

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES SOBRE EL
VOLUMEN DE MADERA EN PIE DE BOLAINA BLANCA (*Guazuma crinita***

C. Mart.) - LEONCIO PRADO - HUÁNUCO

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

ASTRIT TANIA ASCENCIO EXALTACIÓN

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María - Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

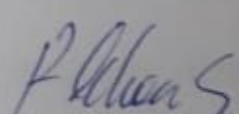
Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 27 de Febrero de 2019, a horas 10:00 a.m. en la Sala de Grados de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, para calificar la Tesis titulada:

"INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES SOBRE EL VOLUMEN DE MADERA EN PIE DE BOLAINA BLANCA (*Guazuma crinita* C. Mart.) – LEONCIO PRADO - HUÁNUCO"


Presentado por la Bachiller **ASTRIT TANIA ASCENCIO EXALTACION**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de "**MUY BUENO**"


En consecuencia, la sustentante queda apta para optar el Título de **INGENIERO FORESTAL**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

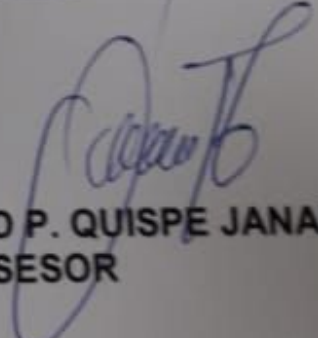
Tingo María, 07 de Marzo de 2019.


Ing. MSc. RICARDO OCHOA CUYA
PRESIDENTE




Ing. RAÚL ARAUJO TORRES
VOCAL


Ing. MSc. ROBERT G. PECHO DE LA CRUZ
VOCAL


Ing. MSc. DAVID P. QUISPE JANAM
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES SOBRE EL VOLUMEN DE MADERA EN PIE DE BOLAINA BLANCA (*Guazuma crinita* C. Mart.) - LEONCIO PRADO - HUÁNUCO

Autor	:	ASCENCIO EXALTACIÓN, Astrit Tania
Asesor de tesis	:	Ing. Quispe Janampa David P.
Escuela profesional	:	Escuela Profesional Ingeniería Forestal
Programa	:	Gestión de bosques y plantaciones forestales
Línea de Investigación	:	Sistemas agroforestales
Eje temático de investigación	:	Plantación Forestales
Lugar de ejecución	:	Distritos de Padre Felipe Luyando, Pueblo Nuevo y Castillo Grande.
Duración	:	Fecha de inicio : 27 de abril 2018 Fecha de término : 27 de octubre 2018
Financiamiento	:	Propio

DEDICATORIA

A mi señor papá Almendr Asencio Maíz
por haberme dado su apoyo
incondicional e incentivarme a lograr
mis metas.

A mi señora madre Nely Exaltación
Reyes por estar siempre a mi lado en
cada uno de mis logros, y siempre con
sus consejos para formarme una
profesional de bien.

A mi sobrino Darren Mateo Santos
Asencio, por ser mi fuente de
inspiración a seguir adelante hasta
conseguir mis sueños y ser una
persona ejemplar para él.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

A la facultad de Recursos Naturales Renovables, la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal.

A mi asesor y a los docentes miembros del jurado calificador.

A los señores propietarios de cada parcela de sistema de plantación agroforestal.

A mis compañeros y amigos que me apoyaron en dicho estudio.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos general	2
1.2. Objetivos específicos	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Sistemas agroforestales.....	4
2.2. Factores que influyen en el crecimiento de especies forestales.....	5
2.3. Diámetro y altura de fuste de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) en sistemas agroforestales	7
2.4. Volumen de madera en pie de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) en sistemas agroforestales	10
2.5. Factor de forma de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.).....	12
2.6. Calidad de fuste de árboles.....	13
2.7. Características de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.)	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1. Lugar de ejecución	16

3.1.1. Descripción del lugar	16
3.1.2. Ubicación política.....	16
3.1.3. Clima	17
3.1.4. Ubicación geográfica	17
3.1.5. Zona de vida.....	18
3.1.6. Vegetación.....	18
3.2. Materiales y equipos	18
3.2.1. Material biológico o unidad de estudio.....	18
3.2.2. Materiales	19
3.2.3. Equipos.....	19
3.3. Generalidades de la investigación.....	19
3.3.1. Tipo de estudio	19
3.3.2. Diseño de estudio	20
3.3.3. Nivel de estudio	20
3.3.4. Tratamientos.....	21
3.4. Metodología	22
3.4.1. Coordinación.....	22
3.4.2. Fase de campo	23
3.4.3. Análisis de datos.....	26

IV. RESULTADOS	30
4.1. Cálculo del coeficiente de forma de la bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.).....	30
4.2. Volumen de la bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) en sistemas agroforestales	31
4.2.1. Diámetro a la altura del pecho (dap) del fuste	31
4.2.2. Altura total de los árboles	33
4.2.3. Altura comercial de los árboles.....	35
4.2.4. Volumen de árboles en pie	37
4.3. Influencia de los sistemas agroforestales con bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) sobre la calidad del fuste de la especie forestal	39
V. DISCUSIÓN.....	41
5.1. Cálculo del coeficiente de forma de la bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.).....	41
5.2. Volumen de la <i>Guazuma crinita</i> C. Mart. en los sistemas agroforestales	41
5.3. Influencia de los sistemas agroforestales con bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) sobre la calidad del fuste de la especie forestal	46
VI. CONCLUSIONES	48

VII. RECOMENDACIONES.....	49
VIII. ABSTRACT.....	50
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXO	59

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Condiciones climatológicas de la provincia de Leoncio Prado.	17
2. Esquema de análisis de varianza.	29
3. Estadísticos descriptivos para obtener el coeficiente de forma de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.).	30
4. Estadísticos descriptivos del dap (cm) en árboles de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) como componente de diferentes asociados con cacao.	31
5. ANVA para el dap (cm) en árboles de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) por influencia de los diferentes asociados al cacao.	32
6. Prueba Duncan para el dap (cm) en árboles de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) bajo diferentes asociaciones al cacao.	32
7. Estadísticos descriptivos para la altura total (m) en árboles de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) como componente de diferentes asociados con cacao.	33
8. ANVA para la altura total (m) en árboles de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) por influencia de los diferentes asociados al cacao.	34

9.	Prueba Duncan para la altura total (m) en árboles de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) bajo diferentes asociaciones al cacao.....	34
10.	Estadísticos descriptivos para la altura comercial (m) en árboles de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) como componente de diferentes asociados con cacao.	35
11.	ANVA para la altura comercial (m) en árboles de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) por influencia de los diferentes asociados al cacao.....	36
12.	Prueba Duncan para la altura comercial (m) en árboles de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) bajo diferentes asociaciones al cacao.	36
13.	Estadísticos descriptivos para el volumen (m ³) de árboles en pie de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) como componente de diferentes asociados con cacao.	37
14.	ANVA para el volumen (m ³) en árboles de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) por influencia de los diferentes asociados al cacao.....	38
15.	Prueba Duncan para el volumen (m ³) en árboles de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) bajo diferentes asociaciones al cacao.....	38
16.	Influencia de los sistemas agroforestales con bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) sobre la calidad del fuste de la especie forestal.	39

17. Diámetros del fuste (cm) de árboles de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) considerados para la obtención del coeficiente de forma.	60
18. Coeficiente de forma obtenido de los árboles de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.).	62
19. Parámetros del fuste y volumen maderable de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.)	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Calidad del fuste de la especie forestal en los diferentes sistemas agroforestales con bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.).....	40
2. Medición del fuste de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) para la obtención del coeficiente de forma.....	71
3. Bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) en asocio con cacao.....	71
4. Delimitación del sistema bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) en linderos de una plantación de cacao.....	72
5. Bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) en linderos de una plantación de cacao.....	72
6. Bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) en asociado en hileras a una plantación de cacao.....	73
7. Árboles codificados de una plantación pura de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.).....	73

RESUMEN

Las diversas actividades como la agroforestería, no son ajenas en nuestra región donde se viene asociando la bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) con el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) pero no reportando las ventajas o desventajas sobre la producción volumétrica de la madera, ante ello se realizó el estudio con el objetivo de estimar la influencia de los sistemas agroforestales sobre el volumen de la madera en pie de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) en la provincia de Leoncio Prado. Se utilizó cuatro sistemas de plantación, siendo estos: T₁: Regeneración natural de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociado con cacao, T₂: Sistema en lindero de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociado al cacao, T₃: Sistema en hileras de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociado con cacao y el T₄: Plantación pura de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) a los cuales se midió el dap (cm) y se estimó la altura total (m), altura comercial (m) y el volumen de madera en pie (m³). Como resultado se obtuvo un coeficiente de forma de 0.59, mayor dap presentó T₁ (26.58 cm) y T₃ (26.32 cm); la altura total en T₃ (24.94 m) y T₂ (24.74 m); la altura comercial en T₂, T₃ y T₄; el volumen en T₃ (0.61 m³/árbol) y T₁ (0.51 m³/árbol). La calidad de fuste 1 fue mayor en T₄ (73%) y el T₂ (63.3%), mientras que la calidad 2 se observó en T₃ (50%). Se concluye que el volumen de madera en pie de *Guazuma crinita* es influenciado de manera significativa por los sistemas de plantación.

I. INTRODUCCIÓN

Las áreas deforestadas en el país aumentaron en 80% desde el principio del siglo, siendo el principal problema de este, la agricultura migratoria (MINAM, 2009 y CÉSPEDES *et al.*, 2014). Para contribuir a la reducción de la vulnerabilidad y el impacto de las actividades humanas sobre ecosistemas frágiles se confrontaría creando un sistema similar al natural (TORRES *et al.*, 2008); esto se podría enfocar a la agroforestería por ser una actividad orientada a la asociación de especies forestales con cultivos agrícolas o de pastos (LA TORRE, 2012).

Actividades como la agroforestería, no son ajenas en nuestra región, diferentes instituciones y agricultores particulares fomentan el establecimiento, manejo y aprovechamiento de diversos sistemas cuyos componentes son los árboles forestales y los cultivos agrícolas. Entre ellos la especie forestal bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) se ha convertido en una alternativa importante para satisfacer la demanda de madera en el corto plazo (PAREDES *et al.* (2010). En la provincia de Leoncio Prado, esta especie proliferan mediante regeneración natural en parcelas con cultivos agrícolas, en otras se encuentran establecidas en asocio con cultivos. Sin embargo, existe limitada información el comportamiento de la especie forestal en asocio con cultivos agrícolas y la producción de madera en diferentes sistemas de asocio. La bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) es una especie forestal nativa de

crecimiento relativamente rápido, no se cuenta con reportes del rendimiento volumétrico sometido a las diferentes formas de asocio, las cuales generan interrogantes como ¿Existirá influencia en el volumen maderable de la bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) a causa de los sistemas agroforestales?

El estudio expone como justificación que se puede establecer la bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) bajo diferentes sistemas de plantación pero que los volúmenes maderables presentan diferentes comportamientos, además, estos resultados sirven como base para futuras investigaciones de tipo básicos debido a que fortalecerán conocimientos tanto en productores e investigadores que deseen conocer más sobre esta especie forestal de rápido crecimiento.

Se ratificó la interrogante planteada para el presente estudio en donde enmarcaba que los sistemas agroforestales con bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) presentan influencias diferentes sobre el volumen de madera en pie y que en muchos casos se les atribuye a las particularidades de cada sistema que se maneja en la cuenca media del Huallaga. En base a lo expuesto en los párrafos anteriores se consideró como objetivos los siguientes:

1.1. Objetivos general

- Estimar la influencia de los sistemas agroforestales sobre el volumen de la madera en pie de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) en la provincia de Leoncio Prado.

1.2. Objetivos específicos

- Calcular el coeficiente de forma de la bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.)
- Determinar el volumen de la bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) en los sistemas agroforestales.
- Determinar la influencia de los sistemas agroforestales con bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) sobre la calidad del fuste de la especie forestal.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Sistemas agroforestales

El asocio de especies agrícolas con especies forestales lo realizan por diferentes propósitos, uno de ellos es el ingreso económico, cuando la producción descienden o los precios del cacao, el aprovechamiento de los maderables ofrece un ingreso económico adicional (DUGUMA *et al.*, 1999, RUSSELL y FRANCELL, 2004).

Para algunas especies, JIMÉNEZ (2012) recomienda plantar a un distanciamiento de 10 × 10, 12 × 12 m para cedro y 8 × 8, 10 × 10 y 12 × 12 m para caoba, porque estas distancias proveen la mayor cantidad de potencial volumétrico sin afectar a la especie agrícola (café) por exceso de sombra. En general, el crecimiento de las especies forestales no es afectado por el asocio, pero los rendimientos de los cultivos sí son afectados negativamente a partir del segundo año del asocio, normalmente es por los requerimientos fisiológicos de los mismos (BERTOMEU y ROSHETKO, 2007).

Para LOPEZ (2012), el manejo silvicultural de las especies de sombra (frecuencia e intensidad de podas y raleos) brinda al cacao y a las maderables buenas condiciones para crecer y producir. Las tasas de crecimiento de los árboles en linderos son mejores que las de plantaciones masivos; sin embargo, esta última puede producir más madera por unidad de

área; en comparación con las plantaciones en bloques, la baja densidad de árboles y su distribución lineal contribuyen a disminuir la propagación de plagas y enfermedades. En plantaciones en bloque, la productividad puede reducirse seriamente si no se ralea en el momento oportuno.

Si el lindero se establece en campos de cultivos, inevitablemente habrá competencia entre el árbol y el cultivo; la intensidad de la competencia dependerá, básicamente de su manejo, el tipo de suelo, y su estado de desarrollo. Para disminuir la competencia, se pueden aplicar podas y raleos al lindero, de manera que los árboles se orienten de este a oeste, siguiendo la dirección del sol (GALLOWAY, 1986). El área de proyección de la sombra de los árboles determina la competencia por luz y bajo la tierra la extensión de las raíces, que determina la competencia por agua, nutrimentos y posibles relaciones alelopáticas. El valor comercial maderable de los linderos puede disminuir por la forma ramificada de los árboles al existir una menor competencia lateral que en plantaciones en bloque. Las especies forestales aptas para establecer linderos son las heliófitas que necesitan un ambiente a plena luz (LOPEZ, 2012).

2.2. Factores que influyen en el crecimiento de especies forestales

CAMACHO y FINEGAN (1997) sugieren que, el incremento diamétrico por efecto de la iluminación sobre la copa podría deberse a la disminución de la competencia por recursos del suelo; así también, la asociación entre iluminación de copa, forma de copa y diámetro de copa podría

sugerir la necesidad de mejorar la iluminación de la copa en beneficio de los otros atributos y por consiguiente del incremento diamétrico y basimétrico.

Para los árboles de las clases diamétricas menores, constataron que una liberación no beneficia indiscriminadamente a todos los árboles. La liberación disminuye la competencia por luz, pero no necesariamente por recursos del suelo, de manera que, sería insuficiente para favorecer los incrementos del fuste (GALVÁN *et al.*, 2003).

El diámetro de la copa refleja la dimensión del aparato fotosintético del árbol y está directamente relacionado con su capacidad de crecimiento. El porcentaje de copa se ha utilizado como indicador de la vitalidad de los árboles y como regresor en modelos del grado de competencia entre los individuos (DURLO, 2001). La relación entre el diámetro de copa y el diámetro del árbol (d) es conocido como el índice de espacio vital y expresa cuantas veces es mayor el diámetro de copa que el diámetro del árbol. STAMPFER (1995) ha utilizado el índice vital (relación entre el diámetro de copa y el diámetro del árbol) en los árboles creciendo aisladamente para deducir el número máximo de individuos que podrían ocupar una hectárea.

SUATUNCE *et al.* (2010) mencionan que, se realiza con mayores densidades la plantación cuando se quiere obtener fustes rectos, y densidades menores cuando se quiere árboles de copas amplias y bien iluminadas. El aumento de la densidad de plantación afecta al crecimiento individual de los árboles manifestándose por una disminución en el diámetro y altura, pero contrastándose por un aumento de la biomasa total por hectárea (FERRERE *et*

al., 2005). Además, el compromiso para conseguir el máximo de producción maderera puede estar condicionado no solo por la especie sino también por el sitio (MADRIGAL *et al.*, 1999).

2.3. Diámetro y altura de fuste de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) en sistemas agroforestales

En San Martín, en la zona de Pajarillo, LARREA (2007) registró valores de 29 cm de diámetro y 13 m de altura del fuste de la bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) en un sistema asociado con cacao y capirona con edad de 8 años, donde el distanciamiento del cacao fue 3 x 3 m y de los árboles fue 9 x 9 m; y en la zona de Pachiza en un sistema de 6 años de edad registró árboles de 12.5 cm y 3.6 cm de diámetro, y 8 m y 4.5 m de altura, esta variación de valores se atribuye al distanciamiento irregular entre las especies forestales donde se encontraron árboles hasta a 1.5 x 1.5 m de distancia y en caso del cacao fue 3 x 3 m.

BECERRA (2016) realizó investigación en el Fundo La Alborada - Tingo María, en una plantación de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociado con cacao mediante el sistema agroforestal; el cacao fue instalado a un distanciamiento de 2 x 3 m mediante el método de tresbolillo (1667 plantas/ha), mientras la bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) fue instalado a un distanciamiento 3 x 6 m (555 árboles/ha), después de 3 años se realizó el primer raleo dejando a un distanciamiento 3 x 12 m y a los 5 años fue el segundo raleo dejando a un distanciamiento 3 x 24 m, que será el distanciamiento hasta la cosecha final; la evaluación de los individuos fue

realizado a los 7 años de edad del sistema, la cual la especie forestal presentó un diámetro promedio de 23.0 cm, la altura total promedio de 22.3 m, la altura comercial promedio de 14.26 m, y el 44.05% de árboles presentaron un fuste de calidad 1 y el 48.81% de calidad 2 de acuerdo los criterios planteados por MURILLO y CAMACHO (1997), además aportan un 30.55% de sombra al cultivo agrícola; en caso del volumen comercial de árbol en pie presentó 38,88 m³/ha y 0.421 m³ por cada árbol.

En estudios realizados en INFOR-JICA en la estación experimental Alexander Von Humboldt - Ucayali por QUEVEDO (1994) señala que, para distintos sistemas de fajas de enriquecimiento, el crecimiento en altura varía de acuerdo el ancho de faja; los árboles de fajas de 5 metros de ancho alcanzaron 1.64 m/año, para fajas de 10 m de ancho alcanzaron 1.79 m/año y para fajas de 30 m de ancho alcanzaron 2.73 m/año; estos valores resaltan que el crecimiento en altura es mayor de acuerdo que se incrementa el ancho de la faja de enriquecimiento.

Para CARRERA (1987) en un suelo gleysol (deriva del vocablo ruso "gley" que significa masa fangosa, haciendo alusión a su exceso de humedad) el crecimiento de la bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) es óptimo en plantaciones mediante sistema en campo abierto o en fajas de más de 10 m de ancho; porque, ha mostrado mejor desarrollado (diámetro y altura); además indica que, árboles de 3.4 años de edad presentaron alturas de 5.8 m, 11.2 m y 13.8 m y diámetros de 3.3 cm, 9.9 cm y 11.1 en fajas con ancho de 5, 10 y 30 m respectivamente.

Así también, en plantaciones experimentales de 18 años de edad establecidas mediante sistema de fajas que están ubicadas en la estación experimental Alexander Von Humboldt; los árboles con distanciamiento entre faja de 5 m alcanzaron un diámetro promedio de 31.11 cm, altura comercial de 17.14 m y una altura total de 27.41 m; en fajas de 10 m alcanzaron un diámetro promedio de 22.34 cm, altura comercial de 16.05 m y una altura total de 24.99 m; y en fajas de 30 m alcanzaron un diámetro promedio de 31.26 cm, altura comercial de 18.03 y una altura total de 28.58 m (GUERRA, 2007).

En Puerto Ocopa, VILLALVA (2011) registró el crecimiento de la especie bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociados a yuca y cacao mediante sistema agroforestal, el sistema se encuentra en una altitud de 454 - 497 m.s.n.m. (estrato III – parcela 2.), en un tipo de suelo arenoso, la instalación de la especie forestal fue a un distanciamiento de 3 x 3 m, la evaluación de los individuos realizaron a los 15 meses de edad; la cual presentaron 4.76 m de altura y 6.03 cm de diámetro.

PENADILLO (2016) realizó una investigación para conocer un distanciamiento adecuado para el establecimiento de plantaciones forestales, con el objetivo de determinar la influencia de las densidades de plantación sobre las características morfológicas de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.). La plantación con 4.5 años de edad, ubicado en el CIPTALD - UNAS. Con tratamientos a los distanciamientos 2.5 x 2.5 m (T₁), 3.0 x 3.0 m (T₂), 3.5 x 3.5 m (T₃) y 4.0 x 4.0 m (T₄) distribuidos bajo un diseño en bloques completo al azar. No hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para

las variables evaluadas; el T₃ presentó 15.88 m en altura total, altura comercial 14.35 m y dap 17.91 cm, el T₄ resaltó en diámetro de copa con 5.42 m; el T₁ presentó 11.56% de copa, 0.12 de cobertura de copa, 0.43 de índice de copa y 1.08 en índice de esbeltez.

2.4. Volumen de madera en pie de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) en sistemas agroforestales

En Yuyapichis, BARRA (2015) estimó el volumen de las plantaciones comerciales de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) con edades desde 2 a 6 años, en las parcelas permanentes de medición (PPMs) pertenecientes a la empresa Reforestadora Amazónica S.A. (RAMSA); el suelo de las parcelas son profundos, siendo los de mayor fertilidad los aluviales inundables; como resultado después de evaluar 52 PPMs con 100 a 120 árboles por parcelas, obtuvo que el volumen de árbol en pie por cada individuo variaba de 0.36 a 4.83 m³, con un volumen promedio de 1.98 m³.

Así también, en el sector medio de la cuenca del río Aguaytía una plantación de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) de seis años de edad, con distanciamiento de 3x3 m alcanzó una producción de madera comercial de 224.5 m³/ha (IIAP, 2013). Por otro lado, en Ucayali, SOUDRE *et al.* (2007) indican que, en sucesiones secundarias, se logran cosechar hasta 80 árboles/ha con ningún manejo silvicultural, aproximadamente a los 6 años de edad, equivalente a un volumen total de 11 m³/ha; por el contrario, en bolainales manejados (raleos hasta 452 individuos/ha) de la misma edad,

tienen una producción de 149 m³ (aproximadamente 0.33 m³/árbol); la cual representa una tasa de crecimiento de 24.9 m³/ha/año.

En Aguaytía, al evaluar parcelas demostrativas de plantaciones de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) en tres sectores: en el sector 1: Campo Verde-Nueva Requena (Terraza baja), sector 2: Neshuya-Curimaná (Terraza media) y sector 3: Von Humboldt-San Alejandro (terrazza alta); cada sector con tres repeticiones. Cada parcela experimental fue instalada con 400 árboles con un distanciamiento de 2.5 x 2.5 m, después de tres años de edad realizaron un raleo al 50% quedando 200 árboles por para cada parcela. Los individuos presentaron un volumen comercial promedio de árbol en pie con edad de 3 años; en el sector 1 presentaron 0.025 m³/árbol, en el sector 2 alcanzaron 0.077 m³/árbol y en el sector 3 presentaron 0.080 m³/árbol; en caso para los árboles con edad de cuatro años; en el sector 1 presentaron 0.032 m³/árbol, sector 2 presentaron 0.124 m³/árbol y sector 3 presentaron 0.119 m³/árbol. Las diferencias entre los sectores, podría deberse a las condiciones de sitio referidos principalmente a los nutrientes y a la textura del suelo.

Mientras que, el volumen comercial promedio por hectárea las plantaciones con edad de tres años; en el sector 1 presentaron 36.02 m³/ha, en el sector 2 presentaron 61.40 m³/ha y sector 3 presentaron 64.03 m³/ha; y con edad de cuatro años; en el sector 1 alcanzaron 27.28 m³/ha, en el sector 2 alcanzaron 98.66 m³/ha y en el sector 3 alcanzaron 90 m³/ha. Y de acuerdo a la proyección del diámetro mediante un modelo de regresión lineal a partir de los años evaluados (4 años); el volumen comercial obtenido para los años 5 y 6

fueron: en el sector 2 presentaron 118.7 m³/ y 136.1 m³/ha, y en el sector 3 presentaron 115.2 m³/ha y 133.1 m³/ha respectivamente para ambos años (REVILLA, 2015).

2.5. Factor de forma de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.)

El factor de forma es influenciado por la especie, el sitio, el espaciamiento, los tratamientos silviculturales (raleos), la edad otros; exactamente por este hecho, al utilizar un único número medio para representar el factor de forma. Además, varía de acuerdo con el lugar donde es calculada el área de la sección transversal (g). Para estar de acuerdo con los sólidos geométricos el área seccional debería ser tomada en la base del árbol; no obstante, casi siempre es medido o cuantificado al nivel del dap (diámetro a la altura del pecho), debido a la no practicidad de hacerse esta medición en la base del árbol, así como por la irregularidad de la sección transversal en la base, causada por el sistema radical. Es necesario la compatibilidad en las posiciones donde se mide el diámetro referencial (dap) que sufrirán el proceso de cubicación y de los árboles existentes en las parcelas (ALDANA, 2008).

BARRA (2015) al determinar de factor de forma total para árboles provenientes del raleo de plantaciones de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) en la empresa Reforestadora Amazónica S.A., haciendo un muestro total de 908 árboles en 16 PPMs (parcelas permanentes de medición) y agrupados por edad, una vez determinado el volumen total real obtuvieron el factor de forma por cada individuo, la cual, como resultado fue 0.45 de factor de forma promedio.

2.6. Calidad de fuste de árboles

Entre las hileras de plantación hay bosque natural, no es necesario usar espaciamientos estrechos para asegurar la buena forma del árbol; solían espaciar los árboles hasta casi un quinto de la distancia entre hileras, proporcionando así una buena selección de árboles para la cosecha final; el espaciamiento inicial influye en el rendimiento final mucho más que el raleo. La altura alcanzada por un árbol a una edad dada se relaciona con el espacio previamente disponible para su crecimiento; el sitio establece los demás factores que influyen en su tamaño. Los árboles que se dejan crecer sin raleo mostrarán un crecimiento estándar absoluto o normal (WADSWORTH, 2000).

A medida que una plantación de edad uniforme crece, la competencia afecta a los árboles de varias maneras (CATINOT, 1969); el promedio de crecimiento del árbol decrece; se forman, por lo general, tres estratos arbóreos: dominantes, dominados y suprimidos; esta estratificación resulta de una disminución diferenciada en la disponibilidad de agua, lo que reduce la transpiración, y por lo tanto la fotosíntesis. La altura del árbol a una edad dada, una medida estándar de la calidad del sitio, no es afectada esencialmente por el espaciamiento de los árboles; esta suposición es generalmente cierta en plantaciones con espaciamientos anchos pero no con espaciamientos estrechos. Existen muchas evidencias de que el raleo acelera el crecimiento diamétrico. Pero los raleos generalmente reducen el crecimiento en volumen (WADSWORTH, 2000).

La distancia de plantación y los raleos aplicados afectan directamente la calidad de la madera (ZOBEL y VAN BUIJTENEN, 1989). Es conocido que con espaciamientos más amplios se favorece las dimensiones de las trozas. Sin embargo, los efectos de los espaciamientos sobre la calidad de la madera en muchas ocasiones, no son conocidos. Los cambios ocurridos en la calidad de madera producto del manejo forestal, generalmente están asociados a un incremento en el tamaño de la copa, que puede ser consecuencia de la competencia de los nutrientes y de las variaciones en los procesos fotosintéticos al aumentar o disminuir el número de árboles en una plantación (ROCHA y DELLA, 1987).

Los primeros investigadores encontraron que el espaciamiento influye en el tamaño de los nudos, y la pérdida de la verticalidad del fuste, lo cual determina la presencia y magnitud de los defectos como excentricidad de la médula, el achatamiento y las arqueaduras de las trozas (MOYA y ARCE, 2003).

2.7. Características de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.)

La preferencia de realizar plantaciones con esta especie concierne en que presenta un uso diversificado de su madera, sumados a los bajos costos de extracción, transporte y procesamiento industrial (a diferencia de otras especies nativas tradicionales), que ha permitido la gran aceptación en el mercado regional y nacional, originando un incremento hasta de 500% en los últimos cinco años (IIAP, 2006; GUERRA *et al.*, 2008).

La bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) se puede desarrollar en suelos limosos a arenosos de escasa fertilidad y pedregosos; así también no tolera el anegamiento, sobre todo cuando es una plántula; naturalmente, se le encuentra en suelos ricos en nutrientes, en las riberas de los ríos y quebradas (REYNEL *et al.*, 2003). Asimismo, WIGHTMAN *et al.*, (2006) añaden que, esta especie no se adapta conforme en suelos muy ácidos, porque es sensible al aluminio, tampoco crece bien en suelos arenosos alejados de una corriente de agua permanente, en cambio prefiere sitios fértiles, de suelos francos, franco-arcillosos o arcillosos; en general, la presencia natural de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) indica que es un sitio apto para la plantación de esta misma especie.

Para plantaciones mediante sistemas agroforestales IIAP (2009) señala que, la densidad de siembra adecuada para bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) generalmente es 555 árboles/ha, instalados a un distanciamiento de 3 x 6 m.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Descripción del lugar

El estudio fue realizado en diferentes sistemas agroforestales con componentes de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) y cacao (*Theobroma cacao* L.); la parcela instalada mediante un sistema de regeneración natural como bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociada con cacao del propietario Sr. Vargas Céspedes Teodoro ubicado en el caserío de Marona Baja; la parcela del sistema en lindero de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociado con cacao de la propietaria Sra. Hilaria Parina Tarazona ubicado en el caserío de Pozo Azul; la parcela del sistema en hileras bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociado al cacao del propietario Ing. Mendéis Paredes Ara, ubicado en el caserío Papayal (Alborada); y el sistema de plantación pura de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) del propietario Santiago Estrada Gamarra ubicada en el caserío de Santa Lucía.

3.1.2. Ubicación política

Políticamente las parcelas consideradas en el estudio se encuentran ubicados en la región Huánuco, provincia Leoncio Prado y en los siguientes centros poblados: Marona baja y Pozo Azul pertenecientes al distrito

Luyando, Santa Lucía pertenece al distrito Pueblo Nuevo y Papayal al distrito Castillo Grande.

3.1.3. Clima

Datos reportados por el SENAMHI para Leoncio Prado (Cuadro 1).

Cuadro 1. Condiciones climatológicas de la provincia de Leoncio Prado.

Meses del año 2018	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
Abril	25.2	226.3
Mayo	25.6	181.5
Junio	24.55	188.8
Julio	No reportado	No reportado
Agosto	25.1	205
Septiembre	26.1	79.3
Octubre	25.7	476.8

Fuente: Condiciones climáticas, SENAMHI (2018).

3.1.4. Ubicación geográfica

Geográficamente la parcela del sistema regeneración natural de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociada con cacao se encuentra en las coordenadas 395903 E, 8981384 N, con una altitud de 630 msnm (Marona Baja); la parcela del sistema en lindero de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociado con cacao se encuentra en las coordenadas 393745 E, 8983478 N, con una altitud de 687 msnm (Pozo Azul); la parcela del sistema en fajas bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociado al cacao se encuentra

en las coordenadas 388978 E, 8976822 N, con una altitud 688 msnm (Papayal); y el sistema de plantación pura de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) se encuentra ubicado en las coordenadas 387683 E, 8989264 N, con un altitud de 572 msnm (Santa Lucía).

3.1.5. Zona de vida

De acuerdo a la clasificación de las zonas de vida y el diagrama bioclimático de HOLDRIDGE (1987), la provincia Leoncio Prado se encuentra ubicado en la formación vegetal de bosque muy húmedo Pre-montano Tropical (transicional a bosque húmedo tropical) bmh-PT/tBHT, y de acuerdo a las regiones naturales del Perú, se localiza en la Selva Alta o Rupa Rupa.

3.1.6. Vegetación

Las parcelas en estudio presentan especies forestales procedentes de bosques nativos y especies incorporados por los propietarios, entre ellos la especie bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) y capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth Hooke); además, presentan gran diversidad de arbustos, árboles frutales, aguaje, árboles leguminosos y la especie agrícola (cacao), la cual suministran un bien y servicios ambientales.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Material biológico

La unidad de estudio estuvo constituida por un árbol en pie de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) que se encuentren asociados con el

cultivo agronómico cacao (*Theobroma cacao* L.) y estos se encontraban adecuados para su aprovechamiento.

3.2.2. Materiales

- Cinta diamétrica.
- Wincha de 5 m.
- Cinta métrica de 50 m.
- Libreta de campo.
- Pintura esmalte color naranja.
- Brocha.

3.2.3. Equipos

- Brújula Sunnto.
- Garmin GPS Map 62S.
- Cámara fotográfica Cannon.
- Clinómetro Sunnto.

3.3. Generalidades de la investigación

3.3.1. Tipo de estudio

Teniendo en consideración los reportes de SUPO (2014), el presente estudio es de tipo prospectivo, debido a que los datos fueron recopilados por las mediciones realizadas por la propia investigadora y de

manera que corresponden a mediciones controladas donde los sesgos de medición fueron controlados.

3.3.2. Diseño de estudio

Considerando las condiciones como se encontraron los diferentes sistemas de plantaciones en estudio la cual no es ajena a lo que se practica en la provincia de Leoncio Prado, el diseño del estudio fue el experimental (que administró estímulos o tratamientos y/o intervenciones), específicamente correspondió al diseño cuasiexperimental, debido a que las actividades de los sistemas en asocio de la bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) con el cacao no fueron asignados al azar a los predios ni se emparejaron las edades, sino que dichos sistemas ya se encontraban conformados antes de la planificación del estudio, fueron grupos intactos (la razón por la que surgen y la manera como se integraron fue independiente o aparte del experimento), criterio como lo consideran HERNÁNDEZ *et al.* (2014).

3.3.3. Nivel de estudio

El estudio corresponde al nivel explicativo, debido a que se realizará más que la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, estuvieron dirigidos a responder por las causas de los eventos (rendimiento del volumen maderable de la bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.). Su interés se centró en explicar por qué ocurre dicho cambio (HERNÁNDEZ *et al.*, 2014) del

rendimiento en las asociaciones de la bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) con el cacao (*Theobroma cacao* L.).

3.3.4. Tratamientos

Se consideró como tratamientos a diferentes sistemas de plantación forestal y agroforestal, donde el componente agrícola fue el cacao y el segundo elemento fue el forestal constituido por la bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) en diversas asociaciones:

T₁: Regeneración natural de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociado con cacao. La regeneración natural de la especie bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) está asociado con la especie agrícola cacao con 8 años de edad, en un área de 4 ha, haciendo un total de 46 árboles (en forma disperso), la superficie es pendiente (2.5 ha superficie plana), presenta un suelo con piedra caliza, el único manejo silvicultural practicado para la especie forestal fue el control de malezas.

T₂: Sistema en lindero de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociado al cacao. El sistema fue instalado con la finalidad de provechar la madera, fue establecido con un distanciamiento de 3 m en forma lineal, haciendo un total de 48 árboles (0.75 ha), en una superficie plano (terreno plano), el único manejo silvicultural practicado fue el control de malezas, en la actualidad la especie bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) presenta 10 años de edad y el cacao 12 años de edad.

T₃: Sistema en hileras de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociado con cacao. El establecimiento del sistema de plantación fue con la finalidad de embellecer el paisaje y aprovechar la madera, el distanciamiento de instalación fue 3.5 x 25 m en una superficie plana (terreno plano), el manejo silvicultural empleado fueron las podas y raleos para evitar exceso sombra al producto agrícola (cacao), en la actualidad la plantación tiene 10 años de edad.

T₄: Plantación pura de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.). La plantación fue establecida con el objetivo de aprovechar la madera, tiene un área de 0.5 ha con un total de 400 árboles, estos individuos fueron establecidos con el método de plantación cuadrada con un distanciamiento de 3 x 3 m en una superficie plano (terreno plano); el único manejo silvicultural practicado fue el control de malezas en los primeros años de establecimiento; en la actualidad presenta 5 años de edad.

3.4. Metodología

3.4.1. Coordinación

Se requirió la autorización a cada propietario de la parcela para ejecutar la investigación; una vez aceptada la solicitud se procedió a la ejecución del estudio, mediante observación y entrevistas al propietario y los trabajadores del área de estudio, se recopilaron información para caracterizar el sistema agroforestal; considerando los aspectos biofísicos, económicos y de manejo del sistema.

3.4.2. Fase de campo

3.4.2.1. Delimitación de las parcelas evaluadas

En los sistemas de plantación pura de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) y regeneración natural de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociado con cacao, se estableció en el centro de cada sistema una parcela de medición cuadrada de 625 m² (25 m x 25 m); la cual, difieren de muchos estudios donde establecen parcelas rectangulares de 1000 m² (20 x 50 m) en sistemas agroforestales (RÍOS *et al.*, 2008), la utilización de parcelas de este tamaño se debió al hecho que al establecer parcelas de mayor tamaño se dificulta en fincas de pequeños productores con propiedades de forma irregular. En caso de los sistemas de plantación en hileras y linderos de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) ambos asociados con cacao, se midieron a los individuos que se encontraban dentro de una longitud de 100 m lineales de plantación.

3.4.2.2. Mediciones de árboles en pie

Antes de realizar las mediciones, se procedió a la codificación de los árboles, para ello se empleó pintura esmalte color anaranjado para realizar una marca en el fuste a 1.30 m sobre el suelo y se enumeró de forma correlativo a cada individuo y en cada sistema de plantación. Para el caso de las plantaciones en sistemas en hileras o en linderos, se consideró el efecto de borde (árboles ubicados al inicio y final de la fila) con la finalidad de no alterar los resultados, los cuales fueron evitados a la codificación.

Medición del diámetro a la altura del pecho (dap)

La medición del dap del fuste se realizó a 1.30 m desde el nivel del suelo (FAO, 2004). Para la medición del indicador en mención se empleó la cinta diamétrica y la unidad de medida utilizada fue en centímetros.

Estimación de la altura comercial y altura total

La estimación de las alturas de cada individuo de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) se realizó mediante el empleo de un clinómetro, la lectura de medición se consideró a un distanciamiento de 25 m desde el árbol; la cual, los datos obtenidos fueron en porcentaje; en donde la fórmula empleada fue de acuerdo (LÓPEZ, 2008):

$$H_c = D(L_1 + L_2)/100$$

Donde:

H = Altura comercial.

D = Distancia horizontal del observador hacia el árbol.

L₁ y L₂ = Lecturas leídas en porcentaje en el equipo (clinómetro).

Estimación del volumen de árbol en pie (m³)

Se determinó el volumen (m³) por árbol mediante la fórmula:

$$V = (\text{dap})^2 \times \pi/4 \times \text{HC} \times f$$

Siendo:

dap = diámetro a 1.30 m desde el nivel del suelo en metros

Hc = altura comercial en metros

π = Constante 3.1416.

f = factor de forma 0.59 (obtenido en el estudio con los individuos que pertenecían a una plantación pura de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.).

Calidad del fuste

Para evaluar la calidad del fuste de los árboles se consideró la clasificación propia basada en los criterios planteados por los autores MURILLO y CAMACHO (1997) y TENORIO *et al.* (2008), en donde se establecen los siguientes niveles de calidad:

- Calidad 1: Fuste recto o muy ligeramente torcido, sin bifurcaciones ni ramas fuera de la zona de la copa en el cuarto superior del árbol. Ausencia total de plagas y enfermedades, heridas y otras irregularidades.
- Calidad 2: Fuste levemente torcido o inclinado. Presencia de una rama gruesa o varias delgadas incrustadas con ángulos entre 45° a 60°, o bifurcaciones, a partir del tercio superior del árbol. Plagas y enfermedades causando daños leves.
- Calidad 3: Fuste con torceduras severas, aletas basales fuertemente pronunciadas, bifurcaciones o ramas muy gruesas y

abundantes en todo el fuste. Daños severos por plagas y enfermedades.

3.4.2.3. Determinación de factor de forma

Para determinar el factor de forma se consideró a los árboles del sistema de plantación pura, donde el área de experimento fue de 25 x 25 m, tomando como muestra 36 árboles de un total de 400 árboles, estos individuos fueron establecidos con el método de plantación cuadrada con un distanciamiento de 3 x 3 m; el único manejo silvicultural practicado fue el control de malezas en los primeros años de establecimiento. Una vez talado los árboles se midieron los diámetros del fuste a cada dos metros de longitud; el factor de forma se determinó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$f = V_r/V_c$$

Siendo:

f = factor de forma.

V_r = volumen real de troza, determinada mediante fórmula de Smalian.

V_c = volumen del cilindro.

3.4.3. Análisis de datos

Los resultados fueron analizados mediante la estadística más básica que es llamada como estadística descriptiva en donde se obtuvieron los estadígrafos o estadísticos: media o promedio aritmético, error estándar de la

media y para determinar el coeficiente de variación de los resultados, se utilizó la siguiente fórmula:

$$CV\% = \frac{DE}{\bar{X}} \times 100$$

Donde:

CV = Coeficiente de variación

DE = Desviación estándar

X = Media muestral

Las escalas para calificar la variabilidad de los volúmenes entre individuos, se consideraron según el criterio de CALZADA (1970), siendo:

- Entre 5% y 10%: excelente dispersión de los datos.
- Entre 11% y 15%: muy buena dispersión de los datos.
- Entre 16% y 20%: buena dispersión de los datos.
- Entre 21% y 25%: regular dispersión de los datos.
- Entre 26% y 31%: mala dispersión de los datos.
- Más de 31%: muy mala dispersión de los datos.

Mientras que, con la finalidad de determinar el efecto de los sistemas asociados sobre el volumen maderable y debido a que los grupos a comparar fueron mayores a tres, se asumió el estudio como que se hubiera

realizado un diseño completo al azar (DCA) cuyo modelo aditivo lineal (MAL) correspondía a:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta u observación.

μ = Efecto de la media.

T_i = Efecto del tratamiento (sistemas en asocio).

ε_{ij} = Error experimental (factores no considerados en la evaluación).

En caso de realizar la contrastación de la hipótesis principal considerada en el proyecto de tesis, se utilizó la herramienta estadística denominada análisis de varianza o ANVA (Cuadro 2) en la cual se consideró a la variable dependiente volumen de madera en pie; para la toma de decisión, se interpretó el p-valor del ANVA, en donde si el valor era inferior a 0.05 se rechazaba la hipótesis nula y se aceptaba la hipótesis del investigador.

En caso de encontrar diferencias estadísticas significativas en el ANVA, se procedió a realizar la prueba de comparación de medias de Duncan a un nivel de confiabilidad del 95% para poder determinar la agrupación de subconjuntos respecto al sistema que generó mayor producción volumétrica de madera en bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.).

Cuadro 2. Esquema de análisis de varianza.

Fuente de Variación	Grados de libertad
Sistemas de asocio de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.)	$(t - 1) = 4 - 1 = 3$
Error experimental	$t (r - 1) = 4(4 - 1) = 12$
Total	$(tr) - 1 = (4*4) - 1 = 15$

t: Número de tratamientos (4) y r: Número de repeticiones (4).

Una vez realizado los análisis mencionados, se procedió a interpretar los resultados obtenidos y finalmente se elaboró el informe final de la tesis.

IV. RESULTADOS

4.1. Cálculo del coeficiente de forma de la bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.)

De todos los parámetros analizados, el coeficiente de forma calculado con los 37 árboles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) fue 0.59, siendo dicho valor muy homogéneo debido a que el coeficiente de variación alcanzó el 10.08% (Cuadro 3).

Cuadro 3. Estadísticos descriptivos para obtener el coeficiente de forma de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.).

VARIABLES	N	Mínimo	Máximo	Media	DE	CV(%)
Diámetro inferior (cm)	37	10.20	27.20	19.32	4.43	22.94
Diámetro superior (cm)	37	4.10	14.70	8.93	2.15	24.06
Altura comercial (m)	37	10.00	20.00	16.97	2.43	14.33
Altura total (m)	37	18.00	27.30	23.85	2.44	10.23
Volumen total (m ³)	37	0.05	4.86	0.45	0.76	169.96
Volúmenes/sección (m ³)	37	0.04	0.58	0.31	0.14	45.14
Coeficiente de forma	37	0.44	0.71	0.59	0.06	10.08

N: cantidad de datos o repeticiones; DE: Desviación estándar; CV: Coeficiente de variación.

4.2. Volumen de la bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) en sistemas agroforestales

4.2.1. Diámetro a la altura del pecho (dap) del fuste

Los árboles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) que presentaron mayor diámetro de fuste son los que formaron parte de los sistemas agroforestales de regeneración natural y en hileras, con valores de 26.58 ± 1.64 y 26.32 ± 0.73 cm respectivamente (media \pm error estándar); mientras que, los árboles que formaron parte del sistema de plantación pura alcanzaron menor diámetro (Cuadro 4).

Cuadro 4. Estadísticos descriptivos del dap (cm) en árboles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) como componente de diferentes asociados con cacao.

Tratamientos	N	Media (cm)	Error estándar	Mínimo	Máximo	CV
Regeneración	10	26.58	1.64	18.00	35.50	19.47
Lindero	30	23.63	0.57	15.70	28.20	13.21
Hileras	22	26.32	0.73	20.40	34.90	12.96
Plantación pura	37	20.50	0.74	11.90	28.30	22.03

N = cantidad de árboles medidos; CV= coeficiente de variación expresado en porcentaje.

El uso de diferentes sistemas de plantación de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociados con cacao presentaron alta influencia estadística significativa sobre el diámetro de fuste de la especie forestal, la

cual, presentaron una buena dispersión de datos debido a que el coeficiente de variación fue 17.03% (Cuadro 5).

Cuadro 5. ANVA para el dap (cm) en árboles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) por influencia de los diferentes asociados al cacao.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Sistemas de asocio	601.054	3	200.351	12.668	<0.001**
Error experimental	1502.507	95	15.816		
Total	2103.562	98			

** : Alta significancia estadística; CV=17.03%.

Se registró mayor diámetro de fuste en los árboles que formaron parte del sistema de plantación regeneración natural (26.58 cm), seguido por los árboles del sistema en hileras (26.32 cm), mientras que, los árboles del sistema de plantación pura presentaron menor diámetro de fuste (Cuadro 6).

Cuadro 6. Prueba Duncan para el dap (cm) en árboles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) bajo diferentes asociaciones al cacao.

Mérito	Tratamiento	N	Media (cm)	Significancia
1	Regeneración	10	26.58	a
2	Hileras	22	26.32	a
3	Lindero	30	23.63	b
4	Plantación pura	37	20.50	c

N = cantidad de árboles medidos; Letras diferentes demuestran significancia estadística.

4.2.2. Altura total de los árboles

Mayor altura total presentaron los árboles que fueron instalados mediante los sistemas de plantación en hileras y linderos asociados con cacao, con valores de 24.94 ± 0.82 y 24.74 ± 0.77 m respectivamente; además, presentaron buena dispersión de datos. La menor altura total presentó los árboles del sistema de regeneración natural con una media \pm error estándar de 20.53 ± 1.46 m, además presentaron regular dispersión de datos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Estadísticos descriptivos para la altura total (m) en árboles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) como componente de diferentes asociados con cacao.

Tratamientos	N	Media (m)	Error estándar	Mínimo	Máximo	CV
Regeneración	10	20.53	1.46	13.75	29.25	22.43
Lindero	30	24.74	0.77	15.50	31.75	16.98
Hileras	22	24.94	0.82	19.75	33.75	15.35
Plantación pura	37	23.85	0.40	18.00	27.30	10.23

N = cantidad de árboles medidos; CV= coeficiente de variación expresado en porcentaje.

El uso de los diferentes sistemas de plantación de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociados con la especie agrícola cacao presentaron influencia estadística significativa sobre la altura total de los árboles, los cuales presentaron una buena dispersión de datos, debido a que presentaron un coeficiente de variación del 19.94% (Cuadro 8).

Cuadro 8. ANVA para la altura total (m) en árboles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) por influencia de los diferentes asociados al cacao.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Sistemas de asocio	157.606	3	52.535	4.075	0.009*
Error experimental	1224.646	95	12.891		
Total	1382.252	98			

*: Significancia estadística; CV=19.94%.

Los árboles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) que fueron instalados mediante sistema de plantación en hileras asociados al cacao presentaron mayor altura total (24.94 m), seguido por los árboles que formaron parte del sistema de plantación en lindero asociados al cacao (24.74 m), mientras que menor altura total presentaron los árboles del sistema de regeneración natural asociado con cacao con 20.53 m (Cuadro 9).

Cuadro 9. Prueba Duncan para la altura total (m) en árboles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) bajo diferentes asociaciones al cacao.

Mérito	Tratamiento	N	Media (m)	Significancia
1	Hileras	22	24.94	a
2	Lindero	30	24.74	a
3	Plantación pura	37	23.85	a
4	Regeneración	10	20.53	b

N = cantidad de árboles medidos; Letras diferentes demuestran significancia estadística.

4.2.3. Altura comercial de los árboles

Mayores alturas comerciales presentaron los árboles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) que fue parte de los sistemas de plantación en hileras asociados con la especie agrícola cacao, con promedio de 18.42 ± 0.56 m, además, presentaron muy buena dispersión de datos; mientras que, la menor altura comercial presentaron los árboles que formaron parte del sistema de regeneración natural, con valor de 14.4 ± 1.24 m, este sistema presentó mala dispersión de datos (Cuadro 10).

Cuadro 10. Estadísticos descriptivos para la altura comercial (m) en árboles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) como componente de diferentes asociados con cacao.

Tratamientos	N	Media (m)	Error estándar	Mínimo	Máximo	CV
Regeneración	10	14.40	1.24	8.75	20.00	27.16
Lindero	30	17.01	0.53	9.25	22.25	17.10
Hileras	22	18.42	0.56	13.75	23.25	14.20
Plantación pura	37	16.97	0.40	10.00	20.00	14.33

N = cantidad de árboles medidos; CV= coeficiente de variación expresado en porcentaje.

Los diferentes sistemas de plantación de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) presentaron alta influencia estadística sobre la altura comercial de los árboles, el cual, presentaron muy buena dispersión de datos, ya que presentaron un coeficiente de variación de 16.37% (Cuadro 11).

Cuadro 11. ANVA para la altura comercial (m) en árboles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) por influencia de los diferentes asociados al cacao.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Sistemas de asocio	111.814	3	37.271	4.787	<0.004**
Error experimental	739.732	95	7.787		
Total	851.545	98			

** : Alta significancia estadística; CV=16.37%.

Mayores alturas comerciales presentaron los árboles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) del sistema de plantación en hileras (18.42 m), lindero (17.01 m) y pura (16.97 m), y la menor altura comercial presentaron los árboles de regeneración natural con media de 14.4 m (Cuadro 12).

Cuadro 12. Prueba Duncan para la altura comercial (m) en árboles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) bajo diferentes asociaciones al cacao.

Mérito	Tratamiento	N	Media (m)	Significancia
1	Hileras	22	18.42	a
2	Lindero	30	17.01	a
3	Plantación pura	37	16.97	a
4	Regeneración	10	14.40	b

N = cantidad de árboles medidos; Letras diferentes demuestran significancia estadística.

4.2.4. Volumen de árboles en pie

Los árboles bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) que fueron parte del sistema de plantación en hileras asociados al cultivo agrícola presentaron mayor volumen promedio por árbol, con valor $0.61 \pm 0.05 \text{ m}^3$; seguido por los árboles del sistema de regeneración natural asociados al cacao, con valor $0.51 \pm 0.09 \text{ m}^3$; mientras que, los árboles del sistema de plantación pura presentaron menor volumen promedio por árbol, con valor $0.36 \pm 0.03 \text{ m}^3$; además, todos los sistemas de plantación presentaron muy mala dispersión de datos con respecto al volumen por árbol (Cuadro 13).

Cuadro 13. Estadísticos descriptivos para el volumen (m^3) de árboles en pie de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) como componente de diferentes asociados con cacao.

Tratamientos	N	Media (m^3)	Error estándar	Mínimo	Máximo	CV
Regeneración	10	0.51	0.09	0.13	1.15	57.74
Lindero	30	0.46	0.03	0.11	0.78	34.58
Hileras	22	0.61	0.05	0.29	1.10	35.10
Plantación pura	37	0.36	0.03	0.07	0.74	46.62

N = cantidad de árboles medidos; CV= coeficiente de variación expresado en porcentaje.

Los diferentes sistemas de plantación de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociados con cacao presentaron influencia estadística significativa sobre el volumen promedio por árbol de la especie forestal;

además, presentaron muy mala dispersión de datos, debido a que presentaron un coeficiente de variación del 41.64% (Cuadro 14).

Cuadro 14. ANVA para el volumen (m³) en árboles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) por influencia de los diferentes asociados al cacao.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Sistemas de asocio	0.915	3	0.305	8.322	<0.001**
Error experimental	3.484	95	0.037		
Total	4.399	98			

** : Alta significancia estadística; CV=41.64%.

Mayores volúmenes promedios presentaron los árboles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) del sistema de plantación en hileras (0.61 m³), seguido del sistema de regeneración (0.51 m³), y menor volumen presentaron los árboles de la plantación pura con 0.35 m³ (Cuadro 15).

Cuadro 15. Prueba Duncan para el volumen (m³) en árboles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) bajo diferentes asociaciones al cacao.

Mérito	Tratamiento	N	Media (m ³ /árbol)	Significancia
1	Hileras	22	0.61	a
2	Regeneración	10	0.51	ab
3	Lindero	30	0.46	bc
4	Plantación pura	37	0.36	c

N = cantidad de árboles medidos; Letras diferentes demuestran significancia estadística.

4.3. Influencia de los sistemas agroforestales con bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) sobre la calidad del fuste de la especie forestal

El sistema de plantación pura de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) presentó mayor cantidad de árboles con de calidad de fuste 1, que alcanzó 27 árboles; seguido por el sistema agroforestal en lindero, que presentó 19 árboles. Mientras que, el sistema de plantación en hileras asociados con cacao presentó mayor cantidad de árboles con calidad de fuste 2, con valor 11 árboles; seguidos el sistema de plantación pura y en lindero asociado con cacao, con valor de 9 árboles (Cuadro 16).

Cuadro 16. Influencia de los sistemas agroforestales con bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) sobre la calidad del fuste de la especie forestal.

Calidad de fuste	Bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) asociados en cacao (tratamientos)			
	Regeneración	Lindero	Hileras	Plantación pura
1	4	19	9	27
2	5	9	11	9
3	1	2	2	1

Calidad 1: Fuste recto o muy ligeramente torcido, sin bifurcaciones ni ramas fuera de la zona de la copa en el cuarto superior del árbol. Calidad 2: Fuste levemente torcido o inclinado. Calidad 3: Fuste con torceduras severas, aletas basales fuertemente pronunciadas, bifurcaciones o ramas muy gruesas y abundantes en todo el fuste.

Al observar la influencia de los sistemas de plantación de la bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) sobre la calidad de fuste del árbol, el sistema de plantación pura presenta un 73% de árboles con calidad 1 (fuste recto o muy ligeramente torcido, sin bifurcaciones), en segundo lugar, el sistema de plantación en lindero presenta un 63.3% de árboles con calidad 1; mientras que, los sistemas agroforestales con regeneración e hileras presentaron 50% de individuos con calidad de fuste 2 (Figura 1).

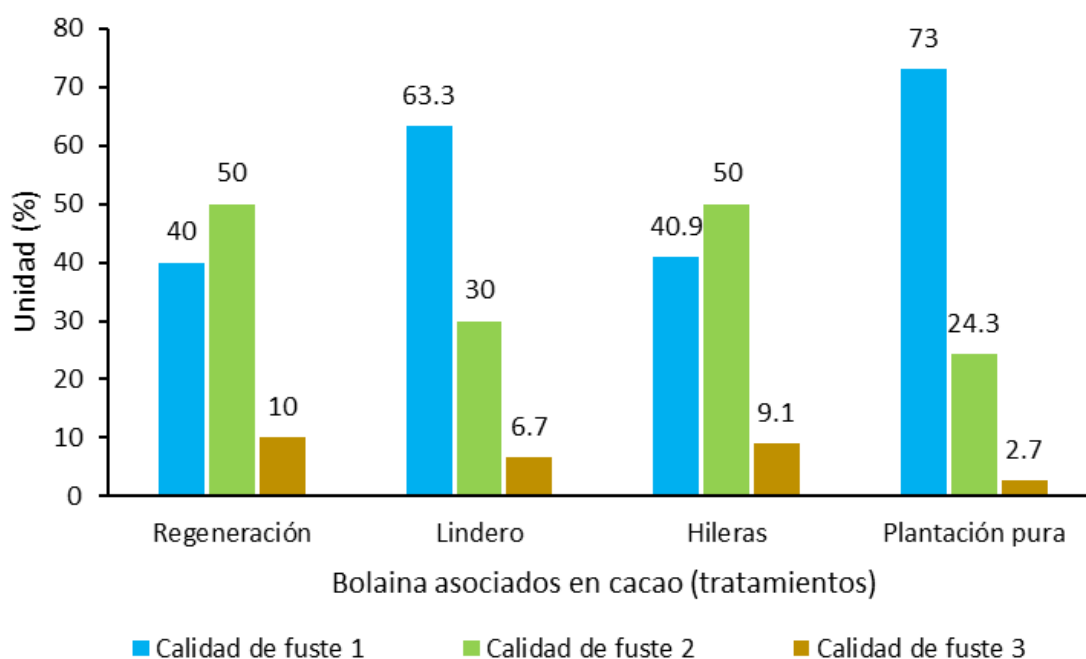


Figura 1. Calidad del fuste de la especie forestal en los diferentes sistemas agroforestales con bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.).

V. DISCUSIÓN

5.1. Cálculo del coeficiente de forma de la bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.)

Debido a que la plantación ya se encontraba en periodo de aprovechamiento con árboles adultos, el factor de forma obtenido fue 0.59, esto es superior a lo que reportó BARRA (2015) con la misma especie que fue 0.45, el cual pudo atribuirse a la edad de los árboles ya que había utilizado para su cálculo 908 árboles provenientes del raleo de plantaciones de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) en la empresa Reforestadora Amazónica S.A.

Otro de los factores que pudo afectar a la variación del coeficiente de forma pudo ser la zona de estudio o las técnicas silviculturales aplicadas en la plantación, debido a ello ALDANA (2008) resalta que, el factor de forma es influenciado por la especie, el sitio, el espaciamiento, los tratamientos silviculturales (raleos), la edad otros; además, varía de acuerdo con el lugar donde es calculada el área de la sección transversal (g).

5.2. Volumen de la *Guazuma crinita* C. Mart. en los sistemas agroforestales

Los sistemas agroforestales de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) que presentaron mayor diámetro de fuste fueron los de regeneración

natural (26.58 ± 1.64 cm), con buena dispersión de datos y en hileras (26.32 ± 0.73 cm), con muy buena dispersión de datos; y los árboles del sistema de plantación pura presentaron menor diámetro (20.5 ± 0.74 cm), con regular dispersión de datos. Los diámetros obtenidos son superiores al reportado por BECERRA (2016) en Tingo María, que la bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociada con cacao, con un distanciamiento final 3 x 24 m, a los 7 años de edad alcanzó un diámetro promedio de 23.0 cm.

Mayor altura total presentaron los árboles del sistema agroforestal en hileras (24.94 ± 0.82 m) y en lindero (24.74 ± 0.77 m); en caso de la altura comercial mayor valor presentó la plantación pura (18.97 ± 0.4 m) e hileras asociados con cacao (18.42 ± 0.56 m), las variables presentaron muy buena dispersión de datos; mientras que, la regeneración natural asociado con cacao presentó menor altura total (20.53 ± 1.46 m), con regular dispersión de datos, y menor altura comercial (14.4 ± 1.24 m), con mala dispersión de datos. La altura total de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociada con cacao (HT: 22.3 m de y HC: 14.26 m) reportados por BECERRA (2016) se asemejan al resultado obtenido, siendo ambos con similares distanciamientos (3 x 24 m) y edad (7 años). En caso del sistema de plantación pura, en el CIPTALD – UNAS, PENADILLO (2016) registró que el distanciamiento de 4.0 x 4.0 m (T₃) es adecuado para el establecer plantaciones de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.); la cual, a la edad de 4.5 años, presentó mejor crecimiento, 15.88 m en altura total, 14.35 m de altura comercial y 17.91 cm de diámetro a nivel del pecho.

La variación de crecimiento podría atribuirse al indicado por QUEVEDO (1994), que el crecimiento en altura de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) es mayor de acuerdo que se incrementa el ancho de la faja; ya que, en la estación experimental Alexander Von Humboldt observó el crecimiento en altura que variaba de acuerdo el ancho de faja; los árboles de fajas de 5 metros de ancho alcanzaron 1.64 m/año, para fajas de 10 m de ancho alcanzaron 1.79 m/año y para fajas de 30 m de ancho alcanzaron 2.73 m/año. Así también, CARRERA (1987) indica que, en un suelo gleysol el crecimiento de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) es óptimo en plantaciones mediante sistema en campo abierto o en fajas de más de 10 m de ancho; porque, es una especie que ha mostrado mejor desarrollado (diámetro y altura) en estos sistemas. Según ANVA los sistemas de plantación en estudio presentaron influencia estadística significativa sobre el diámetro de fuste, la altura comercial y la altura total de la bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.); para FERRERE *et al.* (2005) plantaciones con mayor densidad afecta al crecimiento individual de los árboles manifestándose por una disminución en el diámetro y altura.

En caso del volumen promedio de árbol en pie de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.), el sistema de plantación en hileras asociado al cacao presentó mayor volumen por, con valor 0.61 ± 0.05 m³/árbol; seguido por los árboles de regeneración natural asociados al cacao, con valor 0.51 ± 0.09 m³/árbol; mientras que, los árboles del sistema de plantación pura presentaron menor volumen por árbol, con valor 0.36 ± 0.03 m³. Los sistemas de plantación presentaron influencia estadística significativa sobre el volumen promedio por

árbol de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.). Los valores obtenidos en el sistema en hileras (10 años), es superior al valor reportado por BECERRA (2016) en Tingo María, donde la plantación de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociada con cacao en hileras (7 años), con distanciamientos 3 x 24 m, presentó 0.42 m³/árbol, esto podría atribuirse a la diferencia de edad de plantación; sin embargo, se asemeja al valor encontrado el sistema de regeneración (distanciamiento disperso), la cual influenciaría el distanciamiento entre árboles.

Para LOPEZ (2012), el valor comercial maderable de los linderos puede disminuir por la forma ramificada de los árboles al existir una menor competencia lateral. Además, el compromiso para conseguir el máximo de producción maderera puede estar condicionado no solo por la especie sino también por el sitio (MADRIGAL *et al.*, 1999).

Así también, en Yuyapichis, BARRA (2015) estimó el volumen de las plantaciones puras de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) con edad de 6 años, obtuvo que el volumen de árbol en pie por cada individuo variaba de 0.36 a 4.83 m³, con un volumen promedio de 1.98 m³; esta variación del volumen corrobora a los datos obtenidos en estudio presentaron muy mala dispersión (CV: 41.49%). Asimismo, en Ucayali, SOUDRE *et al.* (2007) indican que, en sucesiones secundarias con manejo silvicultural., aproximadamente a los 6 años de edad, alcanzan 0.33 m³/árbol.

En Aguaytia, REVILLA (2015) al evaluar el crecimiento de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) con un distanciamiento inicial 2.5 x 2.5 m

(50% raleo) con edad de 3 años; obtuvo en el sector 1 (Campo Verde - Nueva Requena, Terraza baja) $0.025 \text{ m}^3/\text{árbol}$, en el sector 2 (Neshuya – Curimaná, Terraza media) $0.077 \text{ m}^3/\text{árbol}$ y en el sector 3 (Von Humboldt - San Alejandro, terraza alta) $0.080 \text{ m}^3/\text{árbol}$; en caso para los árboles con edad de 4 años, el sector 1 presentó $0.032 \text{ m}^3/\text{árbol}$, sector 2 presentó $0.124 \text{ m}^3/\text{árbol}$ y sector 3 presentó $0.119 \text{ m}^3/\text{árbol}$; las diferencias entre los sectores, podría deberse a las condiciones de sitio referidos principalmente a los nutrientes y a la textura del suelo.

Para CAMACHO y FINEGAN (1997) el incremento diamétrica por efecto de la iluminación sobre la copa podría deberse a la disminución de la competencia por recursos del suelo. El diámetro de la copa refleja la dimensión del aparato fotosintético del árbol y está directamente relacionado con su capacidad de crecimiento (DURLO, 2001).

Además, el manejo silvicultural de las especies de sombra brinda al cacao y a las maderables buenas condiciones para crecer y producir; mejores tasas de crecimiento presentan los árboles en linderos que las de plantaciones comerciales; sin embargo, esta última puede producir más madera por unidad de área y la productividad puede reducirse seriamente si no se ralea en el momento oportuno (LOPEZ, 2012). En el sistema agroforestal en el lindero habrá competencia entre el árbol y el cultivo, su intensidad dependerá básicamente de su manejo, el tipo de suelo, y su estado de desarrollo; para disminuir se puede aplicar podas y raleos al lindero, de manera que los árboles se orienten de este a oeste (GALLOWAY, 1986). Sin embargo, BERTOMEU y

ROSHETKO (2007) menciona que, de manera general, el crecimiento de las especies forestales no son afectado por el asocio, pero los rendimientos de los cultivos sí son afectados negativamente a partir del segundo año del asocio

5.3. Influencia de los sistemas agroforestales con bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) sobre la calidad del fuste de la especie forestal

El sistema de plantación pura de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) presentó mayor cantidad de árboles con fustes de calidad de fuste 1 (fuste recto o muy ligeramente torcido, sin bifurcaciones), que alcanzó 27 árboles (73% de árboles del sistema); seguido por el sistema en lindero asociado con cacao, que presentó 19 árboles (63.3%). Mientras que, el sistema en hileras asociados con cacao presentó mayor cantidad de árboles con calidad fuste 2 (fuste levemente torcido o inclinado), con valor 11 árboles (50%); seguido por la plantación pura, con 9 árboles (24.3%), el sistema en lindero con 9 árboles (30%).

Así también, BECERRA (2016) en Tingo María, en una plantación de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociado con cacao con distanciamiento final 3 x 24 m, con 7 años de edad obtuvo que, el 44.05% de árboles presentaron un fuste de calidad 1 y el 48.81% de calidad 2. Por ello, SUATUNCE *et al.* (2010) indica que, cuando se quiere obtener fustes rectos se realiza plantaciones con mayores densidades, y menores densidades presenta árboles de copas amplias y bien iluminadas. A comparación de los sistemas de

plantación pura, las plantaciones en linderos por su baja densidad de árboles y su distribución lineal contribuyen a disminuir la propagación de plagas y enfermedades (LOPEZ, 2012); esto ayuda a producir árboles de mejor calidad de fuste.

Según WADSWORTH (2000), las plantas existentes entre las hileras evita usar espaciamientos estrechos para asegurar la buena forma del árbol; el espaciamiento inicial influye en el rendimiento final mucho más que el raleo; además, la altura a una edad determinada se relaciona con el espacio para su crecimiento; mientras que los árboles que crecen sin raleo muestran un crecimiento estándar absoluto o normal; los árboles de edad uniforme decrece; se forman en tres estratos arbóreos: dominantes, dominados y suprimidos; esta estratificación resulta de una disminución diferenciada en la disponibilidad de agua, lo que reduce la transpiración, y por lo tanto la fotosíntesis.

La distancia de plantación y los raleos afectan directamente la calidad de la madera (ZOBEL y VAN BUIJTENEN, 1989). Es conocido que con espaciamientos más amplios se favorece las dimensiones de las trozas. Los cambios ocurridos en la calidad de madera producto del manejo forestal, generalmente están asociados a un incremento en el tamaño de la copa, que puede ser consecuencia de la competencia de los nutrientes y de las variaciones en los procesos fotosintéticos al aumentar o disminuir el número de árboles en una plantación (ROCHA y DELLA, 1987).

VI. CONCLUSIONES

1. El coeficiente de forma obtenido para el fuste comercial de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) fue 0.59, siendo inferior a lo indicado por la norma aplicada a la Amazonía.
2. Los sistemas agroforestales de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociado con cacao que presentaron mayor crecimiento en diámetro fueron regeneración natural (26.58 ± 1.64 cm) y en hileras (26.32 ± 0.73 cm); en caso de la altura total sobresalieron los sistemas agroforestales en hileras (24.94 ± 0.82 m) y linderos (24.74 ± 0.77 m); los sistemas que alcanzaron mayor altura comercial fueron en hileras, linderos y plantaciones puras; mientras que el mayor volumen de árbol en pie presentaron los sistemas agroforestales en hileras (0.61 ± 0.05 m³/árbol) y en regeneración natural (0.51 ± 0.09 m³/árbol). En todas las variables del árbol se registró influencia estadística significativa de los sistemas.
3. El sistema que presentó mayor cantidad de árboles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) con calidad de fuste 1 fue la plantación pura (73%); seguido por el sistema agroforestal en lindero (63.3%); mientras que, el sistema de plantación en hileras asociados con cacao presentó mayor cantidad de árboles con calidad de fuste 2 (50%).

VII. RECOMENDACIONES

1. Considerar como tratamientos los sistemas agroforestales con edad uniforme de instalación (experimentos puros) para las especies forestales para evitar uniformizar el tiempo de desarrollo de los árboles y de esa forma mejorar los resultados obtenidos.
2. Realizar el manejo silvicultural (control de maleza, raleo y podas) adecuadas para cada sistema de plantación forestales asociados con cultivos agrícolas con la finalidad de buscar mejores volúmenes maderables.
3. En los sistemas plantación forestales asociados con cultivos agrícolas considerar estudios donde se tiene en cuenta el mismo distanciamiento de establecimiento entre los árboles en caso de plantaciones puras y en otros sistemas dependiendo del diseño, de la misma manera para plantaciones procedentes de regeneración natural.
4. Fomentar la instalación de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) mediante el sistema de plantación en hileras para la producción de madera, porque en el estudio es el sistema que presentó mayor volumen por árbol en pie.

VIII. ABSTRACT

The various activities such as agroforestry, are not unrelated in our region where white bolaina (*Guazuma crinita* C. Mart.) Has been associated with the cultivation of cocoa (*Theobroma cacao* L.) but not reporting the advantages or disadvantages of volumetric production of the wood, before it was realized the study whose objective was to estimate the influence of the agroforestry systems on the volume of the wood in white bolaina foot (*Guazuma crinita* C. Mart.) in the province of Leoncio Prado. Four plantation systems were used, these being: T₁: Natural regeneration of white bolaina (*Guazuma crinita* C. Mart.) Associated with cocoa, T₂: Boundary system of bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) Associated with cocoa, T₃: System in rows of white bolaina (*Guazuma crinita* C. Mart.) Associated with cocoa and T₄: Pure plantation of white bolaina (*Guazuma crinita* C. Mart.) To which the dap (cm) was measured and the height was estimated total (m), commercial height (m) and the volume of standing timber (m³). As a result, a shape coefficient of 0.59 was obtained, higher dap presented T₁ (26.58 cm) and T₃ (26.32 cm); the total height in T₃ (24.94 m) and T₂ (24.74 m); the commercial height in T₂, T₃ and T₄; the volume in T₃ (0.61 m³ / tree) and T₁ (0.51 m³ / tree). The quality of shaft 1 was higher in T₄ (73%) and T₂ (63.3%), while quality 2 was observed in T₃ (50%). It is concluded that the volume of standing timber of *Guazuma crinita* is significantly influenced by the plantation systems.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDANA, C.E. 2008. Medición forestal. [En línea]: Ipcinfo, (http://www.ipcinfo.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/MedF%2520Medici%25c3%25b3n%2520Forestal.pdf, documento, 27 de oct. 2018).
- BARRA, R.Y. 2015. Rendimiento de volumen comercial rollizo en plantaciones comerciales de *Guazuma crinita* (bolaina blanca), Puerto Inca – Huánuco. Tesis Ing. Forestal y Ambiental. Huancayo, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. 123 p.
- BECERRA, A.C. 2016. Estudio técnico – económico de un sistema agroforestal mejorado de cacao (*Theobroma cacao*) y bolaina (*Guazuma crinita*) en Tingo María. Tesis Ing. Forestal. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 155 p.
- BERTOMEU, M., ROSHETKO, J. 2007. Pruning strategies for reducing crop suppression and producing high quality timber in smallholder agroforestry systems. In Harrison, S; Bosch, A; Herbohn, J. (Eds.). Improving the triple bottom line returns from small-scale forestry: proceedings of the International IUFRO 3.08 Conference. Ormoc City, Leyte. P. 41-50.
- CALZADA, J. 1970. Métodos estadísticos para la investigación. 3 ed. Lima, Perú, Jurídica. 643 p.

- CAMACHO, M., FINEGAN, B. 1997. Efectos del aprovechamiento forestal y el tratamiento silvicultural en un bosque húmedo del noreste de Costa Rica: el crecimiento diamétrico con énfasis en el rodal comercial. Informe Técnico N°. 295. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 38 p.
- CATINOT, R. 1969. Les éclaircies dans les peuplements artificiel de forêt dense Africaine. Bois et Forêts des Tropiques. 126:15-38.
- CARRERA, F. 1987. Experiencias y resultados de las plantaciones forestales en la zona de Alexander Von Humboldt: documento de trabajo número 5. Lima, Perú. Centro Forestal y de Fauna XII. 79 p.
- CÉSPEDES, T., TAJ, M., SHUMAKER, L. 2014. Peru says deforestation on the rise, up to 80 percent from 2001 [En línea]: Reuters, (<http://www.reuters.com/article/2014/12/03/us-climatechange-lima-deforestationidUSKCN0JH05E20141203>, documentos, 3 Dic. 2018).
- DUGUMA, B., GOCKOWSKI, J., BAKALA, J. 1999. Desafíos biofísicos y oportunidades para el cultivo sostenible de cacao (*Theobroma cacao* Linn.) en sistemas agroforestales de África Occidental y Central. Agroforestería en las Américas, Turrialba. 6(22):12-15.
- DURLO, MA. 2001. Relações morfométricas para *Cabralea canjerana* (Well.) Mart. Ciência Florestal. 11(1):141-149.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma). 2004. Inventario forestal nacional manual de

campo; Modelo. Guatemala. [En línea]: FAO, (<http://www.fao.org/3/ae578s/AE578S06.htm>, documentos, 20 Nov. 2018).

- FERRERE, P., LÓPEZ, G.A., BOCA, R.T., GALETTI, M.A., ESPARRACH, C.A., PATHAUER, P.S. 2005. Efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento de *Eucalyptus globulus* en un ensayo Nelder modificado. Invest Agrar: Sist Recur For. 14(2):174-184.
- GALLOWAY, G. 1986. Guía sobre la repoblación forestal en la sierra ecuatoriana. Quito, Ecuador. Proyecto DINAF/AID. P. 163-177.
- GALVÁN, O., LOUMAN, B., GALLOWAY, G., OBANDO, G. 2003. Efecto de la iluminación de copa en el crecimiento de *Pentaclethra maculosa* y *Goethalsia meiantha* Implicaciones para la silvicultura de los bosques tropicales húmedos. Recursos naturales y Ambiente. 46-47:117-126-
- GUERRA, W., SOUDRE, M., CHOTA, M. 2008. Tabla de volumen comercial de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.) de las plantaciones experimentales de Alexander Von Humboldt, Ucayali, Perú. Folia Amazónica. 17:47-58.
- GUERRA, W.F. 2007. Elaboración de tabla de volumen comercial de *Guazuma crinita* Mart. (bolaina blanca) procedente de una plantación experimental con diferentes anchos de faja, Alexander von Humboldt, Ucayali. Tesis Ing. Forestal. Pucallpa, Perú. Universidad Nacional de Ucayali. 85 p.

- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., BAPTISTA, M.P. 2014. Metodología de la investigación. 6 ed. México, McGraw-Hill. 600 p.
- HOLDRIDGE, L.R. 1987. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, Agroamerica. 216 p.
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana). 2013. Síntesis de Gestión 2006-2012. Iquitos, Perú. 135 p.
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana). 2009. Evaluación económica de parcelas de regeneración natural y plantaciones de bolaina blanca (*Guazuma crinita*), en el departamento de Ucayali. Iquitos, Perú. 54 p.
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana). 2006. Estrategia Regional de la Diversidad Biológica de Ucayali. Iquitos, Perú. Proyecto BIODAMAZ. 145 p.
- JIMÉNEZ, N.G. 2012. Producción de madera y almacenamiento de carbono en cafetales con cedro (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*) en Honduras. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 92 p.
- LARREA, G.C. 2007. Determinación de las reservas de carbono en la biomasa aérea de combinaciones agroforestales de *Theobroma cacao* L. & determinación de la ecuación alométrica para el cacao. Tesis Ing. Ambiental. Lima Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 146 p.

- LA TORRE, E. 2012. Sistemas agroforestales en selva. Criterios de producción sostenible. Perú, DESCO, Programa de Selva Central. 64 p.
- LÓPEZ, C. 2008. Dasometría: tema N° 3; medición de alturas de árboles (i), hipsómetros antiguos los clinómetros. Material de trabajo. Universidad Politécnica Madrid. Madrid, España. 39 p.
- LOPEZ, A. 2012. Producción de madera en sistemas agroforestales de Centroamérica. Editores: Guillermo Detlefsen, Eduardo Somarriba. Chapter: Agroforestería y la producción de madera. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). p. 9-20.
- MADRIGAL, A., ÁLVAREZ, J.G., RODRÍGUEZ, R., ROJO, A. 1999. Tablas de producción para los montes españoles. Fund Conde del Valle de Salazar. 253 p.
- MINAM (Ministerio del Ambiente, Lima). 2009. Causas y medidas de mitigación a la deforestación en áreas críticas de la Amazonía Peruana y a la emisión de gases de efecto invernadero. 1 ed. Lima, Perú. 350 p.
- MOYA, R., ARCE, V. 2003. Efecto del espaciamiento en plantación sobre dos propiedades físicas de madera de teca a lo largo del fuste. Madera y Bosques. 9(2):15-27.
- MURILLO, O., CAMACHO, P. 1997. Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales recién establecidas. Agronomía Costarricense. 21(2):189-206.

- PAREDES, O., SOUDRE, M., CHÁVEZ, J., GUERRA, W. 2010. Propagación vegetativa de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.) mediante injerto, bajo condiciones ambientales controladas. *Folia Amazónica*. 19:69-77.
- PENADILLO, L.Y. 2016. Comportamiento silvicultural de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) establecidos a diferentes densidades en terreno definitivo, Tingo María – Huánuco. Tesis Ing. Forestal. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 107 p.
- QUEVEDO, A. 1994. Crecimiento inicial de *Guazuma crinita* trasplantada a campo abierto con aplicación de tres dosis de humus de lombriz y a tres distanciamientos. *Folia Amazónica*. 6:151-163.
- REVILLA, J.M. 2015. Determinar la viabilidad económica de plantaciones demostrativas de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.) en la cuenca del Río Aguaytía, Ucayali – Perú. Tesis Magister Science. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 144 p.
- REYNEL, C., PENNINGTON, R., PENNINGTON, T., FLORES, C., DAZA, A. 2003. Árboles útiles de la Amazonía Peruana: un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. Lima, Perú. 509 p.
- RÍOS, J., BASTOS, J., CORDEIRO, A. 2008. Quantificação do carbono em sistemas de uso-da-terra no Distrito de José Crespo E Castillo, Peru. *Archivos Latinoamericano de Producción animal*. 16(3):130-142.

- ROCHA, B., DELLA, R.M. 1987. Efeito do espaçamento na produção em peso e na qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* aos 52 meses de idade. *Arvore*. 11(2):132-145.
- RUSSELL, D., FRANZEL, S. 2004. Trees of prosperity: agroforestry, markets and the African smallholder. *Agroforestry Systems*. 61:345-355.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). 2018. Boletín hidroclimático. Huánuco, Perú, SENAMHI. s.p. [En línea]: Senamhi, (<http://huanuco.senamhi.gob.pe/?p=boletin-hidroclimatico>, Boletines, 16 Nov. 2018).
- SOUDRE, M., SALDAÑA, W., FASABI, L., ALEGRE, J. 2007. Transferencia tecnológica en plantaciones y manejo de bosques aluviales en Ucayali. Iquitos, Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Memoria Institucional. 2016:33-34.
- SUPO, J. 2014. Seminarios de Investigación Científica: Metodología de la Investigación Para las Ciencias de la Salud. 2 ed. Arequipa, Perú, Createspace Independent Pub. 270 p.
- STAMPFER, E. 1995. Solitärdimensionen österreichischer Baumarten. Diplomarbeit. Wien. DE. Universität für Bodenkultur. 102 p.
- SUATUNCE, P., DÍAZ, G., GARCÍA, L. 2010. Efecto de la densidad de plantación en el crecimiento de cuatro especies forestales tropicales. *Ciencia y Tecnología, Los Ríos*. 3(1):23-26.

- TENORIO, C., SOLANO, J., CASTILLO, M. 2008. Metodología para la valoración comercial de un bosque en San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Kurú: Revista Forestal. 5(13):1-9.
- TORRES, J., TENORIO, A., GÓMEZ, A. 2008. Agroforestería: una estrategia de adaptación al cambio climático. Perú, Soluciones Prácticas-ITDG. 124 p.
- VILLALVA, N.W. 2011. Evaluación del crecimiento de la *Guazuma crinita* Mart. (bolaina blanca) en tres estratos de la comunidad nativa de Puerto Ocopa. Tesis Ing. Forestal. Satipo, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. 71 p.
- WADSWORTH, F.H. 2000. Producción Forestal para América Tropical. Agriculture Handbook #710. Departamento de Agricultura de los EE.UU. Washington, DC. 563p.
- WIGHTMAN, K., CORNELIUS, J., UGARTE-GUERRA, J. 2006. ¡Plantemos madera!: manual sobre el establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones maderables para productores de la Amazonía peruana. World Agroforestry Centre, Lima. 193 p.
- ZOBEL. B., VAN BUIJTENEN, B. 1989. Wood variation: its causes and control. Spring-Verlag, Nueva York. 363 p.

ANEXO

Anexo A. Datos registrados

Cuadro 17. Diámetros del fuste (cm) de árboles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) considerados para la obtención del coeficiente de forma.

Árbol	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	D ₁₀	D ₁₁
1	14.5	14.1	12.5	11.6	10.8	10	9.3	8.3	7.3		
2	15.3	13.9	13.5	12.3	11.4	10.7	9.8	8.3	6.8		
3	24.6	20.8	19.0	17.9	16.7	15.6	14.9	13.6	12.3	10.9	9.0
4	17.3	16.5	15.9	14.9	13.9	12.9	12	10.8	10	7.8	
5	25.8	24.1	22.3	21	20.2	19.1	18.1	16.3	14.5	13.5	10.9
6	20	18.7	17.3	16.6	15.2	14.2	13	11.4	10.2	8.5	
7	18.3	17.4	17.1	16	14.7	13.8	13.1	11.8	10.5	10.3	
8	15.3	13.9	13.3	12	11.2	10.5	9.4	8.1	7.5		
9	10.2	8.8	7.7	6.9	5.8	4.1					
10	21.5	20.7	20.1	18.2	17.3	16.2	14.9	14.3	12.2	11.3	
11	17.7	17.6	16.3	15.5	14.5	13.8	12.7	11.5	10.5	8.9	
12	21.5	20.8	20.5	18	17.1	17	15.3	14.5	13.2	12	10
13	21.9	19.5	19.2	17.8	16.7	15.2	14.6	12.3	10.8	8.8	
14	11.3	10.8	10.5	9.5	9	7.8	6.8				

Árbol	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	D ₁₀	D ₁₁
15	24	22.4	21	19.9	18.8	16.8	15	13.4	11.8	10.5	7.5
16	21.7	20.2	18.8	17.6	16.5	15.7	14.5	13	11.1		
17	16.9	15.6	14.8	13.8	12.9	11.9	11	9.7	8.6	6.9	
18	11.1	10.5	9.5	8.8	7.7	6.8	6				
19	19.8	18.1	16.8	15.6	12.4	11.5	10.2	8.4			
20	15.5	15.0	15.2	14.2	13.5	12.6	12.0	10.8	9.8	8.9	
21	21.1	21	19.5	18.5	16.6	15.2	14.7	13.1	11.6	9.9	
22	18.9	18	17	15.8	14.8	13.8	12.8	11.7	10.6	9.5	8.1
23	20.8	20.5	17.6	17	16.2	14.9	14.1	11.7	10.5	10	
24	25.4	22.3	20.6	19.6	18.4	17.3	16	14.2	12.6	10.5	
25	14	13.4	12.5	12.1	11.1	10.1	9.5	8.1	6.9		
26	13.8	12.4	11.7	11	10.1	9.1	7.9	6.6			
27	21.7	19.8	18.4	17.3	16.3	15.1	13.9	12.3	11.2	9.4	7.5
28	19	18.8	17.2	16.9	16.7	13.4	12.7	11.9	10.5	8.9	
29	21.5	21.2	19.4	18.3	17.2	16.1	15.3	13.6	12.4	11.6	
30	16.5	15.6	14.8	14.2	13	12.3	11.4	10.8	9.7	8.3	
31	22.4	22	21.2	19.5	18.8	18.7	16	14.6	14.3	11.6	
32	24.5	23.2	21.1	20	19.1	18.1	17.1	16.1	11.1	9.1	

Árbol	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	D ₁₀	D ₁₁
33	19	16.7	15.7	14	13.5	12	11.3	10	8.8		
34	26	25.3	23	20.3	19.3	18.3	17.3	16.4	11.5	9.5	
35	27.2	25.2	24	22	20.2	19.3	18.5	15	14.7		
36	23.4	23.2	21.4	20	19	17.8	15.4	14.6			
37	15.5	14.8	13.5	12.8	11.6	10.5	9.5	8			

D_{1, 2, ..., n}: corresponden a los diámetros del fuste medidos en proporciones de cada 2 m considerando la base del árbol.

Cuadro 18. Coeficiente de forma obtenido de los árboles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.).

Árbol	SVCS (m ³)	VTC (m ³)	Coeficiente de forma
1	0.16	0.17	0.59
2	0.17	0.18	0.57
3	0.42	0.54	0.44
4	0.26	0.25	0.61
5	0.58	0.62	0.55
6	0.31	0.33	0.55
7	0.30	0.31	0.63
8	0.16	0.18	0.56
9	0.04	0.05	0.54

Árbol	SVCS (m ³)	VTC (m ³)	Coefficiente de forma
10	0.41	0.42	0.62
11	0.29	0.28	0.64
12	0.44	4.86	0.61
13	0.37	0.39	0.54
14	0.09	0.08	0.71
15	0.46	0.50	0.51
16	0.36	0.37	0.60
17	0.22	0.24	0.55
18	0.07	0.08	0.63
19	0.23	0.25	0.54
20	0.24	0.23	0.70
21	0.39	0.38	0.61
22	0.31	0.33	0.56
23	0.35	0.38	0.57
24	0.46	0.53	0.51
25	0.15	0.15	0.63
26	0.12	0.13	0.58
27	0.37	0.41	0.50

Árbol	SVCS (m ³)	VTC (m ³)	Coefficiente de forma
28	0.32	0.31	0.62
29	0.41	0.42	0.62
30	0.23	0.24	0.61
31	0.47	0.45	0.67
32	0.49	0.48	0.57
33	0.23	0.28	0.52
34	0.53	0.54	0.55
35	0.55	0.60	0.59
36	0.42	0.42	0.70
37	0.17	0.17	0.63

SVCS: suma de los volúmenes de cada sección en metros cúbicos.

VTC: volumen total del cilindro considerando el diámetro inicial del fuste.

Cuadro 19. Parámetros del fuste y volumen maderable de bolaina blanca
(*Guazuma crinita* C. Mart.)

Sistemas	dap (cm)	HT (m)	HC (m)	Volumen (m ³)	Calidad de fuste
1	29.5	14.5	10.75	0.4335	1
1	28.2	20.5	16	0.5896	2
1	28.4	21.75	13	0.4859	2
1	23	19	12.75	0.3125	2

Sistemas	dap (cm)	HT (m)	HC (m)	Volumen (m ³)	Calidad de fuste
1	21.6	21.25	17.5	0.3783	1
1	18	13.75	8.75	0.1314	2
1	29.7	22.5	15	0.6131	2
1	29.5	24.75	20	0.8065	1
1	22.4	18	10.5	0.2441	3
1	35.5	29.25	19.75	1.1534	1
2	23	20	15	0.3677	1
2	25.2	24.25	18	0.5297	1
2	26.4	24.25	18	0.5813	1
2	26.2	22	17	0.5407	2
2	27.5	22.75	17	0.5957	2
2	20.3	21.25	15.5	0.2960	1
2	23.4	21.5	14	0.3552	1
2	18	20	12.75	0.1914	1
2	21.3	17.75	16.25	0.3416	2
2	24.2	21.25	13.75	0.3731	1
2	26.2	21.25	16.25	0.5169	2
2	23.3	28.75	18.75	0.4717	2

Sistemas	dap (cm)	HT (m)	HC (m)	Volumen (m ³)	Calidad de fuste
2	25.8	26.25	16.25	0.5012	2
2	25.2	26.75	19.25	0.5665	1
2	28.2	31.75	19.25	0.7094	1
2	25.2	26.75	16.75	0.4929	1
2	26	31.75	19.25	0.6030	2
2	24.8	24.25	18	0.5130	1
2	26.4	24.25	18	0.5813	1
2	25.5	24.25	18	0.5424	1
2	27.5	31.25	22.25	0.7797	1
2	20	23	16.75	0.3105	2
2	25.6	31.25	21.75	0.6605	1
2	23.5	31.25	21.75	0.5566	2
2	18.4	26	14.75	0.2314	1
2	20.2	23	14.25	0.2694	1
2	23.1	27.25	19.75	0.4884	1
2	20.4	27.25	19.75	0.3809	1
2	22.4	25.5	13	0.3023	3
2	15.7	15.5	9.25	0.1057	3

Sistemas	dap (cm)	HT (m)	HC (m)	Volumen (m ³)	Calidad de fuste
3	28.9	25.75	19.25	0.7450	2
3	22.2	24.75	17.5	0.3997	1
3	25.2	25.75	19.25	0.5665	1
3	27.6	28.25	20.75	0.7324	2
3	24.8	30	23	0.6555	1
3	26.4	27.25	21.25	0.6863	1
3	34.9	25.5	19.5	1.1006	2
3	24.1	25.75	18.75	0.5046	1
3	26	22.75	18.75	0.5873	2
3	26.3	25.75	18.75	0.6010	1
3	24	19.75	13.75	0.3670	1
3	28.9	22	15.25	0.5902	2
3	22.4	19.75	15.25	0.3546	2
3	27.4	19.75	15.25	0.5305	3
3	20.4	19.75	15.25	0.2941	2
3	26	19.75	15.25	0.4777	3
3	22.7	24.75	17.5	0.4179	1
3	26.1	27.25	19.75	0.6234	2

Sistemas	dap (cm)	HT (m)	HC (m)	Volumen (m ³)	Calidad de fuste
3	32.1	28.75	20.25	0.9669	2
3	25.5	28.75	20.25	0.6102	1
3	25.8	23.25	17.5	0.5398	2
3	31.4	33.75	23.25	1.0622	2
4	15.5	22	16	0.1781	1
4	20	23	16	0.2966	1
4	21.9	26.5	20	0.4445	1
4	19.8	24.5	18	0.3270	1
4	28.3	25	20	0.7422	1
4	20.5	25.2	18	0.3505	1
4	19.5	24.4	18	0.3172	1
4	15.4	23.5	16	0.1758	1
4	11.9	18	10	0.0656	2
4	22.8	24	18	0.4336	1
4	18.5	25	18	0.2855	2
4	22.5	27	20	0.4692	1
4	23.6	24	18	0.4646	1
4	12	18	12	0.0801	2

Sistemas	dap (cm)	HT (m)	HC (m)	Volumen (m ³)	Calidad de fuste
4	24.9	26	20	0.5746	2
4	23.9	24.5	16	0.4235	1
4	17.4	24.5	18	0.2525	2
4	12.2	18	12	0.0828	1
4	20	20	14	0.2595	1
4	15.7	24	18	0.2056	1
4	21.9	25	18	0.4000	1
4	21	27	20	0.4087	2
4	22.2	24.5	18	0.4111	1
4	26.8	24.5	18	0.5991	1
4	15.5	23.5	16	0.1781	1
4	14.3	21	14	0.1327	1
4	22.6	27.3	20	0.4734	1
4	20.2	26	18	0.3403	2
4	22.9	25.7	18	0.4374	1
4	17.6	26	18	0.2584	1
4	23.6	25	18	0.4646	1
4	25.8	25.7	18	0.5552	2

Sistemas	dap (cm)	HT (m)	HC (m)	Volumen (m ³)	Calidad de fuste
4	19.4	23.7	16	0.2790	1
4	28	24.6	18	0.6539	1
4	27.5	23.5	16	0.5607	3
4	26.2	21.3	14	0.4453	2
4	16.8	21	14	0.1831	1

Sistemas: 1 - Regeneración natural de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociado con cacao, 2 - Sistema en lindero de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociado al cacao, 3 - Sistema en hileras de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) asociado con cacao, 4 - Plantación pura de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.).

HT: Altura total en metros, HC: Altura comercial en metros, Calidad de fuste: 1 - Fuste recto o muy ligeramente torcido, sin bifurcaciones ni ramas fuera de la zona de la copa en el cuarto superior del árbol. Ausencia total de plagas y enfermedades, heridas y otras irregularidades, 2 - Fuste levemente torcido o inclinado. Presencia de una rama gruesa o varias delgadas incrustadas con ángulos entre 45° a 60°, o bifurcaciones, a partir del tercio superior del árbol. Plagas y enfermedades causando daños leves, 3 - Fuste con torceduras severas, aletas basales fuertemente pronunciadas, bifurcaciones o ramas muy gruesas y abundantes en todo el fuste. Daños severos por plagas y enfermedades.

Anexo B: Panel de fotografías



Figura 2. Medición del fuste de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) para la obtención del coeficiente de forma.



Figura 3. Bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) en asocio con cacao.



Figura 4. Delimitación del sistema bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) en linderos de una plantación de cacao.



Figura 5. Bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) en linderos de una plantación de cacao.



Figura 6. Bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) en asociado en hileras a una plantación de cacao.



Figura 7. Árboles codificados de una plantación pura de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.).