

Caracterizaciones ecológicas de dos poblaciones relictuales de tara (*Caesalpinia spinosa*) en Bolivia y experiencias relevantes asociadas a su cultivo¹

Manuel Ojeda Camacho¹, Cidar Vega Padilla²

¹ Escuela Forestal, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia; ² Consultor independiente

e-mail: oje@life.ku.dk

Resumen

Se describen varios parámetros poblacionales de dos pequeños bosques de tara del Valle Alto de Cochabamba. Se instalaron Parcelas Temporales de Muestreo de 4*100 m y en las mismas se registró la ocurrencia de tara, tanto a nivel de Regeneración Natural, como a nivel de árboles adultos. En Tacachi se encontraron menos individuos que en Huayculi (35 y 56, respectivamente) y por otro lado, la regeneración natural fue más abundante en Huayculi que en Tacachi. Parece ser que el ramoneo intenso de esta última localidad influye decididamente en la estructura de la regeneración y por tanto, en el futuro mismo de la población. Por otro lado, se analizó la relación entre Diámetro a la Base del Arbol y Altura y parece ser que efectos de competencia denso-dependientes, explican los diferentes modelos generados pues en Tacachi los árboles tienden a ser más bajos, más gruesos y en menor densidad que en Huayculi. La amenaza más importante que se ha detectado en las poblaciones muestreadas de tara es un hongo del género *Oidium* sp. que, a partir de un polvillo blanco que se asienta en hojas y frutos, podría afectar negativamente el valor económico de las vainas para la extracción de taninos. Finalmente y mediante la recopilación de experiencias relevantes al tema tara, se proponen una serie de lineamientos cualitativos, para mejorar el cultivo de esta especie.

Palabras clave: tara, estructura poblacional, *Oidium*, reforestación, plantaciones, biodiversidad.

¹ Trabajo desarrollado con financiamiento de Intercooperation-Ecobona, en el marco de la consultoría “Criterios Ambientales para el Manejo Sustentable de la Tara (*Caesalpinia spinosa*), bajo un modelo de prácticas ambientales amigables”

1 Introducción

El género *Caesalpinia* sp. (Leg. Caesalpinaceae) comprende un conjunto de unas 25 especies de árboles y arbustos de distribución predominantemente tropical, altamente adaptados a situaciones de estrés hídrico [10]. La especie *Caesalpinia spinosa* (tara), se distribuye a lo largo de los Andes Sudamericanos en zonas áridas y semiáridas, desde Venezuela hasta Argentina y Chile [1] y constituye un recurso forestal alto andino de mucha importancia porque sus frutos son fuente de taninos, altamente solicitados por las industrias peleteras [2].

Dada la resistencia a la falta de agua de *C. spinosa*, este arbolito se convierte en una alternativa muy interesante para promover la reforestación con especies nativas de ecosistemas áridos y considerando la gran demanda interna por los frutos de esta especie (que puede alcanzar un precio de 12 \$us/quintal [7]), su manejo puede constituirse en una alternativa factible para reducir la pobreza en las comunidades rurales de los valles interandinos.

Contrariamente a lo que sucede en países como Perú y Ecuador, la tara es una especie relativamente escasa en Bolivia. Se la encuentra formando cercos vivos para delimitar terrenos en las viviendas rurales o como árboles “sombriilla”, siempre asociados a la agricultura o a la ganadería de pequeña escala mientras que su existencia en condiciones naturales, formando bosques nativos, es muy rara.

Si bien se están consolidando iniciativas para implementar plantaciones de tara en varios municipios de Cochabamba y Sucre (Bolivia), estas iniciativas son recientes y por tanto los árboles aún no han alcanzado niveles que permitan planificar la extracción regular de frutos con fines comerciales. Las condiciones ecológicas óptimas bajo las cuales puede desarrollar la especie también son desconocidas no solo para Bolivia sino también para otros países andinos y algunas de las interrogantes con las que los planificadores deben enfrentarse al momento de decidir el establecimiento de plantaciones comerciales son las siguientes: ¿Cuánta tara en estado natural existe actualmente en Bolivia? ¿Cómo se caracterizan ecológicamente los sitios donde están estas poblaciones? ¿Qué tamaño pueden alcanzar los árboles adultos? ¿Cómo es la productividad de frutos en estos árboles? ¿Qué condiciones deben reunir los sitios para estimular la regeneración natural de tara?

Estas interrogantes obligan a contar con lineamientos básicos para promover tanto el manejo de los bosques naturales, como el manejo de las plantaciones comerciales de tara. El presente estudio pretende abordar aspectos de ecología poblacional además de tomar en consideración experiencias locales relevantes relacionadas al cultivo de la tara en Bolivia, tomando especial consideración con la conservación del hábitat y el mantenimiento de la biodiversidad en los ecosistemas donde potencialmente pueda desarrollarse esta especie.

2 Materiales y métodos

2.1 Sitios de estudio

Esta investigación se llevó a cabo durante los meses de Junio y Julio del 2009, en dos localidades de estudio ubicadas en el Valle Alto de Cochabamba. La primera localidad, Tacachi (20 K; 201743 m E – 8047004 m S; 2810 msnm) tiene un bosque natural² de aprox. 0,05 ha con tara a lo largo de un arroyo seco. Si bien el sitio está un poco alejado del poblado principal, existe una fuerte influencia de ganado vacuno, ovino, aves de corral y canes que se internan al bosque muy fácilmente. Además de tara, existen molles y tunas además de otros árboles de gran tamaño como el chillijchi (*Erythrina falcata*). La segunda localidad, Huayculi (20 K; 183605 m E – 8047047 m S; 2798 msnm) consiste de un bosque natural de aprox. 0,1 ha con tara también a lo largo de un arroyo seco. Dada la cercanía del bosque con las viviendas del poblado, el sitio se ha convertido en un basurero en el cual crece la tara junto con molles, tunas y eucaliptos.

2.2 Estructura poblacional de la tara

Para averiguar el estado de las poblaciones de tara se instaló una parcela temporal de muestreo en cada localidad de estudio. La misma tenía 100 m de largo y 4 m de ancho y fue subdividida en 5 sub parcelas de 4 m × 20 m.

Dentro de cada sub parcela se registró la posición de cada arbusto o árbol con altura superior a 10 cm y se excluyeron herbáceas del muestreo. Dado que la tara produce un número muy alto de rebrotes justo por encima del suelo, no fue posible tomar medidas dasométricas tradicionales tales como el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) para esta especie. Más bien, se registró el Diámetro a la Base del Árbol (DBA), justo por encima del suelo. Para las otras especies arbustivas y arbóreas se registró únicamente el DBA. Dada la escasa regeneración observada, se consideró como “regeneración natural” (RN) a toda plántula de tara con altura inferior a 150 cm. En ambas parcelas se hizo un registro de alturas de toda la RN existente.

2.3 Interacciones comunitarias de tara con otras especies vegetales

Las especies existentes se manejaron en su mayoría a nivel de especies pero cuando no fue posible la identificación de las mismas (mediante fotografías o muestras no tratadas) se trabajó a nivel de géneros y morfo especies. Esto resulta importante para las Cactáceas donde el género *Cleistocactus* está representado por dos especies en Huayculi, una de las cuales se encuentra también en Tacachi. La identificación se llevó a cabo de acuerdo a los criterios de Atahuachi-Burgos *et al.* [2].

Se realizaron cálculos de Índice de Valor de Importancia (IVI) para la tara y las especies asociadas más abundantes. Estos cálculos se basaron en Nebel *et al.* [6]:

² Para la definición de bosque natural, se utilizaron los criterios de Neef *et al.* [7] actualmente en uso en el marco de Mecanismos de Desarrollo Limpio

Frec. Rel. = (número de subparcelas con la especie) / (número total de subparcelas) \times 100%

Dens. Rel. = (número de ind. de la esp. en la muestra) / (número total de ind.) \times 100%

Dom. Rel. = (área basal total de la esp. en la muestra) / (área basal total de la muestra)

IVI = Frec. Rel. + Dens. Rel. + Dom. Rel.

2.4 Información secundaria

Se realizaron viajes a varias localidades tanto de Cochabamba como de Chuquisaca (Bolivia), con la finalidad de encontrar sitios en los que pueda encontrarse tara en estado natural. Durante estos viajes se registraron entrevistas con actores involucrados con la temática de la tara y las mismas permitieron obtener información básica sobre las asociaciones de la tara en plantaciones comerciales, sistemas agroforestales, las experiencias exitosas y las dificultades que enfrentan dichos actores para llevar adelante la producción comercial de esta especie.

Estas entrevistas permitieron elaborar un diagnóstico sobre el potencial productivo de la tara en las localidades visitadas, además de que se pudo indagar sobre el rol que tienen las distintas instituciones, en dicho potencial.

3 Resultados

Los análisis realizados tienen la limitación de no contar con réplicas para las dos localidades de estudio. Esto se debe a la escasez de bosques grandes de tara, especialmente en Tacachi. Los fragmentos visitados siempre han sido pequeños, con longitudes en las que no ha sido posible establecer réplicas adecuadas para las localidades muestreadas.

3.1 Estado de poblaciones silvestres de tara

La tabla 1 revela información general respecto a los sitios en los que se instalaron Parcelas Temporales de Muestreo, para evaluar la ocurrencia natural de tara.

De acuerdo a la tabla 1, las dos localidades de estudio están relativamente cerca, a una distancia que no supera los 20 km; además, Tacachi y Huayculi están prácticamente a la misma altitud, alrededor de 2800 msnm.

La riqueza específica es mayor en Huayculi (11 especies), casi doblando a lo que sucede en Tacachi (6 especies). La abundancia total de árboles y abustos es también mayor en Huayculi, llegándose a registrar 108 individuos, comparados con los 82 registrados en Tacachi (tabla 1a).

El diámetro promedio (DBA) es mayor en Huayculi, alcanzando poco más de 24 cm mientras que en Tacachi el diámetro promedio no supera los 19 cm. De la misma forma, el DBA mayor se registró para un árbol de Molle (*Schinus molle*) de 145 cm DBA

en Huayculi, mientras que en Tacachi el mayor individuo registrado tenía un DBA de 113 cm y correspondía a una tara (*C. spinosa*). Dada la ocurrencia de *Eucalyptus globulus* en Huayculi, la altura máxima registrada fue de 25 en esta localidad, mientras que en Tacachi, la altura máxima del dosel apenas alcanzó los 12 m, con un árbol solitario de la especie *Erythrina falcata*.

Tabla 1: Datos descriptivos generales para las dos localidades estudiadas (a) y para los individuos de tara (*C. spinosa*) (b).

Características	Tacachi	Huayculi
(a) Caracterización de las parcelas		
Coordenadas UTM	201743 m E 8047004 m S	183605 m E 8047047
Altitud, en msnm	2810	2798
Riqueza específica	6	11
Abundancia total	82	108
DBA medio, cm	18,83	24,14
DBA máximo, cm	113	145
Altura máxima, m	12	25
(b) Caracterización de <i>C. spinosa</i>		
Adultos (H. max > 150cm)	35	56
DBA medio, cm	28,04	23,47
DBA máximo, cm	113	75
Altura máxima, m	7,2	9
Regeneración (H. max < 150 cm)		

¹ Para árboles y arbustos con H. máx > 10 cm

3.1.1 Aspectos de regeneración natural

El muestreo de regeneración natural en las dos localidades revela que Huayculi presenta el mayor número de plántulas (58), comparado con Tacachi (14). La estructura poblacional de la RN también es diferente: mientras que en Huayculi abundan las plántulas pequeñas y progresivamente las más grandes se hacen también más escasas, en Tacachi todas las clases de altura parecen estar escasamente representadas, no superando en ningún caso, los 5 individuos (figura 1).

En Huayculi, algunas clases de altura también están sub representadas (ej. la clase de 0,4 a 0,6 m donde se reduce notablemente el número de plántulas, figura 1).

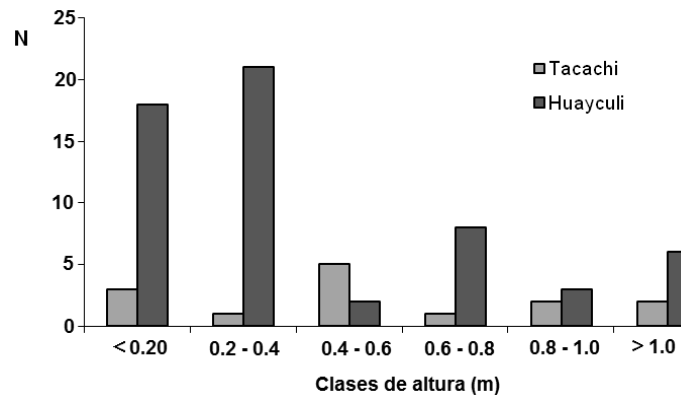


Figura 1: Estructura de la regeneración natural de tara en las dos localidades de estudio según diferentes clases de altura (medida en metros)

3.1.2 Relación diámetro – altura de *C. spinosa*

La figura 2 muestra la relación de diámetros y alturas para tara en las dos localidades de muestreo.

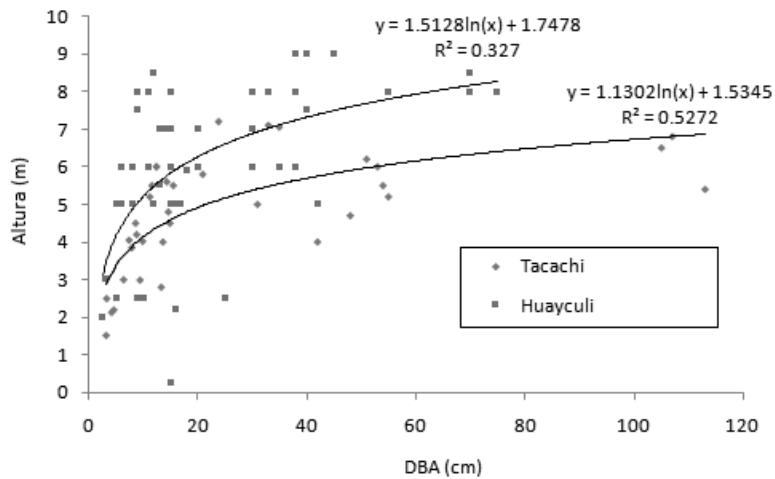


Figura 2: Modelos logarítmicos para la relación dasométrica DBA versus Altura Total para la tara en las dos localidades del estudio.

La figura 2 y la tabla 1b revelan que Tacachi presenta árboles en promedio más bajos pero también más anchos que los de Huayculi. Los Coeficientes de Correlación son más altos para Tacachi ($R^2=0,53$, comparado con $R^2=0,33$ de Huayculi) y por tanto parece que la relación DBA – Altura Total parece más confiable en Tacachi, que en Huayculi (a pesar del mayor número de individuos muestreados en esta última localidad).

Ahora bien, la tabla 1 b y la tabla 2 revelan que por un lado, la abundancia de tara es mayor en Huayculi que en Tacachi y por otro lado (tabla 3) la densidad relativa, también es mayor en Huayculi que en Tacachi (52% y 43% respectivamente). Estos datos indican que la tara crece en condiciones de competencia intra e inter específica más fuertes en Huayculi (mayor densidad) que en Tacachi (menor densidad) y por tanto, los árboles tienden a elongarse más en desmedro del crecimiento horizontal.

3.1.3 Especies más abundantes en las localidades de estudio

La tabla 2 muestra la abundancia de individuos para cada una de las especies presentes en las localidades de estudio (Tacachi y Huayculi). Familias y especies se analizaron tomando en cuenta tanto la clasificación de Atahuachi-Burgos *et al.* [2], como la de Reynel y León [9].

Las leguminosas son las más representativas en Huayculi (4 especies) mientras que en Tacachi, tanto las cactáceas como las leguminosas están representadas con 2 especies para cada familia. En ambas localidades la tara es la especie más abundante (aunque también es cierto que el muestreo se sesgó hacia sitios con abundancia de árboles de *C. spinosa*, lo cual podría influir en los resultados aquí propuestos).

Tabla 2: Abundancia de individuos por familia y por especie para cada localidad analizada

Características	Nombre común	Tacachi	Huayculi
<i>Leguminosae</i>			
<i>Acacia caven</i>	Acacia I		2
<i>Caesalpine spinosa</i>	Tara	35	56
<i>Eriobryna falcata</i>	Chilijchi	1	
<i>Laucaena leucocephala</i>	Acacia		10
<i>Prosopis alba</i>	Algarrobo		1
<i>Caricaceae</i>			
<i>Carica quercifolia</i>	Kara lawa	1	1
<i>Cactaceae</i>			
<i>Cleistocactus</i> sp.	Cactus	20	8
<i>Cleistocactus</i> sp. 1	Cactus 1		4
<i>Opuntia ficus-indica</i>	Tuna	14	7
<i>Myrtaceae</i>			
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto		4
<i>Anacardiaceae</i>			
<i>Schinus molle</i>	Molle	11	9
<i>Schinus poligamus</i>	Charinco		6
Total		82	108

Para ambas localidades, la especie *Schinus molle* es moderadamente abundante. Junto con *Cleistocactus* sp. y *Opuntia ficus-indica*, esta especie es la más abundante después de *C. spinosa* en Tacachí. Junto con *Leucaena leucocephala* y *Cleistocactus* sp., el molle es el árbol más abundante luego de *C. spinosa* en Huayculí.

3.1.4 Estructura poblacional de la tara y de otras especies abundantes

La figura 2 muestra la estructura poblacional de la tara y sus especies asociadas más abundantes (de acuerdo a la tabla 2) en las dos localidades de muestreo. La curva es especialmente ajustada en Tacachí (figura 3a) al modelo logarítmico inverso (o J inversa) que caracteriza a la mayoría de las poblaciones arbóreas. Es decir, existen muchos pequeños individuos en la muestra y gradualmente pocos individuos grandes.

Aunque aparentemente existe una tendencia de comportamiento similar en Huayculí (figura 3b), la curva de estructura poblacional se trunca repentinamente en las clases de DBA “<10 cm y 20-30 cm”, lo que supone una carencia notable de arbolitos en estas clases de tamaño.

Si bien en Tacachí el molle tiene un número elevado de árboles en las clases de DBA más pequeñas, en Huayculí la mayor ocurrencia de árboles tiene lugar en las clases de tamaño más grandes, lo que indica una carencia de regeneración que podría arriesgar la viabilidad poblacional, sobre todo en términos genéticos pues la mayor proporción de diversidad genética está precisamente en los individuos más grandes [4].

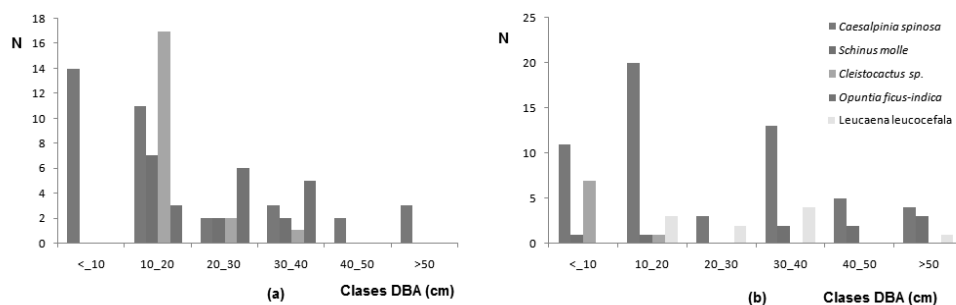


Figura 3: Estructura poblacional de Tara y sus especies asociadas más abundantes en (a) Tacachí y (b) Huayculí

Por otro lado, las poblaciones muestreadas de *Cleistocactus* sp. parecen comportarse de manera similar en las dos localidades, mostrando una tendencia a tener muchos pequeños individuos y pocos grandes individuos. Estos datos deben interpretarse con cautela pues las estrategias de vida de las Cactáceas no han sido estudiadas a profundidad en el presente trabajo y podrían influir de modo determinante en la forma de las curvas mostradas en la figura 2. Esta misma precaución debe tomarse en cuenta para *Opuntia ficus-indica* en Tacachí (figura 3a).

Para *Leucaena leucocephala* en Huayculi, y de manera similar al molle, la estructura poblacional mostrada en la figura 2b también indica una carencia general de individuos en las clases de DBA más pequeñas.

3.1.5 Cálculos de Valor de Importancia para tara y otras especies abundantes

La tabla 3 muestra valores de Frecuencia Relativa, Densidad Relativa, Dominancia Relativa e Índices de Valor de Importancia para las especies más abundantes de las zonas de estudio.

Tanto en Tacachi como en Huayculi, la tara es la especie con los valores más altos de IVI. Sin embargo, el IVI de tara es mayor en Tacachi debido a la mayor Dominancia Relativa en esta localidad. En Tacachi la Dominancia Relativa es próxima al 70% comparado con un valor de Dominancia Relativa de casi 44% en Huayculi. Estos valores son concordantes con aquellos mostrados en la tabla 1 b y con los modelos de la figura 2, donde la tara de Tacachi tiene valores de DBA promedio y valores de DBA máximo, más grandes que la tara de Huayculi.

La Cactácea *Cleistocactus* sp. es la especie con el segundo valor más alto de IVI en la muestra de Tacachi, seguida del molle y la tuna (valores de IVI de 111, 98,9 y 69,97 respectivamente). En cambio el molle es la especie con el segundo valor de importancia, seguido de la acacia (*Leucaena leucocephala*) y la tuna en Huayculi (valores de IVI de 138,62, 97,68 y 90,69 respectivamente). A pesar de su ocurrencia en ambas localidades, *Cleistocactus* sp en Huayculi tiene el valor de IVI más bajo (IVI=48).

Tabla 3: Valor de importancia para las especies más abundantes en las localidades de estudio

Especies	Tacachi				Huayculi			
	Frec. Rel.	Dens. Rel.	Dom. Rel.	IVI	Frec. Rel.	Dens. Rel.	Dom. Rel.	IVI
	%	%	%		%	%	%	
<i>Cleistocactus</i> sp.	80	24.39	6.61	111.00	40	7.41	0.59	48.00
<i>Caesalpinia spinosa</i>	100	42.68	72.62	215.30	100	51.85	43.75	195.60
<i>Schinus molle</i>	80	13.41	5.48	98.90	100	8.33	30.28	138.62
<i>Opuntia ficus-indica</i>	40	17.07	12.90	69.97	80	6.48	4.21	90.69
<i>Leucaena leucocephala</i>	-	-	-	-	80	9.26	8.42	97.68

3.2 Información secundaria

3.2.1 Ensayos agroforestales

En Mayo del 2009 se visitó una plantación de aprox. 4 ha de tara en la localidad de Mamanaka (19 K; 812687 m E – 8052224 m S; 2762 msnm). Según la entrevista con el señor Rolando Orellana, ensayos tara-alfalfa son viables siempre y cuando la tara se establezca primero, los árboles alcancen tamaños superiores a los 1.5 m, para posibilitar posteriormente el establecimiento de alfalfa. Las heladas de la zona pueden eliminar por completo a las plantas de alfalfa si es que no se respeta esta secuencia. Esta plantación

ha soportado rotaciones de haba, maíz y papa (en ese orden) las que han demostrado ser exitosas, probablemente debido a que la incorporación de papa al sistema de rotación viene acompañada de material orgánico y abono (ausente en los otros cultivos). Esta carga parece favorecer y potenciar el desarrollo de los arbolitos de tara.

3.2.2 Enfermedades asociadas a la tara

Muchas hojas y frutos de tara presentan un polvo blanquecino, tanto en plantaciones (Mamanaca y Colpaciaco), como en localidades naturales (Huayculi y Tacachi). El hongo responsable pertenece al género *Oidium* sp. [3]. El ataque severo por este agente, sobre todo a nivel de frutos, parece reducir considerablemente el valor económico del producto para curtiembres y Miguel Scavino, socio productor de tara, sostiene que las fuentes infecciosas se localizan en los cultivos frutales, sobre todo de durazno, de los alrededores.

Observaciones de campo de Carolina Ortiz, ornitóloga, hacen pensar que las fuentes de la infección más bien podrían localizarse en las tunas asociadas a los árboles de tara adultos, en estado natural.

Dado que las aves frecuentan tanto tunales como árboles de tara, las mismas podrían fácilmente servir de vehículos para el transporte de las esporas del hongo.

3.2.3 Gestión municipal

Si bien no ha sido posible verificar la existencia de bosques naturales de Tara en el norte del departamento de Chuquisaca (viajes realizados en el mes de Junio del 2009), se considera recurrentemente la implementación de *C. spinosa* en diversos municipios de este departamento (tabla 4). De un total de 100.000 plantines producidos en los viveros de la Universidad San Francisco Xavier en Yotala, mediante el Proyecto “Sucre, ciudad Universitaria”, se han distribuido aproximadamente 60.000 plantines el año 2009 y existe una demanda no concretada de unos 40.000 plantines adicionales.

Tabla 4: Requerimiento de plantines de tara en diversos municipios de Chuquisaca, a Junio de 2009 (Fuente: Freddy Saravia, 2009)

Municipios	Requerimiento de plantines de tara	Estado del requerimiento
Villa Serrano	40.000	Entregados
Huacareta	10.000	Entregados
Monteagudo	10.000	Entregados
Presto	10.000	Entregados
Padilla	20.000	Por entregar
San Lucas	20.000	Por entregar

El destino de estos plantines parece ser la reforestación en algunos casos y el establecimiento de plantaciones en otros. Sin embargo, dadas las limitaciones presupuestarias y logísticas, resulta difícil realizar un seguimiento constante a los plantines que salen de los viveros de producción y en consecuencia se hace más

complicado aún conocer el verdadero impacto de la tara como alternativa de generación de recursos económicos o como práctica ambientalmente amigable.

3.2.4 Los cultivos de tara en Bolivia

Miguel Scavino es un empresario de origen paraguayo, que vive en Bolivia y trabaja en la producción de tara en su propiedad. En cuanto a su punto de vista sobre la tara, se trata de un árbol que debe ser considerado como frutal y no como forestal. El recalzó, que el manejo de la tara como especie forestal, es un error. En todos los aspectos de su manejo, la tara debe ser tratada como una especie frutal. En esto coincide con Barriga, pues se requiere los mismos tres aspectos de base: riego oportuno, materia orgánica y manejo adecuado, para tener un cultivo productivo.

Scavino piensa que la especie tiene muy buenas oportunidades para ser manejado en asociación con otros árboles. En su finca, en Cochabamba, tiene la experiencia de tener frutales creciendo junto al cultivo de tara, y nota que no hay problemas ni alelopatías entre las especies. En especial habló de una potencial asociación exitosa con durazno.

También mencionó su afinidad con las especies frutales locales, sobre todo en su respuesta ambiental, la tara al igual que muchos frutales del sector, no soporta la excesiva lluvia. Los árboles sometidos a periodos prolongados de lluvia, se ven tristes y pueden perder sus hojas, al igual que la chirimoya y el aguacate.

En cuanto a la inclusión de tara en remanentes de vegetación natural, lo considera oportuno, pues esto sería una oportunidad productiva para sectores pobres. Por otro lado, le preocupa el incentivo del cultivo de la especie, pues existe una buena parte de la demanda internacional que no está cubierta. Solo con la promoción de su cultivo, en sectores nuevos, será posible cubrir esa demanda; de no hacerlo, es posible que los actuales mercados se inclinen por otro producto similar.

Finalmente, piensa que ECOBONA debe apoyar los avances realizados en tara en Ecuador e incentivarlos. Piensa que es oportuno el involucramiento del programa desde su propia visión de protección de los ecosistemas forestales andinos, por medio de la generación de criterios ambientales [5].

4 Discusión

4.1 El impacto antrópico sobre las localidades en las que existe tara en estado natural

Tanto Tacachi como Huayculi son pequeños poblados que mantienen un impacto antrópico sostenido a los bosques, o a los pedazos remanentes de bosque de tara. En términos generales, Tacachi es una comunidad de agricultores mientras que Huayculi más bien es una población de artesanos itinerantes, con pequeños talleres para la elaboración de artesanías en greda.

Los conteos bajos de regeneración natural en Tacachi (tabla 1 b y figura 1) son consistentes con las observaciones de ganado ovino, vacuno y porcino, aves de corral y canes sueltos, que conviven cotidianamente con el bosque de tara en esta localidad. Parece ser que la tara sufre impactos de ramoneo importantes, a nivel de regeneración natural en Tacachi.

En Huayculi, las presiones de ramoneo doméstico sobre la regeneración natural de tara en principio parecen estar ausentes (aunque deben profundizarse estudios que expliquen la ausencia de regeneración natural en las clases 0,4-0,6 m de altura). En cambio, las presiones antrópicas podrían verse reflejadas en los individuos grandes debido a que no se encuentran árboles con DBAs elevados en Huayculi. En efecto, el mayor IVI de tara en Tacachi (215,30, tabla 3) es consecuente con los valores de Diámetros Medios y Máximos mostrados en la tabla 1b y también es consecuente con lo revelado en la figura 2. En principio, podría suponerse que los habitantes locales retiraron y aprovecharon en algún momento “histórico” los árboles más grandes de tara, dejando tocones que gradualmente produjeron rebrotes más pequeños que los árboles originales. Dada la vocación de alfareros y ceramistas en Huayculi, estos árboles (probablemente junto con otros) podrían haber constituido un combustible de acceso fácil para el horneado del material cerámico producido.

Por otro lado, los habitantes de Huayculi han indicado que la tara tiene una madera muy dura, adecuada para la confección de herramientas agrícolas; por tanto podría justificarse el retiro del bosque de individuos cuya madera cumpla a cabalidad con estos propósitos agrícolas. No se tiene noticia de usos intensivos de tara en Tacachi, donde los habitantes más bien “aceptan” a la tara con más indiferencia.

Podría ser entonces que el impacto en Huayculi reduce la probabilidad de que los arbolitos puedan alcanzar tamaños muy grandes. En relación a la ausencia de individuos en la clase de tamaños “20-30 cm DBA” en Huayculi (figura 3), podría aplicarse la misma explicación: por alguna razón aún no aclarada, los habitantes locales prefieren servirse de árboles de tara de tamaño intermedio, ni muy grandes ni muy pequeños, afectando de este modo la estructura poblacional de la especie. En el mediano o largo plazo, podría esperarse que la muestra de Huayculi presente “cuellos de botella” dado que no existirán suficientes individuos para reemplazar a aquellos árboles de la clase de tamaño “30-40 cm DBA”.

4.2 Cultivos amigables con la biodiversidad

La tara muestra asociaciones interesantes con varias especies nativas de los valles secos interandinos de Cochabamba (tabla 2). Inclusive a nivel de plantaciones puras y grandes (aprox. 35 ha) como en el caso de Colpaciaco (20 K; 204399 m E – 8051357 m S; 2810 msnm), varias cactáceas incluyendo tunas y géneros endémicos tales como *Echinopsis sp.*, acacias y molles coexisten con la tara (figura 4). Esta coexistencia parece indicar que el cultivo de la tara, compatible con la biodiversidad local es potencialmente factible. Sin embargo, mucha experimentación aún hace falta para combinar cultivos de tara, con flora nativa.

El marco temporal debe tomarse en cuenta cuidadosamente porque los intereses económicos de corto plazo que rigen el establecimiento de las plantaciones comerciales, deben compatibilizarse con la sostenibilidad ambiental de los cultivos, que necesariamente comprende el mediano plazo (5-10 años desde el establecimiento inicial).



Figura 4: Acacias, y cactus (*Cleistocactus* sp.) (a), además de tunas y molles (b), próximas a la plantación de tara de Colpaciaco. Estos elementos conforman el componente biodiverso que potencialmente puede asociarse a la tara.

En cuanto a la fauna asociada, los monocultivos tienden a homogenizar gremios de aves, insectos y mamíferos; sin embargo sistemas tales como el de Colpaciaco, con flora nativa próxima, potencialmente pueden incrementar la riqueza de fauna. Esto es evidente a partir de las observaciones de Félix Rojas, quien comenta que palomas, golondrinas, colibríes y otras aves nativas se asocian a la tara, junto con halcones, como depredadores naturales que visitan este sistema.

4.3 Criterios para el manejo de tara en Bolivia

Uno de los criterios de manera general al que se ha podido llegar es que en condiciones naturales la tara se encuentra en los bordes de cursos de agua (arroyos o ríos pequeños), que por la época que se realizó el estudio no se observó la película de agua en ninguna de las localidades, pero según indicadores se asume que hay agua en la napa freática, la tara está en asociación o convivencia con especies arbóreas y arbustivas, tanto nativas como introducidas en un porcentaje menor, como describe la Tabla 2.

Los suelos en que se desarrolla en forma natural la Tara, indicaremos que en el caso de la localidad de Tacachi, son franco-arenosos a diferencia de los de Huayculi que son franco arcillosos, lo que nos indica la diferencia en tamaño de las plantas ya que en Huayculi son más grandes y con más abundancia de rebrotes.

El factor aire, que circunda en las dos localidades tiene su influencia sobre la tara, ya que la existencia de plantas epífitas en los tallos de las plantas de tara es más

abundante en la localidad de Huayculi que en Tacachi, y bien sabemos que las epifitas son uno de los principales indicadores de la calidad del aire.

Todos estos criterios nos llevan, a que la propuesta esté basada en actividades de reforestación en el marco de los cursos de agua con napa de agua subterránea, bajo el criterio de manejo integrado cuencas.

Es importante definir criterios del manejo mismo de los árboles de tara, para su éxito productivo y de conservación. En ese sentido es importante definir criterios desde las etapas previas a la inclusión y durante el desarrollo de los cultivos.

4.4 Procedencia de material vegetal

Las plantas deberán ser producidas en viveros que garanticen la calidad del material vegetal considerando los aspectos técnicos y sanitarios en su producción, desde la procedencia de la semilla hasta la entrega de plantines al usuario, ya que se observaron ejemplos de plantaciones de 2 años en la localidad de Tarata-Mamanaca, plantas con defectos y errores de repicado es decir con raíces torcidas, al mismo tiempo estaban infestadas con hongos (*Fusarium* sp.). A futuro la ABT (Asociación Boliviana de Tara), como organización deberá tomar muy en cuenta estos aspectos para su control y seguimiento.

4.5 Primeras experiencias

Existen plantaciones de tara con asociaciones de cultivos de temporada bajo sistemas agroforestales con técnicas manejo similares a la de un frutal (aplicación de riego y tecnificación agrícola), estas plantaciones pioneras sirven y servirán como modelos de promoción y extensión para motivar a los agricultores o emprendedores en áreas donde existe cierta apatía para incorporarse en la producción de tara con la idea de incrementar los beneficios ambientales y económicos.

4.6 Cultivos puros

El monocultivo como tal trae consecuencias ambientales considerables ya sea con especies nativas o introducidas, al paso que vamos la tendencia de la actividad productiva de la tara tiende a quedar o consolidarse como monocultivo, ya que los sistemas agroforestales estarán permitidos hasta que el dosel de la plantación alcance a cerrar las áreas donde permite el cultivo.

Es vital mencionar que luego de la etapa que permita producir un cultivo agrícola en medio la tara, pueda cambiarse la asociación con especies nativas, buscando naturalizar y tratar de recuperar su ecosistema natural.

4.7 Diversidad productiva

Es importante mencionar que a nivel institucional se integren desarrollando proyectos de manera piloto, para ver las bondades de distintos tipos de asociaciones sistematizando toda la información generada en los mismos.

Entre las asociaciones que se pudo observar en las parcelas visitadas y distintas densidades son tara con haba, papa, papa, frijol, maíz, alfalfa, algunas hortalizas y pasturas, practicando rotación de cultivos en sus diferentes ciclos vegetativos.

4.8 Manejo orgánico y labores de cultivo

Se han podido observar plantaciones donde se utilizó abono orgánico en el momento de la plantación con la idea de mejorar los suelos con baja fertilidad, además también se vio la práctica de dejar la hojarasca o rastrojos de los cultivos de temporada que a la larga van aumentando la materia orgánica del suelo. Con estas prácticas se debían apuntar a la disminución del uso de agroquímicos como práctica común en la labores culturales contemporáneas, que por cierto afectan al medio ambiente.

4.9 Sistema de riego y protección del suelo

La tara cultivada como frutal deberá necesariamente contar con un sistema de riego, ya que demostrado esta que la aplicación del mismo acelera considerablemente su desarrollo y productividad, se deberá tomar en cuenta la selección del sistema de riego a emplear en función de las características del propio cultivo (tipo de suelo, pendiente, etc.), aspectos que puedan afectar de manera negativa a la hora de elegir el tipo de riego.

4.10 Cultivo al borde de las fuentes de agua

Las condiciones naturales de la tara en las que se encuentra en el estudio, nos muestran que están ubicados a los bordes de fuentes de temporales como arroyo y ríos pequeños, los mismos que son sus condiciones naturales, habría que pensar en motivar e incentivar a realizar plantaciones bajo el enfoque de reforestación con la idea de protección contra la erosión de suelos.

4.11 Cultivo en linderos

Por sus características Fenotípicas la tara podrá ser implantada en linderos de áreas agrícolas con densidades y distanciamientos adecuados, estas cumplirán la función de protección como cerco vivo y rompevientos, además serán productivas y finalmente servirán como hospederos de la biodiversidad, mejorando el medio ambiente.

4.12 Tratamiento de hongos

En condiciones naturales la tara que fue motivo de estudio en Valle alto, está infestada por un hongo del género *Oidium*, el mismo que afecta considerablemente la productividad de la tara, lo que no se observo en ejemplares del Valle Bajo en Cochabamba, lo cual es un indicador positivo para alentar plantaciones a todo nivel en estas zonas más benéficas respecto al hongo mencionado.

Es vital ver de realizar ensayos combatir al *Oidium*, en principio con practicas silviculturales y combinando con la aplicación de fungicidas amigables con el medio ambiente. Esta medida es urgente de realizar si se pretende el manejo en las áreas mencionadas.

4.13 Protección de áreas de manejo en condiciones naturales e influencia antrópica

Las áreas de estudio identificadas, en las dos localidades naturales Tacachi y Huayculi, están fuertemente influenciadas por la actividad antrópica, más acentuada en la localidad de Tacachi, por tal razón, será necesario que esas áreas de manejo, deberán ser protegidas por cercos que garanticen una regeneración natural fuera de la influencia directa de los animales domésticos de los pobladores.

Agradecimientos

A Intercooperation - Ecobona, por darnos la oportunidad financiera de desarrollar investigación en relación a un recurso altoandino importante para las zonas rurales de Cochabamba

A Mario Larrea, quien a partir de su visita a Bolivia nos ha inspirado con ideas renovadoras para orientar el presente estudio

Referencias

- [1] Alemán, F. y C.Ugarte. 2006. *La tara: un recurso forestal al alcance de sus manos*. En: BASFOR (ed.). BASFOR, Bolivia, Cochabamba.
- [2] Atahuachi-Burgos, M., J. G. Romero, H. H. Limachi, M. M. Flores, M. M. Ustariz, T. O. Limarino y J. R. Wood. 2005. *La guía "Darwin" de las flores de los valles bolivianos*. Darwin initiative, La Paz.
- [3] Coca-Morante, M. 2009. *Enfermedades de la tara (Caesalpinia spinosa)*. En fitopatología (ed.). *Serie de publicaciones fitopatológicas*. Departamento de fitotecnia y producción vegetal, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinarias, Universidad Mayor de San Simón Cochabamba.
- [4] Jennings, S. B., N. D. Brown, D. H. Boshier, T. C. Whitmore y J. C. A. Lopes. 2001. *Ecology provides a pragmatic solution to the maintenance of genetic diversity in sustainably managed tropical rain forests*. *Forest Ecology and Management* 154:1-10.
- [5] Larrea, M. 2008. *El cultivo del cacao nacional: un bosque generoso*. En Benítez, A. C. (ed.). Programa Nacional Biocomercio Sostenible del Ecuador (EcoCiencia/CORPEI), Quito.
- [6] Nebel, G., L.P. Kvist, J.K. Vanclay, H. Christensen, L. Freitas y J. Ruíz. 2001. *Structure and floristic composition of flood plain forests in the Peruvian Amazon I. Overstorey*. *Forest Ecology and Management* 150:27-57.
- [7] Neeff, T., H. V. Luepke y D. Schoene. 2006. *Choosing a forest definition for the Clean Development Mechanism*. En FAO (ed.). *Forests And Climate Change Working Paper 4*. FAO, Rome.
- [8] Osorio, M. J. 2009. *Fomentan el cultivo de tara para abrir mercados*. Los Tiempos. Cochabamba.

- [9] Reynel, C. y J. Leon. 1990. *Árboles y arbustos andinos para agroforestería y conservación de suelos*. Proyecto FAO Holanda/DGFFç, Lima. 363.
- [10] Sánchez_de_Lorenzo-Cáceres, J. M. 2008. *Selección de plantas ornamentales con bajas necesidades hídricas*. III Congreso de Jardinería de Asproga, Innovaciones tecnológicas. Jardinería sostenible. Ornamental Galicia, Santiago de Compostela.