UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE DOS DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA EN COBERTURAS VEGETALES Y DOS GRAMAS, PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE MACADAMIA, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA MONTE DE ORO, SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.

MAURICIO EDUARDO VAQUERO RIVAS

201210583

GUATEMALA, ABRIL DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN EVALUACIÓN DE DOS DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA EN COBERTURAS VEGETALES Y DOS GRAMAS, PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE MACADAMIA, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA MONTE DE ORO, SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.

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

POR

MAURICIO EDUARDO VAQUERO RIVAS

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONÓMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, ABRIL DEL 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR EN FUNCIONES

Dr. Jorge Orellana Oliva

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	ING. ARG. WALDERMAR NUFIO REYES
VOCAL I	DR. MARVIN ROBERTO SALGUERO BARAHONA
VOCAL II	DRA. GRICELDA LILY GUTIERREZ ALVAREZ
VOCAL III	ING. AGR. M.A. JORGE MARIO CABRERA MADRID
VOCAL IV	P. AGR. MARLON ESTUARDO GONZÁLEZ ÁLVAREZ
VOCAL V	BR. SERGIO WLADIMIR GONZÁLEZ PAZ
SECRETARIO	ING. AGR. WALTER ARNOLDO REYES SANABRIA

GUATEMALA, ABRIL DE 2021

GUATEMALA, ABRIL 2021

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

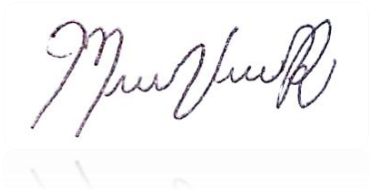
Honorables miembros:

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 DOS DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA EN COBERTURAS VEGETALES Y DOS GRAMAS, PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE MACADAMIA, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA MONTE DE ORO, SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, 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 requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



MAURICIO EDUARDO VAQUERO RIVAS
201210583

ACTO QUE DEDICO

A DIOS Por permitirme llegar hasta aquí y darme la sabiduría para obtener este logro.

A MIS PADRES Ana Rivas de Vaquero y Mauricio Vaquero por darme la vida y apoyarme todo el tiempo preocupándose por que nada me faltara siempre se los agradeceré.

A MIS HERMANAS Beatriz, Marcela y Cecilia por siempre apoyarme en todo momento y ser un ejemplo en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A:

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	Mi Alma Mater.
FACULTAD DE AGRONOMÍA	Por darme la oportunidad de poder adquirir nuevos conocimientos, por formarme profesionalmente y hacer de mí un mejor ser humano.
MIS AMIGOS	Por brindarme su amistad en este proceso de formación en el que coincidimos para adquirir los conocimientos durante nuestro tiempo en la facultad.
MI SUPERVISOR Y ASESOR	Por tener el tiempo y la dedicación para apoyarme en la formación de este documento.
FINCA MONTE DE ORO	Por permitirme realizar mis prácticas en sus instalaciones.

ÍNDICE

PÁGINA

RESUMEN VIII
CAPÍTULO I : DIAGNÓSTICO AGRÍCOLA REALIZADO EN FINCA MONTE DE ORO SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ. 1
1.1. INTRODUCCIÓN 3
1.2. OBJETIVOS 4
1.3. General 4
1.3.1. Específicos 4
1.4. MARCO REFERENCIAL 4
1.4.1. Localización geográfica 4
1.4.2. Descripción ecológica de la finca 5
1.5. METODOLOGÍA 8
1.6. Actividades realizadas 8
1.7. Análisis FODA 9
1.8. Estudio y procesamiento de la información 10
1.9. RESULTADOS 11
1.10. Actividades del manejo agronómico de macadamia 11
1.11. Análisis FODA 13
1.12. Priorización de problemas 15
1.13. CONCLUSIONES 16
1.14. RECOMENDACIONES 17
1.15. BIBLIOGRAFÍA 18
2.1. PRESENTACIÓN 21
2.2. MARCO CONCEPTUAL 23
2.2.1. Origen y distribución del cultivo de macadamia 23
2.2.2. Importancia económica 25
2.2.3. Características del cultivo 25

PÁGINA

2.2.4. Condiciones ecológicas del cultivo 27
2.2.5. Especies investigadas 30
2.3. MARCO REFERENCIAL 41
2.3.1. Localización geográfica 41
2.3.2. Descripción ecológica de la finca 41
2.3.3. Datos específicos del área de estudio 42
2.4. OBJETIVOS 45
2.4.1. General 45
2.4.2. Específicos 45
2.5. METODOLOGÍA 46
2.5.1. Establecimiento del experimento 46
2.5.2. Variables de respuesta 46
2.5.3. Diseño estadístico 47
2.5.4. Diseño experimental 47
2.5.5. Análisis de datos 48
2.5.6. Croquis del área de investigación 52
2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 53
2.6.1. Análisis económico 59
2.7. CONCLUSIONES 67
2.8. RECOMENDACIONES 68
2.9. BIBLIOGRAFÍA 70
2.10. APÉNDICE 74

CAPÍTULO III: SERVICIOS REALIZADOS EN FINCA MONTE DE ORO, MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ, GUATEMALA, CA. 85

3.2. Servicio 1: Poda de árboles de macadamia enfermos 88
3.2.1. Objetivos 88
3.2.2. Metodología 88
3.2.3. Resultados 89

PÁGINA

3.2.4. Evaluación del proyecto 92
3.3. Servicio 2: Plan de saneamiento y podas de árboles enfermos de macadamia. ... 93
3.3.1. Objetivos 93
3.3.2. Metodología 93
3.3.3. Resultados 94
3.3.4. Conclusión 95
3.4. Servicio 3: Elaboración de un resumen de un árbol infectado. 96
3.4.1. Objetivos 96
3.4.2. Metodología 96
3.4.3. Resultados 97
3.5. Resumen de la infección del árbol de macadamia 99

INDICE DE FIGURAS

FIGURA **PÁGINA**

Figura 1. Mapa relieve de la finca Monte de Oro, Santiago Atitlan, Sololá. 6
Figura 2 Vista de las áreas de limpias que se realizan anualmente. 11
Figura 3 Personal de la finca Monte De Oro realizando la poda. 13
Figura 4. Especie *Arachis Pintoi.* 32
Figura 5. Especie *Paspalum conjugatum.* 35
Figura 6. *Digitaria sanguinelis.* 37
Figura 7. Especie *Canavalia ensiformis* 40
Figura 8. Mapa relieve del municipio Santiago Atitlán, Sololá. 42
Figura 9. Croquis de la investigación. 52
Figura 10. Datos de las 4 lecturas realizadas del variable número de malezas. 53
Figura 11. Porcentaje de cobertura 55
Figura 12.Gráfico de comparación de porcentaje de cobertura 57
Figura 13A. Herramienta utilizada para el conteo de malezas 74
Figura 14A. Parcela de la investigación. 74
Figura 15A. Limpia del área donde se estableció la investigación. 75
Figura 16A. Área de investigación limpia. 76
Figura 17A. Semilla de *Canavalia ensiformis* 76
Figura 18A. Preparación de material vegetal para su siembra. 77
Figura 19A. Crecimiento de *Canavalia ensiformis.* 78
Figura 20A. Crecimiento *Canavalia ensiformis.* 78
Figura 21A. Recolección de datos. 79
Figura 22A. Recolección de datos. 80
Figura 23A. Recolectando datos de los diferentes tratamientos. 81
Figura 24A. Recolección de datos en las parcelas. 81
Figura 25A. Conteo de malezas alrededor de una planta. 82
Figura 26A. Se puede apreciar el crecimiento vigoroso de la canavalia. 83
Figura 27A. Planta de *Arachis pintoi.* 83
Figura 28A. Mapa base de la RUMCLA. 83

Figura 29. Árbol después de la poda. 89
Figura 30. Árbol después de realizar la poda. 90
Figura 31. Aplicación de cal agrícola para desinfección de suelos 94
Figura 32. Comportamiento de la enfermedad. 97
Figura 33.Muerte del árbol de macadamia. 97
Figura 34. Muerte del árbol de macadamia. 98
Figura 35. Árbol en su tercera fase de la enfermedad. 98

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO **PÁGINA**

Cuadro 1. Descripción de *Canavalia ensiformis.* 39
Cuadro 2. Combinación de distanciamiento factores A y B. 50
Cuadro 3. Combinaciones de los niveles y descripciones de los niveles. 51
Cuadro 4. Aleatorización de los tratamientos y distribución de los tratamientos. 51
Cuadro 5. Prueba de Tukey de distanciamiento y especie optimo. 54
Cuadro 6. Análisis de la varianza realizado de la variable porcentaje de cobertura. 56
Cuadro 7. Resultados de la prueba de Tukey de las especies. 57
Cuadro 8. Prueba de Tukey de los distanciamientos de siembra entre planta. 58
Cuadro 9. Cuadro de análisis estadístico de la variable número de malezas emergidas. . 58
Cuadro 10. Costos de mano de obra. 59
Cuadro 11. Costos de variación. 60
Cuadro 12. Especies de malezas encontradas en el área de la investigación. 61
Cuadro 13. Datos de la segunda lectura de las dos variables evaluadas. 65

EVALUACIÓN DE DOS DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA EN COBERTURAS VEGETALES Y DOS GRAMAS, PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE MACADAMIA, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN LA FINCA MONTE DE ORO, SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

En el siguiente documento se presenta la información recolectada en la actividad del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Agronomía, de la cohorte agosto 2018 a mayo 2019, realizado en la finca Monte de Oro perteneciente al municipio de Santiago Atitlán, Sololá. La información presente en este documento es un diagnóstico realizado a la finca Monte de Oro, una investigación nombrada: “Evaluación de dos distanciamientos de siembra en coberturas vegetales y dos gramas, para el control de malezas en el cultivo de macadamia” y las actividades realizadas durante el tiempo de duración del EPS.

El Capítulo I presenta la información de la finca y un diagnóstico realizado para conocerla, sus actividades, labores que realizan, personal que utilizan, áreas de trabajo que poseen y el manejo que tiene el cultivo de macadamia. En el diagnóstico realizado se logró determinar por medio de diferentes métodos para conocer los problemas que se encuentran en el campo, se determinó el control de arvenses y la dificultad que se presenta al momento de realizar la actividad de limpia manual o también llamada “chapea” por personas que se utiliza para llevarla a cabo y la amplitud de las áreas del cultivo. Los problemas que trae el no realizarse son muchos pero los más importantes están: la dificultad de recolectar el fruto del árbol y malezas siendo hospederas de plagas y enfermedades para el árbol de la macadamia.

En el capítulo II se presenta la investigación que se llevó a cabo en la finca durante la duración del EPS que busca la solución al manejo de las arvenses sin utilizar algún método químico. El estudio que se realizó fue la evaluación de cuatro especies, dos gramíneas

(paspalum y digitaria), dos leguminosas (*Arachis y Canavalia)* y dos distanciamientos de siembra que fueron 30 centímetros y 50 centímetros, las dos primeras especies fueron proporcionadas por la finca mientras que las otras dos especies de leguminosas fueron una recomendación del asesor de esta investigación. Se utilizó un modelo estadístico de bloques completamente al azar y parcelas de tres metros por tres metros y de tres repeticiones por tratamiento. Como resultado en el análisis estadístico realizado se obtuvo que al utilizar cualquiera de las especies evaluadas habrá un control de malezas, sin embargo se recomendó; canavalia ya que posee beneficios al suelo no solo como control de malezas sino como aporte de nutrientes en el suelo por lo cual fue la especie recomendada por los resultados de la investigación. También se realizó un análisis de costos para comparar entre las cuatro especies cual era la más conveniente al momento de querer establecerlo en áreas grandes, el análisis económico se proyectó en una hectárea y se tomaron en cuenta todos los costos para establecer cada una de las siembras de las especies. Siendo la óptima de las cuatro, Canavalia ya que no solo posee el aporte nutricional al suelo también sus frutos pueden comercializarse o también se pueden utilizar para propagarla en más áreas de la finca siendo autosostenible.

Por último en el Capítulo III se presenta las actividades realizadas a lo largo de la duración del EPS las cuales fueron: la poda de árboles enfermos, el saneamiento de árboles enfermos y la observación de como el complejo de fitopatógenos eliminaba árboles.

La labor de poda de árboles es una actividad muy importante para el manejo de las enfermedades que provocan la muerte del árbol ya que hasta el momento aún no se ha determinado que fitopatógenos son los que la producen pero se ha logrado mermar los daños utilizando este método, dando resultados positivos al obtener un árbol sano cuando vuelve a brotar. Otra labor realizada para el cuidado de árboles y atacar a los fitopatógenos que agobian al árbol fue un grupo de actividades para realizar el saneamiento de árboles, estas actividades fueron definidas por un grupo de empleados ingenieros agrónomos de la finca Monte de Oro que poseen mucha experiencia en el tema.

X

El saneamiento constó de tres actividades que fueron: la poda de árboles enfermos, luego de la poda la aplicación de cal agrícola y una aplicación de bioestimulantes mezclado con lombrihumus y por ultimo una aplicación de fertilizante triple 15.

El último servicio fue realizar un resumen utilizando el método de observación, se determinó como la enfermedad que provoca la muerte de árboles los iba degradando poco a poco y se clasificó por fases, esto se realizó con el fin de poder explicar a personas no conocedoras del tema que pudieran identificar en qué fase de la enfermedad se encontraba el árbol para así poder realizar una poda más agresiva o leve.

CAPÍTULO I : DIAGNÓSTICO AGRÍCOLA REALIZADO EN FINCA MONTE DE ORO SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ.

1.1. INTRODUCCIÓN

Los cultivos de macadamia en Guatemala son en áreas montañosas o faldas de volcanes, a una altura de 600 m s.n.m a 1,200 m s.n.m. Se requiere de altas precipitaciones y buena humedad en los suelos. Debido a la altura necesaria para el cultivo de macadamia se tiene problemas por suelos con demasiada pendiente, con efectos adversos ocasionados por las lluvias como erosión y pérdida de árboles.

En Guatemala las dos especies que se utilizan son; *Macadamia tetraphilla* y *Macadamia integrifolia,* ya que estas poseen la característica de resistencia a los vientos, evitando quiebre de ramas con fruto, que afecte la proyección anual.

La finca Monte de Oro ubicada en el municipio de Santiago Atitlán se dedica a la producción de nuez de macadamia con un área de 192 ha de plantación adulta que se encuentra en producción. La producción total es para exportación. Como requisito para el proceso de exportación la finca cuenta con un área de sanidad, que consiste en podas de los árboles para contrarrestar los problemas fitopatógenos. Durante el lapso de la práctica realizada se logra observar deficiencias en diferentes áreas de trabajo como la dificultad en algunos meses de conseguir el personal para llevar a cabo todas las actividades que se deben realizar mensualmente.

El siguiente trabajo realiza un estudio de diagnóstico en la finca Monte de Oro y determinar sus fortalezas y en qué áreas carece o tiene debilidades.

1.2. OBJETIVOS

1.3. General

Conocer la situación general de la finca Monte de Oro del municipio Santiago Atitlán, Sololá.

1.3.1. Específicos

- Identificar las labores del manejo agronómico que tiene el cultivo de macadamia en la finca Monte de oro.
- Identificar los principales problemas que ocurren en Finca Monte de Oro.
- Establecer la problemática de mayor importancia en la producción de macadamia de la finca Monte de Oro y proponer soluciones.

1.4. MARCO REFERENCIAL

1.4.1. Localización geográfica

Según (De León Merida, 2018) la finca Monte de oro se encuentra entre los 14°31’ y los 14°41’ latitud Norte, y entre los 91°9’ y 91°18’ longitud Oeste. Las vías de acceso a la finca por la ruta CA-2 desde Guatemala a la frontera con México son:

a) Cruce en el km 122 a Santa Bárbara, Suchitepéquez habiendo una distancia desde el cruce al casco de la finca de 30 km, de éstos, 5 km son asfaltados y 25 km de terracería;

b) Cruce de Guatalón en el km 132 existiendo una distancia de 26 km desde el cruce al casco de la finca, todo de terracería;

c) Cruce a Chicacao, Suchitepéquez por el km 136 habiendo una distancia de 24 km desde el cruce al casco, de estos 10 km son asfaltados y 14 km de terracería. Existiendo además varios caminos vecinales que le sirven de acceso.

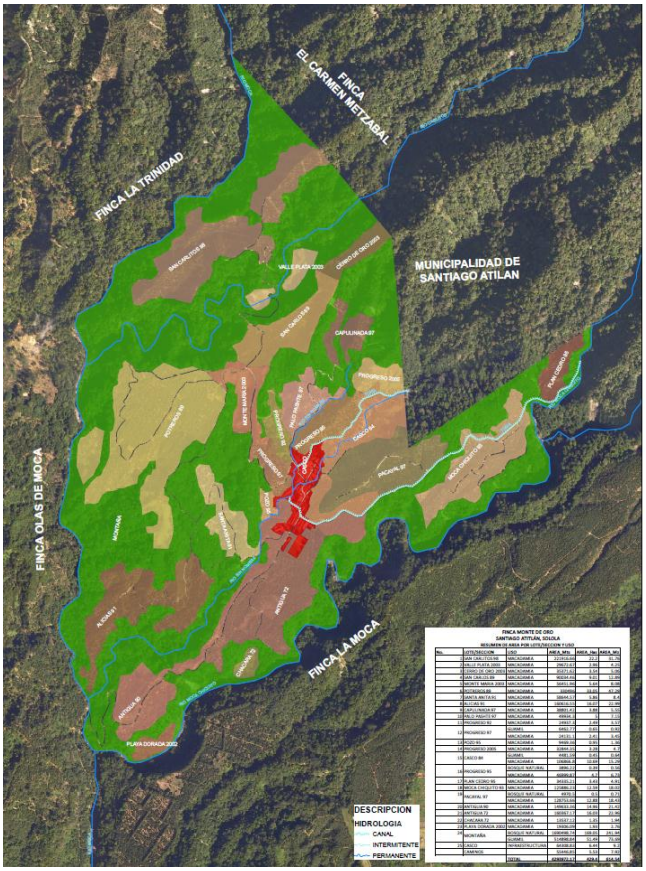
1.4.2. Descripción ecológica de la finca

Según (De León Merida, 2018) se encuentra ubicada dentro de la zona de vida Bosque muy húmedo subtropical cálido. Ubicada a 1,215 m s.n.m en la parte más alta, mientras que la parte más baja a 862 m s.n.m. En promedio la altitud en que se encuentra ubicada la finca es de 1,038 m s.n.m. La precipitación pluvial promedio anual durante los últimos 10 años fue de 4,295 mm. La temperatura media anual registrada en los últimos 10 años es de 22 °C. En el caso de los suelos predominantes, señalan que entre estos se encuentran:

a) Suelos de origen volcánico.
b) Suelos del altiplano central.
c) Suelos de declive del Pacífico.

La finca Monte de Oro, ocupa 436 ha de las cuales 191.10 ha se encuentran cultivadas con nuez de macadamia, el resto sin cultivar. Del área cultivada 95.60 ha están en producción con una densidad poblacional de 18,803 árboles distribuidos en 13 secciones, el resto 95.50 ha se encuentran en fase de crecimiento (De Leon, 2018).

En la figura 1 se encuentra un mapa en relieve de la finca Monte de Oro presentando las áreas de bosque que son las de color verde y el resto de colores son las que se encuentran en producción.



Fuente: administración finca Monte de Oro, 2019.

Figura 1. Mapa relieve de la finca Monte de Oro, Santiago Atitlan, Sololá.

La finca Monte de Oro con un área de 9.981 km^2 inscrita en la Reserva de Uso Múltiple Cuenca del Lago Atitlán (RUMCLA) desde el año 1996. Asimismo, pertenece al grupo de reservas naturales privadas, con el objetivo de pertenecer al grupo de la conservación de la diversidad biológica en tierras privadas. Según (Consejo Nacional de Áreas Protejidas, Guatemala (CONAP), 2019) la finca Monte de Oro y anexos está entre las primeras inscritas en el programa como una reserva natural privada (RNP) dentro de la RUMCLA.

Según (Consejo Nacional de Áreas Protejidas, Guatemala (CONAP), 2019) la RUMCLA se ubica en zona de la cadena volcánica del occidente de Guatemala, donde se encuentran los volcanes de San Pedro, Atitlán y Tolimán, y los Cerros Pak’isís, Ajaw, Panán, Paculam, Cabeza de Burro e Iq´itiu.

Existen bosques latifoliados (151.94 km^2), mixtos (78.07 km^2) y de coníferas de altura (184.86 km^2), en éste último se encuentra el pinabete (*Abies guatemalensis*) especie endémica de Guatemala que se encuentra en el Apéndice I de CITES; asimismo, existen alrededor de 8.4 km^2 de bosque xerofítico o estacionalmente seco a orillas del Lago de Atitlán. Estos ecosistemas brindan bienes y servicios ambientales a la población de la región.

Según (Consejo Nacional de Áreas Protejidas, Guatemala (CONAP), 2019) es un área importante para la Conservación de aves en Guatemala (IBAs, por sus siglas en inglés) donde se encuentra el pavo de cacho (*Oreophasis derbianus*), que juega un papel importante en la regeneración de bosques nubosos, por ser dispersores de semillas, pero se encuentra en peligro crítico por presentar una distribución restringida, ser un género monoespecífico y endémico de la región mesoamericana.

Según (Consejo Nacional de Áreas Protejidas, Guatemala (CONAP), 2019) para Guatemala es una zona prioritaria de recarga hídrica a nivel nacional, la reserva abarca la cuenca del Lago de Atitlán (544.5 km^2), parte de las cuencas del río Madre Vieja (230.7 km^2), río Nahualate (300.0 km^2) y río Coyolate (34.9 km^2) que abastecen a varias comunidades de la región y costa sur de Guatemala, además de la cuenca del río Motagua (126.6 km^2) que fluye a la vertiente del Atlántico.

Según dice (Consejo Nacional de Áreas Protejidas, Guatemala (CONAP), 2019) posee belleza escénica y paisajística por la presencia de recursos naturales, los distintos tipos de vegetación y recursos hídricos, principalmente el Lago de Atitlán considerado uno de los lagos más bellos del mundo, asociado a la riqueza cultural de la región y sus sistemas de producción agrícola.

1.5. METODOLOGÍA

Se efectuaron actividades en la finca con el objetivo de recolectar información para realizar el diagnostico. Las cuales fueron:

1.6. Actividades realizadas

Reconocimiento de la finca y presentación del equipo de trabajo

Se conoció el equipo de trabajo de la finca y los dos administradores del área de cosecha y de labores varias, así como también al mayordomo de labores varias y caporales de ambas actividades.

Se realizó un recorrido por la finca con personal administrativo para conocer las áreas de trabajo y las diferentes actividades que se llevan a cabo para el establecimiento, manejo y cosecha de la macadamia desde el manejo del almacigo hasta los arboles adultos en cosecha. Se conocieron las áreas de trabajo agrícola de toda la finca.

Entrevistas realizadas al personal administrativo y campo

Se realizaron diferentes entrevistas al personal de campo y administrativo para que compartieran su conocimiento y actividades que se realizan en el manejo del cultivo. Se entrevistó al administrador general de la finca (Ing. Agr. David Granados). Se conversó con los administradores de ambas áreas de cosecha y labores varias para que compartieran su conocimiento sobre el cultivo, a los caporales se les consultaba sobre el manejo de personal y que actividades les parecía que eran más difíciles de manejar y de ejecutar y cumplir en el tiempo estimado a realizarse.

Método de observación

Se utilizó este método para identificar posibles problemas y obtener diferentes conocimientos de las actividades que se realizan en el manejo de la macadamia.

Fase de gabinete

a. Revisión bibliográfica

Se obtuvo diferentes fuentes de información y se procesó para obtener datos como precipitaciones anuales, colindancias, los límites de la finca, sus diferentes vías de accesos y el área total del cultivo de macadamia.

Información archivada finca Monte de oro

Con ayuda del personal administrativo se obtuvo mapas de la finca e información importante de las áreas y secciones de trabajo de la finca.

1.7. Análisis FODA

Con la información obtenida de los métodos utilizados se obtuvo una idea de la situación en la que la finca se encontraba y para poder determinar sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas existentes dentro de la finca.

Fortalezas	Oportunidades
Producción de su propia energía eléctrica utilizando sus recursos hídricos.	Pueden establecer un área de investigación. Un departamento dedicado a la investigación.
Personal administrativo con años de experiencia en el tema de manejo de la macadamia	Amplio campo para realizar investigaciones sobre un cultivo que en Guatemala ha sido poco investigado
Un almacigo con una buena producción de árboles vigorosos	Variedad de mercados internacionales
Amigables con el ambiente ya que no utilizan productos químicos.	Aumento de la demanda de macadamia.
Mayor uso de productos biológicos.	Alta producción de macadamia
Producción autosuficiente de abono orgánico.	Poseen áreas de la finca para poder ser explotadas con más siembra de macadamia
Debilidades	**Amenazas**
Un cultivo con poca revisión bibliográfica en Guatemala.	Erosión.
Bajos salarios.	Inclemencias del clima
Difícil acceso.	La incidencia de plagas y enfermedades. Muerte de árboles adultos baja la producción anual.
Rivalidad entre labores varias y cosecha.	Crecimiento de la competencia.
Estructuras dañadas o deterioradas.	Daño a plantaciones adultas por viento.
Demasiado personal al momento de realizar la limpias a mano. Complicaciones para completar el plan de trabajo de la limpia a tiempo.	Tiempo para trasladarse y recorrer las áreas, ya que la finca en su mayoría es de pendiente mayor a 30% de pendiente tipo montañosa.

1.8. Estudio y procesamiento de la información

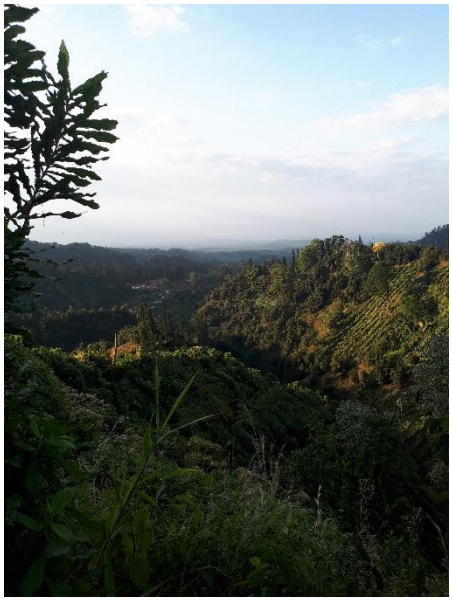
Con los datos obtenidos y los análisis correspondientes realizados se logró estructurar el diagnóstico de la finca Monte de oro para poder presentar el ambiente en el que se encuentra y lograr proporcionar medios de solución a estos problemas que están existiendo en la finca y recomendaciones para mejorar en estos aspectos señalados.

1.9. RESULTADOS

1.10. Actividades del manejo agronómico de macadamia

A. Limpia

Se realizan 6 limpias al año con el objetivo de facilitar la recolección de la macadamia y dar cumplimiento a la cosecha proyectada.



Fuente: elaboración propia.

Figura 2 Vista de las áreas de limpias que se realizan anualmente.

Fertilización

La fertilización la realizan con base a estudios de muestreo foliar y de suelo, guiados por un plan calendarizado, aplican distintas fuentes de fertilizante con macroelementos y microelementos, la aplicación de fertilizante comúnmente es vía foliar o directamente al suelo de manera granulada. El modo de aplicar el fertilizante granulado es a un costado de la raíz, arriba de la planta en forma de media luna, se aplica de esta forma debido a la pendiente de los terrenos.

Control de plagas y enfermedades

Las principales plagas son el barrenador de la nuez y roedores como la taltuza y la ardilla, la taltuza genera un mayor daño ya que además de alimentarse con la nuez, hace agujeros debajo del árbol y se come la raíz del árbol. Para el control del barrenador utilizan control biológico y consiste en el uso de una avispa del género *Trichogramma*, un parasitoide del huevo del barrenador, para la taltuza utilizan trampas.

Con respecto a las enfermedades se presentan la *Phythopthora sp.* y *Rossellinia sp*. Para su control se realizan enmiendas de encalado y para el “mal del rosado” hacen podas de ramas afectadas.

Cosecha

La cosecha de la nuez se realiza solo del fruto que se encuentra en el suelo y es a diario rotando áreas ya que unas áreas son más productivas que otras o más extensas y por el número de personas si es un grupo pequeño se trata de hacer repasar a la gente dos días y que quede bien cosechada la área para que no exista la nuez negra que es la nuez que no se cosecho. Luego de la recolección el tractor pasa recolectando los sacos de nuez a dejarlos a la pesa se realiza el pesaje y se le carga el peso de la nuez a la persona que lo cosecho para posteriormente según su contrato a los quince o 30 días obtener su pago de la cosecha de plan de trabajo. Después de la pesa se realiza el despulpado o también llamado “despochado” dejando solo la concha y la almendra para ser traslada a la planta ubicada en Rio Bravo para realizar el proceso de selección de almendra y el secado para ser enviado a los mercados internacionales ya sea para su consumo o para realizar maquillajes.

Poda

La poda tiene dos fines en el cultivo de macadamia ya que se realiza por saneamiento debido a que existe un árbol enfermo o porque sea un árbol demasiado grande y ya es exagerado su follaje y tiene una baja producción de flores y nuez en estos casos se realiza la poda de follaje.

Fuente: elaboración propia.

Figura 3 Personal de la finca Monte De Oro realizando la poda.

1.11. Análisis FODA

En el siguiente cuadro se presentan las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del diagnóstico realizado a la finca Monte de oro.

Cuadro 1. Análisis FODA.

<table>
<tr><th>EXTERNO</th><th colspan="2">INTERNO</th></tr>
<tr><td></td><td>Fortalezas
Producción de su propia energía eléctrica utilizando sus recursos hídricos.
Personal administrativo con años de experiencia en el tema de manejo de la macadamia.
Un almacigo con una buena producción de árboles vigorosos.
Amigables con el ambiente ya que no utilizan productos químicos.
Mayor uso de productos biológicos
Producción autosuficiente de abono orgánico.</td><td>Debilidades
Un cultivo con poca revisión bibliográfica en Guatemala.
Bajos salarios.
Difícil acceso.
Rivalidad entre labores varias y cosecha.
Estructuras dañadas o deterioradas.
Demasiado personal al momento de realizar la limpias a mano.
Complicaciones para completar el plan de trabajo de la limpia a tiempo.
Tiempo para trasladarse y recorrer las áreas, ya que la finca en su mayoría es de pendiente mayor a 30% de pendiente tipo montañosa.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Oportunidades
Pueden establecer un área de investigación. Un departamento dedicado a la investigación.
Variedad de mercados internacionales
Aumento de la demanda de macadamia
Alta producción de macadamia
Poseen áreas de la finca para poder ser explotadas con más siembra de macadamia</td><td>FO</td><td>DO</td></tr>
<tr><td>Amplio campo para realizar investigaciones sobre un cultivo que en Guatemala ha sido poco investigado.</td><td>Rotación de personal para capacitarlo en todas las áreas productivas y conozcan todas las labores.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Amenazas
Erosión.
Inclemencias del clima
La incidencia de plagas y enfermedades. Muerte de árboles adultos baja la producción anual.
Crecimiento de la competencia.
Daño a plantaciones adultas por viento.</td><td>FA</td><td>DA</td></tr>
<tr><td>Implementar el uso de productos biológicos para contrarrestar plagas y enfermedades en los arboles.</td><td>Mejora de salario por disminución de costo en mano de obra para el control de malezas</td></tr>
</table>

En el cuadro anterior se describen los diferentes problemas, fortalezas y oportunidades que tiene la finca. Las fortalezas son las partes que la finca maneja, que están siendo utilizadas para sacar el mayor provecho, las oportunidades son puntos de mejoras para una mejora continua, las debilidades son factores internos que deben mejorarse, para evitar que en el futuro puede ser una problemática para la finca y por último las amenazas es la parte que la finca debe cubrir para que más adelante no intervenga los intereses.

1.12. Priorización de problemas

En la finca Monte de oro se realizan muchas actividades para ofrecerle al árbol las condiciones óptimas para tener una buena producción, año con año se realiza un presupuesto para las actividades planeadas a lo largo del año y las que más presupuesto obtienen son las que tiene una mayor cantidad de personal y que se realizan más seguido, entre estas actividades tenemos la limpia a mano es una actividad que se realiza 6 veces al año y es de mucha importancia ya que si no se tiene una constante limpieza de las áreas de los arboles al momento de la cosecha puede que haya una mala recolección del fruto y al realizar la fertilización el personal utilizado sea aprovechado por las malezas en el campo, debe existir una competencia entre el árbol y las arvenses por el consumo de nutrientes.

Otro problema que existe con la limpia a mano es el alto número de personas que se utilizan para realizar la actividad por las extensiones de la finca y completar los planes de trabajo en el tiempo que se ha estimado que se pueden realizar, por ello la propuesta de disminuir el número de limpias a mano para aumentar el pago a la mano de obra.

1.13. CONCLUSIONES

1. Según el diagnóstico de la finca Monte de oro se identificaron las labores que son realizadas (limpia, fertilización, control de plagas y enfermedades, cosecha y poda) en el cultivo de macadamia, iniciando desde el semillero hasta la cosecha del fruto de un árbol adulto.

2. Utilizando el análisis FODA y entrevistas al personal de la finca se identificó los principales problemas (poca investigación sobre el cultivo de macadamia en Guatemala) y puntos de mejora (amplio campo para realizar investigaciones) en el cultivo de macadamia de la finca Monte de oro.

3. El punto de mayor importancia es el número de limpiezas anuales y el costo que representa.

1.14. RECOMENDACIONES

- Se recomiendo plantear una investigación para el control de arvenses que a largo plazo se verá reflejado en un menor gasto en la limpia manual y utilizara un menor número de personas para realizar el control y manejo de arvenses en el cultivo de macadamia.

- Utilizar especies que estén clasificadas como coberturas vegetales y que tengan un valor económico en el mercado para poder comercializar su semilla.

- Disminuir el número de limpiezas para aumentar el pago de mano de obra.

1.15. BIBLIOGRAFÍA

De León Merida, J. L. (2018). *Estudio de los thrips (Frankliniella occidentalis Pergande)*
Asociados a nuez de macadamia (Macadamia integrifolia Mueller), en finca Monte de Oro, Santiago Atitlán, Sololá, Guatemala, C. A. Obtenido de (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala): www.repositorio.usac.edu.gt/6822/1/Tesis%20Jose%20Luis.pdf

CAPITULO II: EVALUACIÓN DE DOS DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA EN COBERTURAS VEGETALES Y DOS GRAMAS, PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE MACADAMIA EN FINCA MONTE DE ORO, SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.

2.1. PRESENTACIÓN

El crecimiento de las exportaciones en Guatemala en 2015 fue de 2 %, según estudio realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en donde el sector exportador tuvo un segundo lugar, solo detrás del sector comercio (República GT, 2015).

A nivel mundial Guatemala es el quinto productor de nuez de macadamia (Macadamia integrifolia Maiden & Betche) especie de la familia Proteaceae. Las empresas productoras y exportadoras de macadamia constantemente se actualizan y mejoran sus prácticas agrícolas para que el producto sea mejor aceptado por los grandes consumidores de los mercados asiático, europeo y estadounidense, lugares en donde se compite contra grandes productores de Australia, China y Colombia (Vides, 2018).

El presente estudio se realizó en la finca Monte de Oro, ubicada al suroeste del país en el municipio de Santiago Atitlán, departamento de Sololá, distante a 175 km de la ciudad capital. La finca tiene una extensión dedicada a la producción de macadamia de 5 caballerías (193.20 ha aproximadamente) área en donde debido al manejo y estrategia implementado en el cultivo se logra garantizar la producción y recolección de la nuez durante todo el año, la cual se destina al abastecimiento del mercado de exportación.

La época lluviosa tiene una duración de 9 meses y con una disminución estacional de la precipitación de 3 meses, sin embargo, la humedad residual se mantiene adecuadamente en el cultivo durante todo el ciclo. Durante la fase de diagnóstico de la investigación, se determinó que uno de los factores negativos que son más importantes para la producción de nuez de macadamia es el crecimiento descontrolado de las malezas circundantes al cultivo.

Se estableció que el control de los diferentes tipos de las malezas (arvenses), se lleva a cabo de forma manual, trabajo realizado por los empleados de la finca, lo que implica costos y un mayor tiempo de control. Esta situación forzó la decisión de buscar alternativas para el

control de malezas de manera eficiente y optimizando recurso sin perjudicar la cosecha y el entorno.

Una de esas alternativas consideradas es el uso de coberturas vegetales. Según (Sancho & Cervantes, 1991) el uso de una cobertura vegetal tiene los siguientes beneficios: Mejora la estructura del suelo; su agregación, aumenta sus macroporos y reduce la compactación. En cuanto a la fertilidad de suelo; aumenta fijación de Nitrógeno (N), recicla nutrientes y mantiene materia orgánica. En manejo de plagas y enfermedades; preserva un balance favorable entre plagas y sus predadores también suprimen el crecimiento de malezas.

Según (Gutiérrez, Pérez, Benega, & Gómez, 2002) se llevó a cabo un experimento en banano durante tres años donde evaluó diferentes coberturas vegetales contra el testigo que no utilizo ninguna cobertura vegetal y sin control de malezas y al obtener resultados al cuarto ciclo de cosecha los valores de área foliar a la floración y peso de racimo fueron superiores estadísticamente a los testigos el resultado de este experimento confirma los efectos acumulativos que tiene el usar coberturas vegetales.

El control plantas arvenses o malezas en la finca Monte de Oro, se lleva a cabo a través de prácticas manuales, realizado por los empleados, contratados especialmente para esas labores, lo que implica una mayor inversión de tiempo y aumento de los costos. Debido a esto se decidió buscar alternativas para el control de malezas de manera eficiente y optimizando recurso sin perjudicar la cosecha y el entorno. Según (Sancho & Cervantes, 1991) el crecimiento agresivo de malezas y al no realizar la actividad existirá una mayor competencia de estas con el cultivo además de eso muchas sirven como hospederas de patógenos e insectos, por lo tanto es importante la aplicación de coberturas vegetales para estos fines.

Esta técnica ha tenido buenos resultados en cultivos perennes como banano, café, cacao y palma de aceite (Gutiérrez, Pérez, Benega, & Gómez, 2002). Ya ha sido probada en macadamia (Herrera & Herrera, 1995). En Guatemala el cultivo de macadamia está muy poco investigado debido a esto se utiliza el manejo convencional con las limpias a mano.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Origen y distribución del cultivo de macadamia

El árbol de macadamia tiene su origen en los bosques lluviosos de Queensland y Nueva Gales del sur en Australia. Fue introducido en la Isla de Kuhiale, en Hawai, más o menos en el año 1885, con el tiempo fueron estableciéndose plantaciones en diferentes lugares en pequeñas cantidades como en Sudáfrica, Malawi, Kenia, Sur de California, Costa Rica, Brasil, Guatemala, Fiji y Zimbabue (De León, 2018).

La planta macadamia se descubrió a mediados del siglo XVIII por el doctor Walter Hill, quién era director del jardín botánico de Brisbane en Australia, su descubrimiento sucedió durante el tiempo que realizó estudios sobre la flora del estado de Queensland. Fue el botánico Frederick Von Mueller quién describió a la planta en 1858 denominándola *Macadamia integrifolia,* en honor al doctor John Macadam quien fue presidente de la sociedad filosófica de Victoria, Australia. La primera plantación comercial que existió en Estados Unidos de América (EUA) fue establecida en Hawai en 1922.

La macadamia es una especie perteneciente a la familia de las proteáceas que tiene la capacidad de adaptarse a regiones comprendidas entre las zonas de vida bosque muy húmedo montano bajo subtropical (Consejo Nacional de Áreas Protejidas, Guatemala (CONAP), 2019).

Según (Anacafé A. N., 2018 a) la introducción en Guatemala no está definida con precisión, pero se conoce en qué año ocurrió que es el 1958 se introdujeron semillas procedentes de Hawái y quienes las manejaron fueron el Instituto Agropecuario Nacional (IAN), Escuela de Agricultura y la estación experimental de Chócola (De León, 2018).

El árbol alcanza los 7 m a 12 m de altura llegando hasta los 20 m en Australia su fruto es una drupa indehiscente, globular, de 2 cm - 3 cm de diámetro, con cubierta leñosa y 1 semillas - 2 semillas globosas. La madera es dura con vetas gruesas, sus ramas quebradizas y muy fácilmente se quiebran y caen. La *Macadamia integrifolia* es la preferida de las 10 especies que existen se escoge debido a su alto porcentaje de almendras sanas y una mayor uniformidad en el tamaño del fruto; posee una concha lisa y pequeña, las hojas son onduladas con tres hojas por nudo.

Sus flores poseen un color blanco cremoso agrupadas en racimo de 12 cm a 30 cm y *M. tetraphylla* es la más utilizada como patrón debido a su sistema radicular posee una concha rugosa, grande; hojas con borde aserrado muy espinoso, con cuatro hojas por nudo, nervaduras color púrpura. Sus flores tienen un color rosado en racimos de 20 cm a 50 cm.

Según (Anacafé A. N., 2018 a) se conocen que al cultivar macadamia se buscan ciertas características comerciales que son las siguientes:

- Producción temprana y normal.
- Alta recuperación de semilla.
- Caída completa de la nuez a su madurez.
- Estructura fuerte de las ramas.
- Resistencia a ataques de insectos y enfermedades.
- Semillas con alto contenido de aceite y larga durabilidad.

Según las floraciones de mayor importancia ocurren en los meses de agosto, septiembre y octubre durante la época lluviosa.

Según (Anacafé A. N., 2018 a) la macadamia tiene varios usos uno de ellos y el más conocido por las personas es que se consume posee una nuez muy fina de alto valor y sabor exquisito y nutritivo, la nuez puede ser tostada y procesada para luego ser empacada y ser comercializada como una nuez tostada y salada también es utilizada en repostería, confitería, como nuez recubierta de chocolate, en turrones y helados; otro de los usos que

tiene ya que contiene altos contenidos de aceite es utilizada en alimentación y también para la industria de los cosméticos además de eso también forma parte en otros productos como licores, mermeladas, jaleas, sopas y aceites cosméticos que son rápidamente absorbidos por la piel.

La cáscara de la macadamia es utilizada como abono orgánico esta regresa al campo luego de un proceso de descomposición en el cual ya posible que sea aprovechada por la plantación de macadamia.

2.2.2. Importancia económica

Según (Alvarado, 2018) que en Guatemala hasta el año 1994 ocupaba el sexto lugar en producción a nivel mundial siendo un área de 2,000 ha sembradas con 420,000 árboles, de los cuales estaban en producción 270,000 en crecimiento (1 a 6 años) establecidos en el bosque húmedo pre-montano bosque muy húmedo montano bajo subtropical (Consejo Nacional de Áreas Protejidas, Guatemala (CONAP), 2019) y se esperaba un incremento en el área cultivada de 2,500 ha más. Por otro lado, en el año 1995 la cosecha estimada fue de 1,814,388 kg de concha húmeda, equivalente a 290,302 kg en almendra (Lemus Cortes, 2001).

2.2.3. Características del cultivo

Según (Castillo Velarde, 1959) dice que las mayores producciones se obtienen con densidades de siembra de 10 m x 10 m, considerándose que las distancias de 8 m a 10 m entre hileras y de 5 m a 8 m entre árboles sobre la hilera. En el injertado se dice que se prefieren patrones de las especies *M.teraphylla* debido a que tienen una germinación más uniforme sale una planta más vigorosa en el vivero, sin embargo el tronco de la especie *M. integrifolia* tiene la característica de que el tronco aumenta su grosor con mayor rapidez. Un patrón con las características adecuadas de diámetro está entre 0.6 cm a 2 cm de diámetro, con una altura aproximada de 1 m y con 1 año de edad.

Se aconseja que antes de realizar la actividad del injerto se debe de anillar las ramas de las cuales se han seleccionado para obtener las varetas, según el autor la macadamia normalmente tarda 7 años de edad alcanzando el estado adulto a los 16 años. Con el injerto la macadamia empieza a producir de 3 años - 5 años, llegando a producir entre 20 kg/árbol/año a 45 kg/árbol/año a los 10 años.

La planta de macadamia, pertenece al género *Macadamia* de la familia Proteaceae. Dos de sus especies producen nueces comestibles (*M. integrifolia y M. tetraphylla) M. integrifolia* es de cáscara lisa y suave, los árboles son verdes siempre, de porte mediano los adultos pueden llegar a los 20 m y con copas de 10 m a 12 m (Castillo Velarde, 1959).

Según (González & Chacón, 1986) dice que en el cultivo de la macadamia describe al árbol como de follaje verde, que puede llegar a crecer hasta quince metros de altura y nueve metros de diámetro en su copa. Poseen un sistema radicular de una raíz principal con raíces secundarias, con la función de anclar el árbol al suelo el árbol tiene unas raíces fibrosas llamadas remadoras, cuya función es la de aumentar el área de absorción. Sus hojas son espatuladas, coriáceas y de un color verde intenso. Su floración es un racimo, cada racimo tiene de cien a cuatrocientas lores y se encuentran de tres a cuatro racimos por axila. La flor es sostenida por un pedúnculo, no todas las flores se autofecundan, por lo que únicamente se desarrollan más o menos veinte frutos por racimos.

En un seminario de macadamia que se organizó en Costa Rica en 1992 se explica que la inflorescencia tiene una longitud de 17 cm a 72 cm con 100 flores a 400 flores por racimo del cual se obtiene un 2 % a 4 % de polinización. Velarde indica que existe incompatibilidad parcial y sus transportadores de polen son los insectos.

2.2.4. Condiciones ecológicas del cultivo

Originaria de bosques lluviosos del litoral de Australia, por consiguiente, se adapta a regiones comprendidas entre las zonas de vida que Holdridge denomina Bosque muy húmedo y muy húmedo Subtropical, húmedo subtropical y Bosque muy húmedo premontano tropical (Holdridge, 1987).

A. Clima y suelos

Según (Agrícola, 1991) la zona para el cultivo comercial de esta nuez debe tener una buena distribución de las lluvias durante todo el año. Con un máximo de dos meses de estación seca, aunque en zonas con una época seca más larga, se puede cultivar con el suministro de riego por gravedad. El promedio anual de precipitación adecuado para la macadamia, está comprendido entre 1,500 mm y 3,000 mm. El cultivo se adapta a un rango amplio de temperatura, desde los 18 ºC hasta los 29 ºC, pero para obtener una buena producción es necesario que la temperatura baje periódicamente a 18 ºC y se mantenga estable para estimular la floración, lo que permitiría tener producción la mayor parte del año.

La altitud a la cual se debe sembrar la macadamia está muy relacionada con la temperatura. La elevación recomendada está comprendida entre los 400 m a 1,000 m s.n.m. También puede sembrar en zonas ubicadas hasta 1,200 m s.n.m si la nubosidad no es muy densa, ya que el cultivo requiere una luminosidad mínima de tres horas.

Si la zona en que se establece la plantación es ventosa, se debe plantar en aquellos sitios que tengan protección natural o plantar barreras rompevientos caidas de flores y de frutos inmaduros. Se recomienda forma la barrera con varias especies propias de la zona, de porte bajo, medio y alto. El suelo más adecuado para la macadamia es fértil, de por lo menos 75 cm de profundidad, sin capas impermeables, suelto, bien drenado y con pH entre 5.5 y 6.5.

La pendiente del terreno debe ser inferior a 30 %. Si la finca tiene problemas de pendientes, se recomienda sembrar a contorno en terrazas individuales y hacer drenajes a contorno o

alguna otra práctica que permite evitar, tanto el lavado del suelo como la pérdida de nueces (Agricola, 1991).

B. Altitud y luminosidad

Las plantaciones se establecen entre latitudes 15 grados al sur y 15 norte ecuador, la altitud tiene que ver en conjunto con la temperatura con la producción y calidad de la nuez, debido a que a los 700 m s.n.m el rendimiento decrece y los árboles son muy susceptibles a enfermedades. La macadamia necesita de al menos 3 horas a 8 horas de luz por día.

C. Precipitación pluvial y humedad relativa

La macadamia tiene la capacidad de adaptarse a regiones con precipitaciones anuales bastante altas que va de 1,000 mm a 4,000 mm. La macadamia requiere de una cantidad de agua para que exista una alta producción y es de 1,000 mm y en algunos casos donde puede suceder la sequía se recomienda que se empiece a aplicar riego.

D. Suelos

Según (De León Merida, 2018) en su documento menciona que la macadamia requiere suelos porosos, bajos en Fósforo, pero tiene la capacidad de adaptación a suelos salinos o calcáreos con buen contenido de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) adecuada para el cultivo esta de 10 meq/100 g a 15 meq/100 g de suelo y el pH entre 5.0 a 5.5, en algunas situaciones la macadamia por su capacidad de adaptación puede a establecerse con un pH de 4.5 a 6.5. Con respecto a la pendiente del terreno el valor máximo adecuado para el cultivo es de 30 % y en otras situaciones se ha cultivado macadamia en una variedad muy amplia de suelos como moderadamente ácidos, levemente meteorizadas hasta latosoles profundos. El pH óptimo es de 5.0 y 6.5.

E. Requerimientos nutricionales

Según (González & Chacón, 1986) hablan sobre que en la macadamia es un cultivo muy exigente en cuanto a elementos mayores como el Nitrógeno y Potasio con el Fósforo no es muy exigente. Un árbol con una edad de 10 años necesita 0.36 kg de Nitrógeno, 0.54 kg de Potasio y 0.23 kg de Fósforo por año. En cuanto a elementos menores (Lemus Cortes, 2001) citando a Yamaguchi dice como ejemplo que con el Calcio (Ca), señala que al existir una deficiencia afecta el crecimiento de los brotes causando una muerte descendente y sus hojas jóvenes crecen con deformaciones, dando una apariencia de gancho en el ápice. Con el Magnesio (Mg), con la deficiencia presenta un amarillamiento intervenal en las hojas nuevas y su desarrollo es pequeño y angosto.

F. Cobertura vegetal

Según (GeoInstitutos, 2018) definen a la cobertura vegetal como “la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomasas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta áreas cubiertas por bosques naturales. También se incluyen las coberturas vegetales inducidas que son el resultado de la acción humana como serían las áreas de cultivos.

G. Persistencia en el suelo

Según los autores (Mortimer, 1990) (Fernández Mayer, 2018) las especies de malezas terrestres persisten en el suelo en virtud de sus estructuras latentes, sean semillas u órganos vegetativos de propagación como rizomas, tubérculos y estolones. En infestaciones, densas los bancos de semillas o meristemos subterráneos, de los cuales las nuevas plantas se incorporan en las poblaciones adultas, pueden ser excepcionalmente grandes.

2.2.5. Especies investigadas

A. Maní forrajero (*Arachis pintoi* Krapov. & W.C.Greg.)

Según (Fernández Mayer, 2018) describe como: una leguminosa perenne originaria de América del Sur, de Brasil. Una planta clasificada como rastrera y estolonífera, que al crecer produce una densa capa de estolones enraizados, con entrenudos cortos y abundante semilla subterránea, que eso contribuye a su regeneración y persistencia eso la hace una planta agresiva en su crecimiento. Sus hojas son cuatro foliolos grandes, anchos y ovalados, de color verde oscuro.

La especie tiene la posibilidad de adaptarse a climas tropicales con mucha humedad y con unas temperaturas entre los 22 ℃ a 25 ℃, la condiciones altura empiezan desde los 0 m hasta los 1,300 m s.n.m y con precipitaciones anuales de 800 mm a 2,000 mm, bien distribuidas en el año o con sequías menores de cuatro meses (Fernández, 2018).

Con condiciones edafológicas su preferencia es sobre los suelos franco-arenosos y franco-arcillosos; tolera los malos drenajes y encharcamientos, aunque esto afecta su desarrollo en las primeras etapas del establecimiento. Sus requerimientos nutricionales no son muy exigentes puede tener poca disponibilidad de nutrientes de Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio y a suelos ácidos (pH 5.0) y tolera hasta el 75 % de saturación de Aluminio, que suele ser tóxico al resto de las forrajeras (Fernández, 2018).

Tolera muy bien la sombra (4,000 lux a 4,500 lux). Debido a esta capacidad de tolerancia se adapta muy bien en sistemas silvopastoriles mezclado con otras gramíneas además, resiste el pastoreo intenso (Fernández, 2018).

a. Técnicas de implantación

Esta planta tiene una gran capacidad para producir semillas, y como el resto de los géneros Arachis las produce bajo el suelo, en 10 cm del suelo concentra el 90 % de la producción, por lo cual su cosecha es muy complicado y resulta difícil y costosa. Se puede propagar de dos formas: vegetativo (asexual) o por semillas (sexual) (Fernández Mayer, 2018).

Reproducción asexual (estolones)

El material vegetativo se debe obtener de parcelas o semilleros, donde se les debe de haber dado el manejo adecuado con todos los cuidados a la planta como fertilizaciones y control de malezas. Para este tipo de siembra se utilizarán estolones de 20 cm de longitud y lo adecuado es que se realice la siembra el mismo día de su cosecha de no ser así deberá de mantenerse en la sombra y humedecerlos para evitar la pérdida de agua de los mismos. Según Fernández dice que para la siembra de una ha de Arachis en un monocultivo se ocupará 8 m3 de estolones y la siembra se realiza en cuadro a 50 cm, enterrándose 15 cm bajo el suelo y el resto fuera. Cuando se asocia con una gramínea se requiere de 3 m3 de estolones/Ha y se siembra a un metro en cuadro (Fernández Mayer, 2018).

Reproducción sexual (semillas)

En la siembra sexual se usa una densidad de 8 kg/ha a 12 kg/ha de semilla pura, sembrando a razón de 2 semillas/cuadro a 3 semillas/cuadro. Hernández especifica que un cuadro debe tener una superficie de 0.5 m ancho x 1 m de longitud y se deben distribuir tantos cuadros por parcela de acuerdo a la superficie que tenga la misma (Fernández Mayer, 2018).

Se debe dejar una distancia de 1 m a 2 m entre cuadros debido a que el Maní forrajero cubrirá en muy poco tiempo todo el terreno. El desarrollo de los estolones estará influido por las condiciones ambientales (suelo y clima) del lugar (Fernández Mayer, 2018).

En la Figura 2 se observa la planta del maní forrajero.

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 4. Especie *Arachis Pintoi.*

Grama común (Paspalum conjugatum P.J.Bergius)

Según (Rojas Chávez & Vibrans, 2010) dice que es uno de los pastos más conocidos del trópico y su comportamiento es mas de maleza.

a. Área de origen

Probablemente originario del Nuevo Mundo, no se sabe exactamente de cuál región. La flora de Norteamérica menciona que es nativo a ambos hemisferios.

Descripción técnica basada en la ficha técnica de Allen & Hall (2003)

Hábito y forma de vida: hierba perenne.

Tamaño: de 15 cm a 18 cm de longitud.

Tallo: Estolonífero, con estolones hasta 3 m. Tallo ramificado, forma un culmo erecto (tallo cilíndrico y hueco en la parte media con los extremos cerrados), generalmente menos de 50 cm, a veces hasta 1 m. Los entrenudos son glabros, los nudos glabros o pilosos. Las lígulas miden 0.5 mm a 1.5 mm de longitud.

Hojas: Las vainas son glabras (lampiño) en la base, pero pubescentes en la parte apical y la lámina va de 7 cm a 23 cm de largo por 1.5 mm a 14 mm de ancho.

Inflorescencia: generalmente dos espigas opuestas, algunas veces una tercera rama colocada por debajo del par terminal. Ramificaciones de 2.5 cm a 12.7 cm de longitud, divergentes (en ángulo de 75º a 105º) a muy abiertas, frecuentemente arqueadas y persistentes. Ejes de las ramificaciones (raquis) de 0.2 mm a 0.8 mm de ancho, glabras, con el margen escabroso (áspero) y angostamente alados.
Flores: Espiguillas solitarias, en dos filas, ovadas, color paja, de 1.3 mm a 1.9 mm de longitud por 0.8 mm a 1.2 mm de ancho y adpresas a los ejes. Gluma inferior ausente y la superior es pilosa en el margen sin venas conspicuas (2 a 3). Lema inferior glabra, sin venas conspicuas (2 a 3) y la superior blanquecina a amarillo dorado.

Frutos y semillas: Cariopside (fruto de gramíneas) de 0.9 mm a 1.1 mm de color blanco a amarillo.

Hábitat

Planta ruderal y arvense. Crece en áreas con disturbio y en los bosques (Allen & Hall, 2003); "maleza común en áreas abiertas y húmedas" (Flora de Nicaragua). Puede prosperar en pleno sol, pero también en la sombra.

Distribución por tipo de zonas bioclimáticas

Se encuentra en las regiones tropicales a subtropicales en ambos hemisferios (Allen & Hall, 2003).

Distribución altitudinal

En Nicaragua se encuentra del nivel del mar hasta los 1,480 m s.n.m; otras fuentes indican que se puede encontrar hasta los 1,800 m s.n.m.

Distribución por tipo de suelos

Crece en una gran variedad de suelos, con cierta preferencia hacia los pesados y húmedos. Puede tolerar acidez.

Propagación, dispersión y germinación

Las semillas se adhieren a la ropa, patas y llantas. Se propaga tanto por semillas como por estolones vigorosos.

Fenología

Florece y fructifica durante todo el año.

Cultivos afectados y efectos sobre los cultivos

Es una maleza principalmente de cultivos perennes del trópico; soporta algo de sombra, así que se encuentra, por ejemplo, en cultivos de plátano (banano), piña, café, caucho, caña de azúcar, cítricos, papaya, palma aceitera y cacao. También se presenta en arroz. Es hospedera del hongo Sorosporium paspali y del virus que causa mosaico en caña (Rojas Chávez & Vibrans, 2010).

Usos

A veces es utilizada como césped (Allen & Hall, 2003). Es forrajera, sobre todo en plantaciones de cocotero y puede producir casi 20 T/ha sin fertilización (Rojas Chávez & Vibrans, 2010). Pero, hay que mantenerla bajo forrajeo intensivo para no permitir la maduración de semillas, porque después de la floración baja su valor. Las semillas tienden a adherirse a la garganta del ganado y a atragantar a los animales.

En la figura 3 se observa a la especie *Paspalum congujaton.*

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 5. Especie *Paspalum conjugatum.*

Digitaria (*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.)

Según (Syngenta, 2018) clasifica de esta manera a Digitaria:

- Tipo: Monocotiledónea.
- Nombre común: Digitaria.
- Nombre latín: Digitaria sanguinalis (L.) Scop.
- Familia: Poaceae.
- Sinónimos.

a. Descripción de la plántula

- Prefoliación enrollada, vaina cilíndrica.
- Primera hoja ancha y aplicada al suelo.
- Limbo de 2 veces a 5 veces más largo que ancho, hoja más o menos peluda.
- Lígula membranosa dentada, ausencia de aurículas (Syngenta, España, s.f.).

Descripción planta adulta

- Altura: 10 cm a 60 cm. Pilosidad abundante en toda la planta. Tallos ramificados extendidos ascendentes, a menudo radicantes en los nudos inferiores.

- Hojas: de mucha pilosidad (pelo medio de 0.5 mm) en las dos caras. Anchura notable de los limbos (casi 6 mm en la segunda hoja), hojas bastante cortas. Vaina verde a rojo violeta (de ahí la denominación sanguínea).
- Inflorescencias: digitadas, de 4 a 10 falsas espigas muy largas, que parten de varios puntos cercanos entre sí (diferencia con las inflorescencias de la grama pata de gallina). Espiguillas en cortos pedículos unifloros, glumas inferiores muy pequeñas, glumas superiores del mismo largo que la espiguilla, recubiertas de pelos finos.
- Frutos: cariópsides encerradas en las 2 glumelas (Syngenta, España, s.f.).

Particularidades

- Preferencia por los suelos ligeros.

Clave para la identificación de las malas hierbas gramíneas

- Ahijado de la planta abierta y las vainas cilíndricas con prefoliación enrollada y de color morado en la base, presencia de pelos largos y suaves en hojas y vainas desde el inicio (A).

- Presencia de lígula (B).

- Inflorescencia en espigas umbeliformes (C) (Syngenta, España, s.f.).

En la figura 4 se encuentra la especie *Digitaria sanguinelis* más conocida como grama común.

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 6. *Digitaria sanguinelis.*

Canavalia (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.)

Según (Especies Forrajeras Multipropósito, 2018) le da estos nombres comunes: Canavalia, frijol de chancho, fríjol espada, fríjol machete, fríjol mantequilla.

La *C. ensiformis* es originaria de Centroamérica, y se le encuentra en estado silvestre en las Antillas. Es una fabácea herbácea, anual, de crecimiento erecto, de porte medio (0.60 m a 1.20 m de altura) y crecimiento vigoroso. Hojas alternas, trifoliadas; foliolos grandes elíptico-ovales, color verde oscuro brillante, con nervaduras bien salientes; flores axilares grandes, corola de color violácea o roja, vaina achatada, de larga 0.25 m o más, coriácea, bivalva con estrías longitudinales, contiene 4 semillas a 18 semillas. Las semillas son grandes, de forma redondas u ovaladas, de color blanco a rosado (Calegari, Mondardo, & Bulisani, 1993).

Entre las ventajas de esta planta cuando es utilizada como abono verde se menciona que cubre rápidamente el suelo y tiene efecto alelopático a las malezas, actuando eficientemente en el control de coyolillo (*Cyperus rotundus)*, ciperácea de difícil control, además tolera sombra parcial. Una limitación es el gran tamaño de las semillas, lo que lleva a un gasto elevado en la implantación del cultivo, además de su lento establecimiento inicial (Calegari, Mondardo, & Bulisani, 1993).

- Usos potenciales: abono verde, cobertura, insecticida (hormigas, zompopas, babosa). Consideraciones especiales: toxicidad; tolerante a sequía, sombra, inundaciones moderadas y suelos salinos.

- Descripción: leguminosa herbácea erecta a enredadera, anual a perenne. Ciclo de cultivo de 170 días – 240 días, germinación rápida; altura de 60 cm – 100 cm, con raíces pivotantes. Los tallos son pocos ramificados, glabros y de color púrpura. Flores de color blanco a rosado, vainas con 30 cm de largas y 3.5 cm de ancho, aplastadas ensiformes e indehiscente, de 12 semillas – 20 semillas por vaina de forma oblongas o redondas, algo aplastadas, lisas y de color blanco.

- Adaptación: crece bien hasta una altura de 900 m s.n.m., precipitación alrededor de 900 mm – 1,200 mm. Tolera la sequía, la sombra y moderadamente inundaciones. Crece en suelos pobres con poco contenido de P; textura arenoso-franco a arcillosa con pH 4.3 – 8.0.

- Establecimiento: germinación rápida de 2 días a 3 días. Para abono verde/cobertura se siembra en surcos de 50 cm de distancia y 20 cm dentro del surco (150 kg/ha – 180 kg/ha). Asociado con cultivos 4 plantas/m^2 (65 kg/ha – 70 kg/ha). Para producción de semillas se siembra en surcos de 1 m de distancia y 20 cm entre plantas (65 kg/ha – 100 kg/ha). Profundidad de siembra 2 cm – 5 cm y escarificada.

- Manejo: el manejo depende del uso. Necesita un buen control de malezas durante el establecimiento.

- Problemas: toxicidad.

- Productividad, calidad de suelo y animal: Produce de 3 T – 7 T de materia seca/ha por año. Proteína cruda en el follaje de 13 % – 21 %, y digestibilidad de 62 %. La alta productividad de biomasa incorporada como abono verde mejora la calidad del suelo y aumenta los rendimientos de los cultivos.

- Producción de semilla: Produce de 0.8 T semilla/ha – 4 T semilla/ha.

En el cuadro 1 se presenta la especie *Canavalia ensiformis* con información sobre como cultivar la especie.

Cuadro 1. Descripción de *Canavalia ensiformis.*

Canavalia ensiformis – Canavalia	
Familia:	Leguminosa
Ciclo vegetativo:	Anual a perenne
Adaptación pH:	4.3 a 8.0
Fertilidad del suelo:	Baja
Drenaje:	Tolera moderadamente inundaciones
Metros sobre nivel del mar:	0 m – 900 m
Precipitación:	900 mm – 1,200 mm
Densidad de siembra:	Para abono verde y cobertura 50 cm entre surcos y 20 cm entre plantas (150 kg/ha – 180 kg/ha) Asociado con cultivo 4 plantas/m^2 (65 kg/ha – 70 kg/ha). Para producción de semillas 1 m entre surcos y 20 cm entre plantas (65 kg/ha – 100 kg/ha).
Profundidad de siembra:	2 cm – 5 cm, escarificada
Valor nutritivo:	Proteína en el follaje 13 % – 21 %
Utilización:	Abono verde, cobertura, insecticida (hormigas, babosa)

Fuente: Especies Forrajeras Multipropositos, 2018.

En la figura 5 se observa el espeso follaje de la especie Canavalia ensiformis el cual cubre muy bien el suelo.

Fuente: elaboración propia, 2019

Figura 7. Especie *Canavalia ensiformis*

2.3. MARCO REFERENCIAL

2.3.1. Localización geográfica

Según (De León Merida, 2018) la finca Monte de oro se encuentra entre los 14°31’ y los 14°41’ latitud Norte, y entre los 91°9’ y 91°18’ longitud Oeste. Las vías de acceso a la finca por la ruta CA-2 desde Guatemala a la frontera con México son:

a) Cruce en el km 122 a Santa Bárbara, Suchitepéquez habiendo una distancia desde el cruce al casco de la finca de 30 km, de éstos, 5 km son asfaltados y 25 km de terracería;

b) Cruce de Guatalón en el km 132 existiendo una distancia de 26 km desde el cruce al casco de la finca, todo de terracería;

c) Cruce a Chicacao, Suchitepéquez por el km 136 habiendo una distancia de 24 km desde el cruce al casco, de estos 10 km son asfaltados y 14 km de terracería. Existiendo además varios caminos vecinales que le sirven de acceso.

2.3.2. Descripción ecológica de la finca

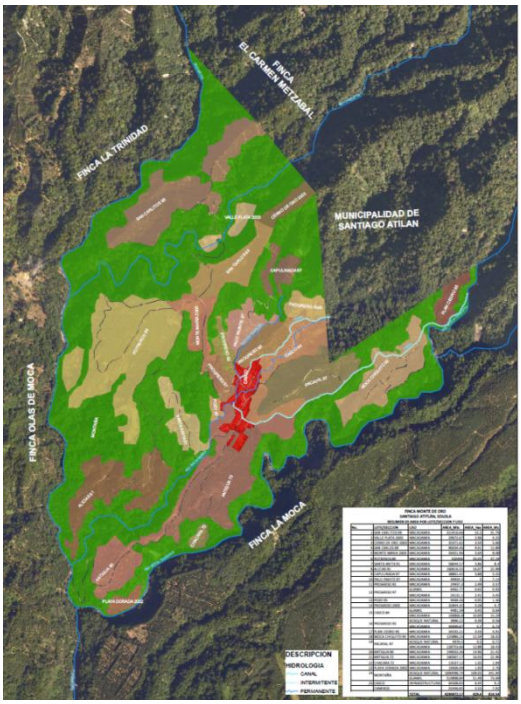
Según (De León Merida, 2018) la finca está clasificada según Holdridge señala que la finca se encuentra ubicada dentro de la zona de vida Bosque muy húmedo subtropical cálido. Ubicada a 1,215 m s.n.m en la parte más alta, mientras que la parte más baja a 862 m s.n.m. En promedio la altitud en que se encuentra ubicada la finca es de 1,038 m s.n.m. La precipitación pluvial promedio anual durante los últimos 10 años es de 4,295 mm. La temperatura media anual registrada en los últimos 10 años es de 22 °C. En el caso de los suelos predominantes, señalan que entre estos se encuentran:

a) Suelos de origen volcánico.
b) Suelos del altiplano central.
c) Suelos de declive del Pacífico.

2.3.3. Datos específicos del área de estudio

La finca Monte de Oro, ocupa 436 ha de las cuales 191.10 ha se encuentran cultivadas con nuez de macadamia, el resto sin cultivar. Del área cultivada 95.60 ha están en producción con una densidad poblacional de 18,803 árboles distribuidos en 13 secciones, el resto 95.50 ha se encuentran en fase de crecimiento (De León, 2018).

En la figura 6 se encuentra un mapa en relieve de la finca Monte de Oro presentando las áreas de bosque que son las de color verde y el resto de colores son las que se encuentran en producción.



Fuente: administración finca Monte de Oro, 2019.

Figura 8. Mapa relieve del municipio Santiago Atitlán, Sololá.

Según (Consejo Nacional de Áreas Protejidas, Guatemala (CONAP), 2019) la RUMCLA se ubica en zona de la cadena volcánica del occidente de Guatemala, donde se encuentran los volcanes de San Pedro, Atitlán y Tolimán, y los Cerros Pak'isís, Ajaw, Panán, Paculam, Cabeza de Burro e Iq´itiu.

Existen bosques latifoliados (151.94 km^2), mixtos (78.07 km^2) y de coníferas de altura (184.86 km^2), en éste último se encuentra el pinabete (*Abies guatemalensis*) especie endémica de Guatemala que se encuentra en el Apéndice I de CITES; asimismo, existen alrededor de 8.4 km^2 de bosque xerofítico o estacionalmente seco a orillas del Lago de Atitlán. Estos ecosistemas brindan bienes y servicios ambientales a la población de la región.

Según (Consejo Nacional de Áreas Protejidas, Guatemala (CONAP), 2019) es un área importante para la Conservación de aves en Guatemala (IBAs, por sus siglas en inglés) donde se encuentra el pavo de cacho (*Oreophasis derbianus*), que juega un papel importante en la regeneración de bosques nubosos, por ser dispersores de semillas, pero se encuentra en peligro crítico por presentar una distribución restringida, ser un género monoespecífico y endémico de la región mesoamericana.

Según (Consejo Nacional de Áreas Protejidas, Guatemala (CONAP), 2019) para Guatemala es una zona prioritaria de recarga hídrica a nivel nacional, la reserva abarca la cuenca del Lago de Atitlán (544.5 km^2), parte de las cuencas del río Madre Vieja (230.7 km^2), río Nahualate (300.0 km^2) y río Coyolate (34.9 km^2) que abastecen a varias comunidades de la región y costa sur de Guatemala, además de la cuenca del río Motagua (126.6 km^2) que fluye a la vertiente del Atlántico.

Según dice (Consejo Nacional de Áreas Protejidas, Guatemala (CONAP), 2019) posee belleza escénica y paisajística por la presencia de recursos naturales, los distintos tipos de vegetación y recursos hídricos, principalmente el Lago de Atitlán considerado uno de los lagos más bellos del mundo, asociado a la riqueza cultural de la región y sus sistemas de producción agrícola.

La finca Monte de Oro pertenece a la Reserva de Uso Múltiple Cuenca del Lago Atitlán (RUMCLA). La finca Monte de Oro está en el grupo de reservas naturales privadas el fin de pertenecer a este grupo es la conservación de la diversidad biológica en tierras privadas. Según (Consejo Nacional de Áreas Protejidas, Guatemala (CONAP), 2019) la finca Monte

de Oro y anexos está entre las primeras inscritas en el programa como una reserva natural privada (RNP) dentro de la RUMCLA desde el año 1996 con una área de 9.981 km^2.

2.4. OBJETIVOS

2.4.1. General

Reducir la emergencia de malezas con el uso de las coberturas vegetales.

2.4.2. Específicos

1. Determinar la especie y el distanciamiento óptimo para el control de malezas.

2. Evaluar la rapidez de cobertura de las especies.

3. Recomendar con base en criterios económicos y condiciones ambientales de la finca que cobertura es la adecuada.

2.5. METODOLOGÍA

2.5.1. Establecimiento del experimento

Se evaluaron ocho tratamientos con 3 repeticiones cada uno en una parcela de 3 m x 3 m y se seleccionaron en cada parcela una subparcela que será la parcela neta para evitar el efecto de los bordes. Se tomaron Datos cada 15 días después de un mes de crecimiento además de eso se dejó una parcela testigo que iba a dejarse crecer las malezas en ella para comparar contra las especies.

El manejo dado al experimente fue sencillo donde solo se realizó la limpia del área y la siembra de las diferentes especies a evaluar en la investigación y no se aplicó ningún fertilizante solamente se realizó la siembra de las especies y no se aplicaron láminas de riego debido a que el clima favoreció en el tiempo que se llevó a cabo la investigación.

Se realizaron dos limpias a mano al contorno de las parcelas de investigación en las cuales se tuvo el cuidado para no dañar las parcelas de la investigación. No se aplicó ningún pesticida para el control de plagas o enfermedades. En anexo de la figura 10A a la figura 24A se puede observar desde el establecimiento de la investigación hasta la recolección de datos y las herramientas utilizadas para la recolección de datos.

2.5.2. Variables de respuesta

Para cumplir el primer objetivo se utilizó la metodología de una investigación de kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides)* (Del Pozo Lira, Alvarado Aguyo, Carrera, & Pilaloa, 2016) donde se contarán el número de especies que emergen en la parcela neta en un área de 0.25 m por 0.25 m.

Otra de las variables medidas que utilizó para determinar cuál de las gramas y cobertura cubre más rápido un metro cuadrado se utilizó un marco de 1 m x 1 m para determinar en

qué tiempo las especies cubren más rápido el área y se calculó el porcentaje de cobertura cada 15 días. El experimento tuvo una duración de tres meses.

Para el análisis económico se utilizó la metodología de costos parciales para experimentos agrícolas donde se proyectó para una hectárea de siembra de las coberturas y gramas utilizadas para determinar la viabilidad de cada una.

2.5.3. Diseño estadístico

Se evaluaron los dos distanciamientos de siembra 0.30 m y 0.50 m entre planta y entre surco de 0.50 m donde se definió una parcela bruta que será de 3 m x 3 m y dentro de esa parcela se definió la unidad de muestreo que será de 1 m x 1 m para evitar los bordes y se dejarán parcelas de malezas como testigos para compararlas parcelas con cobertura y sin cobertura y tener una relación de cuantas malezas emergen con cobertura y sin cobertura. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBC).

2.5.4. Diseño experimental

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + Y_j + (\alpha Y)_{ij} + \beta_k + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk}= Variable de respuesta número de especies de malezas emergidas.
μ= Media general.
α_i= Efecto i-ésimo de la especie de cobertura.
Y_j = Efecto j-ésimo nivel del distanciamiento de siembra.
$(\alpha Y)_{ij}$= Efecto de la interacción del i-ésimo nivel de la especie y j-ésimo nivel del distanciamiento de siembra.
β_k = Efecto de los bloques.
ε_{ijk}= Error experimental en cada unidad experimental.

Se definió como factor A, a las especies a evaluar y el factor B serán los dos distanciamientos de siembra.

2.5.5. Análisis de datos

Para la obtención de los porcentajes de cobertura se utilizó un software especializado que se conoce como CobCal® se utiliza para obtener porcentajes de cobertura en el cual se manipula los colores de la fotografía y se obtenía el porcentaje de cobertura y para el análisis estadístico y procesamiento de datos se utilizara InfoStat®.

A. Cobcal®

Según (Ferrari, Pozzolo, & Ferrari, 2019) el software para estimación de cobertura vegetal, CobCal Versión 1.0, está programado bajo el compilador Visual Basic (Versión 6). Para el cálculo, utiliza como input fotos digitales de la superficie muestreal. La carga de la imagen al sistema, es realizada utilizando la biblioteca DLL Intel JPEG library.

Su funcionamiento está basado en un algoritmo especialmente diseñado para el procesamiento de imágenes digitales. El programa posee, de forma fácilmente accesible, un manual de ayuda al usuario, en donde se detallan los requerimientos de hardware, la forma de operar el sistema y la información de trabajo. El cálculo del área es semiautomático. El usuario debe proveer al programa de cierta información inicial para que pueda llegar al resultado, Indicando:

- Una o más imágenes a ser procesadas.

- El área circular relevante de la imagen que se va a procesar.
- Uno o dos colores representativos (llamados positivos) correspondientes al cultivo (por ejemplo, dos tonos de verde para las hojas, o un verde y un amarillo para las hojas y flores respectivamente, etc.) y un color (llamado negativo) que indica el color del suelo o del área que no debe ser tenida en cuenta para el cálculo. Aunque este color es opcional, es recomendable su uso para obtener los mejores resultados.

- Nivel de precisión. Esta opción le indica la cantidad de puntos (píxeles) a muestrear. El nivel “alto” tiene en cuenta todos los píxeles del círculo.

- Modo de escaneo. Indica al programa si debe usar el modo HSL (que define al color de los píxeles según sus valores de saturación y luminancia) o el modo RGB (que define al color de los píxeles en diferentes intensidades de rojo, verde y azul). Dependiendo de la intensidad y la diferencia de color de los puntos de la imagen, uno u otro método arrojará un resultado más aproximado. Por lo tanto es posible que el usuario deba probar ambos métodos de procesamiento antes de aceptar el resultado. Las pruebas realizadas indican que el modo más adecuado de escaneo para la mayoría de las imágenes es el HSL (Ferrari, Pozzolo, & Ferrari, 2019).

La precisión del software fue contrastada mediante comparaciones realizadas con el método tradicional. La prueba en paralelo se realizó sobre el desarrollo vegetativo de un cultivo de colza, en él, se seleccionaron al azar 10 muestras de cuarto metro cuadrado en donde se aplicaron dos tratamientos, (A) Porcentaje de Cobertura vegetal según método tradicional de cuadrados, (B) Porcentaje de Cobertura vegetal utilizando fotos digitales analizadas con CobCal. Cabe aclarar que las fotos digitales utilizadas en el tratamiento “B”, se sacaron en el mismo lugar y momento en donde se analizaron las muestras para el tratamiento “A” (Ferrari, Pozzolo, & Ferrari, 2019).

Infostat®

Es un software para análisis estadístico de aplicación general desarrollado bajo la plataforma Windows.

a. Prueba de medias Tukey

La prueba de rango de Tukey, también conocida como prueba de Tukey, método de Tukey, prueba de significación honesta de Tukey o prueba de HSD de Tukey, es un procedimiento de comparación múltiple y prueba estadística de un solo paso. Puede usarse para encontrar medios que son significativamente diferentes entre sí.

Dentro de las especificaciones en los distanciamientos a utilizar son:
Distanciamiento 1: 0.30 m.
Distanciamiento 2: 0.50 m.

En el cuadro 2 se realiza las combinaciones de los factores evaluados.

Cuadro 2. Combinación de distanciamiento factores A y B.

		Factor B	
		Distanciamiento 1	Distanciamiento 2
Factor A	*Arachis*	E1D1	E1D2
	Paspalum	E2D1	E2D2
	Digitaria	E3D1	E3D2
	Canavalia	E4D1	E4D2

Fuente: elaboración propia, 2019.

En el cuadro 2 se realiza la combinación de los factores A y B y se combinan las especies con los dos distanciamientos.

En el cuadro 3 se realizó el nombramiento de las combinaciones esto para tener un manejo más simple al momento del establecer la investigación.

Cuadro 3. Combinaciones de los niveles y descripciones de los niveles.

Tratamientos	Niveles	Descripción
T1	E1D1	Especie 1, Distanciamiento 1
T2	E2D1	Especie 2, Distanciamiento 1
T3	E3D1	Especie 3, Distanciamiento 1
T4	E4D1	Especie 4, Distanciamiento 1
T5	E1D2	Especie 1, Distanciamiento 2
T6	E2D2	Especie 2, Distanciamiento 2
T7	E3D2	Especie 3, Distanciamiento 2
T8	E4D1	Especie 4, Distanciamiento 2
T9	Testigo	Cobertura natural

Fuente: elaboración propia, 2019.

El cuadro 4 presenta el resultado de la aleatorización de los tres bloques, dado que cada bloque representa 9 parcelas distribuidas entre los surcos de macadamia.

Cuadro 4. Aleatorización de los tratamientos y distribución de los tratamientos.

Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3
T1	T3	T1
T9	T5	T6
T3	T8	T4
T2	T7	T9
T8	T1	T2
T7	T4	T7
T5	T6	T3
T4	T9	T5
T6	T2	T8

Fuente: elaboración propia, 2019.

En el cuadro 4 se presenta como que quedo la distribución de las parcelas en el área de investigación.

2.5.6. Croquis del área de investigación

En el siguiente croquis se presenta la distribución de las parcelas de los tratamientos y las medidas de cada parcela.

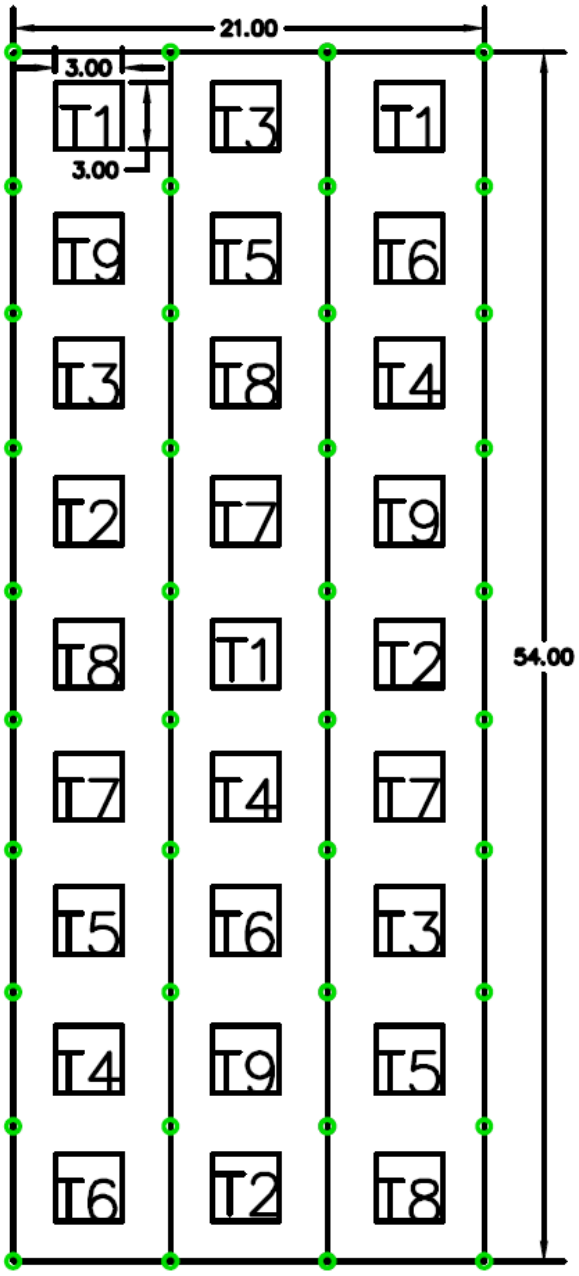


Figura 9. Croquis de la investigación.

2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Reducción de la emergencia de malezas

En la figura 8 se compara las 4 lecturas tomadas a lo largo de la duración de la investigación comparando todos los tratamientos con la emergencia de malezas.

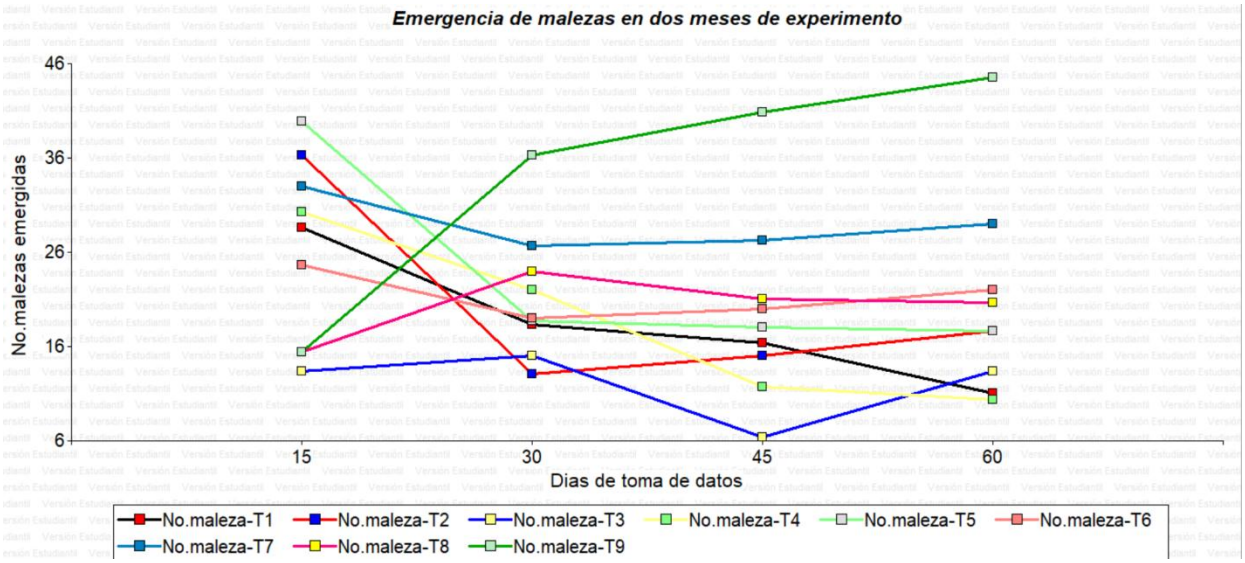


Figura 10. Datos de las 4 lecturas realizadas del variable número de malezas.

En la figura 8 se analiza el comportamiento de las especies evaluadas con los dos distanciamientos usados donde el tratamiento 9 que fue el testigo; parcela que se utilizó para comparar arvenses contra coberturas, se observa el crecimiento exponencial de las arvense sin cobertura y al observar el resto de tratamientos hubo una reducción de arvenses en donde estuvo marcada en el tratamiento 4 que fue la canavalia con distanciamiento de 0.3 m ya que esta especie posee un alto crecimiento de cobertura ya visto en la figura 29 y una alelopatía que posee efectos inhibitorios sobre el crecimiento de las arvenses del área donde se realizó la investigación.

Determinación de distanciamiento en el control de malezas

En el cuadro 5 se realiza la comparación de medias incluyendo a ambos factores

Cuadro 5. Prueba de Tukey de distanciamiento y especie óptimo.

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=17.98436							
Error: 38.9636 gl: 14							
SPP	Distanciamientos	Medias	N	E.E.			
Canavalia	0.3	59.44	3	3.6	A		
Canavalia	0.5	28.72	3	3.6		B	
Paspalum	0.3	22.38	3	3.6		B	C
Arachis	0.3	19.56	3	3.6		B	C
Digitaria	0.5	12.85	3	3.6		B	C
Digitaria	0.3	12.29	3	3.6		B	C
Paspalum	0.5	10.33	3	3.6			C
Arachis	0.5	9.23	3	3.6			C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)							

Se obtuvo como resultado que la canavalia con un distanciamiento de siembra de 0.3 m entre planta es la especie más adecuada si se está buscando una cobertura vegetal agresiva esto debido a sus características morfológicas y fisiologías de esta planta que posee un alto crecimiento de follaje y producción de materia verde.

Crecimiento de las coberturas vegetales

En la figura 9 se observa el crecimiento de las diferentes coberturas analizadas donde se realizó el análisis estadístico correspondiente para determinar cuál de estas especies tuvo mayor crecimiento observando la figura es la *Canavalia ensiformis* con un distanciamiento de 0.30 ms la cual tuvo mayor cobertura debido a su crecimiento de follaje ya que es una especie que es usada para abono verde; La alta productividad de biomasa incorporada como abono verde mejora la calidad del suelo y aumenta los rendimientos de los cultivos (Especies forrajeras Multipropósitos, 2018).

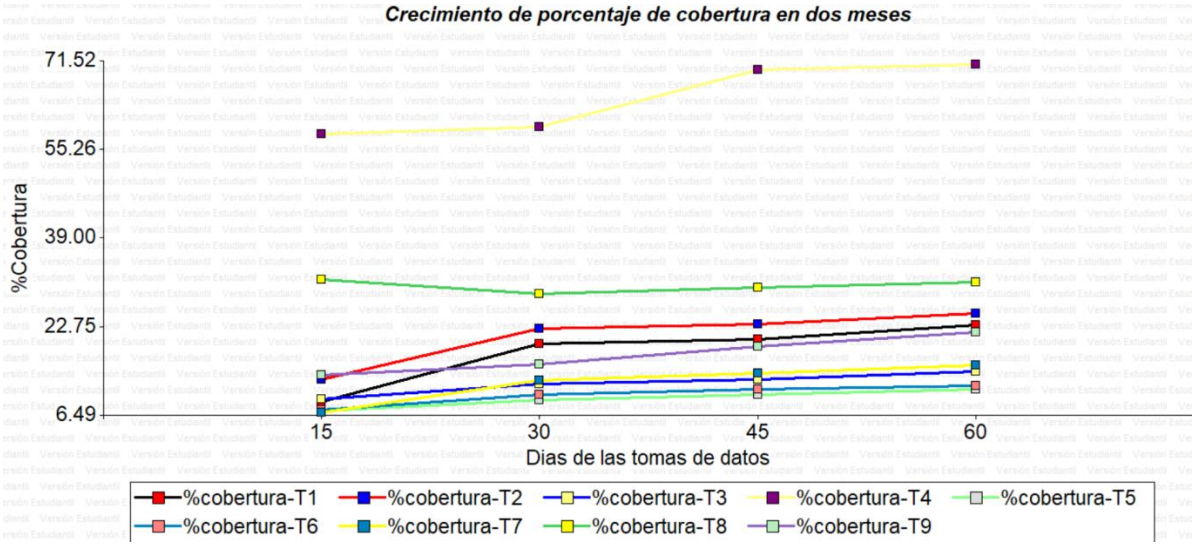


Figura 11. Porcentaje de cobertura

Los beneficios del abono verde o como cultivo de cobertura con canavalia han sido documentados. Hasta 9 T/ha de materia seca que contiene un estimado de 150 kg/ha. El cultivo de cobertura proporciona kg/ha de nitrógeno (Buckles, Etéka, Osiname, Galiba, & Galiano, 2000). Debido al tamaño de follaje que esta especie presenta es como se logra el alto porcentaje de cobertura.

En el cuadro 6 se presenta el análisis de la varianza de la variable porcentaje de cobertura.

Cuadro 6. Análisis de la varianza realizado de la variable porcentaje de cobertura.

Análisis de la varianza					
Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV	
Cobertura (%)	24	0.92	0.86	28.57	
Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5949.62	9	661.07	16.97	<0.0001
BLOQUE	159.13	2	79.56	2.04	0.1667
SPP	3996.68	3	1332.23	34.19	<0.0001
DENS	1035.04	1	1035.04	26.56	0.0001
SPP*DENS	758.77	3	252.92	6.49	0.0056
Error	545.49	14	38.96		
Total	6495.11	23			

En la figura 10 se puede observar que a menor distanciamiento de siembra se obtendrá una mayor cobertura del área. En este caso la variable porcentaje de cobertura dio como respuesta que se obtuvo un mayor porcentaje en la especie canavalia con un 55 % con el distanciamiento de 0.3 cm y en segundo lugar la misma especie pero con el distanciamiento de 0.5 cm con un porcentaje de cobertura de 30 % dado por sus características morfológicas que posee una alta producción de materia verde y ser utilizada como abono verde.

En segundo lugar, se obtuvo la grama *Paspalum conjugatum,* luego se observa al maní forrajero siendo mejor su mayor distanciamiento de siembra la mejor y la que mayor cobertura se obtuvo y por último teniendo una tendencia de crecimiento casi igual con ambos distanciamientos de siembra está la especie *Digitaria sanguinalis*.

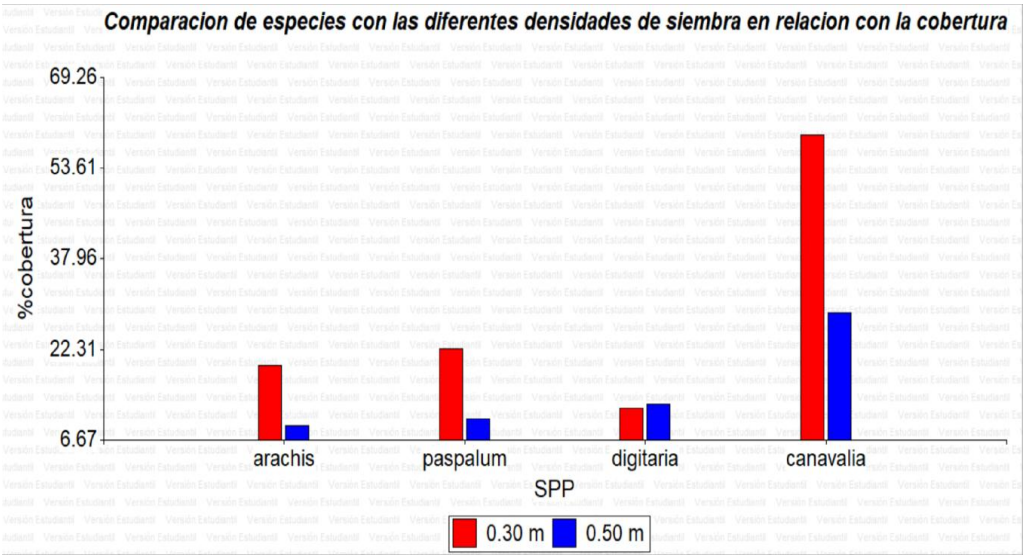


Figura 12.Gráfico de comparación de porcentaje de cobertura

En el cuadro 7 se realizó una prueba de medias de la variable porcentaje de cobertura.

Cuadro 7. Resultados de la prueba de Tukey de las especies.

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=10.47489					
Error: 38.9636 gl: 14					
SPP	Medias	n	E.E.		
Canavalia	44.08	6	2.55	A	
Paspalum	16.36	6	2.55		B
Arachis	14.39	6	2.55		B
Digitaria	12.57	6	2.55		B

En el cuadro 7 se observa en el análisis estadístico de la comparación de medias que la especie con mayor porcentaje de cobertura es la *C.ensiformis* debido a que esta especie su crecimiento es acelerado y su follaje es abundante y cubre bastante área.

En el cuadro 8 se realizó la comparación de medias de distanciamientos de siembra con respecto a la variable de porcentaje de cobertura donde a menos distanciamiento se tendrá una cobertura de área más rápida según los datos recolectados en la investigación.

Cuadro 8. Prueba de Tukey de los distanciamientos de siembra entre planta.

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.46560					
Error: 38.9636 gl: 14					
Dista	Medias	n	E.E.		
0.3	28.42	12	1.8	A	
0.5	15.28	12	1.8		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

Con el análisis anterior se puede confirmar lo de la figura 8 y observando la prueba de Tukey que distanciamiento obtuvo una mayor cobertura en este caso fue de 0.3 m el que se presentó como mejor distanciamiento de siembra entre planta esto se debe a que las plantas estarán más cerca entre ellas y su cobertura de suelo se dará más rápido.

En el cuadro 9 se presenta el análisis estadístico de malezas emergidas.

Cuadro 9. Cuadro de análisis estadístico de la variable número de malezas emergidas.

F.V.	**SC**	**gl**	**CM**	**F cal**	**p-valor**
BLOQUE	54.22	2	27.11	0.2815746	0.7582572
SPPvsTESTI	748.17	1	748.17	7.7707727	0.0131736
SPP	163.5	3	54.5	0.5660573	0.6452575
DENS	150	1	150	1.557956	0.2299222
SPP*DENS	114.33	3	38.11	0.3958247	0.7577681
Error	1540.44	16	96.28		
Total	2770.67	26			

Se obtuvo significancia en la interacción SPP vs TESTI en la que se refiere a las especies evaluadas contra el testigo, siendo el testigo una parcela con el crecimiento normal de malezas sin alguna especie de cobertura dando como resultado que sin importar cuál de las especies evaluadas se utilice para control de malezas tendrá siempre un resultado positivo para la disminución de la emergencia de malezas en el cultivo de macadamia sin importar que densidad se utilice o que especie siempre se tendrá un control de malezas.

2.6.1. Análisis económico

En el cuadro 10 se presenta los costos de mano de obra para establecer 1 ha de cada una de las especies evaluadas tomando en cuenta todos los factores que se llevaron a cabo para establecer la investigación.
En el cuadro 10 lo forman los costó unitarios los cuales sirvieron para realizar la proyección a una hectárea de siembra de las cuatro especies evaluadas.

Cuadro 10. Costos de mano de obra.

Costos de mano de obra para los tratamientos				
Costos de insumos				
Mano de obra por hectárea				
Descripción	Unidad	Precio unitario (Q.)	Cantidad	Precio (Q.)
Siembra	jornal	50	3	150
Arrendado	alquiler	2,400	1	2,400
Prepa de terrero	jornal	300	1	300
Total				2,850

Para realizar la proyección a una hectárea del establecimiento de las especies se midió el tiempo en que se tardaron para poder establecer las diferentes especies que fueron reproducidas asexualmente ya que no se contaba con semilla de 3 de ellas y tomo más tiempo para poder establecerlas y poder recolectarlas, para un costo de mano de obra total de Q. 2,850.00.

Cuadro 11 presenta los costos que variaron al momento de establecer la hectárea de las especies evaluadas.

Cuadro 11. Costos de variación.

Costos que varían			
TR	Descripción de los tratamientos y densidades	Costo por ha (Q.)	Costos fijos (Q.)
T1	A. pintoi 0.3 m	16,203.70	19,053.70
T2	P. conjugatum 0.3 m	11,574.07	14,424.07
T3	D. sanguinelis 0.3 m	13,888.89	16,738.89
T4	C. ensiformis 0.3 m	4,629.63	7,479.63
T5	A. pintoi 0.5 m	16,203.70	19,053.70
T6	P. conjugatum 0.5 m	11,574.07	14,424.07
T7	D. sanguinelis 0.5 m	13,888.89	16,738.89
T8	C. ensiformis 0.5 m	4,629.63	7,479.63
T9	Testigo	0	2,850.00

En el cuadro anterior se presenta el costo para el establecimiento de cada una de las especies en una hectárea, dando como resultado que *C.ensiformis* presenta menor costo de establecimiento con un monto de Q. 4,629.63 para costo fijos, para establecer una hectárea de *C.ensiformis* para un distanciamiento de siembra de 0.3 m. Debido a que se utilizó semilla para el establecimiento de las parcelas de investigación esto tuvo una reducción de tiempo y fácil manejo al momento de plantarlas reduciendo los costos por la reducción de tiempo al utilizar semilla y agilizando la siembra.

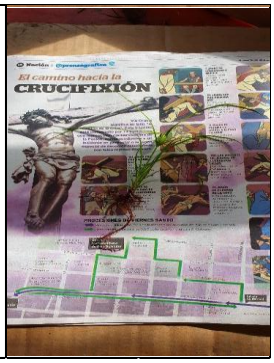
En el cuadro 12 se presentan las especies encontradas en el área de investigación.

Cuadro 12. Especies de malezas encontradas en el área de la investigación.

No.	REINO	CLASE	ORDEN	FAMIALIA	GENERO	ESPECIE	FOTO
1	Plantae	Liliopsida	Poales	Cyperaceae	*Kyllinga*		
2	Plantae	Liliopsida	Cyperales	Poaceae	*Oplismenus*		
3	Plantae	Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae			
4	Plantae	Magnoliopsida	Solanales	Convolvulacea	*Ipomea*	*Ipomea cairica*	
5	Plantae	Magnoliopsida	Asterales	Compositae	*Ageratum*	*Ageratum conyzoides*	

Continuación cuadro 12.

6	Plantae	Liliopsida	Commelinales	Commelinaceae	*Tripogandra*		
7	Plantae	Magnoliopsida	Asterales	Compositae	*Conyza*		
8	Plantae	Magnoliopsida	Poales	Poaceae	*Brachiaria*		
9	Plantae	Magnoliopsida	Euphorbiales	Euphorbiaceae	*Phyllantus*	*Phyllantus niruri*	
10	Plantae	Magnoliopsida	Polygonales	Polygonaceae	*Rumex*		

11	Plantae	Liliopsida	Cyperales	Cyperaceae	*Cyperus*		

En el cuadro 12 se presentan 11 malezas que tuvieron mayor predominancia en el área de investigación las cuales son: *Kyllinga, Oplismenus, Ipomea, Ageratum, Phyllantus Tripogandria, Conyza, Brachiaria, Rumex, Verbeneceae y Cyperus*.

En el cuadro 13 se presentan los resultados de las mediciones de las variables evaluadas en la investigación.

Cuadro 13. Datos de la segunda lectura de las dos variables evaluadas.

TRAT	BLOQUE	SPP	DENS	No.maleza	%cobertura
T1	I	arachis	0.3	12	10.11
T1	II	arachis	0.3	33	25.12
T1	III	arachis	0.3	9	23.44
T2	I	paspalum	0.3	22	19.4
T2	II	paspalum	0.3	4	14.97
T2	III	paspalum	0.3	12	32.78
T3	I	digitaria	0.3	17	13.78
T3	II	digitaria	0.3	10	10.42
T3	III	digitaria	0.3	17	12.66
T4	I	canavalia	0.3	18	45.54
T4	II	canavalia	0.3	13	68.58
T4	III	canavalia	0.3	34	64.2
T5	I	arachis	0.5	30	12.01
T5	II	arachis	0.5	14	8.34
T5	III	arachis	0.5	11	7.34
T6	I	paspalum	0.5	12	8.06
T6	II	paspalum	0.5	32	13.5
T6	III	paspalum	0.5	12	9.44
T7	I	digitaria	0.5	25	11.41
T7	II	digitaria	0.5	24	9.27
T7	III	digitaria	0.5	30	17.86
T8	I	canavalia	0.5	24	29
T8	II	canavalia	0.5	12	25.12
T8	III	canavalia	0.5	35	32.04
T9	I	malezas		38	11.38
T9	II	malezas		30	17.11
T9	III	malezas		40	19.20

En el cuadro anterior se presenta la tabla de toma de datos correspondiente a la segunda lectura. Se utilizaron los valores de esta lectura debido que se pudo observar que fue donde los datos tuvieron un comportamiento diferente en relación a las otras lecturas.

2.7. CONCLUSIONES

1. Se logró reducir la emergencia de malezas utilizando cualquiera de las 4 especies evaluadas en el cultivo de macadamia.

2. Con los análisis estadísticos realizados se logró determinar que sin importar cuál de las especies se utilice para el control de las malezas en el cultivo de macadamia con las condiciones ambientales presentadas en el tiempo que se realizó la investigación se obtuvo que no hay un distanciamiento óptimo ni una mejor especie para el control de malezas igualmente siempre se presentará un control sobre estas. Se evidencia que efectivamente coberturas vegetales de las especies investigadas existe una reducción de malezas sin embargo es indistinto que especie se utilice. La especie que presentó un mayor crecimiento o tuvo una mayor cobertura fue *Canavalia ensiformis* debido a su rápido crecimiento y sus características morfológicas que la hace producir una alta cantidad de materia verde o follaje.

3. El análisis económico realizado y en base a las condiciones ambientales y edafológicas la especie que presenta mejores beneficios es *Canavalia ensiformis* ya que presenta control sobre malezas y tiene beneficios secundarios de los cuales se puede beneficiar.

2.8. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la siembra de *Canavalia ensiformis* una de las especies utilizadas en la investigación ya que es una especie que tuvo respuesta en el control de malezas y posee otras cualidades que la hacen la más recomendable para utilizarse y dio un resultado positivo para detener el crecimiento a la enredadera *Ipomea* en donde se observó que no invade las áreas de las parcelas donde se evaluó esta especie de cobertura. Su crecimiento de follaje es rápido y tiene la capacidad de cubrir una amplia área rápidamente, resiste parcialmente la sombra y la vigorosidad con la que crece la hace tener una buena cobertura del suelo, como su aporte nutricional y mejoramiento de las cualidades del suelo y posee un efecto alelopático para el control de malezas (Calegari, Mondardo, & Bulisani, 1993).

2. Las vainas jóvenes y los granos verdes de canavalia se pueden consumir (Florentin, Peñalva, & Calegari, 1992). La semilla producida de la plantación se puede utilizar para abrir una nueva área de siembra en asocio con el cultivo o comercializarla ya que es utilizada a varios cultivos como abono verde. La producción de materia verde por hectárea esta entre 25 T a 30 T, lo que representa unas 5 T a 6 T de materia seca por hectárea (Florentin M. A., 1992). Otros de los beneficios debido a su crecimiento del follaje es la cobertura que posee que ayuda a disminuir la erosión, que es muy común en la finca donde están hay pendientes muy pronunciadas establecer el uso de esta cobertura podría disminuir la erosión que se hace presente en los suelos de la finca.

3. Se recomienda evaluar otras coberturas que se adapten a las condiciones ambientales y edafológicas de la finca contra canavalia y también evaluar otros distanciamientos de siembra entre plantas para determinar cuál sería el óptimo para controlar mejor las malezas que se hagan presentes en el periodo de tiempo que se realice la investigación.

4. Como alternativa a establecer otra cobertura puede utilizarse *Arachis pintoi* debido a que es otra especie que está considerada como cobertura vegetal y posee cualidades como mejoramiento de suelos con la fijación de nitrógeno, disminuye la erosión y controla el crecimiento de arvenses. Problema que se pueden presentar en esta especie el manejo que se le debe de dar ya que al alcanzar un mayor tamaño y mayor área de cobertura puede ocasionar dificultades para la recolección de la macadamia y también puede ser hospedero de nematodos (Araya & Cheves, 1997).

5. De igual manera una desventaja presente al establecer la canavalia como cobertura vegetal es que es una planta de crecimiento rápido y su follaje es grande y robusto puede llegar a medir un metro de altura y al momento de cosechar la macadamia puede causar dificultad para buscarla. Se debe darle el manejo adecuado a la cobertura para que no cause este tipo de problemas y obtener siempre sus beneficios.

2.9. BIBLIOGRAFÍA

Araya, M., & Cheves, A. (1997). *Poblaciones de los nematodos parasitos del banano (Musa AAA), en plantaciones asociados con coberturas de Arachis pintoi y Geophilla macropoda.* Obtenido de Agronomfa Costarricense, 21(2), 217-220: http://www.mag.go.cr/rev_agr/v21n02_217.pdf

Asociación Guatemalteca de Exportadores, Guatemala (AGEXPORT). (2020). *AGEXPORT, acerca de nosostros*. Obtenido de Guatemala: AGEXPORT: https://export.com.gt/sector/agricola

Asociación Nacional del Café, Guatemala (Anacafé). (2018a). *Cultivo de nuez de macadamia*. Obtenido de Guatemala: ANACAFE: https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Cultivo_de_nuez_macadamia

Asociación Nacional del Café, Guatemala (Anacafé). (2018b). *Paspalum conjugatum Bergius*. Obtenido de Guatemala: ANACAFE: http://www.anacafe.org/glifos/index.php/Paspalum_conjugatum_Bergius

Buckles, D., Etéka, A., Osiname, O., Galiba, M., & Galiano, G. (2000). *Cover crops in west Africa.* Obtenido de Canadá: International Development Research Centre: https://www.idrc.ca/sites/default/files/openebooks/270-8/index.html

Calegari, A., Mondardo, A., & Bulisani, E. (1993). Productividad y calidad de semillas de Canavalia ensiformis. En A. Calegari, A. Mondardo, E. A. Bulisani, L. d. Wildner, M. B. Costa, P. B. Alcantara, . . . T. J. Amado, *Adubacao verde no soul do Brasil* (pág. 346). Rio de Janeiro: AS-PTA. Obtenido de http://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/125/121

Castillo Velarde, J. (1959). Macadamia; perspectiva como planta industrial. *Informador Agricola*, 3(20), 4-5.

Consejo Nacional de Áreas Protejidas, Guatemala (CONAP). (2019). *Plan maestro reserva de uso multiple cuenca del lago Atitlán.* Guatemala: CONAP.

Consejo Nacional de Áreas Protejidas, Guatemala (CONAP). (2019). *Plan maestro reserva de uso múltiple cuenca del lago Atitlán 2018-2022.* Guatemala: CONAP. Obtenido de www.marn.gob.gt › Multimedios.

De León Merida, J. L. (2018). *Estudio de los thrips (Frankliniella occidentalis Pergande) asociados a nuez de macadamia (Macadamia integrifolia Mueller), en finca Monte de Oro, Santiago Atitlán, Sololá, Guatemala, C. A.* Obtenido de (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala):

www.repositorio.usac.edu.gt/6822/1/Tesis%20Jose%20Luis.pdf

Del Pozo Lira, A., Alvarado Aguyo, A., Carrera, M., & Pilaloa, W. (2016). *Evaluación de distintas densidades de siembra de kudzú tropical (Pueraria phaseoloides) como alternativa de cobertura vegetal en plantaciones de cacao en la zona agrícola del cantón El Triunfo, provincia del Guayas.* Obtenido de El Misionero del Agro, 3(13), 7-21: https://www.researchgate.net/publication/323905176_Evaluacion_de_distintas_densidades_de_siembra_de_kudzu_tropical_Pueraria_phaseoloides_como_alternativa_de_cobertura_vegetal_en_plantaciones_de_cacao_en_la_zona_agricola_del_canton_El_Triunfo_provincia

Dirección General de Investigación y Extensión Agricola, Cista Rica. (1991). *Aspectos tecnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agricolas de Costa Rica.* San José, Costa Rica: Armani. Obtenido de www.frunet.org/index.php?option=com_rsfiles...path.../tec_macadamia%20CR...

Enciclopedia Cubana en la Red, Cuba (EcuRed). (2018). *Verbenaceae*. Obtenido de Cuba: EcuRed: https://www.ecured.cu/Verbenaceae

Fernández Mayer, A. (2018). *Arachis pintoi*. Obtenido de Colombia: Cultura Empresarial Ganadera: https://culturaempresarialganadera.org/2018/03/15/arachis-pintoi/

Ferrari, D. M., Pozzolo, O. R., & Ferrari, H. J. (2019). *Desarrollo de un software para estimación de cobertura vegetal*. Obtenido de Argentina: Programa Nacional Agroindustria y Valor Agregado: http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/varios/DesarrolloSoftEstimacionCoberturaVegetal.asp

Florentin, M. A. (1992). *La mucuna y otras plantas de abono verde para pequeñas propiedades.* Asunción, Paraguay: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Florentin, M., Peñalva, M., & Calegari, A. (1992). *Abonos verdes y rotacion de cultivos en siembra directa.* San Lorenzo, Paraguay: Proyecto Conservación de Suelos MAG / GTZ.

GeoInstitutos, España. (2018). *La cobertura vegetal en la cuenca del canal de Panamá*. Obtenido de ESpaña: Institutos Geográficos y Cartográficos de América Latina, España y Portugal (GeoInstitutos): http://www.geoinstitutos.com/art_03_cober2.asp

González, O., & Chacón, R. (1986). *Macadamia, técnicas para su producción.* San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica, Escuela de Fitotecnia, Programa de Comunicación Agrícola.

Gutiérrez, I. R., Pérez, G., Benega, R., & Gómez, L. (2002). Coberturas vivas de leguminosas en el plátano (Musa sp.) FHIA 03. *Cultivos Tropicales*, 23(3), 11-17.

Herrera, F., & Herrera, M. (1995). Effectiveness of preemergent herbicides in weed control in macadamia (Macadamia integrifolia) plant nurseries. *Boletin Técnico Estación Experimental Fabio Baudrit M.*, 12(1).

Holdridge, L. (1987). *Ecologia basada en zonas de vida.* Obtenido de Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (Libros y Materiales Educativos no. 83): http://opackoha.iica.int/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=15840

Lemus Cortes, O. R. (2001). *Fertilización con elementos mayores en producción del cultivo de nuez de macadamia (Macadamia integrifolia Mueller).* Obtenido de (Tesis Ing Agr., Universidad Rafael Landivar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas: Guatemala): http://biblio4.url.edu.gt/Tesis/V20/2001/06/42/Lemus-Otto.pdf

Mortimer, A. M. (1990). The biology of weeds. En R. H. (eds.), *Weed control handbook: Principles. (8 ed.)* (págs. 1-42). USA: Blackwell Scientific Publications.

Pérez, M. (2012). *Ageratum conyzoides*. Obtenido de Botanica y Jardines: http://www.botanicayjardines.com/ageratum-conyzoides/

República, Guatemala. (2015). *Guatemala logró crecimiento en sus exportaciones según BID*. Obtenido de República, Guatemala, Diciembre 31: https://republica.gt/2015/12/31/guatemala-logro-crecimiento-en-sus-exportacionessegun-bid/

Rojas Chávez, S., & Vibrans, H. (2010). *Paspalum conjugatum P.J. Bergius*. Obtenido de México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad: http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/paspalumconjugatum/fichas/ficha.htm

Sancho, F., & Cervantes, C. (1991). *Medición de pérdida de suelo a través del empleo de parcelas de escurrimiento.* Obtenido de Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería: https://www.mag.go.cr/rev_agr/v21n01_111.pdf

Suárez Muñoz, J., Roa García, M. C., Brown, S., & Vargas, W. G. (2020). *Inventario de plantas pequeños humedales del Quindio*. Obtenido de Canadá: Fundación Evaristo García; Herbario de Humedales: http://lfs-plantas.sites.olt.ubc.ca/#

Syngenta, España. (2019). *Digitaria*. Obtenido de Syngenta: https://www.syngenta.es/gramineas-anuales-y-perennes/digitaria

Tropical Forages, Colombia. (2018). *Canavalia brasiliensis*. Obtenido de Colombia: Tropical Forages: https://www.tropicalforages.info/text/entities/canavalia_brasiliensis.htm

United States Deparment of Agriculture (USDA). (2010). *Oplismenus P. Beauv., basketgrass*. Obtenido de USDA, Natural Resources Conservation Service: https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=OPLIS

Vides, A. (2018). *Guatemala, uno de los dos países que logró crecimiento en sus exportaciones*. Obtenido de Guatemala: Asociación Guatemalteca de Exportadores (AGEXPORT): http://agexporthoy.export.com.gt/agexport/guatemala-uno-de-losdos-paises-que-logro-crecimiento-en-sus-exportaciones/

2.10. APÉNDICE

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 13A. Herramienta utilizada para el conteo de malezas

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 14A. Parcela de la investigación.

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 15A. Limpia del área donde se estableció la investigación.

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 16A. Área de investigación limpia.

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 17A. Semilla de *Canavalia ensiformis*

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 18A. Preparación de material vegetal para su siembra.

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 19A. Crecimiento de *Canavalia ensiformis.*

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 20A. Crecimiento *Canavalia ensiformis.*

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 21A. Recolección de datos.

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 22A. Recolección de datos.

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 23A. Recolectando datos de los diferentes tratamientos.

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 24A. Recolección de datos en las parcelas.

Fuente: elaboración propia, 2019.

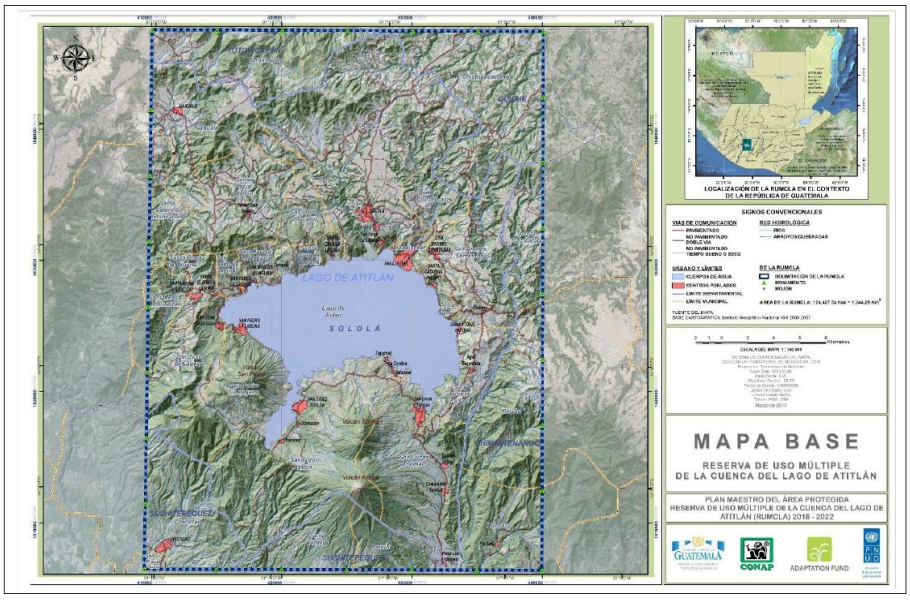
Figura 25A. Conteo de malezas alrededor de una planta.

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 26A. Se puede apreciar el crecimiento vigoroso de la canavalia.

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 27A. Planta de *Arachis pintoi.*



Fuente: CONAP, Plan Maestro Reserva de Uso Múltiple Cuenca del Lago Atitlán, 2019.

Figura 28A. Mapa base de la RUMCLA.

CAPITULO III: SERVICIOS REALIZADOS EN FINCA MONTE DE ORO, MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ, GUATEMALA, CA. .

3.1. Introducción

En el siguiente documento se presenta los servicios que se realizaron en la finca Monte de oro, Santiago Atitlan, Sololá. Los servicios son las actividades que se llevaron a cabo durante la duración del Ejercicio profesional supervisado en donde se trata de compartir conocimientos o aportar algo en el lugar donde se realiza el EPS.

El primer servicio trata sobre la actividad de poda de árboles, esta actividad se realiza con el fin de que el árbol que está enfermo se recupere del daño que tuvo por los fitopatógenos que lo atacaron, realizando la poda del árbol este brotara y sus nuevos brotes vendrán sanos y en algunas ocasiones que el árbol no se recupera y la enfermedad continua y muere el árbol.

El segundo servicio es la continuación de la poda, trata sobre darle seguimiento al trabajo de la poda para tener una probabilidad baja que el árbol muera, esta actividad se planteó y diseño con varios ingenieros agrónomos con experiencia en el tema. Después de la poda luego de 7 a 15 días se realiza la aplicación de cal agrícola con una aplicación de aminoácidos diluido en folihumus (lixiviado de la compostera de lombriz) para la estimulación de brotes en todo el cuerpo del árbol.

En el tercer servicio se llevó a cabo una actividad de toma de fotografías a árboles enfermos que iniciaban el proceso de la muerte. Esta actividad trato de recopilar información para desarrollar un resumen de como un árbol se iba degradando con el paso de los días y dividirlo en fases para luego realizar el resumen y poder compartirlo con el personal de campo para que se hiciera una más fácil identificación de los árboles enfermos en todas las áreas de la finca Monte de oro.

3.2. Servicio 1: Poda de árboles de macadamia enfermos

3.2.1. Objetivos

3.2.1.1. Objetivo General

- Realizar la actividad de poda de árboles enfermos para recuperación de los mismos.

3.2.1.2. Objetivos específicos

- Reducir la muerte de los arboles realizando la poda
- Reducir la aparición de árboles enfermos.
- Realizar un conteo de los arboles podados del mes de enero a marzo.

3.2.2. Metodología

Para llevar a cabo la actividad de poda de árboles se necesitó una motosierra con una persona capacitada para realizar la poda y con capacidad de subirse a los árboles y otra persona que iba a realizar el picado de ramas y la colocación de las ramas en un área donde no fuera a estorbar para la recolección de macadamia.

Para realizar una poda se consideraba que tan avanzada estaba la enfermedad en la planta dependiendo de sus síntomas si estaba demasiado avanzada se realizaba una poda agresiva en la cual se le dejaba poco follaje y el árbol se traía a más abajo de la mitad de su altura y se dejaban pocas ramas y al terminar se le aplicaba un fungicida sistémico en los cortes realizados para que sellara los cortes y que el árbol absorbiera el producto. Se realizó un conteo de árboles que se podaron del mes de enero a marzo, se utilizó a personal con conocimiento de las secciones y variedades de macadamia. Con el fin de observar el comportamiento de la enfermedad, en que variedad de macadamia es más atacada y en que secciones de la finca hay más árboles infectados.

La reducción de aparición de árboles enfermos se logró cuando el podador completaba las vueltas a toda la finca.

3.2.3. Resultados

En la figura 27 y 28 se puede observar cómo quedan ya los arboles podados, reducidos a eso para esperar que el árbol vuelva a brotar sano

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 29. Árbol después de la poda.

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 30. Árbol después de realizar la poda.

En ambas figuras se puede observar que el follaje es casi eliminado reduciendo el tamaño de las ramas a más de la mitad y el tamaño del árbol igualmente a la menos de la mitad debido al avance que tenía la enfermedad se realizó una poda agresiva para contrarrestar lo avanzado que estaba el daño del árbol.

La reducción de árboles enfermos ocurrió cuando el podador daba con más continuidad las vueltas a la finca reduciendo la aparición de árboles enfermos y obteniendo un control sobre la enfermedad ya que no se le permitía a la enfermedad llegar a un punto avanzado de ataque al árbol.

1.1 Tablas de conteos de árboles con rebrote del mes de enero a marzo

En los cuadros No. 14, 15 y 16 se presentan los datos de los árboles podados de enero a marzo.

REPORTE DEL MES DE ENERO PODA DE ARBOLES											
FINCA M-1 SECCIONES	VARIEDADES										
	660	333	508	caro	clon 2	clon 4	344	246	Purvis	Makai	Otros
351506	0	12	0	2	1	0	3	2	0	0	0
351507	3	3	0	0	0	0	3	2	1	1	0
351510	16	21	11	5	4	1	18	2	0	0	0
351511	5	4	2	0	0	0	4	1	1	0	3
351512	3	13	2	3	0	0	7	1	2	0	0
351514	5	38	5	5	0	3	4	1	0	0	0
351518	13	22	5	6	0	1	1	3	1	0	0
TOTAL	**45**	**113**	**25**	**21**	**5**	**5**	**40**	**12**	**5**	**1**	**3**

REPORTE DEL MES DE FEBRERO PODA DE ARBOLES											
FINCA M-1 SECCIONES	VARIEDADES PODADAS										
	660	333	508	caro	clon 2	clon 4	344	246	Purvis	Makai	Otros
351506	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
351507	0	3	1	1	1	0	4	1	0	0	1
351510	8	24	5	7	1	1	8	1	0	1	1
351511	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
351512	0	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0
351514	2	28	4	2	3	0	3	1	0	1	0
351518	4	13	2	5	0	0	0	0	1	0	0
TOTAL	**14**	**80**	**13**	**15**	**6**	**2**	**16**	**4**	**1**	**2**	**2**

REPORTE DEL MES DE MARZO PODA DE ARBOLES											
FINCA M-1 SECCIONES	VARIEDADES										
	660	333	508	caro	clon 2	clon 4	344	246	Purvis	Makai	Otros
351506	0	11	1	2	0	0	0	0	0	1	0
351507	0	2	1	2	0	0	1	1	0	0	0
351510	3	11	1	5	1	1	4	0	0	0	0
351511	1	6	3	3	1	0	8	0	0	0	4
351512	2	2	0	2	0	1	0	0	0	0	0
351514	0	14	2	4	2	2	3	1	1	2	0
351518	8	10	2	3	0	0	3	1	0	0	0
TOTAL	**14**	**56**	**10**	**21**	**4**	**4**	**19**	**3**	**1**	**3**	**4**

En los cuadros anteriores se presentan los datos de poda esto se realiza con el fin de tener la idea de cómo están las secciones de la finca para saber en qué área están muriendo más árboles y en donde se puede tener un foco de infección.

3.2.4. Evaluación del proyecto

- Se logra la reducir la muerte y la aparición de los árboles infectados utilizando este método de la poda, este tratamiento hasta el momento ha dado bueno resultados reduciendo la muerte de árboles. Con el conteo de árboles se identifica las zonas con alta cantidad de árboles infectados.
- Con los resultados obtenidos se seguirá aplicando el plan de podas y conteo de árboles para seguir controlando la enfermedad que ataca a los árboles de macadamia para evitar la muerte de estos.

3.3. Servicio 2: Plan de saneamiento y podas de árboles enfermos de macadamia.

3.3.1. Objetivos

3.3.1.1. Objetivo General

- Ejecutar plan de saneamiento a arboles infectados.

3.3.1.2. Objetivos específicos

- Realizar la desinfección de suelos en las áreas donde se encuentren arboles infectados.

- Aplicación de bioestimulantes para la regeneración de nuevos brotes en los arboles podados.

3.3.2. Metodología

Para la ejecución del plan de saneamiento se necesitó la identificación de árboles podados que se encontraban en estado pausado (el árbol no ha muerto pero tampoco ha mostrado brotes). Se utilizó una bolsa de cal por árbol para la aplicación cerca y todo alrededor del árbol y 10 litros de lombrihumus (lixiviado de compost de lombriz).

3.3.3. Resultados

En la figura 29 se observa lo que es la aplicación de cal alrededor del árbol y llegando cerca de los demás árboles para realizar una desinfección de suelos y evitar el contagio, luego la aplicación de lombricompost y aminoácidos para la estimulación del árbol.

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 31. Aplicación de cal agrícola para desinfección de suelos

Se observa el suelo blanco por la aplicación de cal y el personal con la bomba aplicación el estimulante. Este plan es de mucha importancia ya que puede generar buenos resultados y darle otra forma de manejo a los árboles enfermos.

3.3.4. Conclusión

- Con la aplicación de cal agrícola se realizó la desinfección de suelos, controlando patógenos dañinos para la plantación evitando que la enfermedad se propague al resto de los arboles alrededor y eliminar el foco de la infección y con la aplicación de folihumus se le aplica una ayuda al árbol para que logre brotar y lograr que viva evitando la pérdida del árbol y una disminución en la cosecha de macadamia.

3.4. Servicio 3: Elaboración de un resumen de un árbol infectado.

3.4.1. Objetivos

3.4.1.1. Objetivo general

- Elaborar un resumen de la muerte de un árbol.

3.4.1.2. Objetivos específicos

- Identificar las fases por las que un árbol infectado pasa hasta la muerte.

- Compartir la información obtenida con el personal de la finca.

3.4.2. Metodología

Para la elaboración de este resumen se seleccionaron árboles que iniciaban o se creía que tenían síntomas de una enfermedad y utilizando una cámara fotográfica se realizaba a diario la toma de fotografías tratando de realizarlas a la misma hora y en el mismo lugar, se tomaron 15 árboles para analizar este proceso de muerte y ser muy observador para lograr identificar los cambios que el árbol iba tomando con el pasar de los días.

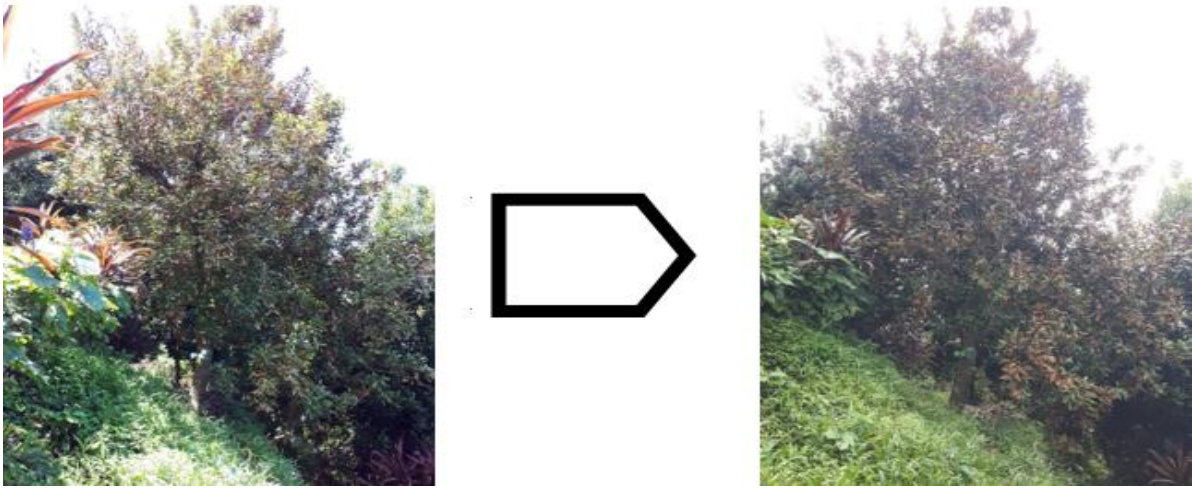
Al obtener toda la información se realizó el resumen y se identificaron las fases del progreso de la enfermedad y se realizó un cuadro con escalas para que el personal de la finca pudiera hacer más fácil la identificación de árboles enfermos y evitar siempre que la enfermedad avance mucho en el árbol y sea irreversible la muerte.

3.4.3. Resultados

En la figura 30 a la figura 33 Se observa el progreso de la enfermedad en el árbol hasta que lo lleva a la muerte y lo seca completamente.

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 32. Comportamiento de la enfermedad.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 33.Muerte del árbol de macadamia.

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 34. Muerte del árbol de macadamia.

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 35. Árbol en su tercera fase de la enfermedad.

En las figuras anteriores se puede observar el proceso de como un árbol se va secando con el pasar de los días, secando las hojas, ramas hasta llegar al tallo y matarlo.

3.5. Resumen de la infección del árbol de macadamia

PRIMERA FASE: El árbol enfermo se puede distinguir del resto porque posee una clorosis leve donde aún es muy difícil determinar si este enfermo o no lo está. Para poder determinarlo se puede observar si el árbol está brotando y el color de sus brotes y el número de brotes que posea. En esta primera fase el único síntoma presente es el color amarillo de las hojas.

SEGUNDA FASE: En esta segunda fase el árbol se encuentra un poco más deteriorado por la enfermedad donde se ve más marcado el color amarillo y se ve en sus hojas que se encuentran secas perdiendo un poco el brillo que se puede apreciar cuando están sanos, en algunos casos sucede lo mismo en los brotes aunque el árbol este brotando pero si este se encuentra afectado por la enfermedad se notara que sus brotes no tienen un color normal y se puede empezar a ver que dentro del árbol hay muerte o con cierta área necrótica en la hoja y bajo el árbol una mayor pérdida de hojas.
Continuando con la fase dos en esta parte es donde se hace presente la broca en el tallo o fuste acelerando el proceso de la muerte del árbol y con ella haciéndose presente más síntomas finalizando la fase dos; en los racimos, las nueces se empiezan a secar y es cuando inicia el rajado de la nuez cayendo mayor cantidad de nuez en estado inmaduro o argeño.

TERCERA FASE: Inicia con el rajado de la nuez en algunos casos se hace presente la broca del tallo acelerando el proceso de la muerte. La broca puede llegar a barrenar todo el árbol haciendo que este muera más rápido y se puede empezar a ver la muerte de ramas donde la hoja ya presenta un color café marrón pero no es en todo el árbol la muerte regularmente empieza de la copa ascendentemente y la broca empieza a barrenar todo el árbol se puede observar en las ramas el aserrín que están sacando en las ramas y hay muerte de flores en el árbol frutos tiernos secos y la desprendida de nuez por el rajado. Al realizar cualquier

metodología para la recuperación de la planta en esta fase es nula la recuperación ya que la enfermedad ha avanzado demasiado causando muchos daños en el árbol.

CUARTA FASE: En esta fase es la muerte del árbol donde su área foliar el color marrón está presente en todas las hojas y las nueces ya se encuentran secas siendo las que no rajaron tienen un color negro. En esta fase las metodologías para la recuperación del árbol no son efectivas ya que al realizar la poda en las ramas o tallos se puede observar la poca savia que posee y la muerte de los tejidos.

Lo observado en la experiencia de las podas cuando un árbol se encuentra en la fase 3 y 4 nunca se ha observado la recuperación del árbol en las fases más factible de aplicar la poda de saneamiento son en las dos primeras ya que la enfermedad no ha avanzado demasiado y tienen una mejor respuesta a la poda los árboles.

3.2 Cuadro 17 escalas de un árbol infectado

En el siguiente cuadro se presenta las escalas en las que los árboles enfermos se pueden encontrar y su tratamiento correspondiente para su recuperación.

ESCALA	APARIENCIA	MONITOREO	TRATAMIENTO
0	Árbol color verde oscuro, brotes normales color verde tierno brillante, floración activa, nuez color verde brilloso con cascara cerrada.	Observar crecimiento vegetativo, floración y racimos de nuez.	Nutrición adecuada, mantener niveles de materia orgánica en el suelo.
1	Inicia con leve amarillamiento en el follaje. Durante esta fase intensa el amarillamiento y pierde el brillo de las hojas, se reduce la cantidad de brotes.	Observar crecimiento vegetativo y coloración del follaje.	Aplicación de cal en el suelo al contorno del árbol, 10 cc de aminoácidos diluidos en 10 L de lixiviado de lombriz en el follaje y tallo.
2	En esta fase se observa algunas flores muertas, pérdida de brillo de la nuez, presencia de broca en el fuste, el 50% de muerte foliar, e inicia la defoliación del árbol.	Observar coloración del follaje, inflorescencia, racimo de nueces fuste y ramas.	Poda no agresiva; realizando la poda en un 25% de corte de ramas, aplicación de fungicida sistémico a los cortes, aplicación de cal en el suelo al contorno del árbol, 10cc de aminoácidos diluidos en 10 L de lixiviado de lombriz en el follaje y tallo.
3	Se intensifica el secado de racimos (chiltepe, medio, tres cuartos) y muerte total de la inflorescencia, en algunos casos se intensifica la presencia de broca (fuste y ramas). Esta fase culmina con el secado total del árbol (100% de hojas secas).	Observar coloración del follaje, inflorescencia, racimo de nueces, fuste y ramas.	Poda agresiva; realizando la poda en un 75% del árbol eliminando más ramas y dejando pequeño el árbol, aplicación de fungicida sistémico a los cortes, aplicación de cal en el suelo al contorno del árbol, 10cc de aminoácidos diluidos en 10 L de lixiviado de lombriz en el follaje y tallo.
4	Muerte total del árbol (algunas ramas sin presencia de hojas).	Coloración del árbol.	Eliminación del árbol y desinfección del área.

ESCALA	APARIENCIA	MONITOREO	TRATAMIENTO
0	Árbol color verde oscuro, brotes normales color verde tierno brillante, floración activa, nuez color verde brilloso con cascara cerrada.	Observar crecimiento vegetativo, floración y racimos de nuez.	Nutrición adecuada, mantener niveles de materia orgánica en el suelo.
1	Inicia con leve amarillamiento en el follaje. Durante esta fase intensa el amarillamiento y pierde el brillo de las hojas, se reduce la cantidad de brotes.	Observar crecimiento vegetativo y coloración del follaje.	Aplicación de cal en el suelo al contorno del árbol, 10 cc de aminoácidos diluidos en 10 L de lixiviado de lombriz en el follaje y tallo.
2	En esta fase se observa algunas flores muertas, pérdida de brillo de la nuez, presencia de broca en el fuste, el 50% de muerte foliar, e inicia la defoliación del árbol.	Observar coloración del follaje, inflorescencia, racimo de nueces fuste y ramas.	Poda no agresiva; realizando la poda en un 25% de corte de ramas, aplicación de fungicida sistémico a los cortes, aplicación de cal en el suelo al contorno del árbol, 10cc de aminoácidos diluidos en 10 L de lixiviado de lombriz en el follaje y tallo.
3	Se intensifica el secado de racimos (chiltepe, medio, tres cuartos) y muerte total de la inflorescencia, en algunos casos se intensifica la presencia de broca (fuste y ramas). Esta fase culmina con el secado total del árbol (100% de hojas secas).	Observar coloración del follaje, inflorescencia, racimo de nueces, fuste y ramas.	Poda agresiva; realizando la poda en un 75% del árbol eliminando más ramas y dejando pequeño el árbol, aplicación de fungicida sistémico a los cortes, aplicación de cal en el suelo al contorno del árbol, 10cc de aminoácidos diluidos en 10 L de lixiviado de lombriz en el follaje y tallo.
4	Muerte total del árbol (algunas ramas sin presencia de hojas).	Coloración del árbol.	Eliminación del árbol y desinfección del área.

Fuente: elaboración propia, 2018

En el cuadro anterior se diseñó para la utilización del personal de la finca y que sea más simple la identificación de árboles enfermos para evitar la muerte de estos sin que no se haya aplicado nada para evitarlo.

3.6 Conclusiones

- Se elaboró un resumen identificando 5 fases de diferentes síntomas que pasan en los árboles enfermos y elaborando una tabla de escalas para compartirlo con el personal de la finca para que sea más fácil la identificación y darle un tratamiento a tiempo y no perder el árbol para que no afecte la cosecha.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DEGUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA –FAUSAC-
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES –IIA-

REF. Sem. 12/2020

EL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: **"EVALUACIÓN DE DOS DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA EN COBERTURAS VEGETALES Y DOS GRAMAS PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE MACADAMIA EN FINCA MONTE DE ORO, SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A."**

DESARROLLADO POR EL ESTUDIANTE: **MAURICIO EDUARDO VAQUERO RIVAS**

CARNE: **201210583**

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: **Dr. Luis Montes**
Ing. Agr. Oscar Medinilla
Dr. Adalberto Rodríguez García

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.

Ing. Agr. Oscar Medinilla
ASESOR ESPECIFICO

Dr. Adalberto Rodríguez García
DOCENTE- ASESOR EPS

Ing. Agr. Carlos Fernando López Bucaro
DIRECTOR DEL IIA

FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO
DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS
DIRECCION
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

WNR/nm
c.c. Archivo

Edificio T-8, Of. A-10 y A-15 Ciudad Universitaria, Zona 12,
Guatemala, C. A. 01012 Apartado Postal 1545.
Teléfono: (502) 2443-9504 y 05, Fax: (502) 2476-9794 Correo-e iiadms@yahoo.com.mx

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

FACULTAD DE AGRONOMIA
COORDINACIÓN AREA INTEGRADA –EPS-

FACULTAD DE AGRONOMIA USAC

Ref. SAIEPSA.25.2021

Guatemala, 17 marzo de 2021

TRABAJO DE GRADUACIÓN:	EVALUACIÓN DE DOS DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA EN COBERTURAS VEGETALES Y DOS GRAMAS PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE MACADAMIA, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN FINCA MONTE DE ORO, SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.
ESTUDIANTE:	MAURICIO EDUARDO VAQUERO RIVAS
No. CARNÉ	201210583

Dentro del Trabajo de Graduación se presenta el Capítulo II que se refiere a la Investigación Titulada:

"EVALUACIÓN DE DOS DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA EN COBERTURAS VEGETALES Y DOS GRAMAS PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE MACADAMIA, EN FINCA MONTE DE ORO, SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A."

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Luis Rodolfo Montes
Ing. Agr. Oscar Medinilla
Dr. Adalberto B. Rodríguez García

Los Asesores de Investigación, Docente Asesor de EPSA y la Coordinación del Área Integrada, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamento de la Facultad de Agronomía. En tal sentido, pase a Decanatura.

"Id y Enseñad a Todos"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE AGRONOMIA COORDINACION SUBAREA EPSA

Vo. Bo. Ing. Agr. M.A. Pedro Peláez Reyes
Coordinador Area Integrada – EPS

cc.archivo
PPR/azud

No. 24.2021

Trabajo de Graduación:	"EVALUACIÓN DE DOS DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA EN COBERTURAS VEGETALES Y DOS GRAMAS, PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE MACADAMIA, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA MONTE DE ORO, SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A."
Estudiante:	Mauricio Eduardo Vaquero Rivas
Carné:	201210583

"IMPRÍMASE"

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
DECANO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DECANO
FACULTAD DE AGRONOMÍA