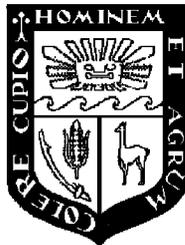


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

Facultad de Ciencias Forestales



**“Evaluación Técnico Económica del
cardamomo *Elettaria cardamomum* con
fines de producción bajo sombra de
especies forestales en Villa Rica”**

Tesis para optar el Título de
INGENIERO FORESTAL

Vanesa Mara Egg Armero

Lima – Perú
2011

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por la ex-alumna de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. VANESA MARA EGG ARMERO, intitulado “EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA DEL CARDAMOMO ELETARIA CARDAMOMUM CON FINES DE PRODUCCIÓN BAJO SOMBRA DE ESPECIES FORESTALES EN VILLA RICA”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de

En consecuencia queda en condición de ser considerada APTA y recibir el título de INGENIERO FORESTAL.

La Molina, 8 de Septiembre de 2011

.....
Ing. Ignacio Lombardi
Presidente

.....
Ing. Carlos Chuquicaja
Miembro

.....
Ing. Rosa María Hermoza
Miembro

.....
Dr. Gilberto Domínguez Torrejón
Patrocinador

.....
¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

RESUMEN

Esta investigación se realizó en el Fundo “Arca de Noé” en la ciudad de Villa Rica, Provincia de Oxapampa, a una altitud de 1450 msnm y tuvo como propósito incorporar al cardamomo *Elettaria cardamomum* como componente de sistemas agroforestales.

Se evaluó una plantación del cultivo establecida en el 2004, siendo caracterizadas las condiciones de sitio en las cuales se desarrolla el cultivo bajo dosel. Se delimitaron tres áreas que presentaban condiciones de sitio diferentes, como pendiente, componente arbóreo y densidad de siembra. Dentro de estas, se seleccionaron parcelas de evaluación, evaluando 36 de plantas de cardamomo en cada una, las cuales fueron estudiadas mediante la cosecha de los frutos en un año para obtener el rendimiento productivo. Mediante un análisis de correlación simple se determinó la influencia del factor suelo en la producción de frutos, apreciando que la materia orgánica fue el elemento primordial en la producción de frutos.

La contribución económica del sistema se analizó mediante un flujo de caja económico de las parcelas y se evaluó con indicadores económicos como el Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y B/C. Para esto se proyectaron cosechas futuras a obtener al final del ciclo productivo de la especie, que son 15 años. Se comprobó que las tres parcelas son viables económicamente, obteniendo valores positivos de VAN y TIR por encima del costo de oportunidad.

Finalmente se propuso un diseño agroforestal incorporando al cultivo de cardamomo especies arbóreas de valor comercial. Estas fueron elegidas tomando como base criterios silviculturales y económicos, siendo estas especies las que presentaron buen desarrollo en las condiciones presentes de la zona y que brindaban un valor económico a las parcelas.

El sistema agroforestal propuesto es multiestrato, teniendo como componentes el cardamomo, el paca, nogal, ulcumano y sangre de grado; y maní forrajero como cobertura.

ÍNDICE

Página

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN.....	5
ÍNDICE.....	6
LISTA DE CUADROS.....	8
LISTA DE FIGURAS	9
1. INTRODUCCIÓN	10
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	13
2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE EN ESTUDIO	13
2.1.1 Clasificación Botánica.....	13
2.1.2 Descripción	13
2.2 ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA	15
2.2.1 Requerimientos climáticos	15
2.2.2 Requerimientos edafológicos	15
2.3 PROPAGACIÓN Y SIEMBRA.....	16
2.4 MANEJO DEL CULTIVO	17
2.4.1 Control de malezas y podas	17
2.4.2 Fertilización	17
2.4.3 Control de enfermedades.....	17
2.5 CARACTERÍSTICAS DE LA COSECHA.....	18
2.6 BENEFICIADO	18
2.7 RENDIMIENTOS	19
2.8 PROPIEDADES QUÍMICAS Y USOS.....	20
2.9 COMERCIALIZACIÓN Y MERCADO.....	21
2.10 CARACTERÍSTICAS DE IMPORTANCIA DE LOS SUELOS TROPICALES	28
2.10.1 Textura	28
2.10.2 Estructura.....	28
2.10.3 Materia orgánica.....	29
2.10.4 Acidez del suelo	29
2.10.5 Nitrógeno.....	29
2.10.6 Calcio.....	30
2.10.7 Magnesio	30
2.10.8 Potasio.....	30
2.10.9 Fósforo	31
2.11 ESPECIES DE IMPORTANCIA PARA EL SISTEMA AGROFORESTAL	31
2.11.1 Nogal (<i>Juglans neotropica diels</i>).....	31
2.11.2 Pacae (<i>Inga spp.</i>).....	33
2.11.3 Sangre de grado (<i>Croton lechleri M. Arg.</i>).....	34
2.11.4 Ulcmano (<i>Podocarpus oleifolius</i>).....	34
3. MATERIALES Y MÉTODOS	36
3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	36
3.1.1 LUGAR DE EJECUCIÓN	36
3.1.2 FISIOGRAFÍA	37
3.1.3 ECOLOGÍA	37
3.1.4 CLIMA	37

3.1.5	SUELOS.....	38
3.1.6	RIQUEZA FLORÍSTICA.....	38
3.2	MATERIALES	38
3.2.1	EQUIPOS.....	38
3.2.2	HERRAMIENTAS Y MATERIALES.....	38
3.3	METODOLOGIA.....	39
3.3.1	UNIDAD DE ANALISIS	39
3.3.2	EVALUACION DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA PRODUCTIVO.....	41
3.3.3	PARAMETROS DE MEDICION	42
3.3.4	ANALISIS ESTADISTICO.....	43
3.3.5	ANALISIS CUANTITATIVO.....	44
3.3.6	PROPUESTA AGROFORESTAL.....	45
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
4.1	MICRO ZONIFICACIÓN DE LAS PARCELAS EVALUADAS.....	50
4.1.1	<i>Descripción de las parcelas evaluadas</i>	<i>50</i>
4.2	ANÁLISIS DEL EFECTO EDÁFICO EN LA PRODUCCIÓN DE FRUTOS	53
4.2.1	<i>Análisis del componente textural.....</i>	<i>53</i>
4.2.2	<i>Análisis de la acidez, contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio presentes en el suelo</i>	<i>55</i>
4.3	ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE FRUTOS.....	56
4.4	ANÁLISIS DEL COMPONENTE ARBÓREO	60
4.5	EVALUACION ECONOMICA	62
4.5.1	<i>Evaluación de la rentabilidad de las parcelas evaluadas.....</i>	<i>62</i>
4.5.2	<i>Propuesta agroforestal.....</i>	<i>71</i>
5.	CONCLUSIONES	80
6.	RECOMENDACIONES.....	81
	BIBLIOGRAFIA	82
	ANEXO 1.....	87
	ANÁLISIS DE SUELO.....	87
	ANEXO 2.....	88
	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CORRELACIÓN SIMPLE.....	88

Lista de cuadros

Página

CUADRO 1	PRINCIPALES EXPORTADORES DE CARDAMOMO 2005-2007.....	23
CUADRO 2	PRINCIPALES IMPORTADORES MUNDIALES DE CARDAMOMO 2005-2007.....	24
CUADRO 3	DATOS DE COSECHAS EN KILOGRAMOS POR HECTÁREA. AÑO 2006 - 2009.....	26
CUADRO 4	MATRIZ DE PREFERENCIAS DE SITIO POR ESPECIE FORESTAL EN LA PROVINCIA DE OXAPAMPA.....	35
CUADRO 5	DATOS DE CRECIMIENTO DE ESPECIES FORESTALES EN LA PROVINCIA DE OXAPAMPA.....	35
CUADRO 6	CRITERIO SILVICULTURAL.....	47
CUADRO 7	CRITERIO ECONÓMICO.....	47
CUADRO 8	MATRIZ PARA LA SELECCIÓN DE ESPECIES.....	48
CUADRO 9	DATOS GENERALES DE LAS PARCELAS EVALUADAS.....	53
CUADRO 10	RESUMEN DE LOS PARÁMETROS TEXTURALES DEL ANÁLISIS DE SUELO CON LA PRODUCCIÓN DE FRUTOS VERDES DE CARDAMOMO.....	54
CUADRO 11	RESULTADO DEL ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN DE FRUTOS (KG/HA) Y CADA COMPONENTE TEXTURAL.....	55
CUADRO 12	RESUMEN DEL ANÁLISIS DE SUELO.....	55
CUADRO 13	RESULTADO DEL ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN DE FRUTOS (KG/HA) Y LOS NIVELES DE ACIDEZ, NITRÓGENO, FÓSFORO, POTASIO Y MATERIA ORGÁNICA.....	56
CUADRO 14	VALORES DE LOS PROMEDIOS, MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTOS VERDE/MES POR PLANTA.....	57
CUADRO 15	RENDIMIENTOS DE LAS COSECHAS REALIZADAS EN CADA PARCELA EN KG/HA/AÑO.....	58
CUADRO 16	RESUMEN DE PRODUCCIÓN DE CARDAMOMO SECO (KG/HA) INTERNACIONALMENTE.....	60
CUADRO 17	NÚMERO DE INDIVIDUOS POR ESPECIE POR HECTÁREA, ÁREA DE COPA Y VOLÚMENES PROMEDIO POR CADA ESPECIE.....	61
CUADRO 18	ÁREA PROYECTADA DE COPA EN PORCENTAJE DE CADA PARCELA.....	62
CUADRO 19	PROYECCIÓN A 15 AÑOS DE LA PRODUCCIÓN DE FRUTOS VERDES DE CARDAMOMO POR HECTÁREA.....	63
CUADRO 20	NÚMERO DE JORNALeros UTILIZADOS PARA LAS DIFERENTES ACTIVIDADES POR HECTÁREA.....	65
CUADRO 21	ESTIMACIÓN DE VOLÚMENES POR ESPECIE E INGRESOS (S./HA) DE LA PARCELA P1.....	66
CUADRO 22	ESTIMACIÓN DE VOLÚMENES POR ESPECIE E INGRESOS (S./HA) DE LA PARCELA P2.....	67
CUADRO 23	ESTIMACIÓN DE VOLÚMENES POR ESPECIE E INGRESOS (S./HA) DE LA PARCELA P3.....	67
CUADRO 24	FLUJO DE CAJA PARA LA PARCELA P1.....	68
CUADRO 25	FLUJO DE CAJA PARA LA PARCELA P2.....	69
CUADRO 26	FLUJO DE CAJA PARA LA PARCELA P3.....	70
CUADRO 27	INDICADORES ECONÓMICOS VAN, TIR Y B/C PARA LAS PARCELAS P1, P2 Y P3.....	71
CUADRO 28	CLASIFICACIÓN DE LAS ESPECIES ENCONTRADAS EN LAS PARCELAS.....	72
CUADRO 29	FLUJO DE CAJA DE LA PROPUESTA AGROFORESTAL (AÑO 0-15).....	75
CUADRO 30	INDICADORES ECONÓMICOS PARA LA PROPUESTA AGROFORESTAL.....	77

Lista de figuras

	Página
FIGURA 1 ELETARIA CARDAMOMUM	14
FIGURA 2 CÁPSULA EN ESTADO VERDE	19
FIGURA 3 CÁPSULA EN ESTADO SECO.....	19
FIGURA 4 EXPORTACIONES MUNDIALES DE CARDAMOMO US\$ MILLONES 2005-2007.....	22
FIGURA 5 PRODUCCIÓN DE CARDAMOMO VERDE (KG/HA), AÑO 2006-2009	27
FIGURA 6 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL FUNDO ARCA DE NOÉ.....	37
FIGURA 7 PLANTA DE CARDAMOMO PARCELA P1.....	52
FIGURA 8 PLANTA DE CARDAMOMO EN PARCELA P2.....	52
FIGURA 9 PLANTA DE CARDAMOMO EN PARCELA P3.....	53
FIGURA 10 PRODUCCIÓN DE CARDAMOMO VERDE EN KG/HA	59
FIGURA 11 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS ESPECIES DE LA PROPUESTA EN 1 HECTÁREA.....	78
FIGURA 12 DISTANCIAMIENTOS ENTRE ESPECIES	79

1. INTRODUCCIÓN

La constante destrucción de los recursos naturales debido a la expansión agropecuaria, deforestación por agricultura migratoria y cambio inadecuado de uso de la tierra, son algunos de los principales problemas de los bosques tropicales que ocasiona el empobrecimiento de los suelos. Actualmente, en zonas degradadas, la población en general está tomando conciencia de esta situación y se están generando diferentes acciones para contrarrestar su efecto sobre el incremento de tierras improductivas, dentro de las cuales se encuentran la instalación de plantaciones de diversas especies forestales y su asociación con cultivos agrícolas de importancia.

Existen estudios que afirman que las plantaciones forestales son una de las opciones más interesantes para superar la pobreza rural por su elevada capacidad de generar empleo permanente y recursos aprovechables en el mediano plazo (Brack, 2008). Por otro lado, los sistemas agroforestales son una opción interesante, ya que tienen la ventaja de que al combinar especies con distintos ciclos productivos, se obtengan beneficios en tiempos diferentes.

La economía de la ciudad de Villa Rica está principalmente centrada en el café, que es uno de sus principales productos. Para este cultivo existe una gama de diseños agroforestales, de los cuales, casi en su totalidad, se encuentra asociado con el “pacaé” *Inga spp.* de manera tradicional y de manera más limitada bajo una plantación de especies forestales como “pinos” *Pinus spp.* o “eucaliptos” *Eucalyptus spp.*

A pesar de esto, se están buscando otros cultivos para una diversificación de productos, esto es debido a que uno de los principales problemas del café son los niveles de precios que son bastante fluctuantes en el mercado internacional y que muchas veces decaen. También su alto requerimiento de nutrientes necesarios para un buen rendimiento, que a la vez aumentan los costos de producción.

En cuanto a la especie en estudio, el “cardamomo” *Elettaria cardamomum*, originario de la India, es un condimento muy cotizado internacionalmente, con uno de los precios más altos, siendo hasta tres veces más que el café (US Agency for International Development, 2003). En el país, el cardamomo es una especie introducida poco conocida en el mercado y no se han realizado estudios de desarrollo en la zona de Villa Rica, razón por la cual es motivo esta investigación.

El cardamomo tiene la ventaja de que soporta árboles de sombra (De La Torre, 1989), hasta en un sesenta por ciento (Atlee, 1980), lo cual es una alternativa interesante para cultivar bajo una plantación como asociación agroforestal, en cafetales abandonados o en purmas y aprovechar su producción mientras se espera por la madera de los árboles.

Con la presente investigación se pretende generar una alternativa diferente que complemente al cultivo del café y darle al productor una opción diferente que pueda generar ingresos adicionales, como es el caso del cardamomo. El cardamomo se desarrolla en condiciones climáticas similares al cultivo del café, y se ha convertido en una alternativa laboral y económica generadora de divisas y diversificación agrícola en zonas cafeteras, como es el caso de Colombia. (Tamayo y Afanador, 2007).

Con esto también se obtendrían beneficios para la zona como lograr disminuir la tala de árboles y quema de cubierta vegetal, ya que se puede obtener un ingreso extra para los pobladores, que complementen la siembra de los cultivos típicos de la agricultura migratoria, que son inevitables. La producción de la semilla de cardamomo comienza a los tres años, un período de espera relativamente corto y que se extiende hasta los doce a quince años en que se recomienda renovar la plantación. (Hilje y Matamoros, 1983)

Actualmente, la demanda de condimentos en el mundo va en aumento, especialmente las orgánicas. Guatemala es el principal país productor de cardamomo y según datos del Banco de Guatemala, la demanda de este producto creció en un 177.6 % en el 2009 respecto a las ventas obtenidas en el 2008, presentándose un ingreso récord de \$172.3 millones en Mayo del 2009 (<www.elperiodico.com.gt>, 2009). Esta es una razón más por la cual esta especie es un producto potencial y motivo de estudio.

Como objetivo principal, se planteó incorporar al cardamomo como componente de sistemas agroforestales y como alternativa complementaria, que contribuyen a la generación de ingresos adicionales para el poblador rural en la zona de Villa Rica.

Para lograr esto, se desarrollaron tres objetivos específicos, los cuales fueron caracterizar las condiciones de sitio en las que se desarrolla el “cardamomo” *Elettaria cardamomum* como cultivo bajo dosel en pequeñas parcelas de la zona de Villa Rica; evaluar el rendimiento productivo de la especie en las diferentes condiciones de sitio que se presenten en las parcelas evaluadas, facilitando el desarrollo de un diseño agroforestal sostenible, y por último; desarrollar una propuesta técnico-económica de un sistema agroforestal para la producción de cardamomo bajo dosel arbóreo según los resultados obtenidos en el estudio.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE EN ESTUDIO

2.1.1 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

El cardamomo se clasifica botánicamente como una monocotiledónea de la familia Zingiberaceae y del género *Elettaria*, especie: *cardamomum*, Maton. (Hilje y Matamoros, 1983). Es una planta originaria de la India y Sri Lanka. Dentro del género *Elettaria* spp., se han identificado dos especies botánicas: la de la India, *E. cardamomum* Matón var. Minuscula Burkill y el originario de Sri Lanka, *E. cardamomum* Matón var. Major Thwaites (Moya y Lemarie, 1993).

Como nombre común en algunos países o idiomas se tiene: cardamomo, granado del paraíso (España), kardamom (francés), petite cardamome (francés), cardamom, lesser cardamom, malabar cardamom (inglés); cardamomo (italiano). (Fonnegra y Jiménez, 2007)

La familia de la zingiberaceas es estrictamente tropical e incluye varias especies que contienen aceites en los rizomas o semillas usados para agregar un sabor picante y agradable a alimentos y bebidas. Las más importantes son: el jengibre, cardamomo, granos del paraíso y cúrcuma. (León, 1987)

2.1.2 DESCRIPCIÓN

El cardamomo es una hierba grande, perenne, de rizoma subterráneo, tuberoso, horizontal, duro y ramificado, con raíces fibrosas que se extienden también horizontalmente hasta 1,5 metros de distancia del rizoma. Posee seudotallos a su vez dan origen en su base a los tallos floríficos de 0,5 a 1,5 metros de altura. (Figura 1)

Estos tallos producen numerosas flores en panículas que aparecen en los nudos y que varían en número. Un tallo puede tener 1 ó 2 espigas florales y éstas hasta 40 racimos que a su vez llevan de 5 a 10 flores cada uno. Las flores son bisexuales e irregulares, son auto-fértiles y se da polinización cruzada por la acción de diferentes tipos de abejas. El fruto es una capsula dehiscente, oblonga, trilobular de color verde al principio. En cada lóculo se encuentra de 5 a 7 semillas. Las semillas son negras y piramidales, de 3 a 4 mm de largo, de superficie tosca y estriada transversalmente, están envueltas por una membrana delgada e incolora y se caracterizan por su fuerte aroma y sabor. El periodo de floración a cosecha es de aproximadamente cinco meses, a cada espiga se le hacen 5 ó 6 cosechas, una por mes. (Hilje y Matamoros, 1983).

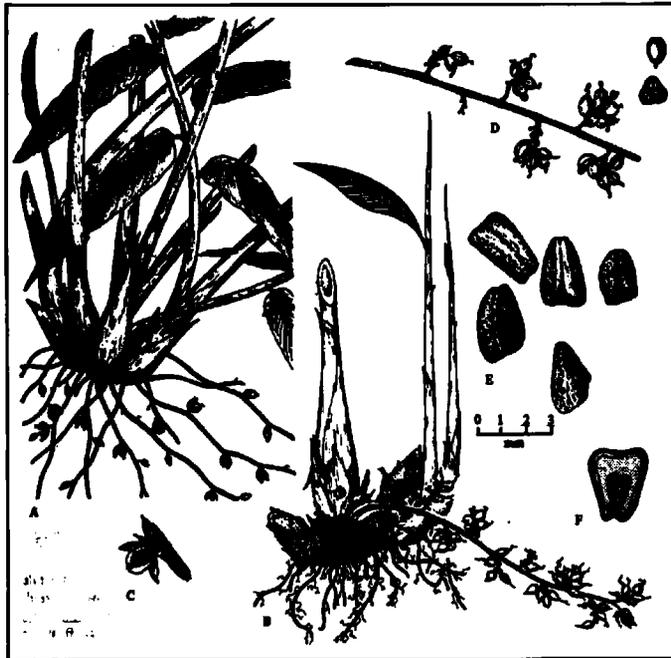


Fig. 12.4. *Elettaria cardamomum*. A, planta. B, rizoma, brotes aéreos y racimo de frutos. C, flor. D, frutos y corte transversal. E, semillas. F, corte longitudinal de una semilla.

Figura 1 *Elettaria cardamomum*

Fuente: León, 1987

2.2 ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA

2.2.1 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

Se desarrolla en un clima cálido húmedo, en las zonas ecológicas que presentan un bosque muy húmedo sub-tropical cálido y frío, y en bosque húmedo sub-tropical templado. Crece con exuberancia al lado de arroyos y en laderas de algunos barrancos, así también en lugares cubiertos por neblina. Temperatura promedio de 22°C, humedad relativa promedio de 79% y precipitación de 1 500 a 7 500 mm anuales, con promedio de 3 000 mm anuales, distribuidas principalmente en la época de floración. En cuanto a la altitud, requiere las mismas condiciones que los cultivos de café, vainilla y pimienta. Se adapta a un rango de 600 a 1 500 msnm, prosperando mejor entre los 900 y 1 300 msnm (IICA, 1985).

Según Atlee (1980), este cultivo prospera en las zonas montañosas, las altitudes que la planta exige están comprendidos entre el nivel del mar hasta los 1 500 metros, pero también se ha observado que la altura más adecuada varía entre diferentes zonas. La temperatura no debe fluctuar demasiado entre las estaciones del año ya que solo una baja temperatura a los 10°C durante pocos días puede dañar el follaje del cultivo.

No tolera la luz directa al sol y por ello son requeridas condiciones apropiadas de sombra, la que actúa como un regulador de humedad y temperatura, y como una barrera protectora contra vientos fuertes (IICA, 1985). La planta requiere de diferentes proporciones de sombra de acuerdo al período de desarrollo del cultivo. La sombra inicial es aproximadamente del 50 al 60%, la cual puede reducirse hasta un 40% en las temporadas de producción (Ruano, 2002).

2.2.2 REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS

Se desarrolla en suelos bien drenados, con adecuada humedad, pues no soporta suelos pantanosos. Una textura franco - franco arcilloso, ricas en materia orgánica y elementos nutritivos, aunque también se desarrolla en suelos poco pesados, con suficiente limo forestal. Es conveniente una buena estructura en la parte superficial. No es necesario que sean suelos profundos, ya que el sistema radical se mantiene superficial. Requiere un pH de 4,5 a 6,5, siendo el óptimo entre 6 a 6,5 (IICA, 1985).

Los suelos con topografía ligeramente inclinada favorecen el drenaje superficial y sub superficial. Los anegamientos prolongados dañan severamente la planta, por tal razón los suelos de textura arcillosa no son recomendados para el cultivo, además de que en períodos secos tienden a rajarse lo cual daña el sistema radicular superficial de la planta. (Ruano, 2002).

2.3 PROPAGACIÓN Y SIEMBRA

El cultivo se propaga de forma sexual y asexual. La propagación sexual es por semilla, la propagación asexual es por multiplicación in vitro o por rizomas lo cual confiere ventajas en la similitud con el material de procedencia (Tamayo, 2007).

Como valores medios para las estimaciones de población se tiene que el peso medio de 100 semillas es alrededor de 1,5 gramos, lo cual equivale aproximadamente a unas 35 000 a 40 000 semillas/Kg. En términos generales se puede estimar que para la siembra de 7 000 metros cuadrados (0.7 Ha) se requieren de 60 a 120 gramos de semilla recién cosechada La semilla de cardamomo pierde rápidamente la viabilidad por lo que debe sembrarse lo más pronto posible después de su recolección. (Ruano, 2002).

La mejor época para la siembra es cuando comienza la estación lluviosa (IICA, 1980), los distanciamientos varían, siendo algunos de 1m x 1m, 2,5m x 2,5m para plantas de porte bajo y 3m x 3m para un buen crecimiento y producción en plantas de porte alto. El cardamomo soporta una sombra de hasta en un sesenta por ciento (Atlee, 1980). Entre los tipos de árboles que pueden usarse como sombra en plantaciones tecnificadas están las “guabas” *Inga spp.* y diferentes especies de “Poró” *Erythrina spp.*, (Hilje y Matamoros, 1983).

2.4 MANEJO DEL CULTIVO

2.4.1 CONTROL DE MALEZAS Y PODAS

Cuando la planta está pequeña todavía, es necesario limpiar tres veces al año (IICA, 1980), una vez que alcanza un buen tamaño, por sombreo del mismo cultivo y de los arboles de sombra, el crecimiento de malezas es muy poco, y con una o dos limpiezas al año es suficiente. En cuanto a las podas, por el auto sombreo natural del cultivo, las hojas van muriendo, por lo que se hace necesario eliminarlas una o dos veces al año (Hilje y Matamoros, 1983).

2.4.2 FERTILIZACIÓN

Se sabe que esta planta es muy exigente en cuanto al contenido de materia orgánica en el suelo. Estudios realizados en la India han demostrado que el cardamomo responde bien a los elementos nitrógeno y potasio, y pruebas de absorción demostraron que esta planta absorbe continuamente nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio desde que la planta es joven hasta llegar a la producción. En la India recomiendan aplicaciones de nitrógeno que van de 35 a 70 kg/ha, 30 kg/ha de fósforo y de 60 a 100 kg/ha de potasio. Estas aplicaciones son anuales, en dos aplicaciones (Hilje y Matamoros, 1983).

2.4.3 CONTROL DE ENFERMEDADES

La principal enfermedad es la pudrición de los rizomas y el agente causal es un hongo del género *Pythium*. Se puede prevenir manteniendo la plantación limpia de malezas, eliminando hojas y tallos viejos y con drenajes adecuados. (Hilje y Matamoros, 1983).

La planta de cardamomo es muy susceptible a la enfermedad viral conocida como Katte la cual produce una degeneración progresiva de la planta y una pérdida severa en la producción de frutos (CATIE, 1988). Para esto, las medidas de prevención se deben iniciar en el mismo semillero, usando semillas de plantas sanas y desinfectando el terreno donde se hace el semillero, sobre todo con nematicidas. Se deben arrancar y quemar las plantas enfermas. Y por último, no propagar vegetativamente en zonas donde se encuentra este virus. (Hilje y Matamoros, 1983).

2.5 CARACTERÍSTICAS DE LA COSECHA

El tiempo necesario para obtener la primera cosecha del cardamomo, varía según se haya hecho la siembra, por semilla o por rizomas. En el primer caso, la primera cosecha se da a los tres años después de la siembra en el campo definitivo. En una plantación hecha por rizomas, la producción comienza a los dos años después de la siembra. La maduración del fruto comienza más o menos a los cinco meses después de la floración. Se recolecta los frutos maduros cada mes o cada dos meses, esto depende de la región o la edad de la plantación, pero el fuerte de la producción se obtiene en la estación seca. Los frutos se recolectan del racimo, son los que presentan un buen grado de maduración. (Atlee, 1980) Lo más recomendable para obtener un buen grado de madurez y uniformidad es cosechar cada 35 a 40 días (Hilje y Matamoros, 1983).

Durante el año, la cosecha dura aproximadamente siete meses y se estiman los siguientes porcentajes de producción correspondiente a cada mes: 5, 15, 30, 25, 15, 8 y 2 por ciento (IICA, 1985).

2.6 BENEFICIADO

Lo que se comercializa de esta especie, son las semillas, que se presentan en capsulas secas (frutos) de cardamomo conocido como "pergamino", o las semillas solas conocidas como "cardamomo en oro". Para obtener una calidad superior, los frutos se deben cosechar cuando empiezan a madurar y este proceso se completa en el secado posterior. Este proceso se puede realizar bajo diferentes métodos, al sol o en secadoras especiales. Para lograr un buen color en el secado, la temperatura debe ser constante y moderada (no exceder los 55°C). El secado al sol requiere de 18 a 20 horas y en hornos de ladrillo o concreto con leña como fuente de calor, se obtiene un secado en 36 horas a una temperatura interna de 50°C. Si se cuenta con medidores de humedad, lo adecuado es sacar las capsulas con un 7 u 8 por ciento de humedad (Hilje y Matamoros, 1983).

La calidad de la semilla está determinada por el tamaño y color de la cápsula. La cápsula más grande y de coloración verde oscuro uniforme es considerada de mejor calidad y alcanza los mejores precios en el mercado internacional (Ruano, 2002).

El cardamomo tiene una conversión de 5 a 1 (20 % de rendimiento) de "cereza" o fruto maduro, (figura 2) a "pergamino" o fruto seco, (figura 3). Y de 1.7 a 1 (58.8 %) de pergamino a oro (pura semilla). (Atlee, 1980).



Figura 2 Cápsula en estado verde

Fuente: Propia



Figura 3 Cápsula en estado seco

Fuente: http://www.foralsa.com/TINTURAS/tintiura_principal.html

2.7 RENDIMIENTOS

Los rendimientos de una plantación de cardamomo varían según la región, la variedad sembrada y los cuidados del cultivo. Para países como Guatemala, que presenta precipitaciones de 2 000 a 3 000 mm y temperatura media de 22°, puede lograrse rendimientos de entre 3 y 12 quintales de pergamino por hectárea (Atlee, 1980). Hilje y Matamoros (1983) dicen que en condiciones normales, al cuarto año de la siembra, se debe obtener una producción de 250 kg/ha llegando a 700 kg/ha al quinto año, cuando se estabiliza.

De La Torre y Cujo (1989), mencionan que los rendimientos varían entre 250 y 1 000 kilogramos de cápsulas secas por hectárea. A los nueve años empieza a decaer hasta los doce

años en que deja de ser una producción rentable. Según Atlee (1980), la vida económica de la planta comienza a los cuatro años y termina entre los 10 a 15 años.

Según el autor Ruano (2002), para plantaciones en Guatemala, afirma que la producción es muy variable anualmente, sin embargo puede generalizarse que los rendimientos oscilan entre 300 a 900 Kg/Ha, de fruto pergamino, considerando una relación cereza/pergamino de 4,5:1 (22% de rendimiento). Y para mantener la producción comercial y la calidad del fruto es conveniente la renovación de la plantación entre los 15 y 20 años.

En plantaciones de Colombia se reporta una productividad promedio de 1,2 kg (secos)/planta por año, para un total de 1 538 kg (secos)/ha por año, las plantas seleccionadas superan los 5,5 kg (secos)/planta por año, equivalente a 7 050 kg (secos)/ha por año con distancias de siembra de 3 metros x 3 metros (Tamayo y Usuga, 1993-2001).

En la India, la producción promedio nacional fue de 58 kg (secos)/ha por año, (Korikanthimath, 1995), Nair en 1999 reporta 236 kg (secos)/ha por año y en poblaciones más productivas y en estudio una producción promedio anual de 735 kg (secos)/ha por año, encontrando clones seleccionados, algunos que superan los 1000 kg (secos)/ha por año (Nair, 1999; Korikanthimath et al., 2000) y otros con 1 473 kg (secos)/ha por año cuyas plantas están sembradas a 1.8 metros x 1.2 metros (Korikanthimath et al., 2002).

Las mayores producciones reportadas en Guatemala son de 0,78 T/Ha a 0,91 T/Ha de producto pergamino, sin embargo la producción media nacional es de 0,20 T/Ha, que es considerada baja (Ruano, 2002).

Para los años 2004, 2005 y 2006 se tienen datos de producción en el país de Guatemala de 0,453 T/ha, 0,463 T/ha, 0,458 T/ha respectivamente. (M.A.G.A., 2007).

2.8 PROPIEDADES QUÍMICAS Y USOS

Una cápsula de cardamomo con sus semillas, contiene aproximadamente 20 por ciento de agua, 10 por ciento de proteína, 2 por ciento de grasa, 42 por ciento de carbohidratos, 20 por ciento de fibra y 6 por ciento de cenizas. El aroma y las propiedades terapéuticas, se deben a un aceite

volátil que contienen las semillas en un 3,5 a 7 por ciento y que entre sus principales constituyentes incluye el cineol, terpineol y limonene. (Hilje y Matamoros, 1983).

Arango, (2006) menciona en su libro algunos compuestos químicos presentes en las semillas de cardamomo, aceites volátiles como el cineol, α -terpinil acetato, borneol, camphor, pineno, carvone, caryophylleno, eucalyptole, terpineno, sabineno, Limoneno, 1-8 cinerol, ácidos grasos, beta-citosterol y almidón.

Dentro de los usos se habla acerca de su actividad farmacológica para la tos y bronquitis, inhibe el crecimiento de los virus, antimicrobiano, antimicótico, carminativo, aromático e indicado en casos de dispepsia crónica no inflamatoria (Arango, 2006).

En la medicina tradicional sus usos son: se emplea como digestivo, estimulante, carminativo, antiespasmódico, tónico estimulante en las dispepsias, afrodisíaco. Las semillas masticadas se usan para perfumar el aliento, facilitar la digestión y estimular el apetito. La infusión de las semillas se usa como estomacal, carminativo y excitante. La infusión se emplea en caso de dispepsias, digestiones difíciles y como calmante de los cólicos provocados por gases del aparato digestivo. (Fonnegra y Jiménez, 2007)

El cardamomo también se emplea en la industria de perfumería, repostería, confitería, licores, tabaco, tintes, como aromatizante de bebidas y como especia en las actividades culinarias (Atlee, 1980). Uno de sus principales usos es como condimento en la preparación del curry, un plato muy consumido en países como la India (Gallouin, 2007). Es muy utilizado con el café, ya que le da más aroma y sabor (Fonnegra y Jiménez, 2007). Se afirma que el cardamomo contrarresta a la cafeína del café, eliminando cualquier rastro sobre sus efectos (M.A.G.A., 2007).

2.9 COMERCIALIZACIÓN Y MERCADO

Las exportaciones mundiales del cardamomo han presentado una dinámica creciente entre 2005 y 2007, con un crecimiento del 14% entre 2005 y 2006 año en el que alcanzaron un valor de US\$ 101,7 millones, y del 61% en 2007, año en el que las exportaciones de este producto

tuvieron un valor de US\$ 164,1 millones. Esto se puede apreciar claramente en la figura 4 (PROEXPORT, 2008).

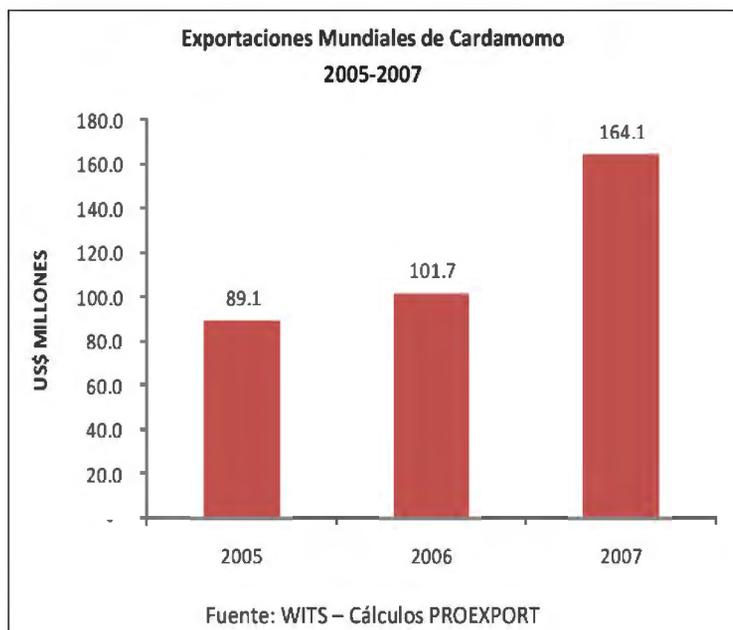


Figura 4 Exportaciones Mundiales de Cardamomo US\$ Millones 2005-2007

Fuente: PROEXPORT, 2008

Guatemala ha sido tradicionalmente el principal exportador de este producto, con una participación promedio en los últimos tres años del 82% dentro del total exportado por el mundo. En 2007, el valor de sus exportaciones fue de US\$ 137,2 millones. Le siguen otros países como India con una participación promedio del 7,8% y Singapur con 4,8%. (PROEXPORT, 2008). En el Cuadro 1 se puede apreciar detalladamente los principales países exportadores y la cantidad de dólares americanos que han exportado entre los años 2005, 2006 y 2007.

Cuadro 1 Principales exportadores de cardamomo 2005-2007

PRINCIPALES EXPORTADORES			
US\$			
Exportador	2005	2006	2007
Guatemala	70,370,148	83,442,519	137,194,101
India	8,327,406	8,897,742	10,600,497
Singapur	4,744,829	3,626,680	8,968,117
Países Bajos	1,016,079	1,399,620	2,251,435
Alemania	756,000	659,000	1,037,000
Reino Unido	479,262	566,184	813,676
Suecia	600,606	629,171	801,054
Malasia	449,102	453,980	688,830
Colombia	976,168	751,989	426,598
Belgica	89,388	108,318	226,402
Suiza	41,419	127,892	120,200
Francia	62,211	95,404	116,637

Fuente: WITS – Cálculos PROEXPORT

Fuente: PROEXPORT, 2008

En términos de veinte años, Guatemala superó cuatro veces a la India en la exportación de cardamomo, debido a que la India demanda mucho de su producto para el mercado interno. (M.A.G.A., 2007).

Los países consumidores han sido desde hace muchos años: Suecia, Finlandia, Noruega, Dinamarca, Alemania, Inglaterra, Estados Unidos y Rusia, entre otros, sin embargo los principales compradores del producto guatemalteco son los países árabes quienes lo prefieren por su alta calidad debido a que su mercado es altamente exigente, principalmente Arabia Saudita, Emiratos Árabes, Kuwait, Yemen, Omán y Jordania, que en conjunto absorben alrededor del 80% de la producción mundial. Los países escandinavos como Finlandia, Dinamarca y Noruega, absorben el 15%, el resto lo consume USA, Inglaterra y Europa (Ruano, 2002).

En los últimos años, los principales clientes de Guatemala han sido: Arabia Saudita, país destino del 39,2% de las exportaciones de cardamomo de Guatemala, Emiratos Árabes es el segundo destino de las exportaciones guatemaltecas de cardamomo, con una participación en el total de las exportaciones del 11,7 y Siria tercer socio de Guatemala en cuanto a exportaciones de cardamomo con una participación del 8,5%. (PROEXPORT, 2008). Como se aprecia en Cuadro 2, las importaciones de cardamomo han ido en aumento en la mayoría de países, lo cual demuestra una creciente demanda mundial por este producto.

Cuadro 2 Principales importadores mundiales de cardamomo 2005-2007

PRINCIPALES IMPORTADORES MUNDIALES 2005-2007			
US\$			
IMPORTADOR	2005	2006	2007
Arabia Saudita	44,612,671	43,766,429	52,348,786
India	10,216,200	1,587,554	7,997,622
Singapur	4,276,306	3,824,870	7,994,441
Paquista	6,182,277	7,750,609	7,928,448
Reino Unido	2,685,240	3,050,531	3,657,445
Estados Unidos	2,112,825	2,204,568	2,943,554
Jordania	2,196,162	2,440,403	2,518,784
Alemania	1,376,000	1,442,000	2,411,000
Japón	2,073,751	1,646,600	2,268,924
Países Bajos	1,337,649	976,274	2,023,100
Malasia	1,050,969	1,240,343	1,896,101
Suecia	640,016	674,683	1,042,921

Fuente: WITS – Cálculos PROEXPORT

Fuente: PROEXPORT

El comportamiento histórico de la producción de cardamomo para Guatemala, durante el período de 1996 a 2006, ha sido de un promedio anual de 21 573 Toneladas Métricas, con una tasa de crecimiento anual del 7%. De igual manera, el área de producción ha ido en aumento, con un promedio anual de 54,379 hectáreas y una tasa de crecimiento del 4%.(M.A.G.A., 2007)

Según el Banco de Guatemala, para Mayo del 2009, Guatemala registró un ingreso récord de US\$172,3 millones por las ventas del grano, un crecimiento del 177,6 por ciento respecto a los US\$62,1 millones vendidos en igual período de 2008. Y tras esa importante alza en el precio en 2009, pasó de promedio de US\$5,29 a US\$10,9 por libra. Para este año se calcula que el precio del quintal estará en 320,9 dólares, un 50% menos del valor en que se cotizó en el 2009, que fue de 641,9 dólares.

En el caso de Colombia, las exportaciones de este producto han presentado una dinámica decreciente en los últimos cinco años, con un descenso promedio anual del 33%, pasando de exportaciones por US\$ 976 mil en 2005 a US\$ 426 mil. El 79% de las exportaciones Colombianas en 2007 tuvieron como destino Siria con US\$ 203 mil y Reino Unido con US\$ 134 mil. También, se realizaron exportaciones pero en menor nivel a Arabia Saudita y Japón. En los meses de Enero a Julio de 2008 se sigue presentando la tendencia decreciente de los años anteriores, con menores exportaciones frente al mismo período de 2007 por US\$ 37 mil, es decir 11%. (PROEXPORT, 2008).

En nuestro país existe información muy antigua, así se tiene que para el año 1935 en el mercado limeño, las semillas blanqueadas importadas de cardamomo, se cotizaban a razón de 25 a 28 soles el kilo (Llanos, 1935). Actualmente, la importación de este producto no es considerable, y al no contar con plantaciones en el país, no existen registros de precios actuales. Solo se ha encontrado algunas casas de venta de productos importados en donde los precios pueden llegar hasta 300 nuevos soles por cada kilogramo de cardamomo.

Dentro del área evaluada, en el Fundo Arca De Noé, en Villa Rica, se tienen datos de cosecha de cardamomo desde el inicio de su producción, que fue al tercer año de establecida la plantación. Estos datos se presentan detalladamente en el Cuadro 3.

Cuadro 3 Datos de cosechas en kilogramos por hectárea. Año 2006 - 2009

Año	Cosecha verde (kg)	Cosecha seca (kg)	Promedio kg verde por planta/año	Promedio kg seco por planta/año
2006-2007	1410.04	423.012	1.27	0.38
2007-2008	2029.77	608.931	1.83	0.55
2008-2009	2963.46	889.039	2.67	0.8

Fuente: Datos proporcionados por el productor, Felipe Mori.

En este cuadro se puede apreciar que la producción del cardamomo comenzó a partir del año 2006, culminando su primera cosecha a mediados del 2007. Esta primera cosecha se dio al tercer año desde que la plantación fue instalada. Un 30% aproximado de agua es lo perdido en el proceso de secado del fruto. Esto es una constante promedio entre los diferentes años de cosecha evaluados. Por cada planta se han obtenido en promedio 1,92 kg de frutos verdes y 0,58 kg de frutos secos.

En la Figura 5, se puede observar el aumento en un 43% en la segunda cosecha con respecto a la primera producción de cardamomo verde, y ya en el año 2008-2009¹ se aprecia un 46% de aumento en la producción respecto al año 2007.

¹ Se debe considerar que la cosecha del año 2009 sólo se realizó hasta mediados de ese año.

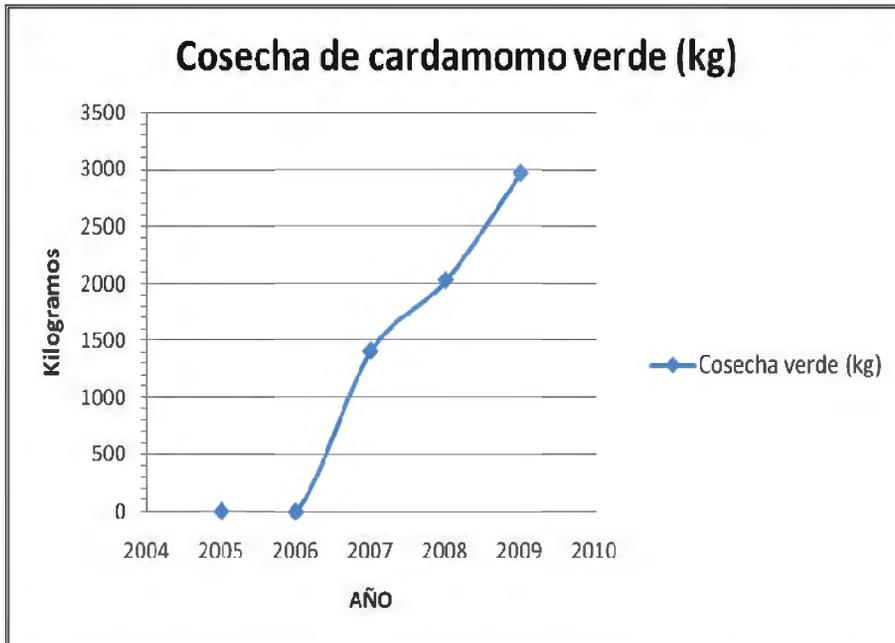


Figura 5 Producción de cardamomo verde (kg/ha), Año 2006-2009

Fuente: *Elaboración propia*

2.10 CARACTERISTICAS DE IMPORTANCIA DE LOS SUELOS TROPICALES

La calidad de sitio se identifica con la capacidad de producir bosque u otro tipo de vegetación, como producto de la interrelación de factores edáficos, bióticos y climáticos. (De Las Salas, 1987). Vallejo (1996), mencionado por Angulo (2008) manifiesta que los principales factores edáficos que afectan el crecimiento de las plantas son la textura, estructura, profundidad, materia orgánica, acidez del suelo, presencia de nitrógeno, calcio, potasio y fósforo.

2.10.1 TEXTURA

La textura de un suelo forestal influye en su productividad, pero esta influencia puede ser de carácter más bien indirecto que directo. Los suelos de textura fina presentan una elevada capacidad de retención de agua útil, mientras que los de textura gruesa no presentan esta característica y por lo tanto retienen mucho menos agua. (Navarro, 2003). Debido a esta relación, los suelos arcillosos a menudo sostienen árboles que demandan un alto grado de humedad y de nutrientes. Y por lo tanto, en suelos arenosos se sostienen cultivos con bajos requerimientos. La textura en sí tiene poco efecto sobre el crecimiento de los árboles en tanto que la humedad, los nutrientes y la aireación sean los correctos. (Pritchett, 1991)

2.10.2 ESTRUCTURA

La estructura del suelo se define como la disposición espacial de las partículas libres del suelo. Características del suelo tales como la circulación del agua, la aireación, la densidad aparente y la porosidad están influenciadas de manera considerable por la disposición o agregación general de las fracciones iniciales del suelo (Pritchett, 1991), lo cual puede facilitar o dificultar la emergencia de las plántulas y la infiltración del agua. (Porta *et al*, 2003)

2.10.3 MATERIA ORGÁNICA

Los residuos de las plantas constituyen el material principal originario de la materia orgánica del suelo. Bajo condiciones naturales, todos estos residuos (partes aéreas y raíces de los árboles, arbustos, malas hierbas y otras plantas) aportan anualmente al suelo una gran cantidad de residuos orgánicos (Navarro, 2003). La materia orgánica no es la misma en todos los suelos, el tipo de vegetación, la naturaleza de la población microbiana del suelo, el tipo de drenaje, la lluvia, la temperatura y el manejo del suelo, desde el punto de vista agrícola, afectan el tipo y la cantidad de materia orgánica que se encuentre. El estado biológico del suelo es un criterio importante para la evaluación del contenido de nitrógeno y de fósforo de un sitio, ya que el estado biológico del suelo es tanto mejor cuando más abundante y rica en especies sea la biomasa (De Las Salas, 1987).

2.10.4 ACIDEZ DEL SUELO

Muchos de los efectos de la acidez del suelo sobre el crecimiento de los árboles son el resultado de los efectos indirectos sobre las condiciones del suelo tales como la actividad microbiana y la disponibilidad de nutrientes. La disponibilidad de micronutrientes como son el boro, el cobre, el manganeso y el hierro, aumenta de manera general cuando la acidez del suelo aumenta (Pritchett, 1991). La vegetación tiene influencia compleja con el pH del suelo puesto que produce materia orgánica y, además, porque influye en el proceso de lavado. La adición al suelo de materia orgánica degradable da lugar a la formación de ácidos orgánicos que aumentan la capacidad de intercambio de cationes pero que disminuyen el porcentaje de saturación de bases y, por tanto, el pH (Thompson, 2002).

2.10.5 NITRÓGENO

El nitrógeno, al igual que el fósforo y el potasio se llaman nutrientes vegetales primarios, porque la planta los consume en cantidades relativamente grandes y son los que más a menudo están deficientes en los suelos (Pritchett, 1991). Raras veces, el suelo contiene suficiente nitrógeno para soportar una producción vegetal máxima (Thompson, 2002). El contenido de nitrógeno varía según las condiciones de drenaje, topografía y textura del suelo; incluso dentro de una pequeña parcela. Suelos con un drenaje insuficiente presentan corrientemente altas cifras de humedad y poca aireación; en estos casos suelen hallarse en ellos un mayor contenido

de materia orgánica y nitrógeno. En cambio, los suelos arenosos contienen por lo general menos materia orgánica y nitrógeno que los de textura fina (Navarro, 2003).

2.10.6 CALCIO

Absorbido fundamentalmente bajo la forma de Ca^{2+} es, después del potasio, el elemento básico más abundante que existe en las plantas. El calcio es muy importante para el desarrollo de las raíces (Navarro, 2003). Los árboles de raíces profundas, con requerimientos elevados de calcio como son los árboles de maderas duras, perforan el suelo en busca de las reservas del calcio de los horizontes inferiores y acumulan concentraciones de este elemento en el suelo superficial mediante la caída anual de las hojas (Pritchett, 1991).

La deficiencia de calcio es lógico que haya que buscarla preferentemente en los suelos ácidos y en los suelos salinos con elevada proporción de sodio. La deficiencia de calcio puede ser sólo importante en regiones con elevada pluviometría (Navarro, 2003).

2.10.7 MAGNESIO

Este elemento es esencial para la fotosíntesis (Pritchett, 1991; Navarro, 2003). La mayor parte de los suelos forestales contienen elevadas cantidades de magnesio que aseguran un buen desarrollo de los árboles, y cuando hay deficiencias se corrigen sin dificultad (Pritchett, 1991). Por otro lado, Navarro (2003) menciona que en los suelos de textura gruesa situados en regiones de alta pluviometría el magnesio puede perderse en proporción elevada, ya que en ellos hay un continuo lavado de bases solubles y un continuo desplazamiento del magnesio del complejo adsorbente por el hidrógeno.

2.10.8 POTASIO

El potasio es esencial para muchas funciones fisiológicas de las plantas (Pritchett, 1991). A diferencia del fósforo, el potasio se halla en la mayoría de los suelos en cantidades relativamente grandes (Navarro, 2003). Por otro lado, a igualdad de otros factores, los suelos ácidos presentan una mayor probabilidad de deficiencia de potasio disponible que los neutros (Thompson, 2002). Este elemento es bastante móvil en las plantas y con relativa facilidad puede ser lixiviado de las hojas de los árboles (Donoso, 1981).

Por ser un elemento muy móvil en el ecosistema, son muy importantes sus adiciones por la lluvia, su liberación en los restos vegetales, su translocación al suelo mineral y posterior transformación (De Las Salas, 1987).

2.10.9 FÓSFORO

Es un elemento esencial para los procesos de transferencia de energía que son esenciales para la vida y el crecimiento de todas las plantas verdes. Usualmente limita el crecimiento de la planta, debido a que la concentración del fósforo accesible a esta (ión PO_4^{-3}) es muy bajo en la mayoría de los casos.

La disponibilidad de fósforo inorgánico para los árboles depende principalmente de la acidez del suelo y sus efectos sobre la solubilidad del hierro, el aluminio y el magnesio, que forman precipitados insolubles en suelos muy ácidos; la disponibilidad del calcio, que puede reaccionar con el fósforo para reducir su solubilidad en suelos menos ácidos y; la actividad de los microorganismos que controlan el promedio y la cantidad de descomposición de la materia orgánica (Pritchett, 1991). La capa arable suele contener menos de 1kg de fósforo por hectárea en solución (de un contenido total de fósforo de unos 1000kg) (Thompson, 2002).

Cada cualidad edáfica y/o climática debe tener su propia relación funcional directa con un uso específico, y ejercer una influencia específica sobre un requerimiento fundamental del uso asignado. (De Las Salas, 1987)

2.11 ESPECIES DE IMPORTANCIA PARA EL SISTEMA AGROFORESTAL

En la zona de Villa Rica se desarrollan algunas especies de utilidad comercial que son aplicadas en asociaciones agroforestales para el mejoramiento de la productividad debido a la calidad de los suelos, se utilizan para diversificar la producción, dentro de las cuales se encuentran el nogal, paca, sangre de grado y ulcumano.

2.11.1 NOGAL (*JUGLANS NEOTROPICA DIELS*)

El nogal *Juglans neotropica diels*, un árbol monoico que alcanza alturas de 20 a 30 metros y diámetros de 40 a 60 cm, fuste recto cilíndrico, libre de ramas hasta un 50% de su altura; copa irregular de 6 m de ancho.

Su distribución altitudinal varía de 1000 a 3000 msnm, con precipitaciones anuales de 800 a 2000 mm y temperaturas de 12 a 18°C, formando parte del dosel superior. Prefiere suelos profundos, de textura franca a franca arenosa, bien drenados y pH de neutro a ácido; no tolera suelos calcáreos, fríos intensos ni heladas. (CATIE, 2000)

Dentro de las dimensiones máximas de esta especie se han encontrado datos de DAP de 1,1 m y altura total de 48 m. Esta especie tiene una distribución natural dentro de ciertos tipos de bosque como: Bosque Primario de Piso Inferior y Bosque Montano Nublado de Selva Alta. Y entre los tipos de suelo como ultisol, entisol, inceptisol, alfisol y molisol.

Como temperamento ecológico es una esciófita parcial y su estrategia de crecimiento es desarrollarse en sombra inicial parcial y luego como heliófita, estableciéndose como una especie dominante.

Dentro de las características silviculturales se puede decir que tolera una sombra parcial, malezas y suelos temporalmente inundados. Tiene la capacidad de regenerarse naturalmente en abundancia en condiciones favorables.

Para esta especie se recomienda utilizar en sistemas silviculturales tales como:

- 1) Plantaciones de enriquecimiento: En fajas de Enriquecimiento en Bosques Secundarios Tardíos (Purmas altas de 10 m de altura) pobres en regeneración natural de maderas valiosas, en trochas abiertas en dirección este – Oeste de 3 m de ancho hasta el dosel superior, a una distancia entre ejes de trocha de 10 m y entre plantones de 3 m. La densidad sería de 333 plantones por hectárea.
- 2) Como árbol de sombra para café, a un distanciamiento de plantación de 10 x 10 m. Densidad 100 plantones por hectárea.
- 3) Manejo de regeneración natural. En zonas con árboles semilleros que generan buena regeneración natural por condiciones favorables del sitio, mediante labores de eliminación de competencia, manejo de luz, mantenimiento y raleo.

Dentro de los principales usos está la madera, como muebles, armaduras, columnas, vigas, machihembrados, marcos, puertas, ventanas, chapas decorativas, postes de alumbrado, cercos, vallas, artesanía de esculturas, pasos de escalera. Dentro de los usos no maderables está el medicinal, como alimento humano (nuez), taninos y tinte. Esta especie también ayuda a la conservación de la fauna silvestre debido a que les brinda alimento (fruto), (Palomino y Barra, 2003).

2.11.2 PACAE (*INGA SPP.*)

Otra especie con buen desarrollo en la zona es el pacae, utilizado frecuentemente como sombra para el café. Estudios en la zona han encontrados dimensiones máximas en diámetro a la altura del pecho (DAP) de 0,8 m y una altura total de 30 m. se encuentra en suelos tipo ultisoles, entisoles, inceptisoles, alfisoles, molisoles. Creciendo en suelos con una variedad de texturas desde gruesas a finas.

Tiene un temperamento ecológico de heliófita durable de crecimiento rápido, con una estrategia de crecimiento requiriendo luz inicial, aunque tolera sombra parcial. Domina en el estrato de bosque intermedio, siendo codominante.

Dentro de las características silviculturales, presenta una tolerancia de sombra parcial, malezas e inundaciones periódicas. Tiene capacidad o habilidad de abundante regeneración natural, capacidad de fijar nitrógeno, buena capacidad de rebrote, alta producción y velocidad de descomposición de materia orgánica.

Para manejar esta especie bajo sistemas silvicultural, es recomendable a utilizar

- 1) Campo abierto: en distanciamientos de 3 x 3 m, con una densidad de 1 100 plantas por hectárea.
- 2) Agroforestales: con cultivos anuales y permanentes a distanciamientos entre 3 x 3 a 6 x 6 m dependiendo del producto esperado de la topografía del terreno. Las densidades de plantación por hectárea variarán entre 1 100 – 280 plantas.
- 3) Como árbol de sombra para café, plantado en distanciamientos de 10 x 10 m a razón de 100 plantas por hectárea.

- 4) En silvopasturas, plantado como bosquetes para sombra de ganado, con distanciamientos de 5 x 5 m, lo que resulta en 400 árboles por hectárea.
- 5) Manejo de Regeneración Natural, referida al cuidado y mantenimiento de la regeneración mediante prácticas de limpieza, aclareos y raleos.

Dentro de los usos principales está la conservación mejorando los suelos, revegetación y recuperación de tierras, protección de riberas de ríos y taludes, alimento de fauna silvestre. Como madera, dando carbón y leña. Como uso no maderable presenta valor melífero y polinífero muy bueno y alimento de ganado. (Palomino y Barra, 2003)

2.11.3 SANGRE DE GRADO (*CROTON LECHLERI M. ARG.*)

La especie sangre de grado, encontrada también en la zona, se desarrolla bien en suelo arcilloso a arenoso-arcilloso, con abundante o escasa materia orgánica, con buen drenaje, buena aireación y de moderadamente ácidos (5,6 a 6) a ligeramente alcalinos (7,4 a 7,8).

Habita en zonas aledañas a quebradas, bosques primarios y secundarios, restingas, chacras nuevas, purma cerrada, purma joven, en suelos inundables con creciente alta. De preferencia se encuentra en zonas sombreadas, aunque también prospera en zonas iluminadas.

Puede tolerar sombra inicial parcial, pero desarrolla mejor a plena luz, ya que es considerada una especie pionera.

Dentro de las dimensiones máximas encontradas en esta especie, presenta un DAP de 0,45m y una altura total de 35 m.

Para su cultivo, se recomienda distanciamientos de 6 x 6 m y 7 x 7 m. También se puede emplear distanciamientos de 5 m x 5 m y 10 m x 10 m.

2.11.4 ULCUMANO (*PODOCARPUS OLEIFOLIUS*)

El ulcumano, al igual que el nogal, es una de las especies con mayor valor económico que se desarrolla en la zona. Es un árbol dominante de fuste recto y cilíndrico, su altura comercial promedio es de 20 metros, llegando hasta una altura total promedio de 40 m. La copa es grande y generalmente irregular. (CPM, 2008)

Los sistemas más adecuados para la siembra del ulcumano son mediante una plantación bajo dosel protector, plantación a campo abierto o agroforestería. (IICA, 1996)

En el cuadro 4 se puede observar las condiciones presentes en la provincia de Oxapampa, las que requieren para su desarrollo especies tales como el ulcumano, pacaе, nogal y la sangre de grado.

Cuadro 4 Matriz de preferencias de sitio por especie forestal en la Provincia de Oxapampa

Especie/ Nombre común	Luz	Altitud (msnm)	Suelo			
			pH	Textura	Drenaje	Profundidad (cm)
Ulcumano	Esciófita parcial	1400-2400	4.5 - 6.0	Media	Bueno	Profundo
Pacaе	Heliófita	150-2500	4 - 7.3	Media a fina	Moderado a bueno	Profundo
Nogal	Esciófita parcial	800-2000	6.1 - 7.3	Media	Bueno	Profundo
Sangre de grado	Heliófita	150-1800	5.0 - 6	Media	Moderado a bueno	Mod profundo a profundo

Fuente: Palomino y Barra, 2003

En el cuadro 5 se presentan algunos datos de crecimiento, como el incremento medio anual, de especies forestales como el ulcumano, nogal y sangre de grado estudiadas en la Provincia de Oxapampa, específicamente en los distritos de Villa Rica y el mismo Oxapampa.

Cuadro 5 Datos de crecimiento de especies forestales en la Provincia de Oxapampa

Especie/ Nombre común	Distrito	Edad (años)	Distanciamiento (m)	Incremento medio anual		
				DAP (cm)	Altura (m)	Volumen (m³)
Ulcumano	Villa Rica	19	3 x 3	1.4	1.1	0.0428
Nogal	Villa Rica	11	3 x 3	1.6	1.3	0.0221
Pacaе playa	Villa Rica	7	10 x 12	2.8	1.3	0.0275
Sangre de grado	Oxapampa	8	3 x 3	2.4	2.6	0.0527

Fuente: Palomino y Barra, 2003

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

El estudio se realizó en el Fundo Arca de Noé ubicado en 1 kilómetro 8 de la Carretera Yezú, a 15 minutos del distrito de Villa Rica, Provincia de Oxapampa, Departamento de Pasco. La ciudad de Villa Rica se ubica entre las coordenadas 75°10'00" – 75°26'20" de longitud Oeste y 10°42'30" – 10°45'00" de Latitud Sur. Se encuentra a una altitud aproximada de 1450 m.s.n.m. y las vías de acceso son la Carretera Central, aproximadamente a unas diez horas partiendo desde Lima. Y desde el mismo distrito de Villa Rica, el Fundo es accesible por carretera afirmada. En la Figura N°4 se aprecia la ubicación del mismo.

La extensión del Fundo es de 20 ha con diferentes sistemas de uso de la tierra. Dentro del área se encuentran diferentes especies tales como, “nogales” *Juglans sp.*, “ulcumanos” *Podocarpus sp.*, “pacaes” *Inga spp.*, “pinos” *Pinus spp.*, “eucaliptos” *Eucalyptus spp.*, “ciprés” *Cupressus spp.*, “robles”, palmeras, variedades de café, pastos y frutales.

Dentro del fundo, la plantación de cardamomo se encuentra en un área que antiguamente era un cafetal y fue establecida en el año 2004. Esta tiene un área total de 1,020713 hectáreas aproximadamente (10 207,13 m²) y separadas en dos áreas, distanciadas por unos cien metros aproximadamente dentro del mismo fundo. Las semillas de cardamomo fueron obtenidas del país de Nicaragua y el vivero se instaló en la misma área.



Figura 6 Ubicación geográfica del Fundo Arca de Noé

Fuente: Google maps 2010

3.1.2 FISIOGRAFÍA

El fundo comprende zonas de colinas altas con pendientes fuertes de hasta 45°, zonas de colinas de menor altura con pendiente moderada, menores a 30° y colinas onduladas.

3.1.3 ECOLOGÍA

Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge, el área de investigación pertenece a la de bosque muy húmedo Premontano Tropical bmh-PT.

3.1.4 CLIMA

Su clima es templado, propia de la Selva Alta, húmedo y semicálido. El promedio anual de la precipitación pluvial es 1 529 mm., con temperatura media anual de 17.7°C y la humedad relativa en promedio para la zona es de 89%.

3.1.5 SUELOS

Según la clasificación de suelos de la FAO (1988), esta zona presenta suelos ferrosoles. Con un pH ácido entre 5,1 – 5,7, con textura franco, franco-arcillosa, arcillosa y franco-arenosa.

3.1.6 RIQUEZA FLORÍSTICA

Dentro del fundo se encuentran formaciones vegetales naturales de especies de la zona como pacaes, nogales, palo cera, pata de vaca, sangre de grado, café de monte, ficus, cétricos, vegetación arbustiva, áreas reforestadas con especies como pinos, eucaliptos, ulcumanos, nogales, cipreses, sistemas agroforestales como el café asociado con diferentes especies, nuez de macadamia asociado a pastos e igualmente pastos para el ganado caprino asociado con árboles del lugar.

3.2 MATERIALES

3.2.1 EQUIPOS

- Brújula
- Hipsómetro Blume Leiss
- Cámara fotográfica Casio EX - Z1200
- Computadora Intel Core 2 Duo
- Paquete informático Office 2007
- Software estadístico Minitab 15

3.2.2 HERRAMIENTAS Y MATERIALES

- Wincha o cinta métrica de 50 mts
- Forcípula hechiza
- Machete

- Balanza electrónica 50g de precisión
- Rafia
- Libreta de campo
- Formatos
- Recipientes para cosecha
- Sacos de yute (50 kg)
- Útiles de escritorio
- Material bibliográfico

3.3 METODOLOGIA

3.3.1 UNIDAD DE ANALISIS

a) Reconocimiento del área de estudio

Se eligió la zona de Villa Rica debido a que desde hace cinco años se establecieron parcelas de cardamomo y no han sido estudiadas aún en la zona a pesar del potencial económico que pueda representar. Para establecer la metodología se realizó un reconocimiento previo del área para observar la distribución y superficie del cultivo de cardamomo en el Fundo evaluado.

- Evaluación preliminar
 - ✓ Se realizó una evaluación preliminar del fundo Arca de Noé en donde se ubicó el cultivo de cardamomo. Luego se delimitó las áreas de cultivo existentes, que en total fueron 10 207,13 m², observando que dentro de estas áreas se encontraron tres áreas diferenciadas por la pendiente, densidad de siembra y componente arbóreo principalmente: que seguidamente fueron delimitadas en superficies de 1 944,42 m², la segunda con 7 308,15 m² y la tercera con 954,56 m².

- Selección de parcelas de evaluación:
 - ✓ Se realizó una micro zonificación del área del cultivo en las tres áreas encontradas tomando los criterios de pendiente, densidad de siembra y componente arbóreo mencionados anteriormente, las cuales fueron descritas de acuerdo a características de suelo y vegetación de cada micro zona. La descripción incluyó datos de edad del cultivo, distanciamientos, densidad, vegetación asociada, pendiente y características físicas químicas de suelos en cada una de las áreas delimitadas para precisar las características de sitio.

b) Tamaño de muestra

- Para la determinación del tamaño de las muestras (número de plantas por parcela) se tomó en cuenta el área de plantación del cultivo de cardamomo en cada una de las tres áreas micro zonificadas y la densidad de siembra.
- La densidad de siembra encontrada fueron de 3 x 3m en dos de las parcelas y de 6 x 3m en una de ellas, estos distanciamientos fueron establecidos por el productor debido a la información obtenida de siembra de esta especie y la posibilidad de introducción de la especie en el área del Fundo.
- De acuerdo a esto, se optó por delimitar parcelas de 20 x 20m en el primer caso y de 40 x 40m en el segundo caso, lo cual permitió tener 36 plantas por parcela como tamaño de muestra, ubicando estas plantas en el centro de cada parcela teniendo en cuenta el efecto de borde.
- Esta distribución de plantas representa una intensidad de muestreo del 42% del número de plantas totales de la parcela con menor dimensión (954,56 m²), que fue tomada como base, ya que se trató de evitar evaluar plantas que se encontraran en los límites de la parcela. Teniendo un total de 108 plantas a evaluar en las tres parcelas del presente estudio.

3.3.2 EVALUACION DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA PRODUCTIVO

- Muestreo de suelos: se tomaron 6 sub muestras de suelo de 20 x 20 x 40 cm de profundidad en cada parcela, para luego obtener una muestra en cada una de las tres parcelas a evaluar, que luego fueron analizadas en el Laboratorio de Suelos de la UNALM.
- Cosecha de semillas de cardamomo: para determinar la producción de semillas por hectárea se realizaron las cosechas durante el año en las tres parcelas de evaluación. Esto se dio cada 40 días aproximadamente, debido a que la maduración se da entre los 35 a 40 días (Hilje y Matamoras, 1983). En total se realizaron tres cosechas globales con dos pasadas en cada una de las parcelas, haciendo un total de seis cosechas. Estas semillas se pesaron en estado verde y seco, para posteriormente evaluar su rendimiento.
- Inventario forestal: se identificó y se midieron los árboles que tienen efecto de sombra para el cardamomo en cada una de las parcelas de evaluación, teniendo en cuenta un diámetro mínimo de 10cm. Se incluyeron datos como el diámetro y altura comercial para luego obtener el volumen solo de las especies maderables y para leña. También se tomaron datos de diámetro de copa, forma y orientación de ésta para así obtener el área de sombra proporcionada por la copa de cada árbol. Para el registro de los datos, se tomaron en cuenta los árboles que se encontraban hasta 5 metros adicionales en cada lado del perímetro de la parcela de evaluación para así evaluar también los árboles que proporcionaban sombra al cultivo.
- Costos de producción: se tomaron datos de los costos de producción del sistema productivo de cardamomo que fueron proporcionados por el mismo productor.
- Antecedentes de producción: adicionalmente, se recopilaron datos de producción de semilla de cardamomo de años anteriores.

3.3.3 PARAMETROS DE MEDICION

- a) Con la toma de muestras de suelo de cada parcela evaluada, se caracterizaron los suelos principalmente por los siguientes parámetros:
- Textura (Contenido de arena, arcilla y limo)
 - pH
 - Cantidad de materia orgánica
 - Contenido de N,P,K y elementos menores
- b) Volumen de producción de semillas verde de cardamomo en kilogramos que se encontraron dentro de las parcelas de evaluación establecidas para luego calcular el rendimiento por hectárea en cada una de éstas.
- c) De los árboles que daban sombra al cardamomo se midieron los siguientes parámetros:
- Identificación de la especie
 - DAP
 - Altura comercial del fuste
 - Diámetro de copa
 - Forma de copa
 - Orientación de la copa
 - Volumen: con el dap y la altura comercial se halló el volumen en metros cúbicos (m^3) de las especies maderables o para leña.
 - Proyección de sombra: con los dos diámetros de copa obtenidos, se obtuvo el diámetro promedio y luego se calculo el área de la circunferencia para cada árbol de las tres parcelas evaluadas y su debido porcentaje. Por último, se obtuvo el promedio de sombra proyectada por especie.

- d) Costos de producción basados en la estructura de costos del productor. Para esto, se obtuvieron datos de limpieza, vivero, instalación, mantenimiento, cosecha y comercialización de la plantación del cardamomo y de las especies forestales. Estos datos fueron llevados a la hectárea.

3.3.4 ANALISIS ESTADISTICO

- a) Análisis de los resultados obtenidos:

- Para realizar el análisis estadístico, primero se obtuvo la producción promedio por planta, por parcela, por hectárea.
- Rendimientos del cultivo por hectárea bajo las diferentes condiciones de sitio de cada parcela.
- Se realizó proyecciones de las futuras cosechas a obtener hasta los 15 años, ya que para mantener la producción comercial, es conveniente la renovación del cultivo a esa edad (Ruano, 2002). Las proyecciones se calcularon con datos proporcionados por el productor de cosechas anteriores y lo registrado en la presente investigación. A partir de los datos obtenidos en esta investigación se estabilizó la producción de frutos debido a que entre los 5 y 6 años del cultivo la producción es aproximadamente la misma (Hilje y Matamoros, 1983).
- Se realizó un análisis de correlación simple con los datos de producción de frutos en relación a los componentes del suelo.
- Mediante los resultados obtenidos anteriormente se ubicó el mejor desarrollo del cultivo en las zonas evaluadas.

3.3.5 ANALISIS CUANTITATIVO

Para conocer la contribución económica del sistema agroforestal, se analizaron los costos y la rentabilidad de las parcelas evaluadas mediante términos de:

- a) Rendimientos por hectárea
- Ingresos totales por la producción de cardamomo, expresado en nuevos soles por hectárea, mediante el siguiente cálculo:

$$IT = P \times R \times Re$$

Donde:

IT = Ingreso total por hectárea

P = Precio de cardamomo seco en soles

R = Rendimiento de cardamomo verde por hectárea

Re = Relación cardamomo verde/cardamomo seco

- Ingresos totales por el aprovechamiento de los árboles presentes en las parcelas delimitadas identificados en el inventario. Expresado en soles por hectárea.

$$IT = \Sigma (P \times V \times N^{\circ})$$

Donde:

IT = Ingreso total por hectárea

Σ = Sumatoria

P = Precio de una especie por pie tablar (pt)

V = Volumen en pies tablares de cada especie (pt)

N^o = Número de árboles por cada especie

b) Costo total del sistema productivo

- ✓ Costos de instalación, mantenimiento, beneficio y comercialización de una hectárea de cardamomo y especies forestales mediante datos proporcionados por el productor. Expresado en soles por hectárea.

c) Utilidad Neta Actual (UNA) calculada mediante la siguiente fórmula:

$$UNA = \Sigma (\text{Ingresos totales por hectárea}) - \Sigma (\text{Costos totales por hectárea})$$

Expresado en soles por hectárea.

d) Relación beneficio/ costo

- e) Para la elaboración de la evaluación económica de las parcelas evaluadas se tomaron en consideración las proyecciones de las cosecha futuras a obtener por cada parcela hasta los 15 años, edad que el cultivo deja de ser rentable (Atlee, 1980 y Ruano, 2002). También se tuvo en cuenta los datos proporcionados por el productor anteriormente (obtenidos de la parcela P3), para usarlos como el incremento anual en producción de los frutos. A partir del sexto año se igualó la producción anual hasta el período final de los 15 años de producción, ya que a partir de esa edad aproximada se establece (Matamoros, 1983).

3.3.6 PROPUESTA AGROFORESTAL

- a) Con la información obtenida anteriormente se propuso un diseño agroforestal incorporando al cultivo de cardamomo especies arbóreas de valor comercial y la densidad de siembra más adecuadas.
- b) Para la selección de especies se entrevistó al productor sobre las necesidades presentes en la zona de Villa Rica y se utilizaron los siguientes criterios económicos y silviculturales acordados, que se especifican a continuación:

- Criterios económicos:
 - ✓ Valor económico
 - Alto: > 1,8 (S/.x pt)
 - Mediano: 1,5 – 1,8 (S/.x pt)
 - Bajo: < 1,5 (S/.x pt)
 - ✓ Número de usos de la especie
 - Bueno: 2 a más
 - Regular: Un uso
 - Malo: Sin uso actual
 - ✓ Calidad del fuste
 - Bueno: Recto
 - Regular: Inclinado
 - Malo: Irregular
- Criterios silviculturales:
 - ✓ Grupo ecológico
 - Bueno: Heliófita
 - Regular: Esciófita parcial
 - Malo: Esciófita
 - ✓ Tamaño de copa
 - Irregular: menor 13 m²

- Media: entre 13 y 25 m²

- Densa: mayor a 25 m²

✓ N° de arboles por hectárea

- Alta: más de 30 individuos

- Media: entre 15 a 30 individuos

- Baja: menos de 15 individuos

c) Criterios para la selección de especies del sistema

Cuadro 6 Criterio silvicultural

Valor	Criterios	Deseable	Aceptable	Indeseable
3	Grupo ecológico	Heliófito	Esciófito parcial	Esciófito
2	Densidad	Alta	Media	Baja
1	Tamaño de copa	Densa	Media	Irregular

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 7 Criterio económico

Valor	Criterios	Deseable	Aceptable	Indeseable
3	Valor económico	Alto	Mediano	Bajo
2	Número de usos	2 a más	1 uso	Sin uso actual
1	Desarrollo del fuste	Recto	Inclinado	Irregular

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 8 Matriz para la selección de especies

		Criterio económico		
		D	A	I
Criterio Silvicultural	D	Deseable (D)	Aceptable (A)	Indeseable (I)
	A	Deseable (D)	Aceptable (A)	Indeseable (I)
	I	Indeseable (I)	Indeseable (I)	Indeseable (I)

Fuente: Elaboración propia

- d) Se realizó la distribución de componentes en el tiempo, desde la instalación de los cultivos hasta la culminación de su ciclo productivo.
- e) Se analizó la rentabilidad del sistema agroforestal propuesto según los rendimientos obtenidos y datos bibliográficos de crecimiento de las especies consideradas en la propuesta y del cultivo de cardamomo en el tiempo que dure su ciclo productivo.

Para esto, se realizaron proyecciones de las futuras cosechas para calcular los futuros beneficios a lo largo del ciclo productivo y también se analizaron los costos de producción de todo el sistema para luego obtener los indicadores de rentabilidad como el Valor Neto Actual (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la relación Beneficio/Costo (B/C) de la producción. Para el cálculo de estos indicadores se tomó en cuenta el ciclo productivo del cardamomo en 15 años.

El Valor Actual Neto (VAN), se define como la diferencia entre la sumatoria del valor de los beneficios del componente agrícola y forestal, y del valor actual de los costos (costos de oportunidad de capital), menos la inversión realizada en el periodo inicial. La representación matemática es la siguiente:

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1+r)^i} - I_0$$

Donde:

VAN = Valor Actual Neto

FC = Flujo de caja (Beneficios Netos del proyecto)

Io = Inversión inicial del proyecto

n = Vida útil del proyecto

i = Período

r = Tasa de descuento (tasa de interés o costo de oportunidad del capital)

Luego de determinar el VAN, se obtuvo la Tasa Interna de Retorno (TIR), la cual es una tasa porcentual que indica la rentabilidad promedio anual que genera el capital que permanece invertido en el proyecto.

$VAN_{(TIR)} = 0$

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 MICRO ZONIFICACIÓN DE LAS PARCELAS EVALUADAS

4.1.1 DESCRIPCIÓN DE LAS PARCELAS EVALUADAS

A) PARCELA N°1 (P1)

Cantidad de plantas de cardamomo aproximado: 108 plantas

Densidad de árboles asociados aproximado: 168 árboles/ha

Vegetación asociada: “café” *Coffea arabica*, “albizia” *Albizia falcataria*, “ulcumano” *Podocarpus oleifolius*, “cético” *Cecropia sp.*, “banderilla” *Virola sp.*, “nogal” *Juglans neotropica*, “sangre de grado” *Croton draconoides*, “cedro rosado” *Cedrela sp.*, “pata de vaca” *Bauhinia sp.*, “paca” *Inga spp.*, “palo cera” *Stylogyne sp.*, “ficus” *Ficus sp.*, “roble” *Ocotea sp.*, “palo manzana”, “hoja corazonada” *Heliocarpus americanus*.

Características físicas del suelo: suelos muy ácidos, con pH de 5 en promedio, textura franco arenosa.

Datos adicionales: esta es la primera producción de esta parcela, que antiguamente era un cafetal y estos fueron reemplazados por nuevas plantas de café. En los espacios vacíos de la parcela fueron plantadas especies forestales comerciales como nogales y ulcumanos, aparte de los árboles que ya estaban establecidos.

B) PARCELA N°2 (P2)

Cantidad de plantas de cardamomo aproximado: 812 plantas

Densidad de árboles asociados aproximado: 279 árboles/ha

Vegetación asociada: “nogal” *Juglans neotropica*, “café de monte” *Vismia sp.*, “cedro rosado” *Cedrela sp.*, “pata de vaca” *Bauhinia sp.*, “paca” *Inga spp.*, “palo cera” *Stylogyne sp.*, “ficus”, “roble” *Ocotea sp.*, “café” *Coffea arabica*, “ficus” *Ficus sp.*

Características físicas del suelo: suelos ácidos con pH de 5,67, textura franca con buena cantidad de materia orgánica.

Datos adicionales: antiguamente era un cafetal, para el cual se extrajeron las especies de valor comercial y que luego se dejó como purma por unos 15 años aproximadamente.

C) PARCELA N°3 (P3)

Cantidad de plantas de cardamomo aproximado: 106 plantas

Densidad de árboles asociados aproximado: 211 árboles/ha

Vegetación asociada: “cético” *Cecropia sp.*, “paca” *In a spp.*, “palo cera” *Stylogyne sp.*, “roble playa” *Nectandra sp.*, “palo lechero” *Ficus sp.*, “palo blanco”, “chirimoya de monte” *Cordia alliodora*, “banderilla” *Viola sp.*, “roble” *Ocotea sp.*, “ficus” *Ficus sp.* “chicarmen” *Wettinia sp.*

Características físicas del suelo: presencia de buena cantidad de materia orgánica, suelos ácidos con pH de 5,43 y textura franca a franca arcillosa.

Datos adicionales: se encuentra al lado de pastizales para ganado ovino.

En las figuras 5, 6 y 7 se pueden apreciar el estado promedio encontrado en las plantas de cardamomo en las parcelas P1, P2 y P3, respectivamente.

En el Cuadro 9 se aprecian los datos encontrados en las parcelas evaluadas, se puede observar que solo la pendiente, la edad y el distanciamiento de las plantas son un factor a tomar en cuenta, ya que los requerimientos de luz, agua y nutrientes se pueden ver afectados de alguna forma en la producción de frutos de cardamomo; y la variación de edad de la parcela P1, conlleva a resultados que pueden ser disimiles con las parcelas P2 y P3, en cuanto a rendimientos en la producción.



Figura 7 Planta de cardamomo parcela P1



Figura 8 Planta de cardamomo en parcela P2



Figura 9 Planta de cardamomo en parcela P3

Fuente: Propia

Cuadro 9 Datos generales de las parcelas evaluadas

<i>Parcela</i>	<i>Área Total (m²)</i>	<i>Área evaluada de producción (m²)</i>	<i>Área evaluada para inventario (m²)</i>	<i>Nº plantas cardamomo evaluadas</i>	<i>Edad (años)</i>	<i>Distanciamiento (m)</i>	<i>Pendiente (%)</i>
P1	1944.42	1600	2500	36	3	3 x 6	5
P2	7308.15	400	900	36	5.5	3 x 3	12
P3	954.56	400	900	36	5.5	3 x 3	65

Fuente: Elaboración propia

4.2 ANÁLISIS DEL EFECTO EDÁFICO EN LA PRODUCCIÓN DE FRUTOS

4.2.1 ANÁLISIS DEL COMPONENTE TEXTURAL

Se realizó el análisis de correlación simple para examinar la influencia de las variables arena, limo y arcilla en la producción de frutos verdes de cardamomo. Para efecto de este análisis, se

consideró los datos de la parcela P1 proyectados a la misma edad que el de las parcela P2 y P3, tomando en cuenta los rendimientos obtenidos en años anteriores en estas parcelas utilizando estos datos como base para obtener el incremento anual de producción por hectárea, para así obtener un análisis más preciso.

En el cuadro 10, se puede observar que dentro de las tres parcelas evaluadas, dos de ellas, la P2 y P3 presentaron una textura franco, la cual esta especie requiere (IICA, 1985), esto se pudo haber reflejado en la mayor producción de frutos de ambas parcelas; por otro lado, en la parcela P1 se encontró una textura franco arenosa, la cual puede haber desfavorecido la producción de frutos de la misma. El análisis completo del suelo se encuentra en el Anexo 1.

Cuadro 10 Resumen de los parámetros texturales del análisis de suelo con la producción de frutos verdes de cardamomo.

Muestra	Clase textural				Producción de frutos verdes (kg/ha)
		Arena	Limo	Arcilla	
		%	%	%	
P 1	Fr. A.	72	20	8	2320.64
P 2	Fr.	52	36	12	2950.32
P 3	Fr.	48	40	12	3570.63

Fuente: Elaboración propia

Dentro de las tres parcelas se puede distinguir que las parcelas con mayor producción de frutos de cardamomo, la P2 y P3, son las que presentan un menor porcentaje de arena y un mayor porcentaje de limo y arcilla que la primera parcela.

A pesar de esto, en el cuadro 11 se muestra el análisis de correlación realizado entre las variables producción de frutos por planta y la textura (arena, limo y arcilla), que indica que no existe una relación estadística significativa entre las variables de textura, en relación a la producción de frutos.

Cuadro 11 Resultado del análisis de correlación entre la producción de frutos (kg/ha) y cada componente textural.

	Índice de correlación	Valor de p-value
Arcilla (%)	0.923	0.252
Limo (%)	0.979	0.131
Arena (%)	-0.971	0.152

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 ANÁLISIS DE LA ACIDEZ, CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA, NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO PRESENTES EN EL SUELO

Se eligieron estos parámetros debido a que estudios en la India, han mostrado que el cardamomo responde bien a los elementos nitrógeno y potasio; y pruebas de absorción demostraron que esta planta absorbe continuamente nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio (Hilje y Matamoros, 1983).

El análisis de correlación entre las variables, producción de frutos con los niveles de acidez, nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica; indica que existe una relación estadística significativa directa entre la variable de producción y la influencia de la cantidad de materia orgánica sobre la primera. Esta es una relación fuerte, ya que como se presenta en el cuadro 12, en el análisis de suelos se encontraron diferencias considerables en cuanto a la cantidad de materia orgánica, siendo la parcela 3 la que mayor cantidad obtuvo, con un 11%. Como lo mencionan Hilje y Matamoros (1983), esta especie es muy exigente en cuanto a materia orgánica, lo cual se ve representado en una mayor producción de frutos, como es el caso de la parcela 3. Por otro lado, las parcelas P1 y P2 presentan 3,28 y 4,4 % de materia orgánica respectivamente, lo cual puede haber influido en la menor producción de frutos.

Cuadro 12 Resumen del análisis de suelo

Muestra	pH	N (%)	P ppm	K ppm	M.O. %
P 1	5.11	0.24	5	56	3.28
P 2	5.67	0.25	7.8	52	4.4
P 3	5.43	0.23	2.3	48	11.88

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al pH ninguna parcela obtuvo el valor óptimo que para la especie es entre 6 a 6,5 (IICA, 1985), a pesar de esto, los valores encontrados están de acuerdo a la necesidad de esta especie, que se encuentra entre 4,5 a 6,5. El valor promedio de pH es de 5,4, con lo cual se podría inferir que el cardamomo se puede desarrollar con el pH encontrado en estos suelos. Sin embargo, según los resultados del análisis de correlación, presentados en el cuadro 13, no existe una relación estadística significativa con la producción de frutos, por lo cual se puede inferir que este parámetro podría no estar afectando el rendimiento de las parcelas.

Para el caso de los valores de nitrógeno, fósforo y potasio, el índice de correlación presenta una relación inversa, aunque según los valores de p-value, no son significativos, por lo cual no se podrían tomar en cuenta para alguna deducción. A pesar de lo mencionado, se puede decir que los valores de nitrógeno, fósforo y potasio se encuentran respectivamente, similares en las tres parcelas y dentro de los rangos normales para ese tipo de suelo ácido.

Cuadro 13 Resultado del análisis de correlación entre la producción de frutos (kg/ha) y los niveles de acidez, nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica

	<i>Índice de correlación</i>	<i>Valor de p-value</i>
pH (Acidez)	0.67	0.533
N (Nitrógeno)	- 0.385	0.748
P (Fosforo)	-0.376	0.755
K (Potasio)	-0.992	0.081
M.O. (Materia orgánica)	0.862	0.038

Fuente: Elaboración propia

4.3 ANALISIS DE LA PRODUCCIÓN DE FRUTOS

Durante el año de evaluación, los meses evaluados fueron seis, se comenzó en el mes de octubre y noviembre del año 2009 y se siguió en los meses de mayo, junio, setiembre y octubre del año posterior. En los meses de temporada de lluvias que comienzan a fines de noviembre hasta mediados de abril, en este caso, no se realizaron cosechas. En el Cuadro 14 podemos observar que el valor mínimo de producción de frutos/planta encontrado en las cosechas de las

tres parcelas, fue de 103 g y un valor máximo de 800 g por mes de cosecha evaluado. En general, la parcela P1 obtuvo los valores más bajos al ser la plantación de menor edad, la cual se encuentra aún en desarrollo. Las parcelas P2 y P3 se encuentran en rangos no muy disimiles, con promedios por planta de 443 g y 536 g respectivamente por mes. La producción por planta/año en la parcela P1 fue de 1,778 kg/año y las parcelas P2 y P3, 2,656 kg/año y 3,214 kg/año respectivamente.

Cuadro 14 Valores de los promedios, máximos y mínimos de producción de frutos verde/mes por planta

Parcela	Promedio producción por planta (kg/mes)	Valor mínimo encontrado (kg/planta/mes)	Valor máximo encontrado (kg/planta/mes)	Promedio por cosecha/mes por parcela (kg/ha)
P1	0.296	0.103	0.561	164.44
P2	0.443	0.286	0.656	491.720
P3	0.536	0.292	0.800	595.105

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 15 se puede apreciar que la mayor producción de frutos verdes se dio en la parcela P3, con 3 570,63 kg, seguido de la P2 con 2 950,32 kg; y por último la P1 con 986,67kg. En cuanto a la selección de los frutos, un promedio de un 80% del total de la producción verde de cada una de las tres parcelas, fue de tamaño y características deseadas para la venta, dando un 20% restante con frutos de un tamaño por debajo del tamaño estándar y de menor calidad, pero que aún pueden ser comercializados. Los rendimientos en peso, que se obtuvo con la relación del peso del fruto en estado verde a seco, encontrándose un promedio de 28%.

Como resultado final, la parcela P3 es la que obtuvo una mejor producción de frutos secos, con 928,36 kg, seguido de la P2 con 876,25 kg y por último la P1 con 296 kg. Los datos de la parcela P1 son menores por la edad del cultivo, menor por dos años que las parcelas P2 y P3. Proyectando la cosecha de esta parcela a la misma edad que las otras se obtendría una cosecha de 696,19 kg/ha, encontrándose por debajo de la producción de las otras parcelas, aunque se debe tomar en cuenta que el número de plantas por parcela en este caso es de 555 y no de 1 111

plantas como ocurre en la P2 y P3. Esto no significa que la producción por hectárea se debe duplicar, ya que se debe tomar en cuenta que una alta densidad en un suelo de menor calidad como es el caso de la parcela P1, puede afectar significativamente la producción por planta.

Cuadro 15 Rendimientos de las cosechas realizadas en cada parcela en kg/ha/año

Parcela	Frutos verdes total (kg/ha)	Frutos buenos (kg/ha)	Frutos pequeños (kg/ha)	Rendimiento fruto verde/seco (%)	Frutos secos (kg/ha)
P1	986.67	789.33	197.33	0.30	296.00
P2	2950.32	2360.26	590.06	0.297	876.25
P3	3570.63	2856.50	714.13	0.260	928.36

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 10 se detalla la producción de cardamomo verde a lo largo del periodo de cosecha, que comenzó en las últimas semanas del mes de Octubre y culminó en las primeras semanas del mismo mes del año posterior. Para la elaboración de este gráfico se consideró la proyección de la producción de la parcela P1, a la misma edad que las otras dos tomando en cuenta los datos obtenidos de cosechas de años anteriores.

En el presente gráfico se muestra, que la mayor producción de frutos comienza a partir del mes de Mayo, teniendo su pico más alto en Junio y luego desciende hasta los meses de Setiembre y Octubre, que es a partir del cual comienza la temporada de lluvias. También se puede observar un patrón estacional en las tres parcelas en cuanto a la cantidad de producción de frutos de cardamomo a lo largo del año.

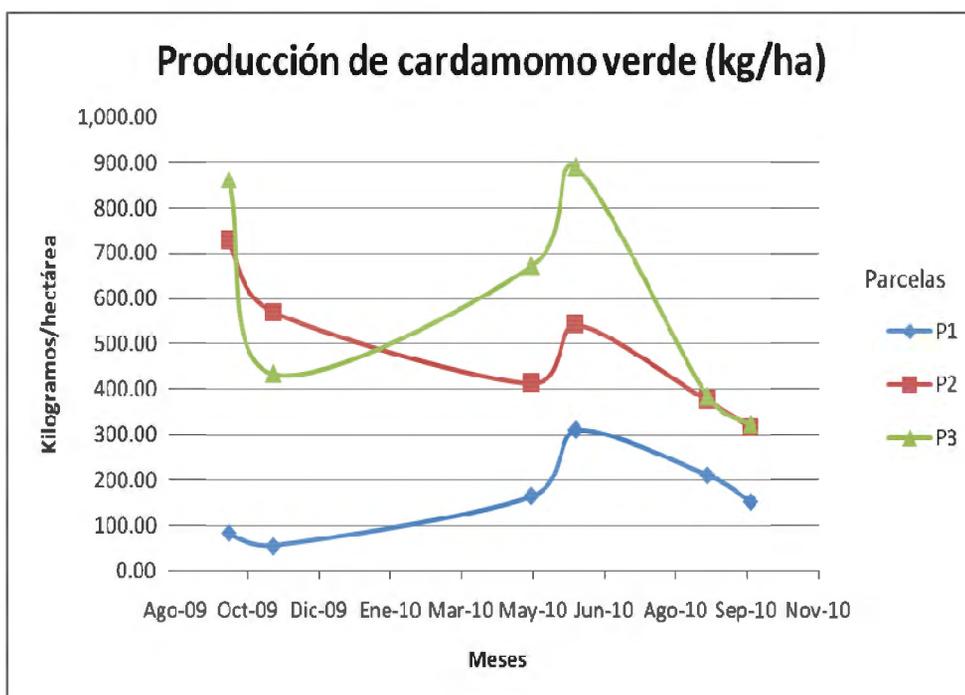


Figura 10 Producción de cardamomo verde en kg/ha

Fuente: *Elaboración propia*

Dentro de la evaluación en campo, se observó que las lluvias afectaban la producción de flores, por lo cual en esos meses disminuye la fructificación.

Para los autores mencionados al inicio de esta investigación como Ruano (2002), afirma que anualmente la producción es muy variable, sin embargo puede generalizarse que los rendimientos oscilan entre 300 a 900 Kg/Ha, de fruto pergamino, considerando una relación cereza/pergamino de 4,5:1. Y esto puede variar dependiendo según la región y los cuidados que se le dé al cultivo (Atlee, 1980). Según los rendimientos proporcionados, los valores hallados en estas parcelas concuerdan dentro de los rangos de producción de esta especie. En el cuadro 16 se aprecia un resumen de las producciones de cardamomo seco (kg/ha) en los principales países productores.

A comparación de las plantaciones de Colombia, que presenta condiciones similares de clima y edafológica al de Villa Rica, la productividad que se obtiene en promedio en el país vecino es de 1,2 kg (secos)/planta por año, para un total de 1 538 kg (secos)/ha por año (Tamayo y

Usuga, 1993-2001), aunque se debe tener en cuenta que el total de plantas por hectárea son de 1281 y para este estudio se consideró 1 111 plantas por hectárea.

Al contrastar la producción de ambos lugares, la diferencia entre los resultados obtenidos en la zona de Villa Rica se puede contemplar que los valores obtenidos en las parcelas del estudio, se encuentran por debajo del promedio de las plantaciones en Colombia, sin embargo, se debe tomar en cuenta que las parcelas evaluadas en la presente investigación carecieron de algún manejo silvicultural adicional a la limpieza al momento de la cosecha, por lo cual podría ser un factor que originaría una disminución en la producción de frutos de este cultivo.

Por otro lado, en países como Guatemala e India, los valores de producción promedio son de 455 kg/ha y de 236 kg/ha respectivamente (M.A.G.A., 2007 y Korikanthimath et al., 2000), siendo estos datos menores a los hallados en la presente evaluación.

Cuadro 16 Resumen de producción de cardamomo seco (kg/ha) internacionalmente

<i>País</i>	<i>Autores</i>	<i>Producción (kg/ha)</i>	<i>Densidad/ha.</i>	<i>Rendimiento %</i>
Guatemala	Ruano, 2002	300 a 900	ND	22
	Hilje y Matamoros, 1983	250 a 700	1111	20
	M.A.G.A, 2007	455	ND	ND
	Atlee, 1980	138 a 552	ND	20
India	Korikanthimath et al., 2000	1473	4629	ND
	Nair, 1999	236	ND	ND
Colombia	Tamayo y Usuga, 2001	1538	1281	ND

Fuente: Elaboración propia

*ND: No determinado

4.4 ANÁLISIS DEL COMPONENTE ARBÓREO

En el Cuadro 17 se muestra el total de las especies identificadas en las tres parcelas, que fueron 19 especies, encontrándose en mayor cantidad al “nogal” *Juglans neotropica*, “paca” *Inga sp.*, “palo cera” *Stylogyne sp.* y “pata de vaca” *Bauhinia sp.*. Los árboles presentaban diferentes edades por lo cual se realizó un promedio de los volúmenes y área de copa por cada especie evaluada, que se detalla en el cuadro posterior. El área promedio de copa es variable por cada especie, siendo la media de 23 m²/árbol; y el volumen promedio encontrado entre las diferentes especies es de 0,342 m³/árbol.

Cuadro 17 Número de individuos por especie por hectárea, área de copa y volúmenes promedio por cada especie.

Nº	Nombre común	Cantidad por hectárea			Cantidad promedio por ha.	Área copa promedio por sp (m ²)	Volumen promedio por sp. (m ³)
		P1	P2	P3			
1	Albizia	4	0	0	1.3	3.98	0.909
2	Banderilla	8	0	11	6.3	33.81	0.721
3	Café de monte	0	22	0	7.3	12.54	0.109
4	Cedro rosado	8	11	0	6.3	28.63	0.396
5	Cetico	4	0	22	8.7	24.36	0.247
6	Chicarmen (palmera)	0	0	33	11	66.69	6.710
7	Chirimoya de monte	0	0	11	3.7	10.90	0.028
8	Ficus	0	11	22	11	36.99	0.780
9	Hoja corazonada	4	0	0	1.3	10.66	0.039
10	N.N.	12	0	11	7.7	16.78	0.406
11	Nogal	28	67	0	31.7	26.33	0.525
12	Pacae	52	56	22	43.3	37.88	0.433
13	Palo blanco	0	0	11	3.7	2.76	0.050
14	Palo cera	4	44	44	30.7	17.15	0.404
15	Palo lechero	0	0	11	3.7	47.60	0.802
16	Pata de vaca	16	56	0	24	13.11	0.115
17	Roble	4	11	0	5	9.09	0.169
18	Roble playa	0	0	11	3.7	10.63	0.248
19	Sangre de grado	8	0	0	2.7	41.97	0.270
20	Ulcumano	16	0	0	5.3	18.94	0.575

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 18 se aprecia un área de copa proyectada promedio por parcela de 59,4%, lo cual concuerda con lo expuesto por Atlee (1980) que menciona que el cardamomo soporta una sombra de hasta un sesenta por ciento. En este caso se puede decir que las tres parcelas proporcionan la luz necesaria para el desarrollo de este cultivo.

Cuadro 18 Área proyectada de copa en porcentaje de cada parcela

<i>Parcela</i>	<i>Área evaluada en cada parcela (m²)</i>	<i>Área total de copa proyectada (m²)</i>	<i>Área copa proyectada (%)</i>
P1	1600	1012.6	63.3
P2	900	533.0	59.2
P3	900	501.4	55.7

Fuente: Elaboración propia

4.5 EVALUACION ECONOMICA

4.5.1 EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LAS PARCELAS EVALUADAS

Como se mencionó en la metodología de presente estudio, se utilizaron datos anteriores de producción para la elaboración de las proyecciones de las cosechas a obtener por cada parcela hasta los 15 años. En el cuadro 19 se presentan los resultados de las tres parcelas.

Cuadro 19 Proyección a 15 años de la producción de frutos verdes de cardamomo por hectárea.

Parcela	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15
P1	0	0	986.67	1381.33	1933.87	2320.64	2320.64	2320.64	2320.64	2320.64	2320.64	2320.64	2320.64	2320.64	2320.64
P2	0	0	1177.6	1683.97	2458.6	2950.32	2950.32	2950.32	2950.32	2950.32	2950.32	2950.32	2950.32	2950.32	2950.32
P3	0	0	1410.04	2029.77	2963.46	3570.63	3570.63	3570.63	3570.63	3570.63	3570.63	3570.63	3570.63	3570.63	3570.63

Fuente: Elaboración propia

Con esta proyección se realizó el flujo de caja para cada parcela, tomando como datos para el cálculo de ingresos, los presentados en el cuadro 15, sobre el rendimiento del fruto verde a seco y un precio de S/. 20 por kilogramo de cardamomo seco, el cual ha sido el precio de comercialización que el productor registra. Cabe destacar que se fijó este valor por el productor debido al precio encontrado en el mercado internacional actualmente.

Para el cálculo de los costos, se utilizaron los datos reales, tal cual se manejaron las parcelas desde su inicio. Todos los costos fueron llevados a la hectárea, con una densidad de plantación de 3 x 3m (1 111 plantas/ha) para las parcelas P2 y P3; y una densidad de 3 x 6m (555 plantas/ha) para la P1. El jornal manejado en la zona fue de S/. 30 para las labores de cosecha y de S/. 25 para las demás actividades. El número de jornales utilizados en las diferentes actividades se muestran en el cuadro 20.

Las labores desde la instalación del vivero hasta la cosecha varían entre parcelas debido a la diferente cantidad de plantas por hectárea y de la producción que haya tenido cada parcela. Para el caso de los datos del cuadro 20, se utilizó un aproximado de 15 kg cosechados por día/persona que fue un dato que se constató en el campo y la bibliografía (Hilje y Matamoros, 1983). Este es el mayor gasto que ocurre durante el ciclo de producción del cardamomo.

Para los flujos de caja de las tres parcelas, presentados en los cuadros 24, 25 y 26 se consideró, según los datos del productor, un solo abonamiento al primer año con roca fosfórica y con deshierbes dos veces por año. No se consideraron dentro de los costos, la instalación del componente forestal, ya que las parcelas de cardamomo fueron habilitadas bajo el dosel de un bosque natural intervenido de bajo valor comercial que ya estaba presente en el fundo.

Cuadro 20 Número de jornales utilizados para las diferentes actividades por hectárea

Jornales	Parcela	AÑO														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Vivero	P1	20														
	P2, P3	30														
Preparación del terreno	P1	25														
	P2, P3	38														
Instalación de plantación	P1	10														
	P2, P3	13														
Recalce	P1	2														
	P2, P3	3														
Mantenimiento	P1	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	P2, P3	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Cosecha de cardamomo	P1				66	92	129	155	155	155	155	155	155	155	155	155
	P2				79	112	164	197	197	197	197	197	197	197	197	197
	P3				94	135	198	238	238	238	238	238	238	238	238	238
Procesamiento de frutos	P1, P2, P3				8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TOTAL		127	24	24	270	372	522	621	621	621	621	621	621	621	621	621

Fuente: Elaboración propia

En el caso del rendimiento del componente forestal a obtenerse a los 15 años de establecimiento, se estimó los volúmenes por hectárea de acuerdo al inventario realizado en cada parcela evaluada y se consideró los precios locales (nuevos soles por pie tablar), que son presentados en el cuadro 21, 22 y 23. Estos alcanzan valores de 4 193,60; 7 131,90; 1 711,60 (S./ha) para las parcelas P1, P2 y P3 respectivamente.

Existieron algunas especies como mata palo, cético y la palmera chicarmen que al no tener un valor comercial, no fueron considerados para las estimaciones de los ingresos por parcelas.

Cuadro 21 Estimación de volúmenes por especie e ingresos (S./ha) de la parcela P1

Nombre común	Nombre científico	Volumen (pt)	Cantidad x ha	Precio (S./ x pt)	Total (S./)
Albizia	Albizia falcataria	248	4	0.1	99.20
Banderilla	Virola sp.	279	8	0.1	223.20
Cedro	Cedrela sp.	165	8	0.3	396.00
Cetico	Cecropia sp.	213	4	0	0.00
Hoja corazonada	Heliocarpus americanus	57	4	0.1	22.80
N.N	N.N	163	12	0.1	195.60
Nogal	Junglans neotropica	116	28	0.3	974.40
Pacae	Inga sp.	169	52	0.1	878.80
Palo cera	Stylogyne sp.	162	4	0.1	64.80
Pata de vaca	Bauhinia sp.	64	16	0.1	102.40
Roble	Ocotea sp.	101	4	0.1	40.40
Sangre de grado	Croton draconoides	175	8	0.1	140.00
Ulcumano	Podocarpus oleifolius	220	16	0.3	1056.00
TOTAL (S./ha.)					4193.60

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 22 Estimación de volúmenes por especie e ingresos (S./ha) de la parcela P2

Nombre común	Nombre científico	Volumen (pt)	Cantidad x ha	Precio (S./ x pt)	Total (S./)
Café de monte	Vismia sp.	72	22	0.1	158.4
Cedro	Cedrela sp.	95	11	0.3	313.5
Ficus	Ficus sp.	129	11	0.1	141.9
Nogal	Junglans neotropica	221	67	0.3	4442.1
Pacae	Inga sp.	153	56	0.1	856.8
Palo cera	Stylogyne sp.	143	44	0.1	629.2
Pata de vaca	Bauhinia sp.	81	56	0.1	453.6
Roble	Ocotea sp.	124	11	0.1	136.4
TOTAL (S./ha.)					7131.9

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 23 Estimación de volúmenes por especie e ingresos (S./ha) de la parcela P3

Nombre común	Nombre científico	Volumen (pt)	Cantidad x ha	Precio (S./ x pt)	Total (S./)
Banderilla	Virola sp.	63	11	0.1	69.3
Cetico	Cecropia sp.	114	22	0	0
Chicarmen	Wettinia sp.	1524	33	0	0
Chirimoya de monte	Cordia alliodora	186	11	0.1	204.6
Ficus	Ficus sp.	266	22	0	0
N.N	N.N.	63	11	0.1	69.3
Pacae	Inga sp.	151	22	0.1	332.2
Palo blanco		59	11	0.1	64.9
Palo cera	Stylogyne sp.	125	44	0.1	550
Palo lechero	Ficus sp.	225	11	0.1	247.5
Roble playa	Nectandra sp.	158	11	0.1	173.8
TOTAL (S./ha.)					1711.6

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 24 Flujo de caja para la parcela P1

COSTOS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15
Terreno	4500															
Área de secado	75															
Preparación del terreno	625															
Instalación de vivero	500															
Instalación de la plantación	250															
Recalce	50															
Mantenimiento		300	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Cosecha cardamomo				1973	2763	3868	4641	4641	4641	4641	4641	4641	4641	4641	4641	4641
Procesamiento				120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Herramientas	346		43	161	27		204		43	161	27		204		27	
Equipos	2700															
Insumos	1334			24	24	24	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
TOTAL COSTO	10380	300	243	2478	3134	4212	5193	4989	5032	5150	5016	4989	5193	4989	5016	4989
INGRESOS																
Venta de cardamomo				5920	8288	11603	13924	13924	13924	13924	13924	13924	13924	13924	13924	13924
Venta de madera																4194
TOTAL INGRESO	0	0	0	5920	8288	11603	13924	18117								
INGRESO NETO (S/. /ha)	-	-300	-243	3442	5154	7391	8731	8935	8892	8774	8908	8935	8731	8935	8908	13128

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 25 Flujo de caja para la parcela P2

COSTOS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15
Terreno	4500															
Área de secado	75															
Preparación del terreno	950															
Instalación de vivero	750															
Instalación de la plantación	325															
Recalce	75															
Mantenimiento		500	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Cosecha cardamomo				2355	3368	4917	5901	5901	5901	5901	5901	5901	5901	5901	5901	5901
Procesamiento				120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Herramientas	346		43	161	27		204		43	161	27		204		27	
Equipos	2700															
Insumos	1334			26	26	26	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
TOTAL COSTO	11055	500	443	3062	3941	5463	6655	6451	6494	6612	6478	6451	6655	6451	6478	6451
INGRESOS																
Venta de cardamomo				6995	10003	14604	17525	17525	17525	17525	17525	17525	17525	17525	17525	17525
Venta de madera																7132
TOTAL INGRESO	0	0	0	6995	10003	14604	17525	17525	17525	17525	17525	17525	17525	17525	17525	24657
INGRESO NETO (S./ha)	-11055	-500	-443	3933	6062	9141	10870	11074	11031	10913	11047	11074	10870	11074	11047	18206

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 26 Flujo de caja para la parcela P3

COSTOS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15
Terreno	4500															
Área de secado	75															
Preparación del terreno	950															
Instalación de vivero	750															
Instalación de la plantación	325															
Recalce	75															
Mantenimiento		500	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Cosecha cardamomo				2820	4060	5927	7141	7141	7141	7141	7141	7141	7141	7141	7141	7141
Procesamiento				120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Herramientas	346		43	161	27		204		43	161	27		204		27	
Equipos	2700															
Insumos	1334			28	28	28	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
TOTAL COSTO	11055	500	443	3529	4635	6475	7897	7693	7736	7854	7720	7693	7897	7693	7720	7693
INGRESOS																
Venta de cardamomo				7332	10555	15410	18567	18567	18567	18567	18567	18567	18567	18567	18567	18567
Venta de madera																1712
TOTAL INGRESO	0	0	0	7332	10555	15410	18567	18567	18567	18567	18567	18567	18567	18567	18567	20279
INGRESO NETO (S/. /ha)	-11055	-500	-443	3803	5920	8935	10670	10874	10831	10713	10847	10874	10670	10874	10847	12586

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis económico de las tres parcelas se utilizó una tasa de descuento del 15% debido a que de acuerdo a la Superintendencia de banca y seguros (Junio, 2011), la tasa de interés más alta en el sistema financiero es de 8.75%, y al ser este un valor bajo, y tomando en cuenta que la rentabilidad aproximada en sistemas agroforestales asociadas con café, encontrando en Villa Rica fue del 15%, se consideró este valor.

En el cuadro 27 se aprecia que las tres parcelas son viables económicamente, ya que el valor actual neto es positivo y la tasa interna de retorno se encuentra por encima de costo de oportunidad (COK) de 15%. En este caso, las parcelas P1 y P3 presentaron un valor menor de TIR, siendo el de la parcela P2 el mayor. Lo mismo ocurre en el VAN evaluado en la parcela P2, que presenta un valor de S/. 27 083,73 superior al de las otras parcelas, por lo cual es la opción elegida para tomar como ejemplo en la propuesta agroforestal.

Cuadro 27 Indicadores económicos VAN, TIR y B/C para las parcelas P1, P2 y P3

	VANE	TIRE	B/C
P1	S/. 20,672.18	34%	2.99
P2	S/. 27,083.73	36%	3.45
P3	S/. 25,649.42	35%	3.32

Fuente: Elaboración propia

4.5.2 PROPUESTA AGROFORESTAL

El modelo de la parcela P2 fue elegida también porque presentaba una densidad de árboles por hectárea similar a la que se utilizó en la propuesta agroforestal, asociando al cardamomo a especies forestales de mayor valor comercial.

A) ELECCIÓN DE LAS ESPECIES

La selección de las especies forestales se realizó tomando como base criterios silviculturales y económicos, que se detallan en la metodología. En el cuadro 28 se observan las especies clasificadas por rangos (D: deseable, A: aceptable, I: indeseable) según los parámetros evaluados. Para este caso, la especie de principal valor silvicultural y económico fue el “nogal” *Juglans neotropica*, siguiendo en la lista el “pacaé” *Inga spp.*, “palo cera” *Stylogyne sp.*, “cedro” *Cedrela sp.*, “ulcumano” *Podocarpus oleifolius* y “sangre de grado” *Croton lechleri*.

Cuadro 28 Clasificación de las especies encontradas en las parcelas.

		Criterio económico		
		D	A	I
Criterio Silvicultural	D	Nogal	Pacaé Palo cera	
	A	Cedro Ulcumano Sangre de grado	Banderilla	Cetico N.N.*
	I	Albizia	Roble Pata de vaca Roble playa	Hoja corazonada Café de monte Palo blanco Chirimoya de monte Ficus Palo lechero Wettinia

Fuente: Elaboración propia

Para la elaboración de la propuesta del sistema agroforestal se eligieron a las siguientes especies forestales: el “nogal” *Juglans neotropica*, debido a que presentó un buen desarrollo en diámetro y altura en las condiciones presentes de las zona; y al “pacaé” *Inga spp.* por ser una especie que proporciona buena cantidad de hojarasca al suelo que luego se convierte en abono para el suelo y aporta la sombra adecuada para el cultivo. Y el “ulcumano” *Podocarpus oleifolius* y “sangre de grado” *Croton lechleri* por el desarrollo presentado en la zona y para aumentar el valor económico en la parcela.

B) DENOMINACIÓN DEL SISTEMA

Se propone un sistema agroforestal multiestrato, teniendo como componentes principales un cultivo agrícola, dos especies forestales maderables y un cultivo de cobertura.

Especies elegidas:

- Cultivo de cobertura: “maní forrajero” *Arachis pintoi*
- Cultivo agrícola: “cardamomo” *Elettaria cardamomum*
- Cultivo forestal: “nogal” *Juglans neotropica*, “pacaé” *Inga spp.*, “ulcumano” *Podocarpus oleifolius* y “sangre de grado” *Croton draconoides*.

Planteamiento del sistema

- El total de plantas por especie en cada hectárea al inicio de la plantación será de:
 - “Maní forrajero” *Arachis pintoi*: 4444 plantas
 - “Cardamomo” *Elettaria cardamomum*: 1111 plantas
 - “Pacaé” *Inga spp.*: 136 plantas
 - “Nogal” *Juglans neotropica*: 81 plantas
 - “Ulcumano” *Podocarpus oleifolius*: 32 plantas
 - “Sangre de grado” *Croton lechleri*: 32 plantas

La distribución espacial de las especies en una hectárea se muestra en la Figura 11.

- Primero se iniciará con la siembra de cobertura con la especie “maní forrajero” *Arachis pintoi* para brindarle al suelo abono verde. La duración de este cultivo será de 6 meses aproximadamente y el distanciamiento será de 1.5 x 1.5m.

- Después de que esta leguminosa aporte nitrógeno y materia orgánica al suelo se procederá a sembrar las plantas de “cardamomo” a un distanciamiento de 3 x 3m.
- Los árboles de “pacaé”, “ulcumano”, “nogal” y “sangre de grado” se instalarán al mismo tiempo que las plantas de cardamomo. Los árboles de “pacaé” tendrán un distanciamiento de 6 x 6 m intercalado entre las hileras del “cardamomo”.
- Los árboles de “nogal” estarán distanciados a 12 x 12 m, con un total de 9 líneas por hectárea.
- Los árboles de “ulcumano” se encontrarán a un distanciamiento de 12 x 24 m, con un total de 4 líneas por hectárea.
- Los árboles de “sangre de grado” se encontrarán a un distanciamiento de 12 x 24 m, con un total de 4 líneas por hectárea.
- Se realizará un primer raleo al cuarto año de los 80 árboles de “pacaé”, después de haber proporcionado la sombra suficiente al “cardamomo” y cumplido una función de aporte de materia orgánica. Al séptimo año se realizará un segundo raleo de 56 árboles de “pacaé”. Para así quedar un total de 81 árboles de “nogal”, 32 de “ulcumano” y 32 de “sangre de grado”.
- Estos distanciamiento se eligieron para proporcionar al “cardamomo” una cantidad de sombra necesaria y que no afectara la cosecha de los frutos, para esto se tomo en cuenta el valor promedio de proyección de copa de cada especie que fue evaluada en el inventario que se realizó en las parcelas. En la Figura 12 se aprecian los distanciamientos entre especie.

C) EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DEL SISTEMA PROPUESTO

Para la evaluación de la propuesta agroforestal, se tomó en cuenta en el flujo de caja, presentado en el cuadro 29, una duración del sistema de 25 años, teniendo dos ciclos del cultivo de cardamomo, comenzando el segundo periodo productivo del cardamomo al año 16; y la extracción total de los árboles maderables al año 25.

Cuadro 29 Flujo de caja de la propuesta agroforestal (Año 0-15)

COSTOS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15
Terreno	4500															
Área de secado	75															
Preparación del terreno	1125															
Instalación de vivero	250															
Instalación de la plantación	425															
Recalce	100															
Mantenimiento		500	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Fertilización		400	400	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Cosecha				2355	3368	4917	5901	5901	5901	5901	5901	5901	5901	5901	5901	5901
Procesamiento				120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Herramientas	346			43	161	27		204		43	161	27		204		27
Insumos	1334			24	24	24	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Equipos	2700															
Extracción de árboles/raleo					400			200								
Obtención de látex								100	100	100	100	100	100	100	100	100
TOTAL	10855	900	800	3142	4673	5688	6649	7153	6749	6792	6910	6776	6749	6953	6749	6776
INGRESOS																
Venta de cardamomo				6995	10003	14604	17525	17525	17525	17525	17525	17525	17525	17525	17525	17525
Venta de madera de nogal																
Venta de madera de ulcumano																
Venta de sangre de grado								941	941	941	941	941	941	941	941	941
TOTAL	0	0	0	6995	10003	14604	17525	18466								
INGRESO NETO (\$/ha)	-10855	-900	-800	3853	5330	8916	10876	11313	11717	11674	11556	11690	11717	11513	11717	11690

Continuación. Año 16-25

COSTOS	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20	AÑO 21	AÑO 22	AÑO 23	AÑO 24	AÑO 25
Terreno										
Área de secado										
Preparación del terreno										
Instalación de vivero	90									
Instalación de la plantación	150									
Recalce	30									
Mantenimiento	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Fertilización	0	400	400	200	200	200	200	200	200	200
Cosecha			2355	3368	4917	5901	5901	5901	5901	5901
Procesamiento			120	120	120	120	120	120	120	120
Herramientas	161	27		204		43	161		27	
Insumos	1334		24	24	28	28	28	28	28	28
Equipos										
Extracción de árboles/raleo										200
Obtención de látex	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
TOTAL	2265	927	3399	4416	5765	6792	6910	6749	6776	6949
INGRESOS										
Venta de cardamomo			6995	10003	14604	17525	17525	17525	17525	17525
Venta de madera de nogal										13459
Venta de madera de ulcumano										6392
Venta de sangre de grado	941	941	941	941	941	941	941	941	941	941
TOTAL	941	941	7936	10944	15545	18466	18466	18466	18466	38317
INGRESO NETO (\$/ .ha)	-1325	14	4537	6528	9780	11674	11556	11717	11690	31368

Se consideró que la extracción del látex de la “sangre de grado” comienza a los 7 años, obteniéndose un promedio de 0.96 litros de látex por árbol/año. (Gobierno Regional de Ucayali, 2007)

Para la obtención de los valores de los ingresos por venta final de la madera de “nogal” y “ulcumano” se usaron los datos encontrados en la bibliografía presentados en el cuadro 5 de esta investigación para proyectar los volúmenes de extracción al final del ciclo productivo. Los árboles de “sangre de grado” también se consideraron comercializados al final del período.

Mediante el análisis de los indicadores económicos presentados en el cuadro 30, se constató que la propuesta de este sistema multiestrato es viable, ya que presenta un valor actual neto positivo y un TIR mayor a la tasa de descuento, que en este caso es de 15%.

Cuadro 30 Indicadores económicos para la propuesta agroforestal

VANE	S/. 30,666.04
TIR	35%
B/C	3.824953689

Fuente: Elaboración propia

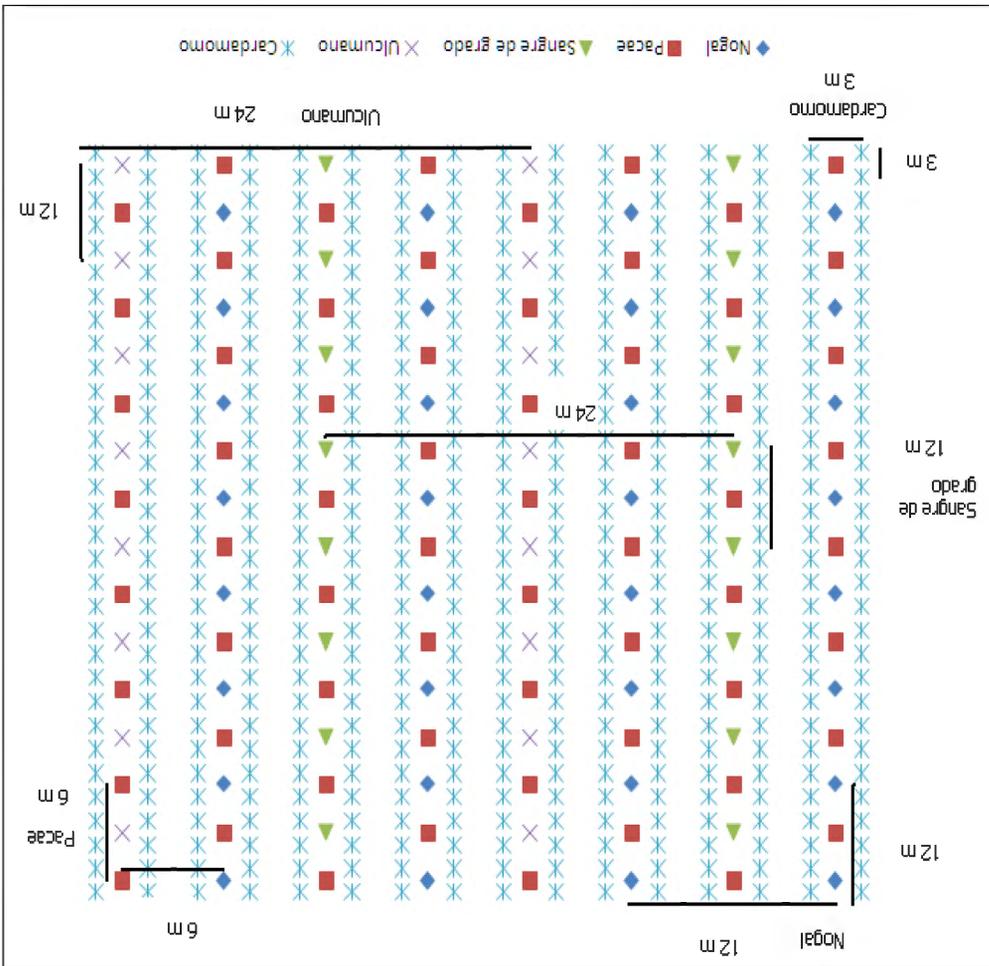
Comparando este resultado, con el obtenido en las parcelas evaluadas en el estudio, se observa que el de la propuesta agroforestal se obtiene un valor actual neto (VAN) y B/C más alto, con una tasa interna de retorno (TIR) similar al de las parcelas, aunque se debe tomar en cuenta también, que los costos de instalación del componente forestal no fueron incluidos en el flujo de caja de éstas, debido a que el cardamomo fue cultivado bajo dosel de un bosque intervenido.



Figura 11 Distribución espacial de las especies de la propuesta en 1 hectárea

Fuente: Elaboración propia

Figura 12 Distanciamientos entre especies



5. *CONCLUSIONES*

- La zona de Villa Rica presenta condiciones climáticas y edáficas adecuadas para el desarrollo de cardamomo; y al tener valores aceptables de rentabilidad, es factible incorporar este cultivo a sistemas agroforestales de la zona para generar un ingreso adicional al productor.
- La evaluación del presente estudio presenta como alternativas para la instalación de un sistema agroforestal a las siguientes especies: el nogal, ulcumano, paca y sangre de grado. Estas especies fueron elegidas para asociarse al cardamomo por su aporte económico, ecológico y por una diversificación productiva.
- La edad de la plantación y la cantidad de materia orgánica presente en el suelo influye significativamente en la producción de cardamomo, mientras que el nitrógeno, fósforo, potasio y condiciones de textura del suelo no tuvieron un efecto significativo en la productividad del cultivo.
- El cultivo de cardamomo soporta una sombra de hasta 63%, según lo registrado en el presente estudio, con lo cual se comprueba que es un cultivo apto para asociarse bajo un sistema agroforestal.
- La productividad promedio por hectárea, alcanzada en las condiciones del estudio, es de 833,60 kg de cardamomo seco, y varía en relación directa a la materia orgánica presente en el suelo.
- El rango de rendimiento de fruto verde a seco de cardamomo, es de 26 a 30%. Este valor se aplicaría para la futura comercialización del fruto.

6. **RECOMENDACIONES**

- Es recomendable mejorar la bio-disponibilidad de semillas de calidad de las especies del sistema agroforestal propuesto con el uso de semillas seleccionadas y de diferente procedencia.
- Para la implementación de la propuesta del sistema agroforestal planteado, debe contar con asesoría técnica para capacitar al productor que garantice el óptimo establecimiento y manejo de la plantación.
- Es necesario un estudio adicional sobre el uso de fertilizantes adecuados para este cultivo.
- Se propone realizar un monitoreo de la propuesta a ser instalada a fin de optimizar el paquete tecnológico del sistema agroforestal y evaluar los aportes que brinda.
- Se debe mejorar el sistema de secado del fruto de cardamomo para disminuir pérdidas en peso y obtener una buena calidad de semillas para su comercialización.
- Las labores de cosecha representan el mayor costo dentro de la producción del cardamomo por lo cual es un punto crítico para el productor que debe analizarse y mejorar.
- Es recomendable realizar un estudio detallado sobre la comercialización y mercado del cardamomo para articular la propuesta tecnológica y garantizar la sostenibilidad.
- Evaluar la asociación observada en el presente estudio del cultivo de cardamomo con la especie *Juglans neotropica* “nogal”.

BIBLIOGRAFÍA

Angulo, W. 2008. Efecto de tres factores de sitio en el rendimiento maderable de las plantaciones de dos especies forestales en la estación experimental Von Humboldt. Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Arango, M. 2006. Plantas medicinales – Botánica de interés medico. Universidad Católica De Manizales, Colombia. 437p.

Arvy, M y Gallouin, F. 2007. Especies, aromatizantes y condimentos. Ediciones Mundi-Prensa. 413p.

Atlee, C. 1980. Informe Agrícola de la encuesta sobre alternativas de producción en el cultivo del cardamomo. 21p.

Brack, A. 2008. Perú país de bosques. Graph Ediciones. 180p.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR) 1988. Serie Institucional. Informe Anual N°5

CPM (Confederación Peruana de la Madera, PE). 2008. Compendio de información técnica de 32 especies forestales, Tomo II. 74p.

- De La Torre, F y Cujo, P. 1989.** Compendio de Agronomía tropical. Servicio Editorial IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura), Tomo II. 693p.
- De las Salas, G. 1987.** Suelos y ecosistemas forestales. Con énfasis en América Tropical. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura).
- Donoso, C. 1983.** Ecología Forestal: El bosque y su medio ambiente. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia, CH. Ed. Universitaria. 369 p.
- FAO/UNESCO. 1988.** Leyenda del Mapa Mundial de Suelos. Leyenda revisada.
- Fonnegra, R. y Jiménez, S. 2007.** Plantas medicinales aprobadas en Colombia. Editorial Universal de Antioquia. Segunda edición. 368p.
- FORALSA, Guatemala.** Consultado en Septiembre de 2009. Disponible en: http://www.foralsa.com/TINTURAS/tintiura_principal.html
- Gobierno Regional de Ucayali. 2007.** Banco de Proyectos. Gerencia Regional de Ucayali, PE.
- Hilje Q, I. y Matamoros, G. 1983.** El cultivo del cardamomo. Editorial CAFESA – Costa Rica. 73p.
- Holdridge, L. 1978.** Ecología basada en zonas de vida. Centro Científico Tropical de Costa Rica. 216 p.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura). 1985. Costos De Producción Para Las Actividades Agropecuarias. CR - Subdirección General Adjunta de Operaciones y Banco Nacional de Costa Rica.

Instituto Nacional de Innovación Agraria, Informe Proyecto Café. Consultado en Enero de 2010. Disponible en: <http://www.inia.gob.pe/cafe/justificacion.htm>

Korikanthimath, V.S. 1995. Economics of sustained production of cardamom (*Elettaria cardamomum M.*). Journal of Spices and Aromatic Crops. India, 4(2): 119-128.

Korikanthimath, V.S.; Rao, G.; Hiremath, G.M. 2002. Cultivation of cardamom (*Elettaria cardamomum*) in valley bottoms under evergreen forest shade. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, India. 24(1): 53-59.

Lemus, O. 2003. Verde Verde... Verapaz, 2(2). Guatemala. 5-8.

León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. Servicio Editorial IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). Segunda edición. 445p.

Llanos, G. 1935. El cardamomo. Instituto de Altos Estudios Agrícolas del Perú. Circular N° 33. 12p.

Lüttmann, N.T. 1985. El cardamomo y su cultivo. Artemis y Edinter. Talleres de Litografías Modernas. 83 p.

M.A.G.A. (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2007. Programa de Apoyo a los Agro negocios – Guatemala. Informe.

MAXIMIXE, Consultora Económica. Informe de Producción de Café Nacional. Consultado en abril de 2010. Disponible en: <http://maximixe.com/intranet/modulos/novedades/archivos/Produccion%20de%20cafe%20alcanzaria%20nuevo%20record.pdf>

Moya, L.; Lemarie, L. 1993. Estudio del aceite esencial de cardamomo. *Politécnica. Escuela Politécnica Nacional de Ecuador.* 18(2): 110-122.

Nair, G. K. 1999. The Business Line. ICRI spots high-yielding large cardamom clones.

Navarro, G. 2003. Química Agrícola. Segunda Edición.

Porta, J; López Acevedo, M; Roquero, C. 2003. Edafología para La agricultura y el medio ambiente. Tercera edición. 960 pp.

PROAMAZONIA. 2003. Diagnóstico de la Realidad Cafetalera Nacional.

RED El Periódico de Guatemala, Informe. Consultado en Septiembre de 2009. Disponible en: <http://www.elperiodico.com.gt/es/20090525/economia/101611/>

Ruano, R. 2002. El cultivo de cardamomo *Elettaria cardamomum* ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas). Guatemala.

Subdirección de Inteligencia de Mercados. 2007. Informe Cardamomo. DIC. PROEXPORT DE COLOMBIA.

Tamayo, A.C. 2007. Caracterización de genotipos seleccionados de cardamomo *Elettaria cardamomum* L. (Matón) (Zingiberaceae) en Colombia. *Tierra Tropical: Sostenibilidad, Ambiente y Sociedad*. Colombia. 3(2): 233-241.

Tamayo, A.C.; Afanador, L. 2007. Caracterización molecular de materiales seleccionados de cardamomo - *Elettaria cardamomum* L. (Matón) (Zingiberaceae) - utilizando marcadores AFLP. *Tierra Tropical: Sostenibilidad, Ambiente y Sociedad*. Colombia. 3(2): 243-260.

Tamayo, A.C; Usuga, D. 1993-2001. Trabajo de selección de plantas para programa de multiplicación *in vitro* Jericó, Antioquía. Colombia, Sin publicar.

Thompson, L.M.; Troeh, F.R. 2002. Los suelos y su fertilidad. Cuarta Edición.

US Agency for International Development, 2003. Informe.

Vallejo, O. 1996. Productividad y relaciones del índice de sitio con variables fisiográficas, edafoclimáticas y foliares para *Tectona Grandis* L. F; *Bombacopsis quinatum* (Jacq) Dugand y *Gmelina arborea* Roxb. En Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. 163 p.

ANEXO 1

ANÁLISIS DE SUELO.

Muestra	Parámetros														
	pH	N (%)	P ppm	K ppm	M.O. %	Clase textural	Análisis mecánico			CIC	Cationes cambiabiles				
							Arena	Limo	Arcilla		Ca ²⁺	Mg ⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺
							%	%	%		meq/100g				
P 1	5.11	0.24	5	56	3.28	Fr. A.	72	20	8	10.4	7.32	0.7	0.1	0.1	0.2
P 2	5.67	0.25	7.8	52	4.4	Fr.	52	36	12	16	11.7	1.2	0.1	0	0.2
P 3	5.43	0.23	2.3	48	11.9	Fr.	48	40	12	11.68	7.2	0.6	0.1	0.1	0.2

Fuente: Laboratorio de suelos -UNALM

ANEXO 2

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CORRELACIÓN SIMPLE

	<i>Arena (%)</i>	<i>Limo (%)</i>	<i>Arcilla (%)</i>	<i>Producción (kg/ha)</i>
<i>Arena (%)</i>	1			
<i>Limo (%)</i>	-0.999423797	1		
<i>Arcilla (%)</i>	-0.987829161	0.98198051	1	
<i>Producción (kg/ha)</i>	-0.971464444	0.97895527	0.92274846	1

Correlaciones: Producción (kg/ha), Arcilla (%)

Correlación de Pearson de Producción (kg/ha) y Arcilla (%) = 0.923
 Valor P = 0.252

Correlaciones: Producción (kg/ha), Limo (%)

Correlación de Pearson de Producción (kg/ha) y Limo (%) = 0.979
 Valor P = 0.131

Correlaciones: Producción (kg/ha), Arena (%)

Correlación de Pearson de Producción (kg/ha) y Arena (%) = -0.971
 Valor P = 0.152

	<i>pH</i>	<i>N (%)</i>	<i>P ppm</i>	<i>K ppm</i>	<i>M.O. %</i>	<i>Producción (kg/ha)</i>
<i>pH</i>	1					
<i>N (%)</i>	0.4271211	1				
<i>P ppm</i>	0.43658862	0.999944908	1			
<i>K ppm</i>	-0.5694948	0.5	0.49088205	1		
<i>M.O. %</i>	0.20097437	-0.799905304	-0.79356189	-0.91967722	1	
<i>Producción (kg/ha)</i>	0.66973038	-0.385402744	-0.3756957	-0.99182498	0.862051264	1

Correlaciones: Producción (kg/ha), M.O. %

Correlación de Pearson de Producción (kg/ha) y M.O. % = 0.862
Valor P = 0.038

Correlaciones: Producción (kg/ha), K ppm

Correlación de Pearson de Producción (kg/ha) y K ppm = -0.992
Valor P = 0.081

Correlaciones: Producción (kg/ha), P ppm

Correlación de Pearson de Producción (kg/ha) y P ppm = -0.376
Valor P = 0.755

Correlaciones: Producción (kg/ha), N (%)

Correlación de Pearson de Producción (kg/ha) y N (%) = -0.385
Valor P = 0.748

Correlaciones: Producción (kg/ha), pH

Correlación de Pearson de Producción (kg/ha) y pH = 0.670
Valor P = 0.533