

BIBLIOTECA WILSON POPENO
ESUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 03
TEGUCIGALPA HONDURAS

Estudio ecológico, silvícola y de utilización del Amargoso, *Vatairea lundellii* (Standl.) Killip ex Record, en bosques latifoliados de Honduras

MICROISIS:	_____
FECHA:	_____
ENCARGADO:	_____

Naún Lobo Galo

301051

301051

ZAMORANO

Carrera de Desarrollo Socio Económico y Ambiente

Diciembre, 2000

#1188

**Estudio ecológico, silvícola y de utilización del
Amargoso, *Vatairea lundellii* (Standl.) Killip
ex Record, en bosques latifoliados de
Honduras**

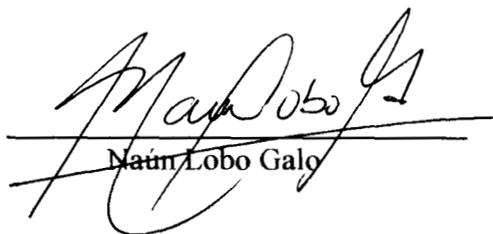
Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura.

Presentado por

Naún Lobo Galo

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2000

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reserva el derecho de autor.



Naán Lobo Galo

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2000

DEDICATORIA

A Dios padre por haberme permitido cumplir con éxitos mis metas.

A mis padres y hermanos.

A mis hermanos y compañeros zamoranos.

A mi alma mater, la escuela de la vida, por tus enseñanzas y los momentos felices que pasé.

A mis maestros e instructores que contribuyeron en mi formación académica y personal.

A todos mis compatriotas que luchan por una Honduras mejor.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que hicieron posible la realización de este trabajo.

A Jorge Araque por su amistad e incondicional apoyo durante todo el tiempo que duró trabajo. Adelante Jorge que todavía falta mucho por explorar en nuestros bosques.

Al Profesor Nelson Agudelo, por confiar en mí, por toda su ayuda y colaboración, sin la cual no hubiese sido posible la realización del presente trabajo, y sobretodo por enseñarme a valorar con criterio lo bello que es mi país.

Al Dr. Antonio Molina, por todo el tiempo que dedico en ayudarme a terminar mi proyecto especial.

Al Ing. Joaquín Romero, por las facilidades, comprensión, y todo el apoyo que me brindó.

Al profesor Miguel Avedillo, por valiosa ayuda y todos sus consejos. Buen viaje profesor.

A los habitantes y amigos de La Unión, Olancho, en particular a los Profesores Marta y Mardo, por sus finas atenciones y hacernos una estadía muy agradable.

Al Departamento de Areas Protegidas del Servicio Forestal de Honduras, por habernos facilitado el alojamiento durante nuestra estadía en La Unión.

Al Ing. Oscar Ochoa de Semillas Tropicales (SETRO) y el Centro de Utilización y Promoción de los Productos Forestales (CUPROFOR), por habernos facilitado los análisis de laboratorio necesarios.

Al Ing. Rafael Meza y el Programa de Desarrollo del Bosque Latifoliado (PDBL II), por su valiosa ayuda en la obtención de información de bosques bajo manejo del Programa en la Costa Norte.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES.

Se agradece de manera muy especial, al Fondo Dotal Hondureño por el apoyo financiero que se me brindó para culminar mis estudios en el Programa de Agrónomo y el Programa de Ingeniero Agrónomo.

Agradezco a la Corporación Suiza para el Desarrollo (COSUDE) por el financiamiento brindado para culminar mis estudios en el Programa de Agrónomo.

Agradezco a Cervecería Hondureña S.A., la Carrera de Desarrollo Socio Económico y Ambiente y Semillas Tropicales por haber financiado los gastos incurridos en el desarrollo y presentación del presente proyecto especial.

Agradezco a mis padres y hermanos por su apoyo necesario, sin el cual no hubiese podido completar mis metas.

RESUMEN

Lobo Galo, N. 2000. Estudio ecológico, silvícola y de utilización del Amargoso, *Vatairea lundellii* (Standl.) Killip ex Record, en bosques latifoliados de Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 59 p.

Los bosques latifoliados maduros de tierras bajas de Honduras se caracterizan por tener una alta riqueza florística, un fuerte grado de mezcla y la presencia de especies de alto valor económico maderero, distribuidas en diferentes gremios ecológicos. Por tanto, el potencial de estos bosques desde el punto de vista de producción de madera y de productos forestales no madereros, es considerablemente atractivo. Sin embargo, sólo cuatro especies dominan los mercados de maderas nobles. Este aspecto selectivo asociado a una baja densidad de árboles de especies valiosas en los bosques naturales, ha sido responsable de una mayor presión sobre la base de los recursos. Con estos antecedentes, el presente estudio pretendió mejorar e incrementar los conocimientos sobre ecología, silvicultura y utilización del amargoso. La investigación cubrió los siguientes aspectos: caracterización ecológica de los ecosistemas donde se encuentra amargoso, especies asociadas de valor económico en parcelas de 50 m de radio, gremio ecológico de la especie y potencial maderero de la misma. Los levantamientos terrestres demostraron que el amargoso se encuentra en cinco ecosistemas: bs-S, bh-S, bmh-S, bs-T⁻⁻⁻⁻⁻, bh-T⁻⁻⁻⁻⁻, en el litoral atlántico y región Central de Honduras. En bosques de galería y en sitios abiertos, la especie es de hábito gregario, pero tiende a perder esta característica en los bosques maduros y ecosistemas muy húmedos. En bosques maduros tiende a comportarse como una heliófita durable, con escasa o ninguna regeneración natural y con semilla recalcitrante. La madera es de color amarillo cremoso, pesada y con propiedades físico - mecánicas apropiadas para diversos usos. Sobre esta base, la especie puede ser utilizada en plantaciones puras, bandas de enriquecimiento o ecosistemas agroforestales.

Palabras claves: Bosque maduro, especies no tradicionales, gregarismo, heliófita oportunista, propiedades físico mecánicas.



Abelino Pitty, Ph.D.

NOTA DE PRENSA

ESPECIES FORESTALES NO TRADICIONALES: UNA ALTERNATIVA PARA EL SECTOR FORESTAL Y CONSUMIDORES DE HONDURAS.

Si bien es cierto que en los bosques latifoliados de Honduras existe un gran número de especies maderables, sólo muy pocas de ellas dominan el mercado de maderas preciosas, como el caso de la caoba, cedro, granadillo y redondo, entre otras, mientras que el resto de la vegetación arbórea con potencial en términos de producción de madera de alta calidad, continúa siendo ignorado y sin valor económico alguno.

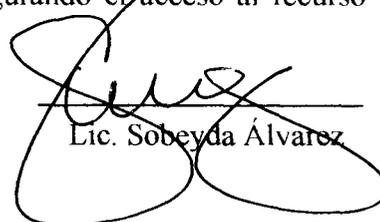
“El amargoso” es una de estas especies no tradicionales con un enorme potencial para establecimiento de plantaciones puras, bandas de enriquecimiento y sistemas agroforestales. Dos atributos permiten deducir la presente consideración: las características ecológica-silvícolas de la especie que la catalogan como un heliófita durable y las propiedades físico-mecánicas de madera complementada con su belleza natural.

“El amargoso” se distribuye ampliamente en el litoral atlántico y la región Central de Honduras, en sitios de baja altitud, por lo general a menos de 800 msnm. La especie es relativamente plástica en términos ecológicos ya que se le encuentra naturalmente por lo menos en cinco ecosistemas, desde condiciones secas a muy húmedas, asociada a más de 60 especies forestales con valor económico maderero.

En términos silvícolas “el amargoso” presenta un hábito gregario -con capacidad de formar y crecer en masas puras- bajo condiciones de bosques de galería y sitios abiertos. Sin embargo, es poco abundante bajo condiciones de bosque maduro, tanto en ecosistemas húmedos como muy húmedos.

En bosques maduros la regeneración del amargoso es escasa o nula y debido al gremio ecológico al que pertenece, requiere forzosamente intervenciones del dosel para su continuidad en el sistema.

Los complejos procesos de dinámica forestal le permiten perpetuarse, por lo que a nivel de bosque el manejo debe garantizar aclareos estratégicos de la masa para asegurar la existencia y producción de madera por un largo plazo, asegurando el acceso al recurso para las futuras generaciones.



Lic. Sobeyda Álvarez

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Nota de Prensa.....	viii
	Contenido.....	ix
	Indice de cuadros.....	xii
	Indice de figuras.....	xv
	Indice de anexos.....	xvi
1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1	LAS ESPECIES FORESTALES NO TRADICIONALES Y SU IMPORTANCIA EN EL DESARROLLO DEL SECTOR FORESTAL HONDUREÑO.....	3
2.2	CARACTERIZACIÓN DE <i>Vatairea lundellii</i> (Standl.) Killip ex Record.....	3
2.2.1	Descripción de la familia <i>Leguminosae</i>	4
2.2.2	Descripción del género <i>Vatairea</i>	4
2.2.3	Descripción de la especie <i>Vatairea lundellii</i>	5
2.2.3.1	Descripción botánica.....	5
2.2.3.2	Distribución geográfica y altitudinal.....	6
2.2.3.3	Distribución ecológica.....	7
2.2.3.4	Propiedades de la madera y usos actuales.....	7
3	MATERIALES Y METODOS.....	10
3.1	MATERIALES.....	10
3.2.1	Reconocimiento terrestre de las áreas de distribución natural de la especie y levantamiento de parcelas de muestreo.....	10
3.2.1.1	Selección y delimitación de unidades de estudio por sitio	
3.2.2	Caracterización ecológica de <i>V. lundellii</i>	12
3.2.2.1	Descripción dendrológica y botánica de la especie.....	12
3.2.2.2	Distribución geográfica y ecológica.....	12
3.2.2.3	Levantamiento de la vegetación asociada a <i>V. lundellii</i>	12
3.2.2.4	Aspectos fenológicos y de regeneración de la especie.....	12
3.2.3	Caracterización silvícola de <i>V. lundellii</i>	12
3.2.3.1	Gremio ecológico.....	13
3.2.3.2	Vías de regeneración alternativas a la semilla.....	13

3.2.3.3	Variables dasométricas más importantes.....	13
3.2.3.3.1	Función y tabla de volumen.....	13
3.2.3.4	Propiedades físico mecánicas de la madera y utilización.....	13
3.3	METODOLOGIA DE EVALUACION.....	14
3.3.1	Caracterización ecológica de <i>V. lundellii</i>	14
3.3.1.1	Descripción dendrológica y botánica.....	14
3.3.1.2	Distribución geográfica y ecológica de la especie.....	14
3.3.1.3	Aspectos fenológicos de la especie.....	15
3.3.1.4	Especies forestales de valor económico asociadas a <i>V. lundellii</i>	15
3.3.1.5	Regeneración natural.....	15
3.3.2	Caracterización silvícola de <i>V. lundellii</i>	15
3.3.2.1	Gremio ecológico.....	16
3.3.2.2	Vías alternativas de regeneración.....	16
3.3.2.3	Evaluación de las variables desométricas.....	16
3.3.2.4	Propiedades físico-mecánicas y de utilización de la especie.....	18
3.3.2.4.1	Propiedades físicas.....	18
3.3.2.4.2	Propiedades mecánicas.....	18
3.3.2.4.2	Usos actuales y potenciales de la especie.....	19
4	RESULTADOS	20
4.1	DESCRIPCIÓN DENDROLÓGICA Y BOTÁNICA DE <i>Vatairea lundellii</i> (Standl.) Killip ex Record.....	20
4.1.1	Descripción dendrológica.....	20
4.1.2	Descripción botánica.....	20
4.2	CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA de <i>V. lundellii</i>	21
4.2.1	Distribución geográfica.....	21
4.2.2	Distribución ecológica.....	21
4.2.3	Distribución local a nivel de ecosistema.....	23
4.2.4	Comportamiento en masas naturales.....	24
4.2.5	Aspectos fenológicos de la especie.....	24
4.2.6	Regeneración natural.....	24
4.2.7	Especies de valor económico asociadas a <i>V. lundellii</i>	25
4.3	CARACTERIZACION SILVICOLAS.....	29
4.3.1	Gremio ecológico.....	29
4.3.2	Características dasométricas de la especie.....	30
4.3.2.1	Comportamiento por zona de vida.....	32
4.3.2.2	Abundancia relativa.....	32
4.3.2.3	Sitio de establecimiento.....	33
4.3.2.4	Requerimientos altitudinales.....	33
4.3.3	Estimaciones de volumen por árbol.....	34
4.3.3.1	Forma del árbol.....	34
4.3.3.2	Funciones volumétricas y tablas de volumen de doble entrada.....	34
4.3.4	Propiedades y manejo de la semilla.....	35
4.3.4.1	Propiedades de la semilla.....	35
4.3.4.2	Manejo de la semilla.....	36
4.3.5	Propiedades físico mecánica y usos potenciales de la madera.....	36
4.3.6	Usos actuales de la especie.....	36

5	DISCUSION	38
5.1	ECOSISTEMAS	38
5.2	ECOLOGIA, SILVICULTURA Y PRODUCTIVIDAD DEL AMARGOSO	38
5.3	UTILIZACION	39
6	CONCLUSIONES	41
7	RECOMENDACIONES	42
8	LITERATURA CONSULTADA	43
9	ANEXOS	46

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Especies identificadas dentro del género <i>Vatairea</i> , distribuidas en América.....	4
2.	Especímenes botánicos de <i>V. lundellii</i> , en Honduras, colectados en el Herbario Paul C. Standley de Zamorano y Missouri Botanical Garden.....	6
3.	Comparación de resultados de propiedades físico mecánicas de <i>V. lundellii</i> , descritas en tres fuentes bibliográficas.....	9
4.	Sitios de distribución de <i>V. lundellii</i>	12
5.	Características climáticas de los sitios de distribución de <i>V. lundellii</i>	12
6.	Rango para las clases en factores ecológicos-climáticos evaluados...	17
7.	Escala de clasificación para los valores de contracción de la madera..	19
8.	Escala de clasificación de mediciones de propiedades mecánicas de la madera, según estándares de "American Society for Testing and Materials" (ASTM)	20
9.	Características climáticas y ecológicas de los sitios en donde se detectó la presencia de la especie bajo condiciones naturales.....	23
10.	Densidades por ha del Amargoso, en nueve Unidades de Manejo del Programa de Desarrollo del Bosque Latifoliado (PDBL).....	25
11.	Distribución por familia de las especies de valor económico asociadas a <i>V. lundellii</i>	26
12.	Especies arbóreas asociadas a <i>V. lundellii</i> en el bosque seco subtropical	27

13.	Especies arbóreas asociadas a <i>V. lundellii</i> en el bosque seco tropical, transición a subtropical.....	29
14.	Especies arbóreas asociadas a <i>V. lundellii</i> en el bosque húmedo subtropical.....	28
15.	Especies arbóreas asociadas a <i>V. lundellii</i> en el bosque húmedo tropical, transición a subtropical	29
16.	Especies arbóreas asociadas a <i>V. lundellii</i> en el bosque muy húmedo subtropical.....	29
17.	Análisis de Varianza (ANDEVA) con un solo factor de crecimiento del amargoso(P<).....	31
18.	Análisis de Varianza (ANDEVA) combinando dos factores de crecimiento del amargoso (P<).....	31
19.	Análisis de Varianza (ANDEVA) combinando tres factores de crecimiento del amargoso (P<).....	31
20.	Promedio de las variables dasométricas del amargoso en diferentes ecosistemas donde se distribuye naturalmente.....	32
21.	Promedio de las variables dasométricas del amargoso, en diferentes rangos de abundancia (%) en comunidades arbóreas donde se encontró naturalmente.....	32
22.	Promedio de las variables dasométricas del amargoso por sitio donde se encontró naturalmente.....	33
23.	Comportamiento del amargoso bajo diferentes rangos de altitud dentro del piso térmico basal (altura menor a 1000 msnm).....	33
24.	Serie de ahusamiento estimada a partir de dos modelos de regresiones para <i>V. lundellii</i> y comparación con dos figuras geométricas definidas por Prodán (1944).....	34
25.	Tabla de volumen comercial con corteza (en m ³) estimado para <i>V. lundellii</i>	35
26.	Tabla de volumen comercial sin corteza (en m ³) estimado para <i>V. lundellii</i>	35
27.	Propiedades de la semilla de <i>V. lundellii</i>	36
28.	Propiedades física de la madera de <i>V. lundellii</i>	36

29	Propiedades mecánicas de la madera en condición verde.....	37
30	Esfuerzos admisibles para el diseño de elementos estructurales con madera de Amargoso.....	37

INDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Ventajas competitivas de las maderas tropicales en los mercados internacionales.....	7
2.	Distribución geográfica del Amargoso en el territorio hondureño.....	22
3.	Comportamiento en DAP de <i>V. lundellii</i> , bajo diferentes densidades naturales.....	24
4.	Estructura diamétrica de <i>V. lundellii</i> en comunidades boscosas de Honduras.....	30

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Formularios para las mediciones de árboles individuales	46
2.	Cálculo del balance hídrico mensual y anual de la estación meteorológica Campamento, departamento de Olancho.....	47
3.	Temperatura Promedio (°C) mensual y anual de la Estación La E.N.A., Catacamas, departamento de Olancho.....	48
4.	Precipitación promedio (mm) mensual y anual de la Estación meteorológica Las Flores, departamento de Comayagua.....	49
5.	Temperatura (°C) mensual y anual de la Estación meteorológica Las Flores, departamento de Comayagua.....	50
6.	Precipitación promedio (mm) mensual y anual de la Estación meteorológica La Unión, departamento de Olancho.....	51
7.	Precipitación promedio (mm) mensual y anual de la Estación meteorológica Las Playitas, departamento de Comayagua	52
8.	Precipitación promedio (mm) mensual y anual de la Estación meteorológica San Jerónimo, departamento de Comayagua.....	53
9.	Temperatura promedio (°C) mensual y anual de la Estación meteorológica San Jerónimo, departamento de Comayagua.....	54
10.	Biotemperatura (°C) media anual corregida, en tres estaciones meteorológicas de Honduras.	55
11.	Cálculo del balance hídrico mensual y anual de la estación meteorológica Victoria, departamento de Yoro.....	56
12.	Análisis de las propiedades de la semilla de Amargoso, realizado en Semillas Tropicales S.A. (Ensayo 1).....	57

13.	Análisis de las propiedades de la semilla de Amargoso, realizado en Semillas Tropicales S.A. (Ensayo 2).....	58
14.	Cuerpos teóricos de rotación propuestos por Prodan (1944).....	59

1. INTRODUCCION

Los bosques tropicales cubren una superficie de 1,700 millones de ha, lo que representa el 50% del área boscosa total de todo el mundo (IRM *et al.*, 1996). Estos bosques se reconocen por la amplia diversidad biológica. Según ACDI (s.f.), de las 30 millones de especies vegetales y animales que existen en el mundo, un 40% se encuentran en estos bosques. Aproximadamente 500 millones de personas viven en los bosques tropicales; de ellos se extrae un 15% de los productos forestales utilizados por la industria, a nivel mundial (ACDI, s.f.).

Honduras, es considerado un país de vocación forestal. Según PAGS (1999), debido a las características del suelo, el 87% de la superficie nacional no puede desarrollar sosteniblemente otra actividad que no sea forestal o agroforestal. En la actualidad, Honduras posee un total de 2.3 millones de ha de bosque latifoliado (PAGS, 1999), distribuidos comúnmente en dos tipos de bosques: de altura y bosques de tierras bajas; éstos últimos localizados principalmente en la región costera atlántica. Los bosques de bajura son considerados como las áreas de mayor diversidad biológica, con altos grados de mezcla y numerosas especies de alto valor económico.

Sin embargo, el aprovechamiento insostenible de los recursos del bosque por parte de grupos interesados en la extracción de madera, leña y otros productos, complementado con la sustitución de la cobertura vegetal por cultivos agrícolas y pastizales para la ganadería, han generado un decremento considerable de la superficie forestal. Según COHDEFOR (1988; citado por SECPLAN *et al.*, 1989), en Honduras se tiene una tasa de deforestación total del orden de las 80,000 ha/año, siendo mayor en el Bosque Latifoliado, donde se pierden anualmente 65,000 ha, lo que constituye el 81% de la deforestación total anual.

Esta reducción en la superficie cubierta de bosque, principalmente de los bosques latifoliados, ha conducido a una degradación de los recursos y a una reducción de la biodiversidad, debido a la pérdida y fragmentación de hábitats. En la actualidad muchas son las especies vegetales que han sido reportadas en peligro de extinción, particularmente aquéllas que por sus requerimientos ecológicos son consideradas como endémicas. Dentro de este grupo de especies en peligro de extinción se encuentra el Amargoso, *Vatairea lundellii*, en la región Suroriental de México (CONABIO, s.f.). No se descarta la posibilidad de que se presente un caso similar en los bosques centroamericanos, pese a la falta de estudios.

Según SECPLAN *et al.* (1989), el desafío para el mantenimiento futuro de las áreas silvestres, como otros recursos renovables, está en encontrar un equilibrio entre conservación y desarrollo socioeconómico. Los bosques deben tener un valor económico para la gente, el cual debe estar representado por la totalidad de sus recursos y los complejos procesos ecológicos que en ellos ocurre.

La búsqueda de tal equilibrio se complica frente a la situación económica por la que atraviesan los países en vías de desarrollo, situación que genera mayor presión sobre la base de recursos. La situación para los bosques latifoliados maduros de tierras bajas es aún más difícil ante los limitados conocimientos ecológicos y silvícolas que se tienen de esos ecosistemas y de sus numerosas especies, información que es insustituible si se pretende colocar estos bosques bajo manejo forestal sostenido.

Con todos estos antecedentes, es urgente y necesario realizar estudios sobre ecología y silvicultura de, por lo menos, las especies de alto valor económico, productividad de éstas bajo condiciones naturales, gremios ecológicos, dinámica de masas maduras y potencialidad de dichas especies para el establecimiento de plantaciones. Con tales esfuerzos de investigación se pretenderá reducir la presión sobre las especies maderables tradicionales ampliamente comercializadas, ofrecer nuevas oportunidades para los consumidores y mejorar el manejo de los recursos del bosque.

Sobre esta base, el presente estudio tiene como propósito alcanzar el siguiente objetivo general:

Mejorar e incrementar conocimientos sobre la ecología, silvicultura y utilización de especies forestales no tradicionales, consideradas de alto valor económico.

Objetivo que se logrará a través de los siguientes objetivos específicos:

- Describir en términos botánicos y dendrológicos a *Vatairea lundellii*.
- Determinar su distribución geográfica y ecológica en el territorio hondureño.
- Caracterizar la especie en términos ecológicos y silvícolas.
- Determinar las características de la semilla y otras vías de regeneración de la especie bajo condiciones naturales.
- Determinar las propiedades físico mecánicas de la madera y los usos actuales y potenciales de la especie.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 LAS ESPECIES FORESTALES NO TRADICIONALES Y SU IMPORTANCIA EN EL DESARROLLO DEL SECTOR FORESTAL HONDUREÑO

El bosque latifoliado en Honduras comprende un área de 2.4 millones de ha, distribuidos principalmente en los departamentos de Atlántida, Colón, parte de Olancho, Yoro y Gracias a Dios (PAGS, 1999). En este bosque se concentra la mayor riqueza florística, con especies vegetales con alto potencial para producción maderera y una diversidad de productos forestales no maderables.

Sin embargo, la riqueza florística del bosque latifoliado en Honduras constituye un potencial poco aprovechado. Según Brown (1997) de más de 200 especies forestales que se encuentran en los bosques, sólo algunas dominan el mercado de maderas tropicales, principalmente la caoba, el cedro, redondo y granadillo. Esta situación ha contribuido a practicas forestales no sostenibles, al generar una mayor presión sobre estas especies y un valor económico del bosque subestimado por parte de los pobladores y beneficiarios del sus recursos.

Burbidge (1993; citado por Eastin *et al.*, 1998) considera el desarrollo de mercados para especies no tradicionales, como una alternativa para reducir la deforestación en bosques tropicales y aliviar la presión sobre los recursos forestales

Es necesario, a la vez, crear nuevas alternativas en maderas para la industria hondureña del mueble, un sector de alto crecimiento en los últimos años a nivel de los mercados internacionales. Según Cerna (2000), Honduras ocupa el segundo lugar en exportación de muebles en America Latina, con un valor de US\$ 45 millones/año.

2.2 CARACTERIZACION DE *Vatairea lundellii* (Standl.) Killip ex Récord.

Vatairea lundellii (Standl.) Killip ex Récord, pertenece a la familia de las leguminosas (*Fabaceae*), específicamente al grupo de la *Papilionaceae*. En la actualidad existe una diferencia de opinión entre taxónomos en cuanto a la nomenclatura de esta familia. Algunos consideran a las leguminosas como una familia, taxonómicamente subdividida en tres subfamilias: *Caesalpinaceae*, *Mimosaceae* y *Papilionaceae* (Watson y Dallwitz, s.f.). Otros autores consideran cada subfamilia como una familia (Holdrige y Poveda, 1975)

2.2.1 Descripción de la familia *Leguminosae*

La familia de las leguminosas (*Leguminoceae* o *Fabaceae*) comprende una amplia diversidad de especies vegetales distribuidas en todo el planeta. Según Botanical Dermatology Database (s.f.), se han identificado alrededor de 16,400 especies, agrupadas en 675 géneros, adaptadas a una diversidad de condiciones ecológicas.

El hábito de crecimiento es muy variable, dependiendo de la especie, pudiendo adaptar la forma de árbol, arbusto, hierbas, lianas, plantas acuáticas y xerófitas.

Las leguminosas constituyen después de las gramíneas, las plantas más útiles al hombre (León, 1968). Se reconocen como fuente de alimento de alto valor protéico, fibras, gomas, resinas, aceites, proteínas y taninos para la industria farmacéutica y de agroquímicos. Algunas especies son explotadas como ornamental o como sombra para cultivos como café y cacao. La mayoría de éstas fijan nitrógeno atmosférico, en simbiosis con bacterias del género *Rhizobium* y *Bradirhizobium*, mejorando de esa forma la fertilidad del suelo. En los bosques tropicales constituye una fuente importante de maderas de alto valor económico (real o potencial).

2.2.2 Descripción del género *Vatairea*

El género *Vatairea* comprende un grupo de ocho especies de crecimiento arbóreo (Cuadro 1). Se encuentra ampliamente distribuido en América tropical, desde el Sureste de México, a lo largo de América Central principalmente, en la región costera atlántica, a través de Venezuela, hasta Bolivia (USDA Forest Service, 1998; Killen *et al.*, 1993).

Cuadro 1 Especies identificadas dentro del género *Vatairea*, distribuidas en América.

Especie		Distribución Geográfica
<i>V. lundellii</i>	(Standl.) Killip ex Récord	Mesoamérica.
<i>V. erythrocarpa</i>	(Ducke) Ducke	Costa Rica, Guyana Francesa
<i>V. macrocarpa</i>	(Benth) Ducke	Región amazónica en Brasil, Bolivia
<i>V. paraensis</i>	Ducke	Guyana Francesa (Región central)
<i>V. fusca</i>	Ducke	Brasil (Costa atlántica)
<i>V. guianensis</i>	Aub.	Brasil (Costa atlántica)
<i>V. heteroptera</i>	Ducke	Brasil (Costa atlántica)
<i>V. indicus</i>	Linneo	

Fuente: adaptada por el autor, de USDA Forest Service (1998), Killen *et al.* (1993).

Según USDA Forest Service (1998), el género es reconocido por su madera de buena calidad, comercializada generalmente a nivel local para trabajos de construcción, navegación, rieles de ferrocarril y carpintería en general.

Algunos nombres comunes que reciben las especies pertenecientes al género, según USDA Forest Service (1998), son: Tinco (México), Danto (Guatemala), Amargoso (Honduras), Amargo-Amargo (Panamá), Arisauru, Yaksaru (Guyana), Mora (Nicaragua), Gele Kabbes (Surinam), Angelim, Faveira (Brasil).

2.2.3 Descripción de la especie *Vatairea lundellii*.

Dentro de la caracterización ecológica y silvícola de una especie, es importante conocer su descripción botánica y dendrológica, su distribución geográfica, altitudinal y ecológica, y los requerimientos ambientales (climáticos y edáficos). A continuación se detalla la información existente en estos aspectos.

2.2.3.1 Descripción Botánica. La descripción botánica más completa de *V. lundellii*, hasta la fecha, es la realizada por Pennington y Sarukhan (1968). Según estos autores la especie posee las siguientes características:

- a. **Forma:** “Arbol hasta de 40 m y DAP (diámetro a la altura del pecho) hasta de 1 m; su tronco es muy derecho, con contrafuertes delgados y bien desarrollados, ramas ascendentes y copa redondeada y densa”.
- b. **Corteza:** “Externa lisa a someramente fisurada, pardo grisácea a moreno rojiza, a veces con grandes lenticelas protuberantes morenas. Interior de color crema rosado, granulosa, amarga; el grosor total de la corteza es de 7 a 20 mm”.
- c. **Madera:** “Albura de color crema amarillento a ligeramente pardo, con vasos grandes y abundante parénquima vasicéntrico, aliforme y confluyente; generalmente hay menos fibra que parénquima”.
- d. **Ramas jóvenes:** “Verde grisáceas a pardo oscuras, con grandes lenticelas longitudinales y protuberantes, escasamente pubescentes cuando jóvenes, glabras con la edad”.
- e. **Hojas:** “Yemas de 5 a 7mm de largo, filiformes, rodeadas por estipulas, verde parduscas. Estípulas 2, de 1.5 mm de largo, triangulares, agudas, morenas, glabras caedizas. Hojas dispuestas en espiral, decusadas o verticuladas, imparipinnadas de 12 a 55 cm, incluyendo el peciolo, compuestas por 10 a 21 folíolos, opuestos o alternos, de 2.5 x 1.5 a 18 x 5 cm, oblongo-lanceolados, con margen casi entero hasta fuertemente aserrado, ápices agudo o acuminado, base redondeada; verde oscuros y brillantes y glabros en el haz, verde grisáceos glabros o finamente pubescentes en el envés; raquis finamente pubescente o glabro; peciolos de 3 a 7 mm, glabros o pubescentes, pulvinados. Los árboles de esta especie cambian totalmente sus hojas en abril a mayo, en las zonas más secas de su área de distribución”.
- f. **Flores:** “En panículas terminales de 20 a 30 cm, pubescentes; pedicelos de 5 a 7 mm de largo; flores papilionadas, de 1.8 a 2 cm de largo; cáliz de 6 a 7 cm de largo,

infundibuliforme, con 5 dientecillos, pubescentes en la superficie externa; pétalos amarillos, 5; estandarte de 1.7 cm de largo, con el limbo orbicular, emarginado, unguiculado, glabro, alas de 1.6 cm de largo, oblongas, unguiculadas, glabras; quilla de 1.7 cm de largo, compuesta por 2 pétalos parcialmente unidos, oblongos redondeados con una cresta en el borde superior cerca de la base, unguiculados, glabros, estambres 10, desiguales, el más largo de 1.6 cm, 9 unidos por la mitad o más de su longitud, el décimo (superior) libre hasta la base; porción libre de los filamentos recorvada hacia arriba; estambres glabros; ovario estipitado, unilocular, uniovular, alargado, aplanado, pubescente, terminado en un estilo corto recorvado y pubescente, excediendo apenas los estambres; estigma pequeño simple. Florece de marzo a mayo”.

- g. Frutos:** “Vainas indehiscentes, de 10 cm de largo, aplanadas, terminadas en una gran ala membranosa delgada, finamente pubescente, morenas, con el cáliz y parte de la columna estaminal persistente, contiene una semilla aplanada, de 15 mm de largo, de color blanco cremoso”. Sin embargo, Holdridge y Poveda (1975) describen el fruto de *V. lundellii* como una legumbre samaroide y no como una vaina.

2.2.3.2 Distribución geográfica y altitudinal. La especie *V. lundellii* se encuentra distribuida en la región mesoamericana, desde el Sureste de México, a través de los bosques de la región atlántica centroamericana y Panamá. En Costa Rica la especie puede encontrarse también en la zona del pacífico. (Molina, 1975; Standley y Steyermark, 1940; INBio, 1997; Pennington y Sarukhan, 1968; Holdridge y Poveda, 1975).

Altitudinalmente, se distribuye desde cerca al nivel del mar hasta los 1000 msnm (INBio, 1997; Missouri Botanical Garden, s.f.).

En el territorio hondureño, *V. lundellii* se distribuye, principalmente, en la región atlántica y Central, en los departamentos de Atlántida, Cortés, Colón, Comayagua, Olancho, Santa Bárbara y Yoro (Benítez y Montesinos, 1988). Según el Missouri Botanical Garden (s.f.) y la revisión de muestras recolectadas y clasificadas en el Herbario Paul C. Standley de Zamorano, la especie se presenta en el región Centro-oriental y Norte del departamento de Olancho y Centro y Norte del departamento de Comayagua (Cuadro 2).

Cuadro 2. Especímenes botánicos de *V. lundellii*, en Honduras, colectados en el Herbario Paul C. Standley de Zamorano y Missouri Botanical Garden.

Municipio	Departamento	Sitio	Altura (msnm)	Observaciones
Catacamas ¹	Olancho	Carretera entre Catacamas y la presa	-	Bosque de galería
Yocón ¹	Olancho	Carretera a la Unión, desvío a Yocón	740	
Taulabé ¹	Comayagua	Carretera al norte, desvío a Taulabé	-	
Comayagua ¹	Comayagua	Colinas áridas cerca de Agua salada en el Valle de Comayagua	-	
Ajuterique ¹	Comayagua	El Pacón, 4 km al oeste de Ajuterique		
San Luis ²	Comayagua	Cercanía a San Luis	-	Arbol grande gigante

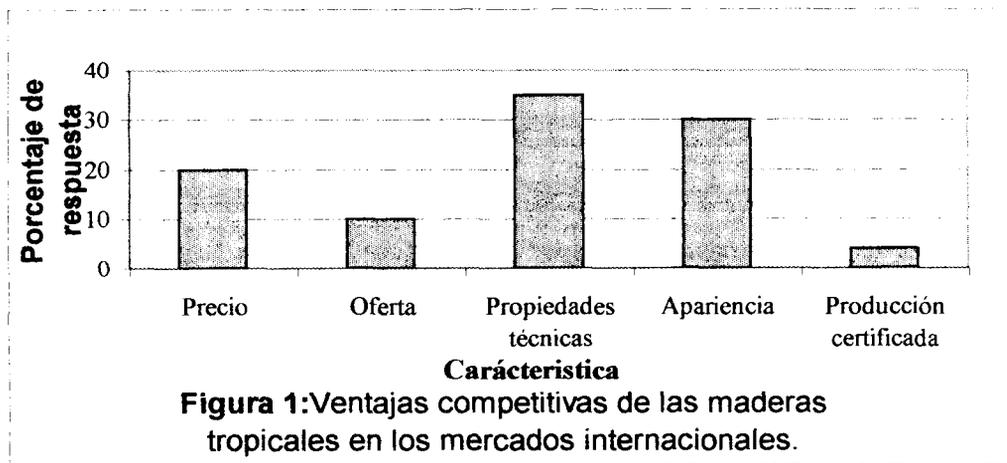
¹ Especímen botánico colectados en el Herbario Paul C. Standley, de El Zamorano.

² Espécimen botánico colectados en el Missouri Botanical Garden. Fuente: Missouri Botanical Garden. (s.f.)

2.2.3.3 Distribución ecológica. En la región Suroriental de México, *V. lundellii* forma parte del estrato superior de selvas altas y medianas perennifolia y subperennifolia, principalmente en suelos derivados de materiales calizos en compañía de *Terminalia amazonia*, *Dialium guianense* *Calophyllum brasiliense*, *Guatteria anomala*, *Manilkara zapota*. Puede desarrollarse también en suelos arcillosos y profundos derivados de margas calizas o rocas metamórficas o en suelos redzénicos someros con roca caliza aflorante (Pennington y Sarukhan, 1968; Rzedowski, 1986; Gómez-Pompa y Dirzo, 1995).

Holdrige y Poveda (1975) encontraron, en estudios de vegetación en Costa Rica, que *V. lundellii* se distribuye en regiones de baja elevación (0-800 msnm) con condiciones climáticas de seco a húmedo. Elbert (1971; citado por Missouri Botanical Garden, s.f.) señala desarrollo favorable de la especie en bosques hidrofíticos o de galería.

2.2.3.4 Propiedades de la madera y usos actuales. Las propiedades físicas y mecánicas de la madera, constituyen un factor importante para su selección, por parte del consumidor. Según Adams (2000), los consumidores de maderas tropicales en los mercados internacionales consideran que las propiedades técnicas y apariencia de éstas le proporcionan una mayor ventaja competitiva sobre otras maderas (Figura 1).



A continuación se detalla la descripción de la madera de *V. lundellii* realizada por el USDA Forest Service (1998); aunque no se describen las condiciones ni el sitio donde las muestras fueron recolectadas.

Color: Albura de color crema amarillento, se torna rápidamente café-anaranjado al exponerse al aire, dura y muy pesada; grano de la madera es recto y largo (USDA Forest Service, 1998).

- a. **Peso:** Densidad básica o gravedad específica (peso madera secado al horno/ volumen de la madera en verde) varía con el sitio de 0.55 a 0.64 g/cm (pesada a muy pesada); la densidad secado al aire es de 42 a 49 pcf (USDA Forest Service, 1998).
- b. **Secado y contracción:** la madera muestra una velocidad de secado al aire libre moderado, con mínimos o nulos defectos durante dicho proceso. No existen datos disponibles de tiempo de secado al horno. El grado de contracción de la madera en verde después de secado al horno es: radial 3.4%(media), tangencial 7.4%(alta), volumétrica 8.6% (USDA Forest Service, 1998).
- c. **Trabajabilidad:** Generalmente, la madera presenta características mecánicas moderadamente fácil de trabajar, pero el levantamiento y torcedura de granos durante el cepillado es muy común. Polvo fino producido durante el procesamiento puede afectar a algunos operarios (USDA Forest Service, 1998).
- d. **Durabilidad:** el duramen se muestra como moderadamente durable de acuerdo a pruebas de biodeterioro (USDA Forest Service, 1998). Según Holdrige y Poveda (1975), la madera de *V. lundellii* es muy resistente a la pudrición y al ataque de insectos, lo que lo hace muy apreciada para trabajos de construcción.
- e. **Preservación:** Según USDA Forest Service (1998), la madera de corazón proveniente de *V. lundellii* es muy difícil de preservar; sin embargo, tratamientos de savia muestran buenos resultados.
- f. **Usos:** La madera de *V. lundellii* es muy utilizada en trabajos de construcción, navegación, rieles de ferrocarril y carpintería en general (USDA Forest Service, 1998; Holdrige y Poveda, 1975). *V. lundellii* forma parte de las especies forestales no tradicionales. Según SmartWood (1999), en Guatemala la madera de Amargoso tiene un mercado parcialmente desarrollado (MDP), segmento de mercado de maderas constituido por especies aceptadas para ciertos usos, que se venden solamente a usuarios específicos y precios menores que las especies tradicionales como Cedro *Cedrela odorata*, Caoba *Swietenia macrophylla*, entre otras.

Es muy importante considerar que las propiedades físico-mecánicas de la madera varían no sólo de una especie a otra, sino también dentro de la misma especie, de acuerdo al sitio y las condiciones ecológicas del mismo, como se observa en el Cuadro 3. Ante ello, cualquier descripción de la madera de una especie debe especificar bajo que condiciones podrían ser validas¹.

¹ Agudelo N. 2000. Consideraciones sobre las propiedades físico-mecánicas de la madera. Carrera de Desarrollo Socio económico y ambiente. Escuela Agrícola Panamericana. *Comun per.*

Cuadro 3: Comparación de resultados de propiedades físico-mecánicas de *V. Lundellii*, descritas en tres fuentes bibliográficas.

Propiedades		Unidad	Green y Rosales (1996)	Benitez y Montesinos (1989)	Herrera y Morales (1993)
Propiedades Físicas					
Contenido de humedad		%	10		
Gravedad específica		g/cm ³	0.61 (pesada)	0.64 (muy pesada)	0.55 (media)
Contracción	Radial	%	3.4 (mediana)	4.6 (alta)	-----
	Tangencial	%	7.4 (alta)	8.1 (alta)	-----
	Volumétrica	%	8.6 (mediana)	13.1 (alta)	8.6 (mediana)
Propiedades mecánicas					
Módulo de elasticidad		kg /cm ²	191,108 (alto)	165,000 (alto)	
Módulo de ruptura		kg /cm ²	761		
Dureza Janka	Lateral	kg		644 (media)	
	Extremos	kg		833 (media)	
Durabilidad				durable y resistente a termitas	moderadamente durable a durable
Trabajabilidad				moderadamente difícil de trabajar con maquinaria de carpintería	moderadamente fácil de trabajar

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 MATERIALES.

3.1.1 Materiales para el levantamiento

- Vehículo de doble tracción para visitas de campo.
- Equipo de medición: vara telescópica, clinómetro Suunto, forcípula, cinta métrica, cinta diamétrica, regla.
- Equipo de colección de muestras botánicas: tijera, vara de corte, prensa para secar especímenes botánicos.
- Formularios para captura de datos en el campo (Anexo 1).
- Herramientas y equipo de aserrío: motosierra, sierra de banda.
- Equipo para escalar árboles.
- Largavistas
- Mapas topográficos
- Cámara fotográfica.

3.1.2 Materiales para el análisis y evaluación

- Computadora con programas para editar texto y hoja electrónica ("Word" y "Excel") y el programa estadístico SAS[®] ("Statistical Analysis System").
- Calculadora.

3.2 METODOLOGIA DE LEVANTAMIENTO

3.2.1 Reconocimiento terrestre de las áreas de distribución natural de la especie y levantamiento de parcelas de muestreo

Se identificaron los sitios geográficos donde aparece el Amargoso, bajo condiciones de bosque natural, sitios abiertos o semiabiertos (Cuadro 4).

El sitio se caracterizó ecológica y climáticamente, a través del Sistema de Clasificación de Zonas de Vida de Holdridge (1982). Para sitios donde existen registros históricos de clima se complementó el reconocimiento terrestre, con la información de estaciones

meteorológicas del Departamento de Servicios Hidrológicos y Climáticos de la Dirección General de Recursos Hídricos (Cuadro 5).

Cuadro 4. Sitios de distribución de *V. lundellii*.

Departamento	Municipio	Sitio	Altitud msnm	Condición del sitio
Comayagua	Comayagua	Las Liconas	450	Suelo aluvial cercano a nacimiento de agua
	La Libertad	La Libertad	450	Bosque de galería del Río Salitroso.
	Taulabé	Taulabé	548 -567	Suelo aluvial a 300 m del cauce de río.
	San Jerónimo	San Jeronimo	340	Bosque de galería, concentrado a orilla de la quebrada
Cortés	Santa Cruz de Yojoa.	Lago de Yojoa	640	Cafetales sobre suelo aluvial en tierra firme
Olancho	Catacamas	Montaña de Catacamas	450 - 520	Bosque maduro a 200 m del cauce de quebrada.
	Manguile	Culantrillo	610	Cafetales sobre suelo aluvial a 100 m de cauce del río.
	Yocón	Desvío a Yocón.	740	Cafetales sobre suelos aluviales a orilla de río.
	Yocón	El Escribano	780	Cafetales sobre suelos aluviales a orilla de río.
	Yocón	El Jengibre	750	Cafetales sobre suelos aluviales a orilla de río.
	Yocón	La Jaguilla	700	Bosque de galería fuertemente degradado
Yoro	Victoria	Ojo de Agua	400	Bosque de galería en quebrada intermitente y cercano de nacimiento de agua

Fuente: Elaboración propia. 2000.

Cuadro 5. Características climáticas de los sitios de distribución de *V. lundellii*.

Estación Meteorológica	Precipitación anual (mm)			Temperatura anual (°C)			Altitud (msnm)
	Máx.	Med.	Mín	Máx.	Med.	Mín	
Campamento, Olancho		1271.0			22.5		706
La E.N.A., Catacamas					26.0		500
Las Flores, Comayagua	1226.4	730.3			24.6		620
La Unión, Olancho	1764.0	1109.8	1025.0				780
Las Playitas, Comayagua		837.6					595
San Jerónimo, Comayagua	2030.0	1616.1	1176.6	26.5	25.3	24.3	440
Taulabé, Comayagua		2210.0					580
Victoria, Yoro	1571.1	1279	1135.4		25.3		360

Fuente: Adaptada de Departamento de Servicios Hidrológicos y Climáticos de la Dirección General de Recursos Hídricos. (Ver anexos 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11).

3.2.1.1 Selección y delimitación de la unidad de estudio por sitio

En cada sitio visitado se estableció una parcela circular de muestreo de 50 m de radio (7853.98 m²), tomando como punto de referencia el árbol más céntrico dentro del lote. En cada parcela se determinó las especies asociadas, número de individuos de *V. lundellii* y de todas las especies, abundancia relativa, y las variables dasométricas más importantes

para la especie: diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total y comercial, factor de forma y volumen total.

3.2.2 Caracterización ecológica de *V. lundellii*

La caracterización ecológica de la especie en estudio fue realizada determinando los siguientes elementos de interés:

3.2.2.1 Descripción dendrológica y botánica de la especie, en base a la observación directa en el campo, complementado con la recolección de especímenes para su identificación y descripción en el Herbario Paul C. Standley de Zamorano¹.

3.2.2.2 Distribución geográfica y ecológica. Se identificaron los sitios visitados en función de la ubicación geográfica - altitudinal y ecosistema al cual pertenece. A nivel local o *in situ* se observó la distribución horizontal de la especie, con relación a su cercanía del cauce de fuentes de agua y variación de humedad en el suelo, y su ubicación vertical o estrato vertical en el que se establece la especie.

3.2.2.3 Levantamiento de la vegetación asociada a *V. lundellii*. Se consideró en el muestreo sólo las especies forestales de valor económico, con DAP mayor o igual a 5 cm o altura mayor o igual a 6 m. La identificación de éstas se realizó en el campo a partir de observación directa de características dendrológicas y botánicas². De cada especie se recolectaron muestras botánicas para su identificación en el Herbario Paul C. Standley de Zamorano¹.

3.2.2.4 Aspectos fenológicos y de regeneración de la especie. Se determinó la regeneración natural de la especie en función de la densidad apreciable y vigor de plántulas, entre los meses de agosto y octubre, a la vez que se evaluó medios vegetativos de reproducción. Se complementó la variable con el análisis de las propiedades de semillas recolectadas en el campo, con la ayuda del Laboratorio de Semillas de la empresa Semillas Tropicales (SETRO).

3.2.3 Caracterización silvícola de *V. lundellii*

Las características silvícolas de la especie permiten determinar los tratamientos silvícolas necesarios, el potencial para el establecimiento de plantaciones de la especie, potencial productivo y dinámica de bosque natural. Con tal fin se determinaron los siguientes elementos:

¹ La descripción botánica de *V. lundellii* y la identificación de especies asociadas se realizó con la ayuda del Dr. Antonio Molina en el Herbario Paul C. Standley de Zamorano.

² La identificación de especies asociadas en el campo se realizó con la ayuda de Nelson Agudelo, Ingeniero forestal, ecólogo y Jorge Araque, colector asistente del Herbario Paul C. Standley.

3.2.3.1 Gremio ecológico. Se determinó el comportamiento de la especie como respuesta a la variación en la cantidad de luz solar y tamaño del claro.

3.2.3.2 Vías de regeneración alternativas a la semilla Se observó la capacidad de rebrote: crecimiento y vigor de los mismos en sitios distintos.

3.2.3.3 Variables dasométricas más importantes. Dentro de cada parcela de muestreo se determinaron las variables dasométricas más importantes para la especie. Las mediciones de cada sitio se registraron en el formulario que ilustra el anexo 1.

- **Diámetro a la altura del pecho (DAP):** se midió en forma cruzada con forcípula de precisión, y cinta diamétrica (en cm). La medición se tomó a una altura de 1.3 m en arboles sin gambas o 30 cm por encima de las gambas, en caso de árboles con presencia de las mismas.
- **Altura total (ALTO):** Se define como la perpendicular que baja desde la cima del árbol hasta un plano horizontal que pasa por la base del mismo (Agudelo, 1997). La medición se realizó con la estimación del clinómetro y vara telescópica para árboles con altura menor a 15 m.
- **Altura comercial:** Se midió la altura del árbol hasta un diámetro aprovechable, que proporcione una troza comercial para aserrío con sierra de banda.

3.2.3.3.1 Funciones y tablas de volumen. Para estimar el potencial productivo de cualquier especie en forma rápida resulta necesario desarrollar tablas de volumen. De acuerdo a Egüez (1999) el volumen puede ser calculado estableciendo una relación entre el DAP y la altura de los árboles medidos, con el volumen de los mismos. La obtención del volumen del árbol se realizó de la siguiente forma:

- Medición de DAP, altura total y comercial de árboles derribados en tres sitios: Catacamas, Yocón y Comayagua. Posteriormente éstos fueron seccionaron en porciones de dos metros de longitud, partiendo de la base. En cada dos metros se midió el diámetro con corteza y el espesor de la corteza.

3.2.3.4 Propiedades físico - mecánicas y de utilización potencial de la especie: Dichas características se evaluaron en el Laboratorio de Madera del Centro de Utilización de los Productos Forestales (CUPROFOR) a partir de cuatro muestras de madera extraídas de dos árboles derribados en sitios distintos:

- **Arbol 1:** procedente de Yocón, Olancho, sitio clasificado ecológicamente como **bosque húmedo subtropical**. El individuo tenía un DAP de 61.5 cm y altura total de 30 m.
- **Arbol 2:** procedente de Comayagua, Comayagua, sitio clasificado ecológicamente como **bosque seco subtropical**, con 71.1 cm de DAP y 28.1 m de altura total.

Para cada árbol se tomaron dos muestras de 4 pies de largo (13.2 m): la primera a la altura del DAP (1.3 m) y la segunda a 19 pies (62.32 m) a partir del DAP.

3.3 METODOLOGIA DE EVALUACION

3.3.1 Caracterización Ecológica de *V. lundellii*

La caracterización ecológica de la especie en estudio fue realizada en base a los siguientes criterios:

3.3.1.1 Descripción dendrológica y botánica de *V. lundellii*.

La descripción dendrológica se realizó directamente en el campo, con la ayuda del Ingeniero Nelson Agudelo, mediante observación de individuos característicos, en dos sitios, uno seco (Comayagua) y un ecosistema más húmedo (Yocón), para comparar y evaluar variación en las características de la especie con las condiciones climáticas.

La descripción botánica de la especie y el dibujo de sus partes se realizó en base a revisión de literatura existente, reforzada con las observaciones hechas en el campo.

3.3.1.2 Distribución geográfica y ecológica de la especie.

La distribución geográfica se evaluó en términos de los sitios geográficos donde se encontró la especie, su ubicación política y su elevación en msnm.

La distribución ecológica se evaluó en término de los ecosistemas donde se encontró la especie y los rangos para los dos factores climáticos: precipitación promedio total anual y biotemperatura media anual. Los ecosistemas fueron clasificados, como se mencionó anteriormente, en base al Sistema de Zonas de Vida de Holdridge (1996).

El Sistema de Zonas de vida de Holdridge se basa en elementos bioclimáticas:

- Altitud en msnm, parámetro que determina el piso térmico al que pertenece el ecosistema.
- Biotemperatura media anual en °C. Para aquellos estaciones con temperatura media mensual superior a 24 °C, la biotemperatura media mensual se calculó por medio del siguiente modelo matemático (Holdridge, 1996):

$$t^{\text{bio}} \text{ (en } ^\circ\text{C)} = t - \frac{(3 * \text{Grados de latitud}) * (t - 24)^2}{100} \quad [1]$$

- Precipitación promedio total anual (mm), para un largo período de registro.

A nivel local o *in situ* se evaluó la distribución horizontal de la especie con relación a la variación de humedad en el suelo y su cercanía del cauce de agua, y su ubicación vertical en base a la altura que alcanzaron las copas de individuos de la especie en relación con las demás especies, para determinar con ello el estrato al que pertenece la especie.

3.3.1.3 Aspectos fenológicos de la especie

La información relevante de cambio fenológico a lo largo del año, en la zona, se determinó por medio de observación del sitio realizada por Jorge Araque³ y entrevistas informales con habitantes de la comunidad. Bajo este enfoque se analizó las variables: época de floración, época de fructificación y pérdida del follaje.

3.3.1.4 Especies forestales de valor económico asociadas a *V. lundellii*

Las especies forestales de valor económico, asociadas a *V. lundellii* fueron identificadas al nivel de familia taxonómica, género y especie, basándose en características dendrológicas y botánicas particulares³. Para las especies no clasificadas en el terreno se recolectaron muestras botánicas para su identificación por comparación con especímenes del Herbario Paul C. Standley de Zamorano con la ayuda del Dr. Antonio Molina.

3.3.1.5 Regeneración natural.

Se evaluó, de forma comparativa, la regeneración natural de la especie en sitios abiertos, semiabiertos y bajo condiciones de bosque maduro, para determinar la dinámica poblacional y los requerimientos de luz solar de la misma.

Se complementó la evaluación de esta variable con el análisis de las propiedades de semillas de la especie, con la ayuda del Laboratorio de Semillas de la empresa Semillas Tropicales (SETRO). Las pruebas fueron realizadas de acuerdo a las reglas de ISTA⁴.

3.3.2 Caracterización Silvícola de *V. lundellii*.

La evaluación de las características silvícolas permite el manejo de bosque y de especies forestales con fin de obtener una producción continua y sostenible de bienes y servicios (Agudelo, 1998). La caracterización silvícola fue realizada en función de los siguientes elementos de interés:

³ La identificación de especies asociadas en el campo se realizó con la ayuda Nelson Agudelo, Ingeniero forestal y ecólogo; y Jorge Araque, colector asistente del Herbario Paul C. Standley.

⁴ Ochoa, Oscar. 2000. Metodología para la determinación de propiedades de semilla. *Comun. per.*

3.3.2.1 Gremio ecológico: se determinó el número de individuos de la especie y vigor apreciable de los mismos a nivel de plántulas, latizal y fustal bajo condiciones de bosque natural, sitios abiertos y semiabiertos. Dicha información se complementó con la elaboración de curvas de distribución diamétrica. Con base en estas características se identificó el gremio o grupo ecológico de la especie, sus requerimientos de iluminación para el proceso de regeneración y su largo de vida. Información necesaria para determinar el tipo y grado de intervención silvícola de la masa poblacional bajo manejo tanto a nivel de bosque natural y de plantaciones.

Adicionalmente se evaluó la existencia o no de gregarismo de la especie en masas naturales y sitios intervenidos, en función de la distribución de los individuos de la especie, número de individuos con DAP mayor o igual a 5 cm, abundancia relativa y vigor. Agudelo (1998) define el gregarismo natural como la capacidad de una especie de conformar masas puras de pocos o muchos individuos.

3.3.2.2 Vías alternativas de regeneración: se evaluó el tipo y capacidad de rebrote de la especie, su vigor y viabilidad de manejo de la especie bajo sistema de monte bajo.

3.3.2.3 Evaluación de las variables dasométricas.

Los elementos que determinan la productividad de la especie (DAP, altura total y altura comercial) se evaluaron en función del efecto que sobre ellas podrían tener las condiciones ecológicas-climáticas bajo las cuales crece incluyendo: ecosistemas o zonas de vida, altitud, sitio, densidad natural y abundancia. Con tal fin, se aplicó el análisis de varianza (ANDEVA) considerando varias fuentes de variación, tomando como efecto verdadero o significativas a un nivel de $P < 0.25$.

Los factores que incluyen características cuantitativas, como abundancia, altitud de los sitios y densidad natural, se agruparon en tres clases, definidas estadísticamente, con el objetivo de aumentar los grados de libertad para el modelo estadístico. El rango para cada clase se describe en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Rango para las clases en factores ecológicos-climáticos evaluados.

Clase o Categoría	Rango	Factores ecológicos evaluados		
		Altitud (msnm)	Densidad (árboles/ha)	Abundancia relativa (%)
Baja	$< \mu - 0.5 \delta$	< 496	<10.5	<12.5
Media	$\mu \pm 0.5 \delta$	496 - 665	10.5 - 23.3	12.5 - 23.6
Alta	$> \mu + 0.5 \delta$	>665	>23.4	>23.6

Para cada factor se aplicó la Prueba múltiple de medias de Tukey, considerando como diferencia estadística significativa entre categorías, un nivel $P < 0.25$.

El potencial productivo del amargoso bajo las condiciones naturales, se evaluó en función de los siguientes indicadores dasométricos:

Area basal (AB): Se determinó como el área circular de corte transversal del fuste a la altura del DAP.

$$AB (m^2) = \pi (DAP / 2)^2 = 0.7854 (DAP)^2 \quad [2]$$

- Donde el DAP es expresado en metros.

Area basimétrica: es la suma de las secciones de los fustes a la altura de 1.3 m (DAP), pertinentes a todos los árboles de una superficie determinada (Cortés, 1997)

Volumen comercial: para calcular el volumen con y sin corteza, se utilizó la formula de Smalian, la cual cubica correctamente árboles con forma paraboloidal (Prodan *et al.*, 1997).

$$V_i = \frac{g_b + g_s}{2} * L = 0.7854 \left(\frac{d_b^2 + d_s^2}{2} \right) * L \quad [3]$$

Donde:

- V_i = volumen de la sección i (m^3).
- g_b = área de la base mayor (m^2)
- g_s = área de la base menor (m^2)
- L = largo de la sección i (m)

Con la información de campo procesada se desarrollaron modelos de regresión para estimar el volumen sin y con corteza a través del DAP y altura, con la ayuda del programa estadístico SAS[®] ("Statistical Analysis System").

Cuociente de forma (k). Prodan *et al.* (1997), definen el cuociente de forma como la razón entre un diámetro superior del fuste y un diámetro de referencia, que normalmente es el diámetro a la altura del pecho (DAP).

Con la información de diámetro a distintas alturas del fuste comercial, obtenida de los mismos árboles utilizados en el cálculo del volumen, se construyó un modelo matemático para estimar el cuociente de forma a distintas alturas relativas.

$$k_j = \frac{d_j}{dap} \quad [4]$$

Donde:

- k_j = cuociente de forma falso a la altura j desde la base.
- d_j = diámetro a la altura j desde la base (cm).
- dap = diámetro a la altura del pecho (cm)

A partir de estimaciones del modelo matemático, se construyó la serie de ahusamiento o conicidad del tronco a partir de la división relativa del fuste (altura expresada como porcentaje en relación con la altura comercial total), para determinar la variación del

diámetro. Con esta información se determinó la figura geométrica que mejor describe la forma del fuste del amargoso (Ver anexo 14).

3.3.2.4 Propiedades Físico - mecánicas y de utilización potencial de la especie.

El análisis de las muestras de madera en el Laboratorio de CUPROFOR, permitió determinar las siguientes propiedades de interés para determinar el potencial de la especie:

3.3.2.4.1 Propiedades físicas

Las propiedades físicas incluyen las siguientes variables:

- **Densidad básica:** Relación entre el peso seco de la madera y el volumen verde o saturado.
- **Contracción:** Disminución de las dimensiones de la madera por pérdida de humedad expresada en porcentaje. La madera se contrae en dos sentidos: plano radial, tangencial (Cuadro 7).

Cuadro 7. Escala de clasificación para los valores de contracción de la madera.

Categoría	Contracción (%)	
	Tangencial	Radial
Muy baja	0 - 3.5	0 - 2.0
Baja	3.6 - 5.0	2.1 - 3.0
Mediana	5.1 - 6.5	3.1 - 4.0
Alta	6.6 - 8.0	4.1 - 5.0
Muy alta	> 8.1	> 5.1

Fuente: Benítez y Montesinos (1989).

3.3.2.4.2 Propiedades mecánicas. Todas las pruebas para determinar las propiedades mecánicas se realizaron siguiendo los procedimientos de "American Society for Testing and Materials" (ASTM) (Cuadro 8).

- **Dureza:** Resistencia de la madera a la penetración (Benítez y Montesinos, 1989). Su determinación se realizó en base a una probeta (trozo de madera) de dimensiones 5 x 5 x 15 pulg. (12.7 x 12.7 x 38.1 cm) Esta propiedad se mide en función de:
 - **Resistencia lateral:** Resistencia de la madera a impactos como golpes y ralladuras en el plano perpendicular a la fibra.
 - **Resistencia extrema:** Resistencia de la madera en el extremo de la fibra cortado en un plano radial.

- **Flexión de la madera:**

- **Módulo de elasticidad** La tensión de tracción o compresión de la madera para provocar una transformación unitaria igual a 1.
- **Módulo de ruptura:** Resistencia calculada en las fibras superiores e inferiores de una viga, cargada al máximo; medida de la capacidad de una viga para soportar una carga aplicada lateralmente y durante un tiempo corto (Benítez y Montesinos, 1989).
- **Cizalle (Resistencia máxima):** Esfuerzo cortante paralelo a la fibra. Es el esfuerzo que provoca o tiende a provocar que una zona de una pieza de madera resbale sobre su contigua, a lo largo de un plano paralelo (Benítez y Montesinos, 1989).
- **Clivaje (Resistencia máxima):** trabajabilidad de la madera determinado a través de procedimientos de ASTM.

Cuadro 8. Escala de clasificación de mediciones de propiedades mecánicas de la madera, según estándares de "American Society for Testing and Materials" (ASTM)

Clasificación	Flexión		Dureza		Cizallamiento		Clivaje radial
	M. Ruptura kg/cm ²	M. Elasticidad 1000 kg/cm ²	Extremos kg/cm ²	Lateral kg/cm ²	Radial kg/cm ²	Tangencial kg/cm ²	
Muy alta	1780	2138	1515	1500	142	159	18.4
Alta	1520	1853	1195	1105	126	140	15.8
Mediana	1010	128.3	660	540	90	99	11.1
Baja	510	71.3	275	175	49	56	6.2
Muy baja	265	43.8	110	40	28	34	3.7

Fuente: Benítez y Montesinos (1989).

3.3.2.4.3 Usos Actuales y Potenciales de la especie. Usos actuales a nivel local se realizaron por medio de entrevistas informales a pobladores en comunidades cercanas a sitios donde se encontró la especie, incluyendo dentro de este grupo a personas mayores y operarios de motosierra. Usos potenciales de la especie se realizaron en base al estudio de propiedades físico-mecánicas de la madera.

4. RESULTADOS

4.1 DESCRIPCIÓN DENDROLÓGICA Y BOTÁNICA DE *Vatairea lundellii* (Standl.) Killip ex Record.

El amargoso presenta características morfológicas relativamente poco variables. Estas se describen a continuación como una herramienta que facilita su identificación en el bosque, particularmente en masas maduras con altas mezcla de especies vegetales.

4.1.1 Descripción Dendrológica.

Forma: Arbol grande a muy grande normalmente dominante dentro del bosque, con altura hasta 40 m, y 1.39 m de dap; tronco recto, fuste cilíndrico, limpio hasta 20 m (promedio 17 m), con gambas delgadas medianamente desarrolladas (hasta 2 m de alto) o mínimas (hasta 1 m) bajo condiciones climáticas secas; su copa de forma redondeada, normalmente se encuentra en el último tercio de la altura del tronco.

Corteza inerme (sin espinas), ligeramente áspera con presencia de lenticelas, delgada de 10 a 17 mm, en la base del tronco, de color gris oscuro, ligeramente con manchas blancas. Corteza externa de color rosado a rojo claro, ligeramente granulada; corteza interna es de color amarillo pálido, de sabor amargo, sin olor característico.

Ramas jóvenes: Verde grisáceas a pardo oscuras, con grandes lenticelas longitudinales y protuberantes, escasamente pubescentes cuando jóvenes, glabras con la edad (Pennington y Sarukhan 1968).

Flor: papilionada de color morada, dispuestas en panículas. Floración de abril a mayo. Fructificación de mayo a junio.

Nombres comunes: Palo de zope, amargo, amargoso.

4.1.2 Descripción Botánica.

La descripción botánica de *V. lundellii* presentada a continuación corresponde a trabajos realizados por Pennington y Sarukhan (1968); Standley y Steyermark (1940), complementada con observaciones de campo:

Hojas: “Yemas de 5 a 7mm de largo, filiformes, rodeadas por estipulas, verde parduscas. Estípulas 2, de 1.5 mm de largo, triangulares, agudas, morenas, glabras caedizas. Hojas dispuestas en espiral, decusadas o verticuladas, imparipinnadas de 12 a 55 cm, incluyendo el peciolo, compuestas por 10 a 21 folíolos (comúnmente 12 a 17), opuestos o alternos, de 2.5 x 1.5 a 18 x 5 cm, oblongo-lanceolados, con margen casi entero hasta fuertemente aserrado en brotes jóvenes, ápices agudo o acuminado, base redondeada; verdes oscuros y brillantes y glabros en el haz, verde grisáceos glabros o finamente pubescentes en el envés; raquis finamente pubescente o glabro; peciolos de 3 a 7 mm, glabros o pubescentes, pulvinados. Los árboles de esta especie cambian totalmente sus hojas en abril a mayo, en las zonas más secas de su área de distribución”.

Flores: “En panículas terminales de 20 a 30 cm, pubescentes; pedicelos de 5 a 7 mm de largo; flores papilionadas, de 1.8 a 2 cm de largo; cáliz de 6 a 7 cm de largo, infundibuliforme, con 5 dientecillos, pubescentes en la superficie externa; pétalos amarillos, 5; estandarte ca. 1.7 cm de largo, con el limbo orbicular, emarginado, unguiculado, glabro, alas ca. 1.6 cm de largo, oblongas, unguiculadas, glabras; quilla ca. 1.7 cm de largo, compuesta por 2 pétalos parcialmente unidos, oblongos redondeados con una cresta en el borde superior cerca de la base, unguiculados, glabros, estambres 10, desiguales, el más largo ca. 1.6 cm, 9 unidos por la mitad o más de su longitud, el décimo (superior) libre hasta la base; porción libre de los filamentos recorvada hacia arriba; estambres glabros; ovario estipitado, unilocular, uniovular, alargado, aplanado, pubescente, terminado en un estilo corto recorvado y pubescente, excediendo apenas los estambres; estigma pequeño simple. Florece de marzo a mayo”.

Frutos: “Legumbre samaroides, indehiscentes, ca. de 10 cm de largo, aplanadas, terminadas en una gran ala membranosa delgada, finamente pubescente, morenas, con el cáliz y parte de la columna estaminal persistente, contiene una semilla aplanada, de 15 mm de largo, de color blanco cremoso”.

4.2 CARACTERIZACION ECOLÓGICA DE *V. lundellii*

4.2.1 Distribución geográfica.

V. lundellii se encuentra ampliamente distribuido en el litoral atlántico y zona central en el territorio hondureño, en las cuencas de los ríos Ulua, Aguán, Leán y Patuca, en sitios de baja elevación, entre los 340 y 780 msnm. La especie puede encontrarse en la región Norte, Centro y Centro-oriental del departamento de Olancho, Centro y Norte del departamento de Comayagua, y en el departamento de Cortés, Yoro y Atlántida, siempre que encuentre condiciones ecológicas y climáticas adecuadas (Figura 2)

4.2.2 Distribución ecológica.

El amargoso muestra una relativa plasticidad ecológica. La especie crece bien en el piso térmico basal, con altura menor a 1000 msnm, en las zonas de vida: bosque muy húmedo, húmedo y seco subtropical, bosque húmedo y seco tropical, con transición a subtropical

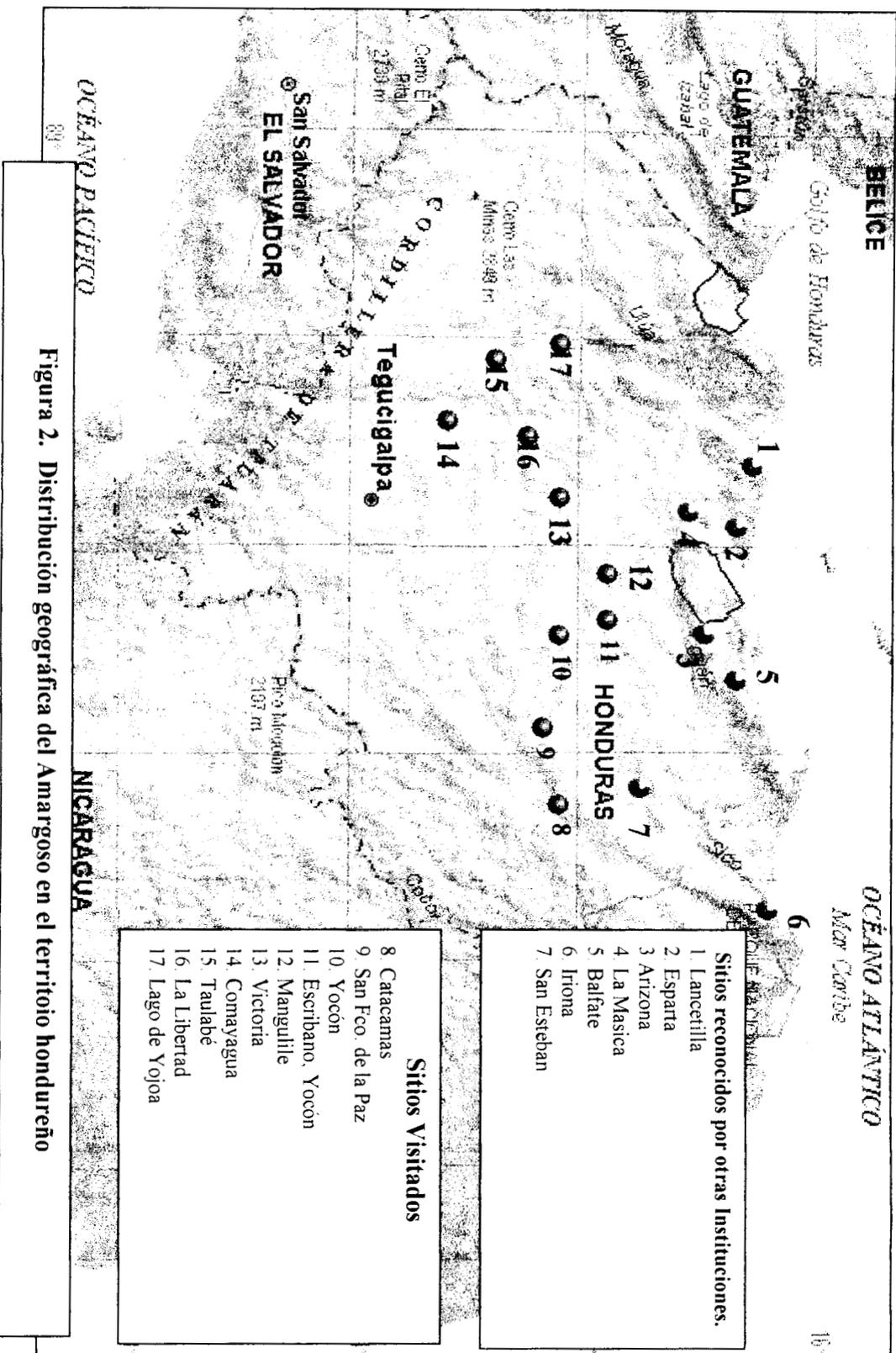


Figura 2. Distribución geográfica del Amargoso en el territorio hondureño

(Cuadro 9). Su crecimiento óptimo lo alcanza en el bosque húmedo tropical, en el húmedo y muy húmedo subtropical.

Cuadro 9. Características climáticas y ecológicas de los sitios en donde se detecto la presencia de la especie bajo condiciones naturales.

Sitio	Zona de Vida		t ^{bio} media anual (°C) ¹	Precipitación promedio total anual (mm)	Elevación (msnm)
	Nomenclatura	Prosa			
Victoria, Yoro	bs- 	Bosque seco tropical, transición a subtropical	23.5	1107.2	400
Yocón, Olancho	bh-S	Bosque húmedo subtropical	18 - 24	1100 - 1300	740
Escribano, Yocón	bh-S	Bosque húmedo subtropical	18 - 24	1100 - 1300	780
El Culantrillo, Manguilile	bh-S	Bosque húmedo subtropical	18 - 24	1100 - 1300	610
La Jaguilla, Yocón	bh-S	Bosque húmedo subtropical	18 - 24	1000 - 1300	700
Catacamas, Olancho	bh-S	Bosque húmedo subtropical	23.28	1000 - 1400	450 - 520
La Libertad, Comayagua	bmh-S	Bosque muy húmedo subtropical	18 - 24	2000 - 4000	
San Jerónimo Comayagua	bh-S	Bosque húmedo subtropical	23.59	1600	340
Comayagua, Comayagua	bs-S	Bosque seco subtropical	18 - 24	500 - 880	450
Jengibre, Yocón Olancho	bh-S	Bosque húmedo subtropical	18 - 24	1000 - 1300	750
Taulabé, Comayagua	bh- 	Bosque húmedo tropical, transición a subtropical	21.5 - 24	2100 - 2200	548 - 567
Lago de Yojoa, Cortés.	bmh-S	Bosque muy húmedo subtropical	18 - 24	3600	640

¹ Biotemperatura media anual.

4.2.3 Distribución local de la especie a nivel de ecosistema.

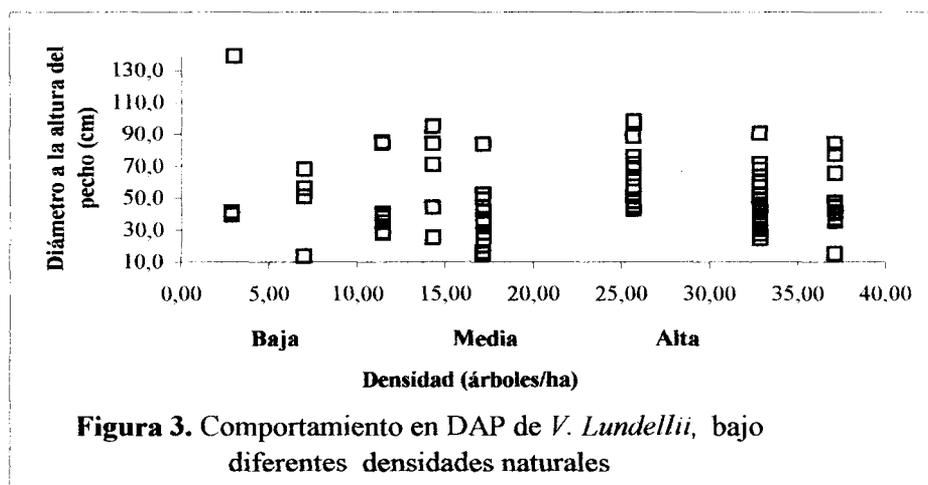
Las condiciones climáticas, particularmente agua, son muy importantes para el establecimiento y crecimiento normal de la especie. En sitios abiertos y semiabiertos con baja precipitación o mal distribuida, *V. lundellii* se ubica en los suelos con buen contenido de humedad durante todo el año; normalmente en suelos aluviales o formando parte de bosques de galería a corta distancia de un río o quebrada.

Mientras que bajo condiciones de mayor humedad como en el Lago de Yojoa o bajo bosque maduro como en la Montaña de Catacamas, la especie se adapta muy bien a suelos sin influencia de algún cauce superficial de agua.

4.2.4 Comportamiento en masas naturales.

En condiciones naturales la especie tiene la capacidad de formar masas homogéneas y rodales de buen crecimiento. En las comunidades boscosas visitadas, bajo condiciones de bosque maduro y sitios semiabiertos se encontraron densidades naturales de 3 a 37 árboles/ha (Promedio=15.8), normalmente distribuidos a una corta distancia entre ellos. Dentro de este rango de densidades de árboles adultos, no se observa un efecto negativo significativo en el diámetro a la altura del pecho con incrementos en la población de la especie (Figura 3).

Con tales antecedente, se describe a *V. lundellii* como una especie de **hábito gregario** en masas naturales, con potencial para el establecimiento de plantaciones.



Sin embargo, esta característica gregaria de la especie tiende a desaparecer a nivel del bosque maduro de ecosistemas muy húmedos de tierras bajas. Ante los altos grados de mezcla que caracterizan estos ecosistemas, la especie se presenta en densidades muy bajas, menos de 1 árbol/ha (Cuadro 10).

4.2.5 Aspectos fenológicos de la especie

El follaje del amargoso es normalmente permanente a lo largo del año. Sin embargo, bajo condiciones secas los árboles cambian totalmente sus hojas entre los meses de abril a mayo. Su período de floración, se presenta en los meses de abril a mayo; y su fructificación en mayo a junio.

Cuadro 10. Densidades por ha del Amargoso, en nueve Unidades de Manejo del Programa de Desarrollo del Bosque Latifoliado (PDBL⁵)

Sitio	Municipio	Departamento	Año	Densidad (árboles/ha)
Lucinda	Balfate	Colón	2000	0.1
Embarcaderos	Iriona	Colón	1996	0.6
Venado	Iriona	Colón	1995	0.1
Trigrito	Iriona	Colón	1995	0.7
Mezapita	Esparta	Atlántida		0.1
Piedras de Afilar	Esparta	Atlántida	1996	0.1
San Juancito	Arizona	Atlántida	1996	0.1
Zapote	La Masica	Atlántida	1999	0.1
Jocomico	San Esteban	Olancho	1999	1.3

4.2.6 Regeneración natural

La regeneración natural de la especie, en los meses de julio a octubre, es abundante (densidades desde 5,000 a 16,000 plántulas/ha) en sitios semiabiertos, a mínima o pobre bajo condiciones de bosque maduro. En estas últimas, las plántulas muestran menor vigor y crecimiento, distribuidas normalmente en lugares cerca de senderos o pequeños claros.

En los sitios semiabiertos, pese a la abundancia de pequeñas plántulas en los meses anteriormente indicados, se presenta una elevada tasa de mortalidad de éstas y sólo muy pocas alcanzan establecerse. En los sitios visitados, individuos con diámetro menor a 5 cm son muy escasos a nulos; y en su mayoría producto de rebrotes de tocón (Figura 4).

4.2.7 Especies de valor económico asociadas a *V. lundellii*.

En las comunidades boscosas estudiadas, el amargoso se encontró asociada a 63 especies forestales o arbóreas, distribuidas taxonómicamente en un total de 55 géneros y 25 familias. Especies de la familia *Leguminosae*, son las que se encontraron con mayor frecuencia, asociadas a *V. lundellii*. La mayoría de las especies asociadas son de valor económico real o potencial, algunas se comercializan abiertamente en los mercados de maderas nobles tropicales como la caoba del atlántico (*Swietenia macrophylla* King), caoba del pacífico (*S. humilis* Zuccarini), cedro (*Cedrela odorata* L.), nogal (*Juglans olanchana* Standl. & L.O. Wms.), granadillo rojo (*Dalbergia tucurensis* D. Sm.) y laurel negro, *Cordia alliodora* (Ruíz et Pavón) Oken.

⁵ Meza, Rafael. 2000. Existencias de Amargoso en bosques latifolido del Litoral atlántico. Asesor Forestal del Programa de Desarrollo del Bosque Latifoliado (PDBL). *Comun per.*

Cuadro 11. Distribución por familia de las especies de valor económico asociadas a *V. lundellii*

No.	Nombre científico	Nombre común	Familia
1	<i>Acacia sp.</i>	Cachito	Leguminosae
2	<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	Cola de zorro	
3	<i>Andira inermis</i> (Sw.) Kunth	Almendro de río	Papilionaceae
4	<i>Annona muricata</i> L.	Anona	Anonaceae
5	<i>Ardisia paschalis</i> D. Sm.		Myrsinaceae
6	<i>Ardisia revoluta</i> Kunth.		Myrsinaceae
7	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Ronrón	Anacardiaceae
8	<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz	Masica	Moraceae
9	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Indio desnudo, jifocua	Burseraceae
10	<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	María, Santa María	Guttiferae
11	<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC.	Sálamo	Rubiaceae
12	<i>Castilla elastica</i> Seesé	Hule	Moraceae
13	<i>Cecropia peltata</i> L.	Guaruma	Moraceae
14	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	Meliaceae
15	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	Ceiba	Bombacaceae
16	<i>Cojoba arborea</i> (L.) Britton & Rose.	Barba de Jolote	Mimosaceae
17	<i>Cordia alliodora</i> (Ruíz & Pavón). Oken.	Laurel blanco	Boraginaceae
18	<i>Cordia diversifolia</i> Pavón et A. DC.		Boraginaceae
19	<i>Cordia megalantha</i> Blake	Laurel negro	Boraginaceae
20	<i>Croton olanchanus</i> Standl. et L. Wms.		Euphorbiaceae
21	<i>Cupania dentata</i> DC.	Cola de pavo1	
22	<i>Chrysophyllum sp</i>	Caimito	Sapotaceae
23	<i>Dalbergia sp.</i>	Granadillo blanco	Leguminosae
24	<i>Dalbergia tucurensis</i> D. Sm.	Granadillo rojo	Leguminosae
25	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Dcne. et Planch	Palo de agua	Araliaceae
26	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandw.	Paletó	Leguminosae
27	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Dcne. & Planch	Guarumo hembra	Araliaceae
28	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Guanacaste negro	Mimosaceae
29	<i>Erythrina fusca</i> Lour.	Eritrina	Leguminosae
30	<i>Ficus sp.</i>	Ficus	Moraceae
31	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Caulote o Guásimo	Sterculiaceae
32	<i>Hieroryma alchomeoides</i> Allem.	Rosita	Euphorbiaceae
33	<i>Inga vera spp. Vera</i>	Guanijiquil	Leguminosae
34	<i>Juglans olanchana</i> Standl. & L.O. Wms.	Nogal	Juglandaceae
35	<i>Licania arborea</i> Seem.	Coray 1	Chrisobalanaceae
36	<i>Licania platypus</i> (Hemsl.) Fritsch	Urraco 1	Lauraceae
37	<i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.	Chaperno	Papilionaceae
38	<i>Lonchocarpus sp.</i>	Chaperno	Papilionaceae
39	<i>Luehea candida</i> (Moc et Seesé es DC.) Mart. et Zucc.	Guácimo, cablote blanco	Tiliaceae
40	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Stend.	Mora	Moraceae
41	<i>Mastichodendron capiri</i> (A. DC.) Cronquist	Tempisque	Sapotaceae
42	<i>Momosa tenuiflora</i> (Willd) Poir.	Carbón de Comayagua	Leguminosae
43	<i>Nectandra turbacensis</i> (Kunth) Nees		Lauraceae
44	<i>Pavonia rosea</i> Schlecht.		Malvaceae

45	<i>Persea sp.</i>	Aguacate	Lauraceae
46	<i>Platymiscium spp.</i>	Hormigo o palo marimbo	Papilionaceae
47	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) Moore et Stearn	Zapote	Sapotaceae
48	<i>Protium sp.</i>		Burseraceae
49	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	Mirtaceae
50	<i>Pterocarpus rohri</i> Vahl.	Sangre	Papilionaceae
51	<i>Quercus insignis</i> Mart. et Gal	Roble	Fagaceae
52	<i>Rapanea sp.</i>		Myrsinaceae
53	<i>Schizolobium parahybum</i> (Vell.) Blake	Zorra, tambor	Leguminosae
54	<i>Simarouba glauca</i> DC.	Negrito, aceituno	Simaroubaceae
55	<i>Spondians mombin</i> L.	Jobo	Anacardiaceae
56	<i>Sterculia mexicana</i> R. Br.	Guanillo	Sterculiaceae
57	<i>Styrax warszewiczii</i> Perkins.	Alamo	Styracaceae
58	<i>Swietenia humilis</i> Zuccarini.	Caoba del Pacífico	Meliaceae
59	<i>Swietenia macrophylla</i> G. King.	Caoba del Atlántico	Meliaceae
60	<i>Terminalia amazonia</i> (Gmel.) Exell	Cumbillo	Combretaceae
61	<i>Terminalia lucida</i> Hoffm.	Guayabón	Combretaceae
62	<i>Trichilia martiana</i> C. DC.		Meliaceae
63	<i>Vitex guameri</i> Greenm.	Flor azul	Verbenaceae

Cuadro 12. Especies arbóreas asociadas a *V. lundellii* en el bosque seco subtropical.

No.	Nombre científico	Nombre común	Sitio
1	<i>Acacia sp.</i>	Cachito	Comayagua
2	<i>Andira inermis</i> (Sw.) Kunth	Almendro de río	Comayagua
3	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Ronrón	Comayagua
4	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceiba	Comayagua
5	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Guanacaste negro	Comayagua
6	<i>Lonchocarpus sp.</i>	Chaperno	Comayagua
7	<i>Simarouba glauca</i> DC.	Negrito	Comayagua
8	<i>Spondians mombin</i> L.	Jobo	Comayagua
9	<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	Caoba del Pacífico	Comayagua
10	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Carbón de Comayagua	Comayagua
11	<i>Inga vera spp. vera</i>	Guanijiquil	Comayagua
12	<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	Cola de zorro	Comayagua

Cuadro 13. Especies arbóreas asociadas a *V. lundellii* en el bosque seco tropical, transición a subtropical.

No.	Nombre científico	Nombre común	Sitio
1	<i>Ardisia paschalis</i> D. Sm.		Victoria
2	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	Victoria
3	<i>Cordia diversifolia</i> Pavón et A. DC.		Victoria
4	<i>Quercus insignis</i> Mart. et Gal.		Victoria

Cuadro 14. Especies arbóreas asociadas a *V. lundellii* en el bosque húmedo subtropical

No	Nombre científico	Nombre común	Sitio		
1	<i>Annona muricata</i> L.	Anona	San Jerónimo		
2	<i>Ardisia revoluta</i> Kunth		Yocón		
3	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Ronrón	San Jerónimo	Jaguilla	
4	<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz	Masica	Catacamas	Escribano	San Jerónimo
5	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Indio desnudo	Escribano		
6	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) Moore et Stearn	Sapote	Catacamas		
7	<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	María	San Jerónimo		
8	<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC.	Sálamo	San Jerónimo	Escribano	Jaguilla
9	<i>Castilla elastica</i> Sessé	Hule	Yocón		
10	<i>Cecropia peltata</i> L.	Guaruma	Catacamas		
11	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	Escribano		
12	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceiba	Yocón	Mangulile	San Jerónimo
13	<i>Cojoba arborea</i> (L.) Britton & Rose	Barba de Jolote	Jaguilla	Escribano	
14	<i>Cordia alliodora</i> (Ruíz & Pavón). Oken	Laurel blanco	Catacamas	Escribano	
15	<i>Croton olanchanus</i> Standl. et L. Wms.		Escribano		
16	<i>Cupania dentata</i> DC.	Cola de pavo	Jaguilla		
17	<i>Chrysophyllum</i> sp	Caimito	San Jerónimo		
18	<i>Dalbergia</i> sp.	Granadillo blanco	Escribano	San Jerónimo	
17	<i>Dalbergia tucurensis</i> D. Sm.	Granadillo rojo	Yocón		
19	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Dcne. et Planch				
20	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Guanacaste negro	San Jerónimo		
21	<i>Ficus</i> sp.	Ficus	Jaguilla	Escribano	
22	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guasimo	Catacamas	Yocón	
23	<i>Inga vera</i> spp. vera	Guanijiquil	San Jerónimo		
24	<i>Juglans olanchana</i> Standl. & L.O. Wms.	Nogal	Catacamas		
25	<i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.	Chaperno	Yocón		
26	<i>Luehea candida</i> (Moc et Sessé ex DC.) Mart. et Zucc.	Guasimo	Escribano	Catacamas	
27	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Stend.	Mora	Catacamas		
28	<i>Mastichodendron capiri</i> (A. DC.) Cronquist	Tempiste	Catacamas		
29	<i>Nectandra turbacensis</i> (Kunth) Nees		Escribano		
30	<i>Pavonia rosea</i> Schlecht.		Escribano		
31	<i>Persea</i> sp.	Aguacate	Catacamas	Escribano	Yocón
32	<i>Platymiscium</i> spp.	Hormigo	Catacamas	Escribano	
33	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	Catacamas		
34	<i>Pterocarpus rohri</i> Vahl	Sangre	Yocón		
35	<i>Rapanea</i> sp		Yocón		
36	<i>Spondias mombin</i> L.	Jobo	Yocón	Jaguilla	San Jerónimo
37	<i>Styrax warszewiczii</i> Perkins	Alamo	Jaguilla	Yocón	
38	<i>Swietenia macrophylla</i> G. King	Caoba del Atlántico	Escribano		
41	<i>Terminalia lucida</i> Hoffm.	Guayabón	Catacamas		
42	<i>Trichilia martiana</i> C. DC.		Escribano	Yocón	
43	<i>Vitex guameri</i> Greenm.	Flor azul	Yocón	Jaguilla	

Cuadro 15. Especies arbóreas asociadas a *V. lundellii* en el bosque húmedo tropical, transición a subtropical.

No.	Nombre científico	Nombre común	Sitio
1	<i>Andira inermis</i> (Sw.) Kunth	Almendro de río	Taulabé
2	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Ronrón	Taulabé
3	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Indio desnudo	Taulabé
4	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	Taulabé
5	<i>Cajoba arborea</i> (L.) Britton & Rose	Barba de jolote	Taulabé
6	<i>Cordia alliodora</i> (Ruíz & Pavón). Oken	Laurel negro	Taulabé
7	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Guanacaste negro	Taulabé
8	<i>Licania arborea</i> Seem.	Coray	Taulabé
9	<i>Platymiscium</i> spp.	Hormigo	Taulabé
10	<i>Swietenia macrophylla</i> G. King.	Caoba del atlántico	Taulabé
11	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Flor azul	Taulabé
12	<i>Cupania dentata</i> DC.	Cola de pavo	Taulabé
13	<i>Licania platypus</i> (Hemsl.) Fritsch	Urraco	Taulabé

Cuadro 16. Especies arbóreas asociadas a *V. lundellii* en el bosque muy húmedo subtropical.

No.	Nombre científico	Nombre común	Sitio
1	<i>Luehea candida</i> (Moc et Sessé ex DC.) Mart. et Zucc.	Guásimo colorado	Lago de Yojoa
2	<i>Didymopanax morototoni</i> Mart. et Zucc.	Guarumo hembra	Lago de Yojoa
3	<i>Erythrina fusca</i> Lour.	Eritrina	Lago de Yojoa
4	<i>Protium</i> sp.		Lago de Yojoa
5	<i>Schizolobium parahybum</i> (Vell.) Blake	Zorra, tambor	La Libertad
6	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandw.	Paletó	Lancetilla ⁶
7	<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	Marín	Lancetilla ⁶
8	<i>Cordia megalantha</i> Blake	Laurel negro	Lancetilla ⁶
9	<i>Hieronyma alchomeoides</i> Allem.	Rosita	Lancetilla ⁶
10	<i>Sterculia mexicana</i> R. Br.	Guanillo	Lancetilla ⁶
11	<i>Terminalia amazonia</i> (Gmel.) Exell	Cumbillo	Lancetilla ⁶

4.3 CARACTERIZACION SILVICOLA.

Desde el punto de vista silvícola la especie muestra un comportamiento similar a la caoba, pero difiere en que el amargoso presenta un hábito gregario bajo condiciones de bosque secundario, a nivel de bosque de galería.

⁶ Navarro, Ciro. 2000. Director Estación Experimental de Lancetilla. *Comun per.*

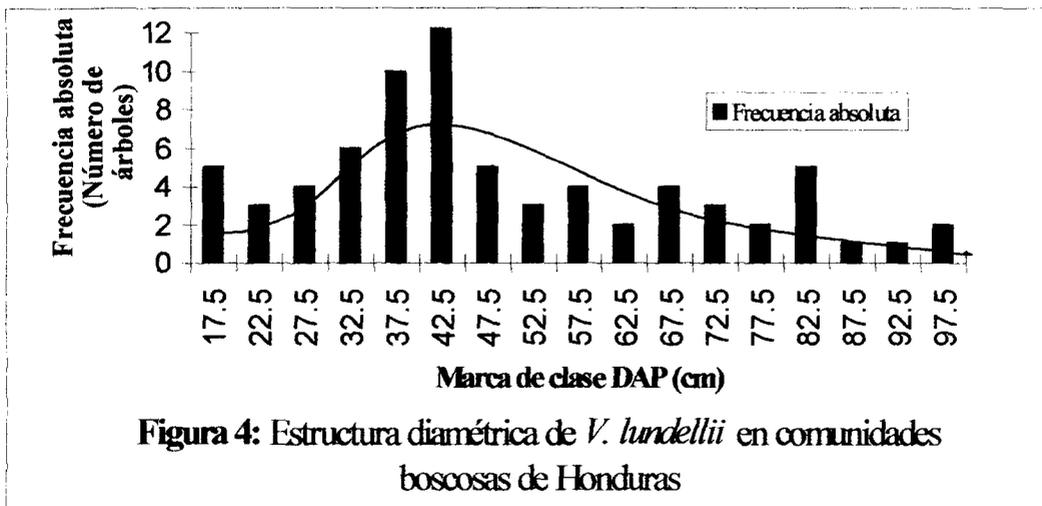
4.3.1 Gremio ecológico.

En su estado adulto, *V. lundellii* forma parte del dosel superior de la comunidad boscosa. En algunos casos su copa emerge sobre la demás vegetación arbórea.

La estructura diamétrica de la especie o distribución de individuos por clases diamétricas (5 cm), bajo condiciones naturales, indica una baja a poca frecuencia de individuos juveniles con diámetros menores a 5 cm y brinzales, de DAP mayor a 5 cm y menor a 10 cm (Figura 3). Esta situación describe deficiente capacidad de regeneración natural de la especie, debido a la alta mortalidad de plántulas durante los primeros meses, antes de que alcancen un año.

Las plántulas y brinzales de *V. lundellii* tienen la capacidad de tolerar cierta sombra, sin embargo, su mejor crecimiento se produce bajo claros pequeños a medios. Por otro lado, el crecimiento en bosques naturales es, presumiblemente lento.

Bajo las características mencionadas y al observar la tendencia general de la curva diamétrica en forma de campana, típica de especies de temperamento heliófito (Figura 4) se clasifica al amargoso dentro del grupo ecológico de **heliófitas durables u oportunistas**. Constituida por especies de crecimiento regular y que requieren claros medios para asegurar el establecimiento de su regeneración.



Con el promedio de densidades encontradas en el campo (15.8 árboles/ha) y tomando como diámetro más común o frecuente la marca de clase de 40-45 cm, se estima que en un sitio promedio se tiene un área basal de 8.97 m².

4.3.2 Características dasométricas de la especie

La evaluación del comportamiento de *V. lundellii* y los elementos determinantes de su productividad bajo condiciones naturales en Honduras, se explica en los análisis de

varianza (ANDEVA, con grados de libertad, $n-1=73$) considerando diversos factores ecológicos y climáticos, como se muestra en los cuadros siguientes:

Cuadro 17. Análisis de Varianza (ANDEVA) con un solo factor de crecimiento del amargoso ($P<$).

Fuente de Variación	DAP	Altura total	Altura comercial
Ecosistema ($P<$)	0.2273	0.2339	0.3889
R^2 ($P<$)	0.057 (0.2273)	0.040 (0.2339)	0.012 (0.3889)

* Efecto del factor significativo para la variable dasométrica ($P<0.25$)

Cuadro 18. Análisis de Varianza (ANDEVA) combinando dos factores de crecimiento del amargoso ($P<$).

Fuente de Variación	DAP	Altura total	Altura comercial
Ecosistema ($P<$)	0.1948	0.2319	0.3704
Abundancia ($P<$)	0.0179	0.2955	0.2589
R^2 ($P<$)	0.156 (0.0287)	0.073 (0.2544)	0.082 (0.1699)

* Efecto del factor significativo para la variable dasométrica ($P<0.25$)

Cuadro 19. Análisis de Varianza (ANDEVA) combinando tres factores de crecimiento del amargoso ($P<$).

Fuente de Variación	DAP	Altura total	Altura comercial
Ecosistema	0.1156*	0.2240*	0.2947
Abundancia	0.0066*	0.2869	0.2503
Altitud	0.1300*	0.0900*	0.1503*
Sitio	0.0004*	0.2297*	0.0001*
R^2 ($P<$)	0.373 (0.001)*	0.149 (0.2039)*	0.500 (0.001)*

* Efecto del factor significativo para la variable dasométrica ($P<0.25$)

El modelo más significativo resultó del ANDEVA que incluyó cuatro factores ecológico-climáticos que afectan el crecimiento del amargoso ($R^2=0.373$, 0.149 y 0.5, respectivamente, significativos a $P_{\alpha}<0.25$). En los tres modelos estadísticos, el efecto del ecosistema fue significativo ($P<0.25$) en la expresión del DAP y altura total de la especie pero no en altura comercial. El volumen total de madera, por tanto, difiere de acuerdo a las condiciones climáticas ecológicas (Cuadros 16, 17, 18).

Al considerar el efecto de la abundancia relativa mejoró la significancia del modelo, tras reducir variabilidad del error experimental (otros factores no considerados). Sin embargo, el factor en mención, dentro del rango evaluado, no muestra diferencia estadística en las

variables dasométricas del amargoso en estado adulto, con excepción del DAP, a un nivel de significancia $P < 0.25$ (Cuadros 18 y 19).

El sitio si muestra efecto en la expresión de las tres variables de crecimiento de la especie ($P < 0.25$). El crecimiento final varía con el sitio de establecimiento, como respuesta a condiciones edáficas y climáticas superiores.

A continuación se detalla comparaciones y evaluaciones de cuatro factores determinantes del crecimiento de *V. lundellii* bajo condiciones naturales:

4.3.2.1 Comportamiento por zona de vida. El amargoso alcanzó un volumen total de madera superior bajo condiciones de bosque húmedo tropical, dada las características climáticas más favorables: temperatura y precipitación, frente a otras zonas de vida, pleno ingreso de luz y características edáficas de los suelos de la zona de Taulabé (Cuadro 20).

Cuadro 20. Promedio de las variables dasométricas del amargoso en diferentes ecosistemas donde se distribuye naturalmente.

Zona de vida	Variable dasométrica ¹		
	DAP (cm)	Altura total (m)	Altura Comercial (m)
bh-S	50.1 b	27.0 a	16.7 a
bs-S	47.1 b	21.2 b	14.2 a
bs-T	47.2 b	27.7 a	
bh-T	75.1 a		

¹Promedios seguidos de la misma letra dentro de la misma columna no son diferentes estadísticamente a $P_{\alpha} < 0.25$.

4.3.2.2 Abundancia relativa. Dentro del rango de abundancia relativa (número de individuos de la especie como razón del total de árboles dentro de la parcela), en el cual se distribuyó el amargoso, no se encontró diferencia significativa ($P < 0.25$) entre promedios de las variables dasométricas por clase de abundancia, con excepción del DAP. Comunidades boscosas en las cuales el amargoso es poco frecuente, muestran un menor crecimiento en diámetro a la altura del pecho de la especie, significativo a $P < 0.25$ (Cuadro 21).

Cuadro 21. Promedio de las variables dasométricas del amargoso, en diferentes rangos de abundancia (%) en comunidades arbóreas donde se encontró naturalmente.

Abundancia	Variable dasométrica ¹		
	DAP (cm)	Altura total (m)	Altura Comercial (m)
Alta	55.6 a	26.6 a	13.5 a
Media	53.6 a	28.4 a	16.4 a
Baja	46.3 b	26.3 a	17.6 a

¹Promedios seguidos de la misma letra dentro de la misma columna no son diferentes estadísticamente a $P_{\alpha} < 0.25$.

4.3.2.3 Sitio de establecimiento. La calidad del sitio en términos de fertilidad, contenido de humedad y otras propiedades físico-químicas del suelo, constituye un factor importante en el crecimiento del árbol. Entre los sitios evaluados no se presentó diferencia significativa ($P < 0.25$) en la variable DAP, con excepción de Jengibre, debido a que se trata de un rodal relativamente joven, intervenido en el pasado. Bajo condiciones de bosque maduro, de la Montaña de Catacamas, el amargoso presentó una mayor altura total como comercial a un nivel de significancia $P < 0.25$ (Cuadro 22).

Cuadro 22. Promedio de las variables dasométricas del amargoso por sitio donde se encontró naturalmente.

Sitio	Variable dasométrica ¹		
	DAP (cm)	Altura total (m)	Altura Comercial (m)
Catacamas	63.7 abc	31.0 a	25.4 a
Comayagua	47.1 abc	21.2 b	14.3 b
Culantrillo	43.3 abc	28.2 ab	12.3 b
Escribano	47.0 abc	27.4 ab	19.5 b
Jaguilla	40.2 abc	22.9 b	13.0 b
Jengibre	35.7 b	25.1 ab	14.4 b
Yocón	65.6 abc	25.4 ab	13.5 b
Victoria	47.2 ab	27.7 ab	
Taulabé	75.1 a		

¹Promedios seguidos de la misma letra dentro de la misma columna no son diferentes estadísticamente a $P_{\alpha} < 0.25$.

4.3.2.4 Requerimientos altitudinales del amargoso Como se discute anteriormente los árboles de amargoso crecen normalmente en tierras bajas de la región costera atlántica, con altitud menor a 1,000 msnm. Dentro de este rango altitudinal no se encontró diferencia significativa ($P < 0.25$) en DAP y altura total promedio por clase de elevación menor a 650 - 700 msnm, sin embargo, incrementos en altitud, a partir de esta 700 msnm, se reflejaron en un menor potencial de crecimiento de la especie bajo condiciones naturales (Cuadro 23).

Cuadro 23: Comportamiento del amargoso bajo diferentes rangos de altitud dentro del piso térmico basal (altura menor a 1000 msnm).

Clase de Altura ²	Variable dasométrica ¹		
	DAP (cm)	Altura total (m)	Altura Comercial (m)
Alta (>665)	47.8 b	15.52 b	16.4 ab
Media (496 - 665)	55.1 a	29.36 a	20.4 a
Baja (< 496)	53.9 a	28.57 a	12.3 b

¹Promedios seguidos de la misma letra dentro de la misma columna no son diferentes estadísticamente a $P_{\alpha} < 0.25$.

²Rango de altitud en msnm.

4.3.3 Estimaciones de volumen por árbol.

Fórmulas o modelos matemáticos se han desarrollado para determinar volumen en función de variables conocidas como DAP y altura. No obstante, éstas existen sólo para un grupo limitado de especies forestales, principalmente coníferas.

Para la estimación el volumen por árbol de *V. lundellii* se probaron dos métodos:

- Factor de forma
- Funciones de volumen y tablas volumétricas.

4.3.3.1 Forma del árbol. A partir de la serie de ahusamiento (conicidad) o tasa de decremento en diámetro en función de la altura se determinó que la figura geométrica que mejor explica la forma del fuste del árbol es el paraboloides (Cuadro 24).

Debido a la alta variabilidad en el factor de forma entre árboles de *V. lundellii* (0.33 - 0.64), la consideración de un factor teórico paraboloides ($f=0.55$) propuesto por Prodan *et al.* (1944) puede resultar en volumen no reales, por lo que se optó por desarrollar funciones de volumen por medio de regresiones estadísticas y selección de la más representativa en base al R^2 mas alto y probabilidad, como una primera aproximación.

Cuadro 24: Serie de ahusamiento estimada a partir de dos modelos de regresiones para *V. lundellii* y comparación con dos figuras geométricas definidas por Prodan (1944).

Altura comercial relativa (h)	Cocientes de Forma estimado a partir del modelo:		Cuerpo teórico de rotación ³	
	K _{1,3}	K verdadero	Cono	Paraboloides
0.1	0.993	1.000	1.000	1.000
0.3	0.843	0.849	0.777	0.882
0.5	0.693	0.698	0.555	0.745
0.7	0.544	0.548	0.333	0.577
0.9	0.394	0.397	0.111	0.333

$$^1 K_{1,3} = 1.0705 - 0.7529h$$

$$R^2 = 0.8851 (P < 0.0001)$$

Donde:

$K_{1,3}$ = Cociente de forma artificial, en base a DAP.

h = altura relativa a la altura total.

4.3.3.2 Funciones volumétricas y tablas de volumen de doble entrada. En los cuadros 25 y 26 se detalla las estimaciones de volumen con y sin corteza a través de tabla volumétrica de doble entrada calculadas a partir de la formula base desarrollada para amargoso tomando como base individuos de 48.4 a 75 cm y 18 a 31 m en diámetro y alturas, respectivamente.

Cuadro 25: Tabla de volumen comercial con corteza (en m³) estimado para *V. lundellii*.

DAP (cm)	Altura (h) en m				
	15	20	25	30	35
45	0.9116	1.3261	1.7407	2.1553	2.5699
50	0.9618	1.3592	1.7566	2.1541	2.5515
55	1.1007	1.5069	1.9132	2.3195	2.7258
60	1.3283	1.7694	2.2105	2.6517	3.0928
65	1.6446	2.1465	2.6485	3.1505	3.6525
70	2.0496	2.6384	3.2272	3.8161	4.4049
75	2.5433	3.2449	3.9466	4.6483	5.3500
80	3.1257	3.9662	4.8067	5.6473	6.4878

Función base:

$$v = -0.765541 + 0.000214 \text{ DAP}^2 + 0.347787 \text{ h} - 0.010566 \text{ dap} \cdot \text{h} + 0.000104 \text{ h} \cdot \text{DAP}^2 \quad (R^2=0.9971, P<0.0024)$$

¹ El área sombreada significa volúmenes fuera del contexto de DAP y altura bajo el cual fue desarrollada la función.

Cuadro 26: Tabla de volumen comercial sin corteza (en m³) estimado para *V. lundellii*.

DAP (cm) ¹	Altura(h) en m				
	15	20	25	30	35
50		0.9043	1.8143	2.7244	3.6344
55	0.0097	0.9198	1.8298	2.7398	3.6498
60	0.1780	1.0880	1.9980	2.9080	3.8180
65	0.4990	1.4090	2.3190	3.2291	4.1391
70	0.9728	1.8829	2.7929	3.7029	4.6129
75	1.5995	2.5095	3.4195	4.3295	5.2395
80	2.3789	3.2889	4.1989	5.1090	6.0190

Función: $v = 5.51391 - 0.317793 \text{ DAP} + 0.003056 \text{ DAP}^2 + 0.182003 \text{ h}$

¹ El área sombreada significa volúmenes fuera del contexto de DAP y altura bajo el cual fue desarrollada la función.

4.3.4 Propiedades y manejo de la semilla

4.3.4.1 Propiedades de la semilla: La semilla es recalcitrante, no presenta dormancia. Su capacidad de almacenamiento es relativamente baja a muy baja. Debido a esta rápida pérdida de viabilidad, la semilla debe ser manejada cuidadosamente una vez recolectada. El análisis de semilla realizada en el Laboratorio de Semillas Tropicales de *V. lundellii*, recolectada bajo condiciones naturales de la procedencia Yocón, Olancho, indica las siguientes propiedades (Cuadro 27):

Cuadro 27. Propiedades de la semilla de *V. lundellii*.

Propiedad	Muestra		Promedio
	1	2	
Peso de 1000 semillas (g)	48.915	44.623	46.769
Semillas puras/kg	20,443	22,410	21,426
Porcentaje de germinación ¹	0%	0%	0%
Tipo de semilla	Recalcitrante		

¹Semilla recolectada del suelo contaminada fuertemente de hongos (Anexos 12 y 13).

4.3.4.2 Manejo de la semilla. La semilla de *V. lundellii* por ser recalcitrante no requiere de tratamientos pregerminativos, ésta debe sembrarse directamente en bolsas o bancales de arena. El tratamiento de la semilla incluye la recolección en el bosque de árboles con características fenotípicas superiores, durante los meses de mayo y junio, selección de éstas en base a calidad, secado y desalado. Bajo buenas condiciones, la germinación de la semilla tarde 4 a 8 días desde su siembra en bancales de arena.

4.3.5 Propiedades físico - mecánica y usos potenciales de la madera.

El amargoso presenta una madera de color amarillo cremoso, de veteado esbelto, con densidad que varía de pesada a muy pesada (0.61 g/cm^3) y propiedades físico mecánicas adecuadas para una diversidad de usos.

Cuadro 28. Propiedades físicas de la madera de *V. lundellii*.

Propiedad	Promedio	Margen de error	Clasificación
Densidad verde (C.H.=98%)	1.17 g/cm^3	0.094	-
Densidad seca al aire (C.H.= 14%)	0.72 g/cm^3	0.023	
Densidad al 12%	0.68 g/cm^3	0.013	
Densidad anhidra	0.64 g/cm^3	0.03	
Densidad básica	0.61 g/cm^3	0.02	Pesada
Contracción volumétrica	7.63%	0.031	Baja
Contracción tangencial seca al aire (14%)	2.55%	0.029	
Contracción radial seca al aire (14%)	0.93%	0.12	
Contracción tangencial seca al aire (12%)	2.9%	0.31	Baja
Contracción radial seca al aire (12%)	1.57%	0.11	Baja
Contracción tangencial anhidra	4.53%	0.17	Baja
Contracción radial ahidra	2.45%	0.16	Baja
Relación de contracción (tangencial/radial)	1.85	0.076	Baja
Punto de saturación de fibras	33.78%	0.23	
Coefficiente de contracción tangencial	0.13	0.02	Baja
Coefficiente de contracción radial	0.07	0.01	Baja

Según las propiedades físicas, esta madera no presentará problemas de distorsiones durante el secado, la relación de contracción como coeficientes bajos, indica que al finalizar el secado el cambio en dimensiones de la madera será mínimo.

Cuadro 29. Propiedades mecánicas de la madera en condición verde.

Propiedad	Medición	Promedio	Desviación estándar	Margen de error
Flexión estática	Módulo de ruptura	601.83 kg/cm ²	59.8	50.14
	Módulo de elasticidad	76695 kg/cm ²	8744	7310.22
Compresión paralela	Resistencia máxima	306.9 kg/cm ²	14.23	14.94
Compresión perpendicular	Esfuerzo límite proporcional	64.65 kg/cm ²	9.32	5.92
Dureza janka	Resistencia lateral	504.64 kg	79	33.31
	Resistencia extremos	539.62 kg	49.6	31.47
Cizalle	Resistencia máxima	109.36 kg/cm ²	24.65	15.65
Clivaje	Resistencia máxima	61.65 kg/cm	8.45	5.1

Cuadro 30. Esfuerzos admisibles para el diseño de elementos estructurales con madera de Amargoso

Propiedad	Medición	Promedio	Clasificación
Flexión estática	Módulo de ruptura	184	Medio
	Módulo de elasticidad	69385	Bajo
Compresión paralela	Resistencia máxima	156 kg/cm ²	Alto
Compresión perpendicular	Esfuerzo límite proporcional	37 kg/cm ²	Medio
Cizalle	Resistencia máxima	31 kg/cm ²	Alto

Estructuralmente el amargoso presenta resistencia media en estados verdes a alta, en estado seca, por lo que se recomienda para elementos estructurales que soportan cargas medias a pesadas como pisos, peldaños de escaleras, pasamanos, puertas, ventanas y sus respectivos contramarcos.

4.3.6 Usos actuales de la especie.

En comunidades cercanas, o en sitios, donde se encontró el amargoso, ésta tiene un rango limitado de usos: principalmente como sombra de café, en algunas ocasiones se ha utilizado en trabajos de construcción: elaboración de vigas, puertas y ventanas, postería muy durable; elaboración de muebles de interior.

5. DISCUSIÓN

Para fines de discusión, los resultados se engloban en los siguientes temas: ecosistemas, ecología, silvicultura, productividad y utilización.

5.1 ECOSISTEMAS.

En términos latitudinales y con base en el Sistema Holdridge, la especie se encuentra naturalmente en las regiones tropical y subtropical de América. A nivel de ecosistemas, se le localiza en tierras bajas, por lo general a menos de 800 msnm, tanto en bosques maduros como secundarios. En Honduras, el amargoso se distribuye tanto en ecosistemas secos como húmedos. En los ecosistemas secos, con precipitaciones tan bajas como los 800 mm, la especie sólo aparece en bosques de galería donde la infiltración adicional de agua desde los cauces garantiza sus requerimientos hídricos. Bajo estas condiciones, nunca se encontró la especie fuera de los bosques de ribera.

En los ecosistemas húmedos, con precipitaciones que varían desde los 1300 mm hasta los 4000 mm, el amargoso presenta un comportamiento diferente. En sistemas húmedos, con largos períodos de sequía (4 a 6 meses), la especie se localiza también en bosques de galería, mientras que en los húmedos y muy húmedos, con períodos de sequía cortos (2 a 3 meses), el amargoso es un componente más del bosque maduro, no necesariamente influenciado por infiltraciones laterales de agua de río y/o quebradas.

Sobre esta base, los ecosistemas de mayor potencial para el establecimiento de plantaciones madereras con esta especie son el bosque muy húmedo subtropical y bosque húmedo tropical, transición a subtropical. En cualquier otro ecosistema el amargoso debe ser plantado a nivel de bosques de galería o suplir de manera complementaria de agua mediante riego.

5.2 ECOLOGIA, SILVICULTURA Y PRODUCTIVIDAD DEL AMARGOSO

El amargoso es una especie siempreverde en los ecosistemas húmedos y muy húmedos. Sin embargo, es decidua durante cortos períodos en los ecosistemas secos. Por lo general, la pérdida de follaje ocurre durante los meses más secos del año y coincide con la iniciación de la floración y fructificación.

Debido a la corta duración del estudio no se puede afirmar si la fructificación tiene una periodicidad anual. Según algunas observaciones realizadas en el Jardín Botánico de

Lancetilla, en el bmh-S, la especie parece presentar una fructificación cíclica, del orden de cuatro a cinco años⁷. A futuro, este importante aspecto fenológico debe ser evaluado.

La fructificación es abundante, y siendo el fruto una legumbre samaroide, es decir, una legumbre alada, su dispersión natural es por el viento. Ello le permite colonizar sitios a grandes distancias del árbol padre.

La semilla del amargoso es por naturaleza recalcitrante, o sea que no tiene dormancia o ésta es de corta duración, bajo condiciones de bosque maduro. Probablemente el aspecto recalcitrante de la semilla sea compensado con la elevada fructificación de la especie, como mecanismo de evolución.

Bajo condiciones de sitios abiertos o semiabiertos, la regeneración de la especie es impresionante (hasta 16,000 plántulas/ha). Sin embargo, en bosques maduros no fue posible identificar latizos o plántulas de edad intermedia.

Los aspectos de dormancia de la semilla y regeneración natural deficiente en los bosques estables, complementado con una posición dominante o codominante de la especie a nivel de la bóveda forestal, permiten inferir que el amargoso pertenece al gremio ecológico de las heliófitas durables u oportunistas. En los bosques maduros de zonas húmedas y tierras bajas de las Américas, este gremio concentra la mayoría de las especies forestales de alto valor económico en los mercados internacionales de madera de alta calidad.

Las características de la semilla del amargoso, permiten inducir en sitios abiertos y semiabiertos la conformación de rodales de la misma especie. Por lo tanto, bajo estas condiciones, es de hábito gregario.

Aunque la densidad o número de árboles por ha, a nivel del bosque maduro es relativamente baja (de un árbol por ha o menos), el rendimiento volumétrico por individuo es considerablemente alto, debido a su gran tamaño. En los bosques de galería donde se encontró la especie en forma gregaria, los rendimientos por ha son sustancialmente elevados. Evaluaciones preliminares, mediante cubicación de árboles individuales permitieron obtener volúmenes de 4 a 5 m³/árbol. Desafortunadamente se desconoce la edad real de estas arboles, aunque se presume, según indagaciones locales que el tamaño de estos individuos, se alcanzaba a edades superiores a 100 años.

El comportamiento gregario, bajo condiciones de alta luminosidad, asociada a un excelente factor de forma y un fuste limpio de 17 m o más, le confiere a esta especie un enorme potencial para el establecimiento de plantaciones operativas o comerciales.

5.3 UTILIZACION

Desde el punto de vista forestal, el potencial de la especie radica principalmente en la producción maderera, y en menor proporción en usos medicinales locales. La madera es densa y por lo tanto pesada, de color y veteados atractivos, durable, resistente, estable y

⁷ Navarro, Ciro. 2000. Director Estación Experimental Lancetilla. *Comun per*

relativamente fácil de trabajar. Estas características de la madera le permiten ser utilizada en diversos usos, tales como durmientes de ferrocarril, pisos, construcciones en general, mueblería y ebanistería.

El aserrín se utiliza para tratamiento de hongos y el cocimiento de sus hojas y/o corteza se emplea para calmar dolores de estomago.

6. CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio permiten emitir las siguientes conclusiones:

- Desde el punto de vista ecológico, *V. lundellii* es una especie circunscrita a las tierras bajas de la región tropical y subtropical de América. En este ámbito altitudinal la especie se distribuye tanto a nivel de ecosistemas secos como húmedos, prefiriendo en las zonas secas los bosques de galería o ribereños. En la actualidad, los bosques de galería donde se distribuye el amargoso presentan un fuerte grado de perturbación antrópica, lo que favorece un fuerte ingreso de luz en el piso forestal. La luz, para la mayoría de las forestales de alto valor económico constituyentes del bosque maduro, como lo es el amargoso, es un factor determinante para la instalación y posterior continuidad de la especie en el sistema. Bajo esta óptica, la especie muestra una marcada tendencia a un gregarismo natural, con hasta 32 árboles/ha en algunos sitios estudiados. Este comportamiento ecológico se pierde prácticamente cuando la especie se localiza en bosques maduros húmedos, debido principalmente al elevado grado de mezcla que caracteriza estos ecosistemas.
- En términos silvícolas, el amargoso exhibe un comportamiento bastante parecido a la caoba de zonas húmedas (*Swietenia macrophylla*). Su semilla al igual que de la caoba tiene baja dormancia bajo condiciones de bosque maduro y su regeneración natural y latizos son nulos o notablemente escasos. Fundamentado en las características precedentes y en la posición de la especie en la arquitectura del bosque maduro, en los estratos superiores del dosel, se deduce que la especie corresponde al gremio ecológico heliófita durable u oportunista.
Siendo entonces el amargoso una especie de luz, con tendencia a gregarismo, cuando las condiciones de luminosidad le son favorables, de porte esbelto (fuste limpio), excelente forma y aparentemente libre de plagas y enfermedades, su potencial de utilización a nivel de plantaciones puras, bandas de enriquecimiento y sistemas de producción agroforestal, es verdaderamente promisorio. Aun más este potencial se incrementa por su alta capacidad de rebrote, situación que permite el manejo de la especie bajo sistema de monte bajo.
- A diferencia de la caoba y el cedro, el amargoso tiene una madera que varía de pesada a muy pesada, lo que la hace atractiva para ciertos usos en los que se requiere de las denominadas maderas de tráfico pesado (durmientes, columnas, vigas, pisos y otros). Pero, además de esta virtud la madera exhibe un color amarillento cremoso y un vetado atractivos. Su estabilidad dimensional, lustre y trabajabilidad son adecuados. Estas propiedades de la madera complementadas con el tamaño y forma del árbol, convierten a esta especie en una importante opción para la silvicultura de plantaciones.

7. RECOMENDACIONES

1. Ante la importancia silvícola, ecológica y de utilización del amargoso, por tanto económica, se recomienda en primera instancia diseñar e implementar investigaciones encaminadas a esclarecer ciertos aspectos de interés, tales como:

- Periodicidad de la fructificación y posibilidad de algún mecanismo de almacenamiento de la semilla bajo condiciones artificiales (bancos de semilla).
- Crecimiento y rendimiento de la especie bajo condiciones de plantación.
- Capacidad simbiótica de la especie tanto con *Rhizobium* como micorrizas.

Las investigaciones precedentes deberían ser responsabilidad del Servicio Forestal de Honduras y Zamorano.

2. Gestionar ante el Servicio Forestal de Honduras, la incorporación del amargoso dentro del grupo de especies forestales no tradicionales con mercado actual y/o potencial en los países europeos, dada las características silvícolas-ecológicas de la especie y propiedades las propiedades físico-mecánicas de su madera.

3. Se recomienda a nivel de Zamorano, continuar la tradición de estudios de especies forestales no tradicionales para la producción maderera y otros usos. Ello permitirá a futuro, reducir la presión sobre los bosques naturales y sobre las especies tradicionales de alto valor económico, además de contribuir con el mejoramiento de la calidad ambiental.

8. LITERATURA CONSULTADA

- ADAMS, M. 2000. Prospect for tropical timber in the next decade. *Tropical Forest Update* 10(1): 15-20.
- AGUDELO, N. 1997. Notas para el curso de ecología: Estudios sobre composición florística y estructura de comunidades arbóreas, metodologías de levantamiento y evaluación. Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 5 p.
- , 1998. Notas para el curso de silvicultura tropical: Silvicultura de bosques naturales. Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 38 p.
- AGENCIA CANADIESE PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL (ACDI). s.f. Asuntos Forestales: Los Bosques Tropicales y el Medio Ambiente: Enfoques Prácticos para el Manejo Sostenible del Recurso. <http://www.rcfa-cfan.org/spanish/s.issues.8.html>
- BENITEZ, R.F.; MONTESINOS, J.L. 1988. Catálogo de cien especies forestales de Honduras: Distribución, propiedades y usos. Siguatepeque, Honduras, Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR). 216 p.
- BEACH SHACK. s.f. South American Hardwoods: Tree and wood characteristics <http://www.beachshack.ai/woods.html>
- BOTANICAL DERMATOLOGY DATABASE. s.f. Leguminosae (Fabaceae) <http://bodd.cf.ac.uk/BotDermFolder/BotDermL/LEGU.html>
- BROWN SALAZAR, R. 1997. Conservación y manejo de los bosques latifoliados en la costa norte de Honduras. http://www.fao.org/montes/foda/wforcong/PUBLI/v8/Es/V8S_E6.HTM
- CENTRO DE UTILIZACION Y PROMOCION DE LOS PRODUCTOS FORESTALES. s.f. Propiedades y Usos de algunas maderas de Honduras. San Pedro Sula, Honduras, CUPROFOR. 1 p.
- CERNA, L. 2000. Experiencia hondureña en la fabricación de muebles. <http://www.tu-berlin.de/abz/netz/deutsch/unternehmen/artikel/Cerna/text.htm>

- COMISION NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO). s.f. Listado de especies de plantas y hongos que se encuentran en la Norma Oficial Mexicana (NOM-ECOL-059-94). <http://xolo.conabio.gob.mx/biodiversidad/plannom.htm>
- CORTES, J.L. 1997. Caracterización ecológica y silvícola de *Podocarpus oleifolius* D. Don, bajo condiciones de bosque maduro de altura, en el cerro Uyuca, Honduras. Tesis Ing. Agr., Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. p. 2-32.
- EGÜEZ, J.D. 1999. Evaluación técnica económica de plantaciones de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en Honduras. Tesis Ing. Agr., Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 16 - 22 p.
- EASTIN, I.; ADDAE-MENSAH, A.; APPIAH, S.K. 1998. The marketing of lesser-used tropical timber species. *Tropical Forest Update* 8(1): 12 -18.
- GÓMEZ-POMPA, A; DIRZO, R. 1995. Reservas de la biosfera y otras áreas naturales protegidas de México. INE y CONABIO. <http://maya.ucr.edu/pril/reservas/montesazules/montesazules6.html>.
- HERRERA, Z; MORALES, A. 1993. Propiedades y usos de 100 maderas nicaragüenses. Managua, Nicaragua, Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Medio Ambiente (IRENA) p. 68 - 69.
- HOLDRIGE, L.R. 1996. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. p. 1-110.
- ; POVEDA, L.J. 1975. Árboles de Costa Rica. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical. Vol. 1. p. 7-11, 367.
- INSTITUTO NACIONAL DE LA BIODIVERSIDAD (INBio). 1997. Lista de especímenes de *Vatairea lundellii* en Costa Rica. San José, Costa Rica, INBio. <http://www.inbio.ac.cr/bims/k02/p11/c026/o0167/f01423/g007109/s016036.htm>
- INSTITUTO DE RECURSOS MUNDIALES (IRM), PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA), PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD). 1996. World resources. Madrid, España, Banco Interamericano de Desarrollo (BID). p. 147-155.
- KILLEN, T.J.; GARCIA, E.E.; BECK, S.G. 1993. Guía de árboles de Bolivia. La Paz, Bolivia. p.483.
- LEON, J. 1968. Fundamentos de botánica de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A. p. 296-298.

- MISSOURI BOTANICAL GARDEN. s.f. Flora de Mesoamérica: *Vatairea lundellii*
http://mobot.mobo.org/cgi-bin/search_pick
- MOLINA, A.R. 1975. Enumeración de plantas de Honduras. Ceiba 19(1): 61.
- PENNINGTON, T.D.; SARUKHAN, J. 1968. Árboles de México. México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. p. 5-17, 228.
- PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F.; REAL, P. 1997. Mensura Forestal. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y GTZ. p. 1 - 149.
- PROYECTO DE APOYO A LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS NATURALES EN HONDURAS (PAGS). 1999. Memoria del taller técnico “La contribución de los bosques latifoliados al desarrollo sostenible de Honduras: Líneas estratégicas para entrar al siglo XXI” y memoria del foro político: “El bosque latifoliado, madera y mucho más...” Tegucigalpa, Honduras, PAGS. p. 1-97.
- RSEDOWSKI, J. 1986. Vegetación de México. México, México, LIMUSA. p. 75, 169-171, 173.
- SECPLAN; AID; ASOCIACIÓN HONDUREÑA DE ECOLOGÍA. 1989. Perfil Ambiental de Honduras. Tegucigalpa, Honduras, AID. p. 135-162, 195-248.
- STANDLEY, P.C. 1935. New plants from the Yucatán Peninsula. Field Museum of Natural History, Estados Unidos. p 65.
- ; STEYERMARK, J.A. 1940. Flora de Guatemala. Field Museum of Natural History. 24(5): 360-361.
- SMART WOOD. 1999. Resumen público de la certificación forestal a: La Cooperativa Técnica Agropecuaria, La Libertad, El Petén, Guatemala.
<http://www.smartwood.org/reports/carmelita.html>
- USDA FOREST SERVICE. 1998. Wood technical fact sheet.
<http://www.fpl.fs.fed.us/query.asp>
- WATSON, L; DALLWITZ M.J. s.f. The Families of Flowering Plants
<http://www.biodiversity.uno.edu/delta/angio>

Anexo 1. Formularios para las mediciones de árboles individuales

Medición de árboles individuales, única medición

País Sitio

Experimento

Especie/variedad

Lote Repetición Parcela o tratamiento

Fecha de plantación (día/mes/año) Area de parcela (m²)

No. de árboles originarios en el lote o parcela de evaluación

Fecha de medición (día, mes, año) Masa medida

Nombre y firma del anotador

Arbol no	DAP mm	Diam. basal mm.	Altura dm	Forma del fuste y defectos *													Observaciones			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D		E	R	
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				

* 1 cola de zorro; 2 poco sinuoso; 3 muy sinuoso; 4 torcedura basal; 5 bifurcado; 6 inclinado; 7 enfermo; 8 con plagas; 9 copa simétrica; A tallo quebrado; B rebrotes o retoños; Anotador los códigos en sus propias columnas, para facilitar grabaciones

Anexo 2. Cálculo del balance hídrico mensual y anual de la estación meteorológica Campamento, departamento de Olancho

C.7 Cálculo del balance hídrico para la asociación climática del bosque húmedo subtropical, transición a subhúmedo. Datos de la estación Campamento, Departamento de Olancho. (Véase Figura 17)

Promedio de largo tiempo en °C o en mm	Meses del Año												Año	
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.		
Temperatura del aire	19.6	20.6	22.4	23.1	24.3	24.2	22.5	23.3	23.5	23.5	21.8	20.9	22.5	
1 Biotemperatura	19.6	20.6	22.4	23.1	24.2	24.1	22.5	23.3	23.5	23.5	21.8	20.9	22.4	
2 Evapotranspiración potencial	98	94	112	112	121	117	113	117	114	118	106	105	1327	
3 E.T.P. Ajustada para climas secos	94	90	107	107	116	112	108	112	109	113	101	101	1270	
4 Precipitación	56	18	23	38	151	172	121	132	175	224	99	62	1271	
5 Evapotranspiración real	94	42	35	25	88	112	108	112	109	113	101	101	1040	
6 Sobrete de lluvia	-	-	-	13	63	60	13	20	66	111	-	-	346	
7 Recorrido de la humedad del suelo	-	-	-	13	63	39	-	-	-	-	-	-	-	
8 Humedad disponible en el suelo	38	24	12	-	-	-	-	-	-	-	2	39	-	
9 Humedad disponible en el suelo al fin del mes	48	24	12	25	88	127	127	127	127	127	125	86	-	
10 Escorrentía	-	-	-	-	-	21	13	20	66	111	-	-	231	
11 Deficiencia de humedad en el suelo	79	103	115	102	39	-	-	-	-	-	2	41	-	
12 Deficiencia de precipitación	38	72	84	69	-	-	-	-	-	-	2	39	304	
13 Deficiencia de humedad total	117	175	199	171	39	-	-	-	-	-	4	80	-	
14 Condición de humedad	SECO						HÚMEDO						-	
ZONA DE VIDA (V-S)													Años de registro	
Bosque húmedo subtropical, transición a subhúmedo													4	10
OBSERVACIONES													Elevación estación en metros: 706	
Relación E.T.P./P: 1.04													Longitud: 14°33' North	
Cantidad de agua libremente disponible: 65 mm													Longitud: 86°40' Oeste	
Cantidad de agua con uso restringido o p.z.t.: 62 mm														

Anexo 3. Temperatura Promedio (°C) mensual y anual de la Estación La E.N.A., Catacamas, departamento de Olancho.

UDZ

SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES
DIRECCION GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS
DEPARTAMENTO DE SERVICIOS HIDROLOGICOS Y CLIMATOLOGICOS

TEMPERATURA MEDIA EN GC

TIPO: HHO
CUENCA: PATUCA
NOMENCLATURA: 39-040

DEPARTAMENTO: OLANCHO
ELEVACION: 500 msnm

ESTACION: LA E.N.A.
LATITUD: 14-50-00 LONGITUD: 85-49-30

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1991				27.2	29.2	27.9	26.4	25.9	25.8	25.5	24.1	23.0
1995				28.0	26.1	28.0	26.7	27.3	27.1	26.4	24.9	24.4
1996	23.3	24.6	25.0	28.6	29.2	25.4	26.3	26.0	26.4	25.7	24.5	23.3
1997	23.8	24.0	25.5	28.6	29.3		26.8	26.6	26.9		25.5	24.6
1998	24.7	25.9	26.6	28.6	29.3		26.3	27.3				
Media	23.9	24.8	25.7	28.1	28.5	27.1	26.5	26.6	26.5	25.9	24.7	23.8

Nota: Espacios en blanco no hay dato
FUENTE: SERVICIOS HIDROLOGICOS Y CLIMATOLOGICOS
DIRECCION GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

Anexo 4. Precipitación promedio (mm) mensual y anual de la Estación meteorológica Las Flores, departamento de Comayagua.

COMISIÓN DE RESPONSABILIDADES
 DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HÍDRICOS
 DEPARTAMENTO DE SERVICIOS HIDROLÓGICOS Y CLIMATOLÓGICOS

PRECIPITACION MENSUAL EDIOM

ESTACION: FLORES	TIEMPO: HMF									ESTACIONAMIENTO: COMAYAGUA			
	CUBIERTA: SIERRA									ALTITUD: 600 m s.n.m.			
TEMPERATURA: 14-19°C													
LATITUD: 14-19-30	LONGITUD: 87-04-06												
ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1944									300.9	93.5	3.8	0.1	498.3
1945	24.1	7.1	16.8	0.0	21.9	275.6	119.9	150.7	281.2	129.5	94.9	20.6	1076.1
1946	4.0	0.0	5.0	15.0	50.7	143.0	87.2	170.2	279.2	84.1	94.1	1.0	1072.6
1947	0.0	11.1				241.2	180.7						423.0
1957											10.5	0.0	10.5
1958	0.0	0.0	6.6		106.4	128.7	139.0	166.0	150.4	73.0	0.0	0.5	669.6
1959	0.0		6.1	11.2	169.3	55.6	16.8	194.9	289.2	325.3	10.7	0.5	994.5
1960	0.8												0.8
1962						56.9	73.2	95.5	94.1	46.0	3.1	0.0	399.6
1963	0.0	0.0				214.0	172.0	46.0	76.2	71.1			589.3
1965											1.0	2.3	3.3
1966	0.3	3.5	5.7	13.0	181.0	191.0	148.0	142.9	106.7	75.1	9.5	3.0	864.0
1974	4.0	1.4		4.2	194.9	207.3	73.2	103.0	206.8	141.6	25.7	5.1	967.2
1975	6.1	0.0	0.0	0.9	106.6	49.0	82.7	104.6	310.6	213.7	91.2	1.2	912.6
1976	1.6	0.2	0.0	78.1	94.2	412.2	22.6	101.8	50.9	185.0	9.8	5.2	1060.7
1977	0.0	0.5	0.0	53.1	189.1	171.4	12.6	67.1	150.9	18.8	70.5	12.2	746.9
1978	1.3	0.0	2.0	56.4	132.9	166.4	95.2	95.1	155.0	39.8	20.0	12.9	784.0
1979	0.0	0.1	15.1	70.3	67.9	198.4	161.5	129.1	303.8	66.6	7.5	6.1	846.2
1980	5.9	0.3	0.0	48.0	101.5	152.3	124.9	127.0	219.2	76.2	11.8	17.2	895.1
1981	0.7	48.7	36.8	4.6	87.9	203.6	121.3	251.9	153.6	104.3	7.1	15.2	1015.2
1982	3.4	14.1	6.8	59.0	206.5	179.6	49.4	29.6	83.0	44.0	7.9	15.5	696.8
1983	4.3	5.0	2.6	32.7	58.8	221.9	57.0	166.2	244.7	86.7	47.6	14.2	940.4
1984	4.6	7.2	26.4	18.5	61.7	130.2	214.8	164.9	264.8	100.5	1.2	0.1	1004.6
1985	0.1	0.7	7.7	56.0	123.8	116.2	89.5	119.3	85.4	91.2	38.1	0.8	712.6
1986	1.5	20.5	0.0	0.1	129.4	74.1	52.9	74.6	120.3	94.0	58.7	0.1	618.1
1987	0.1	0.0	3.0	32.9	123.1	189.8	95.7	193.3	219.4	7.2	12.4	1.8	643.7
1988	0.3	4.4	1.1	22.2	59.0	240.4	177.7	223.1	176.5	70.9	7.8		963.4
1989	6.0	1.3	3.1	38.7	59.4	161.4	89.4	213.3	230.6				845.0
1990	0.7	0.0	51.0	81.9	197.8	132.2		109.8		52.4	99.7	11.2	753.7
1991	0.8	0.0	0.1		103.4	124.5	14.5	47.9	161.1	120.5	3.8	5.1	539.1
1992	0.0	0.0	0.0	19.9	22.4	231.9	41.9	27.3	248.4	36.0	27.9	13.6	695.1
1993	2.6	1.8	20.2	16.2	269.7	66.8	103.1	149.4	146.0	6.4	3.6		797.7
1994	0.3	0.9	0.3	34.3	184.5	50.7	29.2	23.5	131.2	218.5	5.6	5.1	681.7
1995	1.0	0.0	44.5	93.4	129.1	130.2	87.8	208.1	299.6	117.3	19.4	19.4	1226.4
1996	0.0	1.5	85.5	11.1	201.2	64.6	152.3	253.2	180.1	117.0	21.9	1.3	1032.5
1997	3.7	28.4	9.5	37.6	64.0	234.6	10.8	37.1	199.0	49.5	54.9	1.5	717.1
1998	0.6	0.4	50.1	0.2	107.2	73.4							218.3
1999	11.4	29.9	5.1	5.6	68.1	269.7		159.0	373.6	215.4	1.1	1.3	1140.0
2000	4.2	0.0	41.2										45.4
Suma	106.1	215.7	481.4	913.8	3949.0	5613.0	3711.4	990.5	6055.3	3293.4	764.4	208.7	28463.5
Media	3.0	6.6	15.5	31.5	131.3	165.1	92.6	28.0	189.3	101.9	23.9	6.5	730.3

Nota: Espacios en blanco no hay dato.
 FUENTE: SERVICIOS HIDROLÓGICOS Y CLIMATOLÓGICOS
 DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Anexo 5. Temperatura (°C) mensual y anual de la Estación meteorológica Las Flores, departamento de Comayagua

SECRETARÍA DE RECURSOS NATURALES
 DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HÍDRICOS
 DEPARTAMENTO DE SERVICIOS HIDROGRÁFICOS CENTRALES (DISH)

TEMPERATURA MEDIA EN °C

ESTACIÓN: FLORES		PUNTO: IMP. QUINIA, OLGA							DEPARTAMENTO: COMAYAGUA			
LATITUD: 14-17-30		LONGITUD: 87-34-06							ELEVACIÓN: 620 msnm			
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1958	27.0	25.1	24.5	25.5	25.8	25.0	25.5	24.6	25.1	24.6	24.3	22.7
1959	21.6		25.7	26.6	26.7	25.4	25.2	25.2	25.3	25.7	22.9	22.7
1960	22.0											
1961						24.5	24.5	25.0	24.6	24.5	21.4	21.3
1962	21.6	23.2				25.2	24.7	25.0	24.8	24.7		
1963											22.6	21.1
1964	21.9	21.7	21.9	24.8	21.3	24.8	24.4	24.2	23.7	24.0	22.7	22.8
1965	22.2	22.3	22.3	22.6	21.1	27.2	24.3	25.1	25.1	23.2	22.6	22.0
1966	21.6	22.9	21.8	23.1	24.1	23.0	24.0	23.8	23.0	22.8	22.6	21.3
1967	21.7	22.1	23.9	24.4	25.1	24.2	23.3	23.7	22.8	23.3	22.5	22.1
1968	22.6	21.3	23.5	24.0	23.2	22.9	22.2	22.2	22.6	21.9	22.4	21.1
1969	20.4	21.2	22.2	23.3	23.1	22.2	22.2	24.7	23.5	21.7	21.7	21.5
1970						25.2	25.2	25.3	23.7	23.2	21.2	21.0
1971	22.6	23.8	24.1	26.6	26.9	25.8	25.3	24.7	23.6	23.3	22.3	21.2
1972	21.1	21.3	20.4	25.5	25.8	24.3	25.2	25.1	25.3	24.0	22.7	22.9
1973	22.2	23.6	26.3	26.3	25.4	24.8	25.4	25.0	25.6	24.7	23.6	23.6
1974	22.4	23.8	25.2	27.1	27.0	25.1	24.0	25.1	24.6	23.9	23.8	23.2
1975	22.8	23.5	25.7	27.2	26.4	25.3	25.4	24.9	24.4	24.3	23.2	22.7
1976	23.7	24.4	25.4	26.0	27.6	25.7	25.4	25.1	24.6	24.3	23.0	21.0
1977	21.5	23.3	25.6	26.2	27.0	25.4	25.0	25.1	24.6	24.1	22.4	22.1
1978	23.9	24.7	25.5	27.1	26.0	25.5	25.8	25.8	25.3	24.2	23.4	23.2
1979	23.2	24.9	26.3	27.1	28.5	26.3	25.0	25.9	25.0	24.5	24.2	24.2
1980	21.0	23.4	25.5	27.5	26.0	25.5	24.5	24.5	24.3	24.5	22.4	23.0
1981	21.2	23.5	25.3	26.2	26.3	25.8	24.3	25.2	25.2	24.6	23.9	23.3
1982	21.0	24.2	23.6	27.9	26.7	25.7	25.4	26.1	25.3	24.3	24.1	23.4
1983	22.1	24.6	26.6	26.2	26.2	26.2	25.2	25.7	25.6	23.4	23.3	23.0
1984	23.3	24.2	25.7	28.0	27.7	25.5	25.7	24.7	24.5	23.8	24.2	22.9
1985	23.4	22.9	24.6	27.0	26.6	25.6	25.8	25.2	24.7	24.8	23.2	22.0
1986	23.9	24.3	25.4	26.9	26.8	25.8	25.8	25.5	24.8	23.9	22.7	22.7
1987	23.5	25.4	26.9	26.8	27.6	26.4	26.0	26.7	25.4	24.5	23.4	23.0
1988	23.7	24.9	25.2	27.6	27.3	26.3	25.3	26.4	25.2	23.0	24.6	23.8
1989	23.3	24.9	25.4	27.6	27.0	26.2	25.6	25.9	25.1	24.4	23.1	23.1
1990	23.3	24.7	26.5	27.9	26.6	25.1	25.2	26.7	25.5	24.7	23.6	23.4
1991	24.6	24.6	26.2	26.8	27.6	24.6	24.7	25.5	25.0	23.1	23.5	23.1
1992	22.0	22.3	24.3	27.2	25.8	26.1	25.6	24.7	26.7	24.5	23.0	23.3
1993	23.2	24.1	25.5	28.1	27.0	26.2	27.0	27.2	26.4	25.6	24.9	24.1
1994	25.3	26.4	25.9	28.4	28.1	27.3	27.3					
1995	25.6	26.1	27.9	28.8	28.3	27.1		26.7	26.0	25.1	22.3	22.7
1996	23.6	24.0	26.7									
Media	22.8	23.6	25.3	26.4	26.9	25.3	25.0	25.2	24.8	24.1	23.0	22.0

Nota: Espacios en blanco no hay dato

Anexo 6. Precipitación promedio (mm) mensual y anual de la Estación meteorológica La Unión, departamento de Olancho.

002

SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES
 DIRECCION GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS
 DEPARTAMENTO DE SERVICIOS HIDROLOGICOS Y CLIMATOLOGICOS

PRECIPITACION MENSUAL EN MM

ESTACION: LA UNION OLANCHO

TIPO: PV

DEPARTAMENTO: OLANCHO

LATITUD: 15-01-20

LONGITUD: 86-42-40

CUENCA: AGUAN
 NOMENCLATURA: 33-050

ELEVACION: 780 msnm

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981													
1982	35.7	41.7	24.2	6.6	256.4	235.0	144.4	146.6	198.8	96.3	29.0	40.1	364.2
1983	12.0	28.4	27.6	31.2	59.9	239.2	169.4	205.9	172.0	168.5	53.3	52.4	1336.9
1984	31.1	44.2	16.2	38.5	127.2	253.0	174.8	205.3	285.3	156.8	34.3	35.5	1402.2
1985	27.4	5.3	35.5	32.0	112.8	152.8	127.8	150.4	199.4	332.6	38.2	14.2	1238.4
1986	52.5	4.0	22.7	4.4	56.2	189.1	183.1	103.1	209.0	78.2	125.6	25.1	1053.0
1987	11.1	0.0	44.1	5.3	170.1	231.3	338.6	183.3	267.9	17.1	33.7	20.8	1323.3
1988	28.8	8.6	8.3	22.0	161.7	109.0	104.0	181.3	189.6	129.3	57.8	24.7	1025.1
1989	28.2	23.4	0.0	2.4	119.5	61.7	111.7	251.6	267.4	78.0	139.0	45.6	1127.5
1990	7.8	54.8	70.7	44.7	238.7	200.5	175.7	262.1	398.3	106.8	86.3	4.0	1650.4
1991	20.8	2.0	2.0	2.1	248.9	133.3	124.6	104.7	278.9	438.3	20.5	13.1	1389.2
1992		4.3	0.0		41.0			60.2		484.8			590.3
1994		9.0			157.8	10.5							177.3
1995										125.3	40.7		166.0
1996	9.2	27.8	0.0	39.2	209.5	84.2	267.8	308.3	257.5	266.8	159.0	11.4	1640.7
1997	23.6	0.0	22.9	51.9	70.6	563.0	430.8	137.3	155.4	96.3	96.7	31.8	1551.8
1998	20.8	0.0	23.8	5.8	202.4	284.4	96.9	102.3	330.2	582.4			1677.4
1999	36.1	31.0	12.1	11.9	208.0	584.4	125.8	316.4	264.9	20.2	145.4	8.0	1764.2
2000	20.4	16.8	28.4	6.4	273.0								345.0
Suma	365.5	301.3	338.5	304.4	2713.7	3231.4	2575.3	2728.8	3842.5	3386.1	1135.2	365.0	21096.7
max	52.5	54.8	70.7	51.9	273.0	584.4	430.8	316.4	398.3	582.4	159.0	52.4	
min	7.8	0.0	0.0	2.1	41.0	10.5	96.8	60.2	155.4	17.1	20.5	4.0	
Media	24.4	17.7	21.2	20.3	159.6	215.4	183.9	181.9	242.8	190.1	75.7	26.1	1109.8

Nota: Espacios en blanco na hay dato
 FUENTE: SERVICIOS HIDROLOGICOS Y CLIMATOLOGICOS
 DIRECCION GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

Anexo 7. Precipitación promedio (mm) mensual y anual de la Estación meteorológica Las Playitas, departamento de Comayagua

SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES
DIRECCION GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS
DEPARTAMENTO DE SERVICIOS HIDROLOGICOS Y CLIMATOLOGICOS

PRECIPITACION MENSUAL EN MM

ESTACION: PLAYITAS

DEPARTAMENTO: COMAYAGUA

LATITUD: 14-25-25

LONGITUD: 87-42-06

TIPO: HMP
CUENCA: UJMA
NOMENCLATURA: 25-084

ELEVACION: 595 msnm

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1969	16.0	0.5	0.0	0.0	82.5	135.6	237.1	131.9	184.4	147.6	13.0	24.3	0.8
1970	1.5	10.7	10.4	20.6	130.0	48.7	127.6	191.5	139.8	145.5	55.7	12.1	972.9
1971	4.5	8.1	0.0	67.8	60.0	230.5	74.5	86.1	180.7	180.7	39.1	16.7	884.2
1972	4.4	10.1	17.0	16.3	157.8	160.4	68.2	131.1	163.1	110.8	37.5	2.7	879.4
1973	2.3	7.1	6.7	6.8	83.4	221.6	64.2	136.2	194.1	140.0	23.2	3.1	878.7
1974	11.5	0.0	0.0	0.0	208.5	50.1	54.7	348.5	146.2	80.9	3.8	3.8	915.2
1975	3.5	1.9	4.4	277.4	121.1	412.5	61.1	98.3	97.3	73.2	21.5	4.6	1176.8
1976	0.0	0.8	0.0	29.0	196.9	140.6	48.6	81.5	217.5	67.4	28.7	11.7	822.5
1977	40.7	3.9	6.1	73.0	101.6	139.9	137.6	179.0	151.9	71.6	50.7	5.3	961.3
1978	0.3	7.4	36.2	169.0	82.7	245.8	122.1	89.0	152.0	91.8	20.7	23.0	966.7
1979	0.4	5.6	0.0	42.0	72.5	215.8	102.1	71.1	169.0	120.4	19.4	30.1	901.1
1980	1.6	20.5	5.8	15.8	92.6	153.3	119.4	162.7	157.7	117.7	10.3	13.7	871.1
1981	18.2	20.6	6.7	30.8	180.1	130.3	97.0	99.4	193.7	132.6	15.6	11.0	911.0
1982	10.8	3.2	3.7	19.1	53.2	127.1	72.3	88.3	140.0	172.2	33.0	4.2	824.7
1983	8.3	11.6	0.4	2.7	118.5	135.5	90.4	123.1	334.2	75.3	2.7	5.3	920.7
1984	7.4	1.2	21.3	10.5	130.1	144.2	72.3	88.3	140.0	172.2	33.0	4.2	824.7
1985	13.8	9.5	0.0	3.4	66.2	157.3	54.6	50.6	159.1	167.7	77.2	2.4	639.0
1986	11.5	1.0	0.9	3.7	38.3	212.9	127.6	127.8	162.1	8.0	38.8	1.3	734.9
1987	9.2	7.2	0.2	54.3	39.5	244.2	206.3	175.1	266.4	78.1	22.0	0.8	1103.3
1988	31.3	3.5	0.9	7.9	100.0	52.4	68.6	210.9	201.3	41.3	33.9	23.9	778.1
1989	1.1	0.6	13.1	90.9	180.9	55.9	74.6	133.3	86.3	91.4	90.0	16.1	864.4
1990	26.7	2.5	5.0	22.0	93.5	107.7	24.3	51.6	113.5	164.8	25.2	16.7	641.8
1991	0.1	0.6	0.0	22.0	21.6	26.2	66.6	47.9	353.1	150.5	34.2	37.0	936.6
1992	6.4	15.6	4.2	31.6	151.4	130.3	53.5	99.9	134.8	134.8	10.0	9.0	802.6
1993	2.3	0.0	10.7	39.6	154.3	58.2	46.4	126.4	145.2	156.7	40.0	14.5	794.3
1994	5.2	0.8	5.0	45.8	90.6	234.7	95.4	263.2	191.8	122.8	39.5	59.3	1141.3
1995	4.5	0.9	43.5	5.2	65.5	56.1	117.0	168.6	120.9	156.8	21.9	9.9	770.7
1996	7.3	13.2	12.5	2.4	28.8	314.8	55.6	47.4	182.0	65.7	54.4	0.9	789.2
1997	1.5	0.0	13.1	14.5	121.4	166.7	63.9	137.5	92.0	446.9	38.5	10.4	1106.4
1998	3.6	4.7	11.6	34.7	55.1	240.8	55.2	110.9	394.5	179.3	4.3	30.7	1126.4
1999	3.5	0.1	15.0	16.9									35.5
Suma	259.7	177.2	254.3	1164.0	2977.7	4977.3	2724.0	3855.6	5382.7	3724.7	926.4	440.0	26803.6
Media	8.4	5.7	8.2	37.5	99.3	165.9	90.8	128.5	177.4	124.2	30.9	14.2	837.6

Nota: Espacios en blanco no hay dato
FUENTE: SERVICIOS HIDROLOGICOS Y CLIMATOLOGICOS
DIRECCION GENERAL DE RECURSOS HIDRICOS

Anexo 8. Precipitación promedio (mm) mensual y anual de la Estación meteorológica San Jerónimo, departamento de Comayagua

LI/SW/CONASH/SEISA		EMPRESA NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA						HIDROLOGIA						
SAN JERONIMO		CODIGO : U087		ELEVACION 440 M		LATITUD 14-37-33N		LONGITUD 87-36-15W						
HUMUYA		CUENCA : (25) ULUA		AREA DE DRENAJE: KM2										
LLUVIA	(mm)	DATOS HISTORICOS												
AWO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTALES ANUALES	
1971	-	15.4	23.5	15.5	161.8	-	191.4	330.6	210.4	288.4	112.7	74.5	-	
1972	22.8	20.8	.8	80.3	207.1	104.5	210.7	277.4	394.2	164.6	69.5	34.9	1587.6	
1973	5.0	20.1	.0	153.6	173.1	186.5	102.7	180.5	214.2	191.4	28.1	18.4	1273.6	
1974	35.6	23.7	9.1	7.2	145.0	293.0	173.9	298.4	318.1	239.7	47.6	19.7	1611.0	
1975	42.8	5.7	.4	.6	68.6	199.0	114.1	161.6	544.3	228.1	143.8	-	-	
1976	18.7	4.2	4.4	85.9	178.0	391.0	98.9	199.8	242.2	208.3	57.8	50.8	1540.0	
1977	.8	10.3	.7	95.4	323.7	180.4	193.1	139.9	168.4	182.4	86.9	41.7	1423.7	
1978	32.8	27.8	34.1	74.5	192.6	330.6	171.2	291.5	305.2	333.5	91.6	43.3	1928.7	
1979	6.7	6.2	24.0	163.7	218.3	318.6	257.9	203.8	227.8	294.6	52.8	103.8	1878.2	
1980	16.9	5.6	.0	29.4	152.6	327.4	197.1	127.2	290.6	311.0	67.8	59.4	1585.0	
1981	2.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30.9	-	
1982	34.2	223.9	27.4	79.9	265.3	303.2	149.6	268.1	212.0	234.9	58.1	34.6	1891.2	
1983	27.3	1.6	1.3	30.0	42.2	186.3	217.7	209.6	319.9	223.1	150.3	40.5	1449.8	
1984	43.3	18.2	42.3	-	118.4	211.8	232.1	238.9	-	266.3	12.4	19.3	-	
1985	13.7	3.9	10.8	17.0	162.2	129.7	164.0	272.4	261.1	304.1	89.1	44.0	1472.0	
1986	44.3	11.1	8.3	40.7	93.9	124.9	100.4	164.4	266.2	188.3	123.7	10.4	1176.6	
1987	19.5	3.0	3.0	28.7	196.9	370.5	275.6	274.2	377.3	13.2	85.9	45.8	1693.6	
1988	44.2	8.7	6.1	75.3	80.3	247.6	233.4	338.9	340.5	236.4	70.5	56.3	1738.2	
1989	71.2	5.6	3.1	12.8	369.9	83.2	137.6	396.9	361.8	150.6	219.4	9.9	1822.0	
1990	53.4	5.6	46.9	84.8	119.1	285.6	238.0	283.2	464.5	241.0	128.8	79.1	2030.0	
1991	56.3	6.9	10.4	12.4	118.9	153.4	141.2	83.9	231.9	395.6	157.9	36.6	1405.4	
1992	11.1	3.4	.0	120.6	44.5	373.9	145.8	190.0	516.7	218.6	39.0	10.9	1674.5	
1993	38.4	3.3	19.6	84.9	142.7	238.7	165.4	143.4	276.8	146.4	25.5	18.0	1303.1	
1994	13.8	5.8	16.0	50.4	194.7	108.6	129.5	207.5	405.3	333.9	113.0	44.5	1623.0	
1995	7.3	11.0	15.0	83.6	169.0	197.8	205.6	388.9	352.7	106.8	75.1	97.8	1710.6	
1996	16.3	11.3	23.1	103.9	339.0	82.5	264.5	279.3	401.7	138.6	99.1	29.1	1788.4	
1997	98.7	73.0	24.1	26.5	46.2	303.3	193.5	181.1	263.0	97.3	131.1	6.3	1444.1	
1998	21.9	.0	7.5	29.8	142.1	104.6	202.5	431.5	146.0	533.1	113.0	37.3	1769.3	
1999	23.2	29.5	29.0	34.3	182.4	205.6	161.1	301.4	483.6	170.4	14.4	23.2	1658.1	
MAX	29.4	20.2	14.0	60.1	166.0	223.8	181.0	245.2	318.4	230.0	88.0	40.0	2030.0	
MIN	.8	.0	.0	.6	42.2	82.5	98.9	83.9	146.0	13.2	12.4	6.3	1176.6	
DEV. TIP.	22.3	42.4	13.5	44.2	83.6	95.4	50.1	86.3	104.8	101.4	48.3	25.2	216.0	

Anexo 9. Temperatura promedio (°C) mensual y anual de la Estación meteorológica San Jerónimo, departamento de Comayagua

SAN JERONIMO JERONIMO		LIT/SW/CONHSH/SEIDA		EMPRESA NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA		HIDROLOGIA								
CODIGO : 0081.MED		ELEVACION 440 M		LATITUD 14-37-33N		LONGITUD 87-36-15W								
CUENCA : (25) UJUA		AREA DE DRENADJE :		SN. KM2										
TEMPERATURA (°C)		DATOS HISTORICOS												
ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO ANUAL	
1971	-	22.1	24.4	25.2	26.2	-	24.7	24.8	24.9	24.9	24.9	23.0	22.8	-
1972	20.9	21.4	24.2	26.2	25.0	26.7	26.0	25.1	24.7	23.9	23.6	23.2	24.3	-
1973	23.7	23.9	25.6	28.3	27.4	26.6	26.0	26.7	26.7	25.8	24.9	21.3	25.6	-
1974	27.3	23.9	23.5	26.0	27.4	26.3	26.5	25.6	25.8	25.8	23.8	23.0	23.1	-
1975	23.7	24.4	26.3	27.8	28.9	27.5	25.8	25.9	25.3	25.1	23.6	22.1	25.5	-
1976	21.9	22.6	25.9	27.0	27.3	26.4	25.9	26.0	26.0	26.0	23.7	21.6	25.0	-
1977	21.0	22.0	25.7	27.8	26.8	26.2	25.9	26.9	27.0	27.0	25.7	25.1	24.4	-
1978	23.3	24.5	26.3	28.5	28.8	26.7	26.2	26.3	26.3	25.3	25.0	24.2	25.9	-
1979	24.3	24.8	27.7	28.3	27.6	26.6	26.7	26.1	26.3	26.0	24.2	24.0	26.1	-
1980	24.6	24.7	27.1	27.3	29.5	27.2	26.6	26.8	26.6	25.6	23.9	21.7	26.0	-
1981	22.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1982	-	-	25.1	27.1	26.7	26.0	24.6	25.4	25.6	24.5	23.4	23.1	25.8	-
1983	23.3	25.4	27.0	28.1	25.1	27.4	25.5	25.7	25.7	24.9	24.6	23.5	25.8	-
1984	21.6	23.5	25.3	27.2	27.6	25.5	24.6	24.6	24.9	24.4	22.1	22.7	24.5	-
1985	21.9	23.9	26.2	27.7	27.6	26.2	25.5	25.6	26.0	25.0	24.0	23.4	25.3	-
1986	21.7	23.7	23.3	26.0	27.1	25.9	25.0	25.6	25.7	25.3	24.8	23.5	24.8	-
1987	21.7	24.4	27.5	26.0	27.4	27.3	26.0	26.0	26.5	23.8	23.8	23.8	25.4	-
1988	23.0	24.1	25.7	27.8	28.0	27.1	25.7	26.1	25.8	24.1	24.6	21.9	24.8	-
1989	22.7	22.3	24.0	27.1	26.8	26.1	25.6	26.1	25.7	24.3	24.5	21.0	24.8	-
1990	23.0	23.4	25.2	27.2	27.1	25.9	25.4	25.3	25.5	24.5	22.6	22.6	24.8	-
1991	20.8	22.2	25.8	28.2	28.2	26.7	25.6	25.9	25.4	25.0	22.9	22.7	25.0	-
1992	23.0	24.2	26.1	27.2	27.2	27.2	25.2	25.7	25.1	26.0	22.9	23.2	25.3	-
1993	23.7	24.6	25.2	28.0	27.7	26.4	25.6	26.4	24.5	26.0	23.4	23.2	25.3	-
1994	23.2	24.8	25.9	27.8	27.7	26.7	27.0	26.4	26.0	26.1	24.4	23.9	25.8	-
1995	22.0	24.3	26.5	28.2	27.9	27.5	26.3	27.0	26.8	26.0	24.9	24.3	26.1	-
1996	22.5	24.0	24.3	27.7	26.8	26.9	26.5	26.5	26.8	25.7	23.6	23.6	25.8	-
1997	23.4	24.0	25.8	27.7	28.3	26.6	26.5	26.5	26.5	25.7	25.3	23.3	25.8	-
1998	25.0	26.3	26.3	28.9	29.1	28.1	26.5	27.0	27.3	25.7	24.7	23.4	26.5	-
1999	22.6	24.0	25.7	28.0	27.8	26.6	25.6	26.3	26.3	25.1	22.4	22.9	26.5	-
PROMEDIO	22.9	23.8	25.7	27.5	27.6	26.7	25.3	26.0	25.9	25.1	23.9	23.0	25.3	-
MAX	25.0	26.3	27.7	28.9	28.5	28.1	27.0	27.0	27.3	26.1	25.3	24.4	26.5	-
MIN	20.8	21.4	23.3	25.2	25.0	25.5	24.6	24.6	24.5	23.8	22.1	21.3	24.3	-
DEV. TIP.	1.1	1.1	1.0	.8	1.0	.6	.6	.6	.7	.7	.9	.9	.5	-

FUENTE DE DATOS: ENEE

"-" DATOS FALTANTES

Biotemperatura Media Anual en Grados Centígrados**Estación :** LA E.N.A. Catacamas, Olancho.**Latitud:** 14.833

	Ene.	Feb.	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
Temperatura Media¹	23.9	24.8	25.7	28.1	28.5	27.1	26.5	26.6	26.5	25.9	24.7	23.8	26.01
Corrección biotemp.*		24.52	24.41	20.62	19.49	22.82	23.72	23.59	23.72	24.29	24.48		
Biotemperatura	23.9	24.52	24.41	20.62	19.49	22.82	23.72	23.59	23.72	24.29	24.48	23.8	23.28

Estación: Las Flores, Comayagua**Latitud:** 14.292

	Ene.	Feb.	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
Temperatura Media²	22.8	23.6	25.3	26.4	26.4	25.3	25.0	25.2	24.8	24.1	23.0	22.7	24.6
Corrección biotemp.*			24.58	23.93	23.93	24.58	24.57	24.58	24.53	24.10			
Biotemperatura	22.8	23.6	24.58	23.93	23.93	24.58	24.57	24.58	24.53	24.1	23.0	22.7	23.91

Estación: San Jeronimo, Comayagua**Latitud:** 14.626

	Ene.	Feb.	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
Temperatura Media²	22.9	23.8	25.7	27.5	27.6	26.7	25.8	26.0	25.9	25.1	23.9	23.0	
Corrección biotemp.*			24.43	22.13	21.91	23.50	24.38	24.24	24.32	24.57			
Biotemperatura	22.9	23.8	24.43	22.13	21.91	23.5	24.38	24.24	24.32	24.57	23.9	23.0	23.59

¹ Promedios para el periodo de 1991-1998² Promedios para el periodo de 1958 -2000

Biotemperaturas mensuales superiores a 24 °C se corrigen con la formula

$$t_{bio}=t-((3*\text{grados en latitud})/100)*(t-24)^2$$

Anexo 11 Cálculo del balance hídrico mensual y anual de la estación meteorológica Victoria, departamento de Yoro

C.2 Cálculo del balance hídrico para la asociación climática del bosque seco tropical, transición a subtropical. Cal. Datos de la estación Victoria, Departamento de Yoro (Véase Figura 7)

Promedio de largo tiempo en °C o en mm	Meses del Año												Año	
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Septbr.	Oct.	Nov.	Dic.		
Temperatura del aire	22.8	23.4	25.8	27.1	27.4	26.4	25.9	26.3	26.2	25.5	23.6	22.8	25.3	
Temperatura	22.8	23.4	24.3	22.8	22.2	23.8	24.3	23.9	24.0	24.5	23.6	22.8	23.5	
Evapotranspiración potencial	114	107	122	110	111	115	122	120	116	123	114	114	1388	
E.T.P. Ajustada para climas secos	105	99	112	101	102	106	112	111	107	113	105	105	1278	
Precipitación	31	25	29	41	145	170	177	168	231	183	55	24	1279	
Evapotranspiración real	47	20	25	33	89	106	112	111	107	113	105	71	939	
Sobranje de lluvia	-	5	4	8	56	64	65	57	124	70	-	-	453	
Recargo de la humedad del suelo	-	5	4	8	56	40	-	-	-	-	-	-	-	
Disminución de la humedad del suelo	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	47	-	
Humedad disponible en el suelo al fin del mes	15	20	24	32	88	128	128	128	128	128	78	31	340	
Escorrentía	-	-	-	-	-	24	65	57	124	70	-	-	-	
Deficiencia de humedad en el suelo	113	108	104	96	40	-	-	-	-	-	50	97	-	
Deficiencia de precipitación	74	74	83	60	-	-	-	-	-	-	50	81	422	
Deficiencia de humedad total	187	182	187	156	40	-	-	-	-	-	100	178	-	
14 Condición de humedad	SECO					HÚMEDO							SECO	
ZONA DE VIDA													Años de registro	
Bosque seco tropical, transición a subtropical. (bs-T)													Temperatura	
													Precipitación	
													9	
OBSERVACIONES													13	
E.T.P. / p. 1.09													Elevación estación en metros	
Cantidad de agua liberada disponible 66 mm													380	
Cantidad de agua con uso restringido en p.e.z. 61 mm													Latitud 14°56' Norte	
													Longitud 87°24' Oeste	

Anexo 12. Análisis de las propiedades de la semilla de Amargoso, realizado en Semillas Tropicales S.A. (Ensayo 1).

SEMILLAS TROPICALES,S.DE R.L.
Tel. (504) 773-48-27/Tel/Fax (504) 773-07-67
E-mail setro@hondutel.hn

ENSAYOS DE CALIDAD

1. ENSAYO DE GERMINACION	REF:
ESPECIE: <i>Vatairea lundellii</i>	PROCEDENCIA: Zamorano
IDENTIDAD No.	CANTIDAD KLS:
FECHA DE INICIO: 22/06/00	SEMILLAS POR MUESTRA: 20
NUMERO DE MUESTRAS: 2	

SEMILLAS GERMINADAS

RECALCITRANTE (HONGOS)

FECHA	1	2	3	4	PROMEDIO
6/07/00	0				

PORCENTAJE DE GERMINACION: _____ % %DIF:-----

SEMILLAS VIABLES/KILO:_____

2.DETERMINACION DE PESO No. DE SEMILLAS/REPLICA	3.DETERMINACION CONTENIDO DE HUMEDAD	4.DETERMINACION DE PUREZA	
1. <u>1.160 - 1.022</u>	a)------(%)	A	B
2. <u>0.760 - 1.287</u>	b)------(%)		
3. <u>1.089 - 1.172</u>	c)------(%)		
4. <u>1.714 - 0.923</u>	-----	PESO MUESTRA-----	-----
5. <u>1.034 - 1.122</u>		SEM. OTRAS ESP.-----	-----
6. <u>0.550 - 0.847</u>	E=------(%)	SEM. PURAS -----	-----
7. <u>0.863 - 0.613</u>	=------(%)	SUCIO -----	-----
8. <u>1.096 - 0.570</u>		TOTAL -----	-----
9. <u>0.909 - 1.197</u>		PUREZA: -----	-----
E <u>19.566= 20=0.9783</u>		-----	-----
x <u>5= 4.8915 x 10</u>		OBSERVACIONES:-----	-----
PESO 1,000 SEM. <u>48.915</u>			
SEM. PURAS/KILO: <u>20.443</u>			

5. ESTIMACION DE VIABILIDAD: _____ (%) (MEDIANTE CORTEO INCISION)

Anexo 13. Análisis de las propiedades de la semilla de Amargoso, realizado en Semillas Tropicales S.A. (Ensayo 2).

SEMILLAS TROPICALES,S.DE R.L.
 Tel. (504) 773-48-27/Tel/Fax (504) 773-07-67
 E-mail setro@hondutel.hn

ENSAYOS DE CALIDAD

1. ENSAYO DE GERMINACION	REF:
ESPECIE: <i>Vatairea lundellii</i>	PROCEDENCIA: Zamorano
IDENTIDAD No.	CANTIDAD KLS:
FECHA DE INICIO: 22/06/00	SEMILLAS POR MUESTRA: 20
NUMERO DE MUESTRAS: 3	

SEMILLAS GERMINADAS

RECALCITRANTE (HONGOS)

FECHA	1	2	3	4	PROMEDIO
6/07/00	0				

PORCENTAJE DE GERMINACION: _____ % %DIF:-----

SEMILLAS VIABLES/KILO: _____

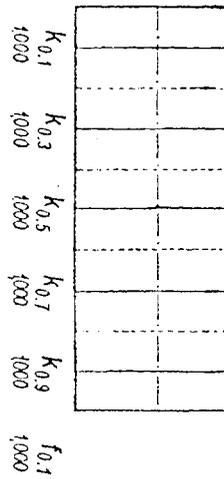
2.DETERMINACION DE PESO No. DE SEMILLAS/REPLICA	3.DETERMINACION CONTENIDO DE HUMEDAD	4.DETERMINACION DE PUREZA
10. <u>1.099 - 0.445</u>	a)------(%)	A B
11. <u>0.584 - 0.626</u>	b)------(%)	
12. <u>0.946 - 0.962</u>	c)------(%)	
13. <u>0.508 - 1.264</u>	-----	PESO MUESTRA-----
14. <u>0.507 - 0.538</u>		
15. <u>0.912 - 1.336</u>	E=------(%)	SEM. OTRAS ESP.-----
16. <u>0.843 - 0.656</u>		
17. <u>1.651 - 1.091</u>	=------(%)	SEM. PURAS -----
18. <u>0.469 - 1.206</u>		
19. <u>1.085 - 1.121</u>		SUCIO -----
E <u>17.849 = 20 = 0.89245</u>		TOTAL -----
x <u>5 = 4.46225 x 10</u>		PUREZA: -----

PESO 1,000 SEM. <u>44,6225</u>		OBSERVACIONES:-----
SEM. PURAS/KILO: <u>22.410</u>		

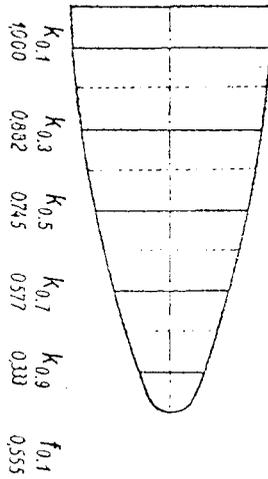
5. ESTIMACION DE VIABILIDAD: _____ (%) (MEDIANTE CORTEO INCISION)

Anexo 14. Cuerpos teóricos de rotación propuestos por Prodan (1944).
(Prodan *et al.* 1997)

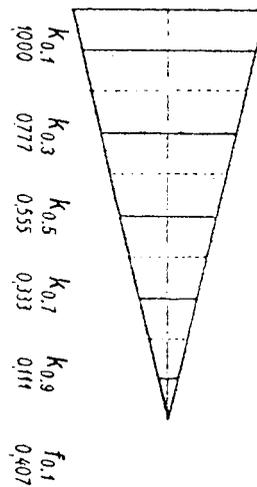
Cilindro



Paraboloide



Cono



Nelloide

