

Plantaciones asociadas de mara (*Swietenia macrophylla*) con tejeyeque (*Centrolobium tomentosun*) y plátano (*Musa paradisiaca*) en el Subtrópico de Cochabamba

Fimo Alemán¹; Desiderio Salazar²; Casimiro Mendoza³; Edwards Sanzetenea¹

¹ CISMAL/ESFOR; ² Técnico Forestal; ³ CATREN-UMSS

E mail: fimo_ad@yahoo.es

Resumen. Se evaluaron accesiones de mara (*Swietenia macrophylla* King), procedentes del ecosistema forestal amazónico de Bolivia, asociadas con tejeyeque (*Centrolobium tomentosun* Guilles ex Benth), bajo un sistema agroforestal con plátano (*Musa paradisiaca*). La mara y tejeyeque tienen demanda insatisfecha en madera; la primera ha sido declarada por la *Convención Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres* (CITES), como especie en extinción. Los objetivos fueron evaluar el comportamiento de las especies en el sitio y sistema, además de buscar alternativas de producción y de ingreso para los agricultores. La parcela fue evaluada periódicamente, registrándose datos dasométricos y la producción del plátano. La sobrevivencia reporta un 85% en mara y la calidad 1 (fuste recto) es de 60%; la altura de las accesiones de mara fluctúa de 8 m a 13 m, el diámetro de 8 cm a 29 cm y un incremento medio anual, en altura, de 0.8 m y DAP 0.8 cm (después de 10 años). Para el tejeyeque, el DAP fue 20 cm y 19 m de altura, con un incremento en altura de 1.9 m, el diámetro de 2 cm; la mortandad promedio fue de 9%, un 68% de calidad 1 y 71% sanos. La producción de plátano fue de 463 racimos/ha, con un ingreso mensual de 1389 bolivianos/ha/mes. La mara, bajo el sistema planteado, tiene una buena adaptación al sitio. Se sugiere continuar las evaluaciones, estudiar el suelo y el manejo.

Palabras clave: Silvicultura; Sistemas de producción; *Hypsipyla grandella*

Summary: Associated plantations of *Swietenia macrophylla* (mara) with *Centrolobium tomentosun* and *Musa paradisiaca* in the sub tropic of Cochabamba. Mara (*Swietenia macrophylla* King) accessions originating from the Amazon forest ecosystem of Bolivia, associated with tejeyeque (*Centrolobium tomentosun* Guilles ex Benth), under an agroforestry system with banana (*Musa paradisiaca*) were assessed. Mara and tejeyeque present an unsatisfied demand in wood. The first one, of multiple uses, has been declared to be extinct by The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, (CITES). The objectives were to evaluate the behavior of the species in the site and system, as well as to look for alternatives of production and income for the farmers. The plot was periodically evaluated, recording data from forest measurement and banana production. 85% of survival is reported for mara, with 60% of quality 1 (straight shaft); the height of the mara accessions fluctuates from 8 m to 13 m, the diameter from 8 cm to 29 cm, with an average annual increase in height of 0.8 m and DHC of 0.8 cm (after 10 years). 75% of the mara trees were attacked by *Hypsipyla grandella*. For the tejeyeque, the DHC was 20 cm and 19 m of height, with an increase in height of 1.9 m and diameter of 2 cm; the average mortality was 9%, 68% were of quality 1 and 71% healthy. Banana production was of 463 bunches/ha, with a monthly income of 1389 bolivianos/ha/month. Mara, under the proposed system, presents a good adaptation to the site. It is suggested to carry on with evaluations, study of the soil and management.

Keywords: Silviculture; Production systems; *Hypsipyla grandella*

Introducción

El bosque de la región del *Trópico Cochabambino* se encuentra en diversas categorías de degradación, como también el suelo, por la deforestación, mal uso y manejo inadecuado de los recursos naturales; de igual manera, las plantaciones de especies forestales nativas son realizadas en pequeña escala y superficie, en propiedades de agricultores. El suelo pierde su capacidad productiva, a causa de diferentes factores erosivos, así como también las características físico - químicas, las que son difícilmente recuperables para continuar con el proceso de explotación agrícola y forestal (Chávez 1994).

La mara (*Swietenia macrophylla* King), es la especie forestal comercial más importante del Perú y es objeto de una intensa actividad de extracción, estimulada por su alto precio de madera en el mercado internacional, lo cual ha fomentado, además, la tala ilegal en perjuicio del medio ambiente y del sector forestal peruano (Aspajo 2013). La especie tiene múltiples usos, así, es madera preciosa, artesanal, para construcción, industria cosmética, curtiembre, medicinal, melífera, ornamental, agroforestal y otros usos.

El éxito o fracaso de las plantaciones forestales, depende en gran medida de las políticas relacionadas con el sector forestal, de las estructuras y el personal de los organismos encargados de ejecutarlas.

Los elementos fundamentales de una plantación forestal se expresan a nivel del ecosistema, la conservación o aprovechamiento, que a la larga deben tener un plan de uso del suelo forestal. Por tal consideración, es muy importante realizar investigaciones del comportamiento y el desarrollo de las especies forestales, co-

mo también las agrícolas en los sistemas agroforestales, donde las plantaciones constituyen una herramienta útil en la reposición de los bosques, buscando que éstos sean ecológicamente sostenibles, económicamente rentables y socialmente viables, para el agricultor.

El presente trabajo servirá como base de datos e indicador de áreas de plantación para futuros trabajos de evaluación, manejo e inventario forestal, puesto que con la información a obtenerse, se podrá conocer el estado actual de la parcela, la densidad del área de plantación y la edad para un aprovechamiento y uso sostenible de la plantación.

El objetivo del trabajo fue evaluar el estado actual de plantaciones de mara en asociación con tejeyequé, según parámetros dasométricos, para lograr el manejo silvicultural de rodales implantados en la comunidad José María Linares del municipio de Puerto Villarroel, en el trópico de Cochabamba.

Materiales y métodos

Las parcelas de investigación se encuentran localizadas en la zona de José María Linares, al sur de la población de Izarzama, en el municipio de Puerto Villarroel, provincia Carrasco (Cochabamba).

La plantación agroforestal, con nueve accesiones de mara, fue establecida el año 2008, en combinación con el cultivo de banano (*Musa paradisiaca*), en la propiedad de un agricultor de la zona.

Se utilizó semilla recolectada de un mismo árbol, manteniendo su identificación en el proceso de almácigo y traslado hasta el sitio definitivo de plantación.

La plantación se realizó en filas, con un distanciamiento de 8 m * 9 m para mara, e intercalada con tejeyeque, para favorecer la entrada de luz al cultivo asociado (plátano) y controlar el ataque de *Hypsipyla grandella*.

Características del área de estudio

La plantación se estableció en una parcela de producción de plátano “Guayaquil”, plantado a 3 m * 3 m, en marco real, conformando un sistema agroforestal SAF. En la misma plantación existía plantas de coca en forma dispersa, donde se mantenía el control fitosanitario con un producto químico a base de Methamidophos + Cypermethrin, como insecticida de contacto, con etiqueta roja. Este producto se aplicó a plantas de mara atacadas por *Hypsipyla grandella* (gusano barrenador o taladro de las meliáceas), de esa forma la planta pudo alcanzar un crecimiento adecuado. Cabe aclarar que en plantas de mara donde no se aplicó el producto, el ataque del insecto fue altamente perjudicial para el desarrollo normal de la especie. El tejeyeque presentaba una elevada incidencia de malezas y un sombreado en la bordura de la parcela, a causa de la presencia de verdolago amarillo, melina, verdolago negro y almendrillo -en calidad dominante-, lo cual no favoreció a su desarrollo.

Descripción del área de estudio

Limita al Norte con la comunidad Cornelio Saavedra, al Sur con el camino vecinal Linares, al Este con el lote N° 15 y al Oeste con el Lote N° 12. La plantación se encuentra a una distancia de 13 km del Valle de Sacta, por tanto las condiciones en clima y precipitación, son las mismas. Así, la precipitación está en torno de los 3300 mm/año, una temperatura que fluctúa entre los 20°C a 26°C, con suelos

muy ácidos (Mendoza 2007). La parcela corresponde a la zona de vida de bosque muy húmedo tropical (Bmh-T), cubre la región de las colinas bajas y gran parte del pie de monte, los suelos son de origen aluvial, poco profundos, la vegetación predominante es arbórea y de regular valor comercial (Holdridge 1996).

Los suelos son de origen aluvial, de reciente formación, cuyo perfil típico consiste de deposiciones de arcilla, limo y arena de textura fina, tipo inceptisoles, oxisoles y poco ultisoles, con un pH de 4.5 a 5.5 (ácidos) con alta saturación de aluminio y deficientes en Ca y Mg.

La cobertura forestal pertenece a un bosque húmedo de llanura, con un dosel de 20 m y emergentes de hasta 40 m de altura, las especies dominantes son: *Terminalia oblonga*, *Pouteria* sp., *Taipirira guianensis*, *Clarisia biflora*, *Claricia racimosa*, *Eschweilera coriacea* y *Sloanea guianensis*. Entre las más abundantes están la *Pseudolmedia laevis* y algunas palmeras como *Socratea exorrhiza* e *Iriartea deltoidea* (Mendoza 2007).

La zona tiene la presencia de dos ríos caudalosos en ambos lados de la comunidad; en la zona Este se halla el río *Tamborada*, caudaloso, muy variable en época de lluvia, con crecidas de 20 m aproximadamente a ambos lados, con inundaciones y crecidas temporales. Al Oeste, en la época de lluvia, se tiene presencia de crecidas de agua de 30 m a 40 m a ambos lados, con inundaciones y crecidas temporales del río *Chaqui Zabala*.

La parcela se encuentra a 256 msnm y está ubicada geográficamente en la UTM - WGS 84 zona 20, y corresponde a las coordenadas:

X: 0311278 / Y: 8095142

Variables dasométricas evaluadas

Se consideró las siguientes seis variables:

Altura (m). La determinación de altura correspondió a la total y comercial, la fórmula aplicada fue la siguiente:

$$HT = \frac{\text{Distancia (m)} * (\alpha 0 - \alpha 1)}{100}$$

$\alpha 0$ y $\alpha 1$ en porcentaje

HT: Altura total en metros

Mortandad (%). Se registró para cada especie tanto la mortandad como la sobrevivencia, ocasionadas por diferentes factores (bióticos y abióticos).

Calidad de fuste. Las variables que se consideraron fueron según la morfología del fuste. Corresponde a 3 categorías:

Calidad 1 (bueno): individuos que no tienen ninguna sinuosidad marcada en su fuste, ni presencia de bifurcaciones.

Calidad 2 (regular): árboles con sinuosidad media, recuperable y bifurcaciones que no comprometan seriamente el cilindro principal del fuste.

Calidad 3 (malo): los individuos que presenten bifurcaciones serias, comprometiendo su futuro desarrollo, sinuosidad alta, falta pronunciada de cilindricidad.

Sanidad del árbol. La sanidad del árbol se registró de acuerdo al vigor del follaje y estado sanitario. Comprende las siguientes categorías:

Sanidad 1: árboles con daño menor a 5% que no afecta su futuro desarrollo.

Sanidad 2: individuos con daños intermedios, menor de 30%, cuyo desarrollo se vea tangencialmente afectado, pero que exista la capacidad de recuperación.

Sanidad 3: árboles con daños patológicos o mecánicos, mayor a 30%, que puedan afectar su futuro desarrollo. La estimación de la sanidad del árbol, se realizó en base al número de árboles afectados por especie.

Determinación de la densidad de la plantación. Se registró la superficie total de la parcela evaluada, el número de árboles obtenidos y el distanciamiento, obteniéndose el número de plantas registradas sobre el área forestada.

Crecimiento en diámetro y altura. La evaluación del diámetro se realizó con cinta métrica, midiendo la circunferencia y luego transformando a diámetro. El crecimiento en altura se evaluó con clinómetro, midiendo las alturas en las dos especies en la parcela indicada y luego se hizo comparaciones con los datos recopilados de anteriores evaluaciones.

Análisis del incremento en diámetro altura pecho (DAP) y altura

La edad de los árboles es un dato importante para calcular el incremento de los mismos, posteriormente hacer inferencias para el cálculo de crecimiento en masas arboladas. Se tomó en cuenta el DAP y altura de mara y tejejeque, en base a promedios de los individuos y por especie, a fin de determinar el Incremento Medio Anual (IMA).

Incremento Medio Anual (IMA) en altura. El IMA se calculó por la división del mayor valor actual de la variable dendrométrica considerada, dividida por la edad a partir del año cero:

$$IMA = \frac{ht}{t}$$

donde:

IMA = Incremento Medio Anual (cm)

ht = Altura total registrada durante la última evaluación (m)

t = Tiempo que transcurre de la primera hasta la última evaluación (años)

Incremento Medio Anual (IMA) en DAP. El IMA se obtuvo por la división del mayor valor actual considerado, dividido por la edad a partir del año cero de la plantación:

$$\text{IMA} = \frac{\text{DAP 2}}{t}$$

donde:

IMA = Incremento Medio Anual (cm/año)

DAP 2 = Diámetro altura pecho de la última evaluación (cm)

t = Tiempo transcurrido (años)

Distribución de Clase Diamétrica

Permite mostrar la distribución según intervalos de clases, de 5 cm de diámetro en crecimiento de la especie, según el número de árboles.

Se realizaron en rangos de 4 unidades (5-10; 10-15; 15-20 y >20), donde se interpretaron los resultados y se definió la etapa de desarrollo en que se encuentra la plantación (brinzal y latizal). La información ayuda a tomar en cuenta la priorización de los árboles de mejor altura.

Diseño de la plantación

Las dos especies forestales mara y tejeque, se distribuyeron en 9 filas, con distanciamiento de 8 m * 9 m con un total de 189 plantas de mara y 10 filas de 8 m * 9 m, con un total de 210 plantas de tejeque, combinadas con plátano.

Las dos especies forestales ocupan una superficie cercana a dos hectáreas. El tipo de plantación fue marco real, asimismo se tiene, en los bordes, las siguientes especies: cedro, melina, verdolago negro y amarillo.

Evaluación del ataque de *Hypsipyla grandella* en mara

Se registró el número de evaluación, fechas de plantación evaluada, se identificó individuos dañados por causa de *Hypsipyla*. La evaluación se realizó mediante el sondeo fila por fila, en forma de ida y vuelta, en las nueve filas existentes en el área de estudio.

Resultados y discusión

Implementación de la parcela

La parcela de investigación de la mara en sistema, se instaló el 7 de mayo de 2008. La primera evaluación fue efectuada el año 2009, registrándose el crecimiento en altura de las dos especies (mara y tejeque).

La segunda evaluación (efectuado por Aíra, 2011), reporta datos en altura, del mínimo, promedio y máximo para la mara, por último, el año 2018, evaluó el diámetro y altura de las dos especies. En general, se observa que la plantación se encuentra en condiciones aceptables.

Componentes de la plantación

Las dos especies están distribuidas en filas de 8 m * 9 m, en marco real, cuantificándose 189 plantas de mara y 210 plantas de tejeque, con un total de 399 plantas establecidas en una superficie de 1.96 hectáreas. Se debe hacer raleos hasta tener un promedio de 200 a 300 árboles/ha. El ciclo completo de período de rotación puede ser de 20 a 25 años (MAGA 1998).

Porcentaje de sobrevivencia y mortandad en mara

Para determinar la mortandad se verificó datos recopilados los años 2009, 2011 y la evaluación (2018), expresados en porcentaje y unidades, el que se calculó en base al número inicial de árboles plantados, respecto al número de individuos existentes actualmente en el área de plantación.

El Cuadro 1 presenta el porcentaje de sobrevivencia de la mara, a partir de un total de 189 plantas evaluadas inicialmente; calificándose como aceptable a la especie a las condiciones climáticas del lugar y suelo.

Varios son los factores que causan mortandad en una plantación, principalmente la competencia de arbustos por la luz (maleza) y otros árboles de rápido crecimiento (melina, verdolago amarillo y

verdolago negro), afectando el desarrollo de las especies en plantaciones, por eso es necesario el constante mantenimiento, más que todo en la etapa de brinjal (Domínguez 1998).

Aspajo (2013), reporta sobre plantaciones de mara en el trópico peruano, asociado con y sin *Gliricidia sepium*, presentando una supervivencia a los diez meses después del trasplante, de 79% y 72%, respectivamente.

Calidad de fuste

Se evaluó la calidad de fuste de los árboles de las dos especies establecidas, para saber en qué calidad se encuentra la mayoría de los árboles.

El Cuadro 2 muestra que la mara tiene mayor número de árboles con *Calidad 1* (60%), *Calidad 2* con 32% y *Calidad 3* con 8%, de un total de 161 individuos evaluados. El mismo cuadro muestra que para el tejeque, se tiene mayor número de árboles con *Calidad 1* (68%), la *Calidad 2* con 30% y la *Calidad 3* con 2%, de un total de 109 árboles.

Los individuos de *Calidad 1* y *Calidad 2* son los que llegarán a la cosecha final como madera. Se maneja un total de 270 individuos evaluados entre las dos especies, con 175 individuos en *Calidad 1*, 85 individuos en *Calidad 2* y 10 individuos en *Calidad 3*.

Cuadro 1. Porcentaje de sobrevivencia y mortandad por época de evaluación en mara

Año	Época	Número de árboles			Sobrevivencia (%)	Mortandad (%)
		Establecidos	Vivos	Muertos		
2009	1ra.	189	170	19	90	10
2011	2da.	189	163	26	86	14
2018	3ra.	189	161	28	85	15

Cuadro 2. Calidad de fuste en mara y tejeyeque (2018)

Especies	Nro. de árboles vivos	Calidad 1		Calidad 2		Calidad 3	
		Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%
Mara	161	96	60	52	32	8	8
Tejeyeque	109	79	68	33	30	2	2
Total	270	175	--	85	--	10	--

Se debe considerar que la calidad de los árboles es muy importante en la toma de decisiones para las intervenciones silvícolas, como el raleo y la poda.

Técnicamente, los árboles con *Calidad 3*, serán incluidos en el próximo raleo y para la poda; no se los debe incluir en el proceso de corta ya que este incrementa los costos individuales por árbol.

Sanidad del árbol

La mara, pese al ataque del barrenador, presentó un menor número de árboles con enfermedades leves, correspondiendo a la *Sanidad 1* un 71%, a la *Sanidad 2* un 27% y a la *Sanidad 3* un 2%.

El tejeyeque cuenta en *Sanidad 1* con 88%, *Sanidad 2* con 12% y *Sanidad 3* con 0%. Los árboles que se encuentran en la categoría 1 y 2, entre las dos especies, podrían llegar a la cosecha final. Se tomó un total de 270 árboles evaluados en la parcela para las dos especies, obteniéndose para la *Sanidad 1*: 211 árboles, *Sanidad 2*: 56 árboles y *Sanidad 3*: 3 árboles.

Se debe considerar que la sanidad de los árboles es muy importante en la toma de decisiones para las intervenciones silvícolas. Entonces, técnicamente, los árboles de *Sanidad 3* serán incluidos en el próximo raleo, y para la poda no se los debe incluir, ya que estos incrementan los costos individuales por árbol.

Ataque de *Hypsipyla grandella* en mara

Un problema en el establecimiento de las meliáceas, como la mara, es el ataque del barrenador *H. grandella*, que agrede al meristemo apical y afecta al crecimiento normal de la planta.

En mara, el ataque de la mariposa o barrenador se presentó en un 76% de árboles (123 árboles atacados de un total de 161 árboles vivos). La arremetida principalmente se da en épocas menos lluviosas. Para minimizar la incidencia se aplicó un insecticida a base de Methamidophos + Cypermethrin (*Caporal*), dando buenos resultados durante un periodo de tres meses.

Los árboles susceptibles al barrenador, demostraron una influencia en el crecimiento, tanto de altura como de diámetro, reflejados en los datos dasométricos. Cabe manifestar que la plantación de las accesiones de mara se efectuó asociada con tejeyeque y plátano, a fin de aminorar el ataque del insecto.

El barrenador provoca la muerte de la yema terminal del fuste, por tanto el crecimiento del árbol se reduce y se pueden producir varias yemas en este punto, produciendo deformaciones, con la pérdida de calidad y disminución del rendimiento de madera comercial, afectando negativamente en la inversión de las plantaciones comerciales de esta Meliaceae.

Al respecto, Sánchez *et al.* (2009), concluyen que la ausencia de sombra para plantas de mara, en etapa juvenil, constituye una condición que favorece marcadamente la incidencia de *H. grandella*.

La mara no debe establecerse en plantaciones puras, sino en combinación con otras especies de crecimiento más rápido, con el objetivo de evitar el ataque del barrenador y dar sombra a las plantaciones jóvenes, ya que la necesitan en la primera etapa del crecimiento (Mayhew y Newton 1998).

Egüez (1999), en trabajos realizados en Honduras, donde todas las plantaciones de mara se efectuaron en chacras de productores agrarios, con cultivos asociados, se vio que las plantaciones que se encontraban con plátano y papaya, tenían un mejor rendimiento tanto en supervivencia, crecimiento (altura y diámetro) y eran menos propensas al ataque de *H. grandella*. En cambio, las plantaciones que fueron instaladas junto a cultivos temporales como el arroz, yuca y maíz, eran más propensas al ataque.

Crecimiento en DAP y altura

El crecimiento de los árboles está íntimamente asociado al factor tiempo y a las condiciones ambientales (características edáficas y climáticas); si las condiciones son favorables al desarrollo de los

árboles, estos expresan su máxima capacidad de crecimiento.

En el Cuadro 3 se presentan los datos de la última evaluación (año 2018), donde se muestra el crecimiento en DAP por especie y promedios generales.

Jimenez (2012), trabajando con una submuestra de 46 de 244 fincas de café diversificadas con plantaciones de cedro (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*), en cinco regiones cafetaleras de Honduras, indica que los diámetros a la altura del pecho (DAP) encontrados fueron de 0.11 cm a 94.54 cm para plantaciones de cedro de 2 a 32 años de edad y 0.81 cm a 34.12 cm para mara, con edades de 2 a 25 años.

Crecimiento en altura

Se hizo la recopilación de las mediciones de altura, de la anterior evaluación del año 2009 y 2011 de la especie mara, más la evaluación actual del año 2018.

En el Cuadro 4 se detalla la altura alcanzada tanto para mara como para el tejejeque, expresando valores mínimos, promedios y máximos.

Jimenez (2012), reporta que en plantaciones de mara con edades de 2 a 25 años de edad, las alturas totales encontradas en campo fueron de 1.15 m a 13 m.

Cuadro 3. Crecimiento en DAP por ha de mara y tejejeque (año 2018)

Especie	Densidad (ha)	DAP (cm) 2018		
		DAP min.	Promedio	DAP max.
Mara	161	2.86	8.38	29.54
Tejejeque	109	6.53	20.06	29.73

Cuadro 4. Crecimiento en altura por hectárea de mara y tejeyeque

Especie	Densidad (ha)	Altura (m) 2009	Altura (m) 2011	Altura (m) 2018		
				Mínima	Promedio	Máxima
Mara	161	2.4	3.71	1.55	8.25	12.8
Tejeyeque	109	3.6	--	11.25	18.60	24.0

Incremento Medio Anual (IMA) para el Diámetro Altura Pecho (DAP)

El IMA se realizó en Diámetro Altura Pecho (DAP) para las dos especies, el año 2018. A partir de los incrementos determinados es posible planificar en mejor forma el manejo forestal.

En mara, de los 161 árboles evaluados, se tiene incrementos después de 10 años de plantaciones. El mismo Cuadro 4, en tejeyeque, de los 109 árboles evaluados, también se tiene incrementos notorios y mayores que los de mara (Cuadro 5).

IMA (Incremento Medio Anual) en altura

El IMA se realizó para el crecimiento en altura del árbol. En las dos especies (mara y tejeyeque), el Cuadro 6 presenta los resultados encontrados en la evaluación del año 2018. El mayor incremento correspondió al tejeyeque.

Al respecto, Hernandez *et al.* (2011), mencionan que la menor tasa de incre-

mento, respecto a otras especies maderables, corresponde en crecimiento para *S. macrophylla* (altura de 0.97 m/año y diámetro de 1.3 cm/año).

Distribución de Clase Diamétrica

La distribución diamétrica ayuda a estimar si la plantación tiene un desarrollo normal, se sabe que conforme disminuye el número de árboles el DAP va aumentando.

Como se ve en el Cuadro 7, el estado actual de la plantación de mara se encuentra en la fase de brinzal, con mayor número de árboles, es decir 123 árboles de 5 cm a 10 cm, seguido del latizal bajo, con 38 árboles de 10 cm a 15 cm, considerando el mayor número de árboles en la clase brinzal.

En tejeyeque, los 109 árboles se encuentran en la fase de latizal, se reporta 41 árboles superiores a 20 cm, 37 en latizal alto y 31 en latizal bajo.

Cuadro 5. Promedio de Diámetro Altura Pecho (DAP) e Incremento Medio Anual (IMA) para mara y tejeyeque

Especie	Densidad (ha)	DAP (cm) 2018			Edad (años)	IMA (cm/año)		
		Min.	Prom.	Max.		Min.	Prom.	Max.
Mara	161	2.86	8.38	29.54	10	0.29	0.84	2.95
Tejeyeque	109	6.53	20.06	29.73	10	0.65	2.01	2.97

Cuadro 6. Promedio de altura e incremento medio anual (IMA) en mara y tejeyeque

Especie	Altura (m)					Edad (años)		
	2009	2011	2018			2009	2011	2018
			Mínima	Promedio	Máxima			
Mara	2.4	3.71	1.55	8.25	12.8	1	3	10
Tejeyeque	3.6	--	1.10	11.86	24.0	1	3	10

Especie	IMA (m/año)				
	2009	2011	2018		
			Mínima	Promedio	Máxima
Mara	2.4	1.24	0.10	0.83	1.28
Tejeyeque	3.6	1.20	1.13	1.86	2.40

Cuadro 7. Distribución de Clase Diamétrica en mara y tejeyeque

Especie	Clase Diamétrica (número de árboles)				Total general
	Brinzal	Latizal			
	5-10 cm	Bajo (10-15 cm)	Alto (15-20 cm)	> 20 cm	
Mara	123	38	--	--	161
Tejeyeque	--	31	37	41	109
Total					270

Conclusiones

- El porcentaje de sobrevivencia de la mara, en la primera evaluación (2009), alcanzó a 90%. En la segunda evaluación (2011) bajó a 86% y la última evaluación (2018) a 85%.
- Respecto a los incrementos medios anuales, referidos al diámetro y altura, que son variables relacionadas al volumen, el comportamiento para ambas especies es distinto, alcanzando la mara en promedio para el diámetro, a 0.84 cm/año, en cambio en tejeyeque a 2.01 cm/año; sin embargo el incremento en altura en los 10 años, alcanza a 1 m más para tejeyeque con relación a la mara.
- La mara pese a ubicarse entre plantaciones de tejeyeque y plátano, es afectada severamente por el barrenador *Hypsipyla grandella* en un 75%, sin embargo un 25% está constituido por un material a estudiar y caracterizar, al ser individuos tolerantes.
- Se aprecia que la mara se adapta a las condiciones climáticas del lugar y al suelo y es aceptada por el agricultor; además, se cuenta con ingresos por la venta del cultivo de plátano en el sistema.

Referencias citadas

- Aíra E. 2011. Evaluación para el manejo de cuatro parcelas forestales establecidas por ESFOR/BASFOR en el Trópico de Cochabamba. Trabajo de titulación de pasantía. Escuela de Ciencias Forestales UMSS. Cochabamba, Bolivia. 98 p.
- Aspajo J. 2013. Establecimiento y evaluación de plantaciones de *Swietenia macrophylla* asociados con *Glicidía sepium* en los ecosistemas aluviales de Jenaro Herrera. Loreto-Perú. 80 p.
- Chávez L. 1994. Evaluación económica del sistema agroforestal café intercalado con nogal. Colombia. p. 164-170.
- Domínguez P. 1998. Tratamiento silvícola. Facultad de Ciencias Forestales Universidad Autónoma de Nueva León Linares. México. s/p.
- Egüez J. 1999. Evaluación técnica económica de plantaciones de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en Honduras. Proyecto Especial de programa de Ingeniero Agrónomo. El Zamorano, Honduras. 57 p.
- Hernández E., López J., Sánchez V. 2011 Crecimiento en diámetro y altura de una plantación mixta de especies tropicales en Veracruz. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. Vol. 2, núm. 7. Distrito Federal, México. p. 27-42.
- Holdridge L. 1996. Ecología basada en las zonas de vida. 3ra. reimpression. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. 216 p.
- Jiménez N. 2012. Producción de madera y almacenamiento de carbono en cafetales con cedro (*Cedrela odorata* L) y caoba (*Swietenia macrophylla* King) en Honduras. Tesis de Magister Scientiae en Agroforestería Tropical. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 121 p.
- MAGA (MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN). 1998. Sistema para selección de especies forestales. Guatemala, Plan de Acción Forestal para Guatemala (MAGA), GCP / GUA / 007 / NET.
- Mayhew J., Newton A. 1998. La silvicultura de la caoba: Una revisión de la experiencia de plantación en todo el mundo. Editorial CABI. Wallingford, Reino Unido. 240 p.
- Mendoza C. 2007 Informe técnico anual de ensayos de plantaciones forestales. FOMABO. Valle del Sacta. Cochabamba, Bolivia 15 p.
- Sánchez S., Domínguez M., Cortés H. 2009. Efecto de la sombra en plantas de caoba sobre la incidencia de *Hypsipyla grandella* Zeller y otros insectos en Tabasco, México. Universidad y Ciencia. Vol. 25 nro. 3. p. 225-232.

Trabajo recibido el 3 de marzo de 2019 - Trabajo aceptado el 7 de junio de 2019