

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACIÓN DE PODAS EN UNA PLANTACIÓN ADULTA DE
CACAO (*Theobroma cacao* L.); FINCA BETHEL, MALACATÁN, SAN MARCOS
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

DIEGO RENATO BARRIOS FEORINY
CARNET 27005-03

COATEPEQUE, ENERO DE 2015
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACIÓN DE PODAS EN UNA PLANTACIÓN ADULTA DE
CACAO (*Theobroma cacao* L.); FINCA BETHEL, MALACATÁN, SAN MARCOS
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
DIEGO RENATO BARRIOS FEORINY

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO

COATEPEQUE, ENERO DE 2015
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR:	P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	DR. CARLOS RAFAEL CABARRÚS PELLECCER, S. J.
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL:	LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO:	DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA:	LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA:	ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

LIC. HAIRO AMILCAR CIFUENTES GUZMAN

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

ING. JOSÉ MODESTO RANERO ARMENDARIZ

INGRA. JACINTA IMELDA MÉNDEZ GARCÍA

LIC. ABEL ESTUARDO SOLÍS ARRIOLA

Coatepeque, 17 de Enero de 2015


Honorables Miembros del Consejo
Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales
Universidad Rafael Landívar
Campus Central
Guatemala, Ciudad

Respetables Miembros del Consejo:

De manera atenta me permito dirigir a ustedes, para informarles que he concluido el asesoramiento y revisión del informe del trabajo titulado: "EVALUACION DE PODAS EN UNA PLANTACION ADULTA DE CACAO" (*Theobroma cacao* L.) FINCA BETHEL, MALACATÁN SAN MARCOS, Realizado por el estudiante Diego Renato Barrios Feoriny, carne 27005-03, como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas y Ambientales.

Considerando que dicho trabajo se ha apegado a las observaciones descritas, en virtud de lo cual solicito la aprobación del presente estudio.

Atentamente,

F. 
Hairo Amilcar Cifuentes Guzmán
INGENIERO AGRÓNOMO
COLEGIADO No. 4814
Ing. HAIRO AMILCAR CIFUENTES GUZMAN
Colegiado No. 4814
Asesor

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Sistematización de Práctica Profesional del estudiante DIEGO RENATO BARRIOS FEORINY, Carnet 27005-03 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Coatepeque, que consta en el Acta No. 06144-2014 de fecha 22 de noviembre de 2014, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**EVALUACIÓN DE PODAS EN UNA PLANTACIÓN ADULTA DE
CACAO (*Theobroma cacao* L.); FINCA BETHEL, MALACATÁN, SAN MARCOS**

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 16 días del mes de enero del año 2015.



**ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar**



AGRADECIMIENTOS

A

JEHOVA DIOS, Infinitas gracias por ser el creador de la vida, y quien me ha dado sabiduría, entendimiento, capacidad, aptitudes, inteligencia y perseverancia para poder llegar al final de mi carrera y obtener este importante título.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

A.

Ing. Julio Pérez	Por el apoyo brindado en el desarrollo
Ing. Hairo Cifuentes	asesoría y revisión de la presente ,
Ing. Henry Hernández	investigación
Ing. Erick Martínez	

LA TERNA EVALUADORA

Ing. José Modesto Ranero Armendáriz
Ingra. Jacinta Imelda Méndez García
Lic. Abel Estuardo Solís Arriola

DEDICATORIA

A:

JEHOVA DIOS: Tu que en silencio me has acompañado a lo largo de mi vida y sin pedirme nada a cambio hoy me regalas la alegría de ver realizado uno más de mis sueños, Gracias por tu gran amor al darme vida, por proveerme de todo lo necesario y por siempre resguardarme.

A MI MADRE: Georgina Beatriz Barrios Feoriny, Gracias por tu apoyo moral, tu cariño y comprensión y quien sin escatimar esfuerzo alguno, ha sacrificado gran parte de su vida para formarme y educarme. A quien la ilusión de su vida ha sido convertirme en persona de provecho. A quien nunca podré pagar todos sus desvelos ni aún con las riquezas más grandes del mundo.

A MI ESPOSA: Alejandra Daniela Marín de Barrios, por su tolerancia, comprensión, amor y apoyo incondicional brindándome su mano en las derrotas y logros en mi vida.

A MI HIJO: Diego Alessandro: Nunca sospeché cuán fuerte podía ser, ni tampoco con cuánto ímpetu seguiría luchando día a día ante tu partida, que ha sido la peor tragedia en mi vida. Gracias por esos hermosos meses que dieron emociones y sentido a mi existencia.

A MI HERMANO: Jorge Mario, por su apoyo incondicional, cariño, comprensión y tolerancia, Aun nos queda mucho por vivir y para él siempre tendré tiempo y un lugar en mi corazón que nadie lo podrá remplazar.

A Mi FAMILIA: Abuelas, tías, primos y sobrina, con cariño y agradecimiento porque de una u otra forma han contribuido en mi formación y por su apoyo incondicional en los peores momentos enfrentados

A MIS AMIGOS: A todos, a los que me alentaron siempre, a los que fuera de mi familia sanguínea se convirtieron en parte importante de mi vida, y que siempre tuvieron un gesto de comprensión y apoyo para mi persona, que comprendieron tantos momentos tristes y difíciles, pero que estuvieron siempre dispuestos a darme su mano, mil gracias. Nombrarlos uno a uno sería muy difícil, y un tanto injusto, no quisiera omitir a ninguno y por ello no los nombraré, solo les invito a seguir adelante y que siempre contarán conmigo.

INDICE

	Página
RESUMEN	i
SUMARY	ii
I. INTRODUCCIÓN	11
II. ANTECEDENTES	2
2.1 REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1.1. Origen del cacao	2
2.1.2 Taxonomía del cacao.	2
2.1.3 Morfología del cacao	2
2.1.4 Fisiología del cacao	5
2.1.5 Condiciones Edafoclimáticas.	5
2.1.6 Variedades	6
2.1.7. Poda en cacao	7
2.2. LOCALIZACION	10
2.3 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	11
2.3.1 Actividades	11
2.3.2 Organización	12
III. JUSTIFICACIÓN	14
IV. OBJETIVOS	15
4.1 GENERAL	15
4.2 ESPECÍFICOS	15
V. PLAN DE TRABAJO	16

5.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO	16
5.2 PROGRAMA A DESARROLLAR	16
5.2.1 Recepa en cacao	16
5.2.2 Recolección y análisis de datos de la brotación	16
5.2.3 Presentación de resultados	17
5.2.4 Apoyo en actividades de la empresa	17
5.2.5 Método	18
5.3. CRONOGRAMA	20
5.4 METAS PROPUESTAS	21
VI. VARIABLES DE RESPUESTA	22
6.1 NÚMERO DE BROTES BASALES	22
6.2 LONGITUD DEL BROTE BASAL	22
6.3 DIÁMETRO DEL BROTE BASAL	22
6.4 NÚMERO DE PLANTAS MUERTAS	22
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
7.1 NUMERO DE BROTES POR PLANTA:	23
7.2 LONGITUD DE BROTES:	27
7.3 DIÁMETRO DE BROTES:	29
7.4 NÚMERO DE PLANTAS MUERTAS:	31
7.5 ANALISIS ECONOMICO	33
VIII CONCLUSIONES	35
IX RECOMENDACION	36
X BIBLIOGRAFIA	37

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
1	Condiciones edafoclimáticas requeridas para el cultivo de cacao	6
2	Distribución en hectáreas sembradas en la finca Bethel, Malacatán, San Marcos.	12
3	Tratamientos de poda a evaluar en el cacao	19
4	Forma en que se distribuyó los tratamientos en el campo	19
5	Cronograma de actividades desarrolladas en la práctica	20
6	Número de brotes por planta (30 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, San Marcos.	23
7	Análisis de varianza, para el número de brotes por planta (30 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, San Marcos.	23
8	Número de brotes por planta (60 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, San Marcos.	25
9	Análisis de varianza, para el número de brotes por planta (60 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, San Marcos.	25
10	Longitud de brotes por planta en centímetros (60 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, San Marcos.	27
11	Análisis de varianza, para la longitud de brotes por planta (60 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, San Marcos.	28

12	Diámetro de brotes por planta en centímetros (60 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, San Marcos.	29
13	Análisis de varianza, para el diámetro de brotes por planta , en centímetros (60 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, San Marcos.	30
14	Número de plantas muertas (60 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, San Marcos	31
15	Análisis de varianza, para el número promedio de plantas muertas (60 días después de Cuadro poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, San Marcos.	32
16	Prueba de tukey al 5%, para para número promedio de plantas muertas (60 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, San Marcos.	33
17	Cuadro de costos generales por hectárea.	34

INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
1	Organigrama de la finca Bethel, Malacatán, San Marcos.	13
2	Distribución del tiempo invertido en las actividades realizadas en la sistematización de práctica profesional.	20
3	Comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao	24
4	Número de brotes promedio por planta (60 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, san marcos.	26
5	Longitud de brotes promedio por planta (60 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, san marcos.	28
6	Diámetro de brotes promedio por planta (60 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, san marcos.	30
7	Localización de la finca	40
8	Identificación de los arboles	41
9	Poda de los arboles	41
10	Se muestra el árbol recepado	42
11	Cicatrización de heridas.	42
12	Medición de diámetro de brotes	43
13	Medición de longitud de brotes.	43

Evaluación de podas en una plantación adulta de cacao (*Theobroma cacao* L.), en la finca Bethel, Malacatán, San Marcos.

RESUMEN

El presente estudio comparo el efecto de tres alturas de poda para la renovación de la copa en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). La investigación se realizó en Finca Bethel, Malacatan, San Marcos. Las actividades en el área de práctica fueron dirigidas al rejuvenecimiento de la plantación, a través de podas severas para estimular a generar nuevos brotes. Para la resepa, se seleccionaron plantas con características similares, las cuales fueron señalizadas con cintas de diferentes colores, éstas plantas se reseparon a tres alturas diferentes, 0.50 m, 1.00 m y 1.50 m del suelo. Las variables de respuesta fueron número de brotes, longitud de brotes, diámetro de brotes y la mortandad de los árboles. Así también se tomaron datos cada treinta días después del nacimiento de los nuevos brotes, se contabilizaron y se dejaron los de mejor calidad, se eliminaron los brotes deficientes y se seleccionaron tres brotes por planta. El diseño experimental, fue bloques completamente al azar con tres tratamientos y siete repeticiones. Se concluyó que ninguno de los tres tratamientos muestran significancia en lo que consiste en número de brotes, longitud y diámetro. Habiendo significancia sólo en el de mortandad de árboles por lo que se recomienda la poda a 1 m que es el tratamiento que mostró menor índice de mortalidad de plantas.

Pruning evaluation in an adult cacao plantation (*Theogroma cacao L.*) at "Bethel" farms in Malacatán, San Marcos, Guatemala.

SUMMARY

The present study compared the effect of three different pruning heights on the renewed growth of the tree crowns in cacao plantations (*Theobroma cacao L.*) The research was carried out at "Bethel" farms in Malacatán, San Marcos, Guatemala. The focus was on the rejuvenation of the plantations through severe pruning to stimulate the generation of new buds. For the base pruning, plants with similar characteristics were selected, which were labeled with different color ribbons. These plants were pruned at three different heights: 0.50 meters, 1.00 meter and 1.50 meters from the ground. The response variables were: number, length, diameter and mortality of the buds. Data was collected every 30 days after the birth of the new buds. The number of new buds was recorded and the buds showing highest quality were kept. Deficient buds were removed. Three buds were selected per plant. The experimental design consisted of random groups receiving 3 treatments and 7 repetitions. The conclusion was that none of the treatments show a significant variation regarding amount of new buds, length or diameter. The study did show significant results regarding mortality of the trees. Pruning at 1.00 meter is recommended for the lowest mortality rates.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao en la actualidad, tiene una alta rentabilidad por la demanda que existe en el mercado externo, sin embargo, una de las causas que afectan el rendimiento de éste cultivo son: plantaciones de edad avanzada, la presencia de enfermedades muy agresivas tales como: pudrición negra de la mazorca (*Phytophthora palmivora*) y moniliasis (*Monilia rozeri*), o plantaciones que no han tenido el manejo adecuado, tanto agronómico como fitosanitario, y esto ha ocasionado serios problemas a los productores.

Los cultivos no tradicionales, han tenido un incremento tanto en su demanda como en su precio en el mercado exterior, y en Guatemala, del año 2006 al 2012 se sembraron un promedio de 800 hectáreas adicionales de cacao a las que ya existían (AGEXPORT, 2012).

Esto también ha significado mayores fuentes de trabajo, por la creciente demanda de mano de obra, siendo Suchitepéquez, Alta y Baja Verapaz, Escuintla y Retalhuleu, los departamentos donde existen las plantaciones más grandes de cacao (MAGA, 2012).

En la finca Bethel existe una plantación de cacao que cuenta con 40 años de edad, la cual ha bajado la producción, debido a que con el pasar del tiempo no ha tenido ningún tipo de manejo, lo cual ha dado como resultado lógico, una baja en su rentabilidad.

Por lo anterior, se efectuaron podas de renovación, ya que dicha plantación produce apenas un 25% (250 Kg/ha) de su rendimiento óptimo (1000 Kg/Ha).

Esta renovación provocó la estimulación de brotes nuevos; lo anterior se dedujo de las experiencias en otros cultivos, mango por ejemplo, que indican que los brotes nuevos tienden a producir mayor cantidad de yemas florales, lo cual lógicamente incidirá en aumentar la producción.

II. ANTECEDENTES

2.1 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.1. Origen del cacao

El cacao es originario de la región amazónica en América del Sur, de donde se dispersó en dos direcciones: a) Al este, a lo largo del Río Amazonas hasta la cuenca del Orinoco en Venezuela, dando origen al tipo denominado “Forastero” o Amelonado Amazónico; y b) Al noreste, cruzando los Andes y avanzando para la América Central hasta el sur de México, dando origen al tipo “criollo” (Sánchez, 1988).

2.1.2 Taxonomía del cacao. Según Linneo Citado por Enríquez, (1985) la clasificación taxonómica del cultivo del cacao es la siguiente.

Reino: Plantae

División: Magnoliophita

Clase: Magnoliopsida

Sub-clase: Byttneriaceas

Orden: Malvales

Familia. Esterculiacea

Género: Theobroma

Especie: *Theobroma cacao*

2.1.3 Morfología del cacao

- **Planta**

Árbol de tamaño mediano (5 a 8 m), que puede alcanzar alturas de hasta 20 m cuando crece libremente bajo sombra intensa. Su corona es densa, redondeada y con un diámetro de 7 a 9 m. Tronco recto que se puede desarrollar en formas muy variadas, según las condiciones ambientales (Enríquez, 1985).

- **Raíces**

El árbol de cacao proviene de semilla, se forma una raíz principal que llega a profundizar entre 1.20 y 1.50 m, siendo la función principal la de dar soporte al árbol; en los primeros 30 cm surgen una serie de raíces laterales o secundarias, que se bifurcan en terciarias y cuaternarias, las cuales se localizan superficialmente extendidas en forma irregular en el área equivalente a la copa del árbol. Su función es aprovechar los nutrientes que se encuentran en la materia orgánica (Enríquez, 1985).

- **Troncos y ramas**

El cacao posee un crecimiento diferencial bien marcado. En lo que respecta al tronco y brotes que surgen a partir de éste, hay un crecimiento definido en dirección vertical hasta alcanzar cierta altura y formar el primer piso o verticilo, que conforman una serie de 4 ó 5 ramas primarias conocidas como ramas de abanico de crecimiento lateral; éstas son las que dan origen a la futura armazón o copa del árbol. El crecimiento en dirección vertical corresponde al tipo de crecimiento orto trópico, y el lateral corresponde al tipo de crecimiento plagio trópico. En la formación del primer piso, el crecimiento del tronco se suspende, el árbol puede seguir creciendo por medio de otro brote o “chupón”, que pueda surgir en la base del verticilo y que tendrá un compartimiento similar al tronco principal, que formará un segundo piso. El crecimiento de ramas laterales, ya sea también las secundarias o terciarias es indefinido, que siempre estará creciendo a través de brotaciones intermitentes, de manera que puedan llegar a colgar hasta el suelo si no se podan periódicamente (Enríquez, 1985).

- **Hojas**

El cacao es característico en la pigmentación de las hojas tiernas, que va desde verde pálido o rosado hasta el violeta encendido, adquiriendo el color verde oscuro a medida que maduran. También hay variación en el tamaño de la hoja, influenciada por el ambiente donde se desarrolla la planta, las hojas que reciben menos luz (penumbra) tienden a ser más grandes y viceversa. La forma como las hojas están dispuestas es diferente según procedan de un eje orto trópico o plagio trópico. Si proceden de un eje orto trópico las hojas crecen en una espiral de $3/8$ (brotes o chupones) y si proceden de

un eje plagio trópico, las ramas presentan una disposición de 1/2 en un mismo plano en forma alterna. Otra característica diferencial es en cuanto al pecíolo que sostiene a las hojas, que es mucho más largo en los brotes y es más corto y grueso en las ramas (Enríquez, 1985).

- **Inflorescencia**

Se dice que el cacao es “*caulifloro*”, porque tiene la particularidad de emitir flores en el tronco ya adulto. El ambiente influye mucho en la floración y es de esperarse que en un clima adecuado y con lluvias bien repartidas, el cacao florezca casi todo el año. La flor de cacao se caracteriza por ser pentámera: posee 5 sépalos, 5 pétalos, 5 estambres fértiles y 5 estaminoides estériles; un pistilo compuesto por 5 filamentos y un ovario constituido por 5 hileras de óvulos (Sánchez, 1988).

- **Polinización**

El cacao se poliniza por medio de insectos (entomófilo). Para la función de polinización se han identificado algunas mosquitas del género *Forcypomyia* y algunos insectos de menor cuantía. La polinización no es un factor limitante en la producción, sino un exceso de producción de mazorcas fecundadas, lo cual es controlado por algún fenómeno durante la partición de los fotosintetizados, que hace que algunos frutos se marchiten, formando lo que se denomina el “*cherelle wilt*” o frutos marchitos, que regulan el número de frutos en el árbol (Sánchez, 1988).

- **Fruto**

El fruto es el producto de la maduración del ovario una vez fecundado. Es una baya grande conocida con el nombre de pocha, mazorca o bellota, sostenida por un pedúnculo leñoso que la fija al árbol después de madurarse o secarse (significa que es un fruto indehiscente) (Enríquez, 1985).

- **Semillas**

Las semillas son de color pardo oscuro, se conocen como habas o almendras. Se encuentran cubiertas por un mucílago ácido, que se separa de la cáscara al madurar

el fruto. La semilla es de viabilidad corta, germina en forma epigea. Todo el volumen del grano en el interior del tegumento está ocupado por los dos cotiledones del embrión, cuyos colores pueden variar del blanco de los “criollos” al violeta oscuro de los “forasteros”, pudiéndose encontrar ambos tipos en las dos poblaciones. La almendra del cacao es muy rica en grasa (50 a 55% mantequilla de cacao). Tiene un promedio de 1.7% de teobromina (alcaloide parecido a la cafeína) (Sánchez, 1988).

2.1.4 Fisiología del cacao

La semilla está revestida de una envoltura o tegumento delgado, resistente, de color rosado, el volumen interno está ocupado por dos cotiledones fuertemente plegados, con numerosos lóbulos, cuyo color varía de blanco al púrpura intenso. Los cotiledones y el embrión están cubiertos por una membrana translúcida, brillante. El embrión diferenciado en radícula y plúmula está en la base de los dos cotiledones. La madurez fisiológica de la semilla se alcanza antes que la del fruto. Su vitalidad es afectada por la temperatura y la humedad. Las semillas se conservan a temperaturas de 18 a 30 °C y con una humedad del 100%. En árboles propagados por semilla, la raíz principal, al igual que las secundarias, están muy desarrolladas. Los árboles que provienen de estacas, o trozos de ramas jóvenes, sólo tienen raíces adventicias o laterales, las cuales crecen verticalmente para reemplazar a la principal. El crecimiento del tronco y de las ramas, y la disposición de éstas pueden ser afectados por podas mal realizadas, por daños mecánicos o por el ataque de insectos y enfermedades. La primera floración se presenta a los dos años, pero es más común al tercero o cuarto año. El cacao puede florecer todo el año, las épocas de floración dependen de las condiciones climáticas. La floración es favorecida por temperaturas medias elevadas y lluvias abundantes. La floración depende de factores genéticos intrínsecos al tipo de cacao (Sánchez, 1988).

2.1.5 Condiciones Edafoclimáticas.

Según Agexpront (2000) las condiciones edafoclimáticas requerida para cultivo de cacao, se basa en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Condiciones edafoclimaticas requeridas para el cultivo de cacao

Variable	Mínima	Máxima	Óptima
Temperatura (°C)	25	32	28
Presipitación Pluvial (mm)	1500	2500	2000
Humedad Relativa (%)	70	80	75
Altitud (msnm)	200	600	400
Sombra (%)	30	70	50
Suelo	Suelos ligeramente ácidos, con un alto contenido en materia orgánica en el horizonte superficial.		

(AGEXPRONT, 2000).

2.1.6 Variedades

- **Criollo**

El cacao cultivado originalmente por los mayas y aztecas, es probablemente el criollo actual con las siguientes características; mazorcas cilíndricas con 10 surcos profundos simples en 5 pares, cáscara (pericarpio) verrugosa, delgada o gruesa, con una ligera capa lignificada en el centro del pericarpio, con o sin depresión en el cuello, puntas agudas en 5 ángulos, rectas o recurvadas. El color de la mazorca puede variar del verde al rojo. Semillas blancas o generalmente pigmentadas, cilíndricas u ovales. Las poblaciones de criollo se subdividen en criollo Centroamericano y criollo Sudamericano (AGEXPRONT, 2000).

- **Forastero**

Se ha caracterizado a los forasteros por tener mazorcas ovoides, amelonadas, con 10 surcos superficiales o profundos, cáscaras lisas o ligeramente verrugosas, delgadas o gruesas, con una capa lignificada en el centro del pericarpio, y los 2 extremos redondos y a veces con un pequeño cuello de botella en la base. Las mazorcas son en general verdes, con tonos blanquecinos o rosados tenues, en algunas poblaciones. Semillas de color morado, triangulares en corte transversal, aplanadas y pequeñas. Los árboles son

más vigorosos, follaje más grande e intenso y más tolerante a enfermedades que los criollos. Las flores tienen estaminoides y líneas guías de los pétalos morados; en éste grupo se encuentran las subdivisiones angoleta, amelonado y calabacillo. Es cultivada en la región baja del Amazonas en Brasil, Venezuela y Guyanas (AGEXPRONT, 2000).

- **Trinitario**

Constituyen las poblaciones híbridas de cruzamientos espontáneos de criollos y forasteros, tienen características de mazorcas y semillas casi similares en la mayor parte intermedia a los dos grupos que le dieron origen (AGEXPRONT, 2000).

2.1.7. Poda en cacao

Es una técnica que consiste en eliminar todos los chupones y ramas innecesarias, así como las partes enfermas y muertas del árbol. La poda ejerce un efecto directo sobre el crecimiento y producción del cacao, ya que se limita la altura de los árboles y se disminuye la incidencia de plagas y enfermedades. Hay varios tipos de poda:

a) Fisiología de la poda Efectos Fisiológicos de las Podas

La cantidad y la calidad de los frutos que produce una planta están determinadas por la relación entre el crecimiento vegetativo y el fructífero. El tejido vegetativo de las plantas compite con los frutos por los nutrientes elaborados en las hojas. Un crecimiento vegetativo en exceso se logra a costa del desarrollo de los frutos (Calderón, 1985).

La relación entre vegetación y fruta está influenciada por muchos factores, como lo es fertilización y clima. Pero las podas juegan un papel importante. En esencia una poda adecuada eliminará material vegetativo improductivo mantiene un vigor aceptable en el material vegetativo productivo y asegura el crecimiento de nuevos tejidos fructíferos para reemplazar a los que fueron removidos por la poda. Los tejidos pueden ser improductivos porque el vigor es excesivo o deficiente (Calderón, 1985).

Fertilización excesiva, podas mal hechas o pérdidas de la cosechas puede ocasionar que una planta sea demasiado vigorosa. Por el contrario la falta de nutrientes, insuficiencia

o ninguna poda, carga excesiva o mucha sombra causa que las plantas sean muy débiles. El desarrollo de órganos de fructificación requiere un vigor moderado y una buena exposición a la luz. El propósito de las podas se atribuye también a la eliminación o al menos la minimización de las zonas muy sombreadas (Calderón, 1985).

b) Objetivos de las Podas

La mayor parte del programa de podas debe ser dirigido a la prevención de un exceso de ramas. Los buenos rendimientos requieren un área grande de órganos reproductivos, pero el entrecruzamiento debe evitarse también el alto de los árboles debe controlarse para facilitar las prácticas culturales. Las ramas bajas de los árboles adyacentes no deben traslaparse mucho porque esto produce sombra y reduce su vigor y fructificación (Calderón, 1985).

La estructura del árbol debe ser suficientemente abierta para permitir que la luz solar y las aspersiones penetren hasta las áreas más interna de la planta (Calderón, 1985).

c) Poda de formación

Se efectúa durante el primer año de edad del árbol, y consiste en dejar un solo tallo y observar la formación de la horqueta o verticilo, el cual debe formarse aproximadamente entre los 10 y 16 meses de edad de la planta, con el objeto de dejar cuatro o más ramas principales o primarias para que formen el armazón y la futura copa del árbol. Estas ramas principales serán la futura madera donde se formará la mayoría de las mazorcas, lo mismo que en el tronco principal. Cuanto más tierno sea el material podado, mejores resultados se obtienen. En el segundo y tercer año se eligen las ramas secundarias y así sucesivamente, hasta formar la copa del árbol. Se eliminarán las ramas entre cruzadas muy juntas, y las que tienden a dirigirse hacia adentro (Rodríguez, 1980).

d) Poda de mantenimiento

Desde los dos o tres años de edad, los árboles deben ser sometidos a una poda ligera por medio de la cual se mantenga el árbol en buena forma y

se eliminen los chupones y las ramas muertas o mal colocadas. El objetivo de esta poda, es conservar el desarrollo y crecimiento adecuado y balanceado de la planta del cacao (Rodríguez, 1980).

e) Poda fitosanitaria

Se deben eliminar todas las ramas defectuosas, secas, enfermas, desgarradas, torcidas, cruzadas y las débiles que se presenten muy juntas. Debe comprender también la recolección de frutos dañados o enfermos (Rodríguez, 1980).

f) Poda de rehabilitación o arboles adultos

Se realiza en aquellos cacaotales antiguos que son improductivos, y consiste en regenerar estos árboles mal formados o viejos con podas parciales, conservando las mejores ramas, o podando el tronco para estimular el crecimiento de chupones, eligiendo el más vigoroso y mejor situado, próximo al suelo, sobre el que se construirá un nuevo árbol. También es posible hacer injertos en los chupones y luego dejar crecer solamente los injertos. Esta práctica consiste en hacer una poda drástica al árbol de cacao, eliminando el 70% del follaje, permitiendo posteriormente la formación de nuevos brotes, los cuales serán seleccionados tomando en consideración el tipo de brotación (plagiotrópica), es decir que en el futuro se constituyan en ramas, con lo cual se lograría disponer de una copa renovada (Rodríguez, 1980).

g) Poda de regeneración o recepa

Generalmente es una práctica utilizada en árboles viejos (35 - 40 años), con el propósito de provocar la emisión de brotes de tipo ortotrópico. Este es otro método de rehabilitación y consiste en cortar el tallo a diferentes alturas, a partir del nivel del suelo, (de 2 m , 1 m y 0.30 m); esto depende de la edad de la plantación e incluso a la heterogeneidad de la misma (Vera y Moreira, 1993).

En la zona de Úraba, Colombia se demostró que es posible recuperar la productividad de plantaciones de cacao, que han sufrido epidemias consecutivas de escobas,

mediante la renovación de la parte aérea de la planta cortando las ramas principales sobre un plano horizontal situado a 0.30, 0.40, 0.50 m del verticilo o molinillo (Grisales y Cubillos, 1985).

Estudios realizados en la zona central del Ecuador sobre regeneración de cacao tradicional, demuestran también que los tratamientos de poda fuerte y recepa son los mejores para la rehabilitación de plantaciones viejas de cacao (INIAP, 1952).

Párraga (1992), manifiesta que como consecuencia de la práctica de la recepa, se reduce la severidad de los efectos de escoba de bruja, se aumenta la proporción de brotes sanos, lo cual es una característica que hace que esta práctica, más las labores fitosanitarias correspondientes, se constituya en una de las alternativas para rehabilitar plantaciones de cacao.

Romero (2000), muestra que la recepa presentó mayor emisión de brotes y crecimiento precoz, indicándose que esta práctica podría utilizarse con éxito para regenerar en las plantaciones el material improductivo.

2.2. LOCALIZACIÓN

La finca Bethel se encuentra ubicada en el municipio de Malacatán, departamento de San Marcos, a la altura del kilómetro 274.9 en la carretera CA-2, al Carmen Frontera; latitud norte de 14° 54' 30`` y longitud oeste de 92° 03' 34``, a una altura de 390 msnm. (Google Earth 2013)

Los suelos se clasifican según Simmons Tárano y Pinto (1959), dentro de la serie de suelos Retalhuleu, los cuales se describen como suelos de textura franco-arcillosa, de color rojizo, desarrollados sobre cenizas volcánicas de color claro.

La zona de vida en el municipio, según Holdridge corresponde al bosque muy húmedo subtropical (cálido) que posee la biodiversidad y la producción de diversos cultivos

agrícolas. Esta zona permite diseñar áreas exclusivas para manejo sostenido de bosques, especialmente en la zona norte del territorio.

La parte norte del municipio es la región montañosa y alta; por lo mismo el clima va de frío a templado; y en la parte sur, la más baja, el clima se torna caluroso. Las dos estaciones están bien marcadas, porque de noviembre a abril, es el verano y de mayo a octubre es el invierno.

En el verano se siente un poco de viento y hace las noches frescas, en la madrugada se siente algo de frío y al medio día es caluroso. La temperatura oscila entre los 18° y 30° Celsius (antes centígrados); por lo tanto, el clima es cálido y la mayor manifestación es entre los meses de marzo y abril. Existen épocas de verano en donde se reportan pequeñas sequías, afectando en parte a los cultivos.

Durante la época lluviosa, los meses con más precipitación corresponden a julio, agosto, septiembre y octubre. Los vientos que soplan de sus montañas y las lluvias en época de invierno, contribuyen a refrescar el ambiente malacateco (Recursos Naturales 2000).

2.3 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.3.1 Actividades

La finca Bethel se dedica a la siembra y producción de café y cacao desde los años 1970. Desde el 2005 hasta la actualidad con un cambio de administración, la finca se ha diversificado y ahora se dedica a la producción de cacao (*Theobroma cacao* L), hule (*Hevea brasiliensis*), banano (*Musa sapientum*), café (*Coffea arábica* L.), rambután (*Nephelium lappaceum*), arroz (*Oryza sativa*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), sorgo (*Sorghum vulgare*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), maíz (*Zea mays*) y ganado. La finca Bethel cuenta con un área total de 1440 hectáreas, las cuales están distribuidas de la siguiente manera:

Cuadro 2. Distribución en hectáreas sembradas en la finca Bethel, Malacatan, San Marcos.

Cultivo	Extensión en Hectáreas
Pastos	405
Hule	315
Cacao	90
Arroz	22.5
Café	10.5
Banano	8.5
Rambután	6.3
Sorgo	6.3
Maíz	4.5
Frijol	1.4
Bosque	270

Fuente: Finca Bethel (2013)

2.3.2 Organización

Propietario: Son el órgano de mayor jerarquía, ya que estos son los dueños de la empresa

Supervisor general: Es el encargado de ir a las distintas fincas con que cuenta la empresa y el que toma las decisiones.

Administrador: Es el encargado de llevar las actividades dentro de la finca, tanto administrativas como de campo.

Mayordomo de campo: Este es el que se encarga de trasladar la información del administrador a los diferentes caporales.

Planillero: Es el encargado de llevar el registro y razón de las cuentas de la finca.

Caporales: Estos son los encargados de dirigir al personal de campo para que efectúen con responsabilidad sus labores.

Peones de Campo: Estos son los encargados de efectuar las labores de campo

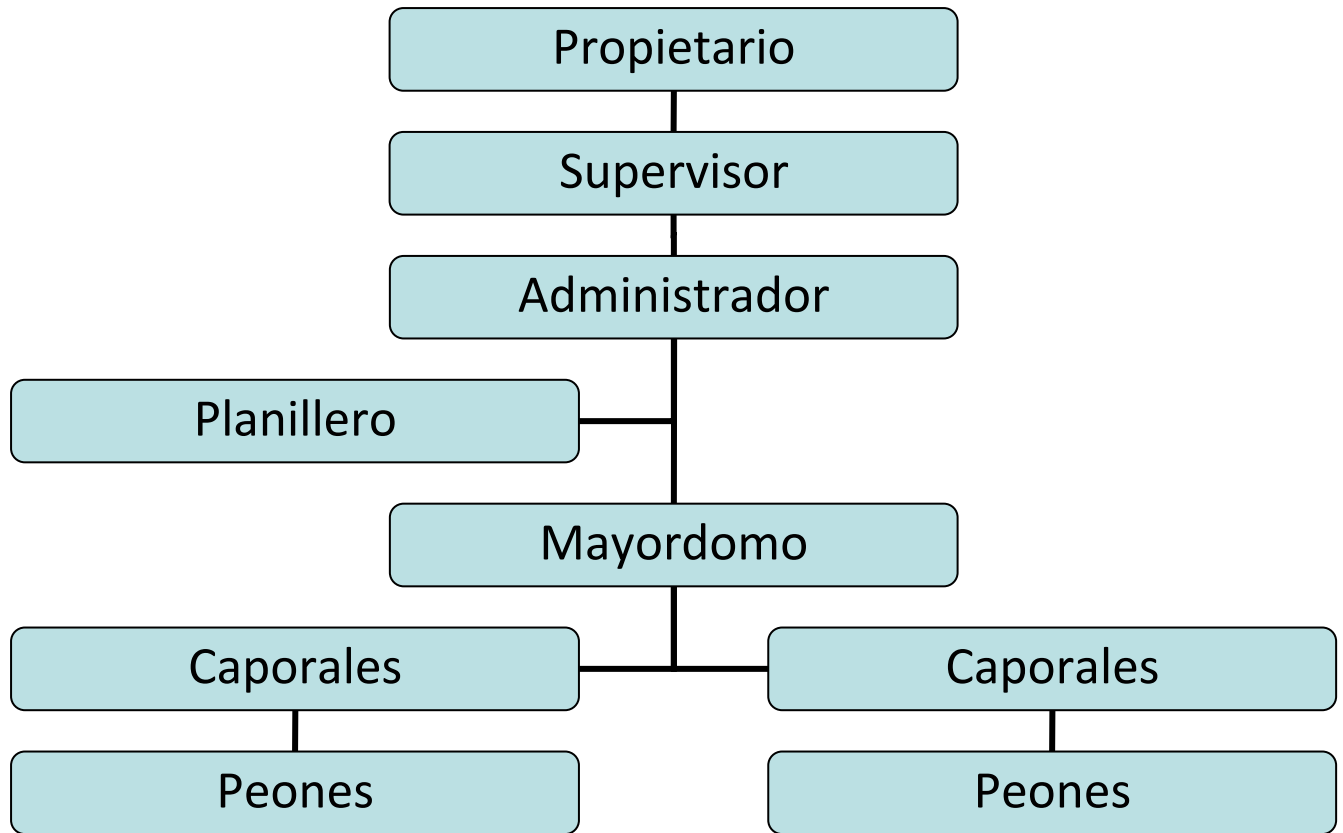


Figura 1: Organigrama de la finca Bethel, Malacatan, San Marcos

III. JUSTIFICACION

La finca Bethel es una empresa dedicada a varios cultivos, que en su totalidad ocupan una extensión de 1,440 hectáreas, de las cuales, 90 son utilizadas para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), este ha sido manejado inapropiadamente, en especial en lo relativo a la renovación del tejido, lo que ha impactado negativamente en la producción y ha favorecido notablemente la presencia de diferentes enfermedades, en especial la pudrición negra de la mazorca (*Phytophthora palmivora*) y moniliasis (*Monilia rozeri*). Las recomendaciones de control de estas enfermedades son de alto costo, de acuerdo a los expertos, poco eficientes, por lo que se recomienda una poda de renovación o recepa de tejidos, la cual tiene diferentes modalidades.

La finca Bethel ha manejado la política de diversificación y manifestó la necesidad de apoyo para que un estudiante de práctica, con conocimientos agrícolas, realizara el estudio comparativo de diferentes alturas de poda de 0.5m, 1.0 o 1.5 metros por encima del suelo, y verificara el efecto de estos estadísticamente, midiendo el número de brotes vegetativos, longitud y diámetro esto con un 95% de confiabilidad.

Para finalmente recomendar una altura optima de recepa en cacao (*Theobroma cacao* L.), con el fin de mejorar los rendimientos de este cultivo y beneficiar a las personas que se dedican a el manejo del cultivo, en esta región del país.

IV. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Comparar el efecto de tres alturas de poda para la renovación de la copa en árboles adultos del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L) en finca Bethel Malacatan San Marcos.

4.2 ESPECIFICOS

- Determinar el efecto de la altura de poda sobre el número de brotes vegetativos.
- Determinar que altura de poda permite brotes de mayor longitud.
- Determinar con que altura de poda se obtiene un mayor diámetro de brotes.
- Cuantificar la incidencia de la altura de poda sobre la mortandad de los árboles de cacao.
- Determinar qué tipo de altura de poda, resulta ser más económica.

V. PLAN DE TRABAJO

5.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

La finca Bethel cuenta con diferentes cultivos como hule, café, rambután. En el caso de esta práctica se trabajó con el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.).

Las actividades que se efectuaron en el área de práctica fueron dirigidas al rejuvenecimiento de la plantación, a través de podas severas para estimular a la planta a generar nuevos brotes las cuales se supone que darán como resultado una copa más vigorosa y por lógica más productiva.

5.2 PROGRAMA A DESARROLLAR

Durante el desarrollo de la práctica profesional se llevaron a cabo diferentes actividades agrícolas, en donde se puso en práctica conocimientos adquiridos en la formación profesional, así como actividades orientadas a solucionar la problemática expuesta por la empresa, en este caso, la renovación de la copa de los árboles de cacao, ya que dicha plantación ya no produce lo esperado así como capacitaciones al personal.

5.2.1 Recepa en cacao

Para la recepa se seleccionaron plantas con características similares, las cuales fueron señalizadas con cintas de diferentes colores, estas plantas se receparon a tres alturas diferentes, 0.50 m, 1.00 m y 1.50 m, esta recepa se hizo con una motosierra, dejando un corte a 45°, hacia la parte exterior de la planta, para que el agua que corrió encima del mismo no dañe los brotes emergentes en la parte interna, los cortes se cubrieron con una pintura cubre cortes Bitume Asfáltico Purificado (Tapazheal).

5.2.2 Recolección y análisis de datos de la brotación

Se tomaron datos a cada treinta días después de la brotación, se contabilizaron y se dejaron los de mejor calidad, se eliminaron los brotes deficientes o malformados y se seleccionaron 3 brotes por planta. Los resultados de las variables fueron sometidos a ANDEVA's y hubo significancia en una variable de respuesta, a la cual se hizo la prueba de Tukey.

5.2.3 Presentación de resultados

Los datos se le presentaron al personal administrativo de la empresa, en un documento físico y digital. En este documento se explicó el proceso de evaluación y se le presentaron las conclusiones y recomendaciones basadas en los resultados obtenidos del análisis de los datos recolectados.

5.2.4 Apoyo en actividades de la empresa

Dentro del desarrollo de la actividad de práctica profesional, se brindó apoyo a otros sectores de la empresa, tanto administrativo, de logística como de campo. De esta manera se puso en práctica lo aprendido a lo largo de la preparación profesional y se reforzaron conocimientos, a la vez que se integraron nuevas experiencias derivadas del trabajo de campo y la resolución de problemas que surgen en el mismo.

En el área de campo se realizaron actividades en diversos cultivos con que cuenta la finca; rambután, hule y café.

- a) **Rambután:** debido al tiempo ingresado al centro de práctica, en el cultivo rambután se apoyó en el manejo de la cosecha, realizando diversas actividades tales como, monitoreo de maduración, Monitoreo en la recolección, la cual consiste en cosechar toda la fruta que posean características organolépticas para su comercialización, conteo y peso de fruta.
- b) **Hule:** En el cultivo de hule se apoyó a los caporales en el almacigo para que hubiera un rendimiento por jornal en la elaboración de sustratos, utilizando 50% de tierra, 25% de piedra pómez y 25% de abono orgánico (residuos de hojas y estiércol de ganado)

Además se monitoreo el llenado de bolsas, evitando la compactación del sustrato. Se apoyó en el manejo del almacigo fue fertilización, riegos, limpieas principalmente.

Se apoyó a los caporales para la distribución de personal y tener un buen avance en el trazado y ahoyado de las nuevas plantaciones, revisión de siembra.

También se dirigieron actividades de control de malezas en los cultivos de hule y cacao dando una tarea de 0.17 ha por jornal en los dos cultivos.

En la actividad de pica se supervisó la hora de entrada de los jornaleros para obtener mejor rendimientos de látex por árbol, se supervisó que realizan una pica adecuada, tomando en cuenta el ángulo de 40 grados y consumo de corteza de 1.5 mm. Se pesaba la chipa de cada jornal con el objetivo de ver el rendimiento de cada tarea (410 árboles) entregada para agregarla al historial de producción.

- c) **Café:** En este cultivo se apoyó en labores de limpia manual, cosecha y recolección de fruto.
- d) Actividades administrativas se ayudó al planillero para el reporte diario de los jornales, Además se realizó auditoria de trabajadores de campo para evitar que hubieran plazas fantasmas. Al administrador se le apoyo al pago de fletes, facturas pendientes, ventas diarias de frutas, leche, ganado, leña.

5.2.5 Método

- **Diseño Experimental**

Se realizó una investigación sobre 3 alturas de poda para lograr los brotes más aptos para la renovación de la copa en el cultivo de cacao. Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con 3 tratamientos 7 repeticiones.

Cuadro 3 Tratamientos de poda a evaluar en el cacao

Tratamiento	Altura de la poda (m)
Tratamiento 1	0.50 m del suelo
Tratamiento 2	1.0 m del suelo
Tratamiento 3	1.5 m del suelo

Fuente: El Autor (2014)

- **Modelo estadístico**

El modelo estadístico que se aplicó fue el siguiente:

✓ $Y_{ij} = M + B_i + T_j + E_{ij}$

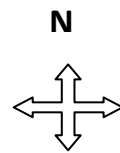
En donde

- ✓ Y_{ij} = variable de respuesta del efecto de la renovación de copa del árbol en una plantación adulta de cacao.
- ✓ M es la media del experimento de cada variable de respuesta
- ✓ B_i es el efecto del bloque
- ✓ T_j es el efecto de cada tipo de poda.
- ✓ E_{ij} es el residuo o error aleatorio

- **Aleatorización de las Unidades Experimentales**

Cuadro 4 Se muestran la forma en que se distribuyó los tratamientos en el campo

Bloques	Distribución de los tratamientos		
B 1	T3	T1	T2
B 2	T3	T2	T1
B 3	T2	T3	T1
B 4	T2	T1	T3
B 5	T1	T2	T3
B 6	T1	T3	T2
B 7	T3	T1	T2



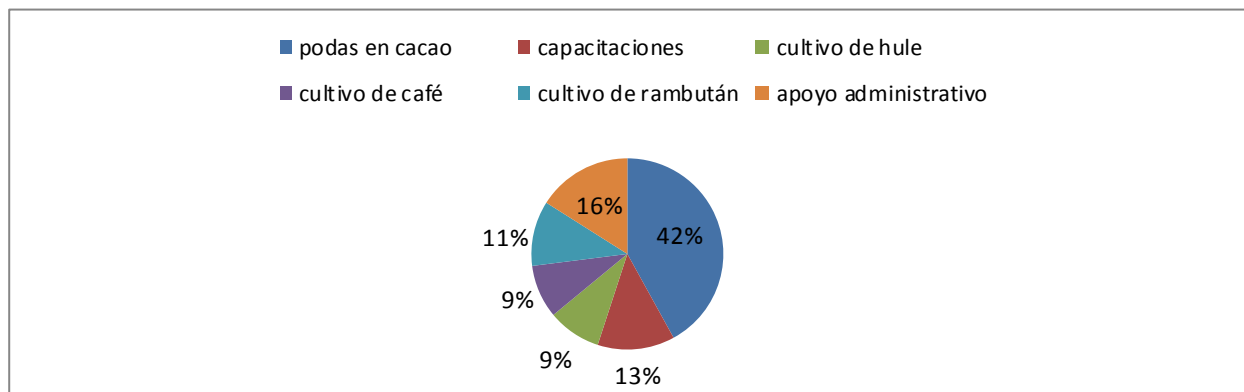
Fuente: El autor (2014)

5.3. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Las diferentes actividades desarrolladas en la práctica se muestran en el cuadro
Cuadro 5 Cronograma de actividades desarrolladas en la práctica.

Actividades	Semanas																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Capacitaciones	x	X																						
Evaluación de arboles	x	X	X																					
Recepa				x	x																			
Cicatrización de heridas				x	X																			
Selección de brotes										x	x													
Evaluación de otros cultivos								x	x															
Fertilización					x	X									X	x								
Apoyo administrativo	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	x	x	X	x		
Preparación de informe de practica																								x

Fuente: El autor, (2014)



Fuente: El autor, (2014)

Figura 2 Distribución del tiempo a invertido en las actividades realizadas en la sistematización de práctica profesional.

5.4 METAS PROPUESTAS

Renovar la copa de 210 árboles existentes, con una recepa a 3 diferentes alturas 0.50 m, 1.0 m y 1.50 m, y seleccionar 3 brotes nuevos por árbol, a los 2 meses después de la poda.

Evaluar a los 30 y 60 días después de realizada la poda, que altura de la misma provoca un mayor número de brotes vegetativos.

Definir a los 60 días después de realizada la poda, que altura de la misma permite mayor longitud de brotes vegetativos.

Evaluar a los 60 días después de realizada la poda, que altura de la misma provoca mayor diámetro basal de brotes vegetativos.

Evaluar a los 60 días después de realizada la poda, que altura de la misma provoca menor número de plantas muertas.

Definir a los 6 meses después de la recepa, según los resultados del experimento, que altura de poda es la indicada para renovar copas en cacao.

VI. VARIABLES DE RESPUESTA

6.1 NÚMERO DE BROTES BASALES

La lectura del número de brotes se efectuó a los 30 y 60 días después que se realizó la poda de rehabilitación o recepa.

6.2 LONGITUD DEL BROTE BASAL

Las lecturas de las alturas de los brotes basales se efectuaron a cada 60 días después de realizada la recepa, se midieron por medio de una cinta métrica.

6.3 DIÁMETRO DEL BROTE BASAL

El diámetro se midió a los 60 días (2 meses) después de realizar la recepa, y se utilizó un vernier. La lectura se anotó en centímetros.

6.4 NÚMERO DE PLANTAS MUERTAS

El conteo de las plantas muertas se realizó a los 60 días después de realizada la recepa.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 NUMERO DE BROTES POR PLANTA:

El número de brotes por planta se cuantifico a los 30 y 60 días después de realizada la poda para las 3 diferentes alturas.

Cuadro 6 número de brotes por planta (30 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, San marcos.

<i>Tratamiento</i>	<i>R-I</i>	<i>R-II</i>	<i>R-III</i>	<i>R-IV</i>	<i>R-V</i>	<i>R-VI</i>	<i>R-VII</i>	<i>PROMEDIO</i>
A= 0.5m desde el suelo.	2	3	2	5	3	4	3	3.142
B= 1.0 m desde el suelo	3	4	3	4	4	2	4	3.428
C= 1.5 m desde el suelo	3	5	4	3	3	8	2	4.000

Fuente: El autor (2014)

En el cuadro seis se muestran los datos correspondientes al número de brotes por planta de cacao descopada; lectura realizada 30 días después de la poda; según se observan los datos promedios, sin embargo, para establecer el tratamiento con mejor efecto, se desarrolló un análisis de varianza al 5% de significancia, como se muestra en el cuadro 7

Cuadro 7 Análisis de varianza, para el número de brotes por planta (30 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, San Marcos. Datos transformados a través de la formula \sqrt{x} .

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>P > f</i>
Tratamiento	2	0.142548	0.071274	0.5425	0.599 ns
Bloque	6	0.534714	0.089119	0.6783	0.672 ns
Error	12	1.576660	0.131388	----	----
Total	20	2.253922	-----	----	----

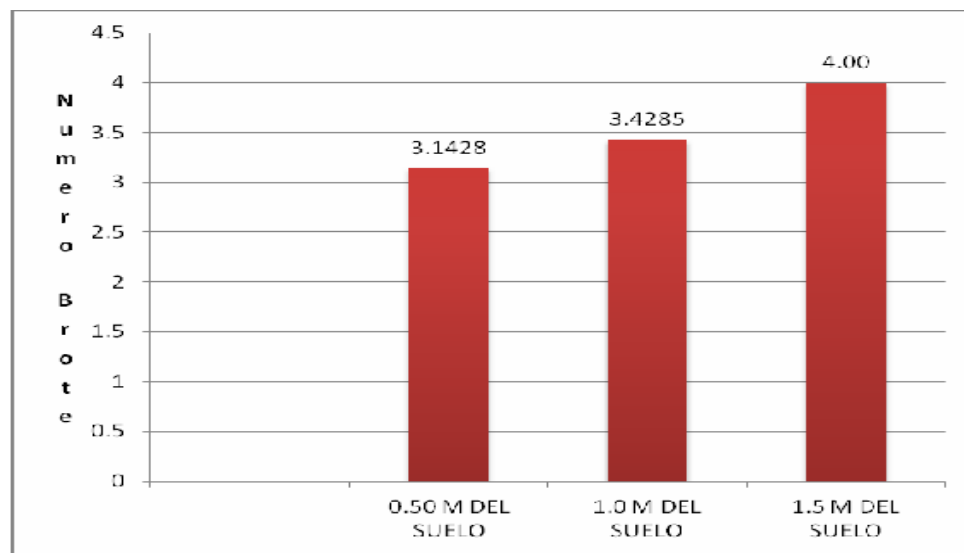
C. V. = 19.63 %

Según Sitún (2005), por ser una variable discreta y no tener presencia de ceros, se utilizó la fórmula \sqrt{x} , para poder normalizar las observaciones.

El análisis refleja que no existió diferencia estadística significativa en el efecto de las tres alturas de poda comparados, esto indica que por lo menos para esta variable, es igual, estadísticamente podar a 0.5, 1, y 1.5 metros del nivel del suelo, en el cultivo de Cacao, bajo condiciones de finca Bethel, Malacatán, San Marcos.

El coeficiente de variación obtenido es adecuado.

No hubo necesidad de hacer prueba múltiple de medias, en virtud que no hubo diferencia estadística significativa para los tratamientos evaluados.



Fuente: El Autor (2014)

Figura 3. Comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, en finca Bethel, Malacatán, San marcos.

En la (figura 3) Numero de brotes promedio por planta (30 días después de poda), en finca Bethel, Malacatan, San marcos.

En la figura anterior se puede notar de una manera explícita la mínima diferencia del efecto de cada altura de poda estudiada; es decir datos muy similares entre sí.

Esta misma variable se estudió; pero a 60 días después de la poda, cuyos datos se muestran a continuación en el cuadro 8

Cuadro 8 Número de brotes por planta (60 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, San Marcos.

<i>Tratamiento</i>	<i>R-I</i>	<i>R-II</i>	<i>R-III</i>	<i>R-IV</i>	<i>R-V</i>	<i>R-VI</i>	<i>R-VII</i>	<i>PROMEDIO</i>
A= 0.5m desde el suelo	7	8	7	13	16	7	8	9.4285
B= 1.0 m desde el suelo	11	7	6	13	8	6	8	8.4285
C= 1.5 m desde el suelo	10	10	12	17	13	15	4	11.5714

Fuente: El Autor (2014)

En el cuadro 8, se puede ver que los datos a los 60 días después de poda son muy similares, entre sí; siendo mayor la poda realizada a 1.5 metros desde el suelo; teniendo el mismo comportamiento observado a los 30 días después de podar.

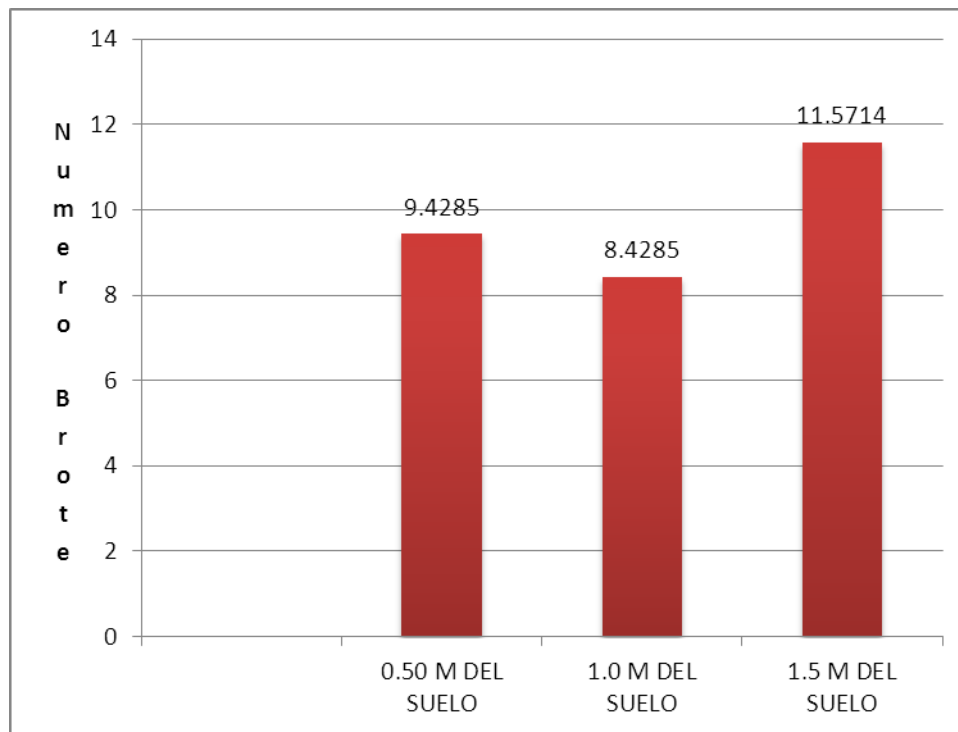
También se le realizó su análisis de varianza, para determinar si a los 60 días había alguna diferencia significativa, como se muestra en el cuadro 9.

Cuadro 9 Análisis de varianza, para el número de brotes por planta (60 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, San Marcos, datos transformados a través de la fórmula \sqrt{x} .

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>P > f</i>
Tratamiento	2	0.785965	0.392982	1.7352	0.217 ns
Bloque	6	3.064072	0.510679	2.2549	0.109 ns
Error	12	2.717758	0.226480	----	----
Total	20	6.567795	-----	----	----

C. V. = 15.45 %

El análisis de varianza muestra que tampoco existió diferencia estadística; por lo que no hubo necesidad de hacer prueba múltiple de promedios. El efecto de las diferentes alturas de poda, sigue siendo el mismo.



Fuente: El Autor (2014)

Figura 4 Número de brotes promedio por planta (60 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, San Marcos.

En la figura, se puede ver la similitud en el número de brotes en los diferentes tratamientos comparados, es decir los datos son muy similares entre si.

7.2 LONGITUD DE BROTES:

La medición de la longitud de los brotes se efectuó a los 60 días después de realizada la poda y para ello fue necesaria la utilización de una cinta métrica.

Cuadro 10 Longitud de brotes por planta en centímetros (60 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, San Marcos.

<i>Tratamiento</i>	<i>R-I</i>	<i>R-II</i>	<i>R-III</i>	<i>R-IV</i>	<i>R-V</i>	<i>R-VI</i>	<i>R-VII</i>	<i>PROMEDIO</i>
A= 0.5m desde el suelo	27.12	33.31	40.67	28.79	38.81	32.27	35.36	33.7614
B= 1.0 m desde el suelo	34.81	40.16	32.72	29.45	33.41	27.8	30.72	32.7242
C= 1.5 m desde el suelo	41.95	28.46	33.19	27.38	34.77	29.88	28.4	32.0042

Fuente: El Autor 2014

En el cuadro 10, se muestran los datos correspondientes a la longitud de brotes por planta de cacao descopada; lectura a los 60 días después de la poda; según se observan los datos promedio. Son bastante similares en longitud; con la diferencia de que acá el tratamiento que presenta la mayor longitud es la poda realizada a 0.5 metros del suelo.

Se desarrolló un análisis de varianza al 5% de significancia, como se muestra en el siguiente cuadro:

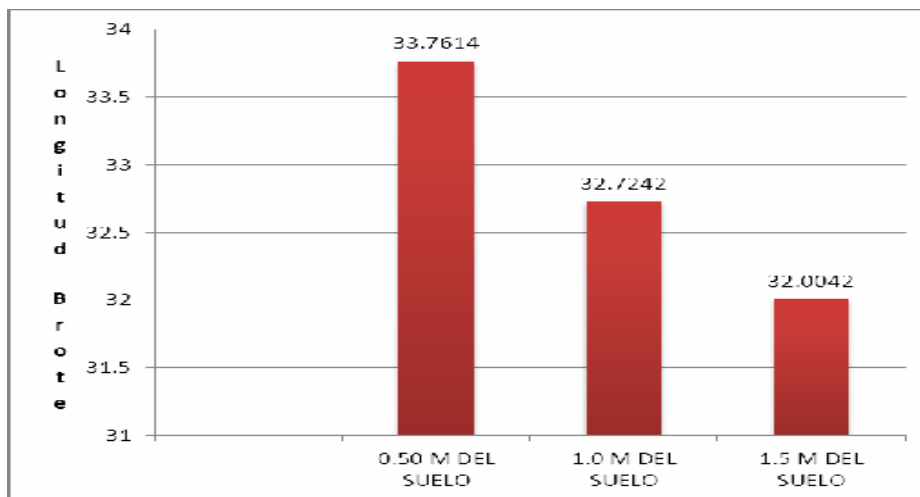
Cuadro 11 Análisis de varianza, para la longitud de brotes por planta (60 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, San Marcos.

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>P > f</i>
Tratamiento	2	10.917969	5.458984	0.2509	0.784 ns
Bloque	6	144.404297	24.067383	1.1060	0.414 ns
Error	12	261.136719	21.761393	----	----
Total	20	416.458984	-----	----	----

C. V. = 14.21 %

El análisis de varianza muestra que no existe diferencia estadística significativa; por lo que tampoco hubo necesidad de hacer prueba múltiple de promedios. El efecto de las diferentes alturas de poda, sigue siendo el mismo, para la longitud del brote.

En la figura 5 también se presentan los datos en forma gráfica.



Fuente: El Autor (2014)

Figura 5 Longitud de brotes promedio por planta (60 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, San Marcos.

Se puede ver en esta figura que cuando la poda se hace a 0.50 m, sobre el suelo, la longitud de los brotes es mayor; a los 60 días después de realizada. Pero siempre manteniendo una diferencia mínima entre los otros tratamientos

7.3 DIÁMETRO DE BROTES:

Los datos obtenidos de esta variable se presentan en el cuadro 12; también lectura realizada a los 60 días después de la poda y para ello fue necesario utilizar un vernier.

Cuadro 12 Diámetro de brotes por planta en centímetros (60 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, San Marcos.

<i>Tratamiento</i>	<i>R-I</i>	<i>R-II</i>	<i>R-III</i>	<i>R-IV</i>	<i>R-V</i>	<i>R-VI</i>	<i>R-VII</i>	<i>PROMEDIO</i>
A= 0.5m desde el suelo	0.69	0.76	0.72	0.67	0.7	0.68	0.66	0.69714
B= 1.0 m desde el suelo	0.68	0.71	0.67	0.72	0.71	0.78	0.74	0.71571
C= 1.5 m desde el suelo	0.76	0.69	0.72	0.7	0.84	0.88	0.7	0.75571

Fuente: El Autor 2014

En el cuadro 12, se muestran los datos del diámetro de brotes por planta de cacao descopada; lectura a los 60 días después de la poda; según se observan los datos promedio, también son bastante similares; con la diferencia de que acá el tratamiento que presenta el mayor diámetro es descopar a 1.5 metros desde el suelo.

Se desarrolló su análisis de varianza al 5% de significancia, como se muestra a continuación.

Cuadro 13 Análisis de varianza, para el diámetro de brotes por planta, en centímetros (60 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, San Marcos.

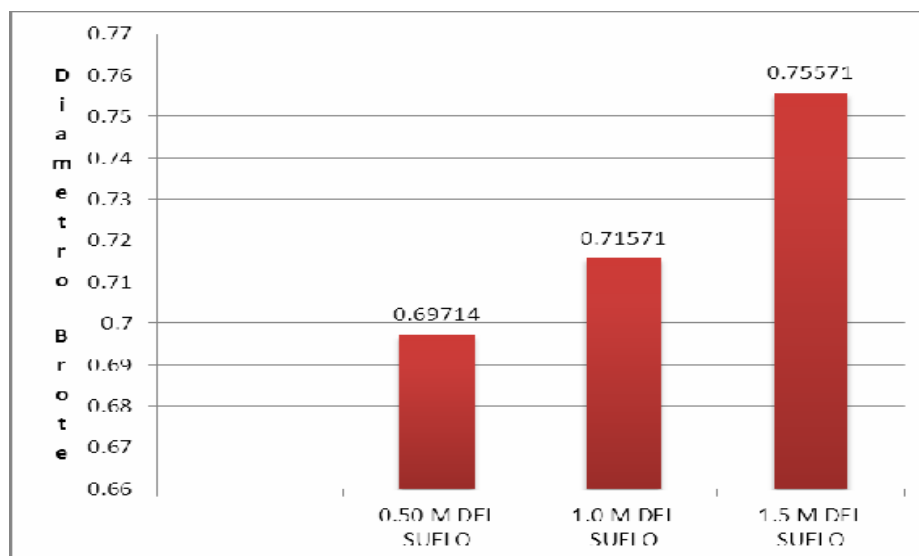
<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>P > f</i>
Tratamiento	2	0.012544	0.006272	2.3382	0.138 ns
Bloque	6	0.172970	0.002883	1.0747	0.429 ns
Error	12	0.032188	0.002682	----	----
Total	20	0.062029	-----	----	----

C. V. = 7.14 %

El análisis muestra que no hubo diferencia estadística significativa en el efecto provocado por las diferentes alturas de poda de la copa en cacao.

Se presenta la siguiente gráfica para visualizar de una mejor forma esa similitud en el efecto de los tratamientos.

En la figura 6 también se presentan los datos de forma gráfica:



Fuente: El Autor (2014)

Figura 6. Diámetro de brotes promedio por planta (60 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, San Marcos.

Se puede visualizar que al podar a 1.5 m, sobre la superficie del suelo, se obtienen un mayor diámetro de brote en comparación a los otros tratamientos en estudio; aunque con diferencias mínimas.

7.4 NÚMERO DE PLANTAS MUERTAS:

Finalmente, se tomó la variable número de plantas muertas por tratamiento, cuyos datos se muestran en el cuadro 14.

Cuadro 14 Número de plantas muertas (60 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, San Marcos

<i>Tratamiento</i>	<i>R-I</i>	<i>R-II</i>	<i>R-III</i>	<i>R-IV</i>	<i>R-V</i>	<i>R-VI</i>	<i>R-VII</i>	<i>SUMATORIA</i>
A= 0.5m desde el suelo	2	3	2	3	2	2	1	15
B= 1.0 m desde el suelo	1	1	2	1	0	2	1	8
C= 1.5 m desde el suelo	1	1	2	1	0	2	2	9

Fuente: El Autor 2014

En este cuadro se presenta la sumatoria de plantas muertas por cada tratamiento; se lee que a la altura de poda de 0.5 metros desde el suelo, se murieron 15 plantas; a 1 m, se murieron 8 y a 1.5 m, se murieron 9 plantas, en total. Cabe mencionar acá que el total de plantas por tratamiento fue de 70 plantas(10 por cada repetición).

Los datos promedios fueron 2.14; 1.14 y 1.28, respectivamente, para las diferentes alturas de poda desde el suelo: 0.5 metros, 1 y 1.5 metros.

Se puede ver cierta diferencia, para establecer si es significativa, se realizó su análisis de varianza, como sigue:

Cuadro 15 Análisis de varianza, para el número promedio de plantas muertas (60 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, San Marcos. Datos transformados mediante la fórmula $\sqrt{(x+1)}$.

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>P > f</i>
Tratamiento	2	0.412350	0.206175	4.6066	0.032 *
Bloque	6	0.500332	0.083389	1.8631	0.169 ns
Error	12	0.537083	0.044757	----	----
Total	20	1.449764	-----	----	----

C. V. = 13.50 %

Según, Sitún 2005, cuando dentro de las observaciones de campo, existe el valor de cero; se recomienda transformarlos a partir de la fórmula $\sqrt{(x+1)}$, para poder normalizar las observaciones. .

Para este caso, se puede ver que si hubo diferencia estadística significativa entre los diferentes tratamientos; es decir que al menos uno de los tres es mejor y bajo las condiciones en que se realizó el estudio.

Para determinar cuál fue el mejor tratamiento se, se desarrolló la prueba múltiple de medias, utilizando el comparador de tukey con una significancia de 5 % como se muestra en el cuadro 16.

Cuadro 16. Prueba de tukey al 5%, para para número promedio de plantas muertas (60 días después de poda), en la comparación de tres alturas de poda de renovación de la copa en cacao, Malacatán, San Marcos.

Tratamiento	Promedio por tratamiento	No. total plantas muertas por tratamiento	
Poda a 0.50 por encima del suelo	2.1428	15	A
Poda a 1.50 por encima del suelo	1.1428	9	B
Poda a 1.0 por encima del suelo	1.2857	8	B

Alfa =5% Tukey = 0.3015

En efecto, la prueba de Tukey, indica que el mejor tratamiento fue aquel en el cual hubo una menor mortalidad de plantas; es decir la poda a 1 metro desde el suelo, con igual resultado estadístico se presenta la poda a 1.5 metros desde el suelo y por último la poda a 0.5 metros; que fue donde hubo mayor mortalidad de plantas. Todo esto con un 95% de confiabilidad.

7.5 ANALISIS ECONOMICO

Se realizó un análisis únicamente de costos, considerando que al final de la investigación, aún no se tiene ningún ingreso, como producto del efecto de cada tratamiento evaluado, ya que el objetivo de éste no fue llegar a la cosecha del fruto los datos se presentan en el cuadro 17.

Cuadro 17 Cuadro de costos generales por hectárea.

Actividad	Dosis/árbol	Costo/Árbol	# de árboles por Hectárea	Tratamiento		
				0.5 m de altura de recepa	1 m de altura de recepa	1.5 m de altura de recepa
Costos directos						
Fertilizante 20-20-0	250 gr	Q 1.33	462	Q 614.46	Q 614.46	Q 614.46
Cicatrizante/Tapazhael	3.5 cc	Q 0.63	462	Q 291.06	Q 291.06	Q 291.06
Herramienta						
Motosierra		Q 0.80	462	Q 369.60	Q 369.60	Q 369.60
Machete		Q 0.06	462	Q 30.00	Q 30.00	Q 30.00
Lima		Q 0.02	462	Q 12.00	Q 12.00	Q 12.00
Mano de Obra						
Limpieza de terreno		Q 1.42	462	Q 656.04	Q 656.04	Q 656.04
Recepa o Poda		Q 1.90	462	Q 877.80	Q 877.80	Q 877.80
Aplicación de Tapazheal		Q 0.95	462	Q 438.90	Q 438.90	Q 438.90
Elaboración de leña		Q 2.85	462	Q 1,316.70	Q 1,316.70	Q 1,316.70
Eliminación de brotes basales		Q 0.71	462	Q 328.02	Q 328.02	Q 328.02
Primera Fertilización 20-20-0		Q 0.47	462	Q 217.14	Q 217.14	Q 217.14
Segunda fertilización 20-20-0		Q 0.47	462	Q 217.14	Q 217.14	Q 217.14
Costo Total/tratamiento				Q 5,368.86	Q 5,368.86	Q 5,368.86

Fuente: El Autor 2014

VIII CONCLUSIONES

- ✓ Podar a 0.5m, 1.0 o 1.5 metros por encima del suelo, para renovar la copa en el cultivo de cacao, no provoca ningún efecto diferente estadísticamente, al cuantificar el número de brotes vegetativos, longitud de estos ni tampoco al medir el diámetro de en este cultivo; todo con un 95% de confiabilidad.

- ✓ En relación al número de plantas muertas si existió diferencia estadística significativa; mostrando una menor mortandad cuando se poda a 1.0 metro sobre el nivel del suelo, pudiendo podarse también a 1.5 metros por encima del suelo, ambas alturas de poda mostraron ser iguales estadísticamente.

- ✓ El costo fue igual para los tres tratamientos, considerando que a todos se les hizo las mismas actividades y se usó el mismo insumo; aunque si se poda a 1.0 m se estaría aprovechando más el recurso leña, como un ingreso adicional del cultivo.

IX RECOMENDACION

Se recomienda que cuando se desee renovar la copa en plantas de Cacao, se haga a una altura de 1.0 metro por encima del suelo; esto porque al mismo tiempo que la planta responde bien en el rebrote; se puede aprovechar mejor el recurso de leña producida, sea para uso de los pobladores de la finca o para la venta.

Se recomienda efectuar el estudio en localidades diferentes debido a que en Guatemala hay distintas zonas productoras de Cacao y diferentes zonas de vida. Esto puede llegar a tener resultados distintos a los de esta investigación.

Se recomienda realizar el estudio en época de Seca ya que el estudio se hizo en época de lluvia y esto pudo afectar la mortandad de los arboles debido a la precipitación pluvial.

X BIBLIOGRAFIA

AGEXPORT (2012). Asociación Gremial de Exportadores (en línea). Recuperado en abril de 2013. Disponible en <http://www.export.com.gt/>

AGEXPRONT (2000). Asociación Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales. Manual del cultivo del cacao. Guatemala. 82 p.

Calderón Alcázar, E. 1985 La poda de los árboles frutales. 2 ed. México, Kora. 197 p.

Enríquez, G. (1985). Curso sobre el cultivo del cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 233 p.

Grisales, A.; Cubillos, G. (1985). Rehabilitación de poblaciones de cacao deterioradas por Escoba de Bruja, mediante el método de renovación de la copa. Revista El Cacaotero Colombiano N°. 31: 36 - 41.

INIAP. (1952). Sugerencias para el establecimiento de plantaciones nuevas de cacao y rehabilitación de plantaciones antiguas. Quevedo, Ecuador. EET-Pichilingue. Boletín 19. pp. 1-2.

INSIVUMEH (2010). Datos de estaciones meteorológicas. Guatemala.

INTECAP (Instituto Técnico de Capacitación y Productividad, GT). (1981). Manual del cultivo racional y beneficiado del cacao. Guatemala. 8 p

MAGA (2012). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (en línea). Recuperado en abril de 2013. Disponible en <http://web.maga.gob.gt/>

Olivares S. E. 1989. Paquete de diseños experimentales FAUANL, versión 1.4 Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

Párraga, M. (1992). Rehabilitación de plantaciones decadentes de cacao mediante los métodos de recepa y descope. Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador. Universidad de Guayaquil. 78 p.

Recursos Naturales de Malacatán - Municipios ... - DeGuate (2000) consultado en línea el 14 de junio del 2014.

www.deguate.com/.../pages/san-marcos/malacatan/recursos-naturales.php

Rodríguez, G. (1980). Número de podas por año en el control de Escoba de bruja en el cacao en el Alto Beni. EE. Sapecho Informe Anual (1979-1980). La Paz Bolivia. IBTA, 198. pp. 38-46.

Romero, M. (2000). Respuesta del cacao a la aplicación de prácticas sanitarias para reducir la incidencia de frutos enfermos. Tesis Ing. Agr. Guayaquil. Ecuador. Universidad de Guayaquil 57 p.

Sánchez, J. (1988). _Curso de cacao. San Pedro Sula, Honduras, Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. 159 p.

SARH (1984). Manual sobre el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.)

Simmons T y P, (1959)._Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Traducido por Pedro Tirado. Guatemala editorial José Pineda Ibarra. 1000 p.

Sitún A. M. 2005. Investigación Agrícola. Guía de Estudio. Escuela Nacional Central de Agricultura –ENCA- 137 p.

Vera, J; Moreira, M. 1993. Poda In Suárez C. ed. Manual del cacao segunda edición
Quito-Ecuador INIAP. (Manual N° 25) pp.65-69

XI. ANEXOS

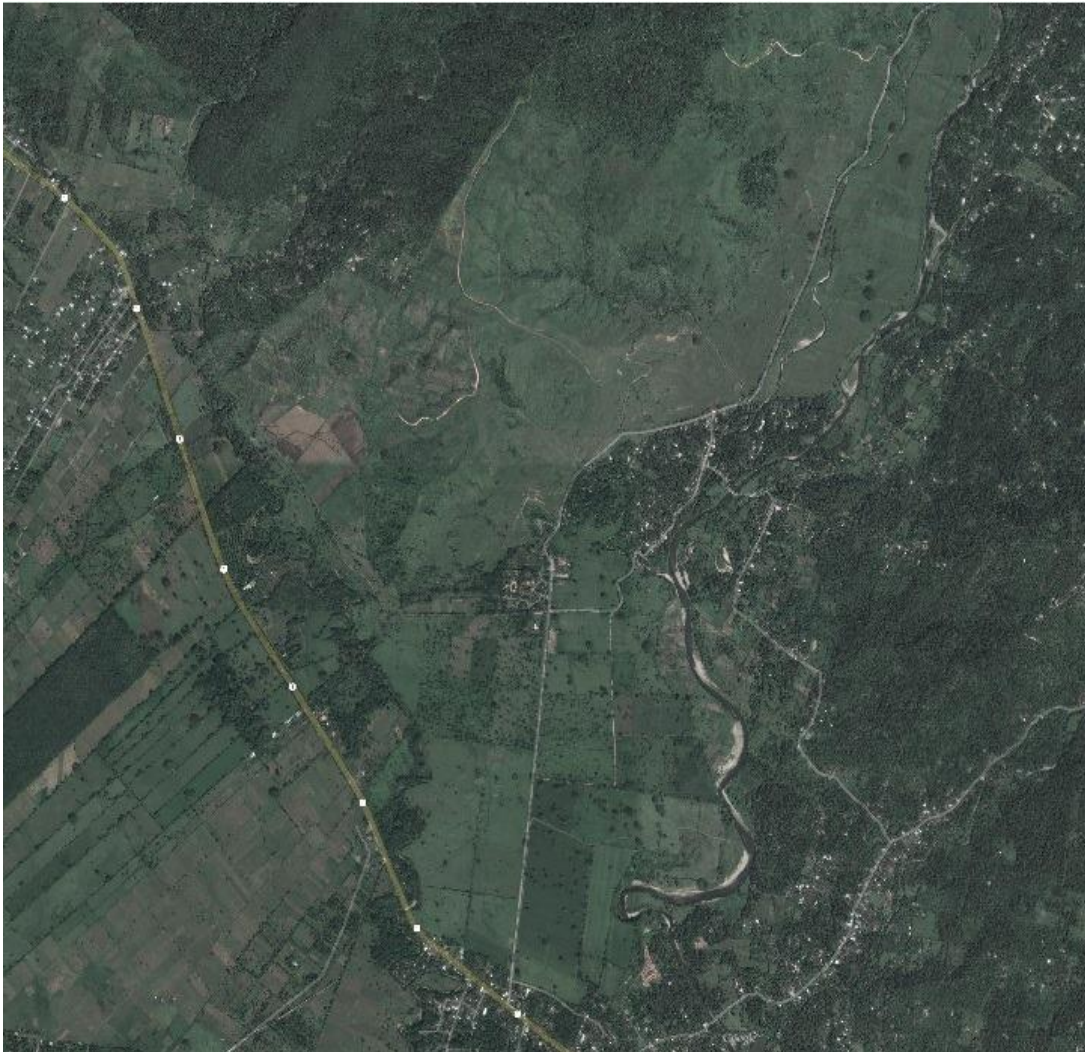


Figura 7 Localización de la finca



Figura 8 identificación de los arboles



Figura 9 Poda de los arboles



Figura 10 Se muestra el árbol recepado



Figura 31. Cicatrización de heridas.



Figura 42 Medición de diámetro de brotes



Figura 53 Medición de longitud de brotes.