

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA



SERGIO DANILO VELÁSQUEZ MIRANDA

GUATEMALA, ABRIL DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE COBERTURA VEGETAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA HUMEDAD DEL SUELO EN CULTIVO DE PALMA DE ACEITE (*Elaeis ginnensis* Jacq) DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN LA FINCA GUANACASTE EN EL MUNICIPIO DE COATEPEQUE, QUETZALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

POR

SERGIO DANILO VELÁSQUEZ MIRANDA

GUATEMALA, ABRIL DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

ING M.Sc. MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámbara
VOCAL SEGUNDO	Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL CUARTO	Per. Electr. Carlos Waldemar León Samayoa
VOCAL QUINTO	Per. Agr. Marvin Manolo Sicajaú Pec
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, ABRIL DE 2019

Guatemala, Abril de 2019

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorable miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado:

EVALUACIÓN DE COBERTURA VEGETAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA HUMEDAD DEL SUELO EN CULTIVO DE PALMA DE ACEITE (*Elaeis ginnensis* Jacq) DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN LA FINCA GUANACASTE EN EL MUNICIPIO DE COATEPEQUE, QUETZALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los aspectos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

SERGIO DANILO VELÁSQUEZ MIRANDA

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

Mi padre, Mi guía, Por ser mi amigo fiel, por su amor y misericordia por iluminar mi vida y darme la bendición de haber culminado una etapa muy importante y desde ya, gracias por todas las bendiciones tanto profesional como personalmente.

A MIS PADRES:

Pedro De Jesús Velásquez y Marta Miranda López, por su incansable esfuerzo, por todo el apoyo y amor que me han dado.

A MI HERMANO:

Edy Raúl Velásquez Miranda, Incondicionalmente

A MI ESPOSA:

Verónica Morales Pacheco, gracias por el apoyo

A MIS HIJOS:

Mariza Ximena Velásquez Morales y Pablo Raúl Velásquez Morales por ser el motivo de superación.

A MIS FAMILIARES:

Que de una u otra manera colaboraron conmigo, en especial a tía Flory Velásquez gracias por el su apoyo incondicional.

FAMILIA LEAL LÓPEZ

Gracias por la amistad y el apoyo incondicional.

A MIS AMIGOS:

Gracias por el Apoyo y la Amistad Incondicionalmente.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A DIOS:

Por darme la sabiduría en mi vida.

A GUATEMALA:

Mi Patria, el país de la eterna primavera.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Mi casa de estudio, alma mater.

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Por los conocimientos y formación académica.

AGRADECIMIENTOS

A:

MI CASA DE ESTUDIOS

Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, por brindarme los conocimientos necesarios para superarme y contribuir con el desarrollo del país.

Mis Padres:

Mis padres eternamente agradecidos por el infinito apoyo que me proporcionaron en el trayecto de mi carrera.

Mi supervisor Dr. Adalberto Rodríguez, por su apoyo incondicional, en el lapso de EPS.

Mi asesor Dr. Tomas Padilla Cambara, a quien agradezco su apoyo en la elaboración de la investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE CUADROS	vi
RESUMEN	vii

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO DE PALMA DE ACEITE (*Elaeis guineensis* Jacq), DE LA FINCA GUANACASTE EN EL MUNICIPIO DE COATEPEQUE DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO

1.1.	PRESENTACIÓN.....	1
1.2.	MARCO REFERENCIAL.....	2
1.3.	OBJETIVOS.....	3
1.3.1.	Objetivo General	3
1.3.2.	Objetivos Específicos	3
1.4.	METODOLOGÍA	4
1.4.1.	Fase de Gabinete.....	4
1.5.2.	Fase de Campo.....	4
1.5.3.	Entrevistas.....	4
1.5.	RESULTADOS.....	5
1.5.1.	Describir la organización y el funcionamiento del departamento agrícola.....	5
1.5.2.	Identificar y priorizar los principales problemas que existen en finca Guanacaste en conjunto con el análisis FODA	7
1.6.	CONCLUSIONES	9
1.7.	RECOMENDACIONES.....	10
1.8.	BIBLIOGRAFÍA.....	11
1.9.	ANEXOS.....	12

CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DE COBERTURA VEGETAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA HUMEDAD DEL SUELO EN CULTIVO DE PALMA DE ACEITE (*Elaeis ginnensis* Jacq) EN LA FINCA GUANACASTE EN EL MUNICIPIO DE COATEPEQUE, QUETZALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

2.1.	INTRODUCCIÓN	13
2.2.	MARCO TEÓRICO	16
2.2.1.	Marco Conceptual	16
2.2.1.1.	Origen de la palma	16
2.3.	Marco Referencial	27
2.3.1.	Ubicación de la finca	27
2.3.2.	Clima y zonas de vida	28
2.3.3.	Experiencias en el establecimiento de la cobertura <i>Mucuna</i> <i>bracteata</i> en Bella Cruz del Llano	29
2.4.	OBJETIVOS	32
2.4.1.	Objetivo General	32
2.4.2.	Objetivos Específicos	32
2.5.	HIPÓTESIS	33
2.6.	METODOLOGÍA	34
2.6.1.	Descripción del área experimental	34
2.6.2.	Tratamientos y repeticiones	34
2.6.3.	Diseño experimental	34
2.6.4.	Descripción de la unidad experimental	35
2.6.5.	Modelo estadístico	35

Página

2.6.6. Descripción de la variable de retención de humedad.....	36
2.6.7. Análisis de la información.....	36
2.7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
2.7.1. Porcentaje de humedad	37
2.7.2. Profundidad de muestreo	39
2.7.3. Muestreo	41
2.8. CONCLUSIONES	44
2.9. RECOMENDACIONES.....	45
2.10. BIBLIOGRAFÍA.....	46

CAPÍTULO III**SERVICIOS REALIZADOS EN FINCA GUANACASTE EN EL MUNICIPIO DE COATEPEQUE, QUETZALTENANGO, GUATEMALA, C.A.**

3.1. PRESENTACIÓN.....	48
3.2. SERVICIO 1. Realizar un muestreo de suelo en campo, para el cultivo de palma de aceite.....	49
3.2.1. OBJETIVO.....	49
3.2.2. METODOLOGÍA.....	49
3.2.3. RESULTADOS	51
3.2.4. EVALUACIÓN	54
SERVICIO 2. Realizar análisis foliar en el cultivo de palma de aceite	55
3.2.5. OBJETIVO.....	55
3.2.6. METODOLOGÍA.....	55
3.2.7. RESULTADOS	56

Página

3.2.8. EVALUACIÓN	60
3.3. SERVICIO 3. Realización de afloros directos con fines de riego mediante el uso de molinete hidrométrico	61
3.3.1. OBJETIVO.....	61
3.3.2. METODOLOGÍA.....	61
3.3.3. RESULTADOS	65
3.3.4. EVALUACIÓN	68

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Mapa de la finca Guanacaste.....	2
Figura 2. Organigrama del Departamento Agrícola de Finca Guanacaste.....	5
Figura 3. Cobertura vegetal <i>Mucuna bracteata</i>	21
Figura 4. Cobertura vegetal de Kudzu, <i>Pueraria phaseoloides</i>	23
Figura 5. Mapa de la finca Guanacaste.....	27
Figura 6. Comparación de <i>Mucuna</i> , kudzu y convencional	30
Figura 7. Humedad del suelo.	31
Figura 8. Área de investigación y distribución de los tratamientos.	35
Figura 9. Grafica del porcentaje de humedad según la cobertura vegetal en palma de aceite en la finca Guanacaste.	37
Figura 10. Grafica del porcentaje de humedad según la profundidad de muestreo en palma de aceite en la finca Guanacaste.....	40
Figura 11. Grafica de porcentaje de humedad según el número de muestreo en palma de aceite en la finca Guanacaste.....	41
Figura 12. Climadiagrama de la finca Guanacaste.....	43
Figura 13. Metodología para realizar un análisis del suelo	50
Figura 14. Selección de palma: A) Palma seleccionada, B) Hoja seleccionada y C) filotaxia de la palma	56
Figura 15. Fotografías del proceso de la selección de la hoja: A) foliolo seleccionado, B) Corte del foliolo, C) Foliolo Seleccionado para el análisis, D) División del foliolo, E) Preparación del foliolo para el secado en horno.....	57
Figura 16. Midiendo el ancho de la fuente hídrica	62
Figura 17. Midiendo la profundidad de cada vertical	62
Figura 18. Midiendo la velocidad del caudal con molinete hidrométrico.....	63
Figura 19. Sección transversal y divisiones verticales para la realización de aforo directo.....	64
Figura 20. Resultados obtenidos de la medición del cause	65

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Matriz de problemas y análisis FODA de Finca Guanacaste.....	7
Cuadro 2. Clasificación botánica	17
Cuadro 3. Ventajas y desventajas de usar coberturas en suelos con palma de aceite.	19
Cuadro 4. Leguminosas más utilizadas como cobertura en suelos con palma de aceite..	19
Cuadro 5. Clasificación botánica de la kudzu.....	22
Cuadro 6. <i>Pueraria phaseoloides</i> - Kudzu tropical, Kudzu.	26
Cuadro 7. Descripción de tratamientos	34
Cuadro 8. Resumen de análisis de varianza para la variable porcentaje de humedad en palma de aceite en la finca Guanacaste.....	38
Cuadro 9. Resumen del análisis de medias sobre la cobertura vegetal.....	39
Cuadro 10. Resumen del análisis de medias sobre la profundidad de muestreo.....	40
Cuadro 11. Resumen del análisis de medias sobre la profundidad de muestreo.....	42
Cuadro 12. Tipo de análisis a solicitar al laboratorio	51
Cuadro 13. Resultados del análisis de suelo de la finca	52
Cuadro 14. Ámbitos de referencia para la clasificación de valores bajos, medios y altos.....	53
Cuadro 15. Resultados del análisis foliar	58
Cuadro 16. Niveles críticos de referencia del análisis foliar.	59
Cuadro 17. Calibración del Molinete	63

RESUMEN

El presente documento hace referencia al Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía -EPSA-, realizado en el período comprendido entre agosto 2016 y mayo 2017; desarrollado en la finca Guanacaste en el municipio de Coatepeque del departamento de Quetzaltenango. Se hace referencia en el Capítulo I sobre el diagnóstico de la finca, como parte fundamental de inicio, para reconocer, recabar e integrar información sobre las labores que tiene el cultivo de la palma de aceite.

Así también en el Capítulo II se realizó una investigación que lleva por nombre evaluación de cobertura vegetal para la conservación de la humedad del suelo en cultivo de palma de aceite, una de las problemáticas que presentó la plantación de palma de aceite en la finca, gira en torno a que carece de un sistema de riego; buscando minimizar la erosión del suelo y potenciando la retención de humedad, dicha plantación posee una cobertura vegetal, la cual, en época seca, manifiesta un deterioro total, por lo que es necesario realizar una propuesta, de cobertura vegetal que satisfaga la necesidad de retención de humedad en el suelo. Como resultado obtenidos de la investigación si existió una mayor retención de humedad si se utiliza cobertura vegetal que cuando no se utiliza debido a que el suelo está descubierto existirá mayor evapotranspiración por lo tanto mayor pérdida de agua, debido que la retención de humedad en suelos con cobertura de *Mucuna bracteata* fue mejor con un promedio de 25.52 % respecto a suelos sin cobertura de *Mucuna* que fue de 22.52 %

Por último, se presenta en el Capítulo III, el desarrollo de tres servicios en la finca Guanacaste, localizada en el municipio de Coatepeque del departamento de Quetzaltenango, administrada por la empresa La Montaña S.A. de Grupo Hame. El primer servicio consistió en realizar adecuadamente un muestreo de suelo, el segundo servicio fue realizar un análisis foliar en el cultivo de palma y el tercer servicio realizar la medición de caudales mediante aforos directos con fines de riego mediante el uso de molinete hidrométrico.



CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO DE PALMA DE ACEITE
(*Elaeis guineensis* Jacq), DE LA FINCA GUANACASTE EN EL MUNICIPIO DE
COATEPEQUE DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO**

1.1. PRESENTACIÓN

La finalidad de la fase de diagnóstico era conocer más, sobre el Departamento agrícola de grupo HAME de la finca Guanacaste; con este fin se logró, a través de un proceso de diagnóstico -investigación y entrevistas-, recopilar información sobre el funcionamiento, las responsabilidades, los principales problemas y la priorización de estos, dentro de la finca.

Dentro del proceso de recolección de información se realizaron entrevistas no estructuradas al personal del área agrícola, se recopiló información de campo y bibliográfica obteniendo datos desde la fase de planificación, experimentación y recomendación que elabora el departamento agrícola.

El diagnóstico permitió conocer las principales causas que la finca tiene para un mejor rendimiento del cultivo. Las principales causas y condiciones ambientales que afectan la retención de humedad en el cultivo, también es de importancia conocer las características positivas que conlleva la finca, lo cual fue necesario efectuar éste diagnóstico por medio de información primaria y secundaria de la finca Guanacaste.

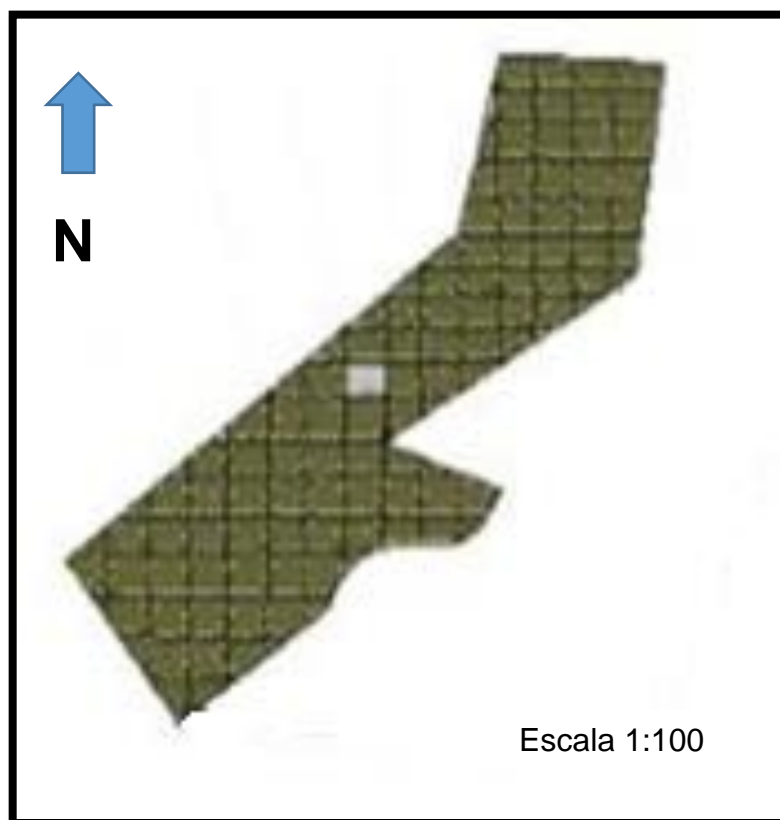
1.2. MARCO REFERENCIAL

La finca Guanacaste se localiza en el municipio de Coatepeque departamento de Quetzaltenango, la cual es administrada por la empresa La Montaña S.A. de Grupo Hame actualmente se encuentra en un 95 % cultivada de palma de aceite (*Elaeis guineensis* jacq), la misma cuenta con un área de 620 ha cultivadas con el material Ghana,

La finca se encuentra a una altura de 320 m s.n.m.

Está ubicada en las siguientes coordenadas geográficas

Latitud Norte $14^{\circ} 43' 05''$ y Longitud Oeste $91^{\circ} 55' 0''$



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 1. Mapa de la finca Guanacaste

1.3.OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Conocer la situación actual de finca Guanacaste en el municipio de Coatepeque, Departamento de Quetzaltenango

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Describir la organización y el funcionamiento del Departamento Agrícola de la finca Guanacaste.
2. Identificar y priorizar los principales problemas que existen en la finca Guanacaste.
3. Realizar un análisis FODA para conocer las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de la finca Guanacaste.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. Fase de gabinete

Se recorrieron las áreas de la finca (oficina y campo) en las cuales se encuentra el material, equipo y el personal encargado de cada una de las labores que se deben de realizar en campo.

Se completó la información primaria y secundaria (tesis, artículos y trabajos de graduación de la FAUSAC e información obtenida de otras investigaciones realizadas del cultivo de palma.

1.5.2. Fase de Campo

Se realizó una entrevista al jefe de Departamento Agrícola de la finca Guanacaste y al personal del Departamento Agrícola, el objetivo de la entrevista era conocer el funcionamiento del Departamento, así como sus programas de labores que realizan para el funcionamiento de la finca.

1.5.3. Entrevistas

Esta fase consistió en la realización de entrevistas a los jefes y encargados de cada una de los cargos que conforman el Departamento Agrícola de la finca Guanacaste con el fin de conocer sus funciones dentro de dicho Departamento.

Donde se hicieron mención de las principales fortalezas y debilidades competentes al Departamento, además de su estructura organizacional.

1.5. RESULTADOS

1.5.1. Describir la organización y el funcionamiento del departamento agrícola

La función del Departamento Agrícola de Finca Guanacaste es dirigir la aplicación de alternativas tecnológicas para tener una mejora constante en la producción del cultivo de la palma de aceite y todos sus derivados (figura 2).

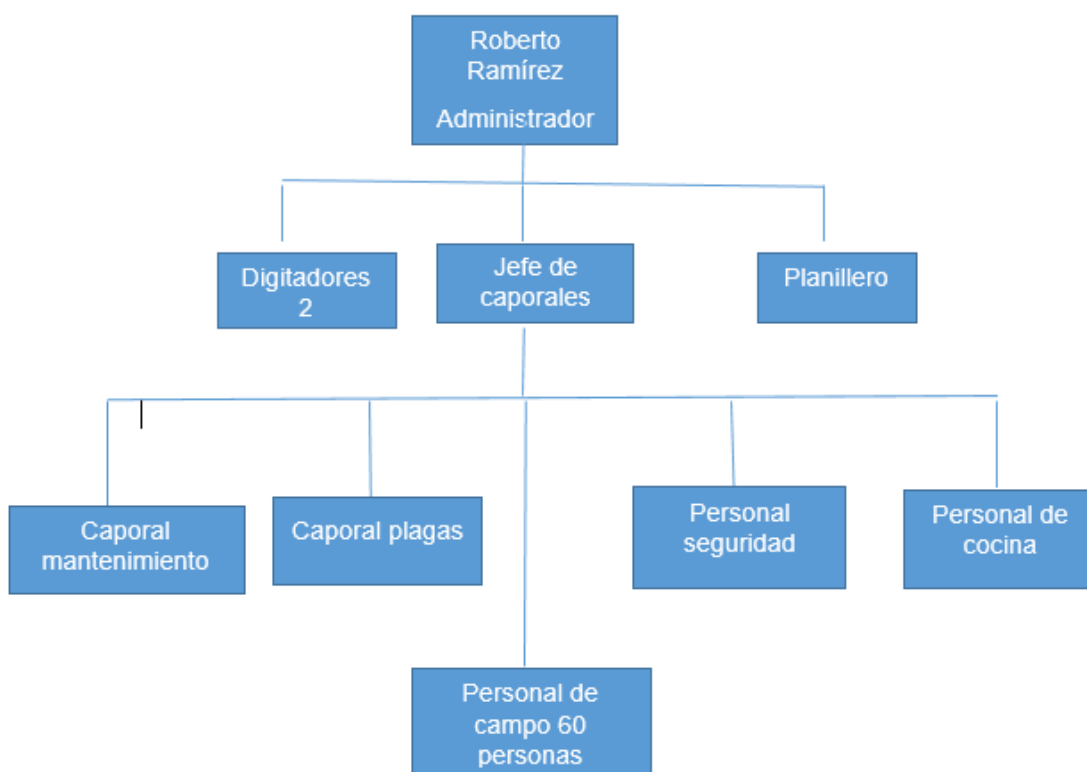


Figura 2. Organigrama del Departamento Agrícola de Finca Guanacaste

A. Administrador

Es el encargado de velar por las funciones operativas de la finca, manejo de personal, manejo del cultivo, etc.

B. Caporales

Es el encargado de velar por tener las condiciones óptimas para el cultivo y poder obtener una producción de calidad. Así como la fertilización, limpia, poda, control de plagas y enfermedades, cosecha y transporte de fruta, etc.

C. Digitadores

Los digitadores son los encargados de llevar el control de los datos recolectados en campo.

D. Planillero

Es el encargado de llevar el control de registro de todo el personal de campo y velar por el salario de cada trabajador

1.5.2. Identificar y priorizar los principales problemas que existen en Finca Guanacaste en conjunto con el análisis FODA

Cuadro 1. Matriz de problemas y análisis FODA de Finca Guanacaste

MATRIZ FODA	AMENAZAS (CONTRARRESTAR)			OPORTUNIDADES (APROVECHAR)				
	El valor de transporte de la fruta es alto debido a que la extractora se ubica en otra finca	Existen otras empresas que se dedican al mismo cultivo, es decir existe competencia en el mercado	La finca no tiene riego, por lo tanto en época seca la planta se estresa.	Es un cultivo que genera empleo en las zona donde se encuentran	Los suelos de las fincas de Grupo HÁME, son aptas para el cultivo de palma de aceite	La empresa da la oportunidad de desarrollar profesionalmente a sus colaboradores		
FORTALEZAS (UTILIZAR)	ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN			MEDIA%	ESTRATEGIAS DE CRECIMIENTO			MEDIA %
Las fincas son Propiedad de Grupo HÁME por lo tanto tiene mayores ingresos	7	3	7	56,66	9	9	9	90
La empresa Cuenta con su propio laboratorio de suelos y nutrición vegetal	4	8	5	56,6	3	10	3	53,33
La empresa cuenta con capital propio por lo tanto mantiene solvente a todos los trabajadores	8	8	5	70	8	8	9	83,33
DEBILIDADES (NEUTRALIZAR)	ESTRTEGIAS DE ATENCION PREFERENTE			MEDIA %	ESTRATEGIAS DE MEJORA			MEDIA %
Poca supervisión por parte de técnicos en palma de aceite	4	10	10	80	4	7	7	60
Falta de personal técnico profesional para la supervisión	3	9	9	70	4	5	7	53,33
Existen poca supervisión en el uso de agroquímicos	2	4	6	40	6	7	5	60

Para la valoración se utilizó una escala de 0 a 10, de las cuales:

Bajo = 0 - 3

Medio = 4 - 6

Alto = 7 – 10

- **Fortalezas y Debilidades**

Corresponden a la parte interna de la finca es decir son factores que se pueden controlar.

- **Oportunidades y Amenazas**

Pertenece a la parte externa de la misma, factores que están fuera del control de la finca.

- **Estrategia FA**

Al potenciar las fortalezas se pueden defender mejor de los efectos de las amenazas, por lo tanto, un porcentaje alto indica una fortaleza importante y se recomienda mantenerla y aprovecharla. Se puede observar que las F1 Y F2 tienen valores medios, se tiene que enfocar en mejorar o aumentar esas fortalezas para minimizar la incidencia de las amenazas.

- **Estrategia FO**

Si se aumenta en gran medida las fortalezas se podrán aprovechar de una mejor manera cada una de las oportunidades, un porcentaje muy alto indica una fortaleza muy importante por lo tanto se tiene que mantener y aprovechar al máximo. En la matriz de valorización se puede observar que la F2 se encuentra en un rango medio, se requiere aumentar la fortaleza para ayudar a aprovechar la oportunidad.

- **Estrategia DA**

Lograr superar las debilidades para defenderse mejor de los efectos de las amenazas, a medida que se le van dando soluciones a las debilidades se podrá contrarrestar las amenazas, un porcentaje muy alto indica una situación urgente, en la matriz de valorización se puede observar D1 y D2, tienen porcentajes altos, por lo tanto, se recomienda dar solución urgente para minimizar los efectos de las amenazas.

- **Estrategia DO**

Superando las debilidades, se puede aprovechar mejor las oportunidades, mejorando o aumentando el porcentaje de las debilidades, podemos aprovechar, las oportunidades, es decir un porcentaje muy alto indica una situación de cambio, por ejemplo en nuestra matriz de valoración, la D1 Y D3 tiene que cambiar de poca supervisión a mayor supervisión para aprovechar nuestra oportunidad.

1.6. CONCLUSIONES

1. El organigrama tiene una gran importancia porque presenta de forma clara, objetiva y directa, la estructura jerárquica de la finca, desde el administrador, caporales, trabajadores, todos los cargos y funciones están ahí, ayuda a la división interna, pero también contribuye a agilizar procesos y reducir barreras entre la finca y agentes externos.
2. Según la identificación de los problemas que presenta la finca Guanacaste, es importante conocer y determinar cada una de las problemáticas que tiene que mejorar.
3. La técnica FODA permite el análisis de problemas precisando las fortalezas y debilidades de la finca relacionadas con sus oportunidades y amenazas en el mercado. Las fortalezas y debilidades se refieren a la organización y sus productos, mientras que las oportunidades y amenazas por lo general, se consideran como factores externos sobre los cuales la propia organización no tiene control. Luego es posible tratar de explotar las fortalezas, superar las debilidades, aprovechar oportunidades y defenderse contra las amenazas, funciones importantes en el proceso de planeación y en las cuales la técnica, puede utilizarse en el análisis situacional dentro de dicho proceso

El análisis FODA fue para conocer las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de la finca Guanacaste, con la finalidad de apoyar a la finca a mejorar con cada una de las debilidades y amenazas y convertirlas en fortalezas, por lo que se puede concluir que el cultivo de palma en la finca Guanacaste tiene la fortaleza y la oportunidad de generar empleo para personas de la región.

1.7.RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que la finca capacite más del personal a cargo de las labores como tener más profesionales dentro del equipo de trabajo.
2. Se recomienda que la empresa implemente sistema de riego lo cual ayuda a evitar el estrés hídrico de la planta y retener más la humedad del suelo.
3. Se recomienda poner énfasis en el transporte de la fruta a extractora

1.8. BIBLIOGRAFÍA

1. Grupo Hame. (2012). *Manual administrador o supervisor de campo; cultivo de palma africana* (en línea). Guatemala. 65 p. Consultado 20 nov. 2016. Disponible en <https://www.linkedin.com/company/grupo-hame-olmecca>
2. Rojas, J. L. (2002-2013). Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA como una herramienta de planeación estratégica en las empresas. *Ciencia Administrativa*, 209(2), 54-61. Disponible en https://www.academia.edu/25620690/Procedimiento_para_la_elaboraci%C3%B3n_de_un_an%C3%A1lisis_FODA_como_una_herramienta_de_planeaci%C3%B3n_estrat%C3%A9gica_en_las_empresas

1.9. ANEXOS

Boleta de preguntas para la entrevista al administrador de la finca.

1. ¿Todas las fincas de las empresas son propias?

2. ¿Qué tipo de suelos tiene sus fincas?

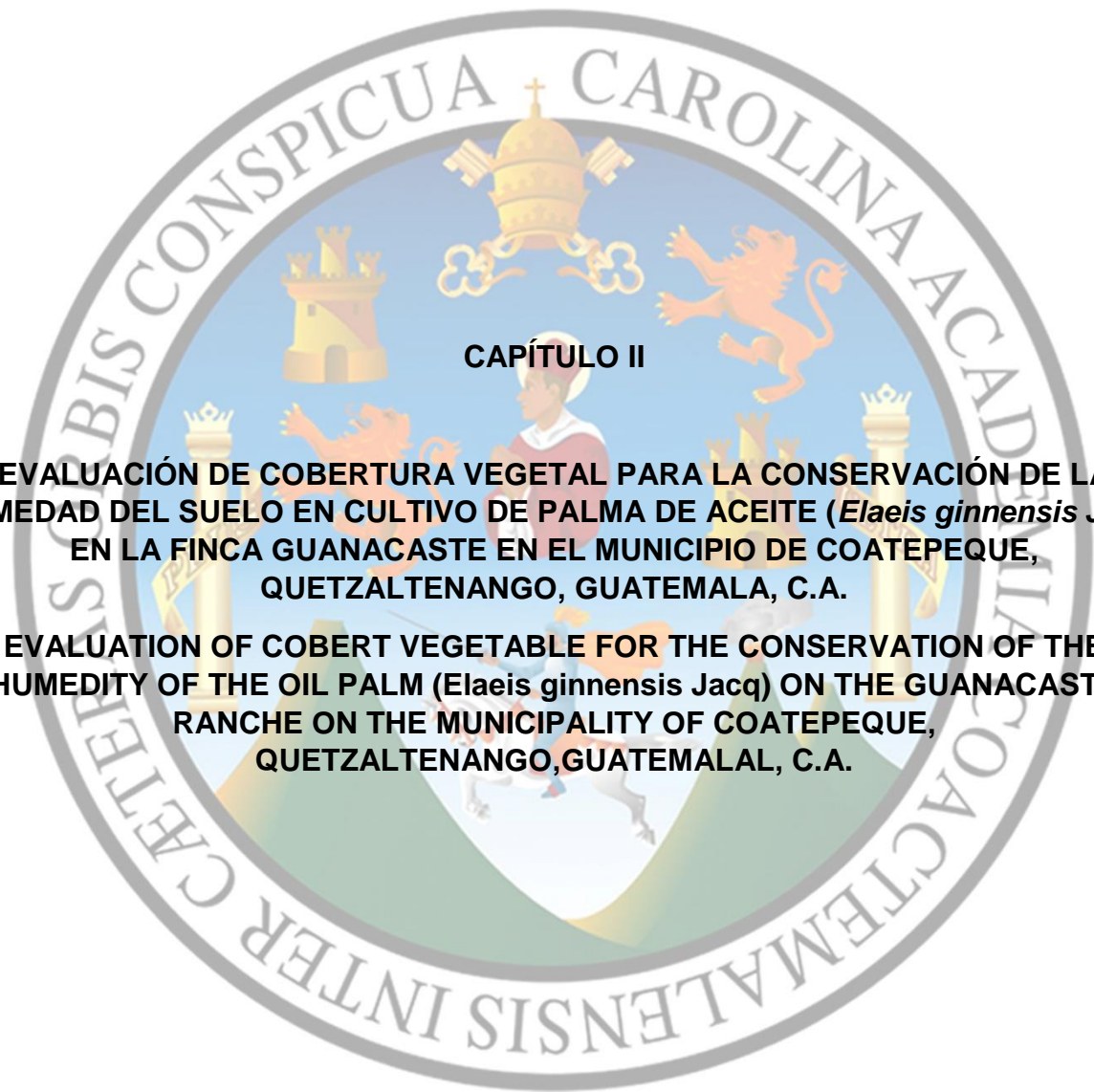
3. ¿Cómo está compuesto el organigrama de la finca?

4. ¿Existe supervisión técnica para el cultivo?

5. ¿La empresa cuenta con laboratorio de análisis?

6. ¿Los trabajadores de campo reciben capacitaciones constantes?

7. ¿Las fincas de la empresa cuenta con sistema de riego?



CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DE COBERTURA VEGETAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA HUMEDAD DEL SUELO EN CULTIVO DE PALMA DE ACEITE (*Elaeis ginnensis* Jacq) EN LA FINCA GUANACASTE EN EL MUNICIPIO DE COATEPEQUE, QUETZALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

EVALUATION OF COBERT VEGETABLE FOR THE CONSERVATION OF THE HUMEDITY OF THE OIL PALM (*Elaeis ginnensis* Jacq) ON THE GUANACASTE RANCHE ON THE MUNICIPALITY OF COATEPEQUE, QUETZALTENANGO, GUATEMALAL, C.A.

2.1.INTRODUCCIÓN

EL cultivo de la palma de aceite en Guatemala representa el 4 % del total del área agrícola cultivable en el país, es decir, 150,000 ha. El rendimiento nacional promedio es de alrededor 7 T/ha de aceite crudo de palma, superando el promedio mundial que está en 4 T/ha, como resultado de las buenas prácticas agrícolas que permiten ser más eficiente por hectárea y están orientadas a la sostenibilidad del cultivo.

La agroindustria de la palma de aceite es la fuente más eficiente en la producción de aceites en el mundo, debido a que produce más aceite por hectárea, requiriendo menos tierra y espacio que otros cultivos oleaginosos. El sector palmicultor representa el 1 % del Producto Interno Bruto (PIB) de Guatemala y genera 1 puesto de trabajo por cada 6 ha de palma cultivada.

El aceite de palma ocupa el sexto lugar en exportaciones a nivel nacional, generador de aproximadamente U.S. \$. 400 millones en ingresos de divisas. En la actualidad, el 80 % de la producción de aceite crudo de palma se exporta, principalmente, a México y, el 20 % se destina para consumo local cubriendo la demanda existente en el país. Guatemala se ha convertido en un referente mundial del mercado de aceite de palma, con el mayor crecimiento mundial en exportaciones en los últimos 20 años.

La finca Guanacaste, ubicada en el municipio de Coatepeque del departamento de Quetzaltenango, designa una extensión territorial del 95 %, correspondiente a 620 ha para la siembra de palma de aceite con la variedad Ghana, así también ha implementado el uso de coberturas vegetales para un control biológico de malezas - reduciendo mano de obra-, mejorando también la estructura del suelo -regulando temperatura, favoreciendo actividad microbiana, fijación de nutrientes y disminuyendo erosión), así también con fines de control de plagas y enfermedades en las plantaciones.

Como cualquier otro cultivo, la palma de aceite presenta problemas de índole agrícola, algunas de ellas el control de malezas, plagas, enfermedades, fertilidad, riego, entre otras. La problemática que presenta la plantación de palma de aceite en la finca

Guanacaste, gira en torno a que carece de un sistema de riego; buscando minimizar la erosión del suelo y potenciando la retención de humedad, dicha plantación posee una cobertura vegetal, la cual, en época seca, manifiesta un deterioro total, por lo que es necesario realizar una propuesta, de cobertura vegetal que satisfaga la necesidad de retención de humedad en el suelo, para dicha plantación.

Grupo HAME ha establecido como cobertura vegetal (Kudzu Tropical *Pueraria phaseoloides* y *Mucuna bracteata*), logrando con ella suprimir las malezas, controlar la erosión en las laderas, enriquecer el suelo debido a la fijación del nitrógeno atmosférico por los nódulos de las raíces, retener humedad en sus suelos y agregar materia orgánica a partir de su hojarasca, añadiendo considerables cantidades de nitrógeno por mineralización de la misma.

Un suelo descubierto, en relación a otro con cobertura vegetal tiene mayor evaporación en la superficie, bajo niveles de infiltración, mayor densidad, poros más pequeños, es susceptible a la erosión por agua y viento, tiene menores contenidos de materia orgánica y menos lombrices. (Coombe y Dry, 1992).

Por lo que en la presente investigación se evaluó el uso de tres variables, dos con coberturas vegetales (*Mucuna bracteata* y Kudzu Tropical *Pueraria phaseoloides*) y una testigo (sin cobertura vegetal) en función de la mayor retención de humedad en el suelo, tomando en cuenta las condiciones de capacidad de riego de la finca Guanacaste, en la plantación de palma de aceite, que ya poseen.

A partir del Ejercicio Profesional Supervisado, realizado en el período de 2017, los resultados muestran mayores niveles de humedad con 25.52 %, utilizando la cobertura vegetal *Mucuna Bracteata*, seguido por el tratamiento 2 en donde se utilizó la cobertura vegetal *Pueraria Phaseoloides* Kudzu con un resultado de 23.93 % de humedad en el suelo, por lo que se concluye, utilizando un análisis de varianzas, que el tratamiento 1 utilizando la cobertura vegetal *Mucuna Bracteata*, es el más funcional para la retención de humedad en el suelo de la finca Guanacaste, en la plantación de palma de aceite, en las condiciones de riego que dicha finca posee.

Como resultado obtenidos de la investigación si existió una mayor retención de humedad si se utiliza cobertura vegetal que cuando no se utiliza debido a que el suelo está descubierto existirá mayor evaporación por lo tanto mayor pérdida de agua, debido que la retención de humedad en suelos con cobertura de *Mucuna bracteata* fue mejor con un promedio de 25.52 % respecto a suelos sin cobertura de *Mucuna* que fue de 22.52 %

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Marco conceptual

2.2.1.1. Origen de la palma

La palma de aceite tiene su origen en la región occidental y central del continente africano; iniciando su propagación, a través del tráfico de esclavos a comienzos del siglo XVI, en navíos portugueses llegando a las costas del Brasil, donde sus bondades eran conocidas solo por los africanos transportados (García, 2006).

La palma de aceite crece naturalmente cerca de los ríos, en donde están sujetas a menos competencia de flora selvática, con más luz solar y mucha humedad (Sag, 2006).

En Guatemala se tiene registro que se da inicio formalmente a la siembra de palma de aceite en áreas antes destinada al algodón, a partir del año 1991 y 1992; en el que se cosecharon los primeros frutos de este cultivo (Grepalma, 2014).

2.2.1.2. Taxonomía y morfología de la palma de aceite

La palma de aceite es una planta perenne, cultivada para la extracción de aceite. La palma de aceite es una especie monoica que produce inflorescencia masculina y femenina por separado. Con ciclos femeninos y masculinos alternos evitando autofecundaciones.

Una inflorescencia femenina se convierte en un racimo con frutos maduros, de color rojo amarillentos, después de cinco meses a partir de su apertura de las flores. El número de hojas producidas por palma por año es variable, de acuerdo con la edad y los factores genéticos. En el cuadro 2, se puede observar la clasificación botánica de la palma de aceite (Infoagro, 2014).

Cuadro 2. Clasificación botánica

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Arecales
Familia:	Arecaceae
Subfamilia:	Arecoideae
Género:	<i>Elaeis</i>
Especie:	<i>E. guineensis</i> Jacq

Fuente: INFOAGRO, 2014.

2.2.1.3. Ecología, suelo, drenaje y riego

A. Aptitud y manejo de suelos en el cultivo de la palma de aceite

El crecimiento y el rendimiento de la palma de aceite dependen del ambiente en el cual se cultive. Uno de los elementos más importantes de este cultivo es el suelo. El suelo es el resultado de la influencia de factores formadores (genéticos y ambientales), que son vegetación, material parental, clima, organismos y topografía. Todos ellos actuando a través del tiempo originan los diferentes tipos de suelo (Ortiz, 1992).

La aptitud de un suelo para el cultivo de la palma de aceite depende de sus propiedades físicas, químicas y biológicas. El manejo adecuado (drenaje, fertilización, riego, etc.) de estas propiedades características y de las condiciones ambientales (agua, luz, temperatura) determinan el alto grado el rendimiento del cultivo (Ortiz, 1992).

B. Manejo y conservación de suelo

La erosión hídrica es un problema en lugares con alta precipitación. Algunos métodos utilizados para proteger el suelo de plantaciones de palma de aceite contra la erosión son (Rojas, 1976).

- Uso de mulch.
- Establecimiento de coberturas.
- Siembra de palmas en curvas a nivel.
- Siembra de plantas de coberturas en franjas.
- Distribución de hojas cortada en el campo.
- Construcción de camellones de protección.
- Construcción de camellones sujetos a brateas (esta técnica también sirve para conservar la humedad en áreas con déficit hídrico).

C. Aspectos generales del uso de coberturas

El término “cobertura natural” se refiere a cualquier tipo de vegetación que emerja del suelo. Sin embargo, puede desarrollarse una cobertura asociado con el cultivo para que brinde beneficios adicionales (Allen, 1981).

Las coberturas leguminosas asociadas con el cultivo de la palma de aceite son muy importantes para la conservación y el mejoramiento químico y físico el suelo, como también para el combate de malezas. Su utilización permite una mayor sostenibilidad del agroecosistema y reduce los costos de combate de malezas. En esta actividad se prefiere el uso de especies de coberturas de la familia leguminosas (cuadro 3) (Allen, 1981).

Cuadro 3. Ventajas y desventajas de usar coberturas en suelos con palma de aceite.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> ● Transformación de nitrógeno atmosférico no asimilable por las plantas, a una forma que pueda ser aprovechado. ● Producción e incorporación de materia prima en el suelo. ● Mejoramiento de las condiciones físicas (estructura, porosidad, etc.) y químicas del suelo. ● Reducción de la erosión, combate efectivo de malezas. ● Reducción de costos y facilidad de manejo del cultivo 	<ul style="list-style-type: none"> ● Se crea competencia con el cultivo si no es la especie indicada o si no es debidamente inoculada. ● Se obstaculiza las labores del cultivo. ● Se requieren ciclos periódicos de 3 u 8 semanas para apartar la cobertura de la rodaja, dependiendo principalmente del tipo de crecimiento de la especie usada (Kudzu, <i>Mucuna</i> sp etc.)

Fuente: Allen, 1981.

En el cuadro 4 se presenta algunas leguminosas más utilizadas como cobertura en suelos para de aceite.

Cuadro 4. Leguminosas más utilizadas como cobertura en suelos con palma de aceite.

Nombre Común	Nombre Científico	Ventajas	Desventajas
Kudzu 2-3 kg/ha	<i>Pueraria phaseoloides</i>	Invasora voluble. Fácil propagación. Bajo costo de semilla. Muy eficiente como cobertura vegetal. Aporta materia orgánica al suelo.	Tiende a enredarse en los troncos de los árboles, estrangulándolos. Se afecta por estrés hídrico en los veranos largos, se reseca. Peligro de incendio.
Mucuna 550 plantas/ha	<i>Mucuna bracteata</i>	Invasora voluble. Fácil propagación. Aporta materia orgánica. Tolera muy bien la sequía. Tolera sombra.	Por ser cobertura de muy rápido crecimiento, requiere de un manejo de control muy riguroso, para que no afecte el desarrollo del caucho por ser enredadera.
Pega-pega 2-3 kg/ha	<i>Desmodium heterocarpum</i> CIAT 13651	Invasora rastrera no voluble. Fácil propagación. Bajo costo. Muy eficiente como cobertura vegetal. Aporta materia orgánica al suelo.	Puede ser albergue de algunos géneros de nematodos. En algunos sitios muere rápidamente la planta pero se regenera por sus propias semillas.

Fuente: Allen, 1981.

a. Coberturas rastreras

Son especies de porte robusto, entre las que se destacan Kudzu, *Calopogonium* (*Calopogonium muconoides*) que son ampliamente utilizadas en Asia, Centro América *Pusbescens styzolobium* sp (Allen, 1981).

El kudzu es una leguminosa perenne, vigorosa y trepadora; sus raíces son profundas y sus tallos velludos pueden alcanzar longitudes hasta de 9 m. Estos tallos producen raíces en los nudos que hacen contacto con el suelo y producen un follaje de 50 cm a 75 cm de altura, en un período de 8 a 9 meses, después de su siembra (Allen, 1981).

2.2.1.4. Descripción del material experimental

A. cobertura vegetal *Mucuna bracteata*

Es un cultivo de cobertura que ayuda a cubrir y proteger el suelo de los efectos de la erosión, a controlar malas hierbas o malezas, al mantenimiento de la humedad del suelo y a promover la fijación en importantes cantidades, de nitrógeno atmosférico (Agro Brookers. 2017).

Es una planta leguminosa que se utiliza como cobertura en los agroecosistemas que operan en torno a ciertos tipos de cultivos como palma de aceite, caucho, forestales, cítricos y otros frutales (figura 3) (Agro Brookers. 2017).



Fuente: elaboración propia, 2016.

Figura 3. Cobertura vegetal *Mucuna bracteata*

Crece unos 10 cm/día - 15 cm/día en condiciones similares a las requeridas por los cultivos a los que sirve como sistema de cobertura. Prefiere un ecosistema cálido y húmedo, a una temperatura de alrededor de 20 °C a 35 °C y una precipitación anual con buena distribución (Agro Brookers. 2017). Es originaria de las zonas del noreste de la India, donde tiene un uso frecuente en plantaciones de caucho. También se ha introducido con éxito en plantaciones de palma aceitera en Malasia. Esta planta tiene el potencial de aumentar la fertilidad y la salud del suelo a través de los procesos de fijación de nitrógeno atmosférico, el incremento en los niveles de materia orgánica y actividad biológica del suelo, el mejoramiento de la aireación y el drenaje, además de proporcionar un mayor nivel de retención de agua sostenible y aprovechable más allá de las actuales condiciones de los campos de las plantaciones en las que se establezca esta interesante cobertura leguminosa (Agro Brookers. 2017).

B. Cobertura Kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*)

Pueraria phaseoloides es una planta dentro de la familia de los guisantes (*Fabaceae*). Es un prometedor forraje de cultivos, de cobertura utilizado en los trópicos. Se conoce como “puero” en Australia y kudzu tropical en la mayoría de las regiones tropicales. Está estrechamente relacionado con otras especies en el género *Pueraria* y es transitable con las otras especies de *Pueraria*, Clasificación botánica del Kudzu (cuadro 5).

Cuadro 5. Clasificación botánica de la kudzu.

Reino	Plantae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Papilionoideae
Tribu	Phaseoleae
Subtribu	Glycininae
Género	<i>Pueraria</i>
Especies	<i>P. phaseoloides</i>

Fuente: Agro Brookers, 2017.

a. Usos potenciales

Cobertura, pastoreo, banco de proteína y abono verde.

b. Consideraciones especiales

Alto valor nutritivo (digestibilidad)

c. Descripción

Herbácea perenne de crecimiento rastrero, planta voluble y trepadora, de hojas trifoliadas y forma triangular ovalada, muy pubescentes en la superficie inferior; flores de color púrpura, vaina ligeramente curvada y pubescente. Sistema radicular fuerte y profundo produce nódulos profusamente y en forma natural (figura 4).



Fuente: elaboración propia, 2016.

Figura 4. Cobertura vegetal de Kudzu, *Pueraria phaseoloides*

d. Adaptación

Crece bien en suelos ácidos y no tolera suelos salinos, soporta suelos encharcados, no resiste sobre pastoreo en suelos pobremente drenados. En condiciones tropicales se

adapta hasta los 1600 m s.n.m., suelos con fertilidad mediana-alta, necesita fósforo y magnesio; su rango de adaptación va de bosques húmedos hasta subhúmedos (> 1,500 mm por año), sobrevive de 4 – 5 meses secos y resiste a sombra moderada.

e. Establecimiento

El Kudzu se puede propagar por semilla o por material vegetativo, ya que los estolones (coronas) atienen la propiedad de producir raíces, pero lo usual es por semilla, es necesario escarificar las semillas (mecánica o químicamente), el crecimiento inicial es lento, pero una vez establecido cubre rápidamente, ayuda a la protección del suelo por su hábito de crecimiento postrado y estolones enraizados. La recomendación de fertilización depende del análisis de suelo.

f. Manejo

Se recomienda aplicar fósforo en el momento de la siembra, los demás elementos se deben aplicar a los dos meses después. Cada año se debe aplicar el 50 % de las dosis como mantenimiento en la época de lluvia. Permite una muy buena asociación con gramíneas de porte erecto y también con especies estoloníferas tipo brachiaria cuando se siembra en franjas.

Durante la época de sequía se reduce la producción de MS por efecto de defoliación, pero con las primeras lluvias se reinicia el crecimiento activo y vigoroso. Cuando se pastorea en asociación se puede utilizar pastoreo continuo o rotacional, también es utilizado como banco de proteína. Períodos moderados de descanso le permiten una buena recuperación y su persistencia en la pradera tiene mucho que ver con el manejo.

g. Problemas

Cuando se usa como coberturas en plantaciones permanentes su manejo se dificulta por su hábito trepador; en pastoreo si no se maneja bien, su persistencia es baja.

h. Productividad, calidad, suelo y animal

El Kudzu tiene un alto valor nutritivo, en términos de proteína, digestibilidad, contenido de minerales; el consumo animal en algunos casos requiere de acostumbramiento. La aceptación es alta especialmente en época seca; mejora las condiciones físicas y químicas del suelo por la cantidad de hojas depositadas y por el nitrógeno fijado. La producción de MS está entre 5 T y 6 T/ha/año. Los altos contenidos de proteína y calcio se manifiestan en la producción animal. El potencial de producción animal de gramíneas asociadas con *Pueraria* es de 400 g a 700 g/animal/día. Como abono verde el Kudzu tiene una descomposición rápida y aporta el equivalente de 50 kg – 100 kg de N/ha/año.

i. Producción de semilla y propagación vegetativa

Pueraria phaseoloides es una especie de días cortos, que produce la semilla en las épocas secas, necesita de soporte para mayores producciones; los mayores rendimientos ocurren en suelos fértiles de textura liviana y buen contenido de materia orgánica. Los rendimientos varían de 400 kg/ha a 500 kg/ha. (Cuadro 6).

Cuadro 6. *Pueraria phaseoloides* - Kudzu tropical, Kudzu.

Familia	Leguminosa
Ciclo vegetativo	Perenne
Adaptación pH	3.5 – 5.5
Fertilidad del suelo	Mediana-alta
Drenaje	Buen drenaje, aguanta encharcamiento
m s.n.m.	0 – 1,600 m
Precipitación	> 1,500 mm
Densidad de siembra	4 kg/ha, escarificada
Profundidad de siembra	1 cm – 2 cm
Valor nutritivo	Proteína 18 % – 20 %, digestibilidad 60 % – 70 %
Utilización	Cobertura, pastoreo, abono verde, banco de proteína

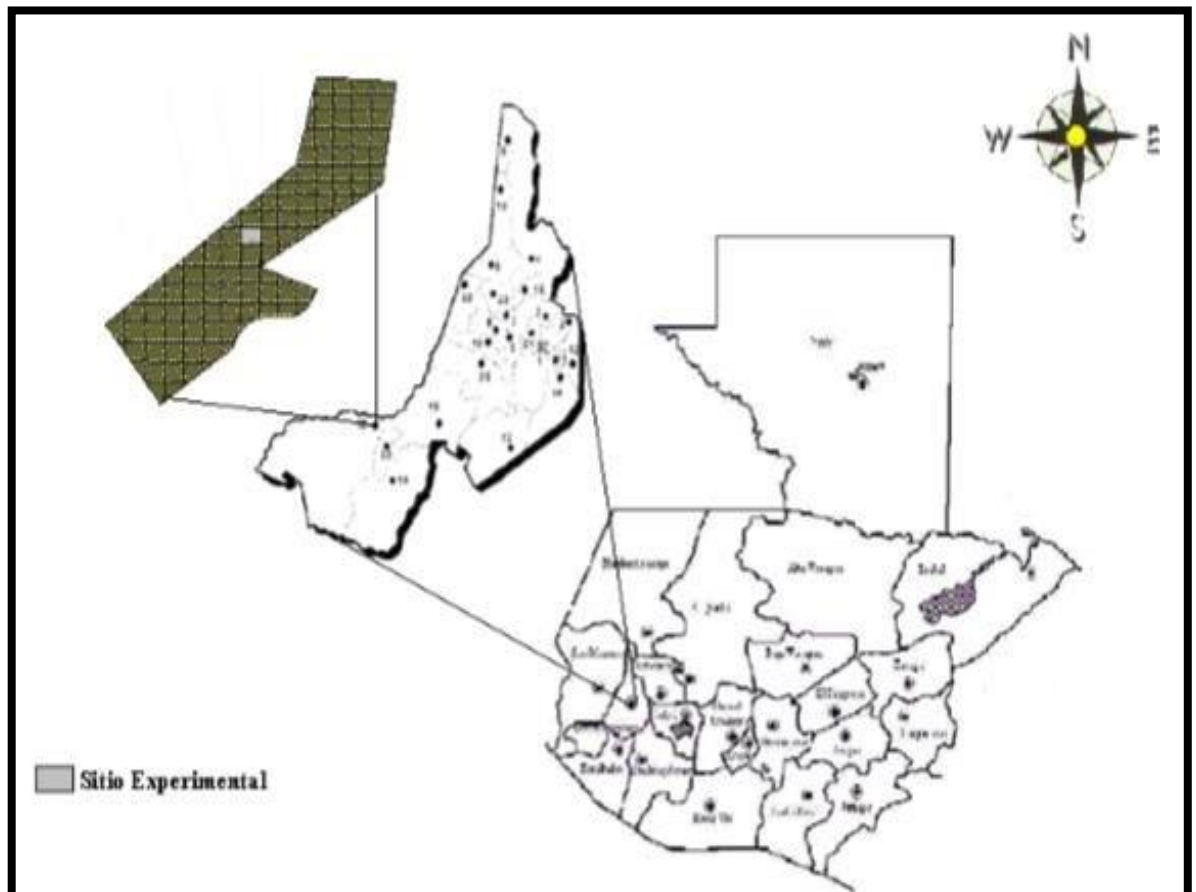
Fuente: elaboración propia, 2017.

2.3. Marco referencial

2.3.1. Ubicación de la finca

La finca Guanacaste se localiza en el municipio de Coatepeque departamento de Quetzaltenango, la cual es administrada por la empresa LA MONTAÑA S.A. DE GRUPO HAME actualmente se encuentra en un 95 % cultivada de palma de aceite (*Elaeis guineensis* jacq), la misma cuenta con un área de 620 ha cultivadas con la variedad Ghana, a una altura de 320 m s.n.m.

La finca está ubicada en las siguientes coordenadas geográficas con una Latitud Norte $14^{\circ} 43' 05''$ y Longitud Oeste $91^{\circ} 55' 00''$, en la figura 5.



Fuente: Grupo HAME, 2015.

Figura 5. Mapa de la finca Guanacaste

2.3.2. Clima y zonas de vida

La finca Guanacaste está ubicada en una zona de vida: bosque húmedo sub-tropical cálido (BhSc), con dos estaciones definidas: la estación seca de noviembre hasta abril y la estación húmeda de mayo a octubre. (Holdridge 1978)

Clima

La bocacosta es una región angosta que se extiende desde parte del departamento de San Marcos hasta el de Jutiapa. De hecho, está situada en la ladera montañosa de la Sierra Madre. Por lo que posee elevaciones de 300 m s.n.m. a 1,400 m s.n.m.

Las lluvias en esta área alcanzan los niveles más altos del país, junto a la transversal del norte. Pero los niveles de temperatura aumentan a medida que se desciende hacia el litoral del pacífico.

El clima es semicalido sin estación fría bien definida (insivumeh)

A. Temperatura

Temperatura con un rango entre 22 °C a 31 °C con una media anual de 28 °C.

B. Humedad relativa

La humedad relativa media anual es de 85 %. Con un promedio de horas luz diarios de 9.8 h. Una Evapotranspiración de 0.45 %.

C. Velocidad

Los vientos con una velocidad promedio de 10 km/h, con dirección dominante norte a sur.

D. Precipitación

La precipitación media anual de 3,500 mm. A una altura de 320 m s.n.m. (Nájera, 1995)

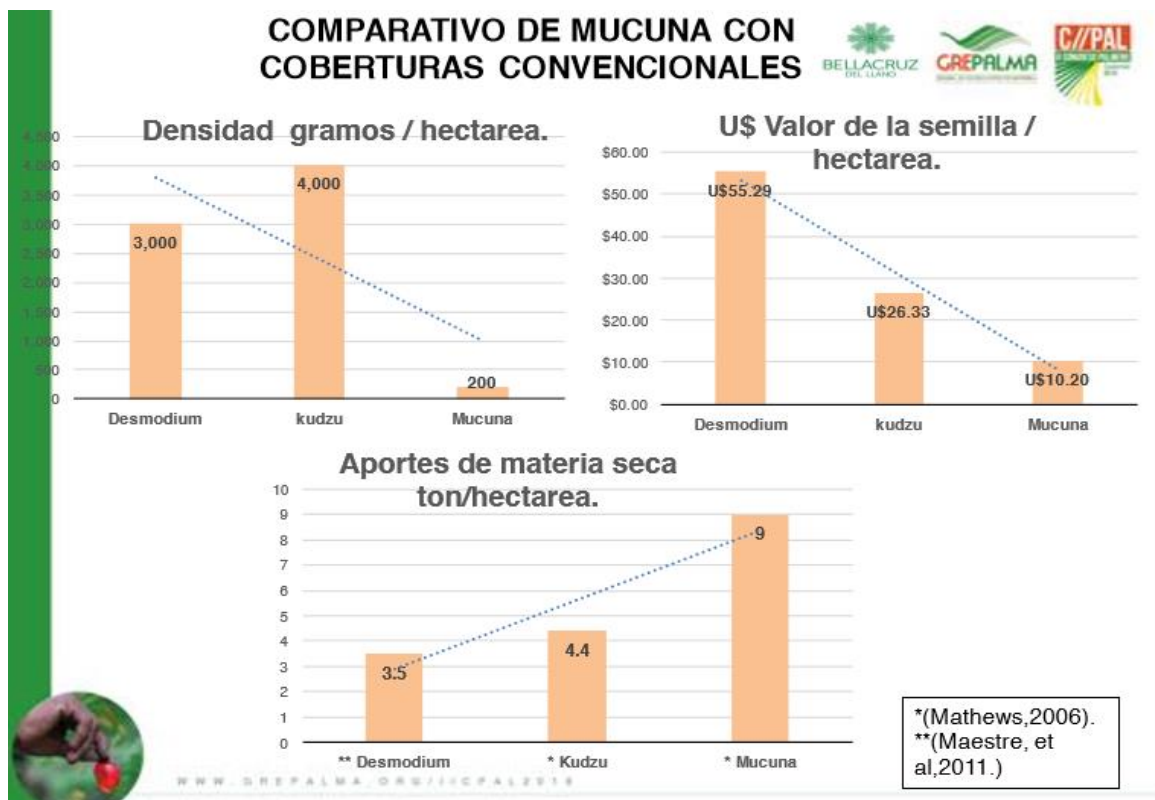
E. Condiciones edáficas

El área de estudio está comprendida en el litoral del pacífico con suelos clasificados en la serie Ixtan (Ix), el material madre es ceniza volcánica (Aluvión) cementada de color oscuro. Tiene un relieve ondulado con pendiente entre 5 % y 20 %. El suelo superficial cuenta, con una profundidad de 15 cm, el subsuelo es de color café rojizo, de textura arcillosa plástica con un espesor entre 60 cm a 75 cm (Simmons et, al 1959).

2.3.3. Experiencias en el establecimiento de la cobertura *Mucuna (Mucuna bracteata)* en Bella Cruz del Llano

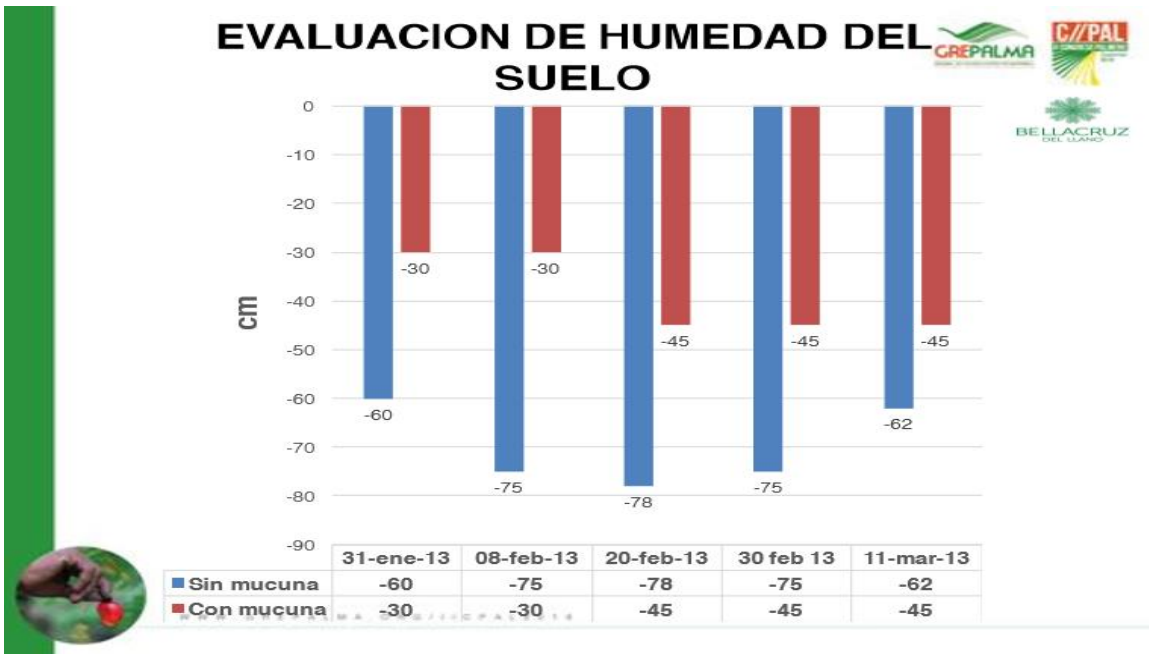
- Mitigar las condiciones de sequía por déficit hídrico que afectan el cultivo, ya que ayuda a conservar la humedad del suelo (figura 6).

- Buen control de la erosión del suelo.
- Retención de humedad en el suelo (figura 7).
- Mejora la estructura de suelos, actúa como subsolador natural y disminuye la compactación.
- Aumento en los contenidos de materia orgánica seca en el suelo (9 T/ha/año).
- Características alelopáticas que mejoran la capacidad competitiva frente a malezas (gramíneas) ya el taque de plagas.
- Crecimiento bastante vigoroso
- Establecimiento fácil y baja tasa de siembra.
- Baja palatabilidad para el ganado.
- Tolerancia a la sombra (Ortega, 2014).



Fuente: Mipaz Ortega, 2014.

Figura 6. Comparación de Mucuna, kudzu y convencional



Fuente: Mipaz Ortega, 2014.

Figura 7. Humedad del suelo.

2.4. OBJETIVOS

2.4.1. Objetivo general

Evaluar la cobertura de *Mucuna bracteata* para la conservación de humedad del suelo en cultivo de palma de aceite, en la finca Guanacaste en el municipio de Coatepeque departamento de Quetzaltenango.

2.4.2. Objetivos específicos

1. Determinar el porcentaje de humedad retenida en el suelo utilizando la cobertura vegetal.
2. Determinar la profundidad de la humedad del suelo utilizando la cobertura vegetal.
3. Determinar con base a la edad de la cobertura vegetal, si existe una mejor retención de humedad.

2.5. HIPÓTESIS

Ho

El uso de cobertura vegetal no presenta diferencia significativa en la conservación de humedad del suelo en el cultivo de palma de aceite

Ha

El uso de cobertura vegetal si presenta diferencia significativa en la conservación de humedad del suelo en el cultivo de palma de aceite.

2.6. METODOLOGÍA

2.6.1. Descripción del área experimental

La investigación se realizó en la finca Guanacaste en el municipio de Coatepeque departamento de Quetzaltenango, el área experimental que se utilizó fue el lote 2 de la finca la plantación cuenta con 3 años de edad

2.6.2. Tratamientos y repeticiones

Los tratamientos utilizados se describen cuadro 8.

Cuadro 7. Descripción de tratamientos

Tratamiento	Descripción de los tratamientos
T1	Cobertura vegetal de <i>Mucuna bracteata</i> .
T2	Cobertura vegetal de Kudzu.
T3	Testigo (sin Cobertura)

Fuente: elaboración propia, 2016.

2.6.3. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar, debido a la presencia de una gradiente de variabilidad en cuanto a la pendiente, el modelo estadístico que se utilizó se describe a continuación (figura 8).

bloque 1	T1	T3	T2
bloque 2	T3	T2	T1
bloque 3	T2	T1	T3

Fuente: elaboración propia. 2016

Figura 8. Área de investigación y distribución de los tratamientos.

2.6.4. Descripción de la unidad experimental

Espacialmente el experimento contó con 1 ha de tierra sembrada con palma de aceite al tresbolillo teniendo una densidad de siembra de 140 plantas/ha.

La misma fue dividida en 8 sub-parcelas de 25 m de ancho por 50 de largo dando un total de 10,000 m². En cada una hubo densidad de siembra de 18 plantas por parcela.

2.6.5. Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + E_{ij} \quad \begin{matrix} \{i = 1, 2, 3, \dots, t \\ j = 1, 2, 3, \dots, r \end{matrix}$$

Dónde:

- Y_{ij} = variable de respuesta obsecada o media en el i – esimo tratamiento y el j – esimo bloque
- μ = medio general de la variable de respuesta
- T_i = efecto del esimo tratamiento aplicado
- β_j = efecto de j – esimo bloque
- E_{ij} = error asociado a la ij – esimo experimenta

2.6.6. Descripción de la variable de retención de humedad

La variable de respuesta evaluada fue el porcentaje de humedad retenida por el suelo. Se realizó un levantamiento de muestras en cada parcela a cada 10 días, para obtener mejores parámetros.

2.6.7. Análisis de la información

Para el análisis de los datos retomados cada 10 días, se utilizó el software estadístico "INFOSTAT^R", realizando un análisis de varianza y posteriormente se realizó una prueba de medias con los tratamientos que presentaron diferencias significativas.

2.7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.7.1. Porcentaje de humedad

Para obtener la humedad del suelo, se realizó con ayuda de un barreno para la extracción de muestras y horno de secado, realizando 8 muestreos aproximadamente cada 15 días en 2 estratos diferentes (profundidades) que son 10 cm y 20 cm, teniendo un total de 144 datos de humedad; el tratamiento con mayor cantidad fue el 3 que consistió donde se encontraba de cobertura la *Mucuna bracteata* (Mucuna) con 25.52 % de humedad; seguido por el tratamiento 2 donde se encontraba de cobertura la *Pueraria phaseoloides* (Kudzu) con 23.93 % de humedad y por último el tratamiento 3 sin cobertura (figura 9).

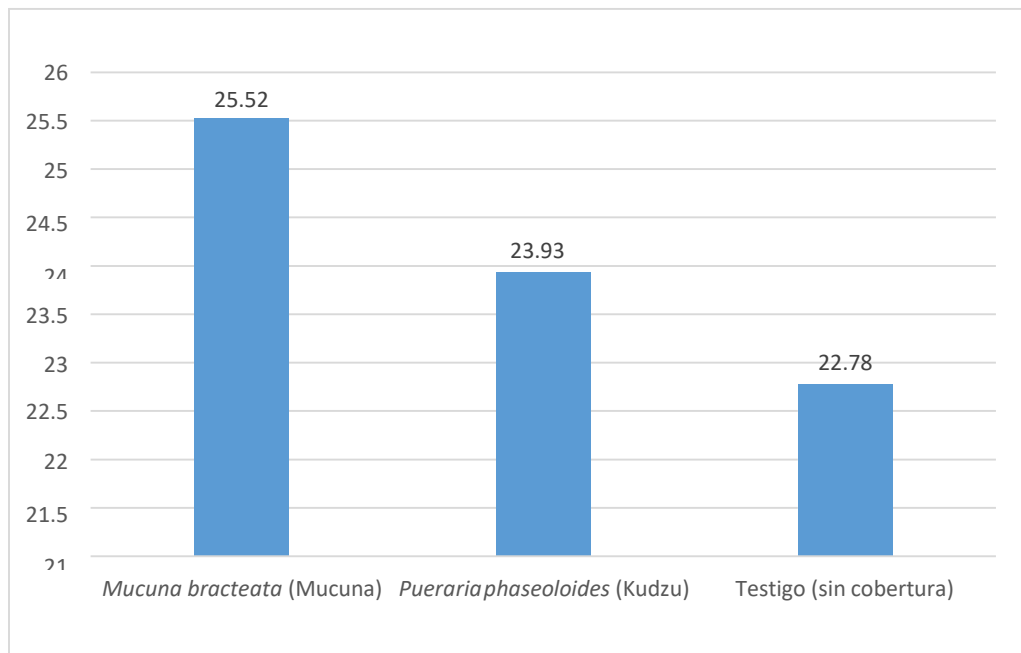


Figura 9. Gráfica del porcentaje de humedad según la cobertura vegetal en palma de aceite en la finca Guanacaste.

Esto nos muestra que el tratamiento 1 es el de mayor porcentaje de humedad con respecto a los otros tratamientos, debido a lo anterior se realizó un análisis de varianza para determinar si existe diferencia significativa cuadro 8.

Cuadro 8. Resumen de análisis de varianza para la variable porcentaje de humedad en palma de aceite en la finca Guanacaste.

F.V	S C	G L	CM	F	p-valor
Modelo.	52325.36	49	1067.86	64.86	<0.0001
Cobertura vegetal	181.96	2	90.98	5.53	0.0054
Bloque	88.35	2	44.18	2.68	0.0736
Profundidad	512	1	512	31.1	<0.0001
Muestreo	50769.46	7	7252.78	440.52	<0.0001
Interacción cobertura *profundidad	218.8	2	109.4	6.64	0.002
Interacción cobertura *muestreo	110.48	14	7.89	0.48	0.939
Interacción profundidad*muestreo	311.39	7	44.48	2.7	0.0135
Interacción cobertura*profundidad*muestreo	132.91	14	9.49	0.58	0.8771
Error	1547.63	94	16.46		
Total	53872.99	143			

Referencias:

FV: Fuente de variación

SC: Suma de cuadrados

GL: Grados de libertad

CM: Cuadrado medio

F: Valor de F

Al observar los resultados del análisis de varianza realizado, se determinó que existe diferencia estadística significativa del efecto de la cobertura establecida (p-valor menor a 0.05). Por lo que, puede decirse que la humedad del suelo se ve influenciado por el tipo de vegetación que se utiliza como cobertura en el cultivo de palma de aceite. Además, en cuanto al tiempo de toma de datos, así como en la profundidad de muestreo, y las interacciones de la cobertura*profundidad son estadísticamente significativos por lo que se realizó un análisis de media utilizando Tukey (cuadro 9).

Cuadro 9. Resumen del análisis de medias sobre la cobertura vegetal

Cobertura vegetal	Medias	Grupo Tukey	
<i>Mucuna bracteata</i> (Mucuna)	25.52	A	
<i>Pueraria phaseoloides</i> (Kudzu)	23.93	A	B
Testigo (sin cobertura)	22.78		B

En el cuadro anterior de resumen de análisis de Tukey se puede identificar que en cuanto a la cobertura vegetal existe diferencia significativa, es decir que *Mucuna bracteata* (Mucuna) logro retener mayor cantidad de humedad respecto a las otras coberturas con una media de 25.52 %, seguida de *Pueraria phaseoloides* (Kudzu) quedando y por último el testigo es decir sin cobertura vegetal con un valor promedio de 22.78 % de humedad.

2.7.2. Profundidad de muestreo

Para la profundidad de muestreo se tomó en cuenta 10 cm y 20 cm, que es en referencia a la profundidad de raíz de la cobertura para identificar en que sustrato existía mejor porcentaje de humedad, (figura 10).

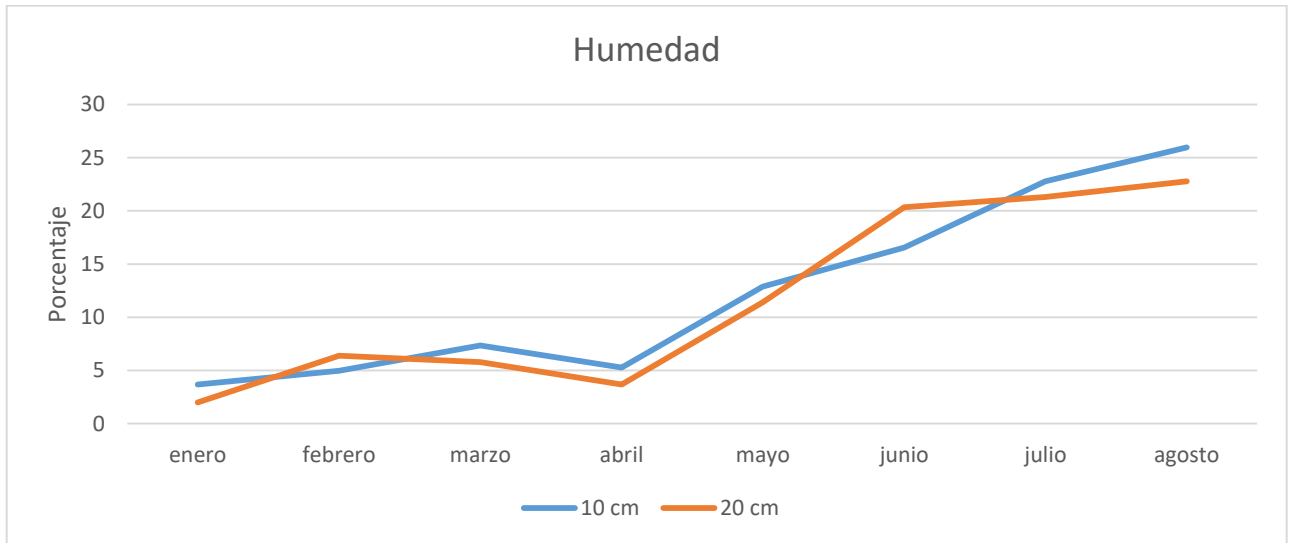


Figura 10. Grafica del porcentaje de humedad según la profundidad de muestreo en palma de aceite en la finca Guanacaste.

Según la figura anterior, al considerar la profundidad de muestreo, se observó un mayor porcentaje de humedad a los 10 cm con 25.96 % seguido de 20 cm con 22.19 %, según el análisis de varianza (cuadro 10) si existe diferencia estadística significativa por lo que se realizó el análisis de medias de Tukey.

Cuadro 10. Resumen del análisis de medias sobre la profundidad de muestreo

Profundidad	Medias	Grupo Tukey
10 cm	25.96	A
20 cm	22.19	B

En el cuadro anterior de resumen de análisis de Tukey se puede observar que a los 10 cm se observó una superior retención de humedad con 25.96 % del muestreo y una menor a los 20 cm con 22.19 %.

2.7.3. Muestreo

Se realizaron 8 muestreos en total, esto es en base a la edad de la cobertura vegetal teniendo en el primer muestreo 761 días de edad, en el segundo muestreo 775 días, en el tercer muestreo 789 días, en el cuarto muestreo 802 días, en el quinto muestreo 815 días, en el sexto muestreo 830 días, en el séptimo muestreo 850 días y en el octavo muestreo 864 días (figura 11).

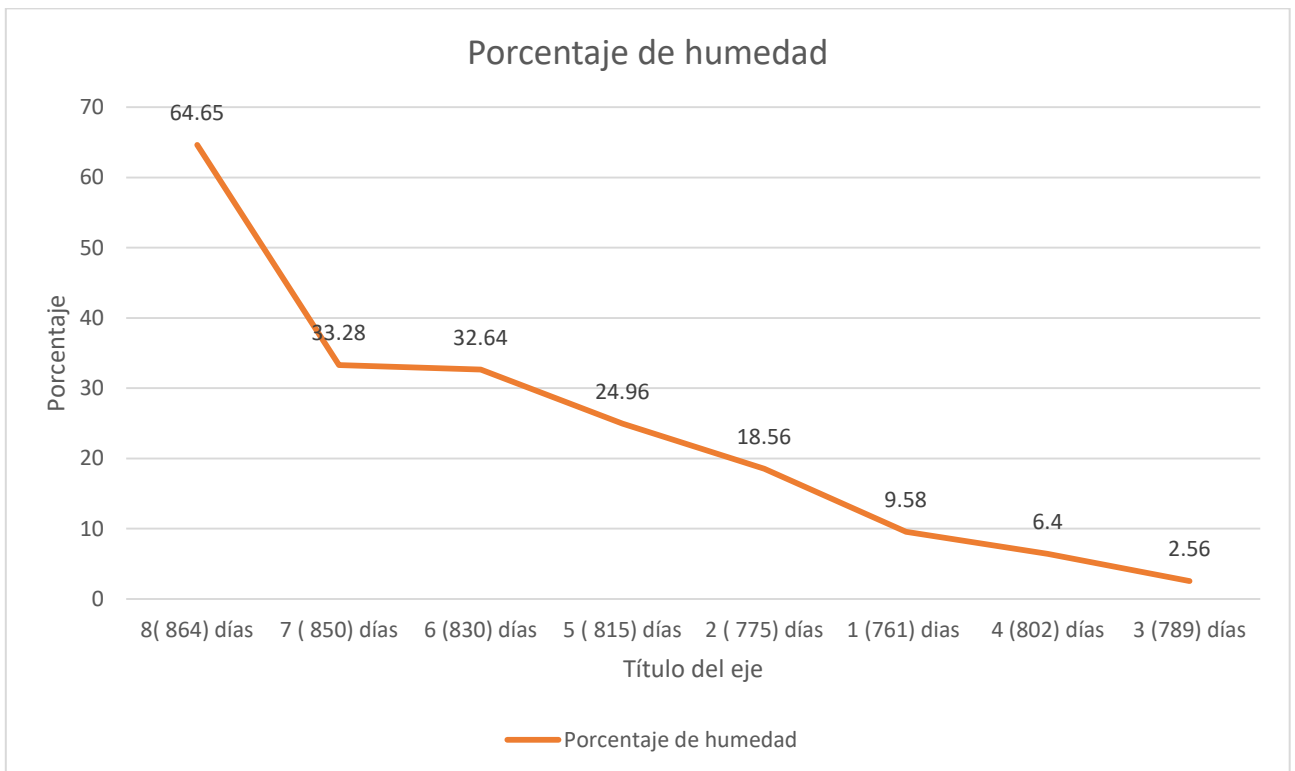


Figura 11. Grafica de porcentaje de humedad según el número de muestreo en palma de aceite en la finca Guanacaste.

Según figura anterior se observó un mayor porcentaje de humedad en el octavo muestreo (761 días de edad) con 64.65 %, seguido del séptimo muestreo (775 días) con 33.28 %, el sexto muestreo (789 días) con 32.64 %, el quinto muestreo (802 días) con 24.96 %, el segundo muestreo (815 días) con 18.56 %, el primer muestreo (830 días) con 9.59 %, el cuarto muestreo (850 días) con 6.4 % y por último el tercer

muestreo (864 días) con 2.56 %, según el análisis de varianza (cuadro 11) si existe diferencia estadística significativa por lo que se realizó el análisis de medias de Tukey.

Cuadro 11. Resumen del análisis de medias sobre la profundidad de muestreo

Muestre o	Medias	Grupo Tukey
8	64.65	A
7	33.28	B
6	32.64	B
5	24.96	C
2	18.56	D
1	9.59	E
4	6.4	E F
3	2.56	F

En el cuadro anterior, resumen de análisis de medias de Tukey donde se observa que el octavo muestreo se observó mayor retención de humedad con 64.65 % y una menor al tercero muestro con 2.56 %, lo que significa que a mayor edad de la cobertura se presentará mejor retención de humedad en el suelo, debido a que se ha distribuido de una mejor manera en el terreno.

En la figura 12 se muestra el Climadiagrama de la finca Guanacaste donde los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo donde la precipitación aumenta el 25 % al principio del año donde la humedad se mantiene el suelo a una profundidad de 20 cm donde la temperatura se mantiene estable durante todo el año.

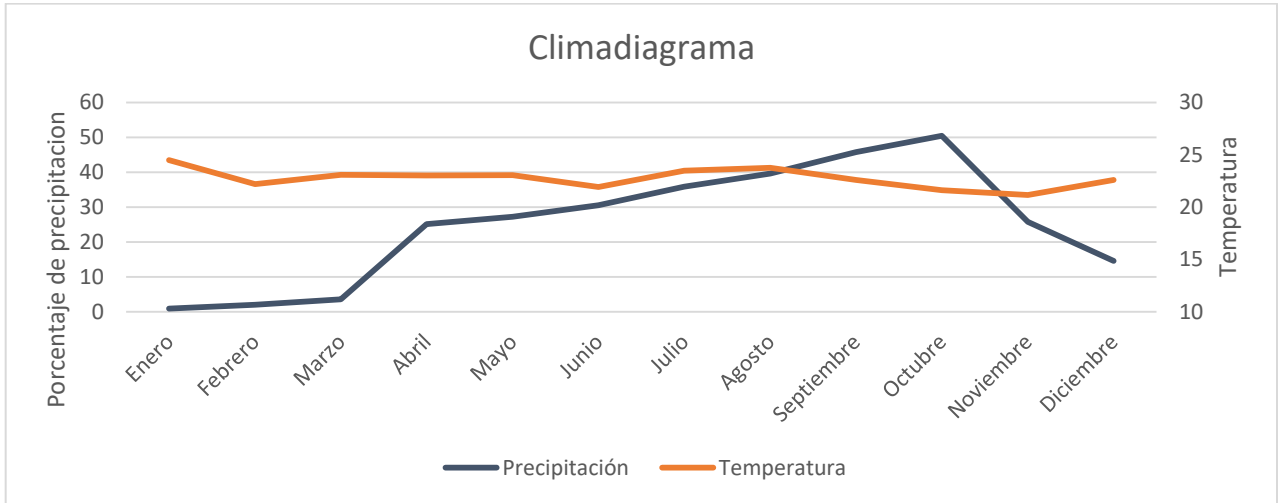


Figura 12. Climadiagrama de la finca Guanacaste

2.8. CONCLUSIONES

1. Para el porcentaje de humedad se obtuvo una diferencia estadística significativa. Con el uso de cobertura. *Mucuna bracteata* (Mucuna) logró retener mayor cantidad de humedad, que cuando no se utiliza, debido a que el suelo está descubierto existirá mayor evaporación por lo tanto mayor pérdida de agua, La retención de humedad en suelos con cobertura de *Mucuna bracteata* fue mejor con un promedio de 25.52 % respecto a suelos sin cobertura de Mucuna que fue de 22.52 %.
2. Para retención de humedad fue mejor profundidad de 20 cm debido que no hay tanta pérdida de agua, es decir que la cobertura vegetal realiza una mejor protección en suelo para la perdida de humedad.
3. Con forme la cobertura vegetal tiene más edad, se presentó mejor retención de humedad en el suelo, debido a que se ha distribuido de una mejor manera en el terreno, con la *Mucuna bracteata* (Mucuna) con 25.52 % de humedad y con la *Pueraria phaseoloides* (Kudzu) con 23.93 %

2.9. RECOMENDACIONES

1. Para cobertura vegetal en cultivo se recomienda utilizar *Mucuna bracteata* (Mucuna) ya que fue superior en cuanto a la retención de humedad del suelo.
2. Hacer estudios del contenido de materia orgánica al suelo al inicio del experimento y al final para establecer el aporte de materia orgánica y Nitrógeno al suelo.
3. Investigar aportes al mejoramiento de suelos utilizando *Mucuna bracteata* como cobertura vegetal en cultivo de palma de aceite.
4. Investigar el incremento en el contenido foliar de nitrógeno en la palma de aceite utilizando *Mucuna bracteata*.
5. Hacer estudios sobre la contribución de la cobertura leguminosa en términos del control de plagas y enfermedades

2.10. BIBLIOGRAFÍA

1. Agro Brookers. (2017). *Mucuna bracteata* (en línea). Bogotá, Colombia. Consultado 20 nov. 2016. Disponible en <http://agrobrowsers.com.co/sitio/index.php/icon-post/90-destacado2>
2. Allen, O.N., & Allen, E.K. (1981). *The leguminosae*. Madison, WI, US: The University of Wisconsin Press. 812 p.
3. De la Cruz S., J.R. (1942). *Clasificación de zonas de vida de Guatemala; según el sistema Holdridge*. Guatemala: Instituto Nacional Forestal. 43 p.
4. García, L.; Fernández, C. (1991). *Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa. 348 p.
5. Grupo Hame. (2012). *Manual administrador o supervisor de campo; cultivo de palma africana* (en línea). Guatemala. 65 p. Consultado 20 nov. 2016. Disponible en <https://www.linkedin.com/company/grupo-hame-olmeca>
6. Infoagro.com. (2014). *Palma africana* (en línea). España. Consultado 27 julio de 2014 Disponible en: http://www.infoagro.com/herbaceos/oleoginosas/palma_africana_Aceitera_coroto_de_guinea_aabora.htm
7. Mipaz Ortega, O. (2014). *Experiencias en el establecimiento de la cobertura mucuna (Mucuna bracteata) en Bellacruz del Lano S. A.* Obtenido de Reunión técnica nacional de palma de aceite (12., 2014, Colombia): [http://www.cenipalma.org/sites/default/files/files/Cenipalma/20_establecimiento_de_cobertura_mucuna\(1\).pdf](http://www.cenipalma.org/sites/default/files/files/Cenipalma/20_establecimiento_de_cobertura_mucuna(1).pdf)
8. Ortiz, R.A. (1992). *Aptitud y manejo de suelos para el cultivo de palma aceitera*. Costa Rica: ASD de Costa Rica. 10 p. (Mimeografiado).
9. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Honduras (SAG). (2006). *Antecedentes de la palma africana en Honduras*. Recuperado de PRONAGRO / SAG., <http://www.iica.ac.cr/Esp/regiones/central/honduras/Documentospublicos/vc%20agrocadenas/Cadena%20Palma%20Africana%20-Honduras%202013.pdf>

10. Simmons, C., Tárano, J.M., Pinto, J.H. (1946). *Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala*. Guatemala: José de Pineda Ibarra. 1,000 p.
11. Rojas, R.A. (1976). *Drenaje superficial de tierras agrícolas*. Venezuela: CIDIAT.



CAPÍTULO III

SERVICIOS REALIZADOS EN FINCA GUANACASTE EN EL MUNICIPIO DE COATEPEQUE, QUETZALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

3.1. PRESENTACIÓN

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado –EPS- Los servicios se realizaron en la finca Guanacaste, localizada en el municipio de Coatepeque del departamento de Quetzaltenango, administrada por la empresa La Montaña S.A. de Grupo Hame.

El primer servicio consiste en un muestreo de suelo para conocer las características del mismo, por ello el análisis de suelo es la mejor guía para el diagnóstico de sus condiciones, lo que permitirá una mejor planificación de las actividades y manejo, ajustando los insumos de producción. Por lo tanto se describe la metodología adecuada para obtener una muestra de suelo correcta para su respectivo análisis.

El segundo servicio fue realizar un muestreo de análisis foliar en palma de aceite, para que el análisis foliar constituya una herramienta útil en la nutrición de los cultivos es fundamental efectuar un buen muestreo; el laboratorio puede entregar unos resultados de una calidad química excelente, pero la validez agronómica del análisis depende principalmente del muestreo que se efectúe. Por lo tanto como resultados obtenidos se describe la metodología adecuada para tener un muestreo foliar.

El tercer servicio consistió en la realización de aforos directos con fines de riego mediante el uso de molinete hidrométrico y como resultado obtenido se logró conocer la disponibilidad de agua con la que se cuenta cada uno de los ríos o cauces para fines de riego dentro de las diferentes fincas de palma de aceite

3.2. SERVICIO 1. Realizar un muestreo de suelo en campo, para el cultivo de palma de aceite.

3.2.1. OBJETIVO

1. Realizar un muestreo de suelo para determinar la fertilidad de los suelos

3.2.2. METODOLOGÍA

Aunque no sea una tarea particularmente complicada, la toma de muestras de suelo debe ser realizada con cuidado, es importante recordar que el análisis de suelo podrá ser representativo de un sitio si y solo si la muestra fue tomada y preparada de forma correcta.

- a. tome la muestra del suelo en el sitio donde se aplica el fertilizante. En el caso de plantaciones adultas (igual a 5 años) cuando aplique el fertilizante en toda el área, tome la muestra en la entre línea evitando el área del plato y en plantaciones jóvenes (igual a 4 años) tome la muestra en el área de goteo de la palma.
- b. utilice una herramienta que permita tomar pequeñas muestras de volumen uniforme, es este caso un barreno de tubo es muy útil ya que no se acarrea suelo en exceso o puede ser también una pala
- c. usualmente se toman muestras en los ensayos de nutrición, 0-10 cm, 10-20 cm y de 20-30 cm de profundidad, lo que corresponde a la profundidad de suelo más afectada por los fertilizantes y en la que se concentran más puntos de absorción del sistema radical. Y el muestreo a nivel comercial de la muestra se debe tomar a una profundidad de 0-30 cm. Se debe evitar muestrear en o cerca de caminos, en sitios inundados o muy húmedos y donde exista estiércol u otros residuos orgánicos

d. cada muestra se mezcla bien y se homogeniza, eliminando piedras, raíces y otros objetos extraños. Si la muestra es muy grande esta se debe cuartear hasta alcanzar un tamaño de unos 400 gramos. Es recomendable dejar un respaldo de cada muestra. El respaldo y la muestra que se envía al laboratorio debe estar debidamente identificados: unidad de muestreo, fecha, profundidad.



Agujero para la toma de muestra.



Submuestra de 0 - 10 cm.



Submuestra de 10 - 20 cm.



Submuestra de 20 - 40



Uniformizando el volumen de la submuestra.

Figura 13. Metodología para realizar un análisis del suelo

3.2.3. RESULTADOS

3.2.3.1. Realización del muestreo de suelo para la determinación de los nutrientes disponibles

Cuadro 12. Tipo de análisis a solicitar al laboratorio

SUELOS	Completo	pH, CE, Acidez, Al, CIC, K, Mg, Ca, Na, P, Textura, MO, S, B, Fe, Cu, Mn, Zn
	Básico	pH, CE, Acidez, Al, CIC, K, Mg, Ca, Na, P, Textura, MO
	Principal	pH, CE, Acidez, Al, CIC, K, Mg, Ca, Na, P
	Silicio	Si
	Densidades	Aparente, Real y Porosidad Total (Se requiere la muestra recolectada en cilindro, con sus medidas, o con terrones de suelo)
	Bases Solubles	Ca, Mg, K, Na solubles (Se requiere mínimo 500 g de suelo)

En el cuadro 12 se presenta el tipo de análisis solicitado al laboratorio de la finca y en el cuadro 13 se presentan los resultados obtenidos del laboratorio. Por lo que el análisis químico de suelos es una herramienta que sirve para estimar si existen problemas de fertilidad del suelo. Los resultados del análisis permiten estimar mediante el uso de soluciones extractoras, la disponibilidad de nutrientes para la planta durante su ciclo de desarrollo.

Los resultados de los análisis de suelos se comparan con un cuadro de ámbitos de referencia que permite clasificar los valores en bajos, óptimos y altos.

- **Datos con color rojo:** indican nivel bajo o fuera de rango
- **Datos con color negro:** indican nivel adecuado
- **Datos con color azul:** indican nivel alto

En el cuadro 14 se puede observar cuáles son los ámbitos de referencia para la clasificación de valores, si los niveles de nutrientes están bajos, medios o altos.

Suelo	Medida	Bajo	Medio	Alto
pH	Cmol(+)/l	<5,5	5,6 - 6,5	>6,5
Ca	Cmol(+)/l	<4	4 - 20	>20
Mg	Cmol(+)/l	<1	1 - 5	>5
K	Cmol(+)/l	<0,2	0,2 - 0,6	>0,6
Acidez	Cmol(+)/l	<0,5	0,5 - 1,5	>1,5
CICE	%	<5	5 - 25	>25
SA	%	<10	10 - 50	>50
P	%	<10	10 - 20	>20
Fe	%	<10	10 - 100	>100
Cu	%	<2	2 - 20	>20
Zn	Mg/l	<2	2 - 10	>10
Mn	Mg/l	<5	5 - 50	>50
B	Mg/l	<0,5	0,5 - 3,0	>3,0
S	Mg/l	<20	20 - 50	>50
MO	%	<5	5 - 10	>10

Cuadro 14. Ámbitos de referencia para la clasificación de valores bajos, medios y altos

3.2.4. EVALUACIÓN

1. El suelo es la base para el establecimiento de cualquier proyecto agrícola, Antes de establecerse cualquier uso del suelo es necesario conocer sus características.
2. Para saber qué tipo de suelo poseemos en nuestras fincas, es indispensable que realicemos un análisis de suelo, el cual nos permitirá determinar qué características posee, que tan factible y que tan apto es para el establecimiento de un determinado cultivo.
3. Mediante la implementación del análisis de suelo, le permitirá al agricultor determinar que fertilizante aplicar, que cantidad de fertilizante aplicar al suelo para mejorar la producción, y qué medidas tomar cuando se presente un problema de suelo. Se logró determinar la disponibilidad de los nutrientes en el suelo y la probabilidad de respuesta a la fertilización, logrando definir la dosis de nutrientes adecuada para la finca.

SERVICIO 2. Realizar análisis foliar en el cultivo de palma de aceite

3.2.5. OBJETIVO

1. Realizar el análisis foliar en el cultivo de palma de aceite.

3.2.6. METODOLOGÍA

- a.) Ubicación de la planta e identificación según filotaxia, hoja número 17 en plantas adultas y en plantas jóvenes identificar la hoja numero 9
- b.) Anotar o registrar el número de lote o parcela, describir anomalías o síntomas de deficiencias
- c.) Cortar la hoja correspondiente y extraer 4 folíolos de la parte media de la hoja, dos de cada lado del raquis
- d.) Corte y limpieza de la parte media del folíolo, el corte consiste en dividir el folíolo en dos partes (A y B), eliminar nervadura. Posteriormente limpiar con agua destilada
- e.) La muestra foliar se debe secar por 24 horas después de su corte,
- f.) luego se envía al horno en una bandeja de aluminio a una temperatura de 70 °C a 80 °C durante 4 h o 5 h hasta que la muestra presente una consistencia seca y quebradiza.

3.2.7. RESULTADOS

3.2.7.1. Procedimiento para realizar el análisis foliar en el cultivo de palma de aceite

En la figura 14 se presenta la selección de la palma donde se realizó el análisis foliar



Figura 14. Selección de palma: A) Palma seleccionada, B) Hoja seleccionada y C) filotaxia de la palma



Figura 15. Fotografías del proceso de la selección de la hoja: A) foliolo seleccionado, B) Corte del foliolo, C) Foliolo Seleccionado para el análisis, D) División del foliolo, E) Preparación del foliolo para el secado en horno.

El cuadro 15 se presentan los resultados obtenidos del análisis foliar del cultivo de palma africana en la finca Guanacaste.

Informe de Resultados de Análisis Foliar Palma Africana



No. Orden: 0219-16
 Fecha: 25-nov-16
 Responsable: Jorge Evelio Aragon
 Empresa: Agroservicios El Triunfo, S.A.
 Localización: Coatepeque, Quetzaltenago
 Cultivo: Palma Africana

	Niveles adecuados						ELEMENTOS MAYORES								ELEMENTOS MENORES				Cmol/kg	
	No. Lab	Finca	Lote	Año de Siembra	No. de Hoja	Ensayo	Tratamiento	Nitrogeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc	Boro	Menor a 2.5	60.00 - 90.00
10450	Guanacaste	1	2015	9	Comercial	-	2.64	0.24	1.85	0.70	0.36	0.38	8.41	68.24	454.68	24.49	15.37	1.43	111.58	
10451	Guanacaste	2	2015	9	Comercial	-	2.59	0.23	1.78	0.74	0.34	0.38	8.12	73.31	551.16	20.92	14.10	1.45	110.95	
10452	Guanacaste	3	2015	9	Comercial	-	2.61	0.23	1.75	0.71	0.35	0.39	8.93	74.41	522.17	19.60	17.34	1.49	108.81	
10453	Guanacaste	4	2015	9	Comercial	-	2.66	0.23	1.86	0.64	0.32	0.36	9.14	68.43	424.25	19.00	14.37	1.43	105.94	
10454	Guanacaste	5	2015	9	Comercial	-	2.69	0.25	2.00	0.71	0.34	0.42	9.58	72.97	411.43	20.40	17.95	1.34	114.37	
10455	Guanacaste	6	2015	9	Comercial	-	2.58	0.21	1.80	0.61	0.30	0.14	8.27	55.98	438.57	18.99	15.47	1.43	101.28	
10456	Guanacaste	7	2015	9	Comercial	-	2.63	0.20	1.69	0.61	0.27	0.14	8.61	60.78	402.34	20.31	16.27	1.56	96.00	
10457	Guanacaste	8	2015	9	Comercial	-	2.71	0.20	1.63	0.70	0.32	0.15	8.89	66.73	440.35	21.49	20.23	1.66	102.78	
10458	Guanacaste	9	2015	9	Comercial	-	2.87	0.22	1.83	0.63	0.33	0.16	9.42	69.40	430.16	18.31	14.36	1.57	106.04	
10459	Guanacaste	10	2015	9	Comercial	-	2.84	0.22	1.81	0.57	0.31	0.15	12.11	62.66	457.36	17.35	13.87	1.57	99.87	
10460	La Escondida	2	2014	9	Comercial	-	2.65	0.21	1.79	0.65	0.29	0.16	9.34	67.27	444.92	28.68	17.89	1.49	101.72	
10461	Santa Anita I	1	2014	9	Comercial	-	2.83	0.22	1.84	0.74	0.30	0.16	9.23	65.13	193.20	19.05	18.05	1.54	108.99	

OBSERVACIONES:

Nitrógeno total: Método Micro Kjeldhal
 Elementos mayores y menores: Digestión en Microondas y Método de Espectrometría de emisión plasma - ICP.

■ Nivel Bajo o fuera de rango
■ Nivel Adecuado
■ Nivel Alto

Fecha de Recepción: 25-Nov-16
 Fecha de Entrega: 16-Dic-16

Ing. Humberto Jiménez
 Jefe Laboratorio de Suelos y Plantas

- Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio y en su impresión ORIGINAL.
- Los resultados de este informe corresponden a muestras recibidas de acuerdo a los criterios de Aceptación establecidos por Laboratorio de Suelos y Plantas.
- Laboratorio de Suelos y Plantas, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le de a este informe.
- La reproducción parcial o total de este informe deberá ser autorizada por escrito por Laboratorio de Suelos y Plantas.

Cuadro 15. Resultados del análisis foliar

El análisis foliar es una técnica analítica mediante la cual se mide el contenido de nutrientes en los tejidos vegetales. Es útil para evaluar el estado nutricional de los cultivos y ayuda a establecer si el grado de absorción de algún nutriente ha sido adecuado. Cuando se buscan rendimientos altos, el análisis foliar es una excelente herramienta para controlar el estado nutricional de las plantas durante todo el ciclo de crecimiento.

En cuanto a los resultados del análisis foliar de la finca Guanacaste se obtuvo son

- **Datos con color rojo:** indican nivel bajo o fuera de rango fue el azufre que la mitad de la finca tiene bajo nivel de este elemento.
- **Datos con color negro:** indican nivel adecuado fue (N) nitrógeno, (Fe) hierro, (B) boro y (NK) elementos menores.
- **Datos con color azul:** indican nivel alto fueron (P) fosforo, (K) potasio, (Mg) magnesio, cobre, (Mn) manganeso y (Zn) zinc.

Elemento	Deficiente (D)	Bajo (B)	Suficiente (S)	Alto (A)
N %	< 2.30	2.40 a 2.50	2.60 a 2.80	>2.80
P %	< 0.14	0.14 a 0.15	0.15 a 0.19	>0.19
K %	< 0.95	0.95 a 1.00	1.00 a 1.20	>1.20
Ca %	< 0.60	0.60 a 0.65	0.65 a 0.70	>0.70
Mg %	< 0.18	0.18- 0.27	0.27 a 0.30	>0.30
S %	< 0.10	0.10 a 0.20	0.20 a 0.25	>0.25
Cl %	< 0.25	0.25 a 0.50	0.50 a 0.75	>0.75
Zn p.p.m	< 13.0	13.0 a 15.0	15.0 a 19.0	>19.0
B p.p.m	< 9.00	9.00 a 15.00	15.0 a 17.0	>17.0
Cu p.p.m	< 4.00	4.0 a 6.0	6.0 a 9.0	>9.0
Fe p.p.m	< 50.00	50.0 a 60.0	60.0 a 70.0	>70.0
Mn p.p.m	< 100.00	100.0 a 150.0	150.0 a 270.0	>270.0

Cuadro 16. Niveles críticos de referencia del análisis foliar.

3.2.8. EVALUACIÓN

El análisis foliar se basa en el principio de que, para que una planta funcione y produzca efectivamente, cada uno de sus tejidos requiere una determinada concentración de nutrientes. Si se conocen esas concentraciones que se consideran adecuadas en un órgano específico a una edad determinada para un cultivo, al muestrear ese mismo tejido en la misma edad en una plantación en producción, resulta posible establecer una comparación y saber si la planta se encuentra bien nutrida o si presenta alguna deficiencia

Con este análisis se logró determinar de cómo se encuentran los nutrientes dentro de la planta (N, P, K, CA, Mg, Cu, ZN, Y B), si el resultado del análisis indica alguna deficiencia se corrige mediante una aplicación de fertilizante foliar que más convenga. No todas las apariencias anormales se deben a una deficiencia, algunos pueden ser debido a un exceso de ciertos elementos. Además, los síntomas de una deficiencia pueden parecerse a los de otra. Un análisis de tejido vegetal puede determinar la causa si es nutritivo.

Se logró determinar que el uso más importante del análisis foliar es como una herramienta de monitoreo para determinar la adecuación de las prácticas de fertilización actuales. El muestreo de un cultivo periódicamente durante la temporada o una vez cada año proporciona un registro de su contenido de nutrientes que puede ser utilizado a través de la estación de crecimiento o de año en año. Con información de análisis de suelo y un informe de análisis foliar, un productor puede determinar la mejor práctica de fertilización

3.3. SERVICIO 3. Realización de aforos directos con fines de riego mediante el uso de molinete hidrométrico

3.3.1. OBJETIVO

1. Calcular los caudales circulantes en las secciones transversales de los ríos, para fines de riego utilizando el molinete hidrométrico

3.3.2. METODOLOGÍA

Para realizar el aforo se debe de medir el ancho y la profundidad del río en la sección transversal mediante verticales con barra (figura 16).

A la hora de seleccionar el lugar para realizar el aforo directo se debe de escoger de entre todos los posibles, el que mejor se cumpla las siguientes condiciones:

- a. Velocidades paralelas en todos los puntos y que formen ángulo recto con la sección transversal de la corriente
- b. Curvas regulares con distribución de velocidad en los planos verticales y horizontales, velocidades superiores a 0.15 m/s, cauce del río uniforme y estable, profundidad superior a 0.30 m y ausencia de plantas acuáticas.
- c. El ancho del cauce se mide con una cinta o una cuerda debidamente marcada por segmentos, cada segmento tendrá la longitud de 1 m.



Figura 16. Midiendo el ancho de la fuente hídrica

- d. En la figura 17 se presenta la metodología para realizar las mediciones verticales mediante una barra la cual está debidamente marcada a cada centímetro, se coloca la barra en la punto que corresponde a cada segmento y se mide la profundidad del río o cauce



Figura 17. Midiendo la profundidad de cada vertical

- e. Medir la velocidad con el molinete en uno o más puntos de cada vertical

La velocidad del flujo en un punto determinado se mide contando el número de revoluciones del rotor de un molinete de hélice con eje horizontal, durante un periodo de 60 segundos, como mínimo, medido con un cronometro. Los molinetes se calibran para abarcar el rango de velocidades del flujo que ha de medirse. Los molinetes calibrados deben volver a ser recalibrados después de tres años o de 300 h de uso o cuando se dude de su correcto funcionamiento.

Teniendo el ancho de la fuente y la profundidad del cauce, se procede a tomar la velocidad del caudal mediante el uso de molinete, seguidamente se procede al llenado del formato de aforo el cual dará los m^3 / seg de dicha fuente o río.

Cuadro 17. Calibración del Molinete

Profundidad de la fuente hídrica	Altura de molinete
0 m a 1 m	60 % (se toma solo una lectura)
1 m o más m	20 % , 60 % , 80 % (se toman 3 lecturas respectivamente)



Figura 18. Midiendo la velocidad del caudal con molinete hidrométrico

- f. Las mediciones del ancho, de la profundidad y de la velocidad permiten calcular el caudal correspondiente a cada segmento en que se ha dividido la sección transversal. La suma de los caudales asociados a cada segmento proporciona el caudal total circulante por la sección transversal aforada (figura 19).

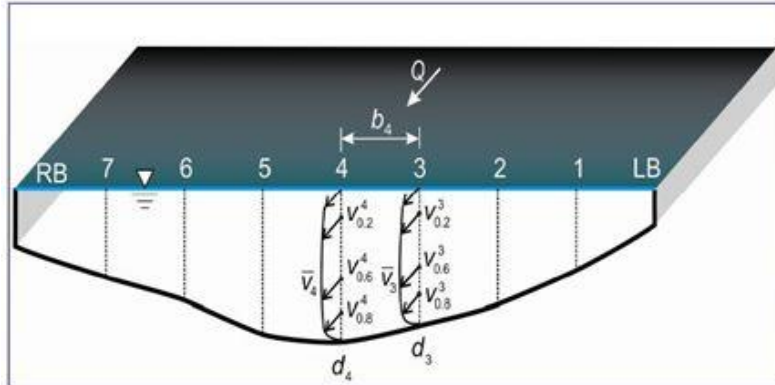


Figura 19. Sección transversal y divisiones verticales para la realización de aforo directo

3.3.3. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del aforo de la fuente hídrica utilizada.


		FORMATO MEDICIÓN DE CAUDALES				SISTEMA DE GESTIÓN DE SOSTENIBILIDAD		
Fecha de Emisión:		No. De Edición: 01		Fecha de Edición: 01/01/2017		Página: 1 de 1		
El Triunfo S.A.								
Fecha:	JUEVES 19-01-2017	Finca:	LA PARADA	Rio:	MOPA			
Equipo utilizado:	MOLINETE DE ASPAS	Bloque:	0	Semana:	3			
Hora inicio:	7:30	Hora final:	8:45	Mes:	ENERO			
Coordenadas:	X= E348711 Y= N1614296	Ancho de la Fuente o Rio:	10.5 METROS	Estación de aforo:	RIO ARRIBA			
SECCIONES	DISTANCIA (M)	PROFUNDIDAD (M)	AREA (M ²)	VELOCIDAD DEL CAUDAL (M/S)				CAUDAL (M ³ /S)
				20%	60%	80%	MEDIA	
1	0	0,09	0		0		0,00	0,00
2	1	0,24	0,165		0		0,00	0,00
3	1	0,46	0,35		0,04		0,04	0,01
4	1	0,63	0,545		0,04		0,04	0,02
5	1	0,78	0,705		0		0,00	0,00
6	1	0,85	0,815		0,04		0,04	0,03
7	1	0,7	0,775		0,01		0,01	0,01
8	1	0,63	0,665		0		0,00	0,00
9	1	0,66	0,645		0,01		0,01	0,01
10	1	0,69	0,675		0,12		0,12	0,08
11	1	0,7	0,695		0,19		0,19	0,13
TOTAL								0,30

Figura 20. Resultados obtenidos de la medición del cause

En la figura 20 se presenta el formato utilizado para la medición de caudales, el cual consta de información importante tales como: fecha, nombre de la finca, nombre del rio o cause, equipo utilizado, numero de bloque, numero de semana, hora de inicio de aforo, hora final de aforo, mes, coordenadas del punto de aforo, ancho de la fuente o rio, estación de aforo.

El formato de medición de caudales consta de 9 columnas las cuales son:

A. Secciones

Representa el número de segmentos que tiene el río o cause con una longitud de 1 m.

B. Distancia

Representa la longitud de cada segmento el cual es de 1 m.

C. Profundidad

Es la profundidad en m de cada segmento del río.

D. Área

Consiste en obtener el área de cada segmento, el cual se obtiene sumando la (profundidad 1 + profundidad 2) ²; el resultado se multiplica por columna 2 (distancia), la cual es de 1 metro; obteniendo así nuestra área en metro cuadrado

E. Velocidad de Caudal

En esta parte de nuestro formato de medición de caudales se presentan cuatro columnas las cuales determinan la profundidad a la que nuestro equipo (molinete) debe calibrarse para tomar la lectura de velocidad, esta calibración depende de la profundidad del segmento; mayor a un metro de profundidad, se tomaran las tres lecturas y menor a un metro de profundidad únicamente se toma una lectura a 60 %.

La media es el promedio de las tres lecturas de velocidad en m/s.

F. Caudal

Resultado que se obtiene de multiplicar la columna de área por la Columna de media, obteniendo así nuestro caudal de cada segmento en m^3/s ,

Sumando los caudales de cada segmento obtenemos el caudal total de nuestro río o cause.

Un sistema de riego es el conjunto de reglas o principios relacionados entre sí, sobre la forma correcta de aplicar el riego agrícola en una plantación determinada, teniendo en cuenta que el método de riego utilizado en la finca es riego por aspersión, este sistema se basa en la conducción del agua a presión a través de un sistema de tuberías hasta llegar al área donde el agua sale de la tubería por emisores (aspersores) que pueden ser de diferente tipo dependiendo el método.

El equipo de bombeo proporciona la presión necesaria para asperjar el agua en el terreno ya que son muy pocos los casos en los que la fuente de abastecimiento se encuentra lo suficientemente alta con respecto al terreno, como para obtener dicha presión por gravedad. Las estaciones de bombeo pueden ser fijas o móviles, y la elección del tipo de bomba depende de la forma en que se capte el agua del caudal, que puede ser pozo, río, presa, etcétera.

El sistema de accionamiento de la bomba, es por medio de combustión interna. Un motor riega 120 ha de cultivo de palma. El agua bombeada y conducida por los elementos de riego, es lanzada a la atmosfera en forma de gotas por los aspersores; los aspersores rotativos o de impacto son los más utilizados en el cultivo de palma de aceite, los aspersores más comunes en este cultivo son los aspersores marca NAAN y SENNIGER, estos son de presión intermedia de 25 a 30 psi, para lograr traslape, con el objetivo de tener un riego uniforme. Los caudales (descarga de boquilla) de estos aspersores varían de un rango amplio desde aproximadamente 0.55 gpm hasta 1.23 gpm.

A partir del resultado obtenido con respecto al formato de medición de caudales $0.30 \text{ m}^3/\text{s}$ el cual equivale a $4,755.61 \text{ gal}/\text{min}$; es apto para regar, dado que un motor funciona con no menos de $2,000 \text{ gpm}$, levantando todos los aspersores para tener un riego eficiente.

3.3.4. EVALUACIÓN

- Se logró conocer la disponibilidad de agua con la que se cuenta cada uno de los ríos o cauces para fines de riego dentro de las diferentes fincas de palma de aceite,
- Se logró distribuir el agua a las diferentes áreas en la cantidad deseada
- Conociendo los caudales de ríos por medio del aforo, se pudo determinar el volumen de agua con que se riegan las áreas de cultivo
- Se logró determinar la eficiencia de uso y de manejo del agua de riego