadores durante los periodos de poca producción de bellotas (Crawley y Long, 1995).

La sincronía en la producción de semillas también puede ser influenciada por el clima, ya que dependerá de las temperaturas y las cantidades de lluvia (Koenig y Knops, 2005).

Se ha reportado que las plantas herbáceas y los pastos pueden llegar a ser factores limitantes de la regeneración natural de la quina o cascarilla. Sin embargo, algunas especies arbustivas pueden tener un efecto facilitador del establecimiento de

las plántulas de quina, al proporcionar condiciones microclimáticas adecuadas (Rousset y Lepart, 2000) o inclusive nutrientes, como el caso de los arbustos que tienen simbiosis con bacterias para adquirir el nitrógeno atmosférico, como por ejemplo *Lupinus* spp. (Blanco-García et al., 2011).

En la costa noreste del país; aún no existen estudios publicados sobre la regeneración de los bosques de quinas. Sin embargo, el bosque de neblina en el distrito de Kañaris que alberga a las especies de quina, son los que tienen la mayor tasa de deforestación en los últimos años. Por ejemplo, se estima que se han perdido más de 6000 ha de bosques de neblina en los últimos 10 años. Por lo anterior, es urgente que se realicen estudios de regeneración natural de este tipo de bosques en el distrito de Kañaris.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Los ecosistemas de los bosques nublados en el distrito de Kañaris, han sido seriamente impactados por disturbios de origen antrópico asociados con el desarrollo.

- En la actualidad, los bosques de neblina de Kañaris se distribuye de manera fragmentaria a lo largo de los caseríos, presentándose como una serie de parches aislados.

- La presencia de helechos arborescentes (*Cyathea*, *Nepheleas*), son indicadoras de poca perturbación del bosque.

- Las especies forestales que crecen en los claros, presentan diferentes estrategias de establecimiento y desarrollo. La mayoría de ellas, pertenecen a las especies pioneras de ciclo corto o heliófitas efímeras, que se inicia rápidamente después de un disturbio (caída de árboles y/o ramas).

- Donde se presentó un campo abierto (claro), quedaron restos de tallos, ramas y hojas que además de servir de colchón protector del suelo, crearon un ambiente adecuado para la instalación de la regeneración natural, la cual permiten que se iniciara una competencia por espacio y recursos.

- La germinación de las semillas de quina es una secuencia de eventos, influenciada directamente por factores internos (actividad metabólica, regulación genética) y externos (humedad, temperatura, luz, oxígeno, CO₂, substrato) que interactúan permanentemente.

- La quina presenta posibilidades para ser debidamente manejado fácilmente bajo el sistema de

regeneración natural con condiciones similares al bosque de neblina (temperatura y humedad relativa). El suelo debe de ser bien drenado, de preferencia rico en materia orgánica, con pH entre 4.2 y 5.6.

- El estrato arbóreo del bosque de neblina y en particular el árbol de la quina lleva a cabo su regeneración natural; a través de dos mecanismos: la multiplicación vegetativa y la regeneración por semillas. Prospera fuertemente sobre todo en condiciones de luz, como son trochas, caminos y/o claros. Esto puede variar de acuerdo a la disponibilidad de ciertos factores, como humedad, luz y temperatura.

- Los bosques de neblina son los ecosistemas más biodiversos y complejos, tanto por sus especies, como por sus interacciones dentro de estos. Así, cada población que se encuentra presente en estos ecosistemas, cumple un rol clave en la dinámica ecológica, que contribuyen al restablecimiento del bosque y mantenimiento del mismo.

- El dosel protector (cobertura vegetal) en las plántulas de quina en su estadio inicial, tuvo efectos positivos en la sobrevivencia, siendo ésta elevada (100%). A campo abierto la mortandad es más del 70%.

- El riego no puede reemplazar el clima húmedo (bosque de neblina) para su crecimiento, pues tanto el suelo como la atmósfera deben estar cargados de humedad.

5.2 Recomendaciones

- La regeneración natural de quina, va a depender de la presencia de fuentes de semilla y condiciones aptas para la germinación y desarrollo posterior. Esta se estimula, mediante la implementación de un sistema parecido al TSS (Tropical Sheltewood System), utilizado en trinidad, se deja un dosel abierto de árboles semilleros, para así asegurar la fuente de semilla y a la vez la suficiente luz para permitir el desarrollo posterior de la regeneración natural.

- Estudiar con mayor precisión la correlación existente entre el crecimiento y la intensidad de luz para la determinación óptima de aclareo en las plantas de quina.

- Realizar ensayos del manejo de la regeneración natural a mayor escala con énfasis en los costos.

- Promover estrategias para vincular los fragmentos de bosques de neblina entre sí mediante el manejo de la regeneración natural y/o plantaciones forestales.

- Conservar los bosques de neblina del distrito

de Kañarís, por ser el hábitat de muchas especies endémicas; la destrucción de estos ecosistemas ocasionaría la pérdida de líneas evolutivas únicas de flora, como el árbol de quina y fauna.

- Preservar especies endémicas, como el árbol de la quina para que las nuevas generaciones no olviden la importancia de una de nuestras especies forestales más emblemáticas que ha brindado los bosques húmedos andinos del país.

6. Literatura consultada

Aguilar R, Quesada M, Ashworth L, Herreñas-Diego Y, Lobo J. 2008. Genetic consequences of habitat fragmentation in plant populations: susceptible signals in plant traits and methodological approaches. *Molecular Ecology*, 17: 5177-5188.

Aide TM, Zimmerman JK, Pascarella JB, Rivera L, Marcano-Vega H. 2000. Forest regeneration in a chronosequence of tropical abandoned pastures: implications for restoration ecology. *Restoration Ecology*, 8: 328-338.

Baldi A. 1999. Microclimate and vegetation edge effects in a reedbed in Hungary. *Biodiversity and Conservation*, 8: 1697-1706.

Bazzaz FA, Miao SL. 1993. Sucesional status, seed size, and responses of tree seedling to CO₂, light, and nutrients. *Ecology*, 74:104-112.

Blanco-García A, Sáenz-Romero C, Martorell C, Alvarado-Sosa P, Lindig-Cisneros R. 2011. Nurse plants and mulching effects on three conifer species in a Mexican temperate forest. *Ecological Engineering*, 37: 994-998.

Bonfil C. 1998. The effect of the seed size, cotyledon reserves, and herbivory of seedling survival and growth of *Quercus laurina* (Fagaceae). *American Journal of Botany*, 85:79-87.

- Connell, J.1978. "Diversity in tropical rain forest and coral reefs". *Science* 199: 1302-1310.

- Gómez, A. 2014 y 2016 . Conversación personal.

- Plana, E. 2000. "Introducción a la ecología y dinámica del bosque tropical". Área de política forestal del Centro Tecnológico Forestal de Cataluña. Universidad Autónoma de Barcelona. España.

- Silver W.L.; Lugo A. E.; Keller, M. 1999. Soil exogen availability and biogeochemistry along rainfall an topographic gradients in upland wet tropical forest soils. *Biogeochemistry* 44: 301-328.

- Zevallos, P. 1989. Taxonomía, distribución geográfica y status del género *Cinchona* en el Perú. Centro de Datos para la Conservación. Lima, Perú.



Foto N° 1. La germinación de las quinás, son del tipo epígea; es decir cuando los cotiledones salen del tegumento y se exponen al aire.

Foto N° 2. Plántula de quina (*Cinchona* sp.), se observa los cotiledones y las primeras hojas que ya muestran pilosidades y sus nervaduras se van volviendo más prominentes.



Foto N° 3. Plántula de quina (*Cinchona* sp.), la parte aérea de la plántula se compone, entonces de un eje llamado hipocótilo redondo y recto (*Cinchonas*).



Foto N° 4. En las especies de quina, se observaron que después de liberarse de la cubierta de la semilla, manifestaron un posterior crecimiento y transformación en efectivos órganos fotosintetizadores, desarrollan cotiledones con pilosidades. Así como, las demás hojas.



Foto N° 5. Plántula de quina (*Cinchona* sp.), se observa el tallito con sus cotiledones y las primeras hojitas.

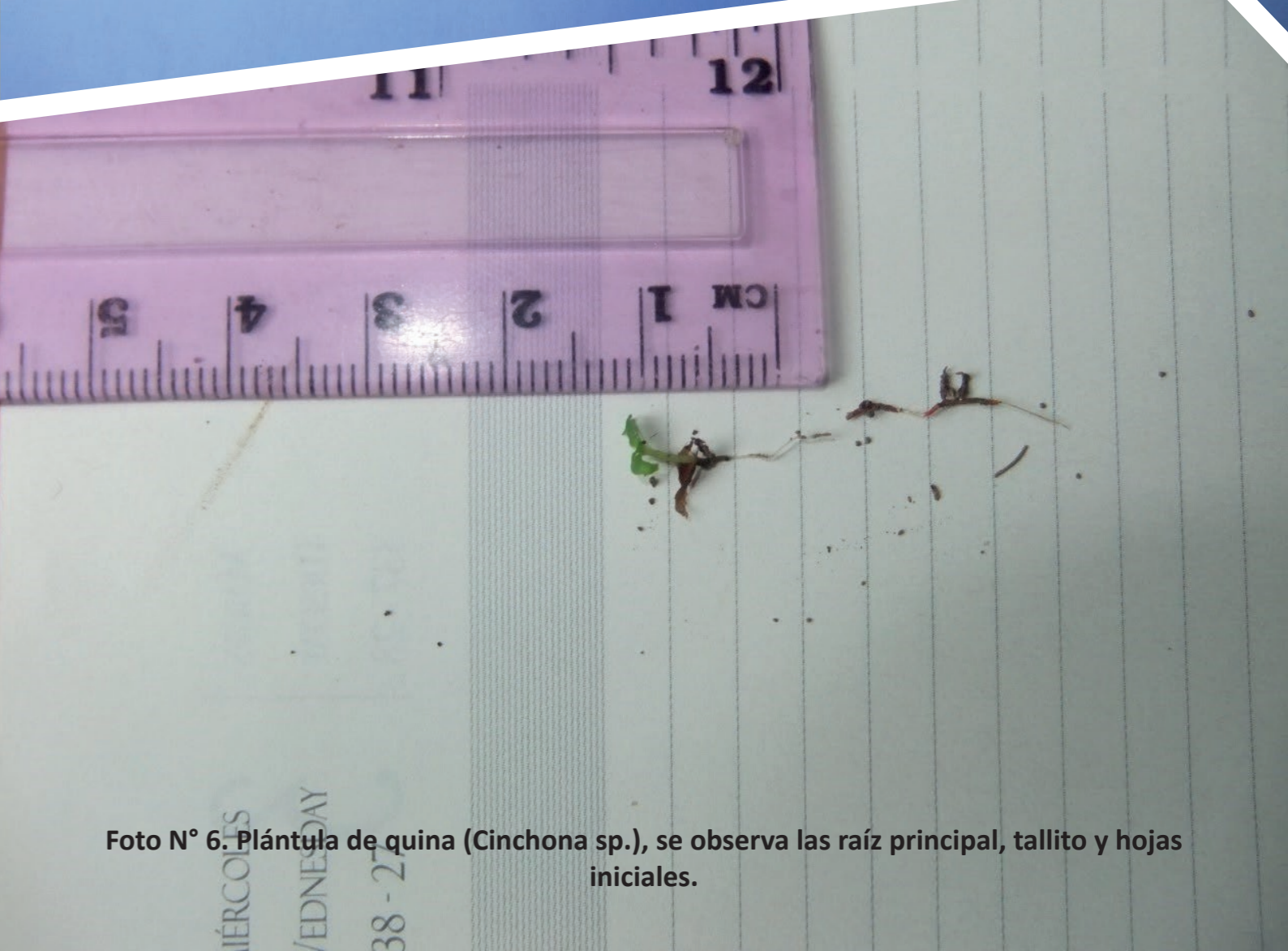


Foto N° 6. Plántula de quina (*Cinchona* sp.), se observa las raíz principal, tallito y hojas iniciales.



Foto N° 7. Raicillas de una plántula de quina (*Cinchona* sp.), se observa las raíz principal, y las raicillas.



Foto N° 8. Bosque de neblina de Upaypitéq (Kañaris), se observa el asocio de la palmera andina, (*Ceroxylon latisectum*) árboles de quina (*Cinchona* spp.), helechos arborescentes (*Ciatheas* y *Nepheleas*) y aliso (*Alnus*), a una altura de 2,750 msnm.