

Estudio Autoecológico del Algarrobo (*Hymenaea Courbarill*). En la Reserva Forestal El Dorado - Tumeremo, Estado Bolívar, Venezuela.

Autoecological assessment of algarrobo (*Hymenaea courbaril* L.), in the forest reserve El Dorado - Tumeremo, Bolívar State, Venezuela.

Yrma Carrero¹

José Lozada²

Fecha de recepción: 21/03/2017

Fecha de aceptación: 24/07/2017

Resumen

El aprovechamiento continuo de especies maderables en las Reservas Forestales, hace necesario mantener las poblaciones de las especies extraídas; para esto se ejecutan sistemas silviculturales que permitan la recuperación de dichas poblaciones. Así mismo, se requiere conocer las condiciones en que vive la especie (clima, suelos, ecosistemas), cómo se reproduce, y su respuesta ante diferentes operaciones silviculturales. El objetivo del trabajo fue estudiar la autoecología del algarrobo (*Hymenaea courbaril* L.) en la Reserva Forestal El Dorado-Tumeremo. El método consistió en una investigación documental para conocer las características botánicas; también se realizó una caracterización ecológica en una parcela de 1 ha, se analizaron los suelos mediante una calicata y se aplicaron diferentes tratamientos a las semillas para evaluar la germinación. Adicionalmente, se evaluaron las plantaciones existentes, en cuanto a la sobrevivencia, desarrollo diametral, altura y estado fitosanitario. El mejor tratamiento para la semilla de algarrobo es escarificación y siembra en envase plástico (germinación de 92 % en 25 días). Las plantaciones de algarrobo han tenido una sobrevivencia superior al 75 %, su crecimiento diametral está cercano a 0,27 cm/año y al ritmo actual, tardarían unos 185 años para alcanzar el diámetro de cortabilidad establecido en 50 cm.

¹Ingeniero Forestal, Jefa de Campo de la empresa Elaboración de Maderas Bosco, C.A., Guasipati, Estado Bolívar – Venezuela. E-mail: andrecm6@gmail.com; andrecm6@hotmail.com.

²Grupo de Investigación Manejo Múltiple de Ecosistemas Forestales (GIMEFOR), Instituto de Investigaciones para el Desarrollo Forestal (INDEFOR), Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. E-mail: jolozada@ula.ve

Palabras claves: germinación, Silvicultura, Escudo Guayanés, Manejo Forestal.

Abstract

The continuous logging of timber species in the Forest Reserves makes it necessary to maintain the populations of the species extracted; for this, silvicultural systems that allow the recovery of these populations are implemented. It is also necessary to know the conditions in which the species lives (climate, soils, ecosystems), how it reproduces, and its response to different silvicultural operations. The aim of this research was to study the autoecology of algarrobo (*Hymenaea courbaril* L.) in the Forest Reserve El Dorado-Tumeremo. The method consisted of a documental investigation to know the botanical characteristics; an ecological characterization was also carried out on a 1 ha plot, soils were evaluated by means of a trial pit and different treatments were applied to the seeds to evaluate the germination. In addition, the existing plantations were evaluated in terms of survival, diametral growth, height and phytosanitary status. The best treatment for the algarrobo seed is scarification and seeding in a plastic container (germination of 92% in 25 days). Algarrobo plantations have survived more than 75%, their diametral growth is close to 0.27 cm year⁻¹and, at the current rate, it would take about 185 years to reach the established cutting diameter of 50 cm.

Key words: germination, Forestry, Guayana Shield, Forest Management.

Introducción

América Latina y el Caribe poseen el 57% de los bosques maduros del mundo, son los más importantes desde el punto de vista de la biodiversidad y la conservación. El 18% del área total de bosque de la región se encuentra en áreas protegidas y el 14% tiene funciones productoras [FAO, 2012].

Fox (1976, citado por [Rodríguez, et al. 1997]) indica que el manejo de los bosques tropicales, en la mayoría de los países, se basa en la producción de madera, por lo tanto es necesario tomar en cuenta varios aspectos de los cuales se posee poco conocimiento, como la abundancia de las especies de alto valor comercial, variedad de la calidad de maderas, tasa de crecimiento, autoecología de las especies, y sus propiedades tecnológicas. Para el caso de Venezuela, el aprovechamiento es muy selectivo y se apoya en prácticas silviculturales que generalmente tienden a alterar la composición florística y genética de

dichas comunidades [Rodríguez, et al. 1997].

En Venezuela, aún falta profundizar en aspectos que permitan el manejo sostenible de los bosques, tales como el conocimiento de las tasas de crecimiento y de la autoecología de las especies. A pesar de que existe abundante bibliografía a nivel mundial para describir muchas de las especies que se encuentran en Venezuela, han sido pocos los estudios realizados sobre el comportamiento de las mismas en esta región. Cabe destacar, que en cada lugar existen características propias, tales como el clima, el suelo y la composición florística, que influyen en el desarrollo e interacción de la especie con su entorno.

En la Reserva Forestal El Dorado - Tumeremo se ejecuta un Plan de Ordenación y Manejo Forestal, desde 1996, sobre una superficie aproximada de 78.000 ha. En el marco de dicho plan se requiere buscar la respuesta a varias interrogantes, con relación al aprovechamiento y a los tratamientos silviculturales que se deberán practicar en el referido bosque, para cumplir con las exigencias técnicas del manejo [Noguera y Plonczak, 1998].

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue realizar la autoecología de la especie *Hymenaea courbaril* L., para evaluar su comportamiento en cuanto a su desarrollo en el bosque, la germinación y los tratamientos silviculturales en esta región específica. Esto permitirá ampliar conocimientos necesarios para lograr la meta esperada de un manejo sostenible.

Materiales y Métodos

Área de estudio

La Reserva Forestal El Dorado-Tumeremo, está ubicada en el Municipio Autónomo Sifontes en el Estado Bolívar, Venezuela, tiene una superficie de 78.000 ha. Geográficamente se encuentra ubicada entre las coordenadas $06^{\circ}41'00'' - 07^{\circ}11'30''N$ y $61^{\circ}38'00'' - 61^{\circ}22'30''W$ [Elaboración de Maderas Bosco C.A, 1994].

La estación climatológica más cercana corresponde a El Dorado y en ese sitio la temperatura media anual es $26,9^{\circ}C$ y la precipitación es 1.119 mm. Los meses con mayor precipitación son junio y julio, con 190 y 150 mm respectivamente, y los meses más secos son febrero y marzo, con 45 y 36 mm respectivamente [MARN-UCV, 2003].

La región presenta un relieve que abarca principalmente los tipos de paisajes conocidos como lomas y colinas altas, lomas y colinas bajas, valles coluvio-aluviales y peniplanicies (Elaboración de [Elaboración de Maderas Bosco C.A, 2014]. Predominan los suelos

clasificados en los órdenes ultisoles y entisoles [Ramírez, et al. 2005].

La formación boscosa presente, forma parte de la faja de vegetación localizada en el sur de Venezuela, que arranca desde la margen derecha del Río Caroní, ocupa una gran parte de su cuenca media, se extiende hacia el este y penetra la vertiente del Río Cuyuní, hasta constituirse como límite natural norte de la Gran Sabana.

El sitio de estudio posee una cobertura boscosa densa, principalmente con bosques medios; esta formación boscosa que alcanza de 15 a 25 m de alto y presenta altitudes que varían entre 109 y 147 metros sobre el nivel del mar. De acuerdo con los estudios ecológicos realizados en esta región, existen cuatro asociaciones de árboles, que se distribuyen muy ampliamente en la zona y que se designan con los nombres *Caramacatales*, *Carañales*, *Guatacarales* y *Zapaterales*, constituidas por *Piranhea longipedunculata*, *Tetragastris panamensis*, *Lepidocordia punctata* y *Peltogyne paniculata* respectivamente (Elaboración de [Elaboración de Maderas Bosco C.A, 2014]).

Investigación Documental

Se realizó una revisión de fuentes bibliográficas disponibles en tesis, libros, revistas científicas y páginas especializadas en Internet, con la finalidad de describir los atributos señalados a continuación:

1. Taxonomía: familia, género, especie, sinonimia.
2. Descripción Botánica: características vegetativas, características reproductivas, polinización, fenología, dispersión.
3. Características de la madera: propiedades físico-mecánicas, usos.
4. Biogeografía: zonas bioclimáticas, distribución geográfica, Fitogeografía, estado de conservación.

Caracterización Ecológica

Se aplicó la metodología propuesta por Finol (1971), mediante una parcela de 1 ha ubicada en un ecosistema representativo de la especie a evaluar. Esta superficie constituye el área mínima de muestreo en la mayoría de los ecosistemas venezolanos [Lamprecht, 1990]; [Lozada, et al. 2007]. El sitio de trabajo pertenece a la parcela 3 de la franja 3, del inventario del compartimiento C-8.

La parcela se dividió en 16 sub parcelas de 25 m x 25 m, para facilitar las actividades en el

terreno y analizar la frecuencia de cada especie dentro de la parcela [Lozada, et al. 2009]. Adicionalmente, se levantaron 4 sub-parcelas de sotobosque de 10 x 10 m c/u (dentro de la parcela de 1 ha), para evaluar los individuos con $dap < 10cm$ de todas las especies de espermatofitas [Lozada, et al. 2011] , tal como se muestra en la Figura 1.

En la parcela se evaluaron todos los individuos con diámetro a la altura de pecho (dap) $\geq 10cm$. En cada individuo se registró el dap, altura total, altura de fuste, estrato, proyecciones de la copa, calidad de fuste y la presencia de lianas, epífitas o parásitas.

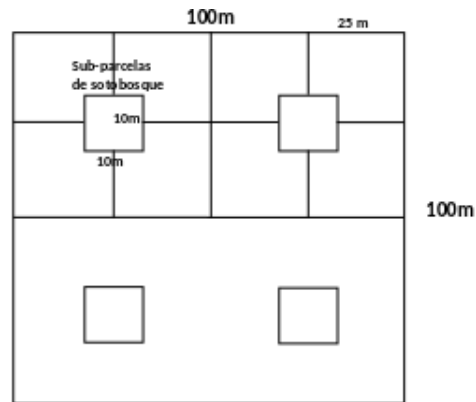


Figura 1: División de la parcela de 1 ha para realizar la caracterización ecológica.

Fuente: elaboración propia

Se calcularon los siguientes índices:

1. Índice de Valor de Importancia (IVI, según Curtis y McIntosh, 1951).
2. Índice de Importancia Ampliado (IIA, según Lozada et al., 2011).
3. Índice de Importancia Familiar: se calculó sumando el Índice de Importancia Ampliado (IIA) de cada especie en cada familia.
4. Riqueza: número de especies en la parcela.
5. Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H' , según Magurran, 1988).

Caracterización edáfica.

Se realizó una calicata de 1,50 m x 1,50 m x 1,50 m. Los procedimientos seguidos en campo, en cuanto a la manipulación de las muestras, siguen lo estipulado por Gisbert et al. (2010). Las muestras de suelo fueron llevadas al laboratorio y se realizaron las siguientes

pruebas: determinación de partículas por tamaño (Bouyoucos); pH (determinación en agua, relación 1:1, método potenciométrico); materia orgánica (MO %, Walkley y Black); nitrógeno total (NT %, Micro – Kjeldahl); carbono orgánico (Walkley y Black); fósforo (P, método colorimétrico con Vanadato-Molibdato); determinación de sodio (Na), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg); aluminio intercambiable (Al, mediante Cloruro de Potasio); capacidad de intercambio catiónico (CIC).

Pruebas de Germinación.

Se realizó una caracterización de las semillas en cuanto a sus dimensiones. Se aplicaron 5 tratamientos pre-germinativos con 4 réplicas de 25 semillas cada una, para un total de 100 semillas por tratamiento:

- T0: testigo, en bancal.
- T1: desgaste de testa, en envases plásticos cerrados parcialmente.
- T2: desgaste de testa, en bancal.
- T3: fractura de la testa, en bancal.
- T4: agua hirviendo (durante 15 segundos), en bancal.

Luego de aplicar cada tratamiento, todas las semillas fueron sumergidas en agua a temperatura ambiente durante 24 horas, a excepción del T0. Todas las pruebas de germinación se realizaron en vivero, el cual tiene una cubierta arbórea y evita la insolación excesiva.

Durante el experimento se tomaron los siguientes datos: fecha de recolección de semilla, fecha de siembra, germinación diaria (GD), germinación acumulada (GA) y germinación porcentual (G %), de cada réplica por tratamiento, para obtener una germinación promedio (Gp)

$$G \% = \left(\frac{GD}{Nro.deSemillas} \right) * 100 \quad (1)$$

$$Gp = \sum \frac{G \%}{4} \quad (2)$$

Además, cada semana se realizó una medición de altura a las plántulas.

Comportamiento Silvicultural.

Se seleccionaron los lugares con plantaciones, realizadas en la R.F. El Dorado – Tumeremo del año 2013 (Compartimiento 1), con un distanciamiento de 2,5 m entre plantas.

Se evaluó la sobrevivencia, afectación y crecimiento tanto diametral como en altura total, en diferentes métodos silviculturales, como plantación lateral a las vías (principales y secundarias) y fajas de enriquecimiento. Para cada método se tomaron 5 parcelas de 10 individuos cada una.

Resultados y Discusión

Descripción detallada de la especie *Hymenaea courbaril* L.

Familia: *Leguminosae*

Sinonimia: *Hymenaea candelleana* H.B.K.; *Inga megacarpa* M.E. Jones, *Hymenaea animifera* Stokes; *Hymenaea multiflora* Klein Hoonte; *Hymenaea resinífera* Salibs; *Hymenaea retusa* Wild. Ex Hayne; *Hymenaea stilbocarpa* Hayne (inia.1996).

Nombres Comunes [INIA-Perú, 1996, Acero, 2005]: algarrobo (Paraguay); copinol (El Salvador); courbaril (Panamá); cuapinol (Costa Rica); guapinol (Costa Rica, Guyana, Honduras, Nicaragua); hoja de cuchillo (Guatemala); laka (Moskitia-Honduras); locust (Belice); nancitón (Nicaragua); pacay (Guatemala); palca (Honduras); palito colorado (Guatemala, Honduras).

Nombre Comercial Internacional: Courbaril

Descripción Botánica [Francis, 1990, INIA-Perú, 1996, Acero, 2005]: árboles generalmente caducifolios, alcanzan alturas de hasta 40 m y diámetros de hasta 1m, con fuste liso, cilíndrico, generalmente recto, gambas poco desarrolladas o ausentes, con corteza gris clara, lenticelada, lisa, con desprendimiento en tiras muy pequeñas; corteza interna de color rojizo.

Ramas: posee una copa amplia, en forma de sombrilla, con pocas ramas gruesas y algo curvadas.

Hojas: compuestas bifoliadas, con estípulas; folíolos de 3 a 8 cm de longitud y de 2 a 3 cm de ancho; color verde oscuro, brillantes por la cara superior, verde mate por

la cara inferior, con abundantes puntos traslúcidos. Ramas jóvenes, pecíolos y nervio central pubescentes.

Flores: dispuestas en manojos de unos 8 cm de longitud; de color blanco, algunas veces con un tinte púrpura; se caen rápido.

Fruto: legumbre alargada, hasta 17 cm de longitud y de 7 cm de ancho, leñosa, color castaño rojizo.

Semilla: numerosas, aplanadas, pardas, cubiertas por una pulpa de consistencia similar al polvo.

Caracterización de la madera [IFLA, 1987]: color rojo amarillento. Albura de color marrón muy pálido, con transición abrupta a duramen de color rojo amarillento. Olor y sabor ausentes o no distintivos. Brillo mediano. En laboratorio resultó altamente durable por su resistencia a los ataques de los hongos *Lenzites trabea*, *Polyporus sanguineus* y *P. versicolor*. Grano recto entrecruzado. Textura mediana. Vetas en formas de arcos superpuestos satinados, en bandas longitudinales oscuras y claras.

Propiedades Físicas: la madera es dura y pesada. Contracción volumétrica muy baja. Peso específico básico: 0,75 (CV: 7,47 %); densidad seca al aire: 0,94 gr/cm³ (CV: 5,46 %).

Propiedades Mecánicas: resistencia mecánica muy alta. Módulo de ruptura: en flexión 1510kg/cm² (CV: 21,06 %). Resistencia máxima en compresión paralela: 886kg/cm² (CV: 23,69 %). Dureza en los lados: 1350kg/cm² (CV: 26,2 %). Dureza en los Extremos: 1510kg/cm² (CV: 28,8 %). Cizallamiento radial: 185kg/cm² (CV: 26,8 %). Cizallamiento tangencial: 210kg/cm² (CV: 16,1 %). Tenacidad radial: 2,0kg/cm² (CV: 47,8 %). Tenacidad tangencial: 21kg/cm² (CV: 45,5 %).

Biogeografía: su área de distribución natural va desde el sur de México, a lo largo de América Central, hasta Perú, Bolivia, Brasil y Guayana Francesa. En las Antillas, desde Cuba y Jamaica hasta Trinidad y Tobago [Francis, 1990] (Francis, 1990). Se encuentra en todos los ecosistemas neotropicales en una faja que va desde el paralelo 23 ° N hasta el Paralelo 28 ° S, como se muestra en la Figura 2. En Venezuela existe en los llanos centrales, Guayana y en las selvas tropófilas del norte y occidente del país. También existen ejemplares de esta especie en China [Missouri Botanical Garden, 2016].



Figura 2: Área de distribución de *Hymenaea courbaril* L
Fuente: [Missouri Botanical Garden, 2016]

Estado de conservación: en Venezuela no se encuentra amenazada. Se estableció un diámetro mínimo de cortabilidad de 50 cm, para su aprovechamiento, según Resolución Nro. 030 de Fecha 10-06-2009, publicado en Gaceta Oficial Nro. 39.198 de fecha 11-06-2009.

Polinización: la polinización se realiza por medio de avispas y abejas durante el día y por murciélagos en la noche [Chízmar, 2009].

Dispersión: las semillas son dispersadas principalmente por mamíferos [Chízmar, 2009].

Tasa de Germinación: la germinación de las semillas es epigea. Las semillas germinan en un período de 20 a 30 días con una tasa de éxito del 40 al 90 por ciento [Francis, 1990].

Tratamientos pre-germinativos: algunas experiencias desarrolladas en Puerto Rico indican que la escarificación de las semillas mediante muescas o el baño en ácido sulfúrico concentrado ha aumentado el porcentaje y reducido el tiempo de germinación [Francis, 1990].

Propagación Vegetativa: el algarrobo se puede propagar de manera vegetativa mediante el uso de estacas no lignificadas en almácigos rociados y con el suelo calentado con vapor o electricidad. La especie rebrota bien al ser cortada y de esa manera se mantiene en áreas sometidas a cortas frecuentes; sin embargo, los tocones de árboles grandes no rebrotan [Francis, 1990].

Amplitud ecológica [INIA-Perú, 1996, Broshier y Cordero, 2004, Acero, 2005,

Chízmar, 2009]: se le ha reportado en el bosque seco tropical, en transición a bosque húmedo pre-montano y en el bosque muy húmedo tropical en Costa Rica, también en el bosque húmedo subtropical en Puerto Rico. La especie crece además en zonas de vida muy húmeda subtropical y húmeda tropical (sistema de Holdridge). Puede crecer en suelos de toda textura, desde arenas hasta arcillas, pero se desarrolla mejor en suelos arenosos. En Brasil se reporta como tolerante a las inundaciones. En cuanto a relaciones climáticas, la precipitación anual en las áreas de distribución natural varía desde 2400 mm hasta unos escasos 1200 mm. El algarrobo crece mejor en áreas en donde la precipitación promedia entre 1900 y 2150 mm por año. La precipitación puede ser monzonal o distribuida de manera uniforme durante todo el año. El algarrobo crece mejor en los suelos profundos, fértiles, húmedos y bien drenados. En Puerto Rico, el algarrobo se puede encontrar en suelos en donde el pH fluctúa entre 4.8 y 6.8. La mayoría de los genotipos crecen en cimas y cuestras, rara vez se encuentran en tierras bajas aluviales con drenaje pobre. Esta especie crece desde casi el nivel del mar hasta elevaciones cercanas a 900 m.

Fenología: en Venezuela, la floración ocurre de noviembre a mayo, época para recolectar frutos en mayo y junio (INIA-OIMT, 1996). La floración en Costa Rica varía con el sitio, de diciembre a junio en el Pacífico, de diciembre a febrero en las zonas altas, y de enero a marzo y hasta mayo en las zona bajas. Los frutos tardan unos nueve meses en madurar. En Costa Rica se observan de julio a marzo, y caen en marzo, abril y mayo [Broshier y Cordero, 2004].

Crecimiento y desarrollo: las plántulas nuevas, las cuales son tiernas y carnosas, se lignifican de manera gradual. Las plántulas de algarrobo crecen en ángulo con un vástago líder inclinado, un comportamiento que puede persistir por 2 o 3 años. Después de alcanzar de 2 a 2.5 m, el vástago líder se endereza y el fuste se desarrolla recto, pose un sistema radical profundo y con larga vida [Chízmar, 2009].

Tasa de Crecimiento: las plántulas cultivadas bajo una sombra del 50 por ciento alcanzaron una altura de 55 cm alrededor de 78 días después de la germinación. El algarrobo se caracteriza por una tasa de crecimiento moderada. En Puerto Rico puede tomar 2 años en alcanzar una altura de 1 m. Después de esto, el crecimiento rara vez excede 1 m por año. Las plantaciones en Puerto Rico mostraron alturas máximas de 3.6 m a los 8 años, 11 m a los 13 años y 19 m a los 20 años [Broshier y Cordero, 2004].

Plagas y Enfermedades: el algarrobo no tiene problemas serios en cuanto a enfermedades o insectos. Un gorgojo (*Rhinochenus sp.*) taladra la vaina y se alimenta

de las semillas; las hormigas defolioras (*Atta* spp.) cortan las hojas recién formadas pero no maduras [Francis, 1990].

Caracterización Ecológica en la Reserva Forestal El Dorado – Tumeremo.

El tamaño seleccionado para la parcela fue adecuado ya que, de acuerdo a la curva especies-área, en el tamaño de 1 ha ya no hay incrementos significativos de especies al aumentar el tamaño de la parcela (Figura 3). Puede observarse que en el tamaño $9.375m^2$ se repite la cantidad de especies (44) que en el tamaño anterior y al llegar a $10.000m^2$ la cantidad de especies apenas aumenta a 45. Por lo tanto, ese tamaño ya es suficiente porque cumple el principio de Cain 1938; citado por [Muller-Dombois y Ellenberg, 1974, Corredor, 2001], ya que un aumento en el 10 % del área levantada genera un incremento inferior al 10 % en el número de especies.

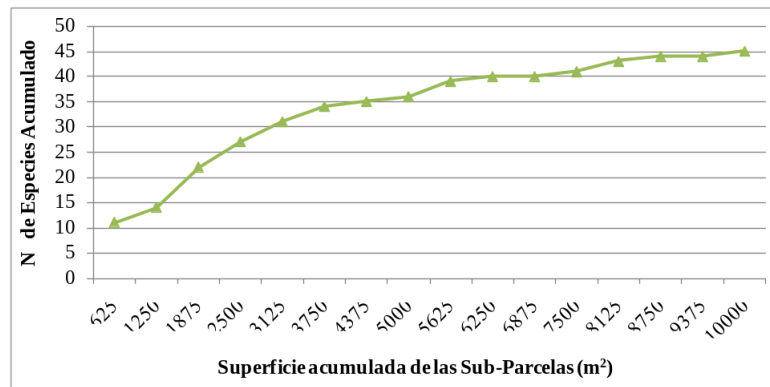


Figura 3: Curva especies-área

Fuente: elaboración propia

Todos los resultados del levantamiento fitosociológico se indican en el Anexo 1; además, se elaboró un resumen con las 10 especies más importantes desde el punto de vista ecológico, que se presenta en la Tabla 1. Tomando en cuenta el número total de individuos y su distribución por especies se asumió la siguiente clasificación: abundantes (> 30 individuos/ha), escasas (15-30 individuos/ha), raras (< 15 individuos/ha). En la parcela hay apenas 4 especies abundantes (*Melicoccus bijugatus*, *Cecropia angulata*, *Talisia sylvatica* y *Coccoloba fallax*), hay 3 especies escasas (*Eugenia compta*, *Hymenaea courbaril* y *Picramnia* sp.) y todas las demás especies son raras. Las 4 especies abundantes aglutinan un 47 % del total de individuos y un 41 % del área basal total. Esto se corresponde con los llamados bosques *oligárquicos* mencionados por Peters et al. (1989) y Knab-Vispo et al. (1999), en otros lugares del neotrópico.

El primer lugar de importancia ecológica lo tiene *Melicoccus bijugatus* debido a que es abundante, tiene la más alta dominancia (19,8% y sus individuos son medianamente gruesos), está muy bien distribuida en la parcela (14 de 16 sub-parcelas), posee abundante regeneración (79 individuos por sub-parcela) y está representada en todos los estratos, concentrando sus individuos en el estrato con mayor importancia fitosociológica (estrato medio).

La segunda especie más importante es la hierba *Calathea sp.* Evidentemente no posee individuos mayores a 10 cm de dap, pero domina el sotobosque con un promedio de 342 individuos en cada sub-parcela. Su importancia ecológica se incrementa debido a su hoja ancha, que genera alta cobertura. Este tipo de forma de vida debe representar una competencia importante para el establecimiento de la regeneración en los estratos inferiores; una función similar es ejercida por *Heliconia sp.* en la Reserva Forestal Caparo [Lozada, et al. 2010]. *Calathea sp.*, también se encontró con una relevancia muy alta en bosques de valle dominados por *Catostemma commune* en la Reserva Forestal Imataca [Lozada, et al. 2011].

En la tercera y cuarta posición están *Coccoloba fallax* y *Talisia reticulata*. Ambas son abundantes, pero tienen baja dominancia (menos de $2m^2/ha$; 1,3 y 1,5% respectivamente), todo lo cual indica que sus individuos son muy delgados; están bien distribuidas (más de 10 sub-parcelas) y poseen adecuados valores de posición sociológica. *C. fallax* es más importante porque tiene abundante regeneración (34 individuos por subparcela); *T. reticulata* apenas posee un total de dos individuos inferiores a 10 cm de dap.

Hymenaea courbaril ocupa el quinto lugar de importancia. Tiene una abundancia escasa, la segunda dominancia más alta (individuos gruesos que representan 14,8% del total), está bien distribuida (10 subparcelas) y concentra sus individuos en los estratos con valores fitosociológicos más altos (medio y superior). Es muy importante mencionar, que esta especie no posee regeneración; esto puede significar una amenaza para esta especie en este lugar, pero se necesitan estudios más detallados para tener conclusiones más firmes sobre este aspecto.

Brosimum alicastrum está en el sexto lugar, por su abundancia se clasifica como especie rara, tiene la tercera dominancia más alta (10% del total), baja frecuencia (sólo 6 subparcelas), valores deficientes en la posición sociológica (tal vez debido a su escasa abundancia), pero tiene la tercera abundancia de sotobosque más alta (en promedio 49 individuos por subparcela), la cual está perfectamente distribuida.

Tabla 1: Resumen de los resultados del levantamiento fitosociológico en una parcela representativa de la presencia de *H. courbaril*.

Especie	A	Ai %	Dom (m ² /ha)	D %	Ni	Fi	Fi %	IVI	IVI %	RN %	PS %	IVIA	As	As %	Ni	Frs	Frs %	IIA
<i>Melicoccus bijugatus</i> —Jacq.	33	8,7	3,7755	19,7848	15	93,8	7,8	36,3	12,1	952,9	48,6	1013,6	317	10,45	4	100	3,31	50,0
<i>Calathea sp.</i>				0,0000			0,0	0,0	0,0			0,0	1366	45,02	4	100	3,31	48,3
<i>Coccoloba fallax</i> Lindau	56	14,7	1,2520	6,5606	12	75,0	6,3	27,5	9,2	94,9	4,8	108,9	102	3,362	4	100	3,31	34,2
<i>Tulisia reticulata</i> Radlk	53	13,9	1,4616	7,6591	13	81,3	6,8	28,3	9,4	3,3	0,2	12,9	2	0,066	1	25	0,83	29,2
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	19	5,0	2,8298	14,8288	10	62,5	5,2	25,0	8,3	0,0	0,0	8,3		0		0	0	25,0
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	11	2,9	1,9122	10,0205	6	37,5	3,1	16,0	5,3	441,0	22,5	468,9	147	4,845	4	100	3,31	24,2
<i>Cecropia angulata</i> I. W. Bailey	37	9,7	1,2811	6,7132	10	62,5	5,2	21,6	7,2	0,0	0,0	7,2		0		0	0	21,6
<i>Picramnia sp.</i>	22	5,8	0,3676	1,9264	10	62,5	5,2	12,9	4,3	62,4	3,2	69,9	23	0,758	4	100	3,31	17,0
<i>Eugenia compta</i> O. Berg	15	3,9	0,2353	1,2329	7	43,8	3,6	8,8	2,9	159,4	8,1	170,4	85	2,802	3	75	2,48	14,1
<i>Myrciaria sp.</i>	8	2,1	0,0807	0,4229	8	50,0	4,2	6,7	2,2	296,3	15,1	313,7	113	3,724	4	100	3,31	13,7
OTRAS (61 especies)	127	33,3	5,89	30,8		637,5	53,1	117	39,1	38,8	33,4	190	879	29	93	2325	76,9	223
Totales	381	100	19,083	100		1200	100	300	100	100		500	3034	100	121	3025	100	500
	381	100	19,083	100,0		1200	100,0	300,0	100,0	2493	124	2717,4	3034	100	121	3025	100	500,0

Fuente: elaboración propia

En el séptimo lugar aparece *Cecropia angulata*, es abundante, su dominancia representa 6,7% del total, está bien distribuida (10 subparcelas), con alto valor de posición sociológica ya que sus individuos se concentran en el estrato más importante y no aparece en el sotobosque. La presencia de esta especie es evidencia de una fuerte perturbación natural, ya que este compartimiento no había sido intervenido por aprovechamiento de maderas. Posiblemente se generó por vientos huracanados, que son frecuentes en esta región [Lozada, et al. 2016]. *Cecropia* es el típico género pionero temprano, y la sombra actual generada por el dosel impide el establecimiento de su regeneración [Lozada, et al. 2016].

Los siguientes lugares de importancia son ocupados por *Picramnia sp.*, *Eugenia compta* y *Myrciaria sp.* Son escasas o raras, con baja dominancia (0,1 a 0,4 m²/ha), distribución baja a media (8 a 10 subparcelas), bajos valores de posición sociológica porque no están presentes en el estrato superior, y con valores diferenciados en sotobosque debido a que sus individuos van de escasos (6 individuos/subparcela en el caso de *Picramnia sp.*) hasta medianamente abundantes (21 y 28 individuos/subparcela para *Eugenia compta* y *Myrciaria sp.* respectivamente.

En esta parcela se encontró que, la masa mayor a 10 cm de dap, está constituida por 381 individuos, con un área basal de $19,1m^2$, la riqueza es 45 especies, Índice de Shannon-Wiener (H') tiene un valor de 3.1, Hmax es 4 y J alcanza a 0,76. Estos valores son relativamente bajos si se comparan con los cercanos bosques de Imataca reportados por Lozada et al. (2007), donde se mencionan unos valores promedio de 503 ind/ha, un área basal de $24,9m^2/ha$, una riqueza de 71 spp/ha y H' promedio es 3.1. Aunque los valores de diversidad del bosque evaluado está en el rango de valores reportados para otros ecosistemas neotropicales [Lozada, et al. 2007], son ligeramente inferiores a otros casos y tal vez eso se debe a que estos bosques de la Reserva Forestal El Dorado - Tumeremo tienen la influencia de un período seco bien definido (que no existe en Imataca) y eso induce a un menor desarrollo de la vegetación y una menor diversidad.

En esta comunidad, la familia más importante es Fabaceae (Figura 4), coincidiendo con otros reportes de ecosistemas boscosos del Neotrópico [Gentry, 1992] ; por ejemplo, en los llanos occidentales de Venezuela, se encontró que Fabaceae es la familia más resaltante con un 23 % de las especies [Guevara, 2001] y en Imataca aglutina un 19% del total de especies [Lozada, et al. 2007]. Esta familia posee la mayor cantidad de especies (14) e incluye a *H. courbaril* que posee un gran desarrollo (segunda dominancia más alta en la parcela). La segunda familia más importante es Sapindaceae, con *M. bijugatus* como su especie más importante, que también presenta un desarrollo considerable y, además, abundante regeneración. El tercer lugar es ocupado por Marantaceae, solamente representada por *Calathea sp.*, que se ubica en esta posición por la inmensa abundancia y distribución que presenta en las parcelas de sotobosque estudiadas.

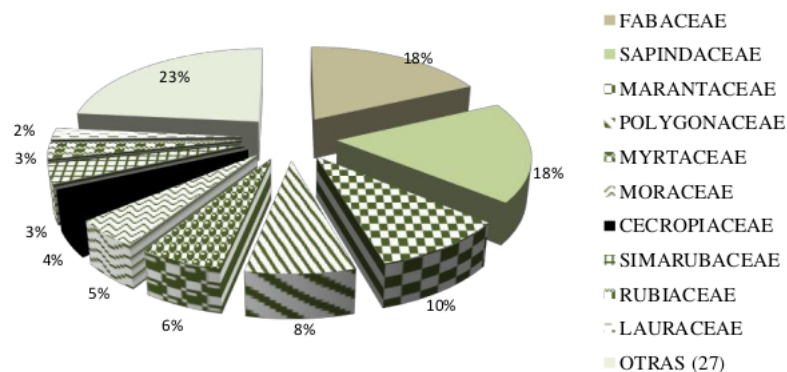


Figura 4: Índice de Importancia Familiar.

Fuente: elaboración propia

En la Estructura Diamétrica (Figura 5), de todos los individuos, existe una distribución regular o piramidal, que es típica de poblaciones naturales estables, con el mayor número de individuos en las etapas juveniles, lo cual garantiza el reemplazo de los individuos sobremaduros.

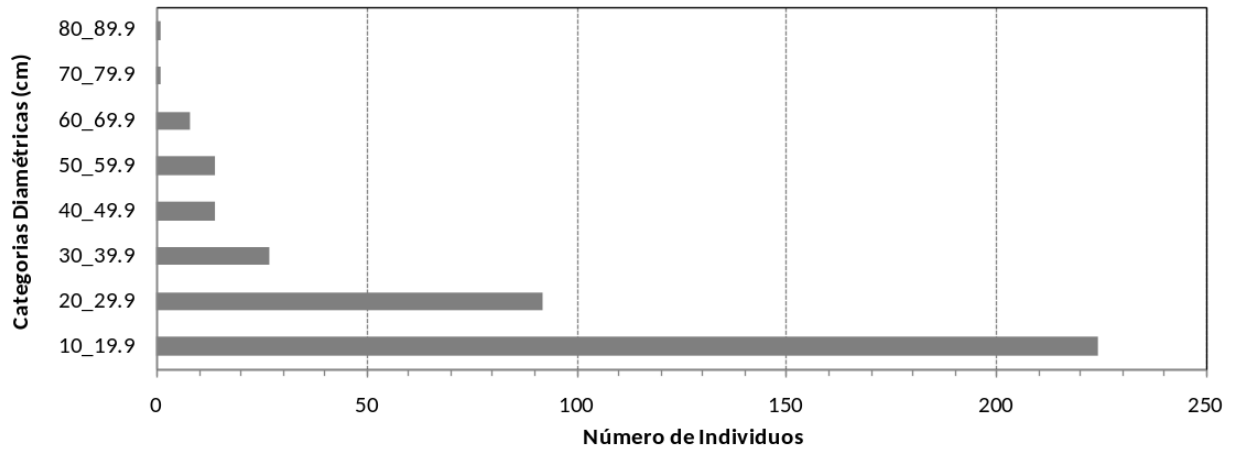


Figura 5: Estructura Diamétrica, para todas las especies.

Fuente: elaboración propia

La especie *H. courbaril* (Algarrobo) presenta una estructura diamétrica irregular (Figura 7), con muy pocos individuos en las categorías inferiores e intermedias, lo cual no aportaría garantías de sustitución ante un eventual aprovechamiento de los individuos sobremaduros; se estima que este aspecto debe ser evaluado con mayor detalle, con el fin de hacer inferencias más acertadas sobre la sostenibilidad del aprovechamiento de esta especie. Los datos aportados en el Plan de Ordenación y Manejo Forestal [Elaboración de Maderas Bosco C.A, 1994] coinciden con este trabajo en que existe una forma piramidal por encima de 40 cm DAP pero, al ser de toda la unidad de manejo, es menor la cantidad de individuos por ha, es importante mencionar que la parcela se estableció en un lugar donde había una apreciable concentración de individuos de *H. courbaril*, debido al objetivo de estudio.

De los 19 individuos de algarrobo encontrados en la parcela, un 52% estaban atacados por lianas, un 10% por parásitas y un 38% estaban sanos; no se observó afectación por epífitas. Eso coincide con lo reportado por Lozada et al. (2007), quienes señalan la alta incidencia de trepadoras, en los individuos arbóreos de un área cercana en la Reserva Forestal Imataca.

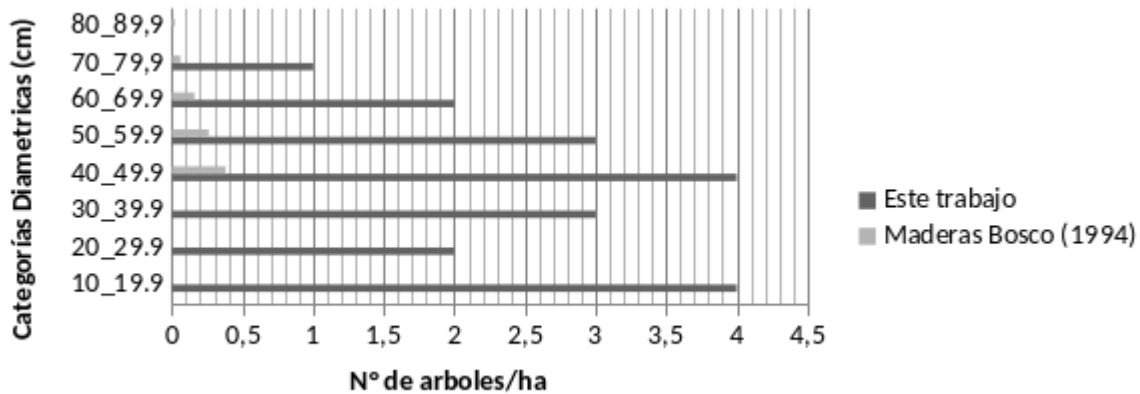


Figura 6: Estructura diamétrica de H. courbaril.
Fuente: elaboración propia

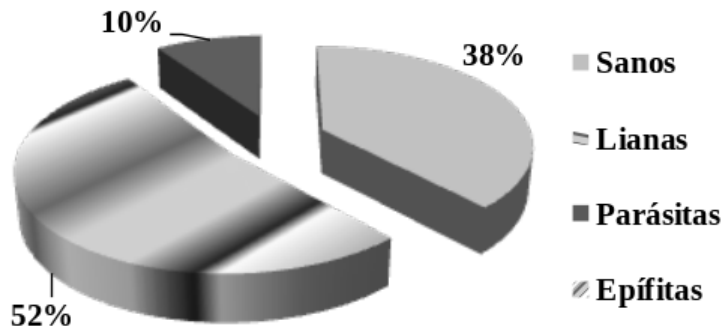


Figura 7: Afectación de los individuos H. courbaril L. y tipos de afectación.
Fuente: elaboración propia

Caracterización Edáfica.

En la calicata realizada, fue posible observar 4 horizontes bien diferenciados, como se muestra en la Tabla 2, los cuales fueron evaluados en seco y no presentaron moteado. Para todos los horizontes la textura fue arenosa y sin consistencia, adicionalmente se encontró presencia de raíces, disminuyendo a mayor profundidad y la fauna edáfica estuvo presente sólo en los dos primeros horizontes, coincidiendo con López et al. (2002), quienes afirman que la actividad biológica generalmente se encuentra en los primeros 20 cm del perfil.

Todos los horizontes poseen más del 77% de arena, en general poseen texturas areno francosa (aF), a excepción del segundo horizonte que presenta una textura arenosa. El pH es menor a 5, bastante ácido, lo cual coincide con la mayoría de los resultados obtenidos en otras regiones de la Guayana Venezolana, que en general reportan valores de pH inferiores a 4,5 [Casanova, 2005, Lozada, et al. 2011, Lozada, et al. 2014]; la concentración de aluminio es mayor a la del calcio en todo el perfil, con lo cual, la relación Ca/Al tiende a ser muy baja (menor a 1), coincidiendo nuevamente con lo reportado por Lozada et al. (2014), mostrando que existe toxicidad por Al, lo cual debería ser un factor desfavorable para la vegetación. Por otra parte, la CIC es menor a 6 (muy bajo) esto debe ser el esperado reflejo de una baja presencia de materia orgánica (M.O.) en el horizonte superficial. El fósforo es bastante bajo (1-9 ppm), por la acidez del suelo no se encuentra disponible y aunque en el segundo horizonte aumenta de ahí en adelante disminuye considerablemente. Los valores de nitrógeno (N), carbono orgánico (CO) y materia orgánica (MO%) son bajos y disminuyen con la profundidad. La relación C/N se presenta con valores de 13 a 26, por lo tanto se considera alto, lo que indica que el nitrógeno (N) liberado es tomado por microorganismos del suelo, por su alta velocidad de descomposición y queda muy poco libre para ser utilizado por las plantas [Parra, 2004].

De acuerdo a la información de suelos presentada en el plan de ordenación y manejo forestal [Elaboración de Maderas Bosco C.A, 1994], este tipo de suelos corresponde con la unidad cartográfica de valles coluvio-aluviales (V.ca), poseen pendientes variables, desde áreas planas hasta 10% de pendiente, con suelos moderadamente profundos (100-150 cm), buen drenaje y con alta presencia de arenas.

Tabla 2: Resultados de los análisis de las muestras de suelo, de la calicata evaluada en la R. F. El Dorado-Tumeremo

Tabla A

Prof. (cm)	Chroma	Color	Moteo	A (%)	L (%)	a (%)	L/A	ClasTex	pH	P (ppm)	N (%)	CO (%)
0-15	10YR4/2	marrón grisáceo oscuro	NP	0,6	22	77,4	36,7	aF	4,9	4	0,07	1,81
15-40	10YR5/3	marrón	NP	2,6	10	87,4	3,8	a	4,1	9	0,03	0,38
40-72	10YR 4/2	marrón grisáceo oscuro	NP	2,6	12	85,4	4,6	aF	4,1	6	0,03	0,76
72-140	5Y 8/2	blanco	NP	2,6	16	81,4	6,2	aF	4,1	1	0,02	0,48

Tabla B

Prof. (cm)	C/N	MO (%)	K $\frac{Cmol}{kg}$ de suelo	Na $\frac{Cmol}{kg}$ de suelo	Ca $\frac{Cmol}{kg}$ de suelo	Mg $\frac{Cmol}{kg}$ de suelo	Al $\frac{Cmol}{kg}$ de suelo	CIC $\frac{Cmol}{kg}$ de suelo	SB (%)	Ca/Al
0-15	26	3,1	0,07	0,03	0,12	0,33	0,20	1,1	22,9	0,60
15-40	13	0,7	0,01	0,03	0,27	0,10	0,40	0,5	17,1	0,68
40-72	25	1,3	0,01	0,03	0,13	0,08	0,20	0,6	10,4	0,66
72-140	24	0,8	0,01	0,03	0,16	0,26	0,40	0,2	19,1	0,39

Fuente: elaboración propia

Mecanismos de Reproducción.

Caracterización del fruto.

Según las evaluaciones hechas para el fruto, resultaron unas dimensiones comprendidas entre 8 a 23 cm de largo y un rango comprendido entre 2 y 12 semillas/fruto. Esas medidas coinciden con lo reportado por INIA-OIMT (1996).

En cuanto a las mediciones de la semilla (Figura 8), los tamaños oscilan entre 2,5 cm y 4 cm. En general las semillas son ovaladas y un poco aplanadas, sin embargo hay algunas redondeadas, esto es reportado por otros autores como Flores y Benavides, (1990).



Figura 8: Apreciación del tamaño de la semilla de *H. courbaril* L.

Fuente: elaboración propia

Extracción de la semilla.

La semilla posee una envoltura de tipo mucílago, que está adherido a la corteza o testa (Figura 9); para removerlo, fue necesario lavar con agua y arena las semillas, frotándolas entre sí. Una vez limpias, se expusieron al sol por un mínimo de 15 minutos, para evitar su almacenamiento húmedo.



Figura 9: Características del fruto y semillas de *H. courbaril* L.
Fuente: elaboración propia

Germinación.

En la Figura 10, se observa el comportamiento de cada tratamiento. El Tratamiento 0 (Testigo), presentó germinación a partir del día 9 con 1%, alcanzó 14% el día 17 y se mantuvo así durante los siguientes días evaluados; este resultado es inferior a lo reportado por Francis (1990), quien señala un 40 a 90% de éxito en un período de 20 a 30 días. Para el caso del Tratamiento 1 la germinación comenzó a partir del 5to día y se prolongó hasta los 25 días, donde cesó, alcanzando más de 90% de tasa de germinación. Para la siembra realizada en bancal (T2), la germinación comenzó al mismo tiempo que en el envase plástico, pero la tasa fue ligeramente más baja y cesó dos días antes. En el T3 (fractura) se hizo sólo la siembra en bancal; hubo una tasa de germinación del 50%, que comenzó al día 7 y culminó el día 23. En este caso sería recomendable probar en envases plásticos para ver si aumenta la tasa germinativa. El T4 (agua hirviendo) obtuvo una tasa germinativa muy baja, con sólo 35%, se inició a los 11 días y también finalizó a los 25 días coincidiendo con lo reportado por Francis, (1990). Sería conveniente probar este tratamiento con diferentes tiempos de inmersión en el agua hirviendo.

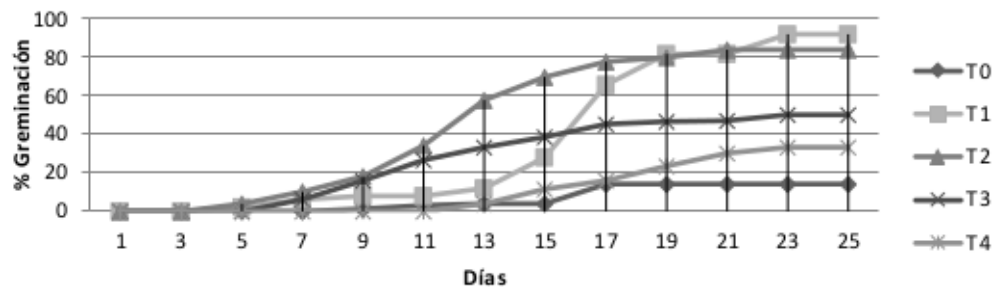


Figura 10: Tasa de germinación de *H. courbaril* L.
Fuente: elaboración propia

Crecimiento inicial de las plántulas.

Luego de haber germinado las semillas, comenzaron las evaluaciones de las plántulas. Dichas mediciones se hacían una vez por semana, alcanzando una altura cercana a 30 cm en 5 semanas, como se muestra en la Figura 11, lo cual coincide con el estudio de Flores y Benavides, (1990).

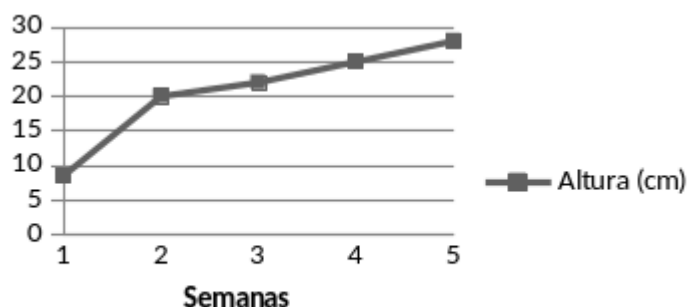


Figura 11: Crecimiento inicial de plántulas de *H. courbaril* L.

Fuente: elaboración propia

Comportamiento Silvicultural.

Fajas de Enriquecimiento.

Las plantaciones fueron evaluadas en el Compartimiento 1, fajas F-25E y F-27W. Se pudo observar una sobrevivencia de 80 % y 92 % respectivamente (Figura 12), lo que demuestra un comportamiento bastante aceptable en este sistema silvicultural. Esto es similar al 90-95 % de sobrevivencia reportado por Blanca (1997) y Aserradero El Manteco (1998), en la Reserva Forestal Imataca y Lote Boscoso San Pedro, respectivamente.

Estos individuos poseen entre 4 y 7 % de afectaciones fitosanitarias severas (afectadas por el coleóptero *Acrocinus longimanus* y cortes con moto guadaña), como se muestra en la Figura 13, lo cual indica que no debe haber muchas preocupaciones para el aprovechamiento futuro, sin embargo, es importante mencionar que están siendo afectadas por hongos que no fueron identificados, y sería importante evaluar a mayor profundidad este caso para evitar esta afectación y mejorar su desarrollo, los demás individuos, más del 37 % se encuentran sanos en ambas fajas de enriquecimiento.

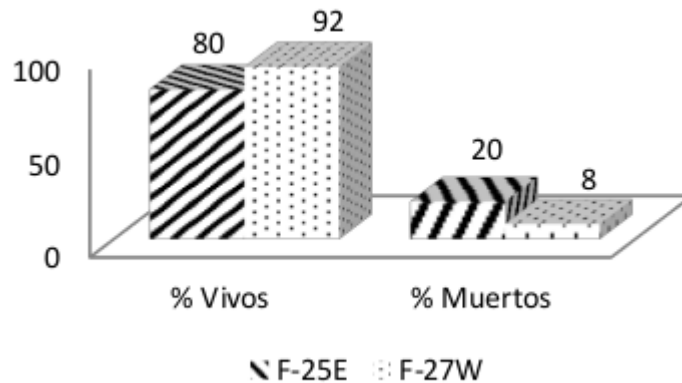


Figura 12: Supervivencia de *H. courbaril* L. en la faja de enriquecimiento F-25E y F-27W
Fuente: elaboración propia

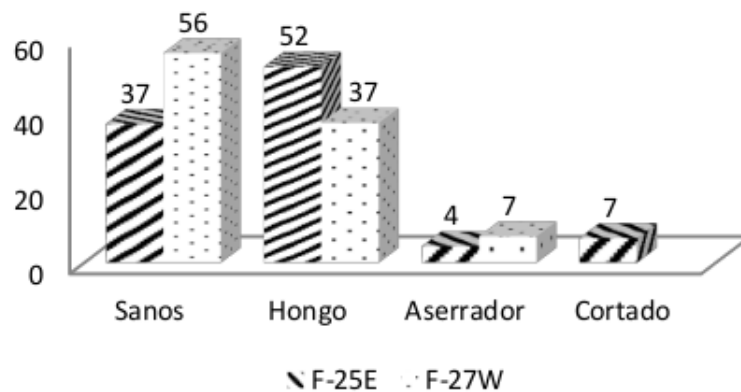


Figura 13: Estado fitosanitario de *H. courbaril* L. en las fajas de enriquecimiento C-1 F-25E y C-1 F-27W.
Fuente: elaboración propia

Plantaciones en los laterales de la vialidad principal.

Estas plantaciones también muestran una alta supervivencia (87%), como se muestra en la Figura 14, y apenas hay un 20% de afectación fitosanitaria leve (causada por hongo), sin el grado severo (Figura 15).

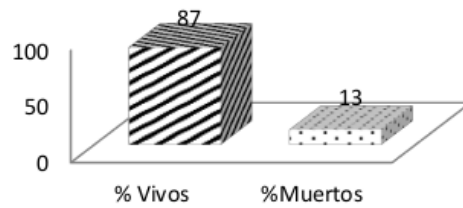


Figura 14: Supervivencia de *H. courbaril* L. en los laterales de la vía principal.

Fuente: elaboración propia

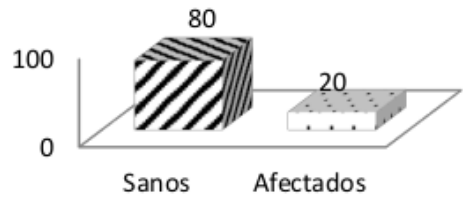


Figura 15: Estado fitosanitario de *H. courbaril* L. en los laterales de la vía principal.

Fuente: elaboración propia

Plantaciones en los laterales de la vialidad secundaria.

La alta supervivencia (Figura 16) indica que esta condición representa claramente una ventaja para el algarrobo, especie que seguramente tiene el comportamiento de especie nómada, capaz de pasar sus etapas iniciales en la sombra. También se observa (Figura 17) que hay una ínfima proporción de individuos (apenas 2%) con afectación leve (presencia de hongo).

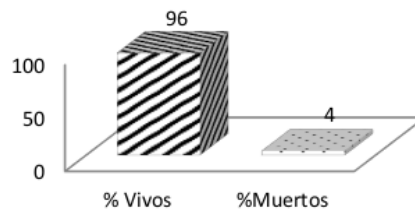


Figura 16: Supervivencia de *H. courbaril* L. en los laterales de las vías secundarias.

Fuente: elaboración propia

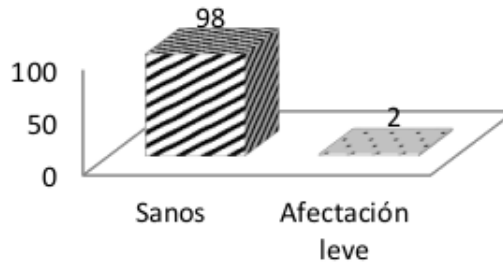


Figura 17: Estado fitosanitario de algarrobo en los laterales de las vías secundarias.

Fuente: elaboración propia

Desarrollo Diametral.

Los resultados de crecimiento diametral se presentan en la Tabla 3; aquí sólo se presentan datos generados por individuos con altura mayor a 1,3 m, de forma que posean un fuste donde se pueda medir la circunferencia. En primer lugar puede notarse que el tipo de sistema silvicultural no genera muchas diferencias en la tasa de crecimiento diametral. El promedio general (0,26 cm/año en diámetro) se considera bastante bajo. Si esta tasa de crecimiento se mantiene de manera rectilínea, la especie tardaría 192 años en alcanzar el diámetro mínimo de cortabilidad establecido en 50 cm. Aunque las especies de alta densidad suelen tener una tasa de crecimiento lenta, este desarrollo atenta contra la sostenibilidad del manejo que se plantea en estas Reservas Forestales. En todo caso, parece recomendable continuar el mantenimiento y evaluación de estas plantaciones, con el fin de observar el desarrollo posterior. Las experiencias en otras unidades de manejo cercanas reportan una tasa de crecimiento diametral entre 0,4 y 0,7 cm/año para plantaciones de 3-16 años [Martínez y Cedeño, 1997, Elaboración de Maderas Bosco C.A, 1994, Lozada, et al. 2003].

Tabla 3: Desarrollo diametral de algarrobo en diferentes sistemas silviculturales.

Tratamiento Silvicultural		Nro. de Individuos	CAP (promedio en cm)	DAP (promedio en cm)	Edad años	IMA - Diámetro cm/año)
Fajas de Enriquecimiento	C-1 F-25 E	39	7,49	2,38	10	0,24
	C-1 F-27 W	42	8,38	2,67	10	0,27
Vialidad Principal		29	3,30	1,05	4	0,26
Vialidad Secundaria		23	3,56	1,13	4	0,28

Fuente: Elaboración Propia.

Crecimiento en Altura Total.

De acuerdo a lo indicado en la Tabla 4, tampoco hay diferencias relevantes, generadas por los distintos sistemas silviculturales. Este desarrollo también se considera muy lento y su promedio general (0,36 m/año) es inferior al rango de 0,74 – 0,9 m/año reportado para esta especie en unidades cercanas de la Guayana Venezolana [Martínez y Cedeño, 1997, Aserradero El Manteco, 1998].

Tabla 4: Crecimiento en altura de algarrobo, en diferentes tratamientos silviculturales.

Tratamiento Silvicultural		Nro. de Individuos	Altura Total (promedio en m)	Edad años	IMA - Altura Total m/año
Fajas de Enriquecimiento	C-1 F-25 E	43	3,50	10	0,35
	C-1 F-27 W	46	3,88	10	0,39
Vialidad Principal		44	1,46	4	0,37
Vialidad Secundaria		47	1,36	4	0,34

Fuente: Elaboración Propia.

Conclusiones

La parcela evaluada presentó una abundancia total de 381 individuos ($\geq 10\text{cm DAP}$), el área basal es $19,1\text{m}^2/\text{ha}$, la riqueza es 45 especies y H' es 3. La especie *H. courbaril* ocupa el 5to lugar en el IVIA y posee el segundo lugar en cuanto a área basal ($2,8\text{m}^2/\text{ha}$). Esta especie no presentó regeneración y tiene una estructura diamétrica irregular con muy pocos individuos en las categorías inferiores, todo lo cual significa que podría haber amenazas para la sustitución de los individuos sobremaduros ante un posible aprovechamiento. El tratamiento que presentó mayor capacidad germinativa (92 %) fue escarificación y siembra en envase plástico. Los suelos son areno-francosos y arenosos, con relación carbono nitrógeno alta, concentraciones de Aluminio y CIC bajo. Las diferentes plantaciones, en fajas de enriquecimiento y en los laterales de las vías, han dado una sobrevivencia superior al 80 %, pero el crecimiento diametral es muy bajo (0,26 cm/año) y con ello se necesitarían unos 192 años para que estos individuos alcancen el diámetro mínimo de cortabilidad, establecido en 50 cm.

Tomando en cuenta que esta especie es una de las más valiosas para el aprovechamiento de maderas, se recomiendan diferentes ensayos, tales como: producir plantas en macrotubetes y ser llevadas a campo para evaluar su desarrollo con este sistema, aplicar micorrización, evaluar su respuesta ante las operaciones de liberación y su regeneración en bosques

aprovechados. Deben realizarse mayores esfuerzos para asegurar la sostenibilidad del aprovechamiento en el tiempo.

Agradecimientos

A la Empresa Elaboración de Madera Bosco, C.A. por contribuir con los recursos económicos necesarios para el desarrollo de la investigación y al Ing. Simón Rivas, Baquianos Miguel Goudett, César Lezama y el personal que labora en la Reserva Forestal el Dorado – Tumeremo, por su apoyo incondicional durante la realización de los trabajos de campo.

Bibliografía

- [Acero, 2005] Acero, L. (2005). *Plantas Útiles de la Cuenca del Orinoco*. Botánica Económica. Bogotá, Colombia. BP Exploration Company. 608p.
- [Aserradero El Manteco, 1998] Aserradero El Manteco. (1998). *Informe sobre la evaluación realizada en el año 1996 a las plantaciones en fajas de enriquecimiento establecidas en el período 1985-1995*. Aserradero El Manteco C.A. Tomo I. Caracas, Venezuela. 207 pp.
- [Blanca, 1997] Blanca, J. (1997). *Informe Nro. 2. Evaluación silvicultural de plantaciones mediante el sistema de fajas de enriquecimiento*. Corporación de Desarrollo Forestal S.A. (CODEFORSA). Ciudad Bolívar, Venezuela. 81 pp.
- [Broshier y Cordero, 2004] Broshier D. y Cordero J. 2004. *Árboles de Centroamérica. Instituto Forestal de Oxford (OFI) - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)*. Costa Rica. 1079 p.
- [Casanova, 2005] Casanova O., E. (2005). *Introducción a la ciencia del suelo*. CDCH-UCV, Caracas. 482 p.
- [Chízmar, 2009] Chízmar, C. (2009). *Plantas comestibles de Centroamérica*. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio, 360 p.
- [Corredor, 2001] Corredor, J. (2001). *Silvicultura Tropical*. Consejo de Publicaciones, Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 373 p.
- [Curtis y McIntosh, 1950] Curtis, J. y McIntosh, R. (1951). An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology*, 32: 476-496.

- [Elaboración de Maderas Bosco C.A, 1994] Elaboración de Maderas Bosco C.A. (1994). *Plan de Ordenación y Manejo Forestal*. Caracas, Venezuela. 521 p.
- [Elaboración de Maderas Bosco C.A, 2014] Elaboración de Maderas Bosco C.A. (2014). *Plan de Ordenación y Manejo Forestal, Plan Anual Nro. 8*. Caracas, Venezuela. 116 p.
- [FAO, 2012] FAO. (2012). *El Estado de los Bosques del Mundo*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma. Recuperado el 02 de Junio de 2014 de: <http://www.fao.org/docrep/016/i3010s/i3010s.pdf>
- [Finol, 1971] Finol, H. (1971). Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. *Revista Forestal Venezolana* 21: 29-42.
- [Flores y Benavides, 1991] Flores, M. E. y Benavides, C. E. (1990). Germinación y morfología de la plántula de *Hymenaea courbaril* L. (Caesalpinaceae). *Rev. Biol. Trop.*, 38 (1): 91-98
- [Francis, 1990] Francis, K. (1990). *Hymenaea courbaril* L. *Algarrobo, locust. SO-ITF-SM-27*. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 5 p.
- [Gaceta Oficial, 2009] Gaceta Oficial Nro. 39.198. 11-06-2009. *Norma de los Diámetros Mínimos de Cortabilidad*. Resolución Nro. 030 de Fecha 10-06-2009. República Bolivariana de Venezuela.
- [Gentry, 1992] Gentry, A. (1992). Tropical forest biodiversity: distributional patterns and their conservational significance. *Oikos*, 63, 19-28.
- [Gisbert, et al. 2010] Gisbert, J., Ibáñez, S., Moreno, H. (2010). *Toma de muestras en un perfil del suelo*. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. 7 p.
- [Guevara, 2001] Guevara, J. (2001). *Recursos fitogenéticos y relaciones florísticas de la flórmula arbórea de las comunidades forestales en la Estación Experimental Caparo, Estado Barinas*. Tesis de Magíster Scientiae. Universidad Central de Venezuela. Maracay.
- [IFLA, 1987] Instituto Forestal Latinoamericano. (1987). *Algarrobo. Serie Maderas comerciales de Venezuela*. Ficha Técnica Nro. 06. Mérida, Venezuela. 22 p.
- [INIA-Perú, 1996] Instituto Nacional De Investigación Agraria Del Perú - Organización Internacional De Maderas Tropicales. (1996). *Manual de identificación de especies forestales de la subregión andina*. Asociación Editorial Stella. 489 p.

- [Knab-Vispo, et al. 1999] Knab-Vispo, C; Berry, P. y Rodríguez, G. (1999). Floristic and structural characterization of a lowland rain forest in the lower Caura watershed, Venezuelan Guayana. *Acta Botanica Venezuelica*, 22(2), 325-359.
- [Lamprecht, 1990] Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos*. Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ). Eschborn, Alemania. 335 p.
- [López, 2002] López, A., Martínez, C, Y Carcaño, M. (2002). Actividad biológica en un transecto altitudinal de suelos de la Malinche, Tlaxcala. *TERRA*, 20 (2): 141-146.
- [Lozada, et al. 2003] Lozada, J; Moreno, J. y Suescun, R. (2003). Plantaciones en fajas de enriquecimiento. Experiencias en 4 Unidades de manejo forestal de la Guayana Venezolana. *INTERCIENCIA* 28(10): 568-575.
- [Lozada, et al. 2007] Lozada, J; Guevara, J; Soriano, P. Y Costa, M. (2007). Bosques de colinas y lomas, en la zona central de la Reserva Forestal Imataca, Venezuela. *Revista Forestal Latinoamericana* 22(2): 105-131.
- [Lozada, et al. 2006] Lozada, J; Guevara, J; Soriano, P. Y Costa, M. (2006). Estructura y composición florística de comunidades secundarias en patios de rolas abandonados, Estación Experimental Caparo, Barinas, Venezuela. *INTERCIENCIA* 31(11): 828-835.
- [Lozada, et al. 2009] Lozada, J; Arends, E; Sánchez, D; Villarreal, A; Soriano, P y Costa, M. (2009). Cambios de Composición florística en bosques aprovechados de la Estación Experimental Caparo. *Revista Forestal Latinoamericana* 24(2): 35-50.
- [Lozada, et al. 2010] Lozada, J; Lugo, L; Sánchez, D; Villarreal, A; Soriano, P Y Costa, M. (2010). Influencia del suelo sobre las variaciones del sotobosque, en patios de rolas abandonados, Estación Experimental Caparo, Venezuela. *Revista Forestal Latinoamericana* 25 (2): 36-56.
- [Lozada, et al. 2011] Lozada, J; Guevara, J; Soriano, P; Costa, M. 2011. The organismic and the continuous approaches applied to phytosociological relationships in a lowland neotropical forest, Venezuela. *Plant Biosystems* 145 (Supp): 65-73.
- [Lozada, et al. 2014] Lozada, J; Soriano, P; Costa, M. 2014. Relaciones suelo-vegetación en una topo secuencia del Escudo Guayanés, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 62 (1): 385-401.
- [Lozada, et al. 2016] Lozada, J; Hernández, C; Soriano, P; Costa, M. 2016. An assessment of the floristic composition, structure and possible origin of a liana forest in the Guayana Shield. *Plant Biosystems*, 150(6): 1165-1174.

- [Magurran, 1988] Magurran, A. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton University Press, Princeton. N. J. 179 p.
- [MARN-UCV, 2003] MARN-UCV. (2003). *Bases técnicas para el ordenamiento territorial de la Reserva Forestal Imataca. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales*, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 283 p.
- [Martínez y Cedeño, 1997] Martínez, Y. y Cedeño, J. (1997). *Evaluación técnica y económica de las plantaciones en franjas de enriquecimiento en las Unidades de Manejo Forestal de la C.V.G.* Universidad Nacional Experimental de Guayana - Coordinación de Investigación y Postgrado. Ciudad Guayana, Venezuela. 52 p.
- [Missouri Botanical Garden, 2016] Missouri Botanical Garden. (2016). *Tropicos*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2016 de: <http://www.tropicos.org/MapsCountry.aspx?maptype=4&lookupid=13005950>.
- [Muller-Dombois y Ellenberg, 1974] Muller-Dombois, D y Ellenberg, H. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley and Sons, INC. New York. 547 p.
- [Noguera y Plonczak, 1998] Noguera, O. y Plonczak, M. (1998). Evaluación de los diámetros mínimos de cortabilidad en el Lote Boscoso El Dorado Tumeremo. Estado Bolívar. *Rev. For. Lat.* (24/98): 33-44.
- [Parra, 2004] Parra, L. R. (2004). *Informativo INIA INTIHUASI*. Recuperado el 18 de ENERO de 2017, de Instituto De Investigaciones Agropecuarias: <http://www2.inia.cl/medios/intihuasi/documentos/informativos/Informativo-19.pdf>.
- [Peters, et al. 1989] Peters, C., Balick, M., Kahn, F. Y Anderson, A. (1989). Oligarchic forests of economic plants in Amazonia: utilization and conservation of an important tropical resource. *Conservation Biology*, 3(4), 341-349.
- [Ramírez, et al. 2005] Ramírez J., Alzolay J., Noguera O., Suárez A., Carrero O. Y Millán O. (2005). Metodología preliminar para la tipificación del bosque con fines de manejo en el Lote Boscoso El Dorado – Tumeremo, Estado Bolívar. *Revista Forestal Venezolana* 49(2): 183-190.
- [Rodríguez, et al. 1997] Rodríguez L., Jaimez R., Plonczak M. y Jerez M. (1997). Consideraciones conceptuales sobre el Manejo Forestal en Venezuela en el marco del desarrollo sustentable. *Revista Forestal Venezolana* 41(1): 77-85.