

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO DE UN
SISTEMA AGROFORESTAL MEJORADO
DE CACAO (*Theobroma cacao*) Y
BOLAINA (*Guazuma crinita*) EN
TINGO MARÍA**

Presentado por:

Ana Cristina Becerra Salas

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL

Lima - Perú
2016

DEDICATORIA

A mi amada familia: mi papá, mi mamá y mi hermano.

“Pon en manos del Señor todas tus obras, y tus proyectos se cumplirán”

Proverbios 16:3

AGRADECIMIENTOS

“A ti, Dios de mis padres, te alabo y te doy gracias” - Daniel 2:23.

Gracias a mi papá, mi mamá y mi hermano porque su amor, aliento y paciencia incondicionales, han sido las constantes que me han acompañado en este trayecto y a lo largo de mi vida. Las palabras no son suficientes para expresar, a cada uno de los tres, todo mi amor y profundo agradecimiento.

Gracias al Ing. Mendis Paredes, dueño del fundo La Alborada, por compartir sus conocimientos, experiencias e información sin ninguna restricción. Gracias por siempre darse un tiempo para resolver mis dudas con la mayor amabilidad.

Gracias a mi asesor, Mg. Sc. Carlos Chuquicaja, por todas las horas dedicadas a escuchar y responder mis preguntas. Gracias por su paciencia, sus consejos y por toda la ayuda brindada en este tiempo.

Gracias a los miembros del Jurado, Dr. Gilberto Domínguez, Dr. Julio Alegre y Dr. Luis Jiménez, por todas las recomendaciones y por su disposición para mejorar este trabajo.

Gracias a Lola y Pedro por recibirme con amor en Tingo María y por compartir conmigo toda su sabiduría y conocimientos sobre el cacao; y a Nena y Juan por apoyarme para iniciar esta investigación.

Gracias a Vicky, Romy y Cristhian por su apoyo en oración.

Gracias a Jhon, Esaú y Jefferson por su apoyo en la fase de campo.

Gracias a Augusto por su cariño y todas las palabras de ánimo.

Gracias a Jesús y Mario por tanta gentileza en la biblioteca.

Gracias a Efraín, que en paz descansa, y a Gladys, por todos los libros obsequiados.

Gracias a Juver, Carlos Eduardo y Fiorella por estar siempre pendientes de los avances.

Gracias a Maricel y Giancarlo por su apoyo en la fase final.

RESUMEN

En este estudio, se evaluó un sistema agroforestal de cacao y bolaina en la zona de Tingo María. El objetivo principal fue desarrollar una alternativa que permitiera una mayor rentabilidad que el sistema actual, mediante una ordenación mejorada del componente forestal. Para ello, se caracterizaron las condiciones tecnológico-productivas aplicadas en el sistema actual, se diseñó la propuesta y se realizó una evaluación económica para ambos casos. Se encontró que el área cuenta con condiciones edafoclimáticas favorables para la agroforestería con cacao y bolaina. El cacao es cosechado regularmente todo el año y tiene un alto rendimiento por hectárea (3 t/ha/año de cacao seco). En cambio, para la bolaina, por tener la función principal de provisión de sombra, solo se consideró su aprovechamiento en dos raleos en los años 3 y 5, y en la corta final en el año 25. Por ello, la propuesta buscó optimizar la ordenación forestal de la bolaina mediante rotación de cortas, recalce, manejo de rebrote, entre otras actividades. De esta forma, se estimó que se podría llegar a aprovechar 21 m³/ha de madera cada dos a tres años. Con esto, la propuesta alcanzaría un VAN de 108444 PEN y una TIR de 92%, mientras que el sistema actual, un VAN de 102501 PEN y una TIR de 89%. Esto indica que mejorar la ordenación del componente forestal en un sistema agroforestal contribuye a aumentar su rentabilidad. Adicionalmente, se estimó la existencia de carbono, que para el sistema de siete años resultó ser de 15,95 tC/ha.

Palabras clave: Agroforestería, *Theobroma cacao*, *Guazuma crinita*, rentabilidad, ordenación forestal, existencias de carbono.

ABSTRACT

In this study, an agroforestry system combining cacao and bolaina in Tingo Maria was evaluated. The main goal was to develop a proposal that could increase the system's profitability through an improved management of the forestry component. To do that, the current technological and productive conditions were characterized, the proposal was designed and two investment appraisal methods were used to compare both alternatives. It was found that cacao trees are harvested regularly all year round, and have a high yield (3 t/ha/y of dried cacao beans). However, for bolaina trees, since their main role is to provide shadow, only two thinnings were conducted in years 3 and 5, and the final harvest is planned for the year 25. Therefore, the proposal looked forward to optimize the management of bolaina trees through short-rotation cutting cycles, replanting, coppicing, among other activities. As a result, it was estimated that it would be possible to harvest around 21 m³/ha of wood every two to three years. With that, the proposal would reach a NPV of 108444 PEN and an IRR of 92%, while the current system, a NPV of 102501 PEN and an IRR of 89%. This indicates that improving the management of the forestry component in an agroforestry system contributes to increasing its profitability. In addition, the carbon stock was estimated as 15,95 tC/ha for the seven-year-old system.

Keywords: Agroforestry, *Theobroma cacao*, *Guazuma crinita*, profitability, forest management, carbon stock.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
1. ESPECIES EN ESTUDIO.....	3
1.1. <i>Cacao</i>	3
1.1.1. Generalidades y requerimientos agroecológicos	3
1.1.2. Vida útil y enfermedades	5
1.1.3. Cosecha y postcosecha.....	7
1.1.4. Producción, rendimiento, precios y costos.....	8
1.1.5. Demanda y oportunidades.....	10
1.1.6. Biomasa y servicios ambientales.....	11
1.1.7. Antecedentes agroforestales	12
1.2. <i>Bolaina</i>	14
1.2.1. Generalidades y requerimientos agroecológicos	14
1.2.2. Plantaciones y ordenación forestal.....	16
1.2.3. Edad de cosecha	19
1.2.4. Volumen aprovechable	20
1.2.5. Costos e ingresos	21
1.2.6. Biomasa y servicios ambientales.....	22
1.2.7. Antecedentes agroforestales	23
2. EVALUACIÓN ECONÓMICA	24
2.1. <i>Indicadores de rentabilidad</i>	25
III. MATERIALES Y MÉTODOS	27
1. ZONA DE ESTUDIO	27
1.1. <i>Ubicación</i>	27
1.2. <i>Aspectos climáticos</i>	28
1.3. <i>Aspectos edáficos y fisiográficos</i>	28
1.4. <i>Actividades económicas</i>	28
2. MATERIALES	29
3. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	30
3.1. <i>Fase de campo</i>	30
3.1.1. Actividades preliminares	30
3.1.2. Evaluación de la bolaina	30
3.1.3. Evaluación del cacao	31
3.1.4. Costos e ingresos	32
3.1.5. Muestreo de suelos	32
3.2. <i>Fase de gabinete</i>	33
3.2.1. Estudio técnico	33
a. Caracterización general del sistema	33
b. Volumen en pie de madera comercial	33
c. Rendimiento de los frutos de cacao	33
d. Caracterización de suelos.....	33
3.2.2. Estudio económico	34
a. Costos de producción	34
b. Ingresos de producción	34
c. Indicadores de rentabilidad	36
3.2.3. Propuesta	37
a. Propuesta agroforestal	37
b. Existencias de carbono	37
3.2.4. Análisis estadístico.....	39
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41

1.	ESTUDIO TÉCNICO	41
1.1.	<i>Caracterización general del sistema</i>	41
1.2.	<i>Volumen en pie de madera comercial</i>	46
1.3.	<i>Rendimiento de los frutos del cacao</i>	46
1.4.	<i>Caracterización de suelos</i>	47
2.	ESTUDIO ECONÓMICO	48
2.1.	<i>Costos de producción</i>	48
2.2.	<i>Ingresos de producción</i>	50
2.3.	<i>Indicadores de rentabilidad</i>	55
3.	PROPUESTA.....	56
3.1.	<i>Características de la propuesta</i>	56
3.2.	<i>Evaluación económica</i>	59
4.	EXISTENCIAS DE CARBONO	62
V.	CONCLUSIONES	65
VI.	RECOMENDACIONES	67
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
VIII.	ANEXOS	77

Índice de tablas

	Página
Tabla 1: Zonificación de clones e híbridos de acuerdo a la precipitación	4
Tabla 2: Requerimientos agroecológicos de la bolaina	15
Tabla 3: Flujo económico para una plantación pura de bolaina.....	22
Tabla 4: Ventajas y desventajas del VAN y TIR.....	25
Tabla 5: Resumen de datos de la plantación de cacao	41
Tabla 6: Resumen de datos de la plantación de bolaina	43
Tabla 7: Mortalidad del cacao y bolaina	44
Tabla 8: Datos de rendimiento del fruto de cacao	46
Tabla 9: Características del suelo	47
Tabla 10: Costos de inversión para el sistema agroforestal en PEN/ha/año	49
Tabla 11: Resumen de los costos operativos en PEN/ha/año.....	50
Tabla 12: Producción mensual y anual de cacao en baba.....	50
Tabla 13: Ingresos por la venta de cacao en baba.....	52
Tabla 14: Ingreso por raleos (PEN/ha).....	53
Tabla 15: Ingresos por venta del plátano (PEN/ha) en los años 1, 2 y 3.....	54
Tabla 16: Flujo de caja del sistema actual (PEN/ha)	55
Tabla 17: Actividades propuestas para el componente forestal	58
Tabla 18: Costos de inversión para el sistema propuesto	59
Tabla 19: Costos operativos para el sistema propuesto	60
Tabla 20: Ingresos para el sistema propuesto	61
Tabla 21: Flujo de caja para el sistema propuesto	61
Tabla 22: Indicadores de rentabilidad para ambos sistemas.....	62
Tabla 23: Existencias de carbono	62

Índice de figuras

	Página
Figura 1: Variación mensual de la producción de cacao en el Alto Huallaga.....	10
Figura 2: Ubicación del área de estudio	27
Figura 3: Croquis de distribución del cacao y bolaina en el área de estudio.....	45
Figura 4: Diseño agroforestal propuesto en los años 1, 3, 5 y 8.....	57

Índice de anexos

	Página
Anexo 1 Producción (t) de cacao seco en los seis departamentos de mayor producción.....	77
Anexo 2 Rendimiento (kg/ha/año) de cacao seco en los seis departamentos de mayor rendimiento.....	78
Anexo 3 Producción (t) de cacao seco en Huánuco	79
Anexo 4 Rendimiento (kg/ha) de cacao seco en Huánuco	80
Anexo 5 Precio en chacra (PEN/kg) de cacao en Huánuco	81
Anexo 6 Resumen del método de muestreo de Murillo et al. (2011)	82
Anexo 7 Resumen del método estimación de sombra de Somarriba (2002)	83
Anexo 8 Información detallada del muestreo de cacao	84
Anexo 9 Información detallada del muestreo de bolaina	89
Anexo 10 Cálculo del volumen comercial actual de bolaina	93
Anexo 11 Evaluación del rendimiento y tamaño de los frutos de cacao	96
Anexo 12 Resultados del análisis de suelos.....	101
Anexo 13 Interpretación de resultados del análisis de suelos	102
Anexo 14 Costos operativos del sistema actual.....	103
Anexo 15 Precio promedio anual de compra del cacao en baba en la Asociación de Productores del Alto Huallaga	111
Anexo 16 Proyección del crecimiento y aprovechamiento de la bolaina	112
Anexo 17 Costos operativos del sistema propuesto	113
Anexo 18 Ingresos del sistema propuesto.....	125
Anexo 19 Muestreo de las existencias de carbono para el cacao	126
Anexo 20 Muestreo de las existencias de carbono para la bolaina	143

I. INTRODUCCIÓN

Según el MINAM (2009) y Céspedes *et al.* (2014), desde inicios de este siglo, el área en el país deforestada ha aumentado en un 80%, y la principal causa de este problema es la agricultura migratoria. Agricultores en la Amazonía peruana talan y queman bosque natural para instalar cultivos comerciales y de subsistencia. Después de un tiempo, al disminuir la fertilidad del suelo, se desplazan a otro sitio para continuar con la degradación de los bosques.

Para contrarrestar esta realidad, el gobierno e instituciones privadas han venido promoviendo diversas iniciativas. Entre éstas, una de las más importantes es la agroforestería como alternativa de desarrollo en zonas degradadas. La agroforestería es la forma de uso de la tierra que se orienta a la asociación de especies forestales con cultivos agrícolas o de pastos (La Torre, 2012). Es una alternativa productiva que contribuye a la reducción de la vulnerabilidad y del impacto de las actividades humanas sobre ecosistemas frágiles, creando un sistema similar al natural antes de ser intervenido. Protege los suelos de las fuertes precipitaciones, mantiene el ciclo hidrológico y la diversidad biológica, y garantiza una mayor sostenibilidad en comparación con sistemas como el monocultivo (Torres *et al.*, 2008). En otras palabras, la dinámica de los sistemas agroforestales es muy prometedora, pues contribuye a la restauración ecosistémica, a la diversificación de la producción y asegura un sustento a corto y largo plazo para los agricultores.

En este contexto, la creciente demanda de cacao ha promovido la ejecución de proyectos en la Amazonía que dan asistencia técnica y apoyo financiero a los agricultores que se deciden por sistemas agroforestales con cacao. La zona de Tingo María, parte del valle del Alto Huallaga, es uno de esos casos. No obstante, aunque en la zona muchos cultivan cacao, no todos se deciden por la utilización simultánea de especies forestales, pues aún consideran a los cultivos netamente agrícolas como los más rentables. Por otro lado, aquellos que implementan sistemas agroforestales, por falta de disponibilidad de conocimientos técnicos y económicos al respecto, no aplican una ordenación o manejo del componente forestal que permita un aprovechamiento con mejores resultados.

En el presente estudio, se evaluó un sistema agroforestal de cacao bajo la sombra de bolaina en la zona de Tingo María. El objetivo principal de este estudio fue desarrollar una alternativa de sistema agroforestal de cacao y bolaina que permitiera una mayor rentabilidad que la del sistema actual, mediante una ordenación mejorada del componente forestal. Para ello, se desarrollaron tres objetivos específicos, que fueron: caracterizar y evaluar las condiciones tecnológico-productivas aplicadas en un sistema agroforestal cacao-bolaina; proponer un sistema agroforestal mejorado en términos de la ordenación forestal; y calcular el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno para ambos sistemas.

Los resultados de esta investigación contribuirán a la planificación y conducción de sistemas agroforestales en la zona.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1. ESPECIES EN ESTUDIO

1.1. CACAO

1.1.1. GENERALIDADES Y REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS

El cacao pertenece a la familia de las Sterculiaceae. Su nombre científico es *Theobroma cacao* y es originario de América Tropical. Gómez *et al.* (2014) señalan que, debido a su gran demanda, su hábitat natural cambió a través del tiempo de los bosques naturales a sistemas de monocultivo o policultivo. En el Perú, presenta mejores nichos ecológicos desde la ceja de selva intermedia a selva baja. En estas zonas, las condiciones bióticas y abióticas son más favorables para su óptimo desarrollo y crecimiento.

M&O Consulting S.A.C. (2008) indica que existen cuatro grupos germoplásmicos naturales de cacao. Estos son: “Criollo”, “Amazonas o Forastero del Alto Amazonas”, “Guyanas o Forasteros de Bajo Amazonas” y “Nacional”. A partir de ellos, se obtienen otras variedades artificiales como los “Trinitarios”. Además, debido a las plagas y enfermedades que empezaron a afectar severamente los monocultivos y policultivos de cacao, se empezaron a desarrollar clones e híbridos, para obtener individuos más resistentes y productivos.

En cuanto a los requerimientos agroecológicos de la especie, Gómez *et al.* (2014) señalan que el cacao presenta baja tolerancia al déficit de agua, y que su rango de precipitación óptimo es de 1500 a 2500 mm anuales bien distribuidos a lo largo de los meses. Leguía *et al.* (2010) indican que el cacao puede soportar precipitaciones de 800 a 5000 mm anuales, aunque su producción se ve afectada. Gómez *et al.* (2014) añaden que en los meses con menos de 100 mm puede generarse un déficit hídrico, afectando la floración y producción de frutos. Cabe resaltar que, de acuerdo a la precipitación de la zona, se pueden utilizar diversos clones e híbridos en el país, tal como se puede observar en la Tabla 1.

Tabla 1: Zonificación de clones e híbridos de acuerdo a la precipitación

Región, Provincia, Zona	Precipitación (mm)	Clones e híbridos
Huánuco, Leoncio Prado, Tingo María	3300-3700	CCN-51, ICS-95, IMC-67, Colecciones locales.
Ucayali, Padre Abad, San Alejandro	3200-3700	CCN-51, ICS-95, IMC-67, ICS-6-P-7, EET-400, SCA-6, P-12, Híbridos.
San Martín, Tocache, Tocache	2400	CCN-51, ICS-95, IMC-67, THS-565, IAC-1, U-10, Híbridos y colecciones locales.
Ucayali, Coronel Portillo, Curimaná	1700-2400	CCN-51, ICS-1, SCS-6, P-7, EET-400, IMC-67-SCA-6-UF613, P-12, Híbridos.
San Martín, Mariscal Cáceres, Juanjui	1500	CCN-51, ICS-95, IMC-67, THS-565, IAC-1, U-10, Híbridos y colecciones locales.
Ayacucho - Cusco, Huanta - La Mar / La Convención, VRAE	1400-2500	CCN-51, ICS-1, 39, 95, IMC-67, Pound-7, EET-400, Híbridos y colecciones locales.
Cajamarca, Jaén, Jaén	700	CCN-51, ICS-1, 6, 95, IMC-67, EET-228, U-10, IAC-1, TSH-565, Híbridos y colecciones locales.
Amazonas, Bagua, Bagua	700	CCN-51, ICS-1, 6, 95, IMC-67, EET-228, U-10, IAC-1, TSH-565, Híbridos y colecciones locales.

FUENTE: Paredes (2003).

De acuerdo a Gómez *et al.* (2014) y a Paredes (2003), la temperatura óptima promedio anual para la especie está alrededor de 25 °C, con un rango que va de 23 a 32 °C. Leguía *et al.* (2010), en cambio, consideran una temperatura óptima entre 24 y 28 °C, y un rango apto de 20 a 40 °C.

Leguía *et al.* (2010) y Paredes (2003) coinciden en que el cacao crece mejor en altitudes hasta los 800 msnm. Gómez *et al.* (2014) indican que la altitud óptima mínima es de 500 msnm y que el cacao puede desarrollarse hasta los 1200 msnm. Paredes (2003) ha registrado casos de plantaciones de cacao desarrollándose hasta a 1400 msnm en Ecuador.

Según Gómez *et al.* (2014), la especie necesita de una humedad relativa anual promedio entre 70 y 80% y su cultivo debe estar libre de vientos fuertes persistentes en su ciclo productivo. Por ello, se suele recomendar el uso de árboles forestales como cortina rompeviento. Por otro lado, dependiendo del ciclo productivo en que se encuentre el cacao, los requerimientos de luminosidad van variando. Cuando está en crecimiento (menos de 4 años), la luminosidad debe estar entre 40 y 50%, mientras que cuando la plantación ya está en producción (mayor de 4 años), esta puede ser de 60 a 70%.

En cuanto a las propiedades físicas del suelo requeridas, Gómez *et al.* (2014) revelan el cacao encuentra condiciones óptimas para su establecimiento en suelos de profundidad de 0,6 a 1,5 m. La textura puede variar entre franco, franco-arcilloso o franco-arenoso. No se recomienda su cultivo en zonas de suelos finos ni muy gruesos. Asimismo, se deben evitar los suelos arcillosos pesados, ya que presentan una baja aireación y filtración del agua. La porosidad del suelo debe estar entre 20 a 60%, con una buena retención de humedad. Además, debe tener un buen drenaje. El manto freático debe encontrarse a una profundidad no menor a 1,5 m. En cuanto a la topografía, son ideales los suelos planos, ligeramente ondulados, con pendiente no mayor de 25%.

Respecto a las propiedades químicas, Leguía *et al.* (2010) afirman que el cacao requiere de suelos con fertilidad media a alta y un pH entre 5,5 a 6,5. Paredes (2003) indica que el pH es una de las características más importantes de los suelos porque contribuye a regular la velocidad de descomposición de la materia orgánica, así como la disponibilidad de elementos nutritivos. El cacao se desarrolla eficientemente cuando el pH se encuentra en el rango de 6 a 6,5 pues los rendimientos son mayores. Sin embargo, puede adaptarse a pH entre 4,5 a 8,5 aunque la producción es limitada y debe aplicarse correctivos. Asimismo, un contenido medio a alto de materia orgánica favorece la nutrición del suelo y, a través de este, a la planta. Por su parte, Gómez *et al.* (2014) consideran que el pH óptimo está entre 5,5 y 7. La saturación de bases debe ser mayor del 35%. El porcentaje de materia orgánica debe ser mayor a 3% y debe mantenerse una relación C/N de mínimo 9. La capacidad de intercambio catiónico debe ser mayor a 25 meq/100g de suelo. Asimismo, el cacao requiere de suelos con una fertilidad media a alta, calcio mayor a 4 meq/100g, magnesio mayor a 1 meq/100g, potasio mayor a 0,61 meq/100g y más de 2 ppm de boro.

Paredes (2003) señala que el crecimiento y la buena producción del cultivo de cacao dependen de las condiciones físicas y químicas en los primeros 30 cm de profundidad del suelo, que es donde se encuentra el mayor porcentaje de raíces fisiológicamente activas encargadas de la absorción de agua y nutrientes.

1.1.2. VIDA ÚTIL Y ENFERMEDADES

De acuerdo a Cerrón (2012), el manejo del cacao puede generar ingresos permanentes por 30 años consecutivos.

Para Thienhaus (1992), la vida productiva de una plantación de cacao depende de su atención agronómica y de las condiciones de suelo y clima. En términos generales, señala que la vida útil es de 25-30 años. No obstante, de acuerdo a un estudio de la autora, la producción de cacao alcanza sus picos más altos entre los 10 y 20 años, y se reduce a menos del 50% a partir de los 30 años, decayendo progresivamente hasta pasados los 50 años.

Paredes (2003), por su parte, afirma que la plantación de cacao es un cultivo perenne con una vida útil de producción promedio de 20 años. Por ello, considera muy importante el proceso para obtener las semillas que producirán los patrones. Cabe señalar que el IPADE (2007) define un patrón como una planta que se obtiene por la siembra de semillas de árboles sanos, resistentes a enfermedades y adaptados a la zona.

De acuerdo a Gómez *et al.* (2014), tres son las enfermedades más comunes del cacao en la zona del Alto Huallaga. Estas son la monilia, la “escoba de bruja” y la podredumbre parda. En primer lugar, la Monilia es una enfermedad endémica que afecta exclusivamente a los frutos del cacao de cualquier edad y es causada por el hongo deuteromiceto *Monilia roreri* Cif & Par. Las infecciones son favorecidas por condiciones de alta humedad y temperatura. Se manifiesta como un micelio blanco y crema sobre los frutos infectados, tornándose luego en una densa masa pulverulenta constituida por esporas del hongo que va cambiando gradualmente de ceniza a marrón.

Los mismos autores señalan que la “escoba de bruja” afecta gravemente los cojines florales, los frutos y las partes vegetativas en crecimiento activo del cacao. Es causada por el basidiomiceto *Crinipellis pernicioso* Stahel Singer y se manifiesta afectando a los brotes, que crecen hipertrofiados y anormalmente ramificados, por lo que se les conoce como “escobas”. Las esporas del basidiomiceto son susceptibles a la sequía, pues bajo estas condiciones pierden su viabilidad en dos horas. Sin embargo, cuando disponen de una película de agua sobre el tejido hospedante, germinan con relativa rapidez, penetrando en la planta de cacao. La “escoba de bruja” puede generar una pérdida parcial de las semillas de los frutos si no es eliminada.

Asimismo, Gómez *et al.* (2014) indican que la podredumbre parda es producida por el hongo *Phytophthora infestans* y afecta los frutos y los tallos cuando se hacen heridas en estos últimos. Es una enfermedad que se presenta mayormente cuando la precipitación y la humedad relativa son altas. Se presenta como manchas típicas de color chocolate marrón y

de forma uniforme que van cubriendo el fruto, haciendo que las semillas se pudran al interior. Se puede controlar a través de la realización de buenas podas.

1.1.3. COSECHA Y POSTCOSECHA

Gómez y Ramos (s.f.) señalan que la primera floración del cacao se puede producir, en algunos casos muy precoces, en el segundo año después de sembrado, pero, generalmente, se inicia a finales del tercer al cuarto año. Después de eso, las flores brotan en cualquier momento del año y comienzan a producir frutos. Iturrios (2014) señala que el cacao estabiliza y maximiza su producción entre los 5 a 6 años.

De forma similar, Cerrón (2012) señala que el cacao es una planta perenne que rinde varias cosechas al año. Bajo condiciones de buen manejo, la producción empieza al tercer año y alcanza su mayor producción entre el sétimo y octavo año de ser plantada.

Hernández (2001) afirma que para realizar la cosecha es muy importante reconocer el punto exacto de la madurez de las mazorcas, que se distingue por el color naranja a rojo-moreno de las frutas y un sonido hueco. Luego de esto, debe cosecharse en las próximas 1 a 2 semanas, pues las frutas muy maduras generan un riesgo de germinación de las semillas. Asimismo, las frutas no maduras perjudican el posterior proceso de fermentación.

Gómez *et al.* (2014) reiteran que las cosechas se deben realizar únicamente para las mazorcas maduras, evitando aquellas que aún no han madurado bien y no hayan podido completar los azúcares precursores de sabor y aroma. Recomiendan cosechar las mazorcas maduras cada 2 semanas en el período de mayor producción y cada 3 semanas en la estación seca, para no tener infecciones en las etapas finales de la maduración. Si la extensión de la finca lo justifica, recomiendan cosechar semanalmente.

Según Cerrón (2012), la cosecha se efectúa cuando el fruto presenta un color verde amarillento o rojizo a un amarillo o anaranjado intenso. Los frutos bajos son extraídos en forma manual y los altos, con el uso de horquillas filudas. Esta labor se realiza cada 10 a 15 días, colectando los frutos maduros, evitando tanto la sobremaduración como la colecta de frutos verdes.

Para Paredes (2003), la cosecha debe ser semanal en temporada de mayor producción, cada quincena en épocas lluviosas, y cada 30 días en períodos secos.

Al respecto, Enriquez (1985) indica que la madurez de la mazorca (fruta) depende de la madurez fisiológica de las semillas. De esta forma, tarda entre 10-15 días, dependiendo del estado nutricional del árbol, del número de mazorcas madurando y del ambiente.

En cuanto a la cantidad de frutos por árbol, Paredes (2003) señala que una planta con buena producción produce más de 100 frutos sanos por campaña. Cada fruto, de acuerdo a Carhuas (2001), puede poseer entre 20 a 60 semillas. Enriquez (1985), por su parte, indica que cada fruto puede tener un número variable de semillas dependiendo de la fecundación. Añade que el tamaño del fruto depende tanto de factores ambientales, como del número de semillas formadas en el fruto.

Una vez realizada la cosecha, Hernández (2001) señala que las mazorcas pueden ser almacenadas entre 24 a 36 horas. Luego, las semillas deben sacarse de la fruta a mano, con la pulpa. La venta de cacao puede hacerse en baba, es decir, como semillas frescas después de sacarlas del fruto; o puede procederse a la fermentación y secado del cacao para ser comercializado en seco. Si este fuera el caso, las semillas frescas deben estar listas para la fermentación en un máximo de 24 horas; y alrededor de 4 a 7 días después, se puede empezar el secado para reducir la humedad de las semillas a alrededor del 5 a 7%

1.1.4. PRODUCCIÓN, RENDIMIENTO, PRECIOS Y COSTOS

De acuerdo a Cerrón (2012), en el Perú, las principales zonas de producción son: Jaén, Bagua, Alto Huallaga, Huallaga Central, Satipo, Valle del Río Apurímac y La Convención. Entre las potenciales menciona las zonas de Pichis y del Palcazú.

Según datos del MINAGRI (2015), desde el año 2003 al 2013, los departamentos con mayor producción de cacao en el Perú fueron, de mayor a menor: San Martín (31126 toneladas en el 2013), Cuzco, Junín, Ayacucho, Amazonas y Ucayali (2888 toneladas en el 2013). En el 2013 se alcanzó una producción total nacional de 71838 toneladas de cacao seco (ver Anexo 1).

En cuanto al rendimiento, según el MINAGRI (2015), los departamentos que reportaron los valores más altos fueron distintos a aquellos con mayor producción: La Libertad (1305 kg/ha en el 2013), Tumbes, Pasco, San Martín, Ucayali y Cajamarca (842 kg/ha en el 2013). Todos estos estuvieron por encima del rendimiento promedio nacional para el 2013: 768 kg/ha de cacao seco (ver Anexo 2).

En el caso específico del departamento de Huánuco, el MINAGRI (2015) muestra que la producción de cacao del 2003 al 2013 varió considerablemente (ver Anexo 3). En el 2013, el departamento de Huánuco produjo 2744 toneladas de cacao, con un rendimiento promedio de 530 kg/ha (ver Anexo 4) y un precio promedio en chacra de 5,10 PEN¹/kg (ver Anexo 5).

Además de la información del MINAGRI (2015), existen diversos autores que reportan precios y rendimientos por encima de las cifras promedio oficiales.

En cuanto a los precios, Iturrios (2014) indica que, en el mercado mundial, el cacao puede cotizarse hasta en 3 USD²/kg. Paredes (2015), por su parte, señala que el precio de cacao en baba asciende a 7 PEN/kg, en base a promedios para los años 2012, 2013 y 2014 en el Alto Huallaga.

Sobre el rendimiento, Cerrón (2012) señala que, a partir del quinto año, una hectárea de cacao llega a rendir hasta 2000 kg/ha/año de cacao seco. Iturrios (2014) indica que la producción supera los 2000 kg/ha/año de cacao seco.

Al respecto, Gómez *et al.* (2014) desarrollaron una guía tecnológica para la implementación de sistemas agroforestales con cacao, e indican que es posible alcanzar producciones mayores a los 3000 kg/ha/año de cacao seco.

Paredes (2003) afirma que, a partir del quinto año, las producciones varían entre 2500-3000 kg/ha/año de cacao seco, cuando el cacao es sembrado a una densidad de 2x3 m (aproximadamente 1667 plantas/ha).

Paredes (2015) indica que dos de las claves principales para alcanzar altos rendimientos están en el tipo de cacao, que debe ser fino aromático y altamente productivo (de preferencia colecciones locales), y la densidad de siembra, que podría estar entre 3x3 m para agricultores principiantes, 2x3 m para un manejo intermedio y 2,5x1 para un manejo altamente técnico.

El mismo autor menciona que la producción del cacao se distribuye a lo largo de todo el año en distintas proporciones. Para la zona del Alto Huallaga, la variación mensual de la producción se observa en la Figura 1.

¹ PEN: Nuevo Sol peruano, según estándar internacional ISO 4217

² USD: Dólar estadounidense, según estándar internacional ISO 4217

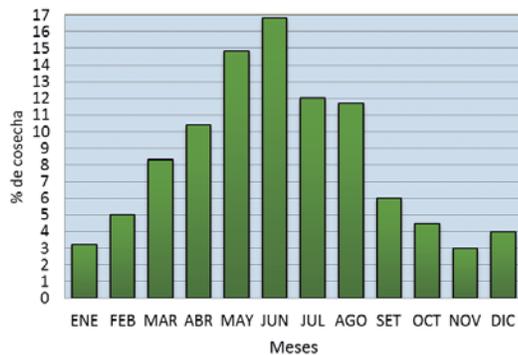


Figura 1: Variación mensual de la producción de cacao en el Alto Huallaga

FUENTE: Paredes (2015)

En cuanto a los costos, de acuerdo a Iturrios (2014), el capital base durante los tres primeros años se acerca a los 5000 USD/ha, sin considerar el precio de la tierra. En esta inversión inicial se consideran los gastos provenientes de la siembra, la mano de obra (que equivale a la mitad de los egresos), así como gastos en fertilizantes y capacitación. Luego, durante los siguientes 3 años, se debe destinar un aproximado de 1000 USD/ha/año para el mantenimiento de las plantas antes del sexto año, que es cuando alcanza la máxima producción. A partir de ese momento, los costos de producción y mantenimiento pueden subir hasta 1500-2000 USD/ha/año. De esta forma, la inversión requerida en 20 años puede ascender a unos 36000 USD.

1.1.5. DEMANDA Y OPORTUNIDADES

Según Davidson (2014), en el año 2020 podría existir un déficit de 1 millón de toneladas de cacao debido a la creciente presión económica y ambiental sobre los cultivos en las mayores zonas de producción. Señala que recientes plagas, sequías y crisis por la epidemia del ébola, han perjudicado más de un tercio de la producción de cacao en el oeste de África, en países como Ghana y Costa de Marfil.

Para la autora, otro factor que ha influido en esta situación tiene que ver con los nuevos mercados que se han abierto para el cacao. Hasta hace unos años, Estados Unidos, Reino Unido, Rusia, Alemania y Francia representaban los mayores mercados. No obstante, la demanda de cacao por parte de China e India ha comenzado a aumentar exponencialmente, generando una creciente presión sobre los suministros mundiales.

Al respecto, Bardales (2014) señala que, de acuerdo a datos de la Organización Mundial del Cacao, se puede estimar que los precios del cacao crecerán sostenidamente hacia el año 2020, ya que para esa fecha, la demanda podría llegar a unos 5 millones de toneladas de cacao por año. Reitera que la oferta mundial de cacao no está creciendo al mismo ritmo que la demanda, debido a que África (productor del 70% del cacao que consume el mundo), está pasando por serios problemas de producción.

El mismo autor afirma que el Perú tiene un gran potencial para la producción de cacao que no ha sido aprovechado a plenitud. Indica que los rendimientos promedio en el país superan a los de África, que están alrededor de 200-300 kg/ha/año, y de Ecuador (principal competidor del Perú en América Latina), que llegan a 500 kg/ha/año. Asimismo, añade que aunque actualmente el país representa solo el 1,8% del total de la producción mundial de cacao, podría llegar a representar el 9% de la oferta mundial si se implementaran 200 mil nuevas hectáreas del cultivo.

1.1.6. BIOMASA Y SERVICIOS AMBIENTALES

Fonseca *et al.* (2009) señalan que existen dos métodos para estimar la biomasa: el método directo y el indirecto. El directo se refiere al método destructivo, que consiste en cortar árboles para determinar la biomasa pesando directamente cada componente. En cambio, el método indirecto abarca tanto la cubicación y el uso de factores de conversión de volumen a peso seco, como la aplicación de modelos matemáticos específicos para cada especie. En este último caso, se utilizan variables colectadas en campo, como diámetro y altura, para transformarlas a términos de biomasa con ayuda de ecuaciones alométricas. Este método es extrapolable a situaciones de crecimiento similares.

Larrea (2007) realizó un estudio para diferentes tipos de cacao en varios sectores de Tingo María, Huánuco y Mariscal Cáceres, San Martín con el fin de determinar la ecuación alométrica para el cacao. Se concluyó que la siguiente ecuación se ajusta a los diversos tipos de cacao de zonas con condiciones edafoclimáticas similares a las evaluadas:

$$BMA_{CACA0} = 0,4849xDiámetro^{30^{1,42}}$$

Donde:

- BMA_{CACA0} : Biomasa área del cacao

- Diámetro30: Diámetro del cacao a 30 cm del suelo

Rugnitz *et al.* (2009) señalan que los pequeños y medianos productores rurales desconocen el potencial para captura de carbono de sus áreas, así como las modalidades de proyectos, componentes elegibles para cada tipo de mercado y los procedimientos necesarios para negociar créditos de carbono en los respectivos mercados. Los principales desafíos que debe enfrentarse para viabilizar el acceso de agricultores y comunidades rurales a los mercados de carbono incluyen: (a) la necesidad de mecanismos para una correcta cuantificación y monitoreo de las existencias de carbono; (b) el insuficiente conocimiento de técnicas y prácticas de manejo agroforestal y agroecológico; (c) políticas públicas inadecuadas para promover tales inversiones; (d) el tamaño mínimo recomendado para viabilizar financieramente un proyecto de carbono y la dificultad de agrupar pequeños productores en proyectos de escala adecuada; y (e) la inexistencia de instituciones y mecanismos que promuevan vínculos equitativos de estos productores con mercados de carbono.

Gibbon *et al.* (2009), por su parte, agregan que la creación de un proyecto de carbono no es tan simple como sembrar plantas, cuidar su desarrollo y luego obtener ingresos por la venta de créditos de carbono, pues un proyecto tiene un área específica, un tiempo específico, y un conjunto de acciones bien definidas que establecen actividades nuevas y adicionales que son diferentes a las operaciones cotidianas. Agregan, además, que se incurren en costos altos de implementación (siembra, evaluaciones de línea base, validación de fijación de carbono, establecimiento de acuerdos legales, etc.), antes de que el proyecto de fijación de carbono pueda tener algún ingreso proveniente de la venta de créditos.

1.1.7. ANTECEDENTES AGROFORESTALES

Debido a la necesidad de sombra y de protección del cacao, especialmente durante su fase de crecimiento, se suele recomendar que su cultivo se realice bajo sombra temporal y/o permanente. Gómez *et al.* (2014) señalan que el árbol de cacao es un cultivo que debe estar bajo sombra para que los rayos solares no incidan directamente y se incremente la temperatura. Añaden que una sombra deficiente representa, para algunas plagas, condiciones favorables para que produzcan daño al cacao.

Gómez *et al.* (2014) señalan que como sombra temporal, muchos agricultores suelen utilizar plátano, yuca, papaya y frejol de palo. Estas especies deben plantarse entre 5 a 6 meses antes del establecimiento del cacao y eliminarse a los 2,5-3 años de establecida la plantación.

No obstante, la opción que actualmente más se recomienda para contribuir a la mitigación de la crisis climática, es la utilización de la sombra de especies forestales. Estas dan la ventaja de poder manejar la luminosidad a lo largo del ciclo productivo del cacao conforme a sus necesidades, a través del raleo, o de ser utilizadas simultáneamente con otras especies de sombra temporal (Paredes, 2003).

Gómez *et al.* (2014) definen un sistema agroforestal de cacao como la interacción de componentes bióticos (cultivo de cacao y especies forestales) y abióticos (agua, suelo, minerales, aire) integrados y complementarios entre sí y que tienden a reproducir el equilibrio de la parcela, alterando al mínimo la estabilidad ecológica, económica, social y medio ambiental.

En este contexto, se recomienda la utilización de leguminosas (guaba), especies forestales de rápido crecimiento alrededor de la parcela (bolaina, capirona, shaina y pino chuncho), y especies de crecimiento lento en el interior de la parcela (moena, caoba, cedro y tornillo). Los distanciamientos son variables. En la provincia de Leoncio Prado, la guaba se suele sembrar a 18x18 o 21x21 m, las especies de rápido crecimiento, cada 3-4 m, y las de lento crecimiento, a 18x9 o 18x18 m. La siembra de la sombra permanente debe realizarse entre 12 a 18 meses antes de la eliminación de la sombra temporal, en caso se utilizara (Gómez *et al.*, 2014).

Paredes (2003) señala que la utilización de sistemas agroforestales mejora las propiedades físicas de los suelos, incrementa el porcentaje de nutrientes y facilita el drenaje. En el caso de los sistemas basados en cacao, las especies maderables deben poseer las siguientes características:

- Ser esbeltos y de porte más alto que el cacao.
- Tener una copa que permita el ingreso de los rayos solares, y con hojas de fácil descomposición al caer al suelo.
- Ser de ramificación abierta, y de frutos livianos y poco atractivos a los insectos.
- Poseer un sistema radicular profundo y no competitivo con el cacao por agua y nutrientes.
- Ser de rápido crecimiento, durable y de buena capacidad de regeneración.

- Ser tolerante a la acción de los vientos.
- Ser resistente a plagas y enfermedades, y no ser hospedero de plagas que causan daño al cacao.
- Preferentemente, pertenecer a la familia de las leguminosas.

Para el autor, es recomendable sembrar las semillas de los árboles de sombra en un vivero y manejarlas con cuidados similares al de las semillas de cacao. También pone énfasis en la importancia de que alrededor de los 4 años, ya se hayan hecho raleos que dejen una sombra de entre 40-50%, que es la que, en campo definitivo, requiere la plantación de cacao para su normal desarrollo y producción. En cambio, Gómez *et al.* (2014) recomiendan una regulación de la sombra definitiva al 30-40%.

1.2. BOLAINA

1.2.1. GENERALIDADES Y REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS

La bolaina blanca o simplemente bolaina, también conocida como atadijo en algunas zonas del país, es una especie de la familia de las Sterculiaceae. Su nombre científico es *Guazuma crinita* C. Martius.

Según el IIAP (2009), la bolaina es una especie forestal frecuente en la Amazonía peruana y brasilera. Se le encuentra como pionera en suelos ricos en nutrientes, en las riberas de los ríos y quebradas, y también en bosques secundarios y en hondonadas en zonas de altura no inundables.

La CPM (2008) indica que, en el país, esta especie se puede encontrar en los departamentos de Amazonas, Huánuco, Junín, Loreto, Madre de Dios, Pasco, San Martín y Ucayali. Señala que, en forma natural, se encuentra en purmas y bosques secundarios, pero también formando rodales puros o en manchales a las orillas de los ríos de zonas inundables. La bolaina se desarrolla en zonas planas y onduladas con pendientes suaves, en altitudes de hasta 1000 msnm.

Por su lado, Wightman *et al.* (2006) señalan que la bolaina se encuentra, en forma natural, hasta los 1500 msnm. Se ha cultivado en plantaciones sólo hasta los 900 msnm, y depende de la calidad del sitio para su desarrollo.

Vidaurre (1992) afirma que, en general, la bolaina es una especie de clima tropical. Crece en zonas donde el promedio de temperatura está alrededor de los 26 °C, con un rango de precipitación entre 1500 a 3500 mm.

Quevedo (1994) afirma que la bolaina crece en manchales, asociada con otras especies pioneras como *Cecropia* sp. Prefiere los suelos ricos en nutrientes, con buen drenaje e inundables temporalmente. También tolera suelos pobres con cierta deficiencia en el drenaje, pero es baja su tolerancia a la competencia.

Según Reynel *et al.* (2003), la bolaina puede presentarse en suelos limosos a arenosos, de escasa fertilidad y pedregosos. 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.

Wightman *et al.* (2006) añaden que la bolaina no se adapta bien a 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 bien desarrollada es un buen indicador de un sitio apto para la plantación de esta especie.

Leguía *et al.* (2010), por su lado, resumen los requerimientos agroecológicos de la bolaina tal como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2: Requerimientos agroecológicos de la bolaina

<i>Variable</i>		<i>Guazuma crinita</i>
Precipitación (mm/año)	Apto	1000 – 3000
	Óptimo	1800 – 2500
Periodo seco (meses/año)	Apto	2 – 4
	Óptimo	1 – 2
Temperatura media (°C)	Apto	18 – 36
	Óptimo	22 – 26
Altitud (msnm)	Apto	50 – 1000
	Óptimo	100 – 800
Profundidad del suelo		Profundos
Drenaje		Drenados
Relieve		Planos a ligeramente ondulados
Textura del suelo		Franco a franco arcillosos

FUENTE: Leguía *et al.* (2010)

En cuanto a la floración y fructificación de la bolaina, Revilla (2015) manifiesta que estas ocurren de forma anual. La diseminación de sus semillas alcanza su máxima intensidad en los meses de setiembre y octubre, y la dispersión es efectuada por el viento. Eso significa que hay una sincronización con el periodo de apertura de las chacras, así como con el inicio del periodo de mayor precipitación en la Amazonía, lo cual favorece el establecimiento de su regeneración natural.

Reynel *et al.* (2003) agregan que la bolaina es una especie heliófita, característica de la vegetación secundaria temprana, muy abundante en la cercanía a caminos y zonas de alteración antropogénicas (agricultura y pastoreo). Con abundante luz y agua, el porcentaje de germinación es de 60 a 70%, entre los 5 y 9 días, y puede llegar a 90% con semilla fresca.

Quevedo (1994) señala que esta especie puede sufrir ataques de grillos que despuntan la yema principal, lo que conduce a la bifurcación del tallo.

1.2.2. PLANTACIONES Y ORDENACIÓN FORESTAL

La FAO (2004) define la ordenación forestal como “un método de planificación e implementación de la gestión y uso del bosque y otras tierras boscosas para conseguir objetivos ambientales, económicos, sociales y/o culturales específicos. Incluye todo tipo de ordenación, cuales la gestión a nivel normativo, estratégico, táctico y operativo”.

El IIAP (2009) señala que el aprovechamiento y producción de la bolaina blanca en algunas regiones de la Amazonía del país, la ha convertido en la especie forestal emblemática de los programas y planes de reforestación en áreas degradadas por problemas de erosión y pérdida de nutrientes. Esto se debe a su rápido crecimiento y gran demanda en el mercado nacional.

De la misma forma, Paredes *et al.* (2010) señalan que la bolaina es, en la actualidad, la especie forestal maderable más requerida para el establecimiento de plantaciones en algunas regiones del país. Por tanto, se ha convertido en una alternativa importante para satisfacer la demanda de madera en el corto plazo.

El IIAP (2013) señala haber encontrado que para el establecimiento de plantaciones con bolaina blanca, las técnicas de trasplante con plántones en “pan de tierra” y en “tocón” fueron las más exitosas, con resultados de 93% y 90% de sobrevivencia respectivamente. Por otro lado, “a raíz desnuda” y con “pseudoestacas” la sobrevivencia fue de 77% y 68%.

Wightman *et al.* (2006), señalan que en la selva baja y central del país se han hecho plantaciones exitosas a pequeña escala. Como ejemplo, indican que en Ucayali, las mejores plantaciones han estado ubicadas en zonas aluviales o de alta precipitación y en suelos que van de franco-arcillosos a arcillosos. En estos sitios, los árboles han alcanzado alturas de 10 metros a los 4 años después de plantados. En cambio, revelan que en zonas de suelos arenosos y ácidos, algunas plantaciones no han tenido un desarrollo adecuado.

Quevedo (1994) señala que en estudios realizados por INFOR-JICA en la estación experimental Alexander Von Humboldt en Ucayali en 1985, se obtuvo, para distintos sistemas de fajas de enriquecimiento, un crecimiento de altura de 1,64 m/año para fajas de 5 m de ancho, 1,79 m/año para fajas de 10 m y 2,73 m/año para fajas de 30 m. Resalta que a medida que el ancho de faja se incrementa, el crecimiento en altura es mayor; por tanto, la plantación a campo abierto podría tener mejor comportamiento.

En el mismo lugar de estudio, Carrera (1987), investigó la regeneración artificial con bolaina y determinó que para un suelo gleysol, su crecimiento es óptimo en plantaciones en sistemas a campo abierto o en fajas de más de 10 m de ancho. Indica que la bolaina es la especie que más se ha desarrollado tanto en altura como en diámetro en el sistema de fajas de enriquecimiento. A una edad de 3,4 años, en fajas de 5, 10 y 30 m de ancho, la especie llegó a alturas de 5,8 m, 11,2 m y 13,8 m respectivamente, y diámetros de 3,3 cm, 9,9 cm y 11,1 cm respectivamente.

De acuerdo a Putzel *et al.* (2013), en zonas aluviales, las plantaciones de bolaina pueden alcanzar un crecimiento de diámetro promedio de 4,8 cm/año.

En cuanto a la vida útil de la plantación, Delgado (s.f.) indica que una plantación de bolaina tiene una vida útil de 21 años. Una única instalación permite manejar 3 turnos de cosecha mediante manejo de rebrotes. Wightman *et al.* (2006) concuerdan, pues señalan que la bolaina rebrota vigorosamente después del corte final. Consideran que es factible producir dos o tres cosechas de madera sin necesidad de replantar el terreno.

Por otro lado, Delgado (s.f.) plantea un sistema de plantación con un establecimiento inicial de 1111 plantas/ha y un raleo del 50% al tercer año. Al respecto, Soudre *et al.* (2007) realizaron un estudio para evaluar el efecto del raleo en el crecimiento de la bolaina. Señalan que las operaciones silviculturales consistieron en realizar hasta 2 raleos alternos y 2 aclareos sucesivos, al final del tercer y quinto año. Con ello, luego de 6 años, lograron un

espaciamiento de 4,7 m entre árboles o 450 árboles aprovechables/ha de 16,2 cm de DAP³ y 21,5 m de altura total promedio. Encontraron que conforme mayor es la intensidad de raleo, mayor es el volumen promedio por árbol. Además, resaltan que para la bolaina, son permisibles los raleos tempranos debido a la rápida recuperación maderable.

Wightman *et al.* (2006) agregan que, por su rápido crecimiento, la bolaina debe ser raleada a edad temprana. Si el sitio de la plantación es bueno, el primer raleo debe hacerse a los 3 años de edad o incluso antes. De ahí en adelante recomiendan monitorear cuidadosamente la plantación para hacer a tiempo los raleos siguientes. En general, señalan que el raleo de la bolaina debe hacerse cada 2 a 3 años, hasta llegar a un número final de 200-250 árboles/ha.

En cuanto a los distanciamientos, Current *et al.* (1998) mencionan que los más comunes en plantaciones de bolaina son 5x5 m y, eventualmente, 3x5 m. Wightman *et al.* (2006) afirman que la bolaina se planta normalmente a 2,5x2,5 m o a 3x3 m.

Maruyama *et al.* (1987) no consideran necesaria la aplicación de podas para la especie, dada la buena poda natural presentada en plantaciones en fajas y a campo abierto en Von Humboldt. No obstante, Wightman *et al.* (2006) difieren y señalan que aunque la bolaina se poda a sí misma (autopoda), esto ocurre cuando las ramas ya están algo gruesas. Por lo tanto, consideran que para evitar la formación de nudos grandes que disminuyan el precio de la madera, es mejor podar a partir del tercer o cuarto año de edad y luego, cada 2 a 3 años. Además, señalan que algunos autores recomiendan podar al final de la temporada de lluvias, para que los hongos, privados de humedad suficiente, no penetren en los cortes frescos; mientras que otros recomiendan hacerlo al inicio de la época de lluvias, cuando el árbol crece vigorosamente, porque así cubre rápidamente la lesión con tejido reparador.

Quevedo y Ara (1995), por su parte, señalan que la mortalidad o bajo prendimiento al trasplante es uno de los mayores problemas al realizar una plantación. Para ellos, el manejo del follaje mediante podas es una alternativa para disminuir la mortalidad, pues la intensidad fotosintética está en función de la luz y área foliar, por lo que las podas tienen un efecto significativo en el prendimiento. Tras una evaluación en Pucallpa a los 2 meses de aplicar diversos niveles de poda al momento del trasplante a campo definitivo, se encontró que la bolaina tiene 40% de mortalidad con podas totales (al 100%), 30% de mortalidad con podas apicales al 30%, 20% de mortalidad con podas basales al 30% y 25% de mortalidad con

³ DAP: Diámetro a la altura del pecho (1.30 m)

podas nulas (0%). Sin bien concluyen que es igual podar o no podar la bolaina porque la mortalidad resulta estadísticamente igual (30%), afirman que los resultados numéricos indican que es preferible no podar.

Por otro lado, Wightman *et al.* (2006) añaden que el recalce puede ser necesario de acuerdo a la densidad de siembra y la mortalidad. Los autores señalan que, aunque es normal que algunos plántones mueran tras la plantación, replantar o hacer el recalce es necesario si la mortalidad excede el 5% para distanciamientos de 5x5 m, el 10% en distanciamientos de 4x4 m, el 15% en distanciamientos de 3x4 m o el 20% en distanciamientos de 3x3 m. Afirman que el recalce debe hacerse durante el primer mes después de la plantación. Así se aprovechan al máximo las lluvias y se puede asegurar que todos los árboles crecerán a la misma velocidad. Después del segundo mes de plantación, o al final de la época de lluvias, no tiene mucho sentido replantar, porque los árboles nuevos no podrán competir con los que se plantaron originalmente. El recalce tardío se justifica solamente cuando la mortalidad de los árboles está concentrada en parches grandes de terreno.

1.2.3. EDAD DE COSECHA

Según información del IIAP (2009) y Leguía *et al.* (2010), la bolaina es un árbol de entre 25 a 80 cm de diámetro y de entre 15 a 30 m de altura total, con fuste recto y cilíndrico, forma de copa globosa irregular, corteza externa lisa a finamente agrietada y color marrón claro a grisáceo.

Wightman *et al.* (2006) indican que en los mejores sitios de las zonas aluviales (a lo largo de los ríos) y con un mantenimiento muy diligente, la bolaina puede ser cosechada a los 6 años después de plantada. Sin embargo, con un mantenimiento menos intensivo, es más realista pensar en una edad de corte de alrededor de 10 años.

Guerra *et al.* (2008) señalan que la bolaina es una especie forestal nativa de crecimiento rápido, que es cosechada desde los 8 años.

Putzel *et al.* (2013) añaden que, por sus características, la bolaina es ideal para ser manejada por pequeños agricultores amazónicos. Es una especie pionera que coloniza claros en los bosques mediante la dispersión por el viento de sus pequeñas y abundantes cápsulas a comienzos de la época de lluvia, que germinan fácilmente en suelos inundables. En zonas aluviales, luego de la explotación agropecuaria, la bolaina crece rápidamente, de manera que

se pueden aprovechar postes después de 2 años y madera aserrada de diámetro menor (15-20 cm de DAP) después de 11-12 años.

Delgado (s.f.) afirma que, por su rápido crecimiento, se puede considerar un periodo de cosecha de 7 años para la bolaina.

1.2.4. VOLUMEN APROVECHABLE

Guerra *et al.* (2008) afirman que el uso diversificado de su madera, sumado a los bajos costos de extracción, transporte y procesamiento industrial (comparado con otras especies nativas tradicionales), le han permitido a la bolaina gran aceptación en el mercado nacional.

Según Revilla (2015), a los 6 años de plantación, un árbol de bolaina puede alcanzar volúmenes de 0,58 m³ y 0,35 m³ en campo abierto y en sistema de fajas de 30 m respectivamente. Además, expresa que tiene capacidad de rebrote luego de la tala, lo que permite su manejo para repoblar el área luego del aprovechamiento.

El IIAP (2013) señala que para un distanciamiento de 3x3m en el sector medio de la cuenca del río Aguaytía, la bolaina blanca alcanzó, a los 6 años, una producción de 261 m³/ha de madera total y 224,5 m³/ha de madera comercial.

Soudre *et al.* (2007) afirman que, en Ucayali, en sucesiones secundarias de bolaina de 6 años sin manejo se logran hasta 80 árboles cosechables/ha, equivalentes a un volumen total de 11 m³/ha. En cambio, los bolainales manejados (raleos hasta dejar 452 individuos/ha) de la misma edad, tienen una producción de 149 m³ (alrededor de 0,33 m³/árbol). Esto representa una tasa de crecimiento de 24,9 m³/ha/año.

Revilla (2015) indica que para rodales naturales, la longitud comercial equivale solo a un 65,94% de la longitud total de un árbol de bolaina.

Respecto al cálculo de volumen comercial, Estrada (1996) realizó un estudio para árboles de bolaina regenerados naturalmente en los bosques secundarios de San Alejandro en Ucayali, y encontró que la ecuación de mejor ajuste es la de Schumacher. Guerra *et al.* (2008) agregan que estudios realizados en diversas especies, demostraron que la forma de los árboles tiene tendencia logarítmica, tanto en bosque natural como en plantaciones, y ratificaron que la ecuación de mayor ajuste es la de Schumacher.

Soudre *et al.* (2007) señalan que luego de aprovechar y medir trozas de 114 árboles comerciales de bolaina blanca de un rodal natural de 14 años de edad en Aguaytía, se determinó que la fórmula matemática que mejor predice el volumen comercial maderable de bolaina blanca en rodales naturales es:

$$\text{LN}(V) = -0,070 + 1,83 * \text{LN}(\text{DAP}) + 0,674 * \text{LN}(H); (R^2 = 0,98)$$

Donde:

- V: Volumen comercial
- DAP: Diámetro a la altura del pecho
- H: Altura comercial

Guerra *et al.* (2008), por su parte, realizaron un estudio en Ucayali para estimar el volumen comercial de árboles en pie de bolaina blanca procedente de plantaciones. En este encontraron que el modelo logarítmico de Schumacher presentaba mejores indicadores para hallar el volumen comercial para árboles con y sin corteza (VC_{cc} y VC_{sc} respectivamente):

$$\text{Para VC}_{cc}: \text{LN}(V) = -0,490 + 1,80 * \text{LN}(\text{DAP}) + 0,839 * \text{LN}(H); (R^2 = 0,983)$$

$$\text{Para VC}_{sc}: \text{LN}(V) = -0,538 + 1,81 * \text{LN}(\text{DAP}) + 0,836 * \text{LN}(H); (R^2 = 0,982)$$

Los autores añaden que la forma del fuste de los árboles de bolaina es similar independientemente del sistema de plantación (probaron anchos de faja de 5, 10 y 30 m). Por ello, señalan que es confiable usar una misma función volumétrica para los árboles en pie de bolaina en cualquier sistema de plantación. El factor de forma promedio para árboles de bolaina de 18 años es de 0,69. Asimismo, las dimensiones promedio para un árbol de bolaina de esa edad son 31,26 cm de DAP y 18,03 m de altura comercial en fajas de 30 m de ancho.

1.2.5. COSTOS E INGRESOS

El IIAP (2009) elaboró el flujo económico para un caso de plantación pura de bolaina. Se evaluó una extensión de una hectárea en un bosque inundable de la cuenca media del río Aguaytía. Se consideró como producto principal, tablillas de ¾”x4”x8’ de primera calidad, y como subproducto, tucos de la corta de mejora. La edad de cosecha se programó a los 6 años. Los resultados, por hectárea, se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3: Flujo económico para una plantación pura de bolaina

Ítem	Descripción	Año					
		1	2	3	4	5	6
I.	Ingresos						
1.1	Venta de tucos				2000		
1.2	Venta de tablillas						15430
	Total ingresos	0	0	0	2000	0	15430
II.	Egresos						
	Costos directos						
2.1	Producción de plantones	660					
2.2	Instalación de parcela	405					
2.3	Mantenimiento		360	300	150		
2.4	Cosecha final						5483
2.5	Servicios de terceros						3713
2.6	Herramientas	118					
	Costos indirectos						
2.7	Asistencia técnica profesional	120	120	120	120	120	120
2.8	Permisos y autorizaciones						100
2.9	Gastos administrativos	120	120	120	120	120	120
	Total egresos	1423	600	540	390	240	9536
III.	Flujo económico	-1423	-600	-540	1610	-240	5894
	Tasa de descuento anual (%)	22,50					
	VAN (PEN)	517					
	TIR (%)	30,49					

(*) Tasa de interés nominal anual (Agro Banco) = 19%

Costos administrativos anuales (Agro Banco) = 3,5%

Precio de venta de tablillas = 1 PEN/tablilla

FUENTE: IIAP, 2009

Revilla (2015) señala que la comercialización de tucos es muy popular en la Amazonía peruana. Se trata de troncos de alrededor de 2,5 m de largo que se venden en las mismas comunidades a 1-6 PEN/tuco.

1.2.6. BIOMASA Y SERVICIOS AMBIENTALES

Revilla y Domínguez (2015) desarrollaron una ecuación alométrica para calcular la biomasa aérea de árboles de bolaina blanca de plantaciones en la cuenca del río Aguaytía. La

ecuación se basa en el diámetro a la altura de la base, con un $R^2=0,8725$, tal como se observa a continuación:

$$BMA_{BOLAINA} = 0,04253xdab^{2,5027}.$$

Donde:

- $BMA_{BOLAINA}$: Biomasa aérea de un árbol de bolaina
- dab : Diámetro a la altura de la base

Por su parte, Samaniego (2009) señala que tras realizar un estudio para estimar la cantidad de carbono capturado por bolaina blanca en una plantación de 8 años en Ucayali, encontró una biomasa total aérea de 68,48 kg para 30 árboles con un DAP promedio de 14,54 cm y altura total promedio de 18,47 m.

Rugnitz *et al.* (2009) agregan que, dado que la medición y estimación de la biomasa de raíces arbóreas es considerada una ardua tarea que demanda mucho tiempo y alto costo, lo usual es utilizar la ecuación alométrica de Cairns *et al.*, válida para bosques tropicales, con un $R^2=0,84$, que señala:

$$BMR = \exp[-1,0587 + 0,8836x\ln(BMA)]$$

Donde:

- BMR: Biomasa de las raíces en toneladas por hectárea de materia seca
- BMA: Biomasa aérea en toneladas por hectárea de materia seca

1.2.7. ANTECEDENTES AGROFORESTALES

El IIAP (2006), describe a la bolaina como un “árbol agroforestal”, junto con la capirona, el pijuayo y la guaba.

Wightman *et al.* (2006) afirman que la copa rala de la bolaina y su intolerancia a los suelos “difíciles”, la convierten en una opción muy buena para plantar en sistemas multiestrato. Al respecto, Current *et al.* (1998) afirman que esta especie se suele asociar a cultivos agrícolas (plátano, cacao, café, cítricos, frutales), pastos (*Brachiaria*) y otras especies forestales (*Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata*, *Aspidosperma varguesii*, *Calicophyllum spruceanum*).

El IIAP (2009) señala que la densidad de siembra para la bolaina en sistemas agroforestales generalmente es de 555 árboles/ha, sembrados a una distancia de 3x6 m. La asociación de la bolaina con cultivos alimenticios de ciclo corto se realiza desde el inicio de la plantación; otras especies pueden ser introducidas en forma progresiva y de acuerdo con la época de siembra para cada una de ellas. Si la plantación es establecida en áreas recién clareadas, es recomendable que la asociación ocurra desde el inicio.

Los sistemas agroforestales pueden originarse por la regeneración natural de bolaina o basarse en el manejo de plantaciones. Putzel *et al.* (2013) señalan que los aclareos realizados con el fin de preparar la tierra para cultivos agrícolas constituyen un hábitat ideal para la bolaina. Cuando se dejan varios árboles en los bordes de parcelas recientemente clareadas y quemadas, las semillas se dispersan en forma natural y germinan. Antes, los productores desconocían el potencial comercial de la bolaina, por lo que la eliminaban como “mala hierba”. No obstante, actualmente, los agricultores la aprovechan y algunos incluso facilitan su regeneración introduciendo semillas o trasplantando plántulas desde un área a otra o desde un vivero.

Revilla (2015) indica que, en asociación con cultivos agrícolas, se puede manejar rotaciones de 8 a 10 años para la producción de madera aserrada de bolaina.

2. EVALUACIÓN ECONÓMICA

De acuerdo a Barbier *et al.* (1997), una evaluación económica es una manera de medir y comparar los diversos beneficios de una actividad. Mediante esta, se trata de asignar valores cuantitativos a bienes y servicios, tengan o no precio en el mercado.

Según CONABIO (1998), es un instrumento útil para la gestión de los recursos naturales, ya que si es utilizado adecuadamente, puede dar criterios cuantitativos para la priorización de las actividades en la sociedad. Puede ser aplicado en, prácticamente, todos los sistemas existentes independientemente de los modelos de desarrollo adoptados.

Prieto *et al.* (1998) añaden que la evaluación de los bosques o masas forestales en sus aspectos más generales coincide con los métodos y criterios de evaluación de sistemas agrarios. Las diferencias principales están en las peculiaridades del sector forestal, como son la silvicultura, la dasimetría y la ordenación forestal.

2.1. INDICADORES DE RENTABILIDAD

Beltrán y Cueva (2007) afirman que los indicadores de rentabilidad son los criterios que hacen posible cuantificar la rentabilidad de un proyecto a partir de un flujo de caja proyectado. Estos indicadores sirven tanto para determinar la conveniencia de realizar un proyecto, como para decidir entre dos o más alternativas o decidir postergar una inversión. Los principales indicadores de rentabilidad son el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). La utilización de cada uno de ellos presenta una serie de ventajas y limitaciones para cada caso, tal como se observa en la Tabla 4.

Tabla 4: Ventajas y desventajas del VAN y TIR

<i>Indicador de rentabilidad</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
VAN	<ul style="list-style-type: none">-Considera el costo de oportunidad del capital del inversionista.-En caso de proyectos que no pueden realizarse simultáneamente, permite seleccionar eficazmente la opción más adecuada.	<ul style="list-style-type: none">-Los valores pueden estar inflados o subvaluados dado que es difícil contar con la información necesaria para un cálculo preciso del costo de oportunidad.-Puede ser malinterpretado, ya que no es una tasa sino un valor absoluto (valor monetario).
TIR	<ul style="list-style-type: none">-Es fácilmente comprensible, por tratarse de un porcentaje de rentabilidad.	<ul style="list-style-type: none">-No es apropiado para proyectos mutuamente excluyentes de distinta duración.-No se recomienda para casos en los que el comportamiento de flujo de caja no permita obtener una TIR única (múltiples TIR).

FUENTE: Beltrán y Cueva (2007)

Según Martínez (2005), en el caso de proyectos forestales y agroforestales, se requiere de un análisis de inversiones que considere los costos y beneficios a lo largo del ciclo productivo de un cultivo. Como los plazos de inversión en estos casos suelen ser largos, el valor del dinero va cambiando en el tiempo. Esos cambios en el valor del dinero implican necesariamente la actualización del flujo de costos e ingresos para calcular los indicadores de rentabilidad. Esta actualización pone los valores futuros de costos y beneficios durante el periodo de análisis en términos del hoy. Por ello, se recomienda la utilización de indicadores que se basen en la relación de los costos y beneficios, como el VAN y la TIR.

Prieto *et al.* (1998) agregan que para evaluar la rentabilidad, además de estimar los precios y costos futuros, se tiene que fijar una tasa de descuento. Esta tasa no es fácil de precisar en un sector con características tan específicas como el forestal, sobre todo en bosques de propiedad pública. Por ello, muchas veces existe aleatoriedad en su elección, lo que conduce a la carencia de procedimientos para su estimación unánimemente aceptados.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

1. ZONA DE ESTUDIO

1.1. UBICACIÓN

Esta investigación se realizó en el Fundo La Alborada, propiedad de Mendis Paredes Arce. Está localizado en la ciudad de Tingo María, a una altitud de 690 msnm, en el distrito de Rupa-Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, tal como se observa en la Figura 2.

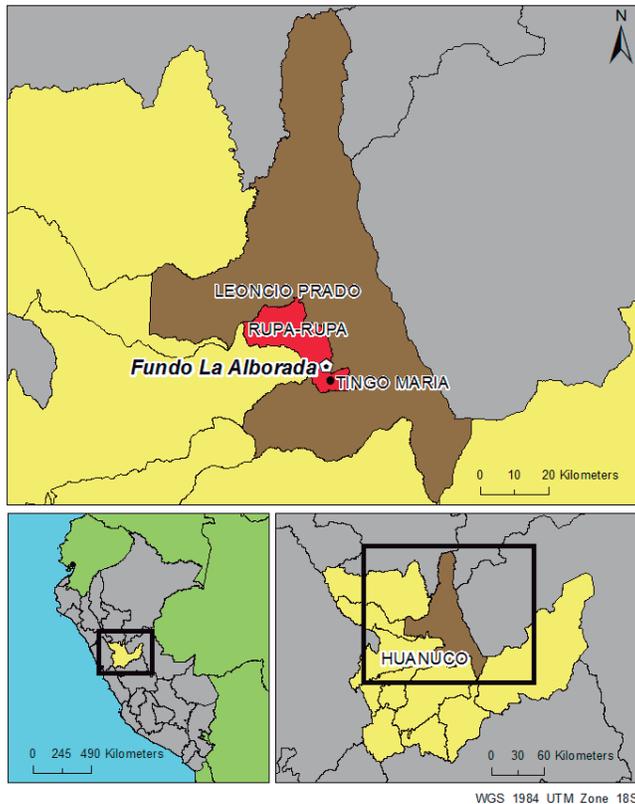


Figura 2: Ubicación del área de estudio

FUENTE: Elaboración propia

El área de estudio cuenta con 3 hectáreas de cultivos agroforestales de cacao (*Theobroma cacao*) -variedad CMP15 (Colección Mendis Paredes 15)- bajo la sombra de bolaina (*Guazuma crinita*). También se plantó plátano (*Musa paradisiaca*) como cultivo inicial.

Se considera un turno de cosecha total del sistema agroforestal en el área de estudio de 25 años; tras lo cual hará una renovación total de los cultivos. Para la bolaina, se estableció dos raleos en los años 3 y 5. Actualmente, el sistema tiene siete años.

1.2. ASPECTOS CLIMÁTICOS

Tingo María es cálido y muy lluvioso. La temperatura media anual es de 25 °C, llegando a alcanzar una temperatura media máxima de 30,5 °C y mínima de 18,7 °C. La humedad relativa media anual es cercana al 86%. La precipitación media anual es de 3500 mm y el comienzo de la época de lluvias es en octubre y se prolonga hasta abril (CPNTC-IGP, 2015).

1.3. ASPECTOS EDÁFICOS Y FISIAGRÁFICOS

Huánuco cuenta, de acuerdo a la capacidad de los suelos, con áreas de protección, de aptitud forestal y de pastos, siendo muy reducida el área aprovechable para cultivos en limpio. Estos últimos se localizan mayormente en las márgenes del río Huallaga y del río Pachitea, en los que se concentra el 52% del total de suelos agrícolas de la región (M&O Consulting S.A.C., 2008).

Tingo María presenta buenas condiciones edáficas para la actividad cacaotera. La mayor parte de las plantaciones de cacao se encuentran establecidas en áreas aluviales, terrenos planos o moderadamente inclinados, con suelos profundos, relativamente fértiles y con buen contenido de materia orgánica (>3 %). En los suelos de laderas con pendientes entre 15 a 20%, también se cultiva el cacao pero con limitaciones, dada la poca profundidad, fertilidad reducida y la pedregocidad que reduce su productividad (M&O Consulting S.A.C., 2008).

1.4. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

La economía de Tingo María se basa en la agricultura a pequeña escala. También se dedican a la crianza de ganado vacuno y ovino, aunque en menor proporción. Los cultivos que actualmente predominan son el café, cacao, maíz, plátano, yuca, frejol, pituca, cocona y cítricos (mandarina, naranja y limón). En varias áreas aún persisten los cultivos de coca (SERNANP, 2012).

En general, la población de la provincia de Leoncio Prado presenta insatisfacción de sus necesidades básicas. Están extendidas la pobreza extrema, la desnutrición infantil y la carencia de servicios básicos de agua, desagüe, energía eléctrica, educación, salud e infraestructura de comunicación (SERNANP, 2012).

2. MATERIALES

- Brújula
- Garmin GPSmap 62s
- Nivel Abney
- Forcípula
- Vernier
- Cinta métrica de 5 y de 50 m
- Balanza electrónica
- Cámara fotográfica
- Pala
- Bolsas de muestreo
- Rafia
- Libreta de campo
- Paquete informático Microsoft Office
- Reportes técnicos, económicos y productivos del Fundo La Alborada

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

3.1. FASE DE CAMPO

3.1.1. ACTIVIDADES PRELIMINARES

Mediante observación y entrevistas al dueño y trabajadores del área de estudio, se recopiló información para caracterizar el sistema agroforestal. Se tomó en cuenta los aspectos biofísicos, económicos y de manejo del área de estudio, tales como:

- Aspectos técnicos.- Se realizó un levantamiento de la distribución (croquis) de las especies en el campo. Para el cacao: fechas de establecimiento, diseño del sistema, densidad de siembra, tecnologías utilizadas, control de plagas y enfermedades, operaciones silviculturales y periodo de cosecha. Para la bolaina: fechas de establecimiento, diseño del sistema, densidad de siembra, datos de crecimiento, tecnologías utilizadas, control de plagas y enfermedades, tratamientos y operaciones silviculturales, intensidad de raleo y cosecha final. Para el plátano (cultivo temporal): fecha de establecimiento y aprovechamiento.
- Aspectos productivos/económicos.- Requerimiento de mano de obra, producción de cacao (kg/ha), volumen de madera de raleos (m^3/ha), producción de plátano, canales de comercialización, costos e ingresos por cosechas, raleos, y mantenimiento.

3.1.2. EVALUACIÓN DE LA BOLAINA

Con el objetivo de medir el volumen actual comercial en m^3 y evaluar la situación de la plantación, se realizó un muestreo. Se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) a una altura de 1,30 m sobre el suelo, así como la altura comercial (HC) y la altura total (HT). También se evaluó la calidad del fuste considerando una clasificación propia basada en los criterios planteados por Murillo y Camacho (1997) y Tenorio *et al.* (2008). Se establecieron 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.

El método de muestreo aplicado fue el desarrollado por Murillo *et al.* (2011) para plantaciones pequeñas (hasta 6 ha), que indica que la evaluación del 3-5% de árboles en pie, en términos del número inicial de individuos plantados, genera una alta representatividad de la masa forestal (Ver Anexo 6 para un resumen del método).

Se estimó también el porcentaje de sombra provisto por los árboles de bolaina, aplicando el método visual planteado por Somarriba (2002), para caracterizar el sistema (ver Anexo 7 para un resumen del método).

Adicionalmente, se estimó la cantidad de biomasa aérea de la bolaina empleando un método indirecto, para evaluar las existencias de carbono. Se tomó en cuenta la metodología del ICRAF, citada por Rognitz *et al.* (2009), que recomienda la evaluación de por lo menos 14 parcelas (20% de nivel de precisión) de 5x40 m para individuos con DAP entre 5 a 30 cm. Por ello, se establecieron 15 parcelas en el terreno (5 por cada hectárea) en zig-zag. Para la bolaina, se midió el diámetro a la altura de la base, tal como señalan Revilla y Domínguez (2015).

3.1.3. EVALUACIÓN DEL CACAO

Para describir el estado de la plantación de cacao, se realizó un muestreo siguiendo el método antes descrito. Se midió la altura total y el diámetro de la copa con fines descriptivos. Asimismo, se evaluó el estado fitosanitario de acuerdo a los criterios de Murillo y Camacho (1997) que señalan lo siguiente:

- Estado fitosanitario 1: Sano. Planta sin evidencia de problemas, y con buena nutrición aparente.

- Estado fitosanitario 2: Aceptablemente sano. Planta con alguna evidencia de problemas fitosanitarios, siempre y cuando no se presente en más de un 50% del follaje, que no le haya provocado heridas severas o se encuentre bajo una alta probabilidad de muerte.
- Estado fitosanitario 3: Enfermo. Planta con características de sanidad que afectan el desarrollo normal de la misma. Por ejemplo, pérdida del eje dominante, pérdida del follaje u otros daños visibles en más del 50% de la planta, caída de ramas, pudriciones en el tallo, etc.

Para determinar la producción por hectárea, se recopilaron datos de las cosechas mensuales de cacao en baba, y se calculó el rendimiento promedio en kg/ha/año en el área de estudio.

Con el fin de obtener el rendimiento de los frutos de cacao, se evaluó la cosecha de entre 45 a 60 plantas por hectárea. Se recolectaron todos los frutos y se pesaron. Luego, se obtuvieron y pesaron las semillas frescas (cacao en baba), que constituyen el producto que se comercializa. Con esos datos se calculó el rendimiento.

De forma adicional, se evaluaron las existencias de carbono para el cacao utilizando el mismo método de muestreo aplicado para la bolaina. Sin embargo, en el caso del cacao se midió el diámetro del cacao a 30 cm del suelo, tal como indica Larrea (2007).

3.1.4. COSTOS E INGRESOS

Con la finalidad de elaborar el flujo de caja, se realizó una entrevista al propietario para determinar las inversiones realizadas, los costos operativos y los ingresos. Asimismo, se averiguó los precios promedio pagados en la zona por cacao en baba y madera de bolaina en los últimos dos años.

3.1.5. MUESTREO DE SUELOS

Para caracterizar el sitio, se hizo un muestreo de suelos. De acuerdo a lo indicado por De Bustos (2011), por tratarse de un terreno plano y homogéneo con cultivo intensivo de frutales y una especie forestal, se tomaron 10 submuestras por hectárea distribuidas en un recorrido en zig-zag por toda el área. En cada punto se limpió la superficie y se hizo un hoyo en forma de V hasta unos 15-20 cm de profundidad. Se juntó el material de las 30 submuestras en total (para 3 hectáreas) desmenuzando los terrones, se mezcló bien en una sola muestra y se envió al Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3.2. FASE DE GABINETE

3.2.1. ESTUDIO TÉCNICO

a. Caracterización general del sistema

Con la información recopilada se realizó una caracterización de los aspectos técnicos del sistema cacao-bolaina en el área de estudio. Se describieron las principales características y elementos, tanto de la plantación de cacao como la de bolaina.

b. Volumen en pie de madera comercial

Con los datos recopilados en el muestreo de la bolaina, se calculó el volumen de madera comercial actual. Para cada árbol evaluado se utilizó la ecuación formulada por Guerra *et al.* (2008):

$$\text{LN}(V) = -0,490 + 1,80*\text{LN}(\text{DAP}) + 0,839*\text{LN}(\text{HC})$$

Donde:

- V: Volumen comercial con corteza del árbol (m³)
- DAP: Diámetro a la altura del pecho del árbol (m)
- HC: Altura comercial del árbol (m)

Considerando el método de muestreo, se hizo la estimación del volumen comercial en m³/ha.

c. Rendimiento de los frutos de cacao

Con los datos recopilados en campo se halló el rendimiento (R) de los frutos de cacao, a partir de la siguiente relación:

$$R = \frac{\text{kg de cacao "en baba" (semillas)}}{\text{kg de fruto procesado}} \times 100$$

d. Caracterización de suelos

Con los resultados del análisis de suelos, se caracterizaron los siguientes parámetros para el sistema:

- Textura
- Contenido de materia orgánica

- pH
- Contenido de N, P y K

3.2.2. ESTUDIO ECONÓMICO

a. Costos de producción

Se elaboró la estructura de costos en base a la información proporcionada en el área de estudio. Se consideraron los costos de producción descritos a continuación.

1) Costos de Inversión por los siguientes conceptos:

- Compra y preparación del terreno
- Plántones de vivero
- Instalación
- Herramientas y maquinaria (duración mayor a un año)

2) Costos Operativos en las siguientes actividades:

- Gastos de cultivo / Mantenimiento
- Renovación: Plántones de vivero, instalación y mantenimiento
- Insumos y materiales
- Cosecha
- Herramientas (duración menor a un año)
- Transporte y comercialización
- Depreciaciones

b. Ingresos de producción

Para los ingresos se consideró:

1) Venta de cacao en baba

Se calcularon los ingresos por hectárea por año por la venta de cacao en baba, tal como se realiza en el área de estudio, mediante la fórmula:

$$I_c = P_c \times Q$$

Donde:

- I_c : Ingreso por venta de cacao (PEN/ha/año)
- P_c : Precio promedio de las semillas de cacao en baba (PEN/kg)
- Q : Producción de cacao en baba (kg/ha/año)

Para el precio promedio (P_c), se fijó un precio fijo calculado a partir los precios pagados en años anteriores en la zona de estudio.

De forma similar, la producción del cacao se determinó en base a la información de años anteriores para el área de estudio

2) Venta de madera de raleos

Los ingresos por la venta de madera de los dos raleos ocurridos hasta la fecha fueron obtenidos a partir de la información proporcionada por en el área de estudio.

3) Venta de madera en cosecha final

Se realizó una proyección para estimar los valores promedio de diámetro a la altura del pecho y altura comercial que la plantación de bolaina tendría a los 25 años. Para ello se consideraron los siguientes datos:

- Información del promedio para diámetro a la altura del pecho y altura comercial en los años 3 y 5, cuando se realizaron los raleos.
- Diámetro a la altura del pecho promedio y altura comercial promedio hallados en el muestreo realizado a la edad de siete años (actualidad).
- Valores presentados por Guerra *et al.* (2008) para los mismos parámetros en árboles de bolaina en plantaciones de 18 años.

Dado que la comercialización de la bolaina en la zona es principalmente por trozas, con dichas proyecciones se estimó la cantidad de trozas en el año 25. Se calculó el ingreso por la venta de madera del raleo con la siguiente fórmula:

$$I_B = P_B \times T$$

Donde:

- I_B : Ingreso por venta de madera en el año 25 (PEN/ha)
- P_B : Precio promedio pagado por madera de bolaina (PEN/troza)
- T : Cantidad de trozas por árbol x Número de árboles en una hectárea (troza/ha)

Asimismo, con los datos proyectados, se aplicó la fórmula planteada por Guerra *et al.* (2008) antes señalada, para calcular el volumen promedio por árbol. Luego, tomando en consideración el método de muestreo, se hizo la estimación del volumen comercial en m³/ha para ese año.

4) Venta del cultivo temporal

El ingreso por la venta del plátano (a la fecha ya fue cosechado), se obtuvo a partir de la información proporcionada por el propietario.

c. Indicadores de rentabilidad

Se realizó una estructura de costos e ingresos para un turno de 25 años. Se elaboró el flujo de caja económico correspondiente, teniendo en cuenta el flujo de capitales y el flujo de operaciones para el sistema, con una tasa de descuento del 10% (r). A partir de ello, se obtuvieron los siguientes Indicadores de Rentabilidad:

1) Valor Actual Neto (VAN)

El VAN fue calculado por la diferencia entre la sumatoria de los beneficios netos (flujo de caja) y la inversión realizada al inicio. La fórmula aplicada fue:

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{BN_i}{(1+r)^i} - I$$

Donde:

- VAN: Valor Actual Neto
- BN_i : Beneficios netos en el periodo i

- I: Inversión inicial
- n: Vida útil
- i: Periodo
- r: Tasa de descuento

Un $VAN > 0$ significa que la inversión realizada en el área de estudio produce ganancias por encima de la rentabilidad exigida (tasa de descuento), mientras que un $VAN < 0$ muestra que la inversión produce pérdidas.

2) Tasa Interna de Retorno (TIR)

Para hallar la TIR, se calculó la tasa de descuento que hace al VAN igual a cero.

Un $TIR > r$ significa que el sistema da una rentabilidad mayor que la mínima requerida (tasa de descuento o costo de oportunidad), mientras que si la $TIR < r$, se demuestra que la rentabilidad no alcanzará la mínima requerida.

3.2.3. PROPUESTA

a. Propuesta agroforestal

De acuerdo a los resultados obtenidos, se propuso una ordenación mejorada para el componente forestal del sistema cacao-bolaina. Para ello, se tomaron en cuenta dos especificaciones:

- La bolaina debe ser aprovechada, como máximo, a los cinco años.
- La densidad inicial de plantación debe ser 3x12 m.

Se buscó lograr una mayor rentabilidad, de forma que la propuesta pudiera ser replicada en el ámbito de estudio. Esta fue evaluada con un flujo económico proyectado en base al sistema propuesto.

b. Existencias de carbono

Adicionalmente, dado que en el área de estudio se desea tener una idea de las existencias de carbono en el sistema, se realizó una evaluación de la biomasa aérea de la bolaina y del cacao. Los resultados pueden servir de referencia para futuras evaluaciones.

Para la evaluación de la biomasa aérea del cacao se aplicó la siguiente ecuación desarrollada por Larrea (2007):

$$BMA_{CACAO} = 0,4849 \times \text{Diámetro}30^{1,42}$$

Donde:

- BMA_{CACAO} : Biomasa aérea del cacao en kg de materia seca por árbol
- Diámetro 30: Diámetro del cacao a los 30 cm del suelo (cm)

En el caso de la bolaina, la ecuación utilizada fue la desarrollada por Revilla y Domínguez (2015):

$$BMA_{BOLAINA} = 0,04253 \times dab^{2,5027}$$

Donde:

- $BMA_{BOLAINA}$: Biomasa aérea de la bolaina en kg de materia seca por árbol
- dab: Diámetro a la altura de la base (cm)

Asimismo, se calculó la biomasa de las raíces, aplicando la ecuación desarrollada por Cairns *et al.*, citada por Rugnitz *et al.* (2009), en función de la biomasa aérea:

$$BMR = \exp[-1,0587 + 0,8836 \times \ln(BMA)]$$

Donde:

- BMR: Biomasa de las raíces en toneladas por hectárea de materia seca
- BMA: Biomasa aérea en toneladas por hectárea de materia seca

Para el cálculo de las existencias de carbono se consideró lo planteado por el IPCC (2006), que plantea un valor promedio de 0,47 para la fracción de carbono para todas las partes del árbol en bosques tropicales y subtropicales.

3.2.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Dado que, en todos los procedimientos, la estimación de las variables caracterizadas se realizó aplicando muestreos sistemáticos, el análisis estadístico para este estudio fue de tipo descriptivo para cada base de datos procesada (en cada uno de los anexos correspondientes para cada muestreo). Se calculó el promedio, la varianza, la desviación estándar y el error estándar.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. ESTUDIO TÉCNICO

1.1. CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL SISTEMA

El área de estudio cuenta con una plantación de 3 hectáreas de cacao (*Theobroma cacao*), variedad CMP-15, y bolaina (*Guazuma crinita*) como sombra definitiva. Durante los primeros 3 años, se cultivó plátano (*Musa paradisiaca*) como sombra temporal. Los tres cultivos fueron plantados de forma simultánea. Actualmente, la plantación tiene la edad de siete años.

Como se puede observar en la Tabla 5, el cacao fue sembrado a un distanciamiento de 2x3 m en tresbolillo, que representa alrededor de 1667 plantas por hectárea. A diferencia de este caso, de acuerdo a PROAMAZONÍA (2003), en Leoncio Prado, el 60% de los agricultores manejan densidades de 4x4 m (645 plantas/ha), un 20%, aplican densidades de 5x5 m (400 plantas/ha), un 15%, de 3x3 m (1110 plantas/ha) y solo un 5% densidades mayores que permiten más de 1200 plantas/ha.

Tabla 5: Resumen de datos de la plantación de cacao

<i>Especie</i>	<i>Edad (años)</i>	<i>Distanciamiento (m)</i>	<i>Altura promedio (m)</i>	<i>Diámetro promedio de la copa (m)</i>	<i>Estado fitosanitario</i>
Cacao	7	2x3	2,73	2,58	1=78,00% 2=18,67% 3=3,33%

FUENTE: Elaboración propia

En la Tabla 5, también se puede observar que la altura promedio del dosel del cacao es de 2,73 m y las copas tienen un diámetro promedio de 2,58 m. Además, el 78% de la plantación del cacao se encuentra sana, un 18,67% está aceptablemente sana y un 3,33% está enferma (ver Anexo 8 para mayor detalle). Tres enfermedades (ninguna plaga) son las que afectan al cacao en el área de estudio: moniliasis, “escoba de bruja”, y podredumbre parda. Esto coincide con Gómez *et al.* (2014), quienes señalan que dichas tres enfermedades

son las principales que afectan al cacao en el Alto Huallaga. PROAMAZONÍA (2003) menciona que en Tingo María estas tres enfermedades tienen 30%, 25% y 8% de incidencia en la zona, respectivamente.

En el área de estudio, dichas enfermedades reciben tratamiento entre noviembre y enero, que es el periodo de menor producción del cacao, también conocido como su periodo de descanso. En noviembre, tras el cultivo, se realiza una poda. A los 15 días, se realiza una remoción de las partes afectadas por las enfermedades, fila por fila. Luego, a los dos días, se aplican fungicidas cúpricos acompañados de un abono foliar para evitar estrés en la planta. Asimismo, cada 15 días durante todo el año, se realiza la remoción de las partes infectadas para evitar la propagación de las enfermedades. Tal como se realiza en el área de estudio, Gómez *et al.* (2014) recomiendan una continua revisión de la plantación para la destrucción de maleza y de mazorcas y partes afectadas por enfermedades, las podas permanentes, la aspersión de fungicidas cúpricos y la recolección de mazorcas maduras cada 8-15 días durante todo el año para evitar la propagación de enfermedades. Asimismo, los mencionados autores indican que el uso de clones resistentes es el método más barato para evitar enfermedades, tal como es la colección CMP 15 utilizada en el área de estudio. Paredes (2008) señala que el CMP 15 -además de ser un clon de alta y continua producción, alta aromaticidad e ideal para densidades de siembra altas- es tolerante y resistente a las enfermedades más comunes de las zonas del Alto Huallaga, Huallaga Central, Aguaytía y Valle del Río Apurímac.

El cacao es cosechado todo el año cada 2 semanas en el área de estudio. De acuerdo a PROAMAZONÍA (2003), solo un 30% de agricultores cosecha cacao todo el año en Leoncio Prado. Una vez cosechados los frutos, se procede a la quiebra, que es la operación en la que el fruto es cortado y las semillas extraídas. No se realizan los procesos de fermentación ni secado, pues se comercializa directamente las semillas frescas de cacao o cacao en baba. Estas son vendidas a la Asociación de Productores del Alto Huallaga, a la que el dueño pertenece. La Asociación de Productores del Alto Huallaga se encarga de recoger el cacao en baba de cada socio, realizar capacitaciones, y gestionar la certificación del cacao como orgánico.

En cuanto a la bolaina, ésta se sembró a un distanciamiento inicial de 3x6 m, tal como se puede observar en la Tabla 6. En el año 3, se hizo un primer raleo, dejando el espaciamiento en 3x12 m. En el año 5, se realizó el segundo y último raleo planificado, para dejar un

espaciamiento final de 3x24 m, que se mantendrá hasta el año 25, cuando se haga una renovación total de los cultivos. De acuerdo a la información recopilada, la extracción de madera durante los raleos dañó algunas plantas, produciendo pérdidas de cacao del 1,5%.

Tabla 6: Resumen de datos de la plantación de bolaina

<i>Especie</i>	<i>Edad (años)</i>	<i>Distanciamiento (m)</i>	<i>Altura total promedio (m)</i>	<i>Altura comercial promedio (m)</i>	<i>DAP promedio (cm)</i>	<i>Sombra (%)</i>	<i>Calidad del fuste</i>
Bolaina	7	Inicial: 3x6 Año 3: 3x12 Año 5: 3x24	22,30	14,26	23	30,55	1=44,05% 2=48,81% 3=7,14%

FUENTE: Elaboración propia

Por su rápido crecimiento y su buen desarrollo en la zona, la bolaina fue escogida en el área de estudio para servir de sombra permanente al cacao. Se orientó de sur a norte para que, dada la diferencia de altura de los doseles, facilitara la aireación y contribuya a la polinización del cacao. Como se puede observar en la misma Tabla 6, el porcentaje de sombra que ofrece el dosel de bolaina es del 30,55% para toda el área (ver Anexo 9 para mayor detalle). Además, la altura total promedio del dosel es de 22,30 m y el DAP promedio, de 23 cm. Al respecto, Gómez *et al.* (2014), señalan que la asociación del cacao con una especie que provea una sombra permanente entre 30-40% y de dosel alto respecto al cacao (en este caso, 2,73 m del cacao vs 22,30 m de la bolaina), permite un mayor paso de luz, aire y reduce la humedad del ambiente, evitando plagas y enfermedades. No obstante, para otros autores, como Paredes (2003), la cantidad de sombra sería insuficiente pues no llega al 40-50% ideal para la plantación de cacao.

Actualmente, un 44,05% de la plantación de bolaina tiene fustes de calidad 1, un 48,81%, fustes de calidad 2 y un 7,14%, de calidad 3 (ver Anexo 9 para más detalle). Estos resultados se debieron básicamente a la presencia de fustes ligeramente torcidos o con ramas a partir del tercio superior del árbol (calidad 2), y algunos casos de bifurcaciones desde la mitad inferior (calidad 3). Cabe señalar que el único tratamiento que recibió la bolaina en el sistema fue una poda de formación en el año 1. Al respecto, Wightman *et al.* (2006) consideran que, aunque la bolaina se autopoda, esto ocurre cuando las ramas ya están algo gruesas. Por ello, consideran que, para evitar la formación de nudos grandes en la edad de corta, es mejor realizar podas a partir del tercer o cuarto año de edad. La falta de poda en el sistema estudiado pudo ser una de las causantes de que la calidad de los fustes no fuera

mejor. Por otro lado, en la evaluación no se encontró enfermedades ni plagas atacando a la bolaina; lo cual concuerda con el IIAP (2009), que afirma que, hasta el momento, no se han reportado plagas ni enfermedades de consideración para esta especie. De la misma forma, Leguía *et al.* (2010), señalan que la bolaina no requiere de control de plagas ni enfermedades.

Como sombra temporal para el sistema, se contó con plátano. Este fue instalado a 3x4 m y fue aprovechado durante los 3 primeros años. Tras esto, fue totalmente retirado para no generar un exceso de sombra al cacao, pues la bolaina ya tenía un tamaño considerable (alrededor de 3,5 m).

En la Figura 3 puede observarse la actual distribución del cacao y bolaina en el área de estudio y, en la Tabla 7, los porcentajes de mortalidad obtenidos para cada uno.

Tabla 7: Mortalidad del cacao y bolaina

<i>Especie</i>	Cacao	Bolaina
<i>Mortalidad (%)</i>	3,17	29,87

FUENTE: Elaboración propia

En el caso del cacao, de acuerdo a información recopilada, la tasa de mortalidad se debe a malas siembras y falta de recalce (replamamiento), así como a la pérdida de algunas plantas de cacao durante los raleos que no fueron repuestas. En el caso de la bolaina, los resultados concuerdan con lo señalado por Quevedo y Ara (1995), quienes indican que la mortalidad promedio para la bolaina tras el trasplante a campo definitivo es del 30% independientemente del nivel de poda en el primer año, aunque consideran que es preferible no podar para que la mortalidad sea menor. Considerando el distanciamiento de siembra de 3x6 m para la bolaina, Wightman *et al.* (2006) señalan la importancia de hacer el recalce en caso la mortalidad exceda al 10%. Sin embargo, dado que en el área de estudio el principal interés es el cacao, la gran mayoría de bolainas que no sobrevivieron, no fueron repuestas.

Cabe añadir que Tingo María, con una temperatura media anual de 25 °C, ofrece condiciones adecuadas para el cultivo de cacao y bolaina. De acuerdo a Gómez *et al.* (2014) y a Paredes (2003), la temperatura óptima promedio anual para el cacao está alrededor de los 25 °C; mientras que para la bolaina, la temperatura óptima está entre los 22-26 °C, según Leguía *et al.* (2010).

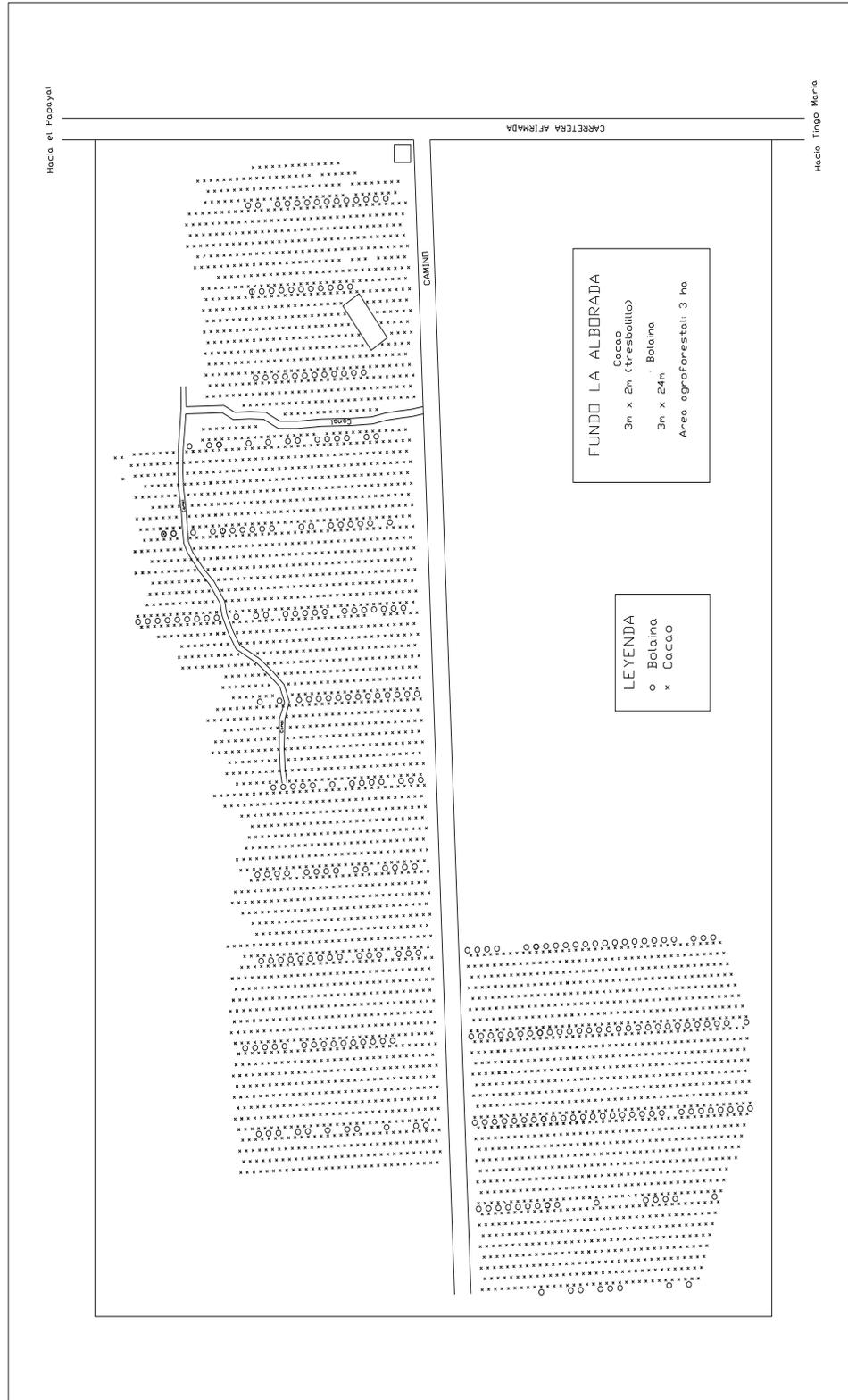


Figura 3: Croquis de distribución del cacao y bolaina en el área de estudio

FUENTE: Elaboración propia

Por otro lado, la precipitación media anual de 3500 mm para la zona podría ser considerada ligeramente alta para las especies, según algunos autores. Por ejemplo, Gómez *et al.* (2014) señalan que el rango óptimo de precipitación para el cacao es de 1500 a 2500 mm anuales bien distribuidos a lo largo de los meses. Sin embargo, Leguía *et al.* (2010) indican que es apto para soportar precipitaciones de 800 a 5000 mm anuales. Al respecto, Paredes (2003) recomienda el uso de colecciones locales (clones) para precipitaciones que van de 3300 a 3700 mm en Tingo María. En este caso, la colección CMP 15 es la utilizada. Para la bolaina, Leguía *et al.* (2010) informan que el rango de precipitación óptimo va de 1800 a 2500 mm. Reynel *et al.* (2003) añaden que cuando la bolaina es una plántula no tolera el anegamiento. No obstante, Vidaurre (1992) señala que puede desarrollarse en zonas con hasta 3500 mm de precipitación. Al respecto, es importante destacar que en el área de estudio se construyeron drenes antes del cultivo, justamente para evitar que un exceso de agua y humedad afectara a ambas especies.

1.2. VOLUMEN EN PIE DE MADERA COMERCIAL

Los árboles de bolaina de siete años de edad tienen un diámetro promedio de 23 cm, una altura comercial promedio de 14,26 m y una altura total promedio de 22,30 m. Tras aplicar la ecuación de Guerra *et al.* (2008), se determinó que el volumen en pie de madera comercial en la actualidad es de 38,88 m³/ha (ver Anexo 10 para mayor detalle).

Revilla (2015) indica que la altura comercial de un árbol de bolaina corresponde al 65,94% de su altura total. Este porcentaje es ligeramente mayor al encontrado en el área de estudio, donde la altura comercial equivale al 63,96% de la altura total.

1.3. RENDIMIENTO DE LOS FRUTOS DEL CACAO

Tal como se observa en la Tabla 8, se encontró que el rendimiento promedio de los frutos de cacao es de 24,97% al ser procesados de fruto a semilla fresca.

Tabla 8: Datos de rendimiento del fruto de cacao

Rendimiento promedio (kg semilla fresca/kg fruto)	24,97%
Número promedio de frutos/planta/cosecha	3,56
Peso promedio del fruto (kg)	0,36
Largo promedio del fruto (cm)	16,12
Circunferencia promedio del fruto (cm)	24,17

FUENTE: Elaboración propia

Del promedio de frutos/planta/cosecha, se puede desprender que se obtiene un aproximado de 92 frutos/planta/año (para 26 cosechas/año). Considerando que en una hectárea hay alrededor de 1667 plantas de cacao, que el peso promedio es de 0,36 kg/fruto, y si se asumiera que la producción es constante todos los meses, se podría decir que se pueden procesar hasta 55,73 t/ha/año de fruto o alrededor de 13,92 t/ha/año de cacao fresco (en baba). Sin embargo, la estimación del rendimiento presentada es válida únicamente para los meses de mayor producción (mayo a agosto).

Cabe resaltar que, aunque el largo y circunferencia promedio fueron de 16,12 cm y 24,17 cm respectivamente, el tamaño de los frutos fue muy variable (ver Anexo 11).

1.4. CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

Los suelos presentaron las características mostradas en la Tabla 9 (ver Anexos 12 y 13).

Tabla 9: Características del suelo

Textura	Franco
pH	5,94
Contenido de Materia Orgánica (M.O.)	2,11%
Contenido de Nitrógeno (N)	0,17 %
Contenido de Fósforo (P)	45 ppm
Contenido de Potasio (K)	32 ppm

FUENTE: Elaboración propia

De acuerdo a Rioja, citado por Pavón (2003), estos valores revelan que el suelo tiene un pH medianamente ácido ($5,6 < \text{pH} < 6,0$) y un contenido medio de materia orgánica ($2,0\% < \text{M.O.} < 2,5\%$). De forma similar, de acuerdo a De los Ángeles (2007), el valor de nitrógeno puede clasificarse como ligeramente alto ($0,15\% < \text{N} < 0,18\%$), mientras que los valores para el contenido de fósforo y potasio muestran que se trata de un suelo rico en fósforo ($\text{P} > 10 \text{ ppm}$), pero muy pobre en potasio ($\text{K} < 50 \text{ ppm}$).

Con estos resultados se puede decir que el suelo es adecuado para el cultivo de cacao y bolaina. Por un lado, el valor de pH está dentro de los rangos óptimos para el cacao propuestos por Gómez *et al.* (2014), Leguía *et al.* (2010) y Paredes (2003) respectivamente: 5,5 a 7; 5,5 a 6; y 6 a 6,5. Además, la textura franca del suelo y su contenido medio de materia orgánica coinciden con las propiedades requeridas por el cacao. Es decir, una

textura que varíe entre franco, franco-arcilloso o franco-arenoso, y un contenido de materia orgánica de medio a muy alto. Asimismo, Leguía *et al.* (2010) añaden que el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio deben favorecer una fertilidad del suelo media a alta. En este caso, tanto el nitrógeno como el fósforo tienen valores altos. El bajo contenido de potasio puede explicarse con lo señalado por Donoso, citado por Egg (2011), que resalta que el potasio es un elemento bastante móvil, por lo que es lixiviado con relativa facilidad. Igualmente, Thompson y Troeh (2002) indican que los suelos ácidos presentan una mayor probabilidad de deficiencia de potasio que los suelos neutros.

Por otro lado, Wightman *et al.* (2006) señalan que para el cultivo de la bolaina son preferibles los sitios fértiles y de suelos francos, franco-arcillosos o arcillosos, que no sean extremadamente ácidos. Estas características también coinciden con las condiciones que el suelo ofrece.

Similarmente, Leguía *et al.* (2010) y Gómez *et al.* (2014) afirman que ambas especies se desarrollan mejor en suelos planos a ligeramente ondulados, tal como sucede en este caso.

2. ESTUDIO ECONÓMICO

2.1. COSTOS DE PRODUCCIÓN

Se elaboró la estructura de costos en base a la información recopilada para los siete años del sistema. Se consideraron los costos de producción descritos a continuación, expresados en PEN/ha/año:

1) Costos de inversión

Los costos de inversión están compuestos por los gastos en compra y preparación del terreno, obtención de plántones de cacao y bolaina e hijuelos de plátano, instalación de los cultivos y el costo de inscripción en la Asociación de Productores del Alto Huallaga. Estos se detallan en la Tabla 10. Se puede observar que el costo de inversión ascendió a 11092,67 PEN/ha/año.

Cabe destacar que no se consideró ningún tipo de maquinaria de duración mayor a un año, ya que, dado el tamaño del sistema agroforestal, solo se contratan servicios, no se adquieren equipos de capital fijo.

Tabla 10: Costos de inversión para el sistema agroforestal en PEN/ha/año

	Concepto	Unidad	Cantidad (ha/ año)	Costo unitario (PEN)	Sub total (PEN/ ha/año)	Subtotal (PEN/ ha/ año)
A.	Compra del terreno					5833,33
B.	Preparación del terreno					946
	Rozo y tumba	Jornal	20	25	500	
	Quema	Jornal	1	25	25	
	Limpieza	Jornal	5	25	125	
	Drenes	Jornal	10	25	250	
	Cal agrícola	Kg	10	1	10	
	Soga de nylon de 1/4"	Kg	2	18	36	
C.	Plantones e hijuelos					3530
	Plantones de cacao	Unidad	1800	1	1800	
	Plantones de bolaina	Unidad	700	0,8	560	
	Hijuelos de plátano	Unidad	900	1	900	
	Transporte	Flete	3	90	270	
D.	Instalación de los cultivos					750
	Alineamiento	Jornal	3	25	75	
	Apertura de hoyos y siembra de cacao	Jornal	15	25	375	
	Apertura de hoyos y siembra de plátano	Jornal	8	25	200	
	Apertura de hoyos y siembra de bolaina	Jornal	4	25	100	
F.	Asociación de Productores del Alto Huallaga					33,33
	Inscripción	Único	1	33,33	33,33	
					TOTAL	11092,67

FUENTE: Elaboración propia a partir de Paredes (2015)

2) Costos operativos

Para los costos operativos, se consideraron los gastos de cultivo, plantones e hijuelos para recalce y renovación, gastos de mantenimiento, insumos y materiales, herramientas de duración menor a un año, gastos en la cosecha y el aporte anual a la Asociación de Productores del Alto Huallaga.

Los costos operativos fueron variables para cada año. En la Tabla 11 puede observarse un resumen de los costos proyectados hasta el año 25. Se pueden encontrar en detalle en el Anexo 14.

Tabla 11: Resumen de los costos operativos en PEN/ha/año

Año	Costos operativos (PEN/ha/año)	Año	Costos operativos (PEN/ha/año)
1	12080,00	5	10475,50
2	11423,00	6	10225,50
3	12066,33	7 a 24	10175,50
4	10225,50	25	10575,50

FUENTE: Elaboración propia

2.2. INGRESOS DE PRODUCCIÓN

Los ingresos fueron calculados en PEN/ha/año y se detallan a continuación.

1) Venta de cacao en baba

Con la información recopilada, se halló la cantidad de cacao fresco o en baba despulpado para su posterior comercialización, tal como se observa en la Tabla 12.

Tabla 12: Producción mensual y anual de cacao en baba

Mes	% Producción	Cacao en baba despulpado (kg/ha)	Equivalencia de cacao en kg seco a comercializar (kg/ha)
Enero	3,1	279	93
Febrero	5	450	150
Marzo	8,2	738	246
Abril	10,3	927	309
Mayo	15	1350	450
Junio	17	1530	510
Julio	12	1080	360
Agosto	11,9	1071	357
Setiembre	6	540	180
Octubre	4,5	405	135
Noviembre	3	270	90
Diciembre	4	360	120
Total	100	9000	3000

FUENTE: Elaboración propia a partir de Paredes (2015)

Es importante señalar que la comercialización del cacao en baba se hace tomando en cuenta su equivalencia en seco. En este caso, si bien se obtiene 9000 kg/ha/año de semillas despulpadas, se comercializa un equivalente de 3000 kg/ha/año de cacao seco. Esto se debe a que el cacao producido es vendido a la Asociación de Productores del Alto Huallaga, que considera una relación 3:1 para los pagos por cacao en baba. Es decir, consideran que por

cada 3 kg de cacao en baba se obtiene 1 kg de cacao seco, por lo que el pago se hace en función a dicha equivalencia en seco.

Cabe resaltar que, en la bibliografía, los rendimientos son expresados en función a los kg secos de cacao comercializados, independientemente del procesamiento que sigan las semillas frescas. En este caso, el rendimiento promedio para el área de estudio asciende a 3000 kg/ha/año de cacao seco. Este valor es alto comparado con el promedio para los seis departamentos de mayor producción para el año 2013 en el país, calculado por el MINAGRI (2015) y que alcanza los 707,69 kg/ha/año. Para Huánuco, ese año la producción promedio solo alcanzó los 530 kg/ha/año. Sin embargo, existen también varios autores que avalan la posibilidad de alcanzar mayores rendimientos. Cerrón (2012) e Iturrios (2014) hablan de un mínimo 2000 kg/ha/año. Paredes (2003) afirma que se puede alcanzar a producir 2500-3500 kg/ha/año con una densidad de 2x3 m, la cual es la utilizada en el área de estudio. Gómez *et al.* (2014) indican que implementar paquetes tecnológicos debidamente (mantenimiento del cultivo, podas y manejo de enfermedades), permite que alcanzar rendimientos mayores a 3000 kg/ha/año.

El alto rendimiento en comparación al promedio nacional, puede deberse a lo señalado por Paredes (2015). Él indica que dos de las claves principales para alcanzar altos rendimientos están en el tipo de cacao y la densidad de siembra. En este caso, tal como se mencionó antes, el cacao utilizado es el CMP 15 y de acuerdo a Paredes (2008), es parte de una colección local (clon) altamente productiva, aromática e ideal para densidades de siembra altas. En cuanto a la densidad de siembra, los 2x3 m utilizados permiten el manejo de alrededor de 1667 plantas/ha, cantidad mucho mayor a la trabajada por el 60% de agricultores en Tingo María (400 a 1000 plantas/ha), según PROAMAZONÍA (2003). La densidad aplicada en esta área de estudio la convierte en parte del 5% que siembra más de 1200 plantas/ha y del 10% que produce más de 600 kg/ha/año en Tingo María, de acuerdo a información de PROAMAZONÍA (2003). Cabe señalar que Paredes (2015) afirma que actualmente algunos agricultores que hacen un manejo altamente técnico utilizan una densidad de 2,5x1 m para lograr producciones mucho mayores.

PROAMAZONÍA (2003) señala que un nivel tecnológico alto se concibe cuando el cacaotero tiene un rendimiento mayor a los 650 kg/ha/año, cuando en la plantación se realizan labores de deshierbo y cuando se aplican controles fitosanitarios. Por ello, se puede

decir que en el área de estudio se aplica un nivel tecnológico alto para la producción del cacao.

Para calcular el ingreso total por venta de cacao, se recopiló datos de los precios pagados en años anteriores por la Asociación de Productores del Alto Huallaga, con el fin de establecer un precio fijo para el periodo de estudio. Este se fijó en 7,3 PEN/kg (ver Anexo 15 para mayor detalle). Con esto, se obtuvo que los ingresos por la venta de cacao en baba (desde la estabilización de la producción en el año 4) ascienden a 21900 PEN/ha/año, tal como se detalla en la Tabla 13.

Tabla 13: Ingresos por la venta de cacao en baba

<i>Mes</i>	<i>Cacao en kg seco a comercializar (kg/ha)</i>	<i>Precio (PEN/kg)</i>	<i>Ingreso (PEN/ha)</i>
Enero	93	7,3	678,9
Febrero	150	7,3	1095
Marzo	246	7,3	1795,8
Abril	309	7,3	2255,7
Mayo	450	7,3	3285
Junio	510	7,3	3723
Julio	360	7,3	2628
Agosto	357	7,3	2606,1
Setiembre	180	7,3	1314
Octubre	135	7,3	985,5
Noviembre	90	7,3	657
Diciembre	120	7,3	876
Total	3000	7,3	21900

FUENTE: Elaboración propia

Adicionalmente, por las utilidades de la certificación, la Asociación hace un reintegro de 0,3 PEN/kg vendido por cada socio. Esto equivaldría a 900 PEN/ha/año.

2) Venta de madera de raleos

De acuerdo a datos recopilados en los aserraderos de la zona, en Tingo María se utiliza la madera de bolaina de raleos o cortas tempranas para la elaboración de palitos de chupete, cucharitas de madera para helado, cajas de frutas, mondadientes y similares. Al respecto, Leguía *et al.* (2010) señalan que la madera de bolaina tiene diversos usos de acuerdo a su edad, excepto estructurales pues no es de alta densidad. Putzel *et al.* (2013) indican que la bolaina es ideal para ser manejada por pequeños agricultores amazónicos, pues, como crece

rápidamente, la madera de raleos puede ser aprovechada después de dos años. Así se hizo en este caso, pues los raleos se realizaron en los años 3 y 5 y la madera obtenida fue vendida a un aserradero local. La venta se realizó por trozas de 90 cm de largo (diámetro variable, hasta 30 cm) a 3 PEN/troza, incluyendo los gastos de transporte. Además, los puntales de un mínimo de 3 m fueron vendidos a albañiles en los alrededores de la zona, que ofrecieron un promedio de 3,5 PEN/puntal.

En el raleo del año 3, se obtuvo un promedio de 10 trozas por árbol, mientras que en año 5, el promedio ascendió a 15 trozas por árbol. De acuerdo a la información recopilada, los ingresos por raleos ascendieron a 6016,5 PEN/ha en el año 3, y a 4623,5 PEN/ha en el año 5, tal como se puede ver en la Tabla 14.

Tabla 14: Ingreso por raleos (PEN/ha)

<i>Raleo</i>	<i>Concepto</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio (PEN/unidad)</i>	<i>Subtotal (PEN/ha)</i>
Año 3	Trozas	1960	3	5880
	Puntales	39	3,5	136,5
			Total	6016,5
Año 5	Trozas	1470	3	4410
	Puntales	61	3,5	213,5
			Total	4623,5

FUENTE: *Elaboración propia*

3) Venta de madera en cosecha final

En el área de estudio se decidió que no se cortaría bolaina mayor a cinco años, pues pasada esta edad, la masa del árbol es considerable y al extraerla generaría pérdidas de cacao. Por ello, la edad de cosecha se fijó a los 25 años, junto con la renovación total del cacao.

De acuerdo a la proyección realizada (detallada en el Anexo 16), el volumen comercial a los 25 años ascendería a 110,83 m³/ha. Se determinó que se podría obtener un promedio de 22 trozas/árbol (de 90 cm de largo), lo que daría un total de 2024 trozas/ha (de 90 cm de largo).

Sin embargo, al entrevistar a diversos compradores de madera, estos afirmaron que no comprarían bolaina de 25 años, pues esta especie ya estaría en mal estado a esa edad. Estas opiniones se ajustan a lo señalado por diversos autores que indican que la edad de cosecha es mucho menor. Por ejemplo, Wightman *et al.* (2006) señalan que la edad de corta de la bolaina debe darse alrededor de los 10 años, e incluso indica que, con un mantenimiento

muy diligente, podría darse a los 6 años después de plantada. Guerra *et al.* (2008) afirman que la bolaina es una especie forestal nativa de crecimiento rápido que es cosechada desde los 8 años. Delgado (s.f.) plantea un periodo de cosecha de 7 años.

Es decir, aunque aparentemente la madera a los 25 años tendría mayores dimensiones y se podría obtener mayores ingresos, en realidad lo más probable es que no sea comercializable. Por ello, se decidió considerar la venta de solamente la tercera parte de la madera, es decir, alrededor de 36 m³/ha, bajo el mismo sistema de comercialización que para el raleo (por trozas a 3 PEN/troza). Esto resultaría en la venta de 675 trozas/ha, por las que obtendría un ingreso equivalente a 2025 PEN/ha.

4) Venta del cultivo temporal

De acuerdo a la información recopilada, la venta del plátano trajo como ingresos 17000 PEN/ha en el año 1, 17000 PEN/ha en el año 2 y 8500 PEN/ha en el año 3, tal como se puede ver en la Tabla 15.

En el año 3 se observa que la producción bajó. Esto se debió a que, en ese año, dado que la bolaina ya tenía un tamaño considerable (alrededor de 9 m), no se quería provocar un exceso de sombra. Por ello, la densidad se redujo al 50%.

Tabla 15: Ingresos por venta del plátano (PEN/ha) en los años 1, 2 y 3

Año	Unidad	Cantidad (ha/año)	Precio (PEN/unidad)	Total (PEN/ha/año)
1	Racimo	1700	10	17000
2	Racimo	1700	10	17000
3	Racimo	850	10	8500

FUENTE: Elaboración propia

Cabe resaltar que, aunque podría parecer que el plátano, por generar más ingresos (en comparación con los ingresos por raleo de madera en los años 3 y 5), debería utilizarse permanentemente en vez de la bolaina u otra especie forestal, se debe considerar que el cultivo principal es el cacao, por lo cual, tanto el plátano como la bolaina deben contribuir a su adecuado desarrollo. En el caso del plátano, este tiene una función temporal de sombra hasta que la bolaina alcance un tamaño adecuado. No podría darse de forma permanente pues, de acuerdo a Paredes (2015), la importancia de las especies forestales cuando el cacao ya es adulto -a partir de los 4 años según Gómez *et al.* (2014)- radica no solo en la provisión

de sombra, sino también en la aireación promovida por la diferencia de altura de los doseles y adecuada orientación (sur a norte). En el caso del plátano, si se mantuviera de forma permanente, la diferencia de altura entre los doseles sería mínima, por lo que no daría una sombra adecuada, no permitiría una aireación suficiente y aumentaría la humedad. Al respecto, tal como se mencionó en un punto anterior, Gómez *et al.* (2014) resaltan la importancia de asociar el cacao con una especie que provea una sombra permanente entre 30-40% y de dosel alto respecto al cacao, que permita un mayor paso de luz y aire y que reduzca la humedad del ambiente para evitar plagas y enfermedades en el cacao.

2.3. INDICADORES DE RENTABILIDAD

Considerando los datos de costos e ingresos calculados en los puntos anteriores, se realizó el flujo de caja para los 25 años, tal como se puede ver en la Tabla 16. De este, puede desprenderse que, en promedio, los egresos corresponden al 45,35% de los ingresos totales.

Tabla 16: Flujo de caja del sistema actual (PEN/ha)

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Egresos	11092,67	12080	11423	12066	10226	10476	10176	10176	10176
Ingresos		17000	26120	26677	22800	27424	22800	22800	22800
Flujo de caja	-11092,67	4920	14697	14610	12575	16948	12625	12625	12625
Año	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Egresos	10175,5	10176	10176	10176	10176	10176	10176	10176	10176
Ingresos	22800	22800	22800	22800	22800	22800	22800	22800	22800
Flujo de caja	12624,5	12625	12625	12625	12625	12625	12625	12625	12625
Año	18	19	20	21	22	23	24	25	
Egresos	10175,5	10176	10176	10176	10176	10176	10176	10576	
Ingresos	22800	22800	22800	22800	22800	22800	22800	24825	
Flujo de caja	12624,5	12625	12625	12625	12625	12625	12625	14250	

FUENTE: Elaboración propia

Cabe señalar que no se ha considerado impuestos ya que el cultivo del cacao en la Amazonía peruana está exonerado de todo tipo de impuestos por la Ley 27037, que busca promover la inversión privada en esta zona.

Con el flujo de caja, se calcularon los indicadores de rentabilidad para una tasa de descuento del 10% y se obtuvo un VAN de 102501,39 PEN, y una TIR de 89%. El valor del VAN demuestra que la inversión realizada en el área de estudio produce ganancias por encima de

la rentabilidad exigida (10%), mientras que la TIR muestra que la rentabilidad del sistema es mayor que la mínima requerida.

3. PROPUESTA

3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA PROPUESTA

La propuesta buscó aumentar la rentabilidad por medio de una mejor ordenación o manejo del componente forestal. En el sistema actual, el componente principal es el cacao. El componente forestal es percibido únicamente una fuente de sombra y un facilitador de la aireación para el cacao, ayudando así a alcanzar mayores tasas de polinización (Paredes, 2015). Por ello, no se consideró un manejo planificado para la bolaina. No se tomó en cuenta una edad apropiada de corta para la especie, sino que, para evitar daños al cacao durante la extracción, se decidió que, pasados los cinco años, la bolaina no se cortaría hasta la renovación del cacao en el año 25. De la misma, los raleos realizados se planearon en función a los requerimientos de sombra del cacao. Como resultado, la bolaina no es aprovechada de forma regular y en el año 25, cuando se realice la corta final, la madera carecerá de valor, pues, tal como ya se mencionó, diversos autores señalan que la edad de cosecha es mucho menor, y los aserraderos de la zona se rehúsan a comprar bolaina de esa edad.

Considerando los factores expuestos anteriormente, se propusieron diversas medidas para mejorar la ordenación forestal de la bolaina. En primer lugar, se decidió proponer un sistema que maneje la bolaina a través de una rotación de corta (por hileras). De esta forma, la venta regular de madera a una edad más apropiada generaría ingresos adicionales, contribuyendo a aumentar la rentabilidad del sistema.

Como ya se mencionó, la bolaina debe ser aprovechada a los cinco años como máximo, pues pasada esa edad, por sus dimensiones, su corta y extracción generarían mucho daño al cacao. Por ello, el diseño considera cortas rotativas de hileras de bolaina de cinco años, cada 2 a 3 años. Se consideró un espaciamiento inicial de 3x12 m para no generar una sombra excesiva durante los 3 primeros años (cuando aún hay plátano como sombra temporal). A esa edad se haría un primer raleo, para luego ir rotando la sombra entre las hileras a 3x12 m y 3x24, tal como se observa en la Figura 4.

Durante algunos periodos, la sombra sería mayor a la que se tiene actualmente de 30,55% bajo un espaciamiento de 3x24 m permanentemente. Sin embargo, esto sería beneficioso al

considerar que algunos autores, como Paredes (2003), señalan que la cantidad de sombra ideal para el adecuado desarrollo del cacao adulto debe estar entre el 40-50%.

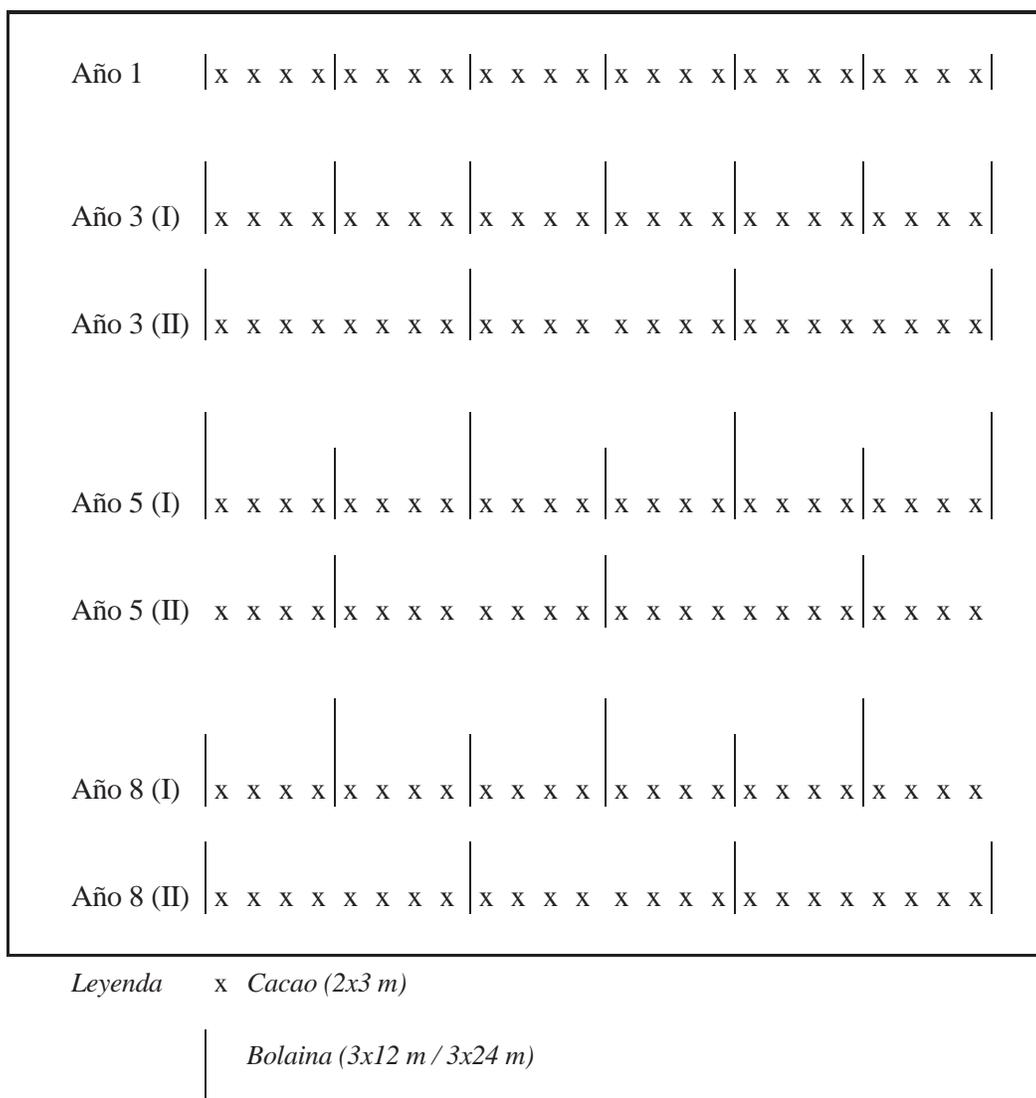


Figura 4: Diseño agroforestal propuesto en los años 1, 3, 5 y 8

FUENTE: Elaboración propia

La variación principal de este sistema respecto al anterior, estaría tanto en el número de cortas como en las actividades forestales para lograr un mejor aprovechamiento de la bolaina, tal como se puede observar en la Tabla 17.

Se observa también que se propone realizar manejo de rebrotes dos veces después de las cortas (Tabla 17). Al respecto, Revilla (2015) señala que la bolaina tiene capacidad de rebrote luego de la tala, lo que permite su manejo para repoblar el área luego del

aprovechamiento. Palomino y Barra (2003) también afirman que la bolaina rebrota de tocones de árboles talados. Delgado (s.f.) señala que la bolaina tiene una capacidad de manejo de rebrotes de hasta tres veces después de las cortas. Wightman *et al.* (2006), por su lado, consideran que, dado que la bolaina rebrota vigorosamente después del corte, es factible producir 2 a 3 cosechas de madera sin necesidad de replantar el terreno. Tomando en cuenta las diversas fuentes, se decidió tomar el mínimo de rebrotes posibles: dos. Se consideró el manejo de rebrote solo después de las cortas a los cinco años, pues no se ha encontrado evidencia bibliográfica de rebrote a menor edad. Es decir, tras el raleo a los tres años se plantará nuevamente.

Tabla 17: Actividades propuestas para el componente forestal

Actividad	Año																										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Instalación	***				**									**		*											
Corta				**	*			**		*			**		*			**		*			**		*		***
Manejo de rebrote						*		**		*								**		*			**		*		**
Recalce		***		**	*			**		*			**		*			**		*		**		*		**	

Leyenda: *Hileras impares **Hileras pares ***Todas las hileras

FUENTE: Elaboración propia

Para reducir la alta tasa de mortalidad de la bolaina en el sistema actual (ver Tabla 7), se propusieron dos medidas. En primer lugar, se consideró el recalce de las plantas muertas al final del primer mes de ser plantadas, tal como recomiendan Wightman *et al.* (2006). En segundo lugar, se propuso eliminar las podas al primer año, que es lo que se realizó en el sistema actual. De acuerdo a lo encontrado por Quevedo y Ara (1995), no podar tras el trasplante contribuiría a disminuir la mortalidad de la bolaina.

Aunque Wightman *et al.* (2006) afirman que para evitar la formación de nudos grandes es recomendable realizar podas a partir del tercer o cuarto año de edad, se decidió no realizar ningún tipo de poda. Las podas son rentables cuando contribuyen a que el valor de la madera sea mayor a la edad de corta. Sin embargo, en este caso, el mercado de la zona paga lo mismo por troza (pago por carga), independientemente de la calidad de la madera, por lo que las podas solo representarían mayores gastos, sin ningún beneficio económico.

Por otro lado, si bien algunos autores, como Putzel *et al.* (2013), señalan que vender tablillas de bolaina en vez de trozas podría triplicar las ganancias, en este caso, la propuesta no consideró dar valor agregado a la madera. Esto se debió a que se buscó que la inversión inicial no aumentara tanto respecto a la del sistema actual. Levantar un pequeño aserradero rural, en cambio, requeriría un capital adicional de 12000 PEN, según Putzel *et al.* (2013). Dicha inversión no sería rentable para un pequeño agricultor como en este caso, pero podría tomarse en cuenta si se hiciera como una asociación de varios productores.

3.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA

De acuerdo a las actividades propuestas para el sistema mejorado, se calcularon los costos operativos y de inversión para el mismo, tal como se observa en la Tabla 18.

Tabla 18: Costos de inversión para el sistema propuesto

	Concepto	Unidad	Cantidad (ha/ año)	Costo unitario (PEN)	Sub total (PEN/ ha/año)	Subtotal (PEN/ ha/ año)
A.	Compra del terreno					5833,33
B.	Preparación del terreno					946
	Rozo y tumba	Jornal	20	25	500	
	Quema	Jornal	1	25	25	
	Limpieza	Jornal	5	25	125	
	Drenes	Jornal	10	25	250	
	Cal agrícola	kg	10	1	10	
	Soga de nylon de 1/4"	kg	2	18	36	
C.	Plantones e hijuelos					3210
	Plantones de cacao	Unidad	1800	1	1800	
	Plantones de bolaina	Unidad	300	0,8	240	
	Hijuelos de plátano	Unidad	900	1	900	
	Transporte	Flete	3	90	270	
D.	Instalación de los cultivos					725
	Alineamiento	Jornal	3	25	75	
	Apertura de hoyos y siembra de cacao	Jornal	15	25	375	
	Apertura de hoyos y siembra de plátano	Jornal	8	25	200	
	Apertura de hoyos y siembra de bolaina	Jornal	3	25	75	
F.	Asociación de Productores del Alto Huallaga					33,33
	Inscripción	Único	1	33,33	33,33	
					TOTAL	10747,67

FUENTE: Elaboración propia a partir de Paredes (2015)

En la Tabla 18 se puede ver que, a diferencia del sistema actual, los costos de inversión son ligeramente más bajos debido a la menor cantidad de plantones de bolaina requeridos. Esto se debe a que el espaciamiento es mayor que antes (3x12 m propuesto vs 3x6 m original).

En cuanto a los costos operativos, estos se pueden observar en la Tabla 19 (ver Anexo 18 para mayor detalle).

Tabla 19: Costos operativos para el sistema propuesto

Año	Costos operativos (PEN/ha/año)	Año	Costos operativos (PEN/ha/año)
1	11435,00	8,18,23	10425,50
2	11428,00	9,19,24	10340,50
3	11626,33	13	10675,50
4	10590,50	14	10290,50
5,10,20	10425,50	15	10675,50
6,11,21	10390,50	16	10290,50
7,12,17,22	10175,50	25	10575,50

FUENTE: Elaboración propia

A diferencia de los costos operativos proyectados para el sistema actual, los del sistema propuesto varían más dependiendo del año. Esto se debe a los cambios en los gastos en el componente forestal, que varían de acuerdo a las actividades programadas (Tabla 17).

Para calcular los ingresos, se consideró el mismo sistema de comercialización que el aplicado para la madera de raleos en los años 3 y 5 en el área de estudio. El precio de venta considerado también fue el mismo (3 PEN/troza), pues, como ya se mencionó, los compradores pagan por carga, no por calidad de troza.

Para el cálculo del número de trozas a vender, se tomó en cuenta un mayor número de árboles aprovechables. Esto debido a que se consideró que la implementación del recalce un mes después de la plantación y la eliminación de podas tras el trasplante, reduciría la mortalidad al 15% (en vez de casi 30% como en el sistema original). De esta forma, se podría aprovechar 21,28 m³/ha de madera cada 2 a 3 años (1785 trozas/ha). Los cálculos pueden revisarse en el Anexo 16.

La Tabla 20 muestra un resumen de los ingresos anuales para el sistema propuesto (en detalle en el Anexo 18).

Tabla 20: Ingresos para el sistema propuesto

Año	Ingresos (PEN/ha/año)	Año	Ingresos (PEN/ha/año)
1	17000,00	8,18,23	28466,50
2	26120,00	9,19,24	22800,00
3	24314,00	13	28466,50
4	22800,00	14	22800,00
5,10,20	28466,50	15	28466,50
6,11,21	22800,00	16	22800,00
7,12,17,22	22800,00	25	32246,50

FUENTE: Elaboración propia

Con la información de costos e ingresos, se realizó un flujo de caja, tal como se observa en la Tabla 21. De este, puede desprenderse que, en promedio, los egresos corresponden al 43,85% de los ingresos totales.

Tabla 21: Flujo de caja para el sistema propuesto

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Egresos	10747,7	11435,0	11428,0	11626,3	10590,5	10425,5	10390,5	10175,5	10425,5
Ingresos		17000,0	26120,0	24314,0	22800,0	28466,5	22800,0	22800,0	28466,5
Flujo de caja	-10747,7	5565,0	14692,0	12687,7	12209,5	18041,0	12409,5	12624,5	18041,0
Año	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Egresos	10340,5	10425,5	10390,5	10175,5	10675,5	10290,5	10675,5	10290,5	10175,5
Ingresos	22800	28466,5	22800	22800	28466,5	22800	28466,5	22800	22800
Flujo de caja	12459,5	18041	12409,5	12624,5	17791	12509,5	17791	12509,5	12624,5
Año	18	19	20	21	22	23	24	25	
Egresos	10425,5	10340,5	10425,5	10390,5	10175,5	10425,5	10340,5	10575,5	
Ingresos	28466,5	22800	28466,5	22800	22800	28466,5	22800	32246,5	
Flujo de caja	18041	12459,5	18041	12409,5	12624,5	18041	12459,5	21671	

FUENTE: Elaboración propia

Se calcularon también los indicadores de rentabilidad para una tasa de descuento del 10%. Se obtuvo un VAN de 108444,27 PEN, y una TIR de 92%. El valor del VAN demuestra que la inversión realizada en el área de estudio produce ganancias por encima de la rentabilidad exigida (10%), mientras que la TIR muestra que la rentabilidad del sistema es mayor que la mínima requerida.

En la Tabla 22 se puede observar, a modo de resumen, los indicadores de rentabilidad para el sistema actual y el propuesto.

Tabla 22: Indicadores de rentabilidad para ambos sistemas

Sistema	VAN (PEN)	TIR (%)
Actual	102501,39	89
Propuesto	108444,27	92

FUENTE: Elaboración propia

Se puede observar que tanto el VAN como la TIR son superiores en el caso de sistema propuesto, por lo que se puede decir que es la alternativa más rentable. El VAN en el sistema propuesto es 5,8% mayor que el actual.

4. EXISTENCIAS DE CARBONO

De forma adicional, para el cacao y bolaina, se estimaron las existencias de carbono en la biomasa aérea y de raíces. Los resultados se pueden ver en la Tabla 23 (ver Anexos 19 y 20 para mayor detalle).

Tabla 23: Existencias de carbono

Especie	Edad (años)	Espaciamiento (m)	Biomasa aérea (BMA) en t/ha	Biomasa de las raíces (BMR) en t/ha	BMA+BMR (t/ha)	Carbono total (tC/ha)
Cacao	7	2x3	16,11	4,04	20,15	9,47
Bolaina	7	3x24	10,92	2,87	13,79	6,48
Total en el sistema						15,95

FUENTE: Elaboración propia

Como se puede observar, las existencias de carbono para la biomasa aérea y de raíces de la bolaina y cacao ascienden a 15,95 tC/ha. Larrea (2007) encontró que una asociación de cacao de 6 años con bolaina y capirona de 7 años en San Martín almacenaba 17,14 tC/ha. Considerando la diferencia de densidad de plantación, pues en el caso de Larrea (2007) el cacao tenía un espaciamento de 3x3 m (aproximadamente 1112 plantas/ha) y cada especie forestal estaba a 9x9 m (alrededor de 124 árboles/ha cada especie), podría decirse que el valor calculado en el área de estudio guarda relación con lo hallado por Larrea (2007). Las diferencias podrían deberse al uso de un método diferente para calcular la biomasa de la especie forestal (bolaina), así como el adicional de biomasa por capirona.

En cuanto a la bolaina específicamente, Revilla (2015) registró hasta 24,17 tC/ha para una plantación de bolaina de 4 años en Ucayali, mientras que, en este caso, una plantación de 7

años alcanzó 6,48 tC/ha. Probablemente lo más determinante para esta diferencia son los distintos distanciamientos. En el caso del lugar de estudio de Revilla (2015), el distanciamiento era de 2,5x2,5 m, es decir, alrededor de 1600 árboles/ha, mientras que, en el área de estudio, incluso considerando una mortalidad nula, se tendría un máximo de 139 árboles/ha.

Esta estimación de las existencias de carbono podría ser de utilidad para futuros estudios sobre el potencial para créditos de carbono en el mercado internacional, solo si se plantea dentro de un marco de asociación de varios productores a largo plazo. Esto porque, de acuerdo a Gibbon *et al.* (2009), no es probable que una finca pequeña o de mediano tamaño genere suficiente carbono por cuenta propia para cubrir los costos de entrada al mercado de carbono. Un coordinador (sea un comercializador o una asociación) debe fungir como agregado al crédito de carbono y distribuidor de los beneficios. Además, recomiendan que el proyecto se establezca para un periodo mínimo de 25 años, para así disminuir el riesgo de fallar en el cumplimiento de criterios mínimos establecidos internacionalmente.

Por lo anterior, la presente estimación debe servir solo como referencia, pues planificar la comercialización de bonos de carbonos requiere del cumplimiento de otros lineamientos que es preferible ver como asociación y no como pequeño productor. Por ejemplo, la Asociación de Productores del Alto Huallaga podría ser una opción.

V. CONCLUSIONES

- 1) Las características edafoclimáticas de la zona de estudio son aceptables para el establecimiento de sistemas agroforestales de cacao y bolaina.
- 2) El cacao es cosechado regularmente todo el año y tiene un alto rendimiento por hectárea. En cambio, la bolaina, por tener la función principal de provisión de sombra, se cosechará a los 25 años, sin considerar el costo de oportunidad de mantener la madera en pie.
- 3) Los indicadores de rentabilidad, Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno, muestran que el sistema agroforestal actual en el área de estudio es viable económicamente.
- 4) Con el sistema agroforestal propuesto, mejoran los indicadores de rentabilidad, lo cual indica que una adecuada ordenación y aprovechamiento del componente forestal, mejora la rentabilidad del sistema agroforestal.

VI. RECOMENDACIONES

- Es recomendable promover paquetes tecnológico-productivos que consideren altas densidades de siembra, colecciones locales de cacao altamente productivas y la utilización simultánea de especies forestales; de forma que no solo se contribuya a la obtención de mayores rendimientos e ingresos, sino también se establezca una alternativa de desarrollo sostenible.
- Esta propuesta se ha centrado en mejorar el ordenamiento y manejo del componente forestal de un sistema agroforestal ya existente para aumentar su rentabilidad; por ello, se recomienda que futuras investigaciones incluyan los beneficios de la agroforestería en términos de servicios ecosistémicos.
- Es recomendable la organización de pequeños productores a nivel de asociación para mejorar el valor agregado tanto en la producción de cacao y madera de bolaina, como en la posible comercialización de créditos de carbono.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbier, E; Acreman, M; Knowler, D. 1997. Economic valuation of wetlands: A guide for policy makers and planners. CH, Oficina de la Convención de Ramsar. 128 p.
- Bardales, E. 2014. Perú produciría 9% de cacao que consume el mundo si tuviera 200000 nuevas hectáreas (en línea). Gestión. Consultado 3 feb. 2015. Disponible en <http://gestion.pe/mercados/peru-produciria-9-cacao-que-consume-mundo-si-implementa-200000-nuevas-hectareas-2109235>
- Beltrán, A; Cueva, H. 2007. Evaluación privada de proyectos. 2 ed. PE, Centro de Investigaciones de la Universidad del Pacífico. 717 p.
- Carhuas, M. 2001. Desarrollo del fruto y momento óptimo de cosecha de la semilla de cacao híbrido forastero (*Theobroma cacao* L.) en el Valle de Satipo. Tesis M. Sc., Producción Agrícola. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina. 107 p.
- Carrera, F. 1987. Experiencias y resultados de las plantaciones forestales en la zona de Alexander Von Humboldt: Documento de trabajo número 5. PE, Centro Forestal y de Fauna XII. 79 p.
- Cerrón, G. 2012. Guía técnica: Asistencia técnica dirigida al manejo de cultivo de cacao. Lima, PE, Agrobanco – Universidad Nacional Agraria La Molina. 38 p.
- Céspedes, T; Taj, M; Shumaker, L. 2014. Peru says deforestation on the rise, up to 80 percent from 2001 (en línea). Reuters. Consultado 3 feb. 2015. Disponible en <http://www.reuters.com/article/2014/12/03/us-climatechange-lima-deforestation-idUSKCN0JH05E20141203>
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, MX). 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País. MX, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 293 p.
- CPM (Confederación Peruana de la Madera, PE). 2008. Compendio de información técnica de 32 especies forestales – Tomo II. PE, CITEMadera – Ministerio de la Producción. 74 p.

- CPNTC-IGP (Centro de Predicción Numérica de Tiempo y Clima – Instituto Geofísico del Perú, PE). 2015. El clima en el Perú (en línea). Consultado 8 feb. 2015. Disponible en <http://www.met.igp.gob.pe/clima/>
- Current, D; Rossi, L; Sabogal, C; Nalvarte, W. 1998. El potencial de manejo de especies maderables de rápido crecimiento en regeneración natural, sistemas agroforestales y plantaciones puras: estudios de caso en Brasil, Perú y Costa Rica. CL, IUFRO. 16 p.
- Davidson, L. 2014. Don't panic, but we could be running out of chocolate (en línea). The Telegraph. Consultado 5 feb. 2015. Disponible en <http://www.telegraph.co.uk/finance/newsbysector/retailandconsumer/11236558/Don-panic-but-we-could-be-running-out-of-chocolate.html>
- De Bustos, M. 2011. Muestreo de suelos (en línea). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Consultado 5 mar. 2015. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/muestreo-de-suelos-1>
- Delgado, G. s.f. Alternativas de recuperación de áreas degradadas con plantaciones agroforestales. Pucallpa, PE, Pro Naturaleza. 30 diapositivas.
- De los Ángeles, P. 2007. Diseño de un parque municipal en Santa Cruz de los Céspedes - Anexo 4: Estudio Edafológico. ES. 12 p.
- Egg, V. 2011. Evaluación técnico económica del cardamomo *Elettaria cardamomum* con fines de producción bajo sombra de especies forestales en Villa Rica. Tesis Ing. Forestal. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina. 89 p.
- Enriquez, G. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. CR, Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza. 240 p.
- Estrada, R. 1996. Estudio comparativo de dos modelos estadísticos para tabla de volumen comercial de *Guazuma crinita* Mart. (bolaina blanca) en la zona de San Alejandro. Tesis Ing. Forestal. Pucallpa, PE, Universidad Nacional de Ucayali. s.p.
- FAO (Food and Agriculture Organization, IT). 2004. Actualización de la evaluación de los recursos forestales mundiales a 2005: Términos y definiciones. Roma, IT. 36 p.
- Falcón, G. 2015. Precios de compra del cacao en baba (entrevista). Tingo María, PE, Asociación de Productores del Alto Huallaga.

- Fonseca, W; Alice, F; Rey, J. 2009. Modelos para estimar la biomasa de especies nativas en plantaciones y bosques secundarios en la zona Caribe de Costa Rica. *Bosque* 30(1): 36-47.
- Gibbon, A; Hayward, J; Baroody, J. 2009. Lineamientos para el diseño de proyectos de carbono en cafetales usando la metodología agroforestal simplificada. US, Climate Initiative, Rainforest Alliance. 83 p.
- Gómez, A; Ramos, G. s.f. Polinización dirigida en cacao. VE. 21 diapositivas.
- Gómez, R; García, R; Tong, F; Gonzáles, C. 2014. Paquete tecnológico del cultivo del cacao de fino aroma. PE, UNODC-DEVIDA. 66 p.
- 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*. no. 17: 47-58.
- Hernández, I. 2001. Producción y procesamiento del cacao. Trabajo profesional Ing. en Industrias Alimentarias. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina. 44 p.
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, PE). 2006. Estrategia Regional de la Diversidad Biológica de Ucayali. Iquitos, PE, Proyecto BIODAMAZ. 145 p.
- _____. 2009. Evaluación económica de parcelas de regeneración natural y plantaciones de bolaina blanca, *Guazuma crinita*, en el departamento de Ucayali. Iquitos, PE. 54 p.
- _____. 2013. Síntesis de Gestión 2006-2012. Iquitos, PE. 135 p.
- IPADE (Instituto para el Desarrollo y la Democracia, NI). 2007. Aprendiendo a injertar cacao. NI. 16 p.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, CH). 2006. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero – Capítulo 4: Tierras forestales. CH. 93 p.
- Iturrios, J. 2014. El negocio del cacao: ¿Cuánto se puede ganar con este cultivo? (en línea). Consultado 5 feb. 2015. Disponible en <http://elcomercio.pe/economia/negocios/negocio-cacao-cuanto-se-puede-ganar-este-cultivo-noticia-1759140>

- Larrea, G. 2007. Determinación de las reservas de carbono en la biomasa aérea de combinaciones agroforestales de *Theobroma cacao* L. y determinación de la ecuación alométrica para el cacao. Tesis Ing. Ambiental. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina. 146 p.
- La Torre, E. 2012. Sistemas agroforestales en selva. Criterios de producción sostenible. PE, DESCO, Programa de Selva Central. 64 p.
- Leguía, E; Soudre, M; Rognitz, M. 2010. Predicción y evaluación del impacto del cambio climático sobre los sistemas agroforestales en la amazonía peruana y andina ecuatoriana. PE, IIAP-ICRAF. 70 p.
- M&O Consulting S.A.C. 2008. Estudio de caracterización del potencial genético del cacao en el Perú. PE, Proyecto de Cooperación UE-Perú. 152 p.
- Martínez, M. 2005. Contribución económica del componente forestal en diferentes tipos de fincas cafetaleras en la bocacosta pacífica de Guatemala. Tesis M. Sc., Agroforestería Tropical. CR, CATIE. 132 p.
- Maruyama, E; Cabrera, F; Angulo, W. 1987. Técnicas de establecimiento de plantaciones forestales en la zona de Alexander Von Humboldt: Documento de trabajo número 2. Lima, PE, Centro Forestal y de Fauna XII. 51 p.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, PE). 2015. Series históricas de producción agrícola – Compendio estadístico (en línea). Consultado 21 may. 2015. Disponible en http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consulta_cult
- MINAM (Ministerio del Ambiente, PE). 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. PE. 350 p.
- Murillo, O; Camacho, P. 1997. Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales recién establecidas. *Agronomía Costarricense* 21(2): 189-206.
- _____; Badilla, Y; Morales, M. 2011. Método de inventario para plantaciones pequeñas. CR. 16 p.
- Palomino, J; Barra, M. 2003. Especies forestales nativas con potencial para reforestación en la provincia de Oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad. PE, Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza. 104 p.

- Paredes, M. 2003. Manual de cultivo del cacao. PE, Ministerio de Agricultura, Programa para el Desarrollo de la Amazonía. 100 p.
- _____. 2008. Clones promisorios de cacao peruano. PE. 71 p.
- _____. 2015. El horizonte de la productividad agroforestal: Cacao. PE. 146 p.
- 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. no. 19: 69-77.
- Pavón, A. 2003. Instalación de riego por goteo en una parcela de maíz - Anexo 3: Análisis de suelo. ES. 8 p.
- Prieto, A; Díaz, L; Hernando, A. 1998. Valoración de montes arbolados. CT/Catastro. no. 33: 65-82.
- PROAMAZONÍA (Programa para el Desarrollo de la Amazonía, PE). 2003. Caracterización de las zonas productoras de cacao en el Perú y su competitividad. PE, Ministerio de Agricultura. 207 p.
- Putzel, L; Cronkleton, P; Larson, A; Pinedo-Vásquez, M; Salazar, O; Sears, R. 2013. Producción y comercialización de bolaina (*Guazuma crinita*), una especie amazónica de rápido crecimiento: Un llamado a la adopción de un marco de políticas que apoye los medios de vida. Boletín Brief – CIFOR. no. 25: 1-6.
- 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. no. 6: 151-163.
- _____; Ara, M. 1995. Manejo de follaje en trasplante tardío para prendimiento de cuatro especies forestales en condiciones de campo abierto. Folia Amazónica. 7 (1-2): 129-139.
- Revilla, J. 2015. Determinar la viabilidad económica de plantaciones demostrativas de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.) proyectada al año seis en diferentes condiciones de sitio en la cuenca del Río Aguaytía, Ucayali – Perú. Tesis M. Sc., Gestión de Bosques y Recursos Forestales. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina. 205 p.

- _____; Domínguez, G. 2015. Modelo alométrico de biomasa de árboles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.) en plantaciones demostrativas en la cuenca del río Aguatía. En prensa.
- 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, PE. 509 p.
- Rugnitz, M.; Chacón, M.; Porro, R. 2009. Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales. Lima, PE, ICRAF. 79 p.
- Samaniego, D. 2009. Estimación de la cantidad de carbono capturado por *Guazuma crinita* en una plantación de ocho años en Ucayali. Tesis Ing. Forestal. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina. 95 p.
- SERNANP (Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado, PE). 2012. Parque Nacional Tingo María: Diagnóstico del proceso de elaboración del Plan Maestro 2012-2017. PE. 82 p.
- Somarriba, E. 2002. Estimación visual de la sombra en cacaotales y cafetales. Agroforestería en las Américas. 9(35-36): 86-94.
- Soudre, M; Saldaña, W.; Fasabi, L.; Alegre, J. 2007. Transferencia tecnológica en plantaciones y manejo de bosques aluviales en Ucayali. Iquitos, PE, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Memoria Institucional 2016: 33-34.
- 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.
- Thienhaus, S. 1992. Diagnóstico nacional del cultivo de cacao en Nicaragua. CR, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 72 p.
- Thompson, L; Troeh, F. 2002. Los suelos y su fertilidad. 4 ed. ES. 657 p.
- Torres, J; Tenorio, A; Gómez, A (Ed.). 2008. Agroforestería: una estrategia de adaptación al cambio climático. PE, Soluciones Prácticas-ITDG. 124 p.
- Vidaurre, H. 1992. Silvicultura y manejo de *Guazuma crinita* Mart. Pucallpa, PE, INIAA, Programa de Suelos Tropicales. 26 p.

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. PE, World Agroforestry Centre. 193 p.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1

PRODUCCIÓN (T) DE CACAO SECO EN LOS SEIS DEPARTAMENTOS DE MAYOR PRODUCCIÓN

Años	SAN MARTIN	CUZCO	JUNIN	AYACUCHO	AMAZONAS	UCAYALI	TOTAL NACIONAL
2003	2494	6182	3026	5722	3357	346	24214
2004	2704	6708	3352	5997	3349	548	25920
2005	2975	6698	3571	5603	2642	556	25257
2006	5992	7638	4045	5834	3929	827	31676
2007	8411	5732	3986	6359	2729	775	31388
2008	10643	6837	4057	6313	2136	820	34005
2009	12440	6743	4036	6286	2858	924	36804
2010	21000	7192	4440	6263	2788	1032	46613
2011	25817	8083	6178	6180	4275	1598	56500
2012	26737	9227	7557	6186	4484	2568	62492
2013	32126	10351	9835	6188	4269	2888	71838

FUENTE: MINAGRI (2015)

ANEXO 2

RENDIMIENTO (KG/HA/AÑO) DE CACAO SECO EN LOS SEIS DEPARTAMENTOS DE MAYOR RENDIMIENTO

Años	LA LIBERTAD	TUMBES	PASCO	SAN MARTIN	UCAYALI	CAJAMARCA	PROMEDIO NACIONAL
2003	730	1283	840	647	885	555	682,63
2004	677	1075	799	641	897	516	708,75
2005	800	1013	807	702	916	634	697,63
2006	869	889	800	732	1196	774	724,69
2007	761	1088	890	780	861	799	691,06
2008	893	861	770	804	893	813	653,06
2009	1134	1211	759	793	945	805	707,69
2010	1160	1202	966	856	910	820	745,44
2011	1240	947	704	891	862	819	740,81
2012	1247	1146	1515	921	865	848	820,25
2013	1305	1052	996	927	923	842	767,88

FUENTE: MINAGRI (2015)

ANEXO 3

PRODUCCIÓN (T) DE CACAO SECO EN HUÁNUCO

<i>Años</i>	<i>Producción (t)</i>
2003	1925
2004	2020
2005	1977
2006	1915
2007	1736
2008	1604
2009	1710
2010	1840
2011	2092
2012	2463
2013	2744

FUENTE: MINAGRI (2015)

ANEXO 4

RENDIMIENTO (KG/HA) DE CACAO SECO EN HUÁNUCO

<i>Años</i>	<i>Rendimiento (kg/ha)</i>
2003	449
2004	447
2005	460
2006	504
2007	469
2008	471
2009	476
2010	480
2011	498
2012	516
2013	530

FUENTE: MINAGRI (2015)

ANEXO 5

PRECIO EN CHACRA (PEN/KG) DE CACAO EN HUÁNUCO

<i>Años</i>	<i>Precio (PEN/kg)</i>
2003	4,77
2004	3,93
2005	3,98
2006	3,96
2007	5,92
2008	6,14
2009	4,78
2010	6,83
2011	6,88
2012	5,14
2013	5,10

FUENTE: MINAGRI (2015)

ANEXO 6

RESUMEN DEL MÉTODO DE MUESTREO DE MURILLO *ET AL.* (2011)

MÉTODO DE INVENTARIO PARA PLANTACIONES PEQUEÑAS

Resumen

Las plantaciones pequeñas, los lotes pequeños dentro de fincas y los sistemas agroforestales generan un problema de muestreo, débilmente atendido dentro del esquema del inventario forestal tradicional. Por tanto, la unidad muestral debe ser redefinida, de modo que permita capturar información representativa de la masa forestal, a bajo costo y con un error de muestreo bajo. Con base en plantaciones censadas de distintos tipos, con y sin raleos, de edad avanzada y con grandes claros internos, se validó un método de muestreo basado en árboles individuales. Se construyó un programa que permitió simular 1000 posibles inicios aleatorios de muestreo en plantaciones censadas, donde se determinó la calidad del inventario con una intensidad de 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3%, 3,5%, 4%, 4,5% y 5% de los árboles en pie. La calidad del inventario se determinó con base en el desvío o error en porcentaje del valor conocido poblacional. Como parámetros se evaluó la magnitud del error en la estimación del promedio, desviación estándar y el error máximo de estimación del DAP, G, mortalidad y sobrevivencia. Así también se revisó la estimación del diámetro máximo, mínimo y la distribución diamétrica. Los resultados indican que con un 3% de los árboles en pie se obtiene suficiente representatividad de la masa forestal. En campo, se inicia con un árbol aleatorio y sistemáticamente se muestrea cada 25avo (4%) ó 33avo (3%) árbol en pie. En cada árbol incluido se contabiliza los vecinos inmediatos presentes a su alrededor, que conforman una parcela imaginaria y un factor de corrección para estimación de área y sobrevivencia. Se describe como el método también permite estimar el área efectiva y neta plantada del lote. Se incluye una variante con muestreo de tres líneas simultáneas, que reduce el tiempo de inventario en cuatro veces.

ANEXO 7

RESUMEN DEL MÉTODO ESTIMACIÓN DE SOMBRA DE SOMARRIBA (2002)

ESTIMACIÓN VISUAL DE LA SOMBRA EN CACAOTALES Y CAFETALES

Resumen

Es importante contar con un método rápido, barato y confiable para estimar la cantidad de sombra, evaluar el estado de la plantación y planificar las actividades correctivas necesarias. En este artículo se presenta un método para estimar visualmente el porcentaje de sombra de cafetales y cacaotales.

a) Estimación del porcentaje de sombra que recibe un cultivo

- Es necesario tomar cuatro medidas básicas:
- El área total de la plantación o parcela de muestreo (at)
- El número de árboles (n) en at
- El diámetro de copa promedio (d) o los diámetros de copa de cada árbol (di)
- La oclusión promedio de las copas (o) o la oclusión de la copa de cada árbol (oi).

b) Algoritmo de cálculo

- Con el diámetro de copa (d o di) calculamos el área de proyección vertical de la copa (a o ai) suponiendo una forma circular [$a = d^2 * \left(\frac{\pi}{4}\right)$].
- Ajustamos el área de proyección de copa con el factor de oclusión de la copa (o u oi) para estimar el área “tapada” por árbol (p.ej.: $a*o$).
- Estimamos la superficie tapada en toda la plantación o parcela de muestreo (b) expandiendo el área por árbol a toda la población arbórea ($b=n*a*o$).
- Dividimos el área tapada “b” entre el área total de la plantación o parcela (ai) y lo expresamos en porcentaje (p.ej.: $100*(b/ai)$)

ANEXO 8

INFORMACIÓN DETALLADA DEL MUESTREO DE CACAO

No. de plantas de cacao sembradas (espaciamiento 2x3) por 1 ha: 1667

No. de plantas de cacao en el área total (3 ha): 5001

No. de plantas para el muestreo: 3% (Murillo et al., 2011): 150

No.	Distancia (m)	Ángulo			Altura total (m)	Diámetro de copa (dc)			Estado fitosanitario
		Grados	Minutos	Ángulo (grados)		d1	d2	dc (m)	
1	2,3	26		26,00	2,44	1,8	1,8	1,80	1
2	1,7	37	30	37,50	2,60	1,8	2,1	1,95	2
3	1,8	34		34,00	2,51	3	1,5	2,25	1
4	1,8	26	20	26,33	2,19	1,8	2,4	2,10	1
5	1,8	40	30	40,50	2,84	1,2	2,1	1,65	1
6	1,8	35	20	35,33	2,58	2,4	3,3	2,85	2
7	1,7	29	50	29,83	2,27	2,4	1,5	1,95	1
8	2,7	35		35,00	3,18	2,7	1,5	2,10	1
9	1,8	28		28,00	2,26	1,8	2,4	2,10	1
10	2,2	39	40	39,67	3,09	1,8	3	2,40	1
11	3,1	32	50	32,83	3,27	3,3	2,7	3,00	1
12	1,8	39	10	39,17	2,77	3	3	3,00	1
13	1,8	35	20	35,33	2,58	2,4	2,1	2,25	1
14	3,0	35	40	35,67	3,45	3,6	2,4	3,00	3
15	3,0	37	50	37,83	3,63	2,4	2,4	2,40	2
16	3,0	36		36,00	3,48	2,7	2,1	2,40	1
17	3,6	29		29,00	3,30	2,4	2,7	2,55	1
18	3,0	35		35,00	3,38	3	2,4	2,70	1
19	2,3	26		26,00	2,44	2,4	2,4	2,40	2
20	2,8	33		33,00	3,10	1,8	2,4	2,10	2
21	2,8	22	10	22,17	2,45	2,7	1,8	2,25	1
22	3,2	25		25,00	2,81	3	3	3,00	2
23	3,2	24	10	24,17	2,76	1,8	2,4	2,10	1
24	3,0	21	40	21,67	2,49	3	3,6	3,30	2
25	3,2	20	40	20,67	2,52	2,7	2,4	2,55	1
26	3,2	23	20	23,33	2,68	3,6	2,4	3,00	1
27	3,0	23	30	23,50	2,60	2,7	1,5	2,10	1
28	2,8	17	20	17,33	2,16	1,8	3	2,40	1
29	3,2	26	50	26,83	2,94	2,7	2,4	2,55	1
30	2,8	23	20	23,33	2,49	2,4	3,6	3,00	1

Continuación

No.	Distancia (m)	Ángulo			Altura total (m)	Diámetro de copa (dc)			Estado fitosanitario
		Grados	Minutos	Ángulo (grados)		d1	d2	dc (m)	
31	2,8	26	20	26,33	2,67	3	3	3,00	1
32	3,2	33		33,00	3,40	3	3	3,00	1
33	3,5	24	20	24,33	2,88	2,1	2,1	2,10	3
34	4,2	16	10	16,17	2,53	3,6	3	3,30	2
35	4,2	18	50	18,83	2,75	2,1	3,6	2,85	1
36	4,4	13	30	13,50	2,35	3	2,7	2,85	1
37	3,8	19	10	19,17	2,64	3,6	3	3,30	2
38	2,7	15	50	15,83	2,06	3,6	2,4	3,00	1
39	3,5	15		15,00	2,24	2,4	3	2,70	1
40	3,2	20		20,00	2,46	3	3,6	3,30	1
41	3,3	29	50	29,83	3,20	3,6	3	3,30	1
42	2,2	21	20	21,33	2,14	2,4	3,9	3,15	1
43	2,7	18	20	18,33	2,19	3,6	3,6	3,60	1
44	2,8	23		23,00	2,50	3	3	3,00	2
45	2,8	21	10	21,17	2,40	3,6	1,8	2,70	1
46	2,7	15	50	15,83	2,06	2,7	1,2	1,95	1
47	2,2	22		22,00	2,17	1,8	2,4	2,10	1
48	2,3	28		28,00	2,55	3	2,1	2,55	2
49	3,3	18	50	18,83	2,43	1,8	2,4	2,10	1
50	2,5	18	20	18,33	2,12	1,8	3,6	2,70	1
51	3,0	23	40	23,67	2,61	2,4	2,7	2,55	1
52	3,1	24,0		24,00	2,68	2,3	1,5	1,90	1
53	2,4	23,0	40	23,67	2,35	3,3	1,7	2,50	1
54	2,5	39	10	39,17	3,34	2,7	3,2	2,95	1
55	3,8	29,0	30	29,50	3,45	3,4	1,5	2,45	1
56	2,7	34	30	34,50	3,16	3,5	3,5	3,50	1
57	1,8	45	10	45,17	3,11	3,3	3,4	3,35	1
58	3,8	20		20,00	2,68	3,4	3,4	3,40	2
59	4,2	15	10	15,17	2,44	1,7	3,2	2,45	1
60	3,7	27	50	27,83	3,25	3,0	3,4	3,20	1
61	3,0	29	10	29,17	2,97	1,7	2,2	1,95	1
62	2,3	33	30	33,50	2,82	1,7	2,8	2,25	1
63	2,0	23	20	23,33	2,16	2,5	2,0	2,25	2
64	3,0	25	40	25,67	2,74	2,4	3,0	2,70	1
65	1,9	28	40	28,67	2,34	2,9	3,9	3,40	1
66	3,9	12	30	12,50	2,16	3,4	2,5	2,95	1

Continuación

No.	Distancia (m)	Ángulo			Altura total (m)	Diámetro de copa (dc)			Estado fitosanitario
		Grados	Minutos	Ángulo (grados)		d1	d2	dc (m)	
67	3,3	20	30	20,50	2,53	1,6	3,3	2,45	1
68	2,8	35	50	35,83	3,32	3,0	2,6	2,80	1
69	2,6	32	20	32,33	2,95	2,9	1,3	2,10	1
70	1,9	26		26,00	2,23	3,2	3,6	3,40	1
71	2,5	30	50	30,83	2,79	2,9	1,4	2,15	1
72	3,6	22		22,00	2,75	2,5	3,2	2,85	1
73	2,1	20	50	20,83	2,10	1,3	2,9	2,10	2
74	4,2	24	40	24,67	3,23	1,4	3,0	2,20	1
75	1,9	33	20	33,33	2,55	2,3	2,6	2,45	3
76	2,7	26	30	26,50	2,65	1,3	2,2	1,75	2
77	2,1	32	30	32,50	2,64	3,5	2,6	3,05	2
78	2,8	30	30	30,50	2,95	3,3	3,0	3,15	1
79	3,5	21	50	21,83	2,70	2,9	1,3	2,10	1
80	1,8	48	50	48,83	3,36	2,6	3,4	3,00	1
81	2,6	19	50	19,83	2,24	2,5	3,1	2,80	1
82	2,3	40		40,00	3,23	3,6	2,1	2,85	1
83	4,0	18	30	18,50	2,64	1,8	2,1	1,95	1
84	2,7	37	20	37,33	3,36	3,1	1,6	2,35	1
85	2,4	25		25,00	2,42	2,3	3,3	2,80	1
86	4,2	13	50	13,83	2,33	1,6	2,2	1,90	1
87	2,6	21	30	21,50	2,32	1,6	2,7	2,15	1
88	1,9	32	10	32,17	2,49	2,1	2,1	2,10	1
89	1,7	48	50	48,83	3,24	3,2	1,9	2,55	1
90	3,8	30	20	30,33	3,52	3,3	3,6	3,45	1
91	4,0	26	40	26,67	3,31	3,3	3,2	3,25	2
92	2,6	34		34,00	3,05	2,8	3,0	2,90	1
93	2,1	24	50	24,83	2,27	3,2	3,2	3,20	2
94	1,9	41		41,00	2,95	1,7	1,4	1,55	1
95	3,4	21	10	21,17	2,62	2,2	3,8	3,00	1
96	2,6	33		33,00	2,99	1,7	2,2	1,95	1
97	4,0	26	30	26,50	3,29	3,1	2,0	2,55	1
98	2,0	36		36,00	2,75	3,4	2,7	3,05	1
99	3,9	24	30	24,50	3,08	2,0	3,8	2,90	1
100	2,4	38	10	38,17	3,19	1,6	2,2	1,90	2
101	1,8	44	40	44,67	3,08	2,8	2,5	2,65	1
102	2,6	18	10	18,17	2,15	2,8	2,8	2,80	2

Continuación

No.	Distancia (m)	Ángulo			Altura total (m)	Diámetro de copa (dc)			Estado fitosanitario
		Grados	Minutos	Ángulo (grados)		d1	d2	dc (m)	
103	2,6	33	50	33,83	3,04	3,4	2,2	2,80	1
104	1,9	27	10	27,17	2,28	1,5	2,2	1,85	1
105	4,0	22	10	22,17	2,93	1,7	3,5	2,60	1
106	2,7	17	30	17,50	2,15	1,7	2,0	1,85	1
107	3,6	32	30	32,50	3,59	3,2	3,2	3,20	1
108	2,0	40	10	40,17	2,99	3,3	2,2	2,75	1
109	2,5	37	40	37,67	3,23	2,9	3,2	3,05	1
110	1,9	27		27,00	2,27	1,5	2,7	2,10	1
111	2,2	28	30	28,50	2,49	3,5	1,5	2,50	1
112	3,3	28	20	28,33	3,08	3,5	3,7	3,60	1
113	2,6	27		27,00	2,62	2,0	3,4	2,70	1
114	4,0	19	20	19,33	2,70	2,7	2,9	2,80	2
115	2,1	39	50	39,83	3,05	1,3	3,6	2,45	1
116	2,8	19	30	19,50	2,29	1,8	1,9	1,85	2
117	4,3	20	10	20,17	2,88	1,3	1,8	1,55	2
118	2,3	21	50	21,83	2,22	3,1	2,3	2,70	1
119	1,9	42	50	42,83	3,06	3,0	2,1	2,55	1
120	2,4	40		40,00	3,31	1,9	3,7	2,80	1
121	3,4	22	50	22,83	2,73	3,4	1,7	2,55	1
122	3,3	26	50	26,83	2,97	1,3	2,6	1,95	1
123	3,1	23	50	23,83	2,67	3,0	3,4	3,20	1
124	2,4	42		42,00	3,46	2,1	1,7	1,90	1
125	2,2	23	30	23,50	2,26	3,5	2,1	2,80	3
126	2,5	20	40	20,67	2,24	3,5	2,0	2,75	2
127	3,2	28		28,00	3,00	1,9	3,1	2,50	2
128	2,0	25	40	25,67	2,26	3,3	2,3	2,80	1
129	4,2	28	10	28,17	3,55	1,8	2,6	2,20	1
130	3,5	23		23,00	2,79	1,6	1,3	1,45	1
131	3,1	25		25,00	2,75	3,1	2,1	2,60	1
132	2,2	36	30	36,50	2,93	1,6	2,4	2,00	2
133	4,1	14	20	14,33	2,35	1,6	1,3	1,45	1
134	2,8	35	10	35,17	3,27	3,3	2,3	2,80	1
135	2,8	37	50	37,83	3,47	3,2	2,9	3,05	1
136	4,2	11	20	11,33	2,14	2,6	2,4	2,50	1
137	2,8	25	40	25,67	2,65	2,3	3,5	2,90	1

Continuación

No.	Distancia (m)	Ángulo			Altura total (m)	Diámetro de copa (dc)			Estado fitosanitario
		Grados	Minutos	Ángulo (grados)		d1	d2	dc (m)	
138	1,9	28		28,00	2,31	3,2	3,4	3,30	3
139	2,5	27	10	27,17	2,58	3,6	2,4	3,00	1
140	2,0	28	50	28,83	2,40	3,5	3,9	3,70	1
141	2,2	33		33,00	2,73	3,4	1,7	2,55	1
142	1,9	46	40	46,67	3,31	2,8	1,6	2,20	1
143	3,6	32	10	32,17	3,56	2,3	2,8	2,55	1
144	3,5	25	40	25,67	2,98	2,0	3,9	2,95	1
145	3,4	23	20	23,33	2,77	1,6	2,6	2,10	1
146	1,8	27	30	27,50	2,24	3,1	2,5	2,80	2
147	4,0	11		11,00	2,08	2,8	2,8	2,80	2
148	2,6	19	30	19,50	2,22	2,4	2,3	2,35	1
149	3,5	18		18,00	2,44	2,6	1,5	2,05	1
150	3,4	16	50	16,83	2,33	1,4	2,9	2,15	1
ANÁLISIS ESTADÍSTICO									
1	Altura total	Promedio (m)				2,73			
		Varianza				0,18			
		Desviación estándar				0,42			
		Error estándar				0,03			
		Mínimo				2,06			
		Máximo				3,63			
2	Diámetro de copa	Promedio (m)				2,58			
		Varianza				0,25			
		Desviación estándar				0,50			
		Error estándar				0,04			
		Mínimo				1,45			
		Máximo				3,70			
3	Estado fitosanitario	Clasificación			Cantidad	%			
		1			117	78,00			
		2			28	18,67			
		3			5	3,33			

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 9

INFORMACIÓN DETALLADA DEL MUESTREO DE BOLAINA

No. de plantas de cacao sembradas (espaciamiento 3x6) por 1 ha: 556

No. de plantas de cacao en el área total (3 ha): 1667

No. de plantas para el muestreo: 5% (Murillo et al., 2011): 84

No.	DAP			Dist. (m)	Ángulo Alt. com. (grados)	Alt. com. (m)	Ángulo Alt. tot. (grados)	Alt. tot. (m)	Calidad del fuste	Diámetro de copa			Oclusión de la copa (%)
	1 (cm)	2 (cm)	Prom. (m)							Eje 1 (m)	Eje 2 (m)	Prom. (m)	
1	29,6	28	0,29	10,80	37,67	9,64	43,33	11,49	1	7,51	8,58	8,04	80%
2	25,9	26,5	0,26	16,97	43,17	17,22	45,17	18,37	1	7,87	3,93	5,90	75%
3	24,6	25,2	0,25	16,38	53,33	23,30	59,67	29,29	1	8,94	3,58	6,26	60%
4	27	25,5	0,26	15,78	45,00	17,08	56,00	24,70	2	7,15	4,29	5,72	50%
5	30,5	27,7	0,29	16,48	34,17	12,48	48,00	19,60	2	5,72	3,93	4,83	50%
6	21	26,2	0,24	19,21	34,33	14,42	44,50	20,18	1	7,15	5,01	6,08	50%
7	26,5	29,2	0,28	17,28	35,50	13,62	56,33	27,24	3	5,36	5,01	5,18	45%
8	30,5	33	0,32	23,43	38,00	19,61	49,00	28,25	2	5,01	4,29	4,65	65%
9	26,1	31	0,29	24,78	37,00	19,97	51,00	31,90	2	5,72	5,72	5,72	75%
10	28,7	27	0,28	16,21	40,67	15,23	55,50	24,89	2	4,65	6,44	5,54	60%
11	19,1	25,5	0,22	12,07	37,33	10,51	64,00	26,06	2	6,08	5,01	5,54	60%
12	28,7	30,8	0,30	12,37	50,83	16,48	70,67	36,56	3	6,44	5,36	5,90	75%
13	25,6	29,7	0,28	12,53	57,50	20,97	71,50	38,74	3	8,94	4,65	6,79	50%
14	25,3	25,5	0,25	11,27	42,17	11,51	65,83	26,42	3	9,30	3,93	6,61	60%
15	19,8	22,1	0,21	13,48	39,33	12,35	58,83	23,59	2	7,15	5,72	6,44	55%
16	19,7	28,7	0,24	14,84	41,17	14,28	50,00	18,99	1	6,79	5,72	6,26	50%
17	24,6	24,7	0,25	17,18	40,50	15,97	55,50	26,30	2	7,87	6,44	7,15	55%
18	22,9	24,2	0,24	13,10	45,17	14,48	61,17	25,10	2	6,44	5,36	5,90	45%
19	22,1	24,4	0,23	10,18	56,50	16,68	70,50	30,05	2	7,15	3,22	5,18	55%
20	18,1	20,4	0,19	16,90	38,67	14,82	52,50	23,32	2	7,51	7,87	7,69	60%
21	23,8	22,2	0,23	18,97	42,83	18,89	56,83	30,33	2	8,22	5,01	6,61	55%
22	21,2	21,7	0,21	23,58	29,50	14,64	48,00	27,48	2	7,87	6,08	6,97	50%
23	18,7	19,9	0,19	16,71	23,67	8,63	44,00	17,44	2	7,87	5,01	6,44	70%
24	19	20	0,20	20,79	27,83	12,28	43,00	20,69	2	8,58	3,58	6,08	55%
25	21	20	0,21	26,79	18,33	10,18	29,00	16,15	1	6,08	4,65	5,36	60%
26	24,1	26,5	0,25	20,40	33,83	14,97	54,50	29,90	2	9,65	6,44	8,04	65%
27	22,5	23,1	0,23	14,65	43,83	15,36	57,17	24,00	2	7,87	6,08	6,97	65%
28	20,6	22,7	0,22	16,16	35,00	12,61	52,50	22,35	2	7,15	3,58	5,36	55%

Continuación

No.	DAP			Dist. (m)	Ángulo Alt. com. (grados)	Alt. com. (m)	Ángulo Alt. tot. (grados)	Alt. tot. (m)	Calidad del fuste	Diámetro de copa			Oclusión de la copa (%)
	1 (cm)	2 (cm)	Prom. (m)							Eje 1 (m)	Eje 2 (m)	Prom. (m)	
29	21,8	24,5	0,23	17,65	38,67	15,42	51,50	23,48	2	6,44	5,36	5,90	45%
30	24,4	25,4	0,25	16,24	46,67	18,52	61,50	31,22	2	6,79	3,58	5,18	50%
31	30	31,2	0,31	23,40	35,17	17,79	47,33	26,69	2	6,08	7,87	6,97	40%
32	25,5	25,6	0,26	12,61	37,50	10,98	57,50	21,10	2	6,44	5,72	6,08	45%
33	18,5	19,3	0,19	11,83	50,83	15,83	59,33	21,26	1	6,44	5,36	5,90	65%
34	19,6	19	0,19	14,31	36,00	11,70	45,17	15,70	1	7,15	5,01	6,08	60%
35	20,1	19,3	0,20	16,97	36,33	13,78	41,83	16,49	1	8,22	3,93	6,08	70%
36	25	22,1	0,24	13,21	45,17	14,59	60,33	24,50	2	7,51	4,65	6,08	50%
37	21,4	24	0,23	12,84	43,67	13,56	57,83	21,72	2	7,15	4,29	5,72	45%
38	18,8	20,1	0,19	13,92	39,00	12,57	42,17	13,90	1	5,36	5,01	5,18	50%
39	16,4	17,8	0,17	16,10	33,00	11,76	42,33	15,97	1	6,08	3,58	4,83	40%
40	20,9	22,2	0,22	20,44	39,50	18,15	52,17	27,61	2	8,94	3,58	6,26	60%
41	15,5	16,2	0,16	15,05	43,83	15,75	55,33	23,06	2	7,87	6,44	7,15	55%
42	27,6	23,9	0,26	17,07	37,67	14,47	51,17	22,50	2	7,87	3,93	5,90	55%
43	17,5	18,8	0,18	12,60	38,67	11,38	54,17	18,75	2	7,51	4,65	6,08	60%
44	24,2	23,3	0,24	14,12	40,00	13,15	54,33	20,98	2	7,15	5,01	6,08	45%
45	21,7	24,2	0,23	13,42	46,67	15,52	66,50	32,16	3	5,72	3,58	4,65	65%
46	19,1	18,4	0,19	15,43	40,17	14,32	55,67	23,89	2	5,01	4,29	4,65	55%
47	21,8	24,9	0,23	17,07	34,50	13,03	57,67	28,26	3	7,15	5,72	6,44	60%
48	19,2	18,9	0,19	10,50	48,50	13,16	60,33	19,73	1	9,30	6,08	7,69	65%
49	19,6	18,5	0,19	16,98	38,33	14,73	45,83	18,78	1	7,51	3,22	5,36	65%
50	14,8	15,1	0,15	11,21	43,50	11,94	59,17	20,08	2	6,44	5,36	5,90	35%
51	16,9	18,8	0,18	13,54	39,17	12,33	52,50	18,94	1	7,51	3,58	5,54	45%
52	19,3	21,4	0,20	15,98	39,83	14,63	50,83	20,91	1	5,36	6,44	5,90	50%
53	23,9	25,2	0,25	17,31	48,67	20,98	56,33	27,28	1	6,44	7,87	7,15	65%
54	27,7	33,7	0,31	31,88	30,83	20,33	37,00	25,33	1	4,65	8,22	6,44	50%
55	29,2	27	0,28	16,01	44,17	16,85	59,33	28,30	2	5,01	8,94	6,97	60%
56	28,3	29,3	0,29	17,25	49,83	21,73	60,83	32,20	2	8,94	4,65	6,79	70%
57	19,4	18,5	0,19	14,82	27,00	8,85	39,50	13,52	1	6,44	5,36	5,90	60%
58	18	19,7	0,19	16,14	38,83	14,30	46,83	18,51	1	5,72	5,72	5,72	75%
59	22,9	24,7	0,24	14,40	37,33	12,28	52,50	20,07	2	8,58	3,58	6,08	60%
60	19,6	21,2	0,20	18,09	31,33	12,31	42,17	17,69	1	7,51	5,01	6,26	65%
61	20	20,1	0,20	12,94	34,17	10,08	48,50	15,93	1	5,01	6,44	5,72	50%
62	26	26,3	0,26	24,74	25,00	12,84	30,50	15,87	1	7,15	5,36	6,26	55%

Continuación

No.	DAP			Dist. (m)	Ángulo Alt. com. (grados)	Alt. com. (m)	Ángulo Alt. tot. (grados)	Alt. tot. (m)	Calidad del fuste	Diámetro de copa			Oclusión de la copa (%)
	1 (cm)	2 (cm)	Prom. (m)							Eje 1 (m)	Eje 2 (m)	Prom. (m)	
63	20,7	21,9	0,21	13,95	39,17	12,66	48,33	16,97	1	6,08	7,87	6,97	45%
64	22,5	25,9	0,24	14,51	45,67	16,15	60,00	26,44	2	8,58	4,65	6,61	50%
65	21,4	21,6	0,22	14,01	42,50	14,14	52,50	19,55	1	8,22	3,58	5,90	60%
66	18,4	19,3	0,19	13,56	42,33	13,65	51,83	18,55	1	7,15	3,58	5,36	65%
67	22,6	23,5	0,23	16,50	38,83	14,58	49,17	20,39	1	6,44	5,36	5,90	60%
68	23	24,9	0,24	18,79	34,50	14,22	48,33	22,42	2	4,65	6,44	5,54	65%
69	22,1	22,5	0,22	18,71	33,67	13,76	39,17	16,54	1	7,87	6,08	6,97	50%
70	20,9	21,7	0,21	18,12	35,00	13,99	41,50	17,33	1	7,87	5,01	6,44	40%
71	25,1	22,2	0,24	22,16	35,00	16,82	43,83	22,58	1	6,79	5,72	6,26	55%
72	25,1	24,8	0,25	14,50	36,50	12,03	57,33	23,91	2	6,44	5,36	5,90	50%
73	22,9	24,6	0,24	18,79	36,50	15,21	50,33	23,96	2	6,08	4,65	5,36	50%
74	26,7	29,1	0,28	16,91	27,00	9,91	48,67	20,52	2	9,65	6,44	8,04	50%
75	22,1	23,6	0,23	15,00	25,83	8,56	41,17	14,42	1	7,51	7,87	7,69	45%
76	17,3	18,8	0,18	15,60	37,17	13,13	47,00	18,03	1	6,44	5,72	6,08	55%
77	23,7	23,9	0,24	17,44	26,50	10,00	47,33	20,22	2	6,79	3,58	5,18	75%
78	26,4	26,6	0,27	24,66	26,33	13,51	36,17	19,33	1	7,87	5,01	6,44	45%
79	23,2	24,1	0,24	16,90	37,33	14,19	47,67	19,85	1	6,44	6,08	6,26	45%
80	19,6	23,3	0,21	17,17	33,00	12,45	39,33	15,37	1	7,15	5,01	6,08	40%
81	23,2	24,9	0,24	11,83	39,83	11,17	56,00	18,84	2	9,30	3,93	6,61	50%
82	14	14,2	0,14	12,34	36,00	10,27	48,00	15,01	1	8,58	3,93	6,26	55%
83	22,5	24,6	0,24	16,20	39,82	14,81	50,15	20,71	1	6,44	5,36	5,90	60%
84	24	25,8	0,25	17,07	38,78	15,01	48,20	20,39	1	7,15	7,15	7,15	60%
Cálculo del % sombra del dosel en toda la plantación					A.	Tamaño de la plantación					3,00	ha	
					B.	Diámetro de copa promedio					6,15	m	
					C.	Área de proyección					29,75	m ²	
					D.	Oclusión promedio					56,01	%	
					E.	Área bloqueada por árbol					16,66	m ²	
					F.	% Sombra dosel					30,55	%	
ANÁLISIS ESTADÍSTICO													
1	DAP				Promedio (m)							0,230	
					Varianza							0,001	
					Desviación estándar							0,037	
					Error estándar							0,004	
					Mínimo							0,141	

Continuación

ANÁLISIS ESTADÍSTICO				
1	DAP	Máximo	0,318	
2	Altura comercial	Promedio (m)	14,262	
		Varianza	9,300	
		Desviación estándar	3,050	
		Error estándar	0,333	
		Mínimo	8,562	
		Máximo	23,298	
3	Altura total	Promedio (m)	22,299	
		Varianza	29,049	
		Desviación estándar	5,390	
		Error estándar	0,588	
		Mínimo	11,489	
		Máximo	38,743	
4	Calidad del fuste	Clasificación	Cantidad	%
		1	37	44,05
		2	41	48,81
		3	6	7,14
5	Oclusión de copa	Promedio	56,01%	
		Varianza	0,009	
		Desviación estándar	0,096	
		Error estándar	0,010	
		Mínimo	35%	
		Máximo	80%	

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 10

CÁLCULO DEL VOLUMEN COMERCIAL ACTUAL DE BOLAINA

No.	DAP promedio (m)	Altura comercial (m)	HT (m)	Volumen comercial (m3)
1	0,29	9,64	11,49	0,436
2	0,26	17,22	18,37	0,599
3	0,25	23,30	29,29	0,704
4	0,26	17,08	24,70	0,597
5	0,29	12,48	19,60	0,552
6	0,24	14,42	20,18	0,427
7	0,28	13,62	27,24	0,549
8	0,32	19,61	28,25	0,943
9	0,29	19,97	31,90	0,791
10	0,28	15,23	24,89	0,603
11	0,22	10,51	26,06	0,296
12	0,30	16,48	36,56	0,725
13	0,28	20,97	38,74	0,778
14	0,25	11,51	26,42	0,404
15	0,21	12,35	23,59	0,303
16	0,24	14,28	18,99	0,443
17	0,25	15,97	26,30	0,504
18	0,24	14,48	25,10	0,427
19	0,23	16,68	30,05	0,470
20	0,19	14,82	23,32	0,303
21	0,23	18,89	30,33	0,512
22	0,21	14,64	27,48	0,364
23	0,19	8,63	17,44	0,193
24	0,20	12,28	20,69	0,265
25	0,21	10,18	16,15	0,248
26	0,25	14,97	29,90	0,500
27	0,23	15,36	24,00	0,424
28	0,22	12,61	22,35	0,327
29	0,23	15,42	23,48	0,437
30	0,25	18,52	31,22	0,581
31	0,31	17,79	26,69	0,813
32	0,26	10,98	21,10	0,392
33	0,19	15,83	21,26	0,310
34	0,19	11,70	15,70	0,250
35	0,20	13,78	16,49	0,297
36	0,24	14,59	24,50	0,430
37	0,23	13,56	21,72	0,378
38	0,19	12,57	13,90	0,269

Continuación

No.	DAP promedio (m)	Altura comercial (m)	HT (m)	Volumen comercial (m3)
39	0,17	11,76	15,97	0,202
40	0,22	18,15	27,61	0,440
41	0,16	15,75	23,06	0,225
42	0,26	14,47	22,50	0,502
43	0,18	11,38	18,75	0,218
44	0,24	13,15	20,98	0,400
45	0,23	15,52	32,16	0,432
46	0,19	14,32	23,89	0,281
47	0,23	13,03	28,26	0,385
48	0,19	13,16	19,73	0,269
49	0,19	14,73	18,78	0,296
50	0,15	11,94	20,08	0,160
51	0,18	12,33	18,94	0,227
52	0,20	14,63	20,91	0,331
53	0,25	20,98	27,28	0,628
54	0,31	20,33	25,33	0,915
55	0,28	16,85	28,30	0,667
56	0,29	21,73	32,20	0,863
57	0,19	8,85	13,52	0,191
58	0,19	14,30	18,51	0,283
59	0,24	12,28	20,07	0,379
60	0,20	12,31	17,69	0,288
61	0,20	10,08	15,93	0,236
62	0,26	12,84	15,87	0,466
63	0,21	12,66	16,97	0,319
64	0,24	16,15	26,44	0,492
65	0,22	14,14	19,55	0,355
66	0,19	13,65	18,55	0,272
67	0,23	14,58	20,39	0,413
68	0,24	14,22	22,42	0,434
69	0,22	13,76	16,54	0,371
70	0,21	13,99	17,33	0,346
71	0,24	16,82	22,58	0,488
72	0,25	12,03	23,91	0,406
73	0,24	15,21	23,96	0,452
74	0,28	9,91	20,52	0,422
75	0,23	8,56	14,42	0,260
76	0,18	13,13	18,03	0,244

Continuación

No.	DAP promedio (m)	Altura comercial (m)	HT (m)	Volumen comercial (m3)
77	0,24	10,00	20,22	0,319
78	0,27	13,51	19,33	0,498
79	0,24	14,19	19,85	0,423
80	0,21	12,45	15,37	0,318
81	0,24	11,17	18,84	0,357
82	0,14	10,27	15,01	0,127
83	0,24	14,81	20,71	0,435
84	0,25	15,01	20,39	0,487
Total				35,37
Cálculo del volumen comercial actual de bolaina por hectárea				
A.	Volumen total evaluado en 3 ha		35,37	m3
B.	% árboles evaluados en la plantación		30,32	%
C.	Volumen actual en las 3 ha		116,63	m3
D.	Volumen actual/ha		38,88	m3

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 11

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y TAMAÑO DE LOS FRUTOS DE CACAO

<i>Rendimiento del cacao</i>	<i>Hectárea 1</i>	<i>Hectárea 2</i>	<i>Hectárea 3</i>	<i>Total</i>
No. árboles evaluados	52	61	45	158
No. frutos procesados	239	142	181	562
Peso de los frutos (kg)	97.54	46.65	60.04	204.23
Peso de cacao en baba (kg)	24.2	11.65	15.15	51
Número promedio de frutos/planta/cosecha				3.56
Peso promedio por fruto (kg)				0.36
Rendimiento promedio (%)				24.97
<i>Tamaño de los frutos de cacao</i>				
<i>No.</i>	<i>Largo (cm)</i>		<i>Circunferencia (cm)</i>	
1	24		29.5	
2	21		27.5	
3	25.5		33	
4	20.5		33	
5	23		28	
6	23		33	
7	20		34	
8	25		29.5	
9	24		29.5	
10	20		32	
11	20.5		32	
12	21		33	
13	19		23.5	
14	19		29.5	
15	21		26	
16	19.5		27	
17	19		25.5	
18	22		27	
19	16		30.4	
20	18		30.5	
21	19.5		27	
22	20		25.2	
23	20		27	
24	17.5		25.5	
25	17		31.3	
26	18		25	
27	19		27	
28	19		26	

Continuación

No.	Largo (cm)	Circunferencia (cm)
29	18	26.3
30	19	24.5
31	20	26.8
32	18	26
33	16	24.2
34	17.5	25
35	17	29.6
36	19	26
37	19	24.6
38	19	23.2
39	18	25
40	16	29
41	18	25.3
42	19	25
43	17	30.9
44	17.5	31
45	19	24.5
46	16.5	22.5
47	18	25.4
48	19	26.5
49	16.5	29.5
50	17	25.2
51	18	25.5
52	19	26.5
53	19	25.2
54	20	24.5
55	15	27
56	17	23.3
57	20	25.2
58	19	25
59	17	25
60	16	25
61	16.5	24
62	16.5	23.5
63	16	24
64	17	23
65	15	22.5
66	17	23.5

Continuación

No.	Largo (cm)	Circunferencia (cm)
67	17	23,5
68	16	24
69	13	26,5
70	16	22
71	16	19
72	15	23
73	16	22,7
74	16	24,7
75	15	23
76	16,5	23,5
77	14	22
78	16,5	20,5
79	14	23,5
80	14	22,2
81	13	24
82	17	22
83	15	24,2
84	13	22
85	12,5	22
86	12	21,9
87	13	22,5
88	13,5	21,5
89	16	22
90	15	25,8
91	15	21
92	13	24,5
93	12,5	21
94	16	21
95	16	21,5
96	11,5	23
97	15	23
98	15	25
99	15	26,2
100	11	23
101	12,5	20
102	15	21
103	17	24
104	14,5	19,6

Continuación

No.	Largo (cm)	Circunferencia (cm)
105	14	21,3
106	15	23,5
107	14	19
108	15	20,5
109	15	22,5
110	13	24
111	15	26
112	13	25
113	18	24,3
114	14	22,5
115	13	22,2
116	17	22,9
117	14	27
118	17	24
119	17	23
120	15	23,2
121	15	23,2
122	15,5	20
123	14,5	23,8
124	14	25,2
125	16,5	23
126	16	23,5
127	15	27,8
128	16	23
129	16,5	23,5
130	16	23,4
131	18,5	21
132	15,5	22,8
133	18,5	23,5
134	15	25
135	16	22,8
136	15,5	23,5
137	12,5	20,5
138	13	19,5
139	13	18,8
140	12	19,8
141	12	21
142	12	20

Continuación

No.	Largo (cm)	Circunferencia (cm)	
143	11	24,3	
144	13	19,5	
145	12	19,6	
146	12,5	19,7	
147	12	19	
148	12	19,5	
149	11,5	16,8	
150	11	21,7	
151	11	18	
152	11	18,5	
153	11	21,2	
154	11	17	
155	8,5	20	
156	8,5	17,3	
157	10	19	
Promedio	16,12	24,17	
ANÁLISIS ESTADÍSTICO			
1	Largo (cm)	Promedio (cm)	16,12
		Varianza	10,18
		Desviación estándar	3,19
		Error estándar	0,25
		Mínimo	8,5
		Máximo	25,5
2	Circunferencia (cm)	Promedio (cm)	24,17
		Varianza	12,26
		Desviación estándar	3,50
		Error estándar	0,28
		Mínimo	16,8
		Máximo	34,0

FUENTE: Elaboración propia

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELOS



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIGEO

Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fa@lamolina.edu.pe

Nº **008354**



ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE : ANA CRISTINA BECERRA SALAS
PROYECTO : Tesis Agroforestería
PROCEDENCIA : Fundo La Alborada - Tingo Maria
RESP. ANALISIS : Ing. Elizabeth Monterrey Porras
FECHA DE ANALISIS : La Molina, 19 de Agosto del 2015

Número de muestra	Lab.	Campo	CE ds / m Relación 1:1	Análisis Mecánico			pH	M.O.	P	K	CaCO ₃	Cationes Cambiables					
				Arena %	Limo %	Arcilla %						Relación 1:1	Ca**	Mg**	Na*	K	Al ³⁺ -H ⁺
8354	Suelo	Prof. 15-20 cm	0.22	41.86	37.78	20.36	5.94	2.11	45.00	32.00	-	14.50	8.50	0.47	0.09	0.05	0.13

Número de muestra		N
Lab.	Campo	(ppm)
8354	Suelo	0.17



LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO
 ING. ANTONIO ENRIQUE GUTIÉRREZ
 JEFE DEL LABORATORIO

ANEXO 13

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELOS

<i>Variable</i>	<i>Fuente</i>	<i>Valor</i>	<i>Interpretación</i>
pH	Rioja, citado por Pavón (2003)	< 4,5	Extremadamente ácido
		4,5 – 5,0	Muy fuertemente ácido
		5,1 – 5,5	Fuertemente ácido
		5,6 – 6,0	Medianamente ácido
		6,1 – 6,5	Ligeramente ácido
		6,6 – 7,3	Neutro
		7,4 – 7,8	Medianamente básico
		7,9 – 8,4	Moderadamente básico
		8,5 – 9,0	Ligeramente alcalino
		9,1 – 10,0	Alcalino
		> 10,0	Fuertemente alcalino
Materia orgánica (%)	Rioja, citado por Pavón (2003)	< 0,9	Muy bajo
		1,0 – 1,9	Bajo
		2,0 – 2,5	Normal
		2,6 – 3,5	Alto
		> 3,6	Muy alto
Nitrógeno (%)	De los Ángeles (2007)	< 0,05	Muy bajo
		0,05 – 0,08	Bajo
		0,08 – 0,10	Ligeramente bajo
		0,10 – 0,15	Normal
		0,15 – 0,18	Ligeramente alto
> 0,18	Alto		
Fósforo (ppm)	De los Ángeles (2007)	< 5	Pobre
		5 – 10	Medio
		> 10	Rico
Potasio (ppm)	De los Ángeles (2007)	< 50	Muy pobre
		50 – 100	Pobre
		100 – 150	Medio
		> 150	Rico

ANEXO 14

COSTOS OPERATIVOS DEL SISTEMA ACTUAL

Año	Concepto	Unid.	Cantidad (ha/año)	Costo unitario (PEN)	Sub total (PEN/ ha/ año)	Subtotal (PEN/ ha/ año)	
1	A. Gastos de cultivo					6625	
	Actividades varias (trabajadores fijos)	Salario	8	750	6000		
	Deshierbo	Jornal	2	25	50		
	Poda principal o general cacao	Jornal	5	25	125		
	Deschuponado	Jornal	4	25	100		
	Control fitosanitario	Jornal	5	25	125		
	Injerto de renovación (basal y lateral)	Jornal	2	25	50		
	Alineamiento para plátano, cacao y forestales	Jornal	2	25	50		
	Remoción de enfermedades y desbrote	Jornal	4	25	100		
	Injertos de recalce	Jornal	1	25	25		
	B. Mantenimiento de los cultivos						600
	Apertura hoyos cacao	Jornal	1	25	25		
	Apertura hoyos bolaina	Jornal	0,5	25	12,5		
	Instalación cacao	Jornal	1	25	25		
	Instalación de plátano	Jornal	1	25	25		
	Instalación bolaina	Jornal	0,5	25	12,5		
	Control fitosanitario	Jornal	4	25	100		
	Poda de formación bolaina	Jornal	3	25	75		
	Preparación y abonamiento	Jornal	8	25	200		
	Preparación y aplicación de abono foliar	Jornal	5	25	125		
	C. Insumos y materiales						1498
	Plantones de cacao	Unid.	50	1	50		
	Plantones forestales	Unid.	20	1	20		
	Hijuelos de plátano	Unid.	100	1	100		
	Varas Yemeras	Unid.	600	0,5	300		
	Abono orgánico	Saco	12	16,5	198		
	Abono foliar	l	45	1	45		
	Injertador	Unid.	1800	0,3	540		
	Azufre	kg	5	5	25		
	Sulfato de cobre	kg	5	13	65		
	Costales	Unid.	10	1,5	15		
	Cinta de embalaje	Unid.	1	25	25		
	Olla grande	Unid.	1	30	30		
	Cilindro	Unid.	1	25	25		
	Baldes	Unid.	10	6	60		
	D. Cosecha						2600

Continuación

Año	Concepto	Unid.	Cantidad (ha/ año)	Costo unitario (PEN)	Sub total (PEN/ ha/ año)	Subtotal (PEN/ ha/ año)
1	Cosecha de plátano	Jornal	2	25	50	
	Transporte racimos de plátano	Flete	1700	1,5	2550	
	E. Herramientas					707
	Machetes	Unid.	2	10	20	
	Pala recta	Unid.	1	22	22	
	Pala cuchara	Unid.	1	20	20	
	Carretilla	Unid.	2	120	240	
	Tijera de podar de una mano	Unid.	2	50	100	
	Tijera de podar de dos manos	Unid.	1	30	30	
	Cuchilla de injertar	Unid.	1	25	25	
	Cinta de embalaje plástico	Rollo	1	30	30	
	Bomba fumigadora	Unid.	1	180	180	
	Cilindro	Unid.	1	40	40	
	F. Asociación de Productores del Alto Huallaga					50
	Aporte	Anual	1	50	50	
				TOTAL	12080	
2	A. Gastos de cultivo					6700
	Actividades varias (trabajadores fijos)	Salario	8	750	6000	
	Deshierbo	Jornal	2	25	50	
	Poda principal o general	Jornal	5	25	125	
	Deschuponado	Jornal	4	25	100	
	Control fitosanitario	Jornal	5	25	125	
	Injerto de renovación (basal y lateral)	Jornal	2	25	50	
	Recalce cacao	Jornal	5	25	125	
	Remoción de enfermedades y desbrote	Jornal	4	25	100	
	Injertos de recalce	Jornal	1	25	25	
	B. Mantenimiento de los cultivos					400
	Apertura de hoyos cacao	Jornal	1	25	25	
	Apertura de hoyos bolaina	Jornal	1	25	25	
	Instalación de plantones de cacao	Jornal	1	25	25	
	Instalación de plátano	Jornal	1	25	25	
	Instalación de bolaina	Jornal	1	25	25	
	Control fitosanitario	Jornal	4	25	100	
	Preparación y abonamiento	Jornal	4	25	100	
	Preparación y aplicación de abono foliar	Jornal	3	25	75	
C. Insumos y materiales					636	
Plantones de cacao	Unid.	50	1	50		

Continuación

Año	Concepto	Unid.	Cantidad (ha/ año)	Costo unitario (PEN)	Sub total (PEN/ ha/ año)	Subtotal (PEN/ ha/ año)	
2	Plantones bolaina	Unid.	20	1	20		
	Hijuelos de plátano	Unid.	100	1	100		
	Varas Yemeras	Unid.	100	0,5	50		
	Abono orgánico	Saco	12	16,5	198		
	Abono foliar	l	45	1	45		
	Azufre	kg	1	5	5		
	Sulfato de cobre	kg	1	13	13		
	Costales	Unid.	10	1,5	15		
	Cinta de embalaje	Unid.	1	25	25		
	Olla grande	Unid.	1	30	30		
	Cilindro	Unid.	1	25	25		
	Baldes	Unid.	10	6	60		
	D. Cosecha						3050
	Cosecha de cacao	Jornal	20	25	500		
	Quiebra	Jornal	32	25	800		
	Cosecha de plátano	Jornal	2	25	50		
	Transporte racimos de plátano	Flete	1700	1	1700		
	E. Herramientas						587
	Machetes	Unid.	2	10	20		
	Pala recta	Unid.	1	22	22		
	Pala cuchara	Unid.	1	20	20		
	Carretilla	Unid.	2	120	240		
	Tijera de podar de una mano	Unid.	2	50	100		
	Tijera de podar	Unid.	2	50	100		
	Cuchilla de injertar	Unid.	1	10	10		
	Tijera grande de poda	Unid.	1	30	30		
	Baldes	Unid.	5	6	30		
Costales	Unid.	10	1,5	15			
F. Asociación de Productores del Alto Huallaga						50	
Aporte	Anual	1	50	50			
					TOTAL	11423	
3	A. Gastos de cultivo					6750	
	Actividades varias (trabajadores fijos)	Salario	8	750	6000		
	Deshierbo	Jornal	2	25	50		
	Poda principal o general	Jornal	5	25	125		
	Deschuponado	Jornal	4	25	100		
	Control fitosanitario	Jornal	5	25	125		

Continuación

Año	Concepto	Unid.	Cantidad (ha/ año)	Costo unitario (PEN)	Sub total (PEN/ ha/ año)	Subtotal (PEN/ ha/ año)	
3	Injerto de renovación (basal y lateral)	Jornal	2	25	50		
	Recalce	Jornal	5	25	125		
	Instalación de plátano	Jornal	2	25	50		
	Remoción de enfermedades y desbrote	Jornal	4	25	100		
	Injertos de recalce	Jornal	1	25	25		
	B. Mantenimiento de los cultivos						350
	Apertura de hoyos cacao	Jornal	1	25	25		
	Instalación de plántones de cacao	Jornal	1	25	25		
	Instalación de bolaina	Jornal	1	25	25		
	Control fitosanitario	Jornal	4	25	100		
	Preparación y abonamiento	Jornal	4	25	100		
	Preparación y aplicación de abono foliar	Jornal	3	25	75		
	C. Insumos y materiales						536
	Plántones de cacao	Unid.	50	1	50		
	Plántones forestales	Unid.	20	1	20		
	Varas Yemeras	Unid.	100	0,5	50		
	Abono orgánico	Saco	12	16,5	198		
	Abono foliar	l	45	1	45		
	Azufre	kg	1	5	5		
	Sulfato de cobre	kg	1	13	13		
	Costales	Unid.	10	1,5	15		
	Cinta de embalaje	Unid.	1	25	25		
	Olla grande	Unid.	1	30	30		
	Cilindro	Unid.	1	25	25		
	Baldes	Unid.	10	6	60		
	D. Cosecha						3893,33
	Cosecha de cacao	Jornal	25	25	625		
	Quiebra	Jornal	37	25	925		
	Cosecha de plátano	Jornal	2	25	50		
	Raleo	Jornal	8	50	400		
	Elaboración del Expediente de aprovechamiento	Unid.	1	166,67	166,67		
	Talonario de Guías de remisión	Unid.	1	26,67	26,67		
	Transporte racimos de plátano	Flete	1700	1	1700		
E. Herramientas						487	
Machetes	Unid.	2	10	20			
Pala recta	Unid.	1	22	22			

Continuación

Año	Concepto	Unid.	Cantidad (ha/año)	Costo unitario (PEN)	Sub total (PEN/ ha/año)	Subtotal (PEN/ ha/ año)
3	Pala cuchara	Unid.	1	20	20	
	Carretilla	Unid.	2	120	240	
	Tijera de podar	Unid.	2	50	100	
	Cuchilla de injertar	Unid.	1	10	10	
	Tijera grande de poda	Unid.	1	30	30	
	Baldes	Unid.	5	6	30	
	Costales	Unid.	10	1,5	15	
	F. Asociación de Productores del Alto Huallaga					50
	Aporte	Anual	1	50	50	
				TOTAL	12066,33	
4 y 6	A. Gastos del cultivo					6750
	Actividades varias (trabajadores fijos)	Salario	8	750	6000	
	Deshierbo	Jornal	1	25	25	
	Poda principal o general	Jornal	6	25	150	
	Deschuponado	Jornal	6	25	150	
	Control fitosanitario	Jornal	5	25	125	
	Remoción de enfermedades y desbrote	Jornal	12	25	300	
	B. Mantenimiento de los cultivos					325
	Preparación y abonamiento	Jornal	5	25	125	
	Preparación y aplicación de abono foliar	Jornal	5	25	125	
	Recojo de ramas forestales	Jornal	3	25	75	
	C. Insumos y materiales					418,5
	Plantones de cacao	Unid.	50	1	50	
	Abono orgánico	Saco	12	16,5	198	
	Abono foliar	l	45	1	45	
	Azufre	kg	1	5	5	
	Sulfato de cobre	kg	1	13	13	
	Costales	Unid.	15	1,5	22,5	
	Olla grande	Unid.	1	30	30	
	Cilindro	Unid.	1	25	25	
	Baldes	Unid.	5	6	30	
	D. Cosecha y beneficio					2250
	Cosecha de cacao	Jornal	35	25	875	
Quiebra	Jornal	55	25	1375		
E. Herramientas					432	
Machetes	Unid.	2	10	20		
Pala recta	Unid.	1	22	22		

Continuación

Año	Concepto	Unid.	Cantidad (ha/año)	Costo unitario (PEN)	Sub total (PEN/ ha/año)	Subtotal (PEN/ ha/ año)
4 y 6	Pala cuchara	Unid.	1	20	20	
	Carretilla	Unid.	2	120	240	
	Tijera de podar	Unid.	2	50	100	
	Tijera grande de poda	Unid.	1	30	30	
	F. Asociación de Productores del Alto Huallaga					50
	Aporte	Anual	1	50	50	
					TOTAL	10225,5
5	A. Gastos del cultivo					6750
	Actividades varias (trabajadores fijos)	Salario	8	750	6000	
	Deshierbo	Jornal	1	25	25	
	Poda principal o general	Jornal	6	25	150	
	Deschuponado	Jornal	6	25	150	
	Control fitosanitario	Jornal	5	25	125	
	Remoción de enfermedades y desbrote	Jornal	12	25	300	
	B. Mantenimiento de los cultivos					325
	Preparación y abonamiento	Jornal	5	25	125	
	Preparación y aplicación de abono foliar	Jornal	5	25	125	
	Recojo de ramas forestales	Jornal	3	25	75	
	C. Insumos y materiales					368,5
	Abono orgánico	Saco	12	16,5	198	
	Abono foliar	l	45	1	45	
	Azufre	kg	1	5	5	
	Sulfato de cobre	kg	1	13	13	
	Costales	Unid.	15	1,5	22,5	
	Olla grande	Unid.	1	30	30	
	Cilindro	Unid.	1	25	25	
	Baldes	Unid.	5	6	30	
	D. Cosecha y beneficio					2550
	Cosecha de cacao	Jornal	35	25	875	
	Quiebra	Jornal	55	25	1375	
	Raleo	Jornal	6	50	300	
	E. Herramientas					432
	Machetes	Unid.	2	10	20	
	Pala recta	Unid.	1	22	22	
Pala cuchara	Unid.	1	20	20		
Carretilla	Unid.	2	120	240		
Tijera de podar	Unid.	2	50	100		

Continuación

Año	Concepto	Unid.	Cantidad (ha/año)	Costo unitario (PEN)	Sub total (PEN/ ha/año)	Subtotal (PEN/ ha/año)
5	Tijera grande de poda	Unid.	1	30	30	
	F. Asociación de Productores del Alto Huallaga					50
	Aporte	Anual	1	50	50	
					TOTAL	10475,5
7 al 24	A. Gastos del cultivo					6750
	Actividades varias (trabajadores fijos)	Salario	8	750	6000	
	Deshierbo	Jornal	1	25	25	
	Poda principal o general	Jornal	6	25	150	
	Deschuponado	Jornal	6	25	150	
	Control fitosanitario	Jornal	5	25	125	
	Remoción de enfermedades y desbrote	Jornal	12	25	300	
	B. Mantenimiento de los cultivos					325
	Preparación y abonamiento	Jornal	5	25	125	
	Preparación y aplicación de abono foliar	Jornal	5	25	125	
	Recojo de ramas forestales	Jornal	3	25	75	
	C. Insumos y materiales					368,5
	Abono orgánico	Saco	12	16,5	198	
	Abono foliar	l	45	1	45	
	Azufre	kg	1	5	5	
	Sulfato de cobre	kg	1	13	13	
	Costales	Unid.	15	1,5	22,5	
	Olla grande	Unid.	1	30	30	
	Cilindro	Unid.	1	25	25	
	Baldes	Unid.	5	6	30	
	D. Cosecha y beneficio					2250
	Cosecha de cacao	Jornal	35	25	875	
	Quiebra	Jornal	55	25	1375	
	E. Herramientas					432
	Machetes	Unid.	2	10	20	
	Pala recta	Unid.	1	22	22	
	Pala cuchara	Unid.	1	20	20	
	Carretilla	Unid.	2	120	240	
	Tijera de podar	Unid.	2	50	100	
Tijera grande de poda	Unid.	1	30	30		
F. Asociación de Productores del Alto Huallaga					50	
Aporte	Anual	1	50	50		

Continuación

Año	Concepto	Unid.	Cantidad (ha/año)	Costo unitario (PEN)	Sub total (PEN/ ha/ año)	Subtotal (PEN/ ha/ año)	
7 al 24					TOTAL	10175,5	
25	A. Gastos del cultivo					6750	
	Actividades varias (trabajadores fijos)	Salario	8	750	6000		
	Deshierbo	Jornal	1	25	25		
	Poda principal o general	Jornal	6	25	150		
	Deschuponado	Jornal	6	25	150		
	Control fitosanitario	Jornal	5	25	125		
	Remoción de enfermedades y desbrote	Jornal	12	25	300		
	B. Mantenimiento de los cultivos						325
	Preparación y abonamiento	Jornal	5	25	125		
	Preparación y aplicación de abono foliar	Jornal	5	25	125		
	Recojo de ramas forestales	Jornal	3	25	75		
	C. Insumos y materiales						368,5
	Abono orgánico	Saco	12	16,5	198		
	Abono foliar	l	45	1	45		
	Azufre	kg	1	5	5		
	Sulfato de cobre	kg	1	13	13		
	Costales	Unid.	15	1,5	22,5		
	Olla grande	Unid.	1	30	30		
	Cilindro	Unid.	1	25	25		
	Baldes	Unid.	5	6	30		
	D. Cosecha y beneficio						2650
	Cosecha de cacao	Jornal	35	25	875		
	Quiebra	Jornal	55	25	1375		
	Cosecha de madera	Jornal	8	50	400		
	E. Herramientas						432
Machetes	Unid.	2	10	20			
Pala recta	Unid.	1	22	22			
Pala cuchara	Unid.	1	20	20			
Carretilla	Unid.	2	120	240			
Tijera de podar	Unid.	2	50	100			
Tijera grande de poda	Unid.	1	30	30			
F. Asociación de Productores del Alto Huallaga						50	
Aporte	Anual	1	50	50			
					TOTAL	10575,5	

FUENTE: Elaboración propia a partir de Paredes (2015)

ANEXO 15

PRECIO PROMEDIO ANUAL DE COMPRA DEL CACAO EN BABA EN LA ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DEL ALTO HUALLAGA

<i>Año</i>	<i>Precio promedio (PEN/kg)</i>
2011	7,9
2012	6,9
2013	7,0
2014	7,3
2015	7,5
Promedio	7,3

FUENTE: Falcón (2015)

ANEXO 16

PROYECCIÓN DEL CRECIMIENTO Y APROVECHAMIENTO DE LA BOLAINA

<i>Fuente</i>	<i>Edad (años)</i>	<i>DAP (m)</i>		<i>HC (m)</i>		<i>Trozas/ árbol</i>	<i>Volumen en m3/ árbol (Guerra et al., 2008)</i>
Raleo Año 3	3	0,10		9,00		10	0,06
Raleo Año 5	5	0,15		13,50		15	0,18
Muestreo	7	0,23		14,26		16	0,41
Guerra et al. (2008)	18	0,31		18,03		20	0,85
Proyección (*)		DAP=0,1214ln(Edad)-0,0308		HC=4,7627ln(Edad)+4,715			
	25	0,36		20,05		22	1,20
<i>Sistema</i>	<i>Año</i>	<i>Hilera a aprovechar (distanciamiento)</i>	<i>Árboles/ ha</i>	<i>Trozas/ árbol</i>	<i>Trozas/ ha</i>	<i>Volumen en m3/ árbol</i>	<i>Volumen total en m3/ha</i>
Actual (Mortalidad: 29,87%)	3	3x6m	196	10	1960	0,06	12,02
	5	3x12	98	15	1470	0,18	17,53
	25	3x24	92	22	2024	1,20	110,83
Propuesta (Mortalidad: 15%)	3	3x12	119	10	1190	0,06	7,30
	5, 8, 10, 13, 15, 18, 20 y 23	3x24	119	15	1785	0,18	21,28
	25	3x12	119	10	1190	0,06	7,30
		3x24	119	15	1785	0,18	21,28
(*) Proyección al año 25							
Proyección de DAP (m)				Proyección de HC (m)			

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 17

COSTOS OPERATIVOS DEL SISTEMA PROPUESTO

Año	Concepto	Unid.	Cantidad (ha/año)	Costo unitario (PEN)	Sub total (PEN/ ha/ año)	Subtotal (PEN/ ha/ año)	
1	A. Gastos de cultivo					6750	
	Actividades varias (trabajadores fijos)	Salario	8	750	6000		
	Deshierbo	Jornal	2	25	50		
	Poda principal o general	Jornal	5	25	125		
	Deschuponado	Jornal	4	25	100		
	Control fitosanitario	Jornal	5	25	125		
	Injerto de renovación (basal y lateral)	Jornal	2	25	50		
	Alineamiento para plátano, cacao y forestales	Jornal	2	25	50		
	Recalce	Jornal	5	25	125		
	Remoción de enfermedades y desbrote	Jornal	4	25	100		
	Injertos de recalce	Jornal	1	25	25		
	B. Mantenimiento de los cultivos						625
	Apertura de hoyos cacao	Jornal	1	25	25		
	Instalación de plántones de cacao	Jornal	1	25	25		
	Instalación de plátano	Jornal	2	25	50		
	Control fitosanitario	Jornal	4	25	100		
	Preparación y abonamiento	Jornal	8	25	200		
	Preparación y aplicación de abono foliar	Jornal	5	25	125		
	Recalce bolaina	Jornal	4	25	100		
	C. Insumos y materiales						1553
	Plántones de cacao	Unid.	50	1	50		
	Plántones de bolaina	Unid.	75	1	75		
	Hijuelos de plátano	Unid.	100	1	100		
	Varas Yemeras	Unid.	600	0,5	300		
	Abono orgánico	Saco	12	16,5	198		
	Abono foliar	l	45	1	45		
	Injertador	Unid.	1800	0,3	540		
	Azufre	kg	5	5	25		
	Sulfato de cobre	kg	5	13	65		
	Costales	Unid.	10	1,5	15		
	Cinta de embalaje	Unid.	1	25	25		
	Olla grande	Unid.	1	30	30		
	Cilindro	Unid.	1	25	25		
Baldes	Unid.	10	6	60			
D. Cosecha						1750	
Cosecha de plátano	Jornal	2	25	50			

Continuación

Año	Concepto	Unid.	Cantidad (ha/ año)	Costo unitario (PEN)	Sub total (PEN/ ha/ año)	Subtotal (PEN/ ha/ año)
1	Transporte racimos de plátano	Flete	1700	1	1700	
	E. Herramientas					707
	Machetes	Unid.	2	10	20	
	Pala recta	Unid.	1	22	22	
	Pala cuchara	Unid.	1	20	20	
	Carretilla	Unid.	2	120	240	
	Tijera de podar de una mano	Unid.	2	50	100	
	Tijera de podar de dos manos	Unid.	1	30	30	
	Cuchilla de injertar	Unid.	1	25	25	
	Cinta de embalaje plástico	Rollo	1	30	30	
	Bomba fumigadora	Unid.	1	180	180	
	Cilindro	Unid.	1	40	40	
	F. Asociación de Productores del Alto Huallaga					50
	Aporte	Anual	1	50	50	
				TOTAL	11435	
2	A. Gastos de cultivo					6625
	Actividades varias (trabajadores fijos)	Salario	8	750	6000	
	Deshierbo	Jornal	2	25	50	
	Poda principal o general	Jornal	5	25	125	
	Deschuponado	Jornal	4	25	100	
	Control fitosanitario	Jornal	5	25	125	
	Injerto de renovación (basal y lateral)	Jornal	2	25	50	
	Recalce	Jornal	2	25	50	
	Remoción de enfermedades y desbrote	Jornal	4	25	100	
	Injertos de recalce	Jornal	1	25	25	
	B. Mantenimiento de los cultivos					500
	Apertura de hoyos cacao	Jornal	1	25	25	
	Instalación de plántones de cacao	Jornal	1	25	25	
	Instalación de plátano	Jornal	2	25	50	
	Control fitosanitario	Jornal	4	25	100	
	Preparación y abonamiento	Jornal	4	25	100	
	Preparación y aplicación de abono foliar	Jornal	3	25	75	
	Recalce cacao	Jornal	5	25	125	
	C. Insumos y materiales					616
	Plántones de cacao	Unid.	50	1	50	
Hijuelos de plátano	Unid.	100	1	100		
Varas Yemeras	Unid.	100	0,5	50		

Continuación

Año	Concepto	Unid.	Cantidad (ha/ año)	Costo unitario (PEN)	Sub total (PEN/ ha/ año)	Subtotal (PEN/ ha/ año)	
2	Abono orgánico	Saco	12	16,5	198		
	Abono foliar	l	45	1	45		
	Azufre	kg	1	5	5		
	Sulfato de cobre	kg	1	13	13		
	Costales	Unid.	10	1,5	15		
	Cinta de embalaje	Unid.	1	25	25		
	Olla grande	Unid.	1	30	30		
	Cilindro	Unid.	1	25	25		
	Baldes	Unid.	10	6	60		
	D. Cosecha						3050
	Cosecha de cacao	Jornal	20	25	500		
	Quiebra	Jornal	32	25	800		
	Cosecha de plátano	Jornal	2	25	50		
	Transporte racimos de plátano	Flete	1700	1	1700		
	E. Herramientas						587
	Machetes	Unid.	2	10	20		
	Pala recta	Unid.	1	22	22		
	Pala cuchara	Unid.	1	20	20		
	Carretilla	Unid.	2	120	240		
	Tijera de podar de una mano	Unid.	2	50	100		
	Tijera de podar	Unid.	2	50	100		
	Cuchilla de injertar	Unid.	1	10	10		
	Tijera grande de poda	Unid.	1	30	30		
	Baldes	Unid.	5	6	30		
	Costales	Unid.	10	1,5	15		
	F. Asociación de Productores del Alto Huallaga						50
	Aporte	Anual	1	50	50		
						TOTAL	11428
3	A. Gastos de cultivo					6625	
	Actividades varias (trabajadores fijos)	Salario	8	750	6000		
	Deshierbo	Jornal	2	25	50		
	Poda principal o general	Jornal	5	25	125		
	Deschuponado	Jornal	4	25	100		
	Control fitosanitario	Jornal	5	25	125		
	Injerto de renovación (basal y lateral)	Jornal	2	25	50		
	Recalce	Jornal	2	25	50		
Remoción de enfermedades y desbrote	Jornal	4	25	100			

Continuación

Año	Concepto	Unid.	Cantidad (ha/año)	Costo unitario (PEN)	Sub total (PEN/ ha/ año)	Subtotal (PEN/ ha/ año)
3	Injertos de recalce	Jornal	1	25	25	
	B. Mantenimiento de los cultivos					325
	Apertura de hoyos cacao	Jornal	1	25	25	
	Instalación de plántones de cacao	Jornal	1	25	25	
	Control fitosanitario	Jornal	4	25	100	
	Preparación y abonamiento	Jornal	4	25	100	
	Preparación y aplicación de abono foliar	Jornal	3	25	75	
	C. Insumos y materiales					516
	Plántones de cacao	Unid.	50	1	50	
	Varas Yemeras	Unid.	100	0,5	50	
	Abono orgánico	Saco	12	16,5	198	
	Abono foliar	l	45	1	45	
	Azufre	kg	1	5	5	
	Sulfato de cobre	kg	1	13	13	
	Costales	Unid.	10	1,5	15	
	Cinta de embalaje	Unid.	1	25	25	
	Olla grande	Unid.	1	30	30	
	Cilindro	Unid.	1	25	25	
	Baldes	Unid.	10	6	60	
	D. Cosecha					3743,33
	Cosecha de cacao	Jornal	25	25	625	
	Quiebra	Jornal	37	25	925	
	Cosecha de plátano	Jornal	2	25	50	
	Corta	Jornal	5	50	250	
	Elaboración del Expediente de aprovechamiento	Unid.	1	166,67	166,67	
	Talonnario de Guías de remisión	Unid.	1	26,67	26,67	
	Transporte racimos de plátano	Flete	1700	1	1700	
	E. Herramientas					367
	Machetes	Unid.	2	10	20	
	Pala recta	Unid.	1	22	22	
	Pala cuchara	Unid.	1	20	20	
	Carretilla	Unid.	1	120	120	
Tijera de podar	Unid.	2	50	100		
Cuchilla de injertar	Unid.	1	10	10		
Tijera grande de poda	Unid.	1	30	30		
Baldes	Unid.	5	6	30		

Continuación

Año	Concepto	Unid.	Cantidad (ha/año)	Costo unitario (PEN)	Sub total (PEN/ha/año)	Subtotal (PEN/ha/año)
3	Costales	Unid.	10	1,5	15	
	F. Asociación de Productores del Alto Huallaga					50
	Aporte	Anual	1	50	50	
					TOTAL	11626,33
4	A. Gastos del cultivo					6750
	Actividades varias (trabajadores fijos)	Salario	8	750	6000	
	Deshierbo	Jornal	1	25	25	
	Poda principal o general	Jornal	6	25	150	
	Deschuponado	Jornal	6	25	150	
	Control fitosanitario	Jornal	5	25	125	
	Remoción de enfermedades y desbrote	Jornal	12	25	300	
	B. Mantenimiento de los cultivos					500
	Preparación y abonamiento	Jornal	5	25	125	
	Preparación y aplicación de abono foliar	Jornal	5	25	125	
	Recojo de ramas forestales	Jornal	3	25	75	
	Apertura de hoyos bolaina	Jornal	2	25	50	
	Instalación de bolaina	Jornal	2	25	50	
	Recalce de bolaina	Jornal	3	25	75	
	C. Insumos y materiales					608,5
	Plantones de bolaina	Unid.	190	1	190	
	Plantones de cacao	Unid.	50	1	50	
	Abono orgánico	Saco	12	16,5	198	
	Abono foliar	l	45	1	45	
	Azufre	kg	1	5	5	
	Sulfato de cobre	kg	1	13	13	
	Costales	Unid.	15	1,5	22,5	
	Olla grande	Unid.	1	30	30	
	Cilindro	Unid.	1	25	25	
	Baldes	Unid.	5	6	30	
	D. Cosecha y beneficio					2250
	Cosecha de cacao	Jornal	35	25	875	
Quiebra	Jornal	55	25	1375		
E. Herramientas					432	
Machetes	Unid.	2	10	20		
Pala recta	Unid.	1	22	22		
Pala cuchara	Unid.	1	20	20		
Carretilla	Unid.	2	120	240		

Continuación

Año	Concepto	Unid.	Cantidad (ha/año)	Costo unitario (PEN)	Sub total (PEN/ ha/ año)	Subtotal (PEN/ ha/ año)
4	Tijera de podar	Unid.	2	50	100	
	Tijera grande de poda	Unid.	1	30	30	
	F. Asociación de Productores del Alto Huallaga					50
	Aporte	Anual	1	50	50	
					TOTAL	10590,5
5, 8, 10, 18, 20 y 23	A. Gastos del cultivo					6750
	Actividades varias (trabajadores fijos)	Salario	8	750	6000	
	Deshierbo	Jornal	1	25	25	
	Poda principal o general	Jornal	6	25	150	
	Deschuponado	Jornal	6	25	150	
	Control fitosanitario	Jornal	5	25	125	
	Remoción de enfermedades y desbrote	Jornal	12	25	300	
	B. Mantenimiento de los cultivos					325
	Preparación y abonamiento	Jornal	5	25	125	
	Preparación y aplicación de abono foliar	Jornal	5	25	125	
	Recojo de ramas forestales	Jornal	3	25	75	
	C. Insumos y materiales					368,5
	Abono orgánico	Saco	12	16,5	198	
	Abono foliar	l	45	1	45	
	Azufre	kg	1	5	5	
	Sulfato de cobre	kg	1	13	13	
	Costales	Unid.	15	1,5	22,5	
	Olla grande	Unid.	1	30	30	
	Cilindro	Unid.	1	25	25	
	Baldes	Unid.	5	6	30	
	D. Cosecha y beneficio					2500
	Cosecha de cacao	Jornal	35	25	875	
	Quiebra	Jornal	55	25	1375	
Corta	Jornal	5	50	250		
E. Herramientas					432	
Machetes	Unid.	2	10	20		
Pala recta	Unid.	1	22	22		
Pala cuchara	Unid.	1	20	20		
Carretilla	Unid.	2	120	240		
Tijera de podar	Unid.	2	50	100		
Tijera grande de poda	Unid.	1	30	30		

Continuación

Año	Concepto	Unid.	Cantidad (ha/año)	Costo unitario (PEN)	Sub total (PEN/ ha/ año)	Subtotal (PEN/ ha/ año)
5, 8, 10, 18, 20 y 23	F. Asociación de Productores del Alto Huallaga					50
	Aporte	Anual	1	50	50	
					TOTAL	10425,5
6, 11 y 21	A. Gastos del cultivo					6750
	Actividades varias (trabajadores fijos)	Salario	8	750	6000	
	Deshierbo	Jornal	1	25	25	
	Poda principal o general	Jornal	6	25	150	
	Deschuponado	Jornal	6	25	150	
	Control fitosanitario	Jornal	5	25	125	
	Remoción de enfermedades y desbrote	Jornal	12	25	300	
	B. Mantenimiento de los cultivos					450
	Preparación y abonamiento	Jornal	5	25	125	
	Preparación y aplicación de abono foliar	Jornal	5	25	125	
	Recojo de ramas forestales	Jornal	3	25	75	
	Manejo de rebrotes	Jornal	2	25	50	
	Recalce bolaina	Jornal	3	25	75	
	C. Insumos y materiales					458,5
	Plantones de bolaina	Unid.	40	1	40	
	Plantones de cacao	Unid.	50	1	50	
	Abono orgánico	Saco	12	16,5	198	
	Abono foliar	l	45	1	45	
	Azufre	kg	1	5	5	
	Sulfato de cobre	kg	1	13	13	
	Costales	Unid.	15	1,5	22,5	
	Olla grande	Unid.	1	30	30	
	Cilindro	Unid.	1	25	25	
	Baldes	Unid.	5	6	30	
	D. Cosecha y beneficio					2250
	Cosecha de cacao	Jornal	35	25	875	
	Quiebra	Jornal	55	25	1375	
E. Herramientas					432	
Machetes	Unid.	2	10	20		
Pala recta	Unid.	1	22	22		
Pala cuchara	Unid.	1	20	20		
Carretilla	Unid.	2	120	240		
Tijera de podar	Unid.	2	50	100		

Continuación

Año	Concepto	Unid.	Cantidad (ha/año)	Costo unitario (PEN)	Sub total (PEN/ ha/ año)	Subtotal (PEN/ ha/ año)
6, 11 y 21	Tijera grande de poda	Unid.	1	30	30	
	F. Asociación de Productores del Alto Huallaga					50
	Aporte	Anual	1	50	50	
					TOTAL	10390,5
7, 12, 17 y 22	A. Gastos del cultivo					6750
	Actividades varias (trabajadores fijos)	Salario	8	750	6000	
	Deshierbo	Jornal	1	25	25	
	Poda principal o general	Jornal	6	25	150	
	Deschuponado	Jornal	6	25	150	
	Control fitosanitario	Jornal	5	25	125	
	Remoción de enfermedades y desbrote	Jornal	12	25	300	
	B. Mantenimiento de los cultivos					325
	Preparación y abonamiento	Jornal	5	25	125	
	Preparación y aplicación de abono foliar	Jornal	5	25	125	
	Recojo de ramas forestales	Jornal	3	25	75	
	C. Insumos y materiales					368,5
	Abono orgánico	Saco	12	16,5	198	
	Abono foliar	l	45	1	45	
	Azufre	kg	1	5	5	
	Sulfato de cobre	kg	1	13	13	
	Costales	Unid.	15	1,5	22,5	
	Olla grande	Unid.	1	30	30	
	Cilindro	Unid.	1	25	25	
	Baldes	Unid.	5	6	30	
	D. Cosecha y beneficio					2250
	Cosecha de cacao	Jornal	35	25	875	
	Quiebra	Jornal	55	25	1375	
	E. Herramientas					432
	Machetes	Unid.	2	10	20	
	Pala recta	Unid.	1	22	22	
	Pala cuchara	Unid.	1	20	20	
Carretilla	Unid.	2	120	240		
Tijera de podar	Unid.	2	50	100		
Tijera grande de poda	Unid.	1	30	30		
F. Asociación de Productores del Alto Huallaga					50	
Aporte	Anual	1	50	50		

Continuación

Año	Concepto	Unid.	Cantidad (ha/año)	Costo unitario (PEN)	Sub total (PEN/ ha/ año)	Subtotal (PEN/ ha/ año)
7, 12, 17 y 22					TOTAL	10175,5
9, 19 y 24	A. Gastos del cultivo					6750
	Actividades varias (trabajadores fijos)	Salario	8	750	6000	
	Deshierbo	Jornal	1	25	25	
	Poda principal o general	Jornal	6	25	150	
	Deschuponado	Jornal	6	25	150	
	Control fitosanitario	Jornal	5	25	125	
	Remoción de enfermedades y desbrote	Jornal	12	25	300	
	B. Mantenimiento de los cultivos					450
	Preparación y abonamiento	Jornal	5	25	125	
	Preparación y aplicación de abono foliar	Jornal	5	25	125	
	Recojo de ramas forestales	Jornal	3	25	75	
	Manejo de rebrotes	Jornal	2	25	50	
	Recalce bolaina	Jornal	3	25	75	
	C. Insumos y materiales					408,5
	Plantones de bolaina	Unid.	1	40	40	
	Abono orgánico	Saco	12	16,5	198	
	Abono foliar	l	45	1	45	
	Azúfre	kg	1	5	5	
	Sulfato de cobre	kg	1	13	13	
	Costales	Unid.	15	1,5	22,5	
	Olla grande	Unid.	1	30	30	
	Cilindro	Unid.	1	25	25	
	Baldes	Unid.	5	6	30	
	D. Cosecha y beneficio					2250
	Cosecha de cacao	Jornal	35	25	875	
	Quiebra	Jornal	55	25	1375	
	E. Herramientas					432
	Machetes	Unid.	2	10	20	
	Pala recta	Unid.	1	22	22	
	Pala cuchara	Unid.	1	20	20	
Carretilla	Unid.	2	120	240		
Tijera de podar	Unid.	2	50	100		
Tijera grande de poda	Unid.	1	30	30		
F. Asociación de Productores del Alto Huallaga					50	

Continuación

Año	Concepto	Unid.	Cantidad (ha/año)	Costo unitario (PEN)	Sub total (PEN/ ha/año)	Subtotal (PEN/ ha/año)	
9, 19 y 24	Aporte	Anual	1	50	50		
					TOTAL	10340,5	
13 y 15	A. Gastos del cultivo					6750	
	Actividades varias (trabajadores fijos)	Salario	8	750	6000		
	Deshierbo	Jornal	1	25	25		
	Poda principal o general	Jornal	6	25	150		
	Deschuponado	Jornal	6	25	150		
	Control fitosanitario	Jornal	5	25	125		
	Remoción de enfermedades y desbrote	Jornal	12	25	300		
	B. Mantenimiento de los cultivos						425
	Preparación y abonamiento	Jornal	5	25	125		
	Preparación y aplicación de abono foliar	Jornal	5	25	125		
	Recojo de ramas forestales	Jornal	3	25	75		
	Apertura de hoyos bolaina	Jornal	2	25	50		
	Instalación de bolaina	Jornal	2	25	50		
	C. Insumos y materiales						518,5
	Plantones de bolaina	Unid.	150	1	150		
	Abono orgánico	Saco	12	16,5	198		
	Abono foliar	l	45	1	45		
	Azufre	kg	1	5	5		
	Sulfato de cobre	kg	1	13	13		
	Costales	Unid.	15	1,5	22,5		
	Olla grande	Unid.	1	30	30		
	Cilindro	Unid.	1	25	25		
	Baldes	Unid.	5	6	30		
	D. Cosecha y beneficio						2500
	Cosecha de cacao	Jornal	35	25	875		
	Quiebra	Jornal	55	25	1375		
	Corta	Jornal	5	50	250		
	E. Herramientas						432
	Machetes	Unid.	2	10	20		
	Pala recta	Unid.	1	22	22		
	Pala cuchara	Unid.	1	20	20		
	Carretilla	Unid.	2	120	240		
Tijera de podar	Unid.	2	50	100			
Tijera grande de poda	Unid.	1	30	30			
F. Asociación de Productores del Alto Huallaga						50	

Continuación

Año	Concepto	Unid.	Cantidad (ha/año)	Costo unitario (PEN)	Sub total (PEN/ ha/año)	Subtotal (PEN/ ha/ año)	
13 y 15	Aporte	Anual	1	50	50		
					TOTAL	10675,5	
14 y 16	A. Gastos del cultivo					6750	
	Actividades varias (trabajadores fijos)	Salario	8	750	6000		
	Deshierbo	Jornal	1	25	25		
	Poda principal o general	Jornal	6	25	150		
	Deschuponado	Jornal	6	25	150		
	Control fitosanitario	Jornal	5	25	125		
	Remoción de enfermedades y desbrote	Jornal	12	25	300		
	B. Mantenimiento de los cultivos						400
	Preparación y abonamiento	Jornal	5	25	125		
	Preparación y aplicación de abono foliar	Jornal	5	25	125		
	Recojo de ramas forestales	Jornal	3	25	75		
	Recalce bolaina	Jornal	3	25	75		
	C. Insumos y materiales						408,5
	Plantones de bolaina	Unid.	1	40	40		
	Abono orgánico	Saco	12	16,5	198		
	Abono foliar	l	45	1	45		
	Azufre	kg	1	5	5		
	Sulfato de cobre	kg	1	13	13		
	Costales	Unid.	15	1,5	22,5		
	Olla grande	Unid.	1	30	30		
	Cilindro	Unid.	1	25	25		
	Baldes	Unid.	5	6	30		
	D. Cosecha y beneficio						2250
	Cosecha de cacao	Jornal	35	25	875		
	Quiebra	Jornal	55	25	1375		
	E. Herramientas						432
	Machetes	Unid.	2	10	20		
	Pala recta	Unid.	1	22	22		
	Pala cuchara	Unid.	1	20	20		
	Carretilla	Unid.	2	120	240		
	Tijera de podar	Unid.	2	50	100		
	Tijera grande de poda	Unid.	1	30	30		
F. Asociación de Productores del Alto Huallaga						50	
Aporte	Anual	1	50	50			
					TOTAL	10290,5	

Continuación

Año	Concepto	Unid.	Cantidad (ha/año)	Costo unitario (PEN)	Sub total (PEN/ha/año)	Subtotal (PEN/ha/año)	
25	A. Gastos del cultivo					6750	
	Actividades varias (trabajadores fijos)	Salario	8	750	6000		
	Deshierbo	Jornal	1	25	25		
	Poda principal o general	Jornal	6	25	150		
	Deschuponado	Jornal	6	25	150		
	Control fitosanitario	Jornal	5	25	125		
	Remoción de enfermedades y desbrote	Jornal	12	25	300		
	B. Mantenimiento de los cultivos						325
	Preparación y abonamiento	Jornal	5	25	125		
	Preparación y aplicación de abono foliar	Jornal	5	25	125		
	Recojo de ramas forestales	Jornal	3	25	75		
	C. Insumos y materiales						368,5
	Abono orgánico	Saco	12	16,5	198		
	Abono foliar	l	45	1	45		
	Azufre	kg	1	5	5		
	Sulfato de cobre	kg	1	13	13		
	Costales	Unid.	15	1,5	22,5		
	Olla grande	Unid.	1	30	30		
	Cilindro	Unid.	1	25	25		
	Baldes	Unid.	5	6	30		
	D. Cosecha y beneficio						2650
	Cosecha de cacao	Jornal	35	25	875		
	Quiebra	Jornal	55	25	1375		
	Cosecha de madera	Jornal	8	50	400		
	E. Herramientas						432
	Machetes	Unid.	2	10	20		
	Pala recta	Unid.	1	22	22		
	Pala cuchara	Unid.	1	20	20		
	Carretilla	Unid.	2	120	240		
	Tijera de podar	Unid.	2	50	100		
	Tijera grande de poda	Unid.	1	30	30		
	F. Asociación de Productores del Alto Huallaga						50
Aporte	Anual	1	50	50			
					TOTAL	10575,5	

FUENTE: Elaboración propia a partir de Paredes (2015)

ANEXO 18

INGRESOS DEL SISTEMA PROPUESTO

Año	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (PEN)	Subtotal (PEN/ ha/ año)
1	A. Ingresos por venta de plátano	Racimo	1700	10	17000
				TOTAL	17000
2	A. Ingresos por venta de plátano	Racimo	1700	10	17000
	B. Ingresos por venta de cacao	kg	1200	7,3	8760
	C. Utilidades - Asociación	kg	1200	0,3	360
				TOTAL	26120
3	A. Ingresos por venta de plátano	Racimo	850	10	8500
	B. Ingresos por venta de cacao	kg	1600	7,3	11680
	C. Ingreso por corta de madera	Trozas	1190	3	3570
	D. Ingreso por puntales	Unidad	24	3,5	84
	E. Utilidades - Asociación	kg	1600	0,3	480
				TOTAL	24314
4, 6, 7, 9, 11, 12, 14, 16, 17, 19, 21, 22 y 24	A. Ingresos por venta de cacao	kg	3000	7,3	21900
	B. Utilidades - Asociación	kg	3000	0,3	900
				TOTAL	22800
5, 8, 10, 13, 15, 18, 20 y 23	A. Ingresos por venta de cacao	kg	3000	7,3	21900
	B. Ingreso por corta de madera	Trozas	1785	3	5355
	C. Ingreso por puntales	Unidad	89	3,5	311,5
	D. Utilidades - Asociación	kg	3000	0,3	900
				TOTAL	28466,5
25	A. Ingresos por venta de cacao	kg	3000	7,3	21900
	B. Ingreso por madera 3 años	Trozas	1190	3	3570
	C. Ingreso por puntales 3 años	Unidad	60	3,5	210
	D. Ingreso por madera 5 años	Trozas	1785	3	5355
	E. Ingreso por puntales 5 años	Unidad	89	3,5	311,5
	F. Utilidades - Asociación	kg	3000	0,3	900
				TOTAL	32246,5

FUENTE: Elaboración propia a partir de Paredes (2015)

ANEXO 19

MUESTREO DE LAS EXISTENCIAS DE CARBONO PARA EL CACAO

Parcela	Árbol No.	Diámetro 30 - Cacao										BMA Cacao (kg)
		Bifurcación 1			Bifurcación 2			Bifurcación 3			D30 promedio (cm)	
		D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)		
1	1	14	12	13,00							13,00	18,51
1	2	13	15	14,00							14,00	20,57
1	3	11	12	11,50							11,50	15,55
1	4	9	10	9,50							9,50	11,86
1	5	11	12	11,50							11,50	15,55
1	6	9,6	10	9,80							9,80	12,39
1	7	6,5	7	6,75	6	7	6,5				9,37	11,63
1	8	10	9,5	9,75							9,75	12,30
1	9	9,8	8,5	9,15							9,15	11,24
1	10	11	11	11,00							11,00	14,60
1	11	5,6	5,3	5,45	5	6	5,5				7,74	8,87
1	12	11	11	11,00							11,00	14,60
1	13	9	8	8,50							8,50	10,13
1	14	10,5	9,5	10,00							10,00	12,75
1	15	9	9,5	9,25							9,25	11,42
1	16	11,6	11	11,40							11,40	15,36
1	17	5,5	5,5	5,50	5,4	5	5,4				7,71	8,81
1	18	11,2	11	11,30							11,30	15,17
1	19	11,4	8,5	9,95							9,95	12,66
1	20	6,5	7	6,75							6,75	7,30
1	21	6,2	6,2	6,20							6,20	6,47
1	22	11,2	13	12,10							12,10	16,72
1	23	---										
1	24	13	12	12,50							12,50	17,51
1	25	7,3	7,7	7,50							7,50	8,48
1	26	11,2	115	63,10							63,10	174,46
1	27	10,3	10	10,20							10,20	13,12
1	28	---										
1	29	8,2	7,5	7,85							7,85	9,04
1	30	10,2	11	10,35							10,35	13,39
1	31	9	9,4	9,20							9,20	11,33
1	32	10	10	10,10							10,10	12,94
1	33	10,6	9	9,80							9,80	12,39
1	34	8,6	9	8,80							8,80	10,64

Continuación

Parcela	Árbol No.	Diámetro 30 - Cacao										BMA Cacao (kg)
		Bifurcación 1			Bifurcación 2			Bifurcación 3			D30 promedio (cm)	
		D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)		
1	35	12,5	12	12,25							12,25	17,01
1	36	10,7	11	10,60							10,60	13,85
1	37	10,3	11	10,65							10,65	13,95
1	38	13,4	12	12,70							12,70	17,91
1	39	9,3	10	9,65							9,65	12,12
1	40	10,5	10	10,30							10,30	13,30
2	41	8,7	9,1	8,90							8,90	10,81
2	42	7,2	7,8	7,50							7,50	8,48
2	43	10	9,8	9,90							9,90	12,57
2	44	11,4	11	10,95							10,95	14,51
2	45	9	9	9,00							9,00	10,98
2	46	10,2	9,7	9,95							9,95	12,66
2	47	10	9,3	9,65							9,65	12,12
2	48	9,2	10	9,80							9,80	12,39
2	49	10,2	10	10,10							10,10	12,94
2	50	12	11	11,60							11,60	15,75
2	51	8,5	9,2	8,85							8,85	10,72
2	52	6,8	6,4	6,60	8,5	8	8,3				10,60	13,86
2	53	7,8	8,6	8,20							8,20	9,62
2	54	11,4	11	11,20							11,20	14,98
2	55	8,5	10	9,45							9,45	11,77
2	56	7,3	8,4	7,85	5,6	6	5,85				9,79	12,38
2	57	8	8,1	8,05							8,05	9,37
2	58	8,7	9,4	9,05							9,05	11,07
2	59	10,4	11	10,60							10,60	13,85
2	60	8	7,4	7,70	6,8	6	6,45				10,04	12,83
2	61	8,7	8,8	8,75							8,75	10,55
2	62	12,6	12	12,05							12,05	16,62
2	63	10	12	11,00							11,00	14,60
2	64	6,5	6,5	6,50							6,50	6,92
2	65	11	10	10,50							10,50	13,67
2	66	7,5	8,2	7,85	7,8	7	7,4				10,79	14,20
2	67	12,3	13	12,80							12,80	18,11
2	68	9	8,1	8,55							8,55	10,21
2	69	10,7	9,8	10,25							10,25	13,21

Continuación

Parcela	Árbol No.	Diámetro 30 - Cacao										BMA Cacao (kg)
		Bifurcación 1			Bifurcación 2			Bifurcación 3			D30 promedio (cm)	
		D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)		
2	70	7	6,5	6,75	7,1	7	7,2				9,87	12,52
2	71	10,6	9,7	10,15							10,15	13,03
2	72	12,1	14	13,10							13,10	18,71
2	73	8,1	8,3	8,20							8,20	9,62
2	74	10,6	11	10,55							10,55	13,76
2	75	7	7,1	7,05	7,2	7	7,15				10,04	12,83
2	76	11,5	9,1	10,30							10,30	13,30
2	77	8,5	9,2	8,85							8,85	10,72
2	78	9,2	8,5	8,85							8,85	10,72
2	79	9,5	9,5	9,50							9,50	11,86
2	80	10	11	10,40							10,40	13,48
3	81	4,3	4,5	4,40	2,8	4	3,25	5	5	4,5	7,08	7,82
3	82	8,6	8,7	8,65							8,65	10,38
3	83	6,2	7	6,60							6,60	7,07
3	84	5,4	8,3	6,85	6,2	9	7,45				10,12	12,97
3	85	9,2	9,1	9,15							9,15	11,24
3	86	10	9,3	9,65							9,65	12,12
3	87	8	7,8	7,90							7,90	9,13
3	88	7,4	7	7,20							7,20	8,00
3	89	9,5	9,2	9,35							9,35	11,59
3	90	5,7	5,7	5,70	6	6	6,05				8,31	9,81
3	91	11,4	12	11,60							11,60	15,75
3	92	10,3	9,3	9,80							9,80	12,39
3	93	4,7	11	7,85							7,85	9,04
3	94	5,4	5	5,20	5,6	6	5,85				7,83	9,01
3	95	6,8	9,2	8,00							8,00	9,29
3	96	6,2	6,5	6,35	6,2	6	6,3				8,94	10,89
3	97	6,2	6,2	6,20	4,8	6	5,25				8,12	9,50
3	98	12,3	9	10,65							10,65	13,95
3	99	8	8	8,00							8,00	9,29
3	100	10,7	7,6	9,15							9,15	11,24
3	101	6,9	6,9	6,90	6,2	7	6,4				9,41	11,70
3	102	10,4	7,1	8,75							8,75	10,55
3	103	6,4	6,8	6,60	5,6	6	5,9				8,85	10,73
3	104	8,3	10	9,30							9,30	11,51

Continuación

Parcela	Árbol No.	Diámetro 30 - Cacao									D30 promedio (cm)	BMA Cacao (kg)
		Bifurcación 1			Bifurcación 2			Bifurcación 3				
		D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)		
3	105	10,2	11	10,40							10,40	13,48
3	106	5,9	5,3	5,60	6,9	6	6,6				8,66	10,39
3	107	13,7	9,2	11,45							11,45	15,46
3	108	5,5	6,1	5,80	5,4	6	5,5				7,99	9,28
3	109	7,1	8	7,55	6,5	7	6,9				10,23	13,17
3	110	8,6	8,7	8,65							8,65	10,38
3	111	9,6	9	9,30							9,30	11,51
3	112	7,5	13	10,25							10,25	13,21
3	113	9,5	9,6	9,55							9,55	11,95
3	114	9,7	10	9,90							9,90	12,57
3	115	9	10	9,70							9,70	12,21
3	116	7,8	8,5	8,15							8,15	9,54
3	117	8,5	8,3	8,40							8,40	9,96
3	118	9	9,4	9,20							9,20	11,33
3	119	8,9	8,1	8,50							8,50	10,13
4	120	8,4	9,2	8,80							8,80	10,64
4	121	9,4	12	10,70							10,70	14,04
4	122	9,1	9	9,05							9,05	11,07
4	123	6	5,6	5,80	5,6	6	5,8				8,20	9,63
4	124	8,1	8,5	8,30							8,30	9,79
4	125	9	9,5	9,25							9,25	11,42
4	126	4	4	4,00	6,6	6	6,2				7,38	8,28
4	127	7,4	8,4	7,90	7,3	7	7,15				10,66	13,96
4	128	6,5	7,2	6,85	5	7	6,15				9,21	11,34
4	129	9	6,7	7,85							7,85	9,04
4	130	7,5	11	9,15							9,15	11,24
4	131	7,8	7,1	7,45							7,45	8,40
4	132	7,2	7,3	7,25							7,25	8,08
4	133	11	9,5	10,25							10,25	13,21
4	134	10	12	11,10							11,10	14,79
4	135	8,2	10	9,15							9,15	11,24
4	136	9,2	9,2	9,20							9,20	11,33
4	137	10,2	9,3	9,75							9,75	12,30
4	138	9,8	9,5	9,65	8	9	8,5				12,86	18,23
4	139	9,6	11	10,35							10,35	13,39

Continuación

Parcela	Árbol No.	Diámetro 30 - Cacao									D30 promedio (cm)	BMA Cacao (kg)
		Bifurcación 1			Bifurcación 2			Bifurcación 3				
		D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)		
4	140	8,1	7,2	7,65							7,65	8,72
4	141	8,1	8	8,05							8,05	9,37
4	142	6,3	5,9	6,10	5,5	5	5,35				8,11	9,48
4	143	8	7,9	7,95							7,95	9,21
4	144	7,8	7,8	7,80							7,80	8,96
4	145	6	4,5	5,25	6,5	8	7				8,75	10,55
4	146	---										
4	147	---										
4	148	8,5	9	8,75							8,75	10,55
4	149	11,1	12	11,55							11,55	15,65
4	150	8	7,4	7,70							7,70	8,80
4	151	7	5,5	6,25	7	7	7,1				9,46	11,79
4	152	7,7	7,7	7,70	7,2	7	7,1				10,47	13,62
4	153	5,5	5,8	5,65	6,8	7	6,65				8,73	10,51
4	154	7	6,5	6,75	6,3	7	6,75				9,55	11,94
4	155	6,1	5,5	5,80	7,3	8	7,45				9,44	11,75
4	156	9,8	9,5	9,65							9,65	12,12
4	157	8	9	8,50							8,50	10,13
5	158	7,4	8,7	8,05							8,05	9,37
5	159	6,5	6,3	6,40	7,6	9	8,2				10,40	13,49
5	160	7,2	8,4	7,80							7,80	8,96
5	161	8,2	9	8,60							8,60	10,30
5	162	10	8,9	9,45							9,45	11,77
5	163	---										
5	164	8,5	7,6	8,05							8,05	9,37
5	165	7,6	8,2	7,90							7,90	9,13
5	166	8	7	7,50							7,50	8,48
5	167	9,6	10	9,90							9,90	12,57
5	168	8,3	8,2	8,25							8,25	9,71
5	169	6	6,5	6,25							6,25	6,54
5	170	10,7	9	9,85							9,85	12,48
5	171	9,3	9,4	9,35							9,35	11,59
5	172	8	8	8,00							8,00	9,29
5	173	8	7,9	7,95							7,95	9,21
5	174	9,8	10	9,90							9,90	12,57

Continuación

Parcela	Árbol No.	Diámetro 30 - Cacao									D30 promedio (cm)	BMA Cacao (kg)
		Bifurcación 1			Bifurcación 2			Bifurcación 3				
		D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)		
5	175	7	8,2	7,60							7,60	8,64
5	176	7,2	7	7,10							7,10	7,84
5	177	10,3	10	10,15							10,15	13,03
5	178	7,6	6,9	7,25							7,25	8,08
5	179	9,4	8,5	8,95							8,95	10,90
5	180	8,2	8	8,10							8,10	9,46
5	181	8,4	7,9	8,15							8,15	9,54
5	182	8,3	7,4	7,85							7,85	9,04
5	183	8,1	7,9	8,00							8,00	9,29
5	184	6,5	6,5	6,50							6,50	6,92
5	185	---										
5	186	9	8	8,50							8,50	10,13
5	187	9	8,4	8,70							8,70	10,47
5	188	6,7	6,1	6,40							6,40	6,77
5	189	6,3	6,4	6,35							6,35	6,69
5	190	8,9	8,1	8,50							8,50	10,13
5	191	5	4,5	4,75	5	5	4,85				6,79	7,36
5	192	7,1	8,6	7,85							7,85	9,04
5	193	8	8	8,00							8,00	9,29
5	194	6	5,6	5,80	6,2	7	6,75				8,90	10,81
5	195	7,9	6,5	7,20							7,20	8,00
5	196	---										
5	197	9,1	11	10,05							10,05	12,84
6	198	7	6,5	6,75							6,75	7,30
6	199	---										
6	200	7,2	7,4	7,30							7,30	8,16
6	201	8,4	8,6	8,50							8,50	10,13
6	202	8,6	8	8,30							8,30	9,79
6	203	5,7	5,8	5,75							5,75	5,81
6	204	4,9	4,7	4,80	6	6	6,1				7,76	8,90
6	205	9,3	9,1	9,20							9,20	11,33
6	206	7,5	7	7,25							7,25	8,08
6	207	5,3	5	5,15							5,15	4,97
6	208	7,8	8,9	8,35							8,35	9,87
6	209	10	9,4	9,70							9,70	12,21

Continuación

Parcela	Árbol No.	Diámetro 30 - Cacao										BMA Cacao (kg)
		Bifurcación 1			Bifurcación 2			Bifurcación 3			D30 promedio (cm)	
		D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)		
6	210	4,5	4,7	4,60	4,9	5	4,7				6,58	7,03
6	211	5	5,3	5,15	4,9	4	4,5				6,84	7,44
6	212	8,7	8,5	8,60							8,60	10,30
6	213	6	5,9	5,95							5,95	6,10
6	214	---										
6	215	5,5	5,5	5,50	4	5	4,25	4	4	3,55	7,80	8,97
6	216	4,6	4,2	4,40	3,8	5	4,4				6,22	6,50
6	217	8,5	9,2	8,85							8,85	10,72
6	218	6,1	6,7	6,40							6,40	6,77
6	219	---										
6	220	5	4,2	4,60	5,2	6	5,35				7,06	7,77
6	221	6,4	6	6,20	5,9	6	5,95				8,59	10,28
6	222	8,2	8,1	8,15							8,15	9,54
6	223	6,9	7,5	7,20							7,20	8,00
6	224	7	7,3	7,15							7,15	7,92
6	225	6,3	6,2	6,25							6,25	6,54
6	226	5,2	5,5	5,35							5,35	5,25
6	227	9	6,9	7,95							7,95	9,21
6	228	9,1	7,9	8,50							8,50	10,13
6	229	6,1	6,3	6,20	6,5	6	6,2				8,77	10,58
6	230	8	8	8,00							8,00	9,29
6	231	7	6,6	6,80							6,80	7,38
6	232	8,2	8,9	8,55							8,55	10,21
6	233	7,5	7,2	7,35							7,35	8,24
6	234	7,6	7,5	7,55							7,55	8,56
6	235	8,5	8,7	8,60							8,60	10,30
7	236	6,5	5,8	6,15							6,15	6,40
7	237	---										
7	238	6,5	6,9	6,70							6,70	7,22
7	239	5,2	5,3	5,25							5,25	5,11
7	240	7,7	6,9	7,30							7,30	8,16
7	241	9	9,9	9,45							9,45	11,77
7	242	8,5	9,5	9,00							9,00	10,98
7	243	4,5	4,3	4,40	4	5	4,25				6,12	6,35
7	244	10	9,9	9,95							9,95	12,66

Continuación

Parcela	Árbol No.	Diámetro 30 - Cacao									D30 promedio (cm)	BMA Cacao (kg)
		Bifurcación 1			Bifurcación 2			Bifurcación 3				
		D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)		
7	245	6,8	7,1	6,95							6,95	7,61
7	246	7,4	7,4	7,40							7,40	8,32
7	247	7,2	7,6	7,40							7,40	8,32
7	248	7,9	7,7	7,80							7,80	8,96
7	249	8,2	6,5	7,35							7,35	8,24
7	250	5,5	5,9	5,70							5,70	5,74
7	251	6,5	6,3	6,40							6,40	6,77
7	252	6,7	7,3	7,00							7,00	7,69
7	253	10,7	11	10,90							10,90	14,41
7	254	5,9	6,4	6,15							6,15	6,40
7	255	5,7	5,8	5,75							5,75	5,81
7	256	---										
7	257	6,8	6,5	6,65							6,65	7,15
7	258	8,2	8,6	8,40							8,40	9,96
7	259	6,2	5,8	6,00							6,00	6,17
7	260	7,1	6,2	6,65							6,65	7,15
7	261	6,8	6,6	6,70							6,70	7,22
7	262	---										
7	263	---										
7	264	6,5	7,2	6,85							6,85	7,45
7	265	6,6	7	6,80							6,80	7,38
7	266	7,2	7,5	7,35							7,35	8,24
7	267	8,2	7,4	7,80							7,80	8,96
7	268	6,6	7,2	6,90							6,90	7,53
7	269	5,2	5,6	5,40							5,40	5,32
7	270	6	6,5	6,25							6,25	6,54
7	271	5,7	5,4	5,55							5,55	5,53
7	272	6,4	5,9	6,15							6,15	6,40
7	273	8	8,3	8,15							8,15	9,54
7	274	7,9	9,5	8,70							8,70	10,47
7	275	6	5,5	5,75							5,75	5,81
7	276	3,6	3,7	3,65	3,6	3	3,5				5,06	4,84
8	277	6,5	6,5	6,50							6,50	6,92
8	278	---										
8	279	6,5	6,1	6,30							6,30	6,62

Continuación

Parcela	Árbol No.	Diámetro 30 - Cacao									BMA Cacao (kg)	
		Bifurcación 1			Bifurcación 2			Bifurcación 3				D30 promedio (cm)
		D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)		
8	280	6,3	6,5	6,40							6,40	6,77
8	281	---										
8	282	6,5	6,6	6,55							6,55	6,99
8	283	6,3	6	6,15							6,15	6,40
8	284	4	3,9	3,95							3,95	3,41
8	285	6	6,5	6,25							6,25	6,54
8	286	6,5	6,1	6,30							6,30	6,62
8	287	5,7	5,5	5,60							5,60	5,60
8	288	5,3	5,9	5,60							5,60	5,60
8	289	6,6	6,7	6,65							6,65	7,15
8	290	6,5	5,5	6,00							6,00	6,17
8	291	8,4	9,2	8,80							8,80	10,64
8	292	5,2	4,8	5,00							5,00	4,77
8	293	4,7	5,5	5,10							5,10	4,90
8	294	4	4,3	4,15	4,3	5	4,4				6,05	6,25
8	295	7,5	6,6	7,05							7,05	7,76
8	296	6,6	7,1	6,85							6,85	7,45
8	297	4	4	4,00	4	4	4,1				5,73	5,78
8	298	4	4,2	4,10	3,9	4	3,85				5,62	5,63
8	299	6,4	6,6	6,50							6,50	6,92
8	300	5,7	6	5,85							5,85	5,96
8	301	6,1	6,6	6,35							6,35	6,69
8	302	7,3	8,2	7,75							7,75	8,88
8	303	6,8	6,2	6,50							6,50	6,92
8	304	5,7	5,6	5,65							5,65	5,67
8	305	5,7	5,5	5,60							5,60	5,60
8	306	4,5	4,6	4,55							4,55	4,17
8	307	---										
8	308	8,3	7,3	7,80							7,80	8,96
8	309	7,3	6,6	6,95							6,95	7,61
8	310	---										
8	311	8	7,6	7,80							7,80	8,96
8	312	6,7	6,9	6,80							6,80	7,38
8	313	7,5	7	7,25							7,25	8,08
8	314	6,8	6,9	6,85							6,85	7,45

Continuación

Parcela	Árbol No.	Diámetro 30 - Cacao									D30 promedio (cm)	BMA Cacao (kg)
		Bifurcación 1			Bifurcación 2			Bifurcación 3				
		D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)		
8	315	---										
8	316	8,1	8,2	8,15							8,15	9,54
8	317	7,1	6,6	6,85							6,85	7,45
9	318	6,8	6,9	6,85							6,85	7,45
9	319	6,4	6,5	6,45							6,45	6,84
9	320	8,1	8,1	8,10							8,10	9,46
9	321	7,4	8,9	8,15							8,15	9,54
9	322	7,2	8,4	7,80							7,80	8,96
9	323	8,1	9,5	8,80							8,80	10,64
9	324	5	5,4	5,20							5,20	5,04
9	325	5	4,9	4,95							4,95	4,70
9	326	4,1	4,3	4,20	4,1	4	3,9				5,73	5,79
9	327	7,3	6,1	6,70							6,70	7,22
9	328	6,9	5,7	6,30							6,30	6,62
9	329	5,9	6,1	6,00							6,00	6,17
9	330	5	4,7	4,85							4,85	4,56
9	331	7,2	7,1	7,15	6,5	7	6,75				9,83	12,45
9	332	---										
9	333	6	5,5	5,75							5,75	5,81
9	334	10,3	8	9,15							9,15	11,24
9	335	5,3	5,1	5,20	5,2	5	5,05				7,25	8,08
9	336	6,7	7	6,85							6,85	7,45
9	337	5,9	5,6	5,75							5,75	5,81
9	338	7,6	8	7,80							7,80	8,96
9	339	5,6	5,3	5,45							5,45	5,39
9	340	7	7,5	7,25							7,25	8,08
9	341	9,3	8,6	8,95							8,95	10,90
9	342	7,8	6,3	7,05							7,05	7,76
9	343	---										
9	344	11,6	10	11,00							11,00	14,60
9	345	---										
9	346	6,1	5,9	6,00							6,00	6,17
9	347	7,4	7,3	7,35							7,35	8,24
9	348	6,8	7,2	7,00							7,00	7,69
9	349	7,3	6,6	6,95							6,95	7,61

Continuación

Parcela	Árbol No.	Diámetro 30 - Cacao									BMA Cacao (kg)	
		Bifurcación 1			Bifurcación 2			Bifurcación 3				D30 promedio (cm)
		D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)		
9	350	---										
9	351	7	7,6	7,30							7,30	8,16
9	352	7	6	6,50							6,50	6,92
9	353	4	4,2	4,10	5,6	6	5,55				6,90	7,53
9	354	5	4,4	4,70	5,1	5	5				6,86	7,47
9	355	5,4	4,9	5,15	2,9	3	2,9				5,91	6,04
9	356	6,3	6,8	6,55							6,55	6,99
10	357	7,8	7,9	7,85							7,85	9,04
10	358	5,6	5,6	5,60							5,60	5,60
10	359	7,5	6,7	7,10							7,10	7,84
10	360	7	5,8	6,40							6,40	6,77
10	361	6,5	7,9	7,20							7,20	8,00
10	362	6,3	5,6	5,95							5,95	6,10
10	363	8,4	10	9,25							9,25	11,42
10	364	7,7	8,5	8,10							8,10	9,46
10	365	10,3	9,4	9,85							9,85	12,48
10	366	8,8	8,9	8,85							8,85	10,72
10	367	6,1	5,5	5,80							5,80	5,88
10	368	6,8	6,1	6,45							6,45	6,84
10	369	9,6	8,6	9,10							9,10	11,16
10	370	7,1	7,1	7,10							7,10	7,84
10	371	10,6	9,6	10,10							10,10	12,94
10	372	7,7	8,2	7,95							7,95	9,21
10	373	8,8	7,1	7,95							7,95	9,21
10	374	---										
10	375	10,2	9,9	10,05							10,05	12,84
10	376	7,7	7,9	7,80							7,80	8,96
10	377	7,5	6,7	7,10							7,10	7,84
10	378	---										
10	379	10	11	10,30							10,30	13,30
10	380	9,3	7,8	8,55							8,55	10,21
10	381	8	8,7	8,35							8,35	9,87
10	382	7,5	8,5	8,00							8,00	9,29
10	383	6,6	6,6	6,60							6,60	7,07
10	384	7	6,6	6,80							6,80	7,38

Continuación

Parcela	Árbol No.	Diámetro 30 - Cacao									D30 promedio (cm)	BMA Cacao (kg)
		Bifurcación 1			Bifurcación 2			Bifurcación 3				
		D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)		
10	385	7,7	8,3	8,00							8,00	9,29
10	386	7,6	7,6	7,60							7,60	8,64
10	387	6,2	7,5	6,85							6,85	7,45
10	388	6	7,4	6,70							6,70	7,22
10	389	5,8	5,9	5,85							5,85	5,96
10	390	6,3	6,3	6,30							6,30	6,62
10	391	7,4	7,3	7,35							7,35	8,24
10	392	4,3	4,3	4,30	3,8	5	4,25				6,05	6,24
10	393	---										
10	394	5,3	5,1	5,20							5,20	5,04
10	395	---										
11	396	7,3	7,1	7,20							7,20	8,00
11	397	7,9	7,3	7,60							7,60	8,64
11	398	9,4	8,6	9,00							9,00	10,98
11	399	11,4	12	11,50							11,50	15,55
11	400	6,9	7,4	7,15							7,15	7,92
11	401	6,1	9,1	7,60							7,60	8,64
11	402	7,1	6,8	6,95							6,95	7,61
11	403	4	3,8	3,90							3,90	3,35
11	404	7,6	8,1	7,85							7,85	9,04
11	405	7,4	7	7,20							7,20	8,00
11	406	7,6	8,5	8,05							8,05	9,37
11	407	8,3	7,9	8,10							8,10	9,46
11	408	4,9	4,4	4,65							4,65	4,30
11	409	8,3	8,8	8,55							8,55	10,21
11	410	7,4	6,2	6,80							6,80	7,38
11	411	---										
11	412	10,4	10	10,20							10,20	13,12
11	413	10,4	11	10,45							10,45	13,58
11	414	7,1	7,7	7,40							7,40	8,32
11	415	8,5	7,7	8,10							8,10	9,46
11	416	---										
11	417	9,4	8,5	8,95							8,95	10,90
11	418	3,3	3,3	3,30							3,30	2,64
11	419	4,2	4,1	4,15							4,15	3,66

Continuación

Parcela	Árbol No.	Diámetro 30 - Cacao									D30 promedio (cm)	BMA Cacao (kg)
		Bifurcación 1			Bifurcación 2			Bifurcación 3				
		D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)		
11	420	3,3	4	3,65							3,65	3,05
11	421	7,5	7,9	7,70							7,70	8,80
11	422	3,7	3,5	3,60							3,60	2,99
11	423	7	7,2	7,10							7,10	7,84
11	424	6	6,9	6,45							6,45	6,84
11	425	7,4	7,2	7,30							7,30	8,16
11	426	8,7	7,8	8,25							8,25	9,71
11	427	---										
11	428	8,2	7,5	7,85							7,85	9,04
11	429	6,5	6,8	6,65							6,65	7,15
12	430	8,6	8,6	8,60							8,60	10,30
12	431	---										
12	432	---										
12	433	5,9	7	6,45	7,2	8	7,55				9,93	12,63
12	434	7,6	8,1	7,85							7,85	9,04
12	435	9	11	9,90							9,90	12,57
12	436	8,3	7,6	7,95							7,95	9,21
12	437	8,6	9,2	8,90							8,90	10,81
12	438	6,1	6,7	6,40	5,4	7	6,1				8,84	10,71
12	439	5,4	5,3	5,35	6,7	6	6,4				8,34	9,86
12	440	9,7	8,7	9,20							9,20	11,33
12	441	9,2	10	9,60							9,60	12,04
12	442	7,7	7,8	7,75							7,75	8,88
12	443	11,2	9,4	10,30							10,30	13,30
12	444	11,7	9,4	10,55							10,55	13,76
12	445	11,7	10	11,05							11,05	14,70
12	446	10,3	11	10,40							10,40	13,48
12	447	13,6	11	12,15							12,15	16,82
12	448	9,6	9,9	9,75							9,75	12,30
12	449	11	12	11,50							11,50	15,55
12	450	14,4	7,6	11,00							11,00	14,60
12	451	8,4	8,4	8,40							8,40	9,96
12	452	9,4	9,4	9,40							9,40	11,68
12	453	8,1	8	8,05	6,7	7	6,65				10,44	13,56
12	454	14,7	10	12,50							12,50	17,51

Continuación

Parcela	Árbol No.	Diámetro 30 - Cacao										BMA Cacao (kg)
		Bifurcación 1			Bifurcación 2			Bifurcación 3			D30 promedio (cm)	
		D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)		
12	455	6,7	7,4	7,05	5,8	5	5,45				8,91	10,83
12	456	8,5	7,7	8,10							8,10	9,46
12	457	6	5,8	5,90							5,90	6,03
12	458	4,8	4,9	4,85							4,85	4,56
12	459	7,9	8,7	8,30							8,30	9,79
12	460	---										
12	461	6	6,6	6,30	7,1	7	6,85				9,31	11,52
12	462	10,3	8,5	9,40							9,40	11,68
12	463	4,4	4,3	4,35							4,35	3,91
13	464	8	12	9,85							9,85	12,48
13	465	9,6	9,5	9,55							9,55	11,95
13	466	8,6	7,9	8,25							8,25	9,71
13	467	10,3	9,8	10,05							10,05	12,84
13	468	6,7	6,7	6,70							6,70	7,22
13	469	6,6	6,7	6,65							6,65	7,15
13	470	7,6	7,9	7,75							7,75	8,88
13	471	7,9	8,8	8,35							8,35	9,87
13	472	9	8,5	8,75							8,75	10,55
13	473	5,2	4,8	5,00							5,00	4,77
13	474	11	10	10,50							10,50	13,67
13	475	9,4	10	9,70							9,70	12,21
13	476	5	5,8	5,40	4,7	4	4,55				7,06	7,78
13	477	9,6	9,6	9,60							9,60	12,04
13	478	15,4	13	13,95							13,95	20,46
13	479	9	7,6	8,30							8,30	9,79
13	480	4,2	4,3	4,25							4,25	3,78
13	481	4,1	4,3	4,20							4,20	3,72
13	482	7	6,9	6,95							6,95	7,61
13	483	---										
13	484	8,4	8,5	8,45							8,45	10,04
13	485	7,5	8,7	8,10							8,10	9,46
13	486	6,7	6,9	6,80							6,80	7,38
13	487	7,4	7,8	7,60							7,60	8,64
13	488	7,6	7,7	7,65							7,65	8,72
13	489	9,9	8,8	9,35							9,35	11,59

Continuación

Parcela	Árbol No.	Diámetro 30 - Cacao									D30 promedio (cm)	BMA Cacao (kg)
		Bifurcación 1			Bifurcación 2			Bifurcación 3				
		D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)		
13	490	8,8	8	8,40							8,40	9,96
13	491	---										
13	492	9	11	9,75							9,75	12,30
13	493	9,2	8,9	9,05							9,05	11,07
13	494	11,4	11	11,10							11,10	14,79
13	495	8,4	9,4	8,90							8,90	10,81
14	496	7,7	9,2	8,45							8,45	10,04
14	497	7,8	8	7,90	7,1	8	7,55				10,93	14,47
14	498	10,1	9,3	9,70							9,70	12,21
14	499	---										
14	500	---										
14	501	9,8	8,4	9,10							9,10	11,16
14	502	9,7	11	10,15							10,15	13,03
14	503	7,4	7,4	7,40	8,5	8	8,05				10,93	14,48
14	504	9,8	8,7	9,25							9,25	11,42
14	505	8,8	8,2	8,50							8,50	10,13
14	506	---										
14	507	10,4	8,8	9,60							9,60	12,04
14	508	---										
14	509	10,3	9,9	10,10							10,10	12,94
14	510	7	7	7,00	12	9	10,6				12,70	17,91
14	511	9,3	9,8	9,55							9,55	11,95
14	512	10,2	11	10,70							10,70	14,04
14	513	---										
14	514	7,6	7,9	7,75	8,3	10	9,15				11,99	16,51
14	515	13,2	12	12,65							12,65	17,81
14	516	12,2	11	11,55							11,55	15,65
14	517	10,5	9,8	10,15							10,15	13,03
14	518	14,9	10	12,45							12,45	17,41
14	519	11,3	9,4	10,35							10,35	13,39
14	520	6,2	6,1	6,15	5,5	6	5,7				8,39	9,93
14	521	10,8	8,5	9,65							9,65	12,12
14	522	6,9	7	6,95	6,6	7	6,55				9,55	11,95
14	523	6,9	7,4	7,15	7,9	7	7,55				10,40	13,48
14	524	6,7	7,7	7,20	8,4	8	7,95				10,73	14,09

Continuación

Parcela	Árbol No.	Diámetro 30 - Cacao									D30 promedio (cm)	BMA Cacao (kg)
		Bifurcación 1			Bifurcación 2			Bifurcación 3				
		D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)		
14	525	13,5	11	12,00							12,00	16,52
14	526	14,9	12	13,45							13,45	19,43
14	527	9,4	9,3	9,35							9,35	11,59
14	528	11,2	11	11,00							11,00	14,60
14	529	9,4	8,5	8,95							8,95	10,90
14	530	8,4	8	8,20	7,6	7	7,5				11,11	14,82
15	531	6,7	7,6	7,15							7,15	7,92
15	532	6,8	7,1	6,95	6,8	7	6,7	6	6	6,05	11,39	15,35
15	533	6,1	6,6	6,35							6,35	6,69
15	534	9,7	7,6	8,65							8,65	10,38
15	535	9	9,9	9,45							9,45	11,77
15	536	10,4	12	11,00							11,00	14,60
15	537	8,8	8	8,40							8,40	9,96
15	538	8,8	8,4	8,60							8,60	10,30
15	539	10,8	9,4	10,10							10,10	12,94
15	540	10,9	8,8	9,85							9,85	12,48
15	541	7,4	8,3	7,85							7,85	9,04
15	542	7,1	7,4	7,25	11	9	9,9				12,27	17,05
15	543	9,1	8,6	8,85							8,85	10,72
15	544	16,3	13	14,80							14,80	22,25
15	545	8,2	10	9,10							9,10	11,16
15	546	8,6	9,1	8,85							8,85	10,72
15	547	12	11	11,65							11,65	15,84
15	548	8,4	9,8	9,10							9,10	11,16
15	549	10,4	9,9	10,15							10,15	13,03
15	550	11	11	11,10							11,10	14,79
15	551	---										
15	552	---										
15	553	10,3	13	11,55							11,55	15,65
15	554	6,9	7,2	7,05	5,9	6	5,85				9,16	11,26
15	555	6,1	6,8	6,45	6,4	6	6,30				9,02	11,01
15	556	9,9	9,7	9,80							9,80	12,39
15	557	10,4	10	10,20							10,20	13,12
15	558	7,9	7	7,45							7,45	8,40
15	559	7,6	7	7,30							7,30	8,16

Continuación

Parcela	Árbol No.	Diámetro 30 - Cacao									BMA Cacao (kg)	
		Bifurcación 1			Bifurcación 2			Bifurcación 3				D30 promedio (cm)
		D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)	D1	D2	Prom. (cm)		
15	560	6,9	6,4	6,65	8,2	7	7,75				10,21	13,14
15	561	9,8	8,3	9,05							9,05	11,07
15	562	5,7	5,8	5,75							5,75	5,81
15	563	7,6	8	7,80							7,80	8,96
15	564	7	6,5	6,75							6,75	7,30
Cálculo de las existencias de carbono para el cacao												
A.	BMA promedio/árbol						10,44			kg mat.sec./árbol		
B.	Total BMA/muestreo						5448,87			kg mat.sec./muestra		
C.	BMA/ha						16105,07			kg mat.sec./ha		
D.	BMA/ha en t						16,11			t mat.sec./ha		
E.	BMR/ha en t						4,04			t mat.sec./ha		
F.	BMA+BMR						20,15			t mat.sec./ha		
G.	Existencias de C						9,47			tC/ha		

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 20

MUESTREO DE LAS EXISTENCIAS DE CARBONO PARA LA BOLAINA

Árbol No.	Circunferencia a la altura de la base (cm)	Diámetro a la altura de la base (cm)	BMA Bolaina (kg)
1	70,3	22,38	101,59
2	76,0	24,19	123,48
3	80,0	25,46	140,39
4	71,5	22,76	105,99
5	71,9	22,89	107,48
6	78,0	24,83	131,77
7	77,0	24,51	127,58
8	69,1	22,00	97,31
9	70,0	22,28	100,51
10	76,0	24,19	123,48
11	75,8	24,13	122,67
12	70,8	22,54	103,41
13	70,9	22,57	103,77
14	73,8	23,49	114,73
15	67,2	21,39	90,75
16	79,1	25,18	136,47
17	70,8	22,54	103,41
18	75,2	23,94	120,25
19	75,0	23,87	119,45
20	76,8	24,45	126,76
21	73,7	23,46	114,34
22	79,7	25,37	139,08
23	81,9	26,07	148,89
24	77,3	24,61	128,83
25	71,1	22,63	104,51
26	71,9	22,89	107,48
27	75,7	24,10	122,26
28	85,2	27,12	164,36
29	70,0	22,28	100,51
30	72,3	23,01	108,98
31	80,9	25,75	144,38
32	75,7	24,10	122,26
33	71,8	22,85	107,10
34	75,9	24,16	123,07
35	81,0	25,78	144,83
36	75,1	23,91	119,85

Continuación

Árbol No.	Circunferencia a la altura de la base (cm)	Diámetro a la altura de la base (cm)	BMA Bolaina (kg)
37	74,2	23,62	116,29
38	70,7	22,50	103,04
39	75,2	23,94	120,25
40	77,1	24,54	128,00
41	76,8	24,45	126,76
42	76,8	24,45	126,76
43	72,8	23,17	110,88
44	70,9	22,57	103,77
45	70,0	22,28	100,51
46	76,5	24,35	125,52
47	70,4	22,41	101,95
48	67,8	21,58	92,79
49	68,5	21,80	95,21
50	77,2	24,57	128,42
51	70,9	22,57	103,77
52	72,4	23,05	109,36
53	78,9	25,11	135,61
54	69,0	21,96	96,95
55	79,4	25,27	137,77
56	75,9	24,16	123,07
57	75,9	24,16	123,07
58	73,4	23,36	113,18
59	72,3	23,01	108,98
60	78,1	24,86	132,20
61	75,2	23,94	120,25
62	76,0	24,19	123,48
63	72,9	23,20	111,26
64	68,7	21,87	95,90
65	67,9	21,61	93,13
66	70,6	22,47	102,68
67	75,7	24,10	122,26
68	76,1	24,22	123,89
69	74,1	23,59	115,90
70	69,1	22,00	97,31
71	83,5	26,58	156,27
72	74,0	23,55	115,51

Continuación

Árbol No.	Circunferencia a la altura de la base (cm)	Diámetro a la altura de la base (cm)	BMA Bolaina (kg)
73	76,8	24,45	126,76
Cálculo de las existencias de carbono para la bolaina			
A.	BMA promedio/árbol	117,41	kg mat.sec./árbol
B.	Total BMA/muestreo	8570,65	kg mat.sec./muestra
C.	BMA/ha	10918,77	kg mat.sec./ha
D.	BMA/ha en t	10,92	t mat.sec./ha
E.	BMR/ha en t	2,87	t mat.sec./ha
F.	BMA+BMR	13,79	t mat.sec./ha
G.	Existencias de C	6,48	tC/ha

FUENTE: Elaboración propia