

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CINCO SUSTRATOS Y TRES MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN DE SEMILLAS DEL CULTIVO DE MACADAMIA (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA MONTE DE ORO, SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.

OCTAVIO DAVID MARTÍNEZ HERRERA

Guatemala, enero 2021

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CINCO SUSTRATOS Y
TRES MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN DE SEMILLAS DEL CULTIVO DE
MACADAMIA (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche), 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
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

OCTAVIO DAVID MARTÍNEZ HERRERA

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO**

EN

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO**

Guatemala, enero 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Ing. M.Sc. Murphy Olympo Paiz Recinos

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL I	Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
VOCAL II	Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
VOCAL III	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL IV	P. Agr. Marlon Estuardo Gonzales Álvarez
VOCAL V	Br. Sergio Wladimir González Paz
SECRETARIO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria

Guatemala, enero 2021

Guatemala, enero 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 DEL EFECTO DE CINCO SUSTRATOS Y TRES MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN DE SEMILLAS DEL CULTIVO DE MACADAMIA (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche), 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”



OCTAVIO DAVID MARTÍNEZ HERRERA

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Por ser el centro de mi vida, guiarme en todo momento y proveerme de sabiduría para alcanzar esta meta.

A MIS PADRES

Fidel Martínez y Lesbia Herrera de Martínez, por darme la vida, por brindarme su incondicional apoyo en todo momento y en cualquier circunstancia, además de ser un ejemplo a seguir en mi vida, esta meta es un reflejo de su esfuerzo, hoy puedo decir: lo logramos.

A MIS ABUELOS

Víctor Martínez (QEPD), Felisa de Martínez, Gertrudis de Herrera, por su amor, cariño y sabiduría transmitida. A Benito Herrera especialmente, por todas sus enseñanzas, conocimientos, amistad y amor, además de transmitirme el gusto por las ciencias agronómicas, este logro lo dedico en memoria tuya.

A MIS HERMANOS

José Roberto y Ángel Andrés, por ser un ejemplo a seguir en mi vida, por brindarme su apoyo incondicional, es una bendición tenerlos en mi vida.

A MI MADRINA

María de los Ángeles Herrera, por ser mi segunda madre, por su apoyo, amor y corregirme siempre en la vida, infinitas gracias.

A MIS FAMILIARES

A mis tíos y tías por ser ejemplo de vida para mí.

A MIS PRIMOS

Por bendecir mi vida de gran manera, agradezco su apoyo incondicional.

A MIS AMIGOS

A cada uno de ustedes por su apoyo y amistad brindada en nuestra formación académica, a todos mis compañeros de promoción y demás compañeros. Especialmente a Mauricio Vaquero, Herbert del Águila, Jonatan Regalado, Gandy Quiroa, Vanesa Ariano, Pablo Barrios, Fredy Muralles, Alejandro Aguilar, Rubén Ahuja, Rubén García, Javier Ruíz, Mario Perdomo, Evelyn Chacón, Gustavo Cano y Ariel Girón.

A MIS MAESTROS

Por todo su conocimiento transmitido y ser forjadores de pensamientos en nosotros los estudiantes.

**FAM. PINEDA
ALVAREZ**

Por su apoyo a lo largo de este proceso, infinitas gracias por su cariño.

AGRADECIMIENTOS

A:

DIOS:

Por bendecirme todos los días de mi vida.

GUATEMALA

Mi amada patria, país que me vio nacer.

**UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA**

Alma Mater. Máxima casa de estudios que me concedió formarme como profesional.

**SEPTUAGENARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

Por ser mi casa y proveerme de los conocimientos adquiridos en mi formación académica.

MI SUPERVISOR

Dr. Adalberto Rodríguez por su apoyo incondicional durante el Ejercicio Profesional Supervisado e incentivarne a cumplir esta meta.

MI ASESOR

Ing. Oscar Ernesto Medinilla por su valiosa asesoría y dedicación en este documento.

FINCA MONTE DE ORO

Por abrirme las puertas de sus instalaciones y permitirme aprender nuevos conocimientos.

ÍNDICE GENERAL

TÍTULO	PÁGINA
RESUMEN	IX
1 CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO AGRÍCOLA DE LA FINCA MONTE DE ORO, MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN, DEPARTAMENTO DE SOLOLA.....	1
1.1 PRESENTACIÓN	3
1.2 MARCO REFERENCIAL	4
1.2.1 Ubicación geográfica.....	4
1.2.2 Generalidades de la finca Monte De Oro	5
1.3 OBJETIVOS	7
1.3.1 General.....	7
1.3.2 Específicos	7
1.4 METODOLOGÍA.....	8
1.4.1 Fase de campo.....	8
1.4.2 Fase de Gabinete	9
1.4.3 Determinación de las fortalezas y oportunidades que posee la finca	9
1.4.4 Procesamiento y análisis de información	9
1.5 RESULTADOS	10
1.5.1 Manejo agronómico del cultivo de macadamia en la finca Monte De Oro	10
1.5.2 Determinación de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas a las que se encuentra expuesta la finca	11
1.5.3 Priorización de problemas	13
1.5.4 Alternativas de solución a las principales problemáticas.....	14
1.6 CONCLUSIONES	15
1.7 RECOMENDACIONES.....	16
1.8 BIBLIOGRAFÍA.....	17

	PÁGINA
2	CAPÍTULO II: EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CINCO SUSTRATOS Y TRES MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN DE SEMILLAS DEL CULTIVO DE MACADAMIA (<i>Macadamia integrifolia</i> Maiden & Betche), EN LA FINCA MONTE DE ORO, SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A. 19
2.1	PRESENTACIÓN..... 21
2.2	MARCO CONCEPTUAL 23
2.2.1	Origen y distribución del cultivo de macadamia..... 23
2.2.2	Generalidades del cultivo de macadamia..... 24
2.2.3	Requerimientos climáticos y edáficos para el cultivo de macadamia..... 25
2.2.4	Establecimiento del cultivo de macadamia..... 26
2.3	MARCO REFERENCIAL..... 36
2.3.1	Localización geográfica..... 36
2.3.2	Descripción ecológica de la finca 36
2.3.3	Datos específicos del área de estudio..... 36
2.3.4	Material genético utilizado..... 39
2.3.5	Sustratos..... 40
2.4	OBJETIVOS..... 42
2.4.1	General 42
2.4.2	Específicos..... 42
2.5	HIPOTESIS..... 42
2.6	METODOLOGÍA 43
2.6.1	Metodología experimental de la interacción de los métodos de escarificación de semillas y los sustratos para el cultivo de macadamia..... 43
2.6.2	Metodología para realizar análisis de costos para viabilidad de los tratamientos 59
2.7	RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 59

PÁGINA

2.7.1	Interacción y combinación entre los métodos de escarificación de semillas y sustratos para el cultivo de macadamia para el desarrollo de raíz, diámetro y altura de tallo	59
2.7.2	Costos de los tratamientos	63
2.8	CONCLUSIONES	68
2.9	RECOMENDACIONES	69
2.10	BIBLIOGRAFÍA	70
2.11	ANEXOS	74
2.11.1	Normalidad variable altura	82
2.11.2	Gráfico de normalidad variable altura	82
2.11.3	Prueba de Levene variable altura	83
2.11.4	Normalidad variable diámetro de tallo	83
2.11.5	Gráfico de normalidad variable diámetro de tallo	84
2.11.6	Prueba de Levene diámetro	84
2.11.7	Normalidad variable diámetro de tallo transformado	85
2.11.8	Gráfico de normalidad variable diámetro de tallo transformado	85
2.11.9	Prueba de Levene diámetro transformado	86
2.11.10	Normalidad variable peso de raíces	86
2.11.11	Gráfico de normalidad variable peso de raíces	87
2.11.12	Prueba de Levene peso de raíces	87
3	CAPÍTULO III: SERVICIOS PROFESIONALES REALIZADOS EN FINCA MONTE DE ORO, MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN, DEPARTAMENTO DE SOLOLA, GUATEMALA, CA.....	89
3.1	Servicio 1: Capacitación sobre residuos, reciclaje y reutilización a las familias que viven de manera indefinida en la finca Monte De Oro	92
3.2	Servicio 2: Determinación de la proporción de sustrato entre turba y arena en el cultivo de macadamia en la finca Monte De Oro.	96
3.3	Servicio 3: Manejo del almacigo de macadamia de la finca Monte De Oro durante 10 meses.	101

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Mapa de localización de finca Monte De Oro, Santiago Atitlán, Sololá, Guatemala y municipios colindantes.	4
Figura 2. Priorización de problemas del cultivo de macadamia en el almacigo.	13
Figura 3. Mapa de áreas con vocación para el desarrollo del cultivo de macadamia (<i>Macadamia integrifolia</i>).....	24
Figura 4. Procesos de germinación en semillas de macadamia.....	29
Figura 5. Anillamiento de baretas de árbol de macadamia.	31
Figura 6. Injertación en planta de macadamia.	32
Figura 7. Injerto de enchapado lateral en el cultivo de macadamia.....	33
Figura 8. Injertación de plantas de macadamia.	33
Figura 9. Mapa de localización de finca Monte De Oro, Santiago Atitlán, Sololá, Guatemala y municipios colindantes.	37
Figura 10. Mapa del área de almacigo de macadamia de la finca Monte De Oro, Santiago Atitlán, Sololá, Guatemala.....	38
Figura 11. Características de hoja, árbol y nuez del cultivo de macadamia variedad 660.	39
Figura 12. Unidades experimentales en campo.	45
Figura 13. Aleatorización de tratamientos.....	46
Figura 14. Croquis del experimento en área de estudio.....	47
Figura 15. Proceso de selección de semilla de macadamia para elaboración de semilleros.	49
Figura 16. Prueba de flotación en semilla de macadamia variedad 660.	49
Figura 17. Método de escarificación mecánica utilizado en semillas de macadamia variedad 660.	50
Figura 18. Método de escarificación por deshidratado de semilla de macadamia por un periodo de tiempo de una hora.	51
Figura 19. Planchas de secado de semillas.....	52
Figura 20. Elaboración de mesas para depositar tubetes de macadamia.	52

	PÁGINA
Figura 21. Homogenización del sustrato carboncillo y suelo.	53
Figura 22. Llenado de tubetes, con turba y arena, relación 60:40.	54
Figura 23. Llenado de tubetes con sustrato de lombricompost y suelo, proporción 60:40.....	54
Figura 24. Tubete con sustrato de pulpa de café y suelo, proporción 60:40.....	55
Figura 25. Mezcla homogénea de sustrato de cascarilla de cardamomo y suelo, en proporción 60:40 para el llenado de tubetes.	55
Figura 26. Identificación de los tubetes.	56
Figura 27A. Traslado de plantas en tubete.....	74
Figura 28A. Restos de bolsa de polietileno en área de almacigo finca Monte De Oro.....	74
Figura 29A. Elaboración de sustratos y llenado de tubetes.	75
Figura 30A. Experimento en campo.	75
Figura 31A. Sistemas radiculares, toma de peso de raíces.....	76
Figura 32A. Sistemas radiculares peso de raíces.	76
Figura 33A. Peso de raíces.....	77
Figura 34A. Sistema radicular planta de macadamia.	77
Figura 35A. Medición diámetro de tallo.	78
Figura 36A. Medición de la variable altura.	79
Figura 37A. Gráfico de Normalidad para la variable altura.	82
Figura 38A. Gráfico de Normalidad de datos para la variable diámetro de tallo.	84
Figura 39A. Gráfico de Normalidad para la variable diámetro de tallo con transformación BOX COX.	85
Figura 40A. Gráfico de Normalidad de los datos para la variable peso de raíces.....	87
Figura 41. Platica de manejo de residuos, reciclaje y reutilización.	93
Figura 42. Platica de manejo de residuos, reciclaje y reutilización.	94
Figura 43. Platica de manejo de residuos, reciclaje y reutilización.	94
Figura 44. Mezcla de diferentes proporciones de sustratos en cultivo de macadamia.....	97
Figura 45. Ensayo establecido en campo.....	98

	PÁGINA
Figura 46. Ensayo establecido en campo	98
Figura 47. Resultados al mes de establecido el ensayo.	99
Figura 48. Imagen del almacigo de macadamia en la finca Monte De Oro, agosto 2018.	101
Figura 49. Injertos en cultivo de macadamia.....	103
Figura 50. Injertos realizados el cultivo de macadamia.....	103
Figura 51. Injertos realizados el cultivo de macadamia.....	104
Figura 52. Resultado final de la injertación del cultivo de macadamia.	104
Figura 53. Resultado final de la injertación del cultivo de macadamia.	105
Figura 54. Resultado final de la injertación del cultivo de macadamia.	105
Figura 55. Resultado final de la injertación del cultivo de macadamia.	106

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Análisis FODA.	12
Cuadro 2. Clasificación botánica del cultivo de macadamia.	25
Cuadro 3. Combinación de factores.	44
Cuadro 4. Combinación de factores, método de escarificación y sustratos.	45
Cuadro 5. Duración del experimento por método de escarificación.	57
Cuadro 6. Análisis de la varianza para la variable altura.	60
Cuadro 7. Prueba de medias de Tukey factor sustrato para la variable altura.	61
Cuadro 8. Análisis de la varianza para la variable diámetro de tallo con transformación Box-Cox.	62
Cuadro 9. Análisis de la varianza para la variable peso de raíces.	63
Cuadro 10. Lista y precio de insumos requeridos para realizar el experimento.	64
Cuadro 11. Jornales utilizados por actividades.	65
Cuadro 12. Resultados y costos por cada tratamiento en quetzales (Q)	66
Cuadro 13A. Base de datos para el análisis de resultados.	80
Cuadro 14A. Normalidad de los datos para la variable altura.	82
Cuadro 15A. Prueba de Levene para la variable altura.	83
Cuadro 16A. Análisis de la varianza para la variable Altura.	83
Cuadro 17A. Normalidad de los datos para la variable diámetro de tallo.	83
Cuadro 18A. Prueba de LEVENE para la variable diámetro de tallo.	84
Cuadro 19A. Normalidad de los datos para la variable diámetro de tallo transformado.	85
Cuadro 20A. Prueba de LEVENE para la variable diámetro de tallo con transformación BOX COX.	86
Cuadro 21A. Análisis de la varianza para la variable diámetro de tallo con transformación BOX COX.	86
Cuadro 22A. Normalidad de los datos para la variable peso de raíces.	86
Cuadro 23A. Prueba de LEVENE para la variable peso de raíces.	87
Cuadro 24A. Análisis de la varianza para la variable peso de raíces.	87
Cuadro 25. Porcentaje de germinación por mezclas de sustratos.	99
Cuadro 26. Actividades en el manejo del cultivo de macadamia.	102

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CINCO SUSTRATOS Y TRES MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN DE SEMILLAS DEL CULTIVO DE MACADAMIA (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche), DIAGNÓSTICO, Y SERVICIOS EN FINCA MONTE DE ORO, SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLA, GUATEMALA C.A.

RESUMEN

El presente documento contiene el informe del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) correspondiente a la facultad de Agronomía, del periodo de agosto 2018 a mayo 2019, realizado en la finca Monte De Oro del municipio de Santiago Atitlán, departamento de Sololá. Este documento presenta el diagnóstico realizado en esta finca y la investigación titulada “Evaluación del efecto de cinco sustratos y tres métodos de escarificación de semillas del cultivo de macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche)”, posterior a esto se presentan los servicios igualmente realizados en la finca anteriormente mencionada.

En el primer capítulo se presenta el diagnóstico para la finca Monte De Oro ubicada en el municipio de Santiago Atitlán, correspondiente al departamento de Sololá, Guatemala, en dicho diagnóstico, se pretende abordar el estado de la finca en el periodo de agosto 2018 con respecto al cultivo de macadamia, se realizó una serie de procesos para conocer dicha situación y posterior a esto se integró en un análisis FODA, en donde se exponen, las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas dentro de la finca, de las cuales se puede mencionar como una fortaleza el personal con experiencia en el manejo de macadamia y como una oportunidad el amplio campo para desarrollar investigaciones dentro de la finca. Por último, se realizó una priorización de problemas los cuales son la ausencia de antecedentes investigativos en determinadas labores, la utilización de recursos no amigables con el ambiente, como es la bolsa de polietileno en la fase de vivero y priorizar las actividades de establecimiento del cultivo. Se brindó una solución próxima y una serie de recomendaciones para el óptimo manejo de este cultivo dentro de la finca

En el segundo capítulo se aborda la investigación titulada “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CINCO SUSTRATOS Y TRES MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN DE SEMILLAS DEL

CULTIVO DE MACADAMIA (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche), EN LA FINCA MONTE DE ORO, SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A. En la cual el principal objetivo era determinar si existía interacción entre los factores sustratos y métodos de escarificación para posterior a esto observar si influían en la altura, diámetro de tallo y peso de raíces del cultivo de macadamia. También se realizó un análisis de costos para determinar lo que implicaba en mano de obra, tiempo y otros recursos llevar a cabo esta investigación, esto para quien desee replicar esta investigación con fines de obtener los mismos resultados.

Los resultados obtenidos evidenciaron, que no existe interacción métodos de escarificación y sustratos, para la fase de almacigo del cultivo de macadamia. Estos factores actúan de manera independiente en el desarrollo de la planta, sin embargo, el análisis de varianza evidencio que el sustrato pulpa de café y suelo, influye de manera directa a la variable altura.

El análisis de costos evidencio que la escarificación recomendada es el método por deshidratación y el método húmedo, ya que estos necesitan de menos insumos y mano de obra para su ejecución.

Se recomienda seguir evaluando los sustratos que no fueron significantes en esta investigación cambiando las proporciones o bien evaluando nuevos sustratos, ya que al compartir características con el sustrato significativo pueda ser que cambiando la proporción utilizada en este experimento presente otros resultados.

En el capítulo tres contiene los servicios realizados durante los 10 meses (agosto 2018 a mayo 2019) en la finca Monte De Oro, los cuales fueron: Capacitación a los habitantes de la finca acerca del manejo de residuos, reciclaje y reutilización también se evaluó cuatro proporciones de sustrato arena en combinación con turba y por último los resultados obtenidos del manejo del almacigo de la finca durante este periodo de tiempo.



CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO AGRÍCOLA DE LA FINCA MONTE DE ORO, MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN, DEPARTAMENTO DE SOLOLA.

1.1 PRESENTACIÓN

En Guatemala uno de los cultivos de importancia es la macadamia, la nuez de Macadamia, llamada “La Reina de Las Nueces”, cuenta con dos especies: *Macadamia tetraphylla* y *Macadamia integrifolia*. Ambas especies son cultivadas en Guatemala. El árbol produce una nuez de exquisito sabor, alto valor nutritivo y debido a su facilidad de recetas es preferida en mercados como Estados Unidos, China y Europa.

Es un cultivo que en los últimos años ha ganado importancia económica y se ha vuelto un cultivo extensivo en las zonas de climas templados de Guatemala. Además, se han incrementado las plantaciones de Macadamia para aumentar la producción de nuez y sus derivados, generando de esta manera más fuentes de trabajo.

Finca Monte De Oro se ubica en el municipio de Santiago Atitlán, Sololá, perteneciendo a la empresa INGUAMASA, que se dedica a la explotación de nuez de macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden et Betche) para exportación, cuenta con una certificación RAS (Rainsforest Alliance), la cual trabaja para conservar la biodiversidad y asegurar los medios de vida sostenibles.

En la zona de vida en la que se encuentra la finca, las condiciones de lluvia, temperatura y horas luz, permiten el desarrollo del cultivo sin menores problemas, al ser una zona montañosa, la pendiente es un factor que se debe de considerar al momento de establecer el cultivo, sin embargo, se ha probado que en finca Monte De Oro la pendiente no es un limitante para el establecimiento del cultivo, ya que la mayor parte de la plantación se encuentra establecida por arriba del 30% de pendiente.

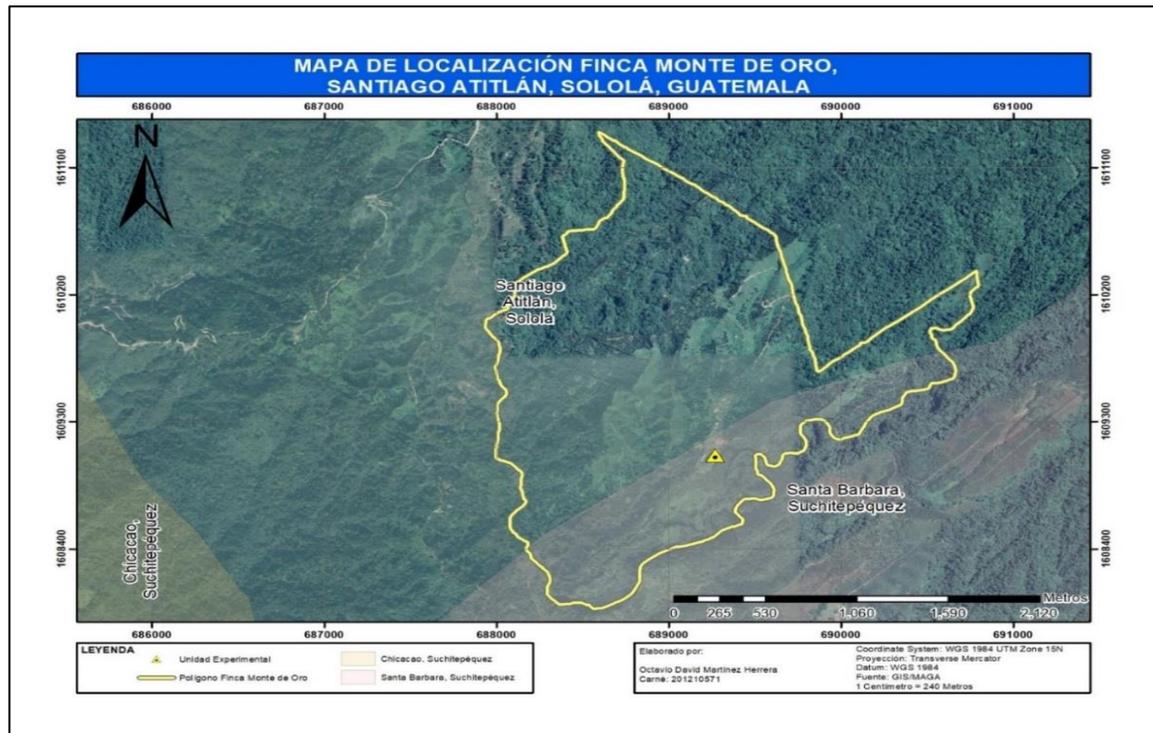
1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Ubicación geográfica

- a) Ubicación, límites y colindancias: La finca Monte De Oro se encuentra ubicada en Santiago Atitlán, Sololá, Guatemala contiguo al municipio de Santa Bárbara, en el departamento de Suchitepéquez, a una altura de 1400 m s.n.m., colinda al Norte con aldeas de Santiago Atitlán, al Este con finca Moca Grande, al Sur con finca Olas de Moca, y al Oeste con finca Monte Quina. (Figura 1)

La finca Monte De Oro se ubica en las coordenadas en relación al meridiano de Greenwich:

- Latitud Norte: 14°31' y los 14°41'.
- Longitud Oeste 91°9' y 91°18'.



Fuente: shapes MAGA-SIG, base de datos Google Earth, escala 1:24,000.

Figura 1. Mapa de localización de finca Monte De Oro, Santiago Atitlán, Sololá, Guatemala y municipios colindantes.

- b) Vías de acceso: Carretera C.A-2, cruce en aldea Chipó rumbo a municipio de Santa Bárbara, Suchitepéquez, posteriormente pasar por las aldeas El Esfuerzo, 5 de abril, Las Ilusiones y por último finca Moca Grande.

La entrada alterna es por el municipio de Chicacao, Suchitepéquez, al municipio de Santiago Atitlán, pasando por la finca Olas de Moca hasta llegar a finca Monte De Oro.

1.2.2 Generalidades de la finca Monte De Oro

a. Clima

En finca Monte De Oro el clima se caracteriza por ser húmedo y cálido, descendiendo la temperatura en los meses de noviembre a enero.

b. Precipitación

Al ubicarse dentro del Bosque muy Húmedo Premontano Tropical (bmh-PMT), esta zona tiene una precipitación promedio de 4691.72 mm/anales, dato obtenido de los registros de los últimos 13 años.

c. Humedad relativa

La humedad relativa dentro de la finca es en promedio de 70%.

d. Condiciones edáficas

La mayoría de la finca tiene pendiente quebradas a muy quebradas. El suelo tiene una textura franco-arenosa, teniendo un buen drenaje. Presenta barrancos profundos, con pareces casi verticales y montañas muy quebradas.

e. Zona de vida

La zona de vida en la que se encuentra finca Monte De Oro es el Bosque muy Húmedo Premontano Tropical (bmh-PMT).

f. Flora

La flora nativa es poco abundante ya que la mayoría de terreno contiene la especie de macadamia (*Macadamia integrifolia*), se encuentran otras especies vegetales como; plátano (*Musa paradisiaca*), bambú (*Bambusa sp*), izote (*Yuca elephantipes*), palo de agua (*Eupatorium morifolium Mill*), vetiver (*Chrysopon zizanioides*), cola de gallo (*Aphelandra scabra*) y algunos árboles del género *Araucaria* entre otros.

g. Fauna

Existe una diversidad de especies animales dentro del ecosistema de la finca, entre los cuales podemos mencionar: Taltuzas (*Reithrodontomys paradoxus*), coches de monte (*Dicotyles pecari*), gatos de monte (*Procyon cancrivorus*), pizotes (*Nasua narica*), conejos (*Oryctolagus cuniculus*), tepezcuintle (*Agautí sp.*), lagartijas (*Euble pharidae*) (Holdrige, 1959).

h. Áreas de producción

La finca cuenta con 13 secciones, de las cuales todas se encuentran en producción y constantemente se realizan siembras nuevas en diferentes secciones, tanto en la finca, como en el anexo conocido como Monte Quina.

i. Variedades del cultivo de macadamia

La finca Monte De Oro cuenta con diferentes variedades en producción, de las cuales se observa en mayor abundancia la variedad hawaiana “Ikaika 333” y la variedad “Caro” originaria de Costa Rica, se encuentra también la variedad “Purvis”, “NG18”, “Makay”, “Clon 2”, “Clon 6”, “Clon 4”, “Clon 5”, “variedad 246”, “344”, “660”, “508”, “Clon Santa Emilia”, “Clon Mexicano”, “Clon Chupeton” entre otras.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

- Conocer la situación del cultivo de macadamia de la finca Monte De Oro, municipio de Santiago Atitlán, departamento de Sololá en el periodo de agosto 2018.

1.3.2 Específicos

- Reconocer todas las labores que realizan en el manejo agronómico del cultivo de macadamia dentro de la finca Monte De Oro.
- Identificar los principales problemas en los procesos realizados en cultivo de macadamia de la finca Monte De Oro.
- Proponer alternativas de solución a las problemáticas que enfrenta la finca Monte De Oro.

1.4 METODOLOGÍA

Para realizar el diagnóstico general y conocer el manejo que realizan en la finca Monte De Oro, se realizó en dos fases, las cuales se describen a continuación.

1.4.1 Fase de campo

A. Caminamientos

Se realizó con la finalidad de recorrer las áreas en donde se encuentra el cultivo de macadamia y de igual manera reconocer las condiciones en las que se desarrolla, como por ejemplo la topografía del terreno, altitud, distanciamiento del cultivo. También observar las diferentes zonas en donde se realizan actividades que están relacionadas al cultivo, como por ejemplo el almacigo de la finca y las actividades de producción de abono orgánico dentro de la finca.

B. Entrevistas

Se llevó a cabo a manera de obtener conocimiento del cultivo en general, además de tener un acercamiento con fuentes primarias, tanto el administrador general de la finca Monte De Oro, así como los técnicos encargados de la supervisión de las diferentes labores para el manejo de este cultivo.

La primera entrevista fue de manera general con el administrador general de la finca Monte De Oro (Ing. Edgar David Granados) en las instalaciones de oficina y luego se realizó en los caminamientos realizados a la finca, de igual manera con el encargado de las actividades de cosecha de la finca y el encargado de las actividades de labores diarias de la finca (Aquí se incluyen las actividades de siembra, fertilización, plateo, poda, nutrición vegetal, control de plagas, control de malezas, enfermedades y absorbe las actividades del almacigo y producción de abonos orgánicos).

Las entrevistas secundarias fueron dirigidas a los caporales y a los auxiliares de las actividades mencionadas anteriormente, y fueron de una manera más informal.

1.4.2 Fase de Gabinete

A. Revisión Bibliográfica

Se recopiló la información que se tenía en la finca como por ejemplo las precipitaciones anuales, colindancias, límites, vías de acceso, así como la extensión territorial total de la finca.

1.4.3 Determinación de las fortalezas y oportunidades que posee la finca

Se realizó con la información obtenida en la fase de campo y fase de gabinete, para generar datos de los recursos de la finca y su aprovechamiento, con la finalidad de identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas existentes dentro de la finca.

1.4.4 Procesamiento y análisis de información

Con la recolección de los datos se procedió a realizar un diagnóstico agrícola de la finca Monte De Oro, en el cual se buscó plasmar la situación actual de la finca, posterior a esto se propusieron soluciones y recomendaciones para la optimización de recursos o bien procesos dentro de la finca.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Manejo agronómico del cultivo de macadamia en la finca Monte De Oro

A. Limpia

Se realiza dos veces cada 60 días, esto incluye plateo de resiembra o siembra nueva, la cual se realiza a ras del suelo.

B. 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 del surco, debido a la pendiente de los terrenos.

C. 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 *Phytophthora sp.* y *Rossellinia sp.* Para su control se realizan enmiendas de encalado y para el “mal del rosado” hacen podas de ramas afectadas.

D. Cosecha de la nuez

La cosecha de la nuez se realiza semanal, su cosecha consiste en la recolección de la nuez, recogiendo únicamente la que se encuentra en el suelo abajo del árbol, se deposita en sacos, los cuales se sacan al camino y pasa el tractor recogiendo, posterior a esto, se pesa. Se recomienda que se recolecte toda la nuez que se visible, sin importar que ya tenga otra coloración o esté dañada, pues con ello se evita la proliferación de plagas, como hormigas o roedores. El despulpado y la selección se realiza en la finca, así como también la selección de nuez para semilla que será utilizada en el almácigo, ya despulpada la nuez queda en concha, esta es trasladada a Rio Bravo, donde se tiene la planta y se realizan las actividades correspondientes a postcosecha.

E. Poda

La poda es fundamental en el cultivo de la macadamia, siendo la práctica más común la de formación. Con ella se pretende darle una resistencia mecánica al árbol. Se procura tener un eje central, desde los cuales cada 30 o 60 cm se tenga otro juego o piso de ramas. La poda se ha implementado a gran escala en los últimos años.

F. Producción de abono orgánico

La finca posee camas donde se realiza el lombricompostaje de la pulpa obtenida de la nuez de macadamia, el cual utiliza como abono orgánico que aplican en el cultivo de macadamia y la utilizan en el almácigo para realizar mezcla con tierra o arena de rio para hacer los sustratos para los portainjertos.

1.5.2 Determinación de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas a las que se encuentra expuesta la finca

A través de la anterior recopilación de información de la finca Monte De Oro, se realizó un análisis FODA.

En el cuadro 1 se aprecian los resultados de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) de la finca Monte De Oro.

Cuadro 1. Análisis FODA.

Fortalezas	Oportunidades
Posee fuentes hídricas para abastecer el consumo humano y almacigo.	Departamento de investigación agrícola.
Producción de energía renovable aprovechando el afluente hídrico.	Producción de plantas en almacigo para la venta.
Personal de trabajo de alto rendimiento con experiencia en el manejo de macadamia.	Áreas disponibles para siembra del cultivo.
Producción propia de plantas de macadamia.	Aumento de la demanda de macadamia.
Alta biodiversidad al no utilizar químicos de manera desconsiderable.	Buena producción a pesar de la topografía del lugar.
Producción autosuficiente de abono orgánico.	Aumento de la cosecha por inicio de producción en resiembras.
Debilidades	Amenazas
Ausencia de antecedentes investigativos en determinadas labores.	Altas precipitaciones principalmente por las tardes.
Deserción del personal de campo.	Derrumbes.
Mala armonía-cooperativismo entre el equipo de trabajo (cosecha-trabajos varios)	La incidencia de plagas y enfermedades.
Camino en mal estado.	Crecimiento de la competencia.
Estructuras dañadas o deterioradas.	Clima inestable.
	Tiempo para trasladarse y recorrer las áreas, ya que la finca en su mayoría es de pendiente mayor a 30% de pendiente tipo montañosa.

En el anterior cuadro se describieron los elementos que se consideraron de manera más puntual en la finca Monte De Oro, estos factores fueron determinados tras la observación en los caminamientos de la finca y las entrevistas realizadas. Se define como fortalezas todas las actividades que de cierta manera se encuentran cubiertas por la finca, entrando en un segundo plano las oportunidades, que son elementos en los que se puede realizar alguna mejora de lo que se está realizando actualmente, las debilidades son actividades que pudieran convertirse en una problemática a futuro y sería oportuno atender para una mejora dentro de la finca y por último las amenazas que son elementos a los cuales la finca se encuentra expuesta y es necesario poner en contexto si se desean cumplir los objetivos de la empresa.

1.5.3 Priorización de problemas



Figura 2. Priorización de problemas del cultivo de macadamia en el almacigo.

La figura anterior expone la priorización de problemas, se centra en actividades detectadas en el almacigo de la finca y debido a que es posible mejorar ciertos aspectos, se realizaron recomendaciones para algunos procesos, de igual manera implementar nuevas tecnologías,

siempre y cuando se realicen las investigaciones correspondientes para ver su viabilidad, esto cubriendo el problema de dejar un precedente investigativo y que sirva de punto de partida en actividades del almacigo de la finca.

Se centro la atención en actividades de almacigo ya que es en donde se asegura el éxito de una plantación en campo definitivo. En relación al problema de utilización de recursos que no son amigables con el medio ambiente, se refiere en este caso a la bolsa de polietileno, que permite un único uso, y a veces el traslado se vuelve una actividad limitante debido a las condiciones que presenta la finca, es necesario abrir la puerta a nuevas opciones que garanticen de igual manera el buen desarrollo de la planta.

1.5.4 Alternativas de solución a las principales problemáticas

Evaluar mediante análisis científico, las labores que se realizan en la fase de vivero, como lo es la escarificación de semillas y el sustrato utilizado. Proponer nuevos métodos y someterlos a evaluación, para observar su viabilidad en comparación con el que se utiliza actualmente. Esto servirá para crear un precedente investigativo y brindar la opción de optar por el método que presente los resultados convenientes para la finca.

Implementar nuevas tecnologías para contrarrestar la contaminación causada en la fase de vivero por la bolsa de polietileno, una opción podría ser el uso de tubete, debido a que permite su reutilización y fácil manejo en esta fase, de igual manera es necesario someter a evaluación si esta implementación de tecnología, es lo más conveniente para la finca.

Centrar la atención en fase de vivero específicamente, debido a que son actividades que si no se realizan de manera adecuada, pueden influenciar la plantación en campo definitivo, buscar características como es buen sistema radicular y una altura considerada para los porta injertos.

1.6 CONCLUSIONES

1. Las actividades identificadas que se realizan dentro de la finca para el manejo del cultivo de macadamia son: limpiezas, fertilizaciones, control de plagas y enfermedades, cosecha de la nuez, podas y producción de abono orgánico.
2. Se realizó un análisis FODA para identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la finca Monte De Oro, entre las fortalezas se puede mencionar que posee fuentes hídricas para abastecer el consumo humano y demanda del cultivo en su etapa de almacigo, también la finca cuenta con energía renovable con estas mismas fuentes de agua, entre las oportunidades se listan, la brecha que tiene de abarcar el departamento de investigación de la finca debido a que es un cultivo que se encuentra en crecimiento a nivel de país.
3. Los problemas detectados fueron: La utilización de recursos que no son amigables con el medio ambiente, la ausencia de antecedentes investigativos en determinadas labores del almacigo y priorizar las actividades de establecimiento del cultivo dentro de la finca.

1.7 RECOMENDACIONES

1. Priorizar las actividades de almacigo para asegurar el éxito en campo definitivo de la plantación del cultivo de macadamia.
2. Generar nuevas investigaciones en el almacigo de la finca, para que enriquezcan el manejo del cultivo, así también que facilite la toma de decisiones y de la apertura a más investigaciones de este cultivo en esta fase en específico.
3. Optar por la implementación de nuevas tecnologías que faciliten el traslado de la planta y de igual manera que sean alternativas a las ya utilizadas, buscar que respondan a problemáticas actuales como lo es el uso de la bolsa de polietileno en el almacigo de la finca.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

- Chigüichon Rivas, G. 2018. *Diagnóstico de la finca El Pacayal anexo Pacayalito* (31 p.). (Comunicación personal). San Miguel Pochuta, Chimaltenango, Guatemala: Finca El Pacayal.
- De León Mérida, J. L. (2011). *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.* (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala). Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/6822/1/Tesis%20Jose%20Luis.pdf>
- Morán, G. (2008). *Evaluación de tres concentraciones de Trichoderma harzianum (fungi: moniliales) para el control de botritis (Botrytis cinérea; Fungi: Helotiales) en el cultivo de macadamia (Macadamia integrifolia), proteácea en el municipio de Santiago Atitlán, Sololá.* (Tesis Ing. Agr., Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas: Guatemala). 70 p. Recuperado de <http://www.bibliod.url.edu.gt/Tesis/06/04/Moran-Martinez-Gilmar-Oswaldo/MoranMartinez-Gilmar-Oswaldo.pdf>



The seal is circular with a grey border containing the Latin text "ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CETERA CEBBIS CONSPICUA CAROLINA". The central image depicts a landscape with green hills, a white path, and a figure on a horse. Above the path, there is a golden castle on the left, a golden lion rampant on the right, and a golden crown at the top center. The background is a light blue sky.

CAPÍTULO II: EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CINCO SUSTRATOS Y TRES MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN DE SEMILLAS DEL CULTIVO DE MACADAMIA (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche), EN LA FINCA MONTE DE ORO, SANTIAGO ATILÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.

2.1 PRESENTACIÓN

El establecimiento de una plantación exitosa de macadamia *Macamia integrifolia* Maiden & Betcher, depende de varios factores siendo una de las más importantes la fase de semillero. En esta etapa se realizan una secuencia de labores que permiten a la planta generar un adecuado sistema radicular (una característica importante para el establecimiento de esta en el campo) que mejora el proceso de producción. Algunas actividades que se realizan durante esta fase es la selección de semilla, la escarificación, la selección del sustrato adecuado y la injertación, así como brindar los cuidados necesarios a la planta hasta que esté lista para la etapa productiva.

Según (Gonzales, 1997), -con respecto a *M. integrifolia* “*muchas especies no germinan fácilmente, aunque existan las condiciones ambientales adecuadas*” es por esta razón que se utilizan diferentes métodos de escarificación (los más utilizados son métodos físicos, métodos mecánicos y métodos químicos). Algunos métodos consisten en la exposición de la semilla a altas temperaturas, otras técnicas buscan generar reacciones químicas mediante la aplicación con algún reactivo o sustancia; esto con la finalidad de acelerar la ruptura de la testa y propiciar las condiciones idóneas para el establecimiento de la semilla. (Anacafe, 2004)

Esta investigación se realizó para determinar el método de escarificación más eficiente en semillas de macadamia empleando distintos sustratos, con el objetivo de establecer que combinación permite mejorar la propagación de este cultivo, y así aprovechar las características económicas, ecológicas y agrícolas, mediante el aumento de la productividad en su reproducción, a fin de hacer más eficiente el proceso y con ello optimizar los recursos humanos, físicos, materiales y el tiempo en que se desarrolla cada etapa.

El experimento se realizó a manera de optimizar los procesos en la fase de almácigo y establecer precedentes bajo evaluaciones investigativas dentro de la finca Monte De Oro, ubicada en el municipio de Santiago Atitlán, departamento de Sololá. Se seleccionó la variedad Keaau Haes 660, que es la utilizada como patrón o portainjertos en esta finca, esto

por poseer un sistema radicular profundo, dándole un anclaje mayor y resistencia a los vientos.

El ensayo consistió en someter a evaluación tres métodos de escarificación (mec M, desh D, Hum H) en combinación con cinco sustratos (carboncillo + arena (CA), turba + arena (TA), lombricompost + suelo (LS), pulpa de café + suelo (PS) y cáscara de cardamomo + suelo (PS)) bajo un diseño completamente al azar bifactorial con arreglo en parcelas divididas siendo las variables de respuesta altura de planta (ALT), diámetro de tallo (DMT) y peso de raíces (PDR).

Se determinó que no existe interacción entre los factores evaluados, sin embargo, el análisis de varianza evidenció que el sustrato pulpa de café y suelo (PS) influye de manera directa a la variable altura.

Se concluyó que el sustrato elaborado con pulpa de café y suelo presentó mejores resultados en la variable altura con una media de 16.23 cm a los 204 días de establecida la investigación, en comparación con carboncillo y arena, turba y arena, lombricompost y suelo, cascarilla de cardamomo y suelo.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Origen y distribución del cultivo de macadamia

La macadamia pertenece a la familia Proteaceae y es originaria de Australia, su distribución en Estados Unidos fue en Hawái y California, llegando a países como Brasil y regiones de África y Centro América. (Anacafé, 2004)

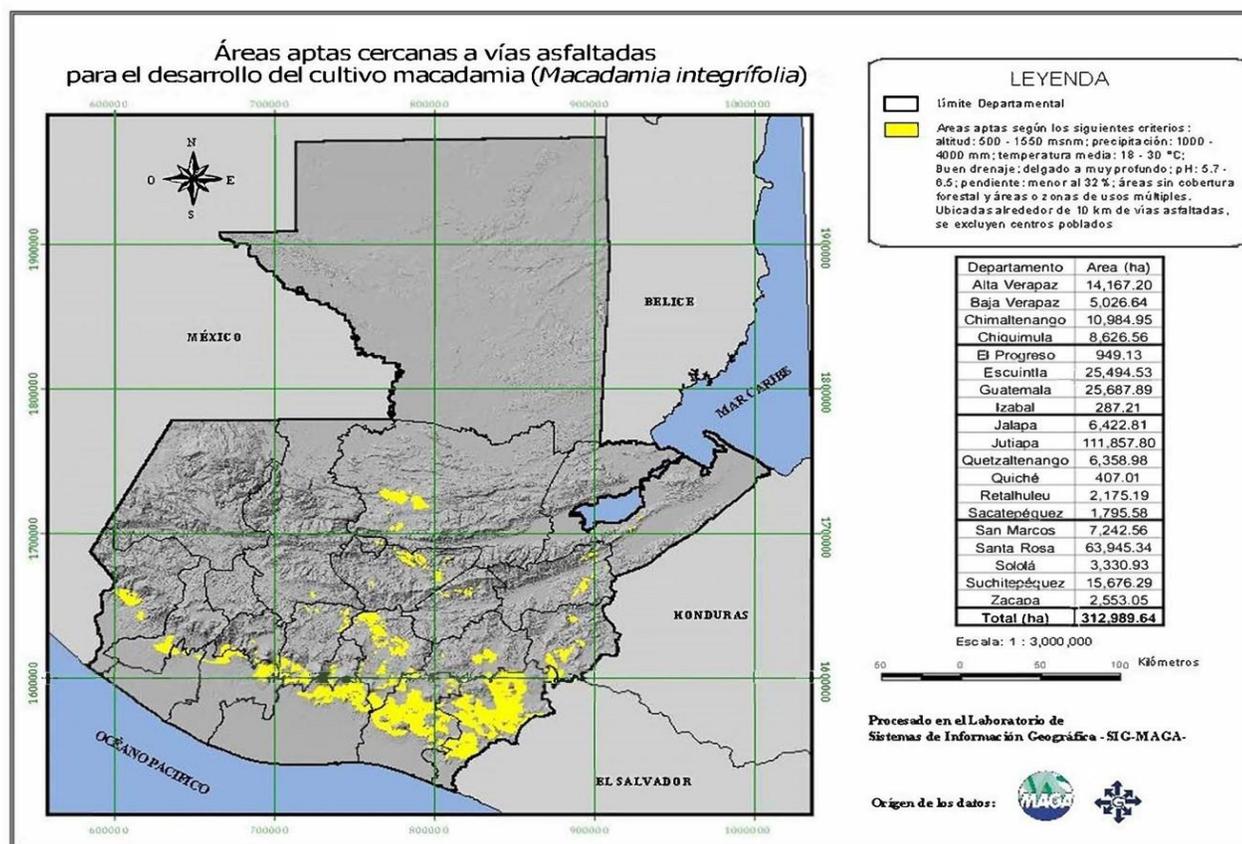
Entre los principales países productores por orden de importancia están: Australia, Estados Unidos de América, Sudáfrica, Kenia, Guatemala, Costa Rica, y Brasil; aunque también se produce nuez de macadamia en Nueva Zelanda, Colombia, México, El Salvador, Taiwán, Indonesia, Malawi, Singapur, Mozambique, Zimbawe. Guatemala aporta al mercado mundial 750 T al año. (Moran, 2008)

La introducción del cultivo a Guatemala no se puede determinar con precisión, pero en el año de 1958 se introdujeron semillas de variedades procedentes de Hawái; tales materiales fueron manejados por el Instituto Agropecuario Nacional, Escuela de Agricultura y estación experimental de Chicolá. (Anacafé, 2004)

Guatemala se inició como productor a escala de nuez de macadamia en el año 1972, con el establecimiento de la finca San José El Carmen, ubicada en Santa Bárbara, Suchitepéquez, con un proyecto de 720 ha y alcanzó a producir en 1979, la cantidad de 454,545 kg húmeda en concha. (Morán, 2008)

La mayor parte de los cultivos de nuez de macadamia, se localizan en la bocacosta de la Vertiente del Pacífico y en la zona central, sin embargo, por el alto valor de la tierra en estas áreas, se ha desarrollado exitosamente en el norte, nororiente, suroccidente y suroriente del país. (Gutiérrez, 1995)

En la figura 3 se muestran todas las áreas del país aptas para la producción de macadamia por sus condiciones climáticas y accesibilidad del lugar.



Fuente: (MAGA, AGEXPORT, 2000).

Figura 3. Mapa de áreas con vocación para el desarrollo del cultivo de macadamia (*Macadamia integrifolia*)

En la figura anterior se describen de color amarillo las áreas en los departamentos para el establecimiento del cultivo de macadamia en Guatemala, siendo Escuintla, Jutiapa y Santa Rosa las áreas con mayor vocación para el desarrollo de cultivo por sus condiciones climáticas y la disponibilidad de vías asfaltadas que facilitan el acceso al lugar de producción.

2.2.2 Generalidades del cultivo de macadamia

La nuez de macadamia es una especie monoica, es decir tiene flores masculinas y femeninas en las mismas plantas, pero su porcentaje de fecundación es bajo; para mejorar su polinización se usan apiarios de abejas melíferas y con ello se obtienen mejores resultados en la producción de semillas. Las semillas de mejor calidad de cierta variedad o especie se usan para patrones, de ahí que la variabilidad genética no se pueda controlar; sin embargo, sirve para reproducir rápidamente y en abundancia los patrones, resistentes a enfermedades de las raíces y del tallo, al igual que resistencia al ataque de ciertos insectos en el suelo. (Chum, 2011)

A. Clasificación taxonómica de la macadamia

En el cuadro 2 se describe la clasificación del cultivo de macadamia.

Cuadro 2. Clasificación botánica del cultivo de macadamia.

Reino	Plantae
Sub-reino	Embryobionta
Clase	Magnoliopsida
Sub-clase	Rosidae
Familia	Proteaceae
Género	<i>Macadamia</i>
Especie	<i>M. integrifolia</i> Maiden & Betche, <i>M. teraphylla</i> L.A.S. Johnson

Fuente: (Cabrera, 2010)

2.2.3 Requerimientos climáticos y edáficos para el cultivo de macadamia

A. Temperatura

La temperatura es la variable climática más determinante en el crecimiento y la productividad de la macadamia. La temperatura óptima es de 16 °C a 25 °C; períodos

prolongados de exposiciones a altas temperaturas pueden producir un estrés en el árbol, se observa una coloración amarilla de los nuevos brotes de las hojas. (Sol, 2011)

B. Precipitación

Se adapta bien el cultivo en lugares donde la precipitación anual es de 1,000 mm a 4,000 mm. Es un cultivo que demanda mucha agua y de existir altos periodos sin agua o de sequía se debe de aplicar riego para el desarrollo del cultivo. (Anacafé, 2004)

C. Altura y pendiente

En Guatemala se puede desarrollar este cultivo en elevaciones de 500 m a 1,500 m s.n.m. y en terrenos con pendientes no mayores de 30 %, siendo las condiciones óptimas para el desarrollo de este cultivo se encuentran en zonas con pendientes inclinadas o quebradas. (Salazar, 2006)

2.2.4 Establecimiento del cultivo de macadamia

A. Fase de almacigo

a. Semillas

Anualmente se debe realizar una planificación que incluya el número de plantas requeridas para una renovación o bien para el establecimiento de un nuevo lote. En esta fase se selecciona el material a utilizar como planta madre o “portainjerto”, considerando las condiciones del lugar de establecimiento, así como el nivel de producción, vigor, sistema radicular, resistencia a vientos, y a plagas y enfermedades.

b. Selección de la semilla

URL IARNA, (1995) citado por Granados (2008) señala que la semilla debe de provenir de árboles de alta producción y de buen vigor ya sean injertados o sin injertar, que tengan hueso o concha delgada, con pericarpio libre de plagas o enfermedades, que los cotiledones estén adheridos a la testa o concha, que no tenga más de 10 días de estar en el suelo, que tenga 6 días de cosechado y con un alto porcentaje de germinación.

c. Preparación de semillas

La clasificación y el tratamiento de semillas, se inicia cuando es separada de la cáscara y concluye cuando esta lista para ser puesta en las camas de germinación. (Granados, 2008)

d. Métodos de escarificación

Las semillas al alcanzar su punto máximo de madurez inician un período de latencia producido por factores internos y externos; que normalmente se interrumpe cuando se presentan las condiciones naturales adecuadas para la germinación o cuando se utilizan tratamientos que ayudan a propiciar las condiciones idóneas para la germinación de las semillas. (Rodríguez, 2000)

Los tratamientos físicos y mecánicos consisten en exponer a temperaturas altas o remojo en agua para acelerar la ruptura de la testa, también pueden emplearse soluciones químicas para acelerar la germinación.

i. Escarificación mecánica

Consiste en pasar las semillas por superficies abrasivas, con el fin de causar daño en la testa, pero sin tocar el embrión evitando la impermeabilidad al agua, a la temperatura y al oxígeno. O bien es un procedimiento en donde se elimina la testa de manera manual. (Pérez, 2008)

ii. Escarificación física

- **Escarificación con agua caliente**

Pérez (2008), indica que la escarificación con agua caliente consiste en sumergir las semillas en agua caliente a una temperatura promedio de 80 °C durante tres a cuatro minutos, el volumen de agua a utilizar es cuatro o cinco veces mayor al volumen total de las semillas.

- **Escarificación con agua a temperatura ambiente**

Pérez (2008), indica que la escarificación con agua a temperatura ambiente consiste en dejar sumergidas las semillas en agua a temperatura ambiente por determinado tiempo; pudiendo tardar horas o días dependiendo de la dureza de la testa.

iii. Escarificación química

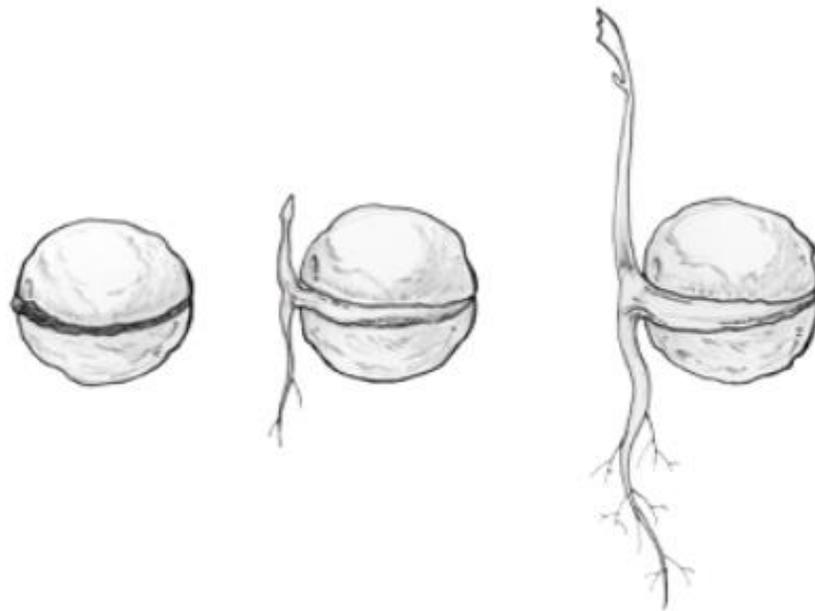
- **Escarificación con ácidos**

La solución mayormente empleada es ácido sulfúrico (H_2SO_4), el procedimiento consiste en sumergir las semillas por un tiempo determinado, sin embargo, se debe tener el cuidado con la concentración y tiempo de exposición de las semillas al ácido, ya que éste puede penetrar hasta el embrión y provocar la muerte de la semilla, en algunas especies es más eficaz el tratamiento con agua caliente. (Padilla, 1995)

e. Siembra de la semilla

El proceso de siembra se realiza al momento en que la nuez presenta una partición en el pedúnculo, con lo cual da inicio el proceso de germinación. Para lograr mejores resultados en el establecimiento de la semilla, se recomienda que la semilla se coloque a una pulgada de profundidad en relación a la superficie en que se realiza la siembra. (Anacafé, 2004)

A continuación, en la figura 4 se presentan las fases de la semilla de macadamia posterior a su siembra.



Fuente: (Sol, 2011).

Figura 4. Procesos de germinación en semillas de macadamia.

f. Siembra de semilleros

La siembra se realiza en las camas de germinación, ya que presenta un mejor manejo y permite un mejor desarrollo hasta que la plántula está lista y alcanza un tamaño apropiado para su trasplante.

g. Preparación de sustrato

El sustrato varía según las condiciones en que se encuentran desarrolladas las plántulas y el clima al que están expuestas, por lo general se utiliza como material de sustrato la arena blanca para el desarrollo radicular, el cual puede ir variando en diferentes proporciones dentro de la cama germinativa siempre y cuando se mantenga la homogeneidad de sustratos.

h. Llenado de bolsas

Constituye la segunda fase, cuando el establecimiento del cultivo se hará en bolsa, se llenan las bolsas con el sustrato, verificando que no existan espacios o dobleces entre la bolsa. Se colocan en hileras de manera ordenada con espacio entre calle de un metro. (Agropecuaria Atilán, 2010 citado por Palma, 2015)

i. Alternativa del uso de bolsa

i. Llenado de tubetes

Se realiza presionando el suelo hasta el fondo del cono, apelmazando con pequeños golpes en la parte inferior contra la mesa o pequeña piedra, en donde se esté llevando a cabo el llenado. Con esto se evita la formación de vacíos. El sustrato debe quedar al nivel de la abertura superior del cono. (Coronado, 2000).

Las ventajas del tubete, consisten en aumentar la eficiencia de la mano de obra en las labores de siembra y riego, facilita la supervisión de la planta debido a la concentración en espacios reducidos dentro del vivero. De igual manera, reduce la contaminación en el campo, ya que no quedan residuos de plástico en el suelo.

Otra de las ventajas que se tiene es que el área necesaria para los viveros en tubetes es menor, comparado con la requerida al utilizar bolsas de polietileno. Así mismo, la inversión en la compra de tubetes se ve justificada con la oportunidad de utilizarlo en repetidas ocasiones, mientras que la bolsa tradicional de polietileno debe botarse.

j. Trasplante

Cuando ya se tienen llenas las bolsas y ordenadas se procede a hacer el trasplante, considerando también la desinfección de las mismas, ésta se hace con una mezcla de fungicida lambda cialotrina [3-(2-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propenil)-2,2-dimetil-ciano(3-

fenoxifenil)metil ciclopropanecarboxilato)] e insecticida triazol (fórmula molecular $C_2H_3N_3$). (Agropecuaria Atitlán, 2010 citado por Palma, 2015)

k. Anillamiento

Se selecciona la vareta de los árboles de la variedad deseada, de preferencia de material que no se encuentre en época de crecimiento vegetativo, a continuación, se le hace un anillamiento a la rama eliminando la corteza de 1 cm de ancho (figura 5). Esto se realiza de 6 a 8 semanas antes de cortar la vareta; de esta manera la vareta acumula nutrientes. Una vez cortada se procede a realizar la injertación. (Sol, 2011)

En la figura 5 se muestra el procedimiento de anillamiento de varetas de macadamia.



Fuente: finca Monte De Oro, 2020.

Figura 5. Anillamiento de varetas de árbol de macadamia.

I. Injertación

Esta debe hacerse cuando las plantas tienen un grosor de 1.5 cm a 2 cm y a una altura de 30 cm del suelo, tamaño que alcanzan más o menos al año del trasplante (Agropecuaria Atitlán, 2010 citado por Palma, 2015).

En la figura 6 se observa la injertación en plantas de macadamia.



Fuente: finca Monte De Oro, 2020.

Figura 6. Injertación en planta de macadamia.

El tipo de injerto más utilizado es el de enchapado lateral; no obstante, debido a la dureza de la vareta, se requiere que el injertador sea experimentado y realice un corte preciso. (Sol, 2011)

En la figura 7 se observa el tipo de injerto de enchapado lateral en macadamia.



Fuente: finca Monte De Oro, 2020.

Figura 7. Injerto de enchapado lateral en el cultivo de macadamia.

Para evitar la entrada de aire y humedad se venda con cinta plástica blanca de 0.0125 m de ancho y 0.000042 m de calibre de plástico, cubriendo con parafina y cera. Uno o dos meses posteriores a la injertación se hace saneamiento, que consiste en la eliminación de tocones en el portainjerto y en la púa, o sea la eliminación de material seco, ya que cuanto mayor sea el tiempo, mayor será el área desecada. Además, se debe eliminar la cinta, ya que puede provocar estrangulamiento, malformación y pérdida del material. (Granados 2008)

En la figura 8 se muestra el resultado final posterior a la injertación.



Fuente: finca Monte De Oro, 2020.

Figura 8. Injertación de plantas de macadamia.

m. Poda de formación

La mayoría de las veces esta práctica se hace cuando el árbol está en el sitio definitivo, sin embargo, lo aconsejable es iniciarla en el vivero. Esto se debe a que se controla mejor el estrés que pueda afectar al material, hay más eficiencia en tiempo y control de la actividad. Al iniciar el trabajo se debe definir claramente un eje central, que sea perpendicular al suelo, que sobre el mismo se establezcan ramas secundarias en ángulos abiertos. En algunas variedades o clones la poda es más fácil que en otras, ya que presentan una menor formación natural. (Ixcoy, 2011)

B. Fase de campo definitivo

a. Establecimiento de una plantación comercial

El establecimiento de una plantación comercial de macadamia requiere de una gran inversión. El suelo donde se establecerá la plantación definitiva debe ser fértil, bien drenado y sin capas de impidan el desarrollo de las raíces. Antes de la preparación del suelo hay que definir la distancia de siembra, si la plantación se establece como monocultivo o con cultivos intercalados. El trazo del terreno dependerá de la distancia de siembra, la cual influye directamente en el éxito de la plantación. (URL, 1995 citado por Herrera, 2012)

Para diferentes altitudes se recomiendan distanciamientos distintos así: de 600 m s.n.m a 1,100 m s.n.m. se debe sembrar a nueve o diez metros cuadrados o sea que de 100 a 123 árboles por hectárea. De 1,100 m s.n.m. a 1,400 m s.n.m. se debe sembrar a 7 m² o sea 204 árboles por hectárea. De 1,400 m s.n.m a 1,600 m s.n.m. Se puede plantar a 6 m² lo que da una densidad de 278 árboles por hectárea. Las dimensiones del ahoyado son de 1.02 m x 1.02 m x 1.02 m. Debido a que los marcos de plantación son amplios se suelen intercalar con diversos cultivos principalmente con el café por coincidir con las condiciones ecológicas. (Palma, 2015)

C. Plagas y enfermedades

a. Plagas

Cuando ocurren las floraciones del mes de julio hay que iniciar un programa de monitoreo de plagas como trips, áfidos, chicharritas. Insectos que ocasionan daño en las inflorescencias, sin embargo, cuando las floraciones son continuas es necesario mantener un muestreo permanente para determinar poblaciones de insectos y tomar decisiones oportunas en cuanto a su control. (Franco, 2018)

b. Enfermedades

Entre las enfermedades más comunes encontradas en plantaciones de macadamia son *Phytophthora cinamoni*, la cual hace que los árboles pierdan vigor y color hasta que pierden follaje. Ataca principalmente los tallos provocando exudaciones de resina color rojo y la corteza fácilmente se desprende. (Palma, 2015)

La *Botritis* afecta principalmente las flores y su infección puede ser devastadora y provocar pérdidas muy grandes. Los racimos de flores infectados se tornan de color gris oscuro a negro, debido a la gran cantidad de esporas que descarga se infectan los pétalos y los estambres el hongo llega a esparcirse por el viento y lluvia. (Palma, 2015)

Rhizoctonia sp. y *Rosellinia sp.* se manifiestan con síntomas de amarillamiento general del árbol, defoliación de ramas, el follaje se observa de color café de arriba hacia abajo, las ramas empiezan a necrosarse de la base hacia la punta, el sistema radicular se torna necrótico y sin sabia y se observa en las raíces un micelio de color negro y gris algodonoso; por último, la muerte total del árbol ocurre a los 5 a 8 días después del primer síntoma. (Palma, 2015)

2.3 MARCO REFERENCIAL

2.3.1 Localización geográfica

La finca Monte De Oro se encuentra ubicada en Santiago Atitlán, Sololá, Guatemala (figura 9) entre los 14°31' y los 14°41' latitud norte y entre los 91°9' y 91°18' longitud oeste.

2.3.2 Descripción ecológica de la finca

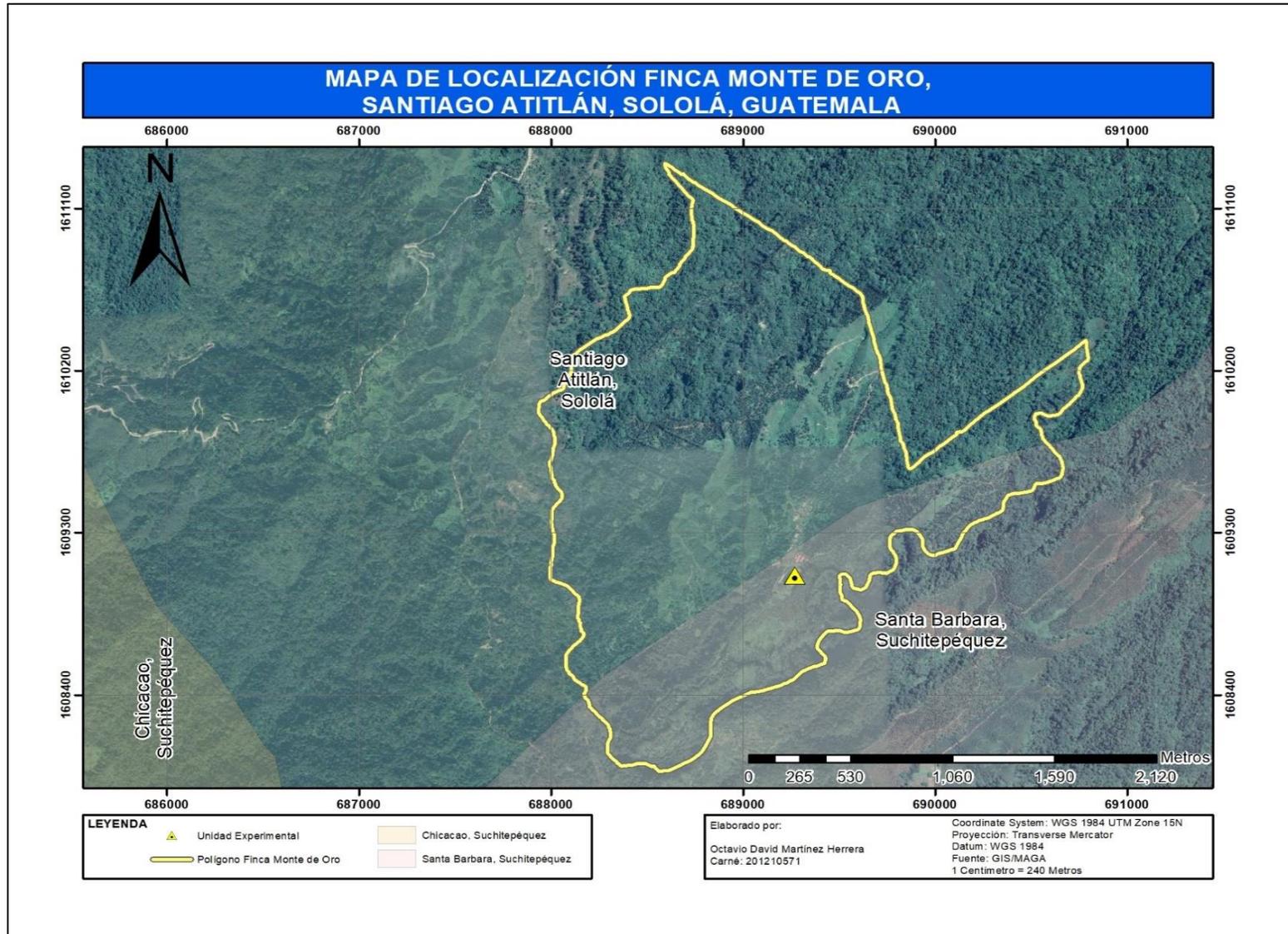
Holdridge, (1982) citado por De León (2011) señala que la finca se ubica en la zona de vida Bosque muy Húmedo Subtropical Cálido. Ubicada a 1,215 m s.n.m. en la parte más alta, mientras que la parte más baja a 862 m s.n.m.

En promedio la altitud en que se encuentra ubicada la finca Monte De Oro 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 es de 22 °C. (De León, 2011)

Simmons, citado por De León, (2011) indica que, entre los suelos predominantes, se encuentran; a) suelos de origen volcánico, b) suelos del altiplano central y c) suelos de declive del Pacífico.

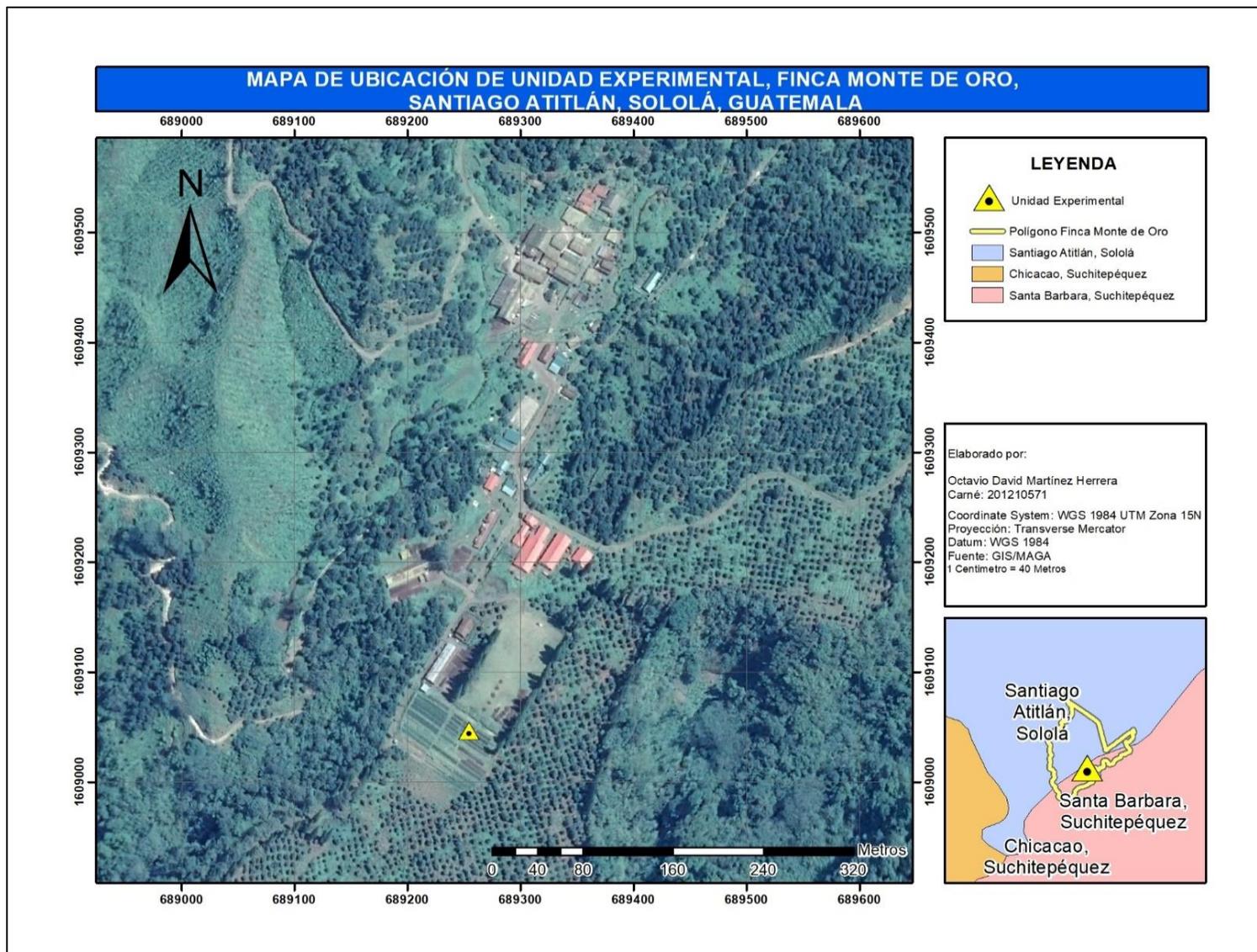
2.3.3 Datos específicos del área de estudio

La finca es conocida como Monte De Oro. El área total que ocupa la finca Monte De Oro es de 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, 2011), El área para la producción de nuevas plántulas corresponde a 0.53 ha tal como se muestra en la figura 10.



Fuente: shapes MAGA-SIG, base de datos Google Earth, escala 1:24,000.

Figura 9. Mapa de localización de finca Monte De Oro, Santiago Atitlán, Sololá, Guatemala y municipios colindantes.

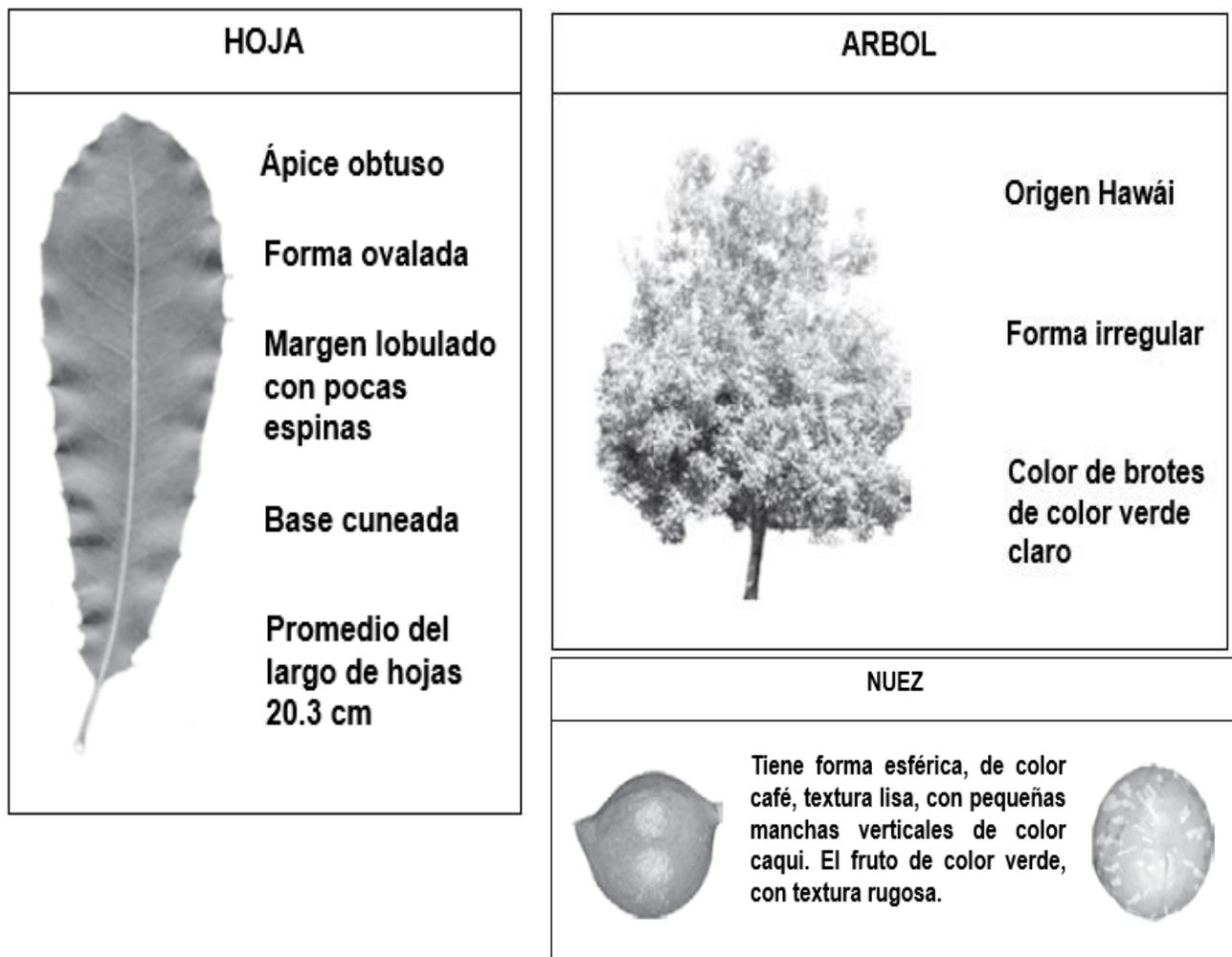


Fuente: shapes MAGA-SIG, base de datos de Google Earth, escala 1:4,000.

Figura 10. Mapa del área de almacigo de macadamia de la finca Monte De Oro, Santiago Atitlán, Sololá, Guatemala.

2.3.4 Material genético utilizado

Se utilizó la variedad 660, la cual crece de manera frondosa, es moderadamente resistente al viento y se adapta a plantaciones densas, ya que los árboles son de forma alta y puntiaguda al madurar (figura 11). En situaciones de estrés produce nueces de tamaños muy variados. El rendimiento de esta nuez es excelente, sin embargo, hay que considerar que no es una nuez precoz. En Hawái se reportan sus primeros años de producción después del cuarto año a partir de la siembra. (Sol, 2011)



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 11. Características de hoja, árbol y nuez del cultivo de macadamia variedad 660.

A. Otras características

Flor de color blanco, conformando de 200 a 300 flores, el largo promedio de la inflorescencia es de 24.56 cm. El diámetro de la nuez: 2.6 cm. En promedio 3.55 frutos por racimo. (Sol, 2011)

2.3.5 Sustratos

A. Arena de río

Tut Mynor, (2014) cita “La arena es uno de los materiales más utilizados debido a su fácil obtención, disponibilidad y económico”. Su granulometría más adecuada oscila entre 0.5 mm y 2 mm de diámetro. Su capacidad de retención del agua es media (20 % del peso y más del 35 % del volumen); su capacidad de aireación disminuye con el tiempo a causa de la compactación; Es relativamente frecuente que su contenido en caliza alcance el 8 % a 10 %. Algunos tipos de arena deben lavarse previamente. Su pH varía entre 4 y 8. Su durabilidad es elevada. Es bastante frecuente su mezcla con turba, como sustrato de enraizamiento.

B. Turba

Las turbas son los sustratos orgánicos naturales de uso más general en horticultura. Es el resultado de la descomposición completa de árboles (especialmente del género Sphagnum) y se produce en países de las zonas templadas como Canadá, Alemania, Finlandia, Suiza, Irlanda, Rusia. Las poco descompuestas son materiales de reacción ácida, pobres en minerales por estar muy lavados, debido a su origen de zonas altas de precipitaciones abundantes, y que conservan parcialmente su estructura y un buen equilibrio entre agua y aire después del riego. (Jaramillo, Rodríguez, Guzmán, Zapata & Rengifo, 2007)

El conjunto de propiedades de las turbas es la causa de su amplia difusión en el cultivo de plantas en sustrato. Su empleo se extiende tanto a la producción de plántulas en semilleros

como al cultivo de plántulas en contenedores y, así mismo, al cultivo sin suelo en general. Su uso está siendo revaluado debido al impacto medioambiental que implica su utilización, ya que éste es un material natural no renovable, además por ser importado, tiene un alto costo. (Jaramillo et al, 2007)

C. Lombricompost

El compostaje consiste en la descomposición física y química de materiales que liberan nutrientes disponibles para las plantas. Agentes microorganismos tales como hongos y bacterias digieren los materiales durante el proceso de descomposición. Cualquier material orgánico se puede compostar, una mezcla de material puede ser mejor. En el caso del lombricompost es un producto natural obtenido a través de la acción digestiva de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) sobre sustancias orgánicas de animales, previamente seleccionados y acondicionados. (Tut, 2014)

El lombricompost se utiliza como fertilizante orgánico, enmienda orgánica y sustratos para plantas. Para su utilización como sustrato, no es recomendable como único componente de la formulación debido a la menor capacidad de retención de agua y espacio poroso total, se sugiere la mezcla con otros materiales para mejorar estos parámetros físicos (Ej; turba, perlita, entre otros). (Valenzuela, 2001 citado por Tut, 2014).

D. Pulpa de café

La pulpa es un subproducto voluminoso y sólido que representa el 40 % del peso del fruto y el 56 % del volumen del fruto. La pulpa puede ser manipulada mediante su transformación en abono orgánico, la composición química al sufrir un trascurso de fermentación provoca que se formen cargas orgánicas que deben ser manejadas correctamente. El contenido nutricional de la pulpa convertida en abono orgánico, mejora las condiciones químicas y físicas del suelo. El compost de pulpa puede ser utilizada para el sustrato en almacigo o bien para mezclar en el agujero al momento de siembra. Para transformar la pulpa de café en abono orgánico simple, se obtienen cuando las colinas o acopios de pulpa son volteados

con frecuencia de 8 a 15 días y, de preferencia, si se les aplica agua anticipadamente. (Guerra, 2006 citado por Soberanis 2018).

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 General

- Evaluar cinco sustratos y tres métodos de escarificación de semillas del cultivo de macadamia en la finca Monte De Oro, Santiago Atitlán, Sololá.

2.4.2 Específicos

- Determinar la interacción entre los métodos de escarificación de semillas y los sustratos para el cultivo de macadamia.
- Determinar la combinación de tratamientos escarificación y sustratos que permite el mayor desarrollo de raíz, diámetro y altura de tallo.
- Realizar un análisis de costos para conocer la viabilidad de los tratamientos.

2.5 HIPOTESIS

Al menos uno de los tratamientos de escarificación combinado con un sustrato en tubete producirá diferencias significativas en la altura, diámetro de tallo y peso de raíces en macadamia.

2.6 METODOLOGÍA

2.6.1 Metodología experimental de la interacción de los métodos de escarificación de semillas y los sustratos para el cultivo de macadamia

Para manejo del experimento y mayor confiabilidad de los datos se trabajaron 4 repeticiones de las cuales cada repetición contaba con 15 unidades experimentales por cada tratamiento, en los cuales se observó si existían interacciones entre los factores y si estos influían en alguna de las variables de respuesta.

A. Tratamientos

Cada tratamiento estuvo compuesto por un método de escarificación en combinación con un sustrato, en esta investigación se utilizaron 3 métodos de escarificación y 5 sustratos, dando un total de 15 tratamientos.

a. Factor A: método de escarificación

Escarificación mecánica = (mec M).

Escarificación por deshidratación = (desh D).

Escarificación por humedad = (hum H).

b. Factor B: sustrato

Carboncillo + arena (CA).

Lombricompost + suelo (LS).

Turba + arena (TA).

Cáscara de cardamomo + suelo (CS).

Pulpa de café + suelo (PS).

c. Repeticiones

Número de repeticiones = 4 repeticiones.

d. Unidades experimentales

Número de unidades experimentales = 900.

En el cuadro 3 se muestra la combinación de factores, escarificación y sustratos.

Cuadro 3. Combinación de factores.

Escarificación mecánica + carboncillo y arena = MCA.
Escarificación mecánica + lombricompost y suelo = MLS.
Escarificación mecánica + turba y arena = MTA
Escarificación mecánica + cáscara de cardamomo y suelo = MCS
Escarificación mecánica + pulpa de café y suelo = MPS
Escarificación por deshidratación + carboncillo y arena = DCA
Escarificación por deshidratación + lombricompost y suelo = DLS
Escarificación por deshidratación + turba y arena = DTA
Escarificación por deshidratación + cáscara de cardamomo y suelo = DCS
Escarificación por deshidratación + pulpa de café y suelo = DPS
Escarificación por humedad + carboncillo y arena = HCA
Escarificación por humedad + lombricompost y suelo = HLS
Escarificación por humedad + turba y arena = HTA
Escarificación por humedad + cáscara de cardamomo y suelo = HCS
Escarificación por humedad + pulpa de café y suelo = HPS

Fuente: elaboración propia, 2019.

En el cuadro 4 se presenta la combinación entre factor escarificación y factor sustrato.

Cuadro 4. Combinación de factores, método de escarificación y sustratos.

Método de Escarificación	Sustratos.				
	Carboncillo + arena CA	Turba arena TA	Lombricomost + Suelo LS	Pulpa de café + suelo PS	Cáscara de cardamomo + suelo CS
Método 1 (mec M)	T1 = MCA	T2 = MTA	T3 = MLS	T4 = MPS	T5 = MCS
Método 2 (desh D)	T6 = DCA	T7 = DTA	T8 = DLS	T9 = DPS	T10 = DCS
Método 3 (hum H)	T11 = HCA	T12 = HTA	T13 = HLS	T14 = HPS	T15 = HCS

Fuente: elaboración propia, 2019.

Referencias: Factor A = método de escarificación. ■ Factor B = sustrato. □

Factores en combinación. ■

e. Distribución del experimento para la evaluación de interacción entre los métodos de escarificación y sustratos

En la investigación realizada contaba con 15 unidades experimentales por repetición, 4 repeticiones y 15 tratamientos, la unidad experimental establecida fue la plántula en un tubete en interacción con diferentes sustratos.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 12. Unidades experimentales en campo.

f. Aleatorización de los tratamientos en campo

En la figura 13 se aprecia la aleatorización de los tratamientos.

T8R1	T5R4
T10R2	T1R3
T2R1	T3R2
T4R3	T11R4
T6R2	T6R3
T5R1	T8R4
T3R1	T11R3
T2R2	T13R4
T11R1	T4R4
T7R2	T8R3
T3R3	T11R2
T4R1	T14R4
T12R2	T2R3
T13R1	T6R4
T14R1	T5R2
T2R4	T10R3
T1R1	T15R4
T9R3	T14R2
T8R2	T13R3
T10R1	T12R4
T9R2	T15R3
T7R4	T15R1
T7R1	T3R4
T1R2	T7R3
T4R2	T12R1
T9R4	T12R3
T15R2	T10R4
T14R3	T9R1
T5R3	T6R1
T1R4	T13R2

Figura 13. Aleatorización de tratamientos.

Fuente: elaboración propia, 2019.

g. Croquis de experimento

En la figura 14 se aprecia, la distribución del experimento en campo.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 14. Croquis del experimento en área de estudio.

B. Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar bifactorial con arreglo en parcelas divididas debido a que se buscaba observar si existía interacción de factores, escarificación y sustratos o bien observar si estos actuaban de manera independiente en las variables de respuesta que eran altura, diámetro de tallo y peso de raíces. Para esta investigación se utilizó como parcela grande los métodos de escarificación y la parcela pequeña los sustratos, en la cual ocurrieron el mayor número de interacciones, se trabajó con 15 unidades experimentales por los 15 tratamientos.

C. Modelo estadístico

A continuación, se presenta el modelo matemático utilizado en la investigación.

$$Y_{ijk} = \mu + \omega_i + \beta_j + (\omega\beta)_{ij} + \xi_{ijk}.$$

Donde:

Y_{ijk} = La k-ésima observación del i-ésimo método de escarificación en combinación con algún sustrato.

μ = Estima a la media poblacional.

ω_i = Efecto del i-ésimo nivel del método de escarificación.

$A \beta_j$ = Efecto debido al j-ésimo nivel del sustrato utilizado.

$(\omega \beta)_{ij}$ = Efecto de interacción entre los métodos de escarificación y sustratos.

$B \xi_{ijk}$ = Efecto aleatorio de variación.

D. Metodología para la combinación de tratamientos que permita el mayor desarrollo de raíz, diámetro de tallo y altura de planta

Para el establecimiento del experimento fue necesario realizar una serie de procesos, los cuales se listan de una manera más detallada en los siguientes apartados, de igual manera se describen las actividades necesarias para poder llegar a la fase de análisis de resultados.

a. Selección de la semilla

Se procedió a pasar por un tamiz o zaranda en la cual se trabajaron con 2 diámetros de 21 mm y 19 mm (figura 15), esto para homogenizar el tamaño de semilla empleada.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 15. Proceso de selección de semilla de macadamia para elaboración de semilleros.

Luego de hacer la recolección de la semilla, se efectuó la prueba de flotación para eliminar las nueces vanas y asegurar mayor pureza. (figura 16)



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 16. Prueba de flotación en semilla de macadamia variedad 660.

E. Métodos de escarificación

a. Método 1 (mec M)

Se utilizó un método mecánico que consiste en realizar un daño de la testa para debilitarla, para ello fue necesario el uso de una lima (figura 17). El procedimiento consiste en realizar una media luna justo en el hilum, que es la zona en la cual la semilla naturalmente se parte y es en donde se encuentra el pedúnculo.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 17. Método de escarificación mecánica utilizado en semillas de macadamia variedad 660.

b. Método 2 (desh D)

Se sometió a prueba un método utilizado a pequeña escala dentro de la finca, el cual consiste en someter a 52 °C durante una hora la semilla (figura 18) en un deshidratador marca Nesco American Harvest Gardenmaster®, Foods Dehydrator, modelo FD-1010, el cual le causa un debilitamiento debido al aumento de temperatura, este debilitamiento se consigue ya que la nuez se encuentra saturada por haber permanecido 24 horas sumergida en agua, como se puede observar en la figura 16.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 18. Método de escarificación por deshidratado de semilla de macadamia por un periodo de tiempo de una hora.

c. Método de humedad (hum H)

Se sometió a prueba este método ya que es el que actualmente se emplea en la finca Monte De Oro, el cual consistió en sumergir la semilla en 200 l de agua durante tres días y luego exponer al sol durante dos días, esto para realizar un debilitamiento natural de la semilla y proceder a sembrarse.

El secado se realizó en planchas de metal para que la temperatura aumente gradualmente durante el día, esta práctica se realizó en época seca previendo que en época lluviosa exista demasiada precipitación, causando un problema en el secado total de la semilla (figura 19).



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 19. Planchas de secado de semillas.

F. Preparación de sustratos y unidades experimentales

En esta fase pertenece realizar las actividades relacionadas al factor de sustratos, el cual incluye la elaboración de la mesa para depositar los tubetes y la mezcla y llenado de tubetes de los diferentes sustratos.

a. Elaboración de mesa para tubetes

Se emplearon postes de madera, los cuales se les recubrió para evitar que se deteriorará por insectos y por las fuertes lluvias (figura 20), los postes funcionan como soporte y se colocó malla para depositar el tubete (figura 30A)



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 20. Elaboración de mesas para depositar tubetes de macadamia.

b. Mezcla de sustratos y llenado de tubetes

Se utilizaron dos personas para realizar esta actividad, y el proceso buscó homogenizar todas las mezclas de los diferentes sustratos y posterior a eso, realizar el llenado de todos los tubetes.

• Carboncillo y arena

Se procedió a realizar una mezcla homogénea (figuras 21 y 29A). Con una proporción de 60 % carboncillo y 40 % arena, posterior a esto se llenaron 180 tubetes.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 21. Homogenización del sustrato carboncillo y suelo.

• Turba y arena

Se procedió a realizar una mezcla homogénea con una proporción de 60 % de turba y 40 % arena, posterior a esto se llenaron 180 tubetes (figura 22).



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 22. Llenado de tubetes, con turba y arena, relación 60:40.

- **Lombricompost y suelo**

Se procedió a realizar una mezcla homogénea con una proporción de 60 % lombricompost y 40 % suelo, posterior a esto se llenaron 180 tubetes (figura 23).



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 23. Llenado de tubetes con sustrato de lombricompost y suelo, proporción 60:40.

- **Pulpa de café y suelo**

Se procedió a realizar una mezcla homogénea con una proporción de 60 % carboncillo y 40 % suelo, posterior a esto, se llenaron 180 tubetes (figura 24).



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 24. Tubete con sustrato de pulpa de café y suelo, proporción 60:40.

- **Cascarilla de cardamomo y suelo**

Se procedió a realizar una mezcla homogénea (figura 24). con una proporción de 60 % carboncillo y 40 % arena, posterior a esto se llenaron 180 tubetes.

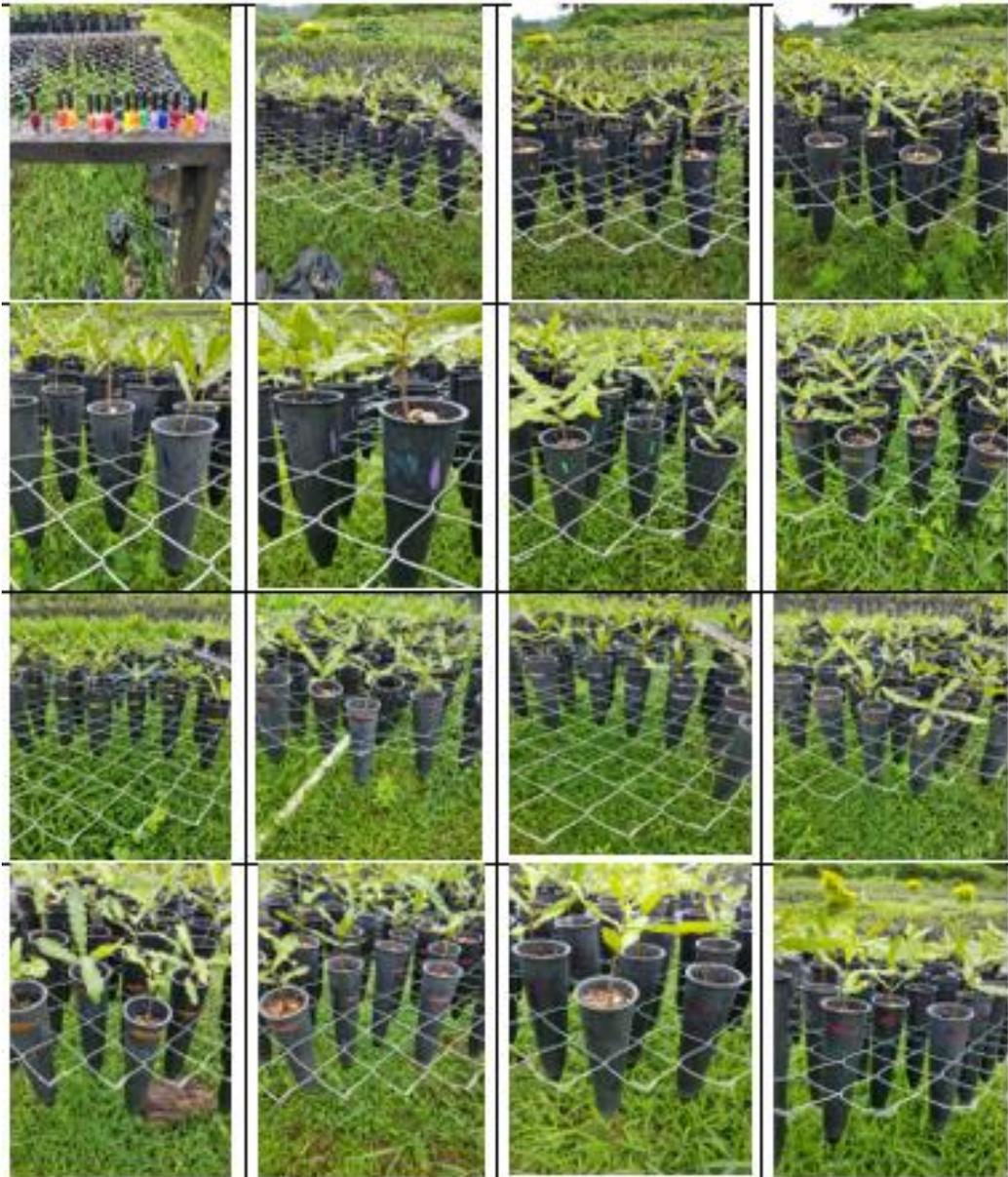


Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 25. Mezcla homogénea de sustrato de cascarilla de cardamomo y suelo, en proporción 60:40 para el llenado de tubetes.

G. Identificación de los tubetes

Se realizó una identificación para llevar un control adecuado de cada tratamiento y con ello facilitar la toma de datos, de las variables de respuesta. (figura 26).



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 26. Identificación de los tubetes.

H. Fases del experimento por método de escarificación

En el cuadro 5 se presenta la duración en días que son requeridos para el desarrollo de cada fase de la producción de un almacigo de macadamia por cada método de escarificación utilizado en esta investigación, los datos presentados fueron realizados bajo el supuesto de que se emplea a dos personas para la realización de cada fase.

Cuadro 5. Duración del experimento por método de escarificación.

Método de escarificación mec M												
Fase	Días											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Selección de Semilla	■	■										
Escarificación			■	■	■	■						
Preparación de mesas							■	■	■	■		
Mezcla de Sustrato											■	
Identificación de tratamiento												■
Método de escarificación desh D												
Fase	Días											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Selección de Semilla	■	■										
Escarificación			■									
Preparación de mesas				■	■	■	■					
Mezcla de Sustrato								■				
Identificación de tratamiento									■			
Método de escarificación hum H												
Fase	Días											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Selección de Semilla	■	■										
Escarificación			■									
Preparación de mesas				■	■	■	■					
Mezcla de Sustrato								■				
Identificación de tratamiento									■			

Fuente: elaboración propia, 2019

I. Medición de las variables

A los 204 días de establecida la investigación (figura 30A), se recolectaron los datos para medir la interacción de los sustratos con los métodos de escarificación con respecto a las variables de altura, diámetro de tallo y peso de raíces. Para el análisis se realizó un submuestreo de cinco de las quince plántulas por tratamiento, debido a que la variable peso de raíces pretendía la eliminación del objeto de interés, lo cual no era posible debido a que para la finca donde se realizó el estudio, era necesario contar con parte del universo del ensayo, a fin de continuar con su análisis en investigaciones futuras.

Se midieron las siguientes variables:

a. Altura

Para realizar la medición se utilizó un metro, en este proceso se tomaron los datos sobre las medidas de la planta desde la base hasta el ápice, los datos fueron expresados en centímetros. (figura 36A)

b. Diámetro de tallo

La medición se realizó con un vernier, cuyo propósito era determinar el crecimiento final del diámetro de la planta en la investigación, la unidad de medida con la cual se trabajó fue centímetros. (figura 35A)

c. Peso de raíces

Se analizó el peso fresco de raíces con una balanza analítica, los datos fueron representados en la unidad de medida de gramos. (figura 33A)

J. Análisis de la información

Todas las variables fueron analizadas estadísticamente, realizando análisis de varianza y comparación de medias de Tukey, utilizando el Software estadístico Infostat®.

2.6.2 Metodología para realizar análisis de costos para viabilidad de los tratamientos

Se tomó en cuenta todos los insumos necesarios para realizar cada actividad, de igual manera la cantidad de personas utilizadas por actividad, posterior a esto, el gasto de cada actividad y su evaluación económica.

2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.7.1 Interacción y combinación entre los métodos de escarificación de semillas y sustratos para el cultivo de macadamia para el desarrollo de raíz, diámetro y altura de tallo

La evaluación tuvo como finalidad observar que método de escarificación (daño mecánico (mec M), por deshidratación (desh D) y por humedad (hum H)) en combinación con algún sustrato (carboncillo y arena (CA), turba y arena (TA), lombricompost y suelo (LS), pulpa de café y suelo (PS), cascarilla de cardamomo y suelo (CS)) influía en la altura, el diámetro de tallo y peso de raíces.

Se realizó un análisis de varianza para observar la interacción entre los factores de la variable a evaluar, si alguna tuviera significancia se realizará un análisis post ANDEVA por variable. La base de datos analizada se muestra en el cuadro 13A en anexos.

A. Altura (ALT)

Para determinar el análisis de varianza de esta variable, se realizaron los supuestos de normalidad e igualdad de varianzas mostrados en los cuadros 14A, 15A, 16A y la figura 37A.

Cuadro 6. Análisis de la varianza para la variable altura.

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)							
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)	
ESC>REP	23.7	9	2.63	1.21	0.3216		NS
ESC	34.2	2	17.1	6.49	0.018	(ESC>REP)	NS
SUS	59.19	4	14.8	6.78	0.0004		S
ESC*SUS	28.65	8	3.58	1.64	0.1478		NS
Error	78.61	36	2.18				
Total	224.35	59					

Referencias: ESC= escarificación, SUS = sustratos, NS = no significativo, S = significativo.

En el cuadro 6 de análisis de la varianza (ANDEVA) se puede apreciar que únicamente la aplicación del sustrato presenta diferencia significativa en la variable altura, por lo cual el tipo de sustrato utilizado influye en el desarrollo de la altura de la planta. Asimismo, se determinó que no existe interacción de los factores para esta variable.

Derivado que la aplicación de un sustrato mostro significancia en los tratamientos, se realizó un análisis post ANDEVA (Test de Tukey, comparación de medias) para determinar cuál de estos era el que influía directamente en la altura.

Cuadro 7. Prueba de medias de Tukey factor sustrato para la variable altura.

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.73189			
Error: 2.1836 gl: 36			
SUS	Medias		
PS	16.23	A	
LS	14.32		B
TA	14.14		B
CS	13.53		B
CA	13.52		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)			

Referencias: gl = grados de libertad, SUS = sustratos, pulpa de café y suelo = PS, lombricompost y suelo = LS, turba y arena = TA, cáscara de cardamomo y suelo = CS, carboncillo y arena = CA.

En el cuadro 7 se aprecia que tras el análisis post ANDEVA realizado, se determinó que el sustrato “pulpa de café y suelo” es el único que influye significativamente sobre la altura en comparación con los otros sustratos evaluados, los cuales demostraron no ser significativos debido a que son estadísticamente iguales.

B. Diámetro de tallo (DMT)

En el cuadro 17A se observan los datos obtenidos tras realizar las pruebas estadísticas a los valores presentados por la variable “diámetro de tallo”, con los cuales es posible evaluar los supuestos de la igualdad de varianzas, sin embargo, debido a que los datos no presentan una distribución normal (figura 38A) se realizará una conversión de datos Box-Cox para determinar si su análisis de varianza presenta alguna significancia en la investigación.

Lambda= -1.103

Cuadro 8. Análisis de la varianza para la variable diámetro de tallo con transformación Box-Cox.

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
TRAT	0.01	14	8.90E-04	0.83	0.6379	NS
Error	0.05	45	1.10E-03			
Total	0.06	59				

Referencias: F.V. = fuente de variación, TRAT= tratamiento, SC = suma de cuadrados, gl = grados de libertad, CM = Cuadrado medio, NS = no significativo, S = significativo.

En el cuadro 8 se observan los resultados obtenidos en el análisis de varianza con la transformación de los datos Box-Cox, los cuales no presentaron valores significativos. Esto indica que el diámetro del tallo no se ve influido por el método de escarificación que se utilice y tampoco por el tipo de sustrato en el que se desarrolle. De igual manera se pudo observar que se corrigieron sesgos en la distribución de errores, tal como se visualiza en la figura 39A.

C. Peso de raíces (PDR)

Respecto a la variable “peso de raíces”, los datos siguen una distribución normal como se puede observar en la figura 40A. En los cuales no se presentan asimetrías, por lo tanto, se cumple el supuesto de Normalidad de datos. En el cuadro 23A y 24A se observan los supuestos para realizar el análisis de varianza para esta variable.

Cuadro 9. Análisis de la varianza para la variable peso de raíces.

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)							
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)	
ESC>REP	1005.16	9	111.68	1.08	0.4011		NS
ESC	473.05	2	236.53	2.12	0.1763	(ESC>REP)	NS
SUS	637.98	4	159.5	1.54	0.211		NS
ESC*SUS	640.71	8	80.09	0.77	0.6277		NS
Error	3724.56	36	103.46				
Total	6481.46	59					

Referencias: F.V. = fuente de variación, ESC = escarificación, SUS = sustratos, SC = suma de cuadrados, gl = grados de libertad, CM = Cuadrado medio, NS = no significativo, S = significativo.

En el cuadro 9 se observa el análisis de la varianza para la variable “peso de raíces” la cual no presentó ninguna significancia, por lo que es posible determinar que el peso de raíces no se ve influenciado por el método de escarificación y el sustrato que se utilice. Se evidenció a su vez que en algunos tratamientos (figura 31A y 32A) no existió un desarrollo uniforme en las raíces. Por el contrario, la figura 34A muestra un desarrollo homogéneo en su sistema radicular.

2.7.2 Costos de los tratamientos

A continuación, se detallan los costos de los insumos utilizados para las distintas pruebas de escarificación y aplicación de sustratos sobre la planta de macadamia, para realizar los tratamientos de la investigación.

Cuadro 10. Lista y precio de insumos requeridos para realizar el experimento.

Descripción	Costo del insumo Utilizado (Q.)	Cantidad de insumo utilizado	Costo total (Q.)
Limas	10.00	4	40.00
Tubeles	5.00	900	4,500.00
Saco de turba	315.00	1	315.00
Saco de pulpa de café	* 20.00	4	100.00
Saco de cascarilla de cardamomo	* 1.00	4	4.00
Carboncillo	* 10.00	4	40.00
Saco de lombricompost	6.00	4	24.00

Referencias: * (Valor promedio de mercado, debido a que en la investigación técnica no representó un costo)

En el cuadro 10 se observan la estimación de costos totales de los insumos empleados en los experimentos realizados, es importante mencionar que para la elaboración de la investigación se buscaron sustratos que fueran rentables para la finca y que estos tuvieran una alta disponibilidad, ya sea porque la finca los produce, o bien, que los mismos se encuentren en mercados cercanos. A manera de ejemplo se asignaron valores promedios a algunos productos para que se logre estimar la inversión, si se deseará replicar los resultados obtenidos en esta investigación.

Seguidamente se detallan los gastos en mano de obra para el establecimiento de la investigación de igual manera se evidencia la duración que tuvieron ciertas actividades, así como el personal que requirió para que se pudieran llevar a cabo estas acciones, el pago promedio de un jornal es de Q. 50 por día.

Cuadro 11. Jornales utilizados por actividades.

	Número de personas empleadas	Duración en días	Costo de jornal (Q.)
Escarificación mecánica	4	2	400.00
Escarificación por deshidratado	1	1	50.00
Escarificación húmeda	1	1	50.00
Mesa para tubetes	2	4	200.00
Siembra de semilla	1	3	150.00
Mezcla de sustratos y llenado de tubetes	2	1	100.00

El cuadro 11 evidencia que la escarificación mecánica necesita mucha más mano de obra para realizar esa actividad y mucho más tiempo en comparación con los otros métodos, de igual manera la mesa para depositar los tubetes demandando un tiempo considerable debido a las múltiples actividades para finalizar este proceso.

A manera de síntesis de lo presentado en este capítulo, se presenta el cuadro 12 en el cual se pueden observar los resultados obtenidos de la evaluación técnica y financiera de las distintas combinaciones experimentales.

Cuadro 12. Resultados y costos por cada tratamiento en quetzales

Tratamiento	Selección de Semilla			Escarificación			Preparación de sustratos			Identificación de Tubetes			Total	
	MO	Días	Costo	MO	Días	Costo	MO	Días	Costo	MO	Días	Costo	Días	Costo T.
MCA	1	3	Q150.00	4	2	Q400.00	2	5	Q500.00	2	1	Q100.00	11	Q1,150.00
MLS	1	3	Q150.00	4	2	Q400.00	2	5	Q500.00	2	1	Q100.00	11	Q1,150.00
MTA	1	3	Q150.00	4	2	Q400.00	2	5	Q500.00	2	1	Q100.00	11	Q1,150.00
MCS	1	3	Q150.00	4	2	Q400.00	2	5	Q500.00	2	1	Q100.00	11	Q1,150.00
MPS	1	3	Q150.00	4	2	Q400.00	2	5	Q500.00	2	1	Q100.00	11	Q1,150.00
DCA	1	3	Q150.00	2	1	Q100.00	2	5	Q500.00	2	1	Q100.00	10	Q 850.00
DLS	1	3	Q150.00	2	1	Q100.00	2	5	Q500.00	2	1	Q100.00	10	Q 850.00
DTA	1	3	Q150.00	2	1	Q100.00	2	5	Q500.00	2	1	Q100.00	10	Q 850.00
DCS	1	3	Q150.00	2	1	Q100.00	2	5	Q500.00	2	1	Q100.00	10	Q 850.00
DPS	1	3	Q150.00	2	1	Q100.00	2	5	Q500.00	2	1	Q100.00	10	Q 850.00
HCA	1	3	Q150.00	2	1	Q100.00	2	5	Q500.00	2	1	Q100.00	10	Q 850.00
HLS	1	3	Q150.00	2	1	Q100.00	2	5	Q500.00	2	1	Q100.00	10	Q 850.00
HTA	1	3	Q150.00	2	1	Q100.00	2	5	Q500.00	2	1	Q100.00	10	Q 850.00
HCS	1	3	Q150.00	2	1	Q100.00	2	5	Q500.00	2	1	Q100.00	10	Q 850.00
HPS	1	3	Q150.00	2	1	Q100.00	2	5	Q500.00	2	1	Q100.00	10	Q 850.00

Precio del día Q 50.00

Fuente: elaboración propia, 2020.

Referencia: Significancia variable altura, Significancia variable peso de raíces, Significancia diámetro de tallo, No hay significancia

Como se observa en el cuadro 12, los distintos tratamientos aplicados tienen un efecto positivo significativo únicamente sobre la variable altura, la cual si se ve influenciada por el tipo de sustrato que aplicado para fines de la presente investigación. Asimismo, tal como se visualizó en el cuadro 6, es el sustrato compuesto de pulpa de café y suelo el que causa dicha significancia en la variable mencionada. El sustrato actúa como un factor independiente en combinación con el factor método de escarificación.

Respecto a lo que refiere al método de escarificación que se emplea, los análisis realizados demostraron que el mismo no es significativo para las variables evaluadas, por lo cual, se concluye que el método de escarificación que se utilice experimentalmente es indistinto cual sea el método que se aplique. Sin embargo, en contraste a la evaluación técnica realizada, los resultados financieros que se determinaron por medio del análisis de costos, si determinan que el método de escarificación mecánica no debe ser la principal opción debido a que este implica un mayor costo total, lo cual influye de forma negativa en las expectativas económicas que tenga el inversor de la plantación de macadamia.

2.8 CONCLUSIONES

1. Se determinó mediante un análisis de varianza, que no existe interacción entre los factores métodos de escarificación y sustratos, para la fase de almácigo del cultivo de macadamia. Estos factores actúan de manera independiente en el desarrollo de la planta.
2. Se aprueba la hipótesis de trabajo ya que se identificó que el mejor sustrato para el desarrollo de la altura es pulpa de café y suelo, con una media de 16.23 cm a los 204 días de establecida la investigación, las variables diámetro de tallo y peso de raíz no se ven influidas por el tipo de sustrato y método de escarificación que se utilice.
3. El análisis de costos evidencio que la escarificación recomendada es el método por deshidratación y el método húmedo, ya que estos necesitan de menos insumos y mano de obra para su ejecución, el sustrato más rentable para la finca, es el de lombricompost con suelo, ya que es una materia prima que la misma finca puede producir y proveer sin que represente un costo extra, sin embargo, tras el análisis técnico de estos, no producen efecto alguno en las variables investigadas.

2.9 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda seguir evaluando los sustratos que no fueron significantes en esta investigación cambiando las proporciones o bien evaluando nuevos sustratos, ya que al compartir características con el sustrato significativo pueda ser que cambiando la proporción utilizada en este experimento presente otros resultados.
2. Se recomienda continuar la evaluación de la escarificación por deshidratador ya que es un método sencillo de realizar y que no representa un gasto considerado, se podrían evaluar a diferentes intervalos de tiempo en conjunto con diferentes temperaturas.
3. Se debe evaluar el uso de tubete en la producción de portainjertos de macadamia, ya que facilita el traslado de plantas (figura 27A, apartado de anexos) y aumenta el rendimiento de trabajo. Si se deseará buscar alguna certificación el uso de este podría beneficiar, ya que no deja residuos de plástico en comparación con la bolsa de polietileno (figura 24A), de igual manera es recomendado someter a evaluación diferentes capacidades de tubetes para determinar cuál es el adecuado para este cultivo.
4. Subsecuente a esta investigación, se recomienda evaluar un plan de fertilización combinado con el sustrato pulpa de café y suelo.

2.10 BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Nacional del Café, Guatemala (Anacafé). (2004). *Cultivo de macadamia*. Guatemala. Consultado 17 de Septiembre de 2018. *Disponible en* https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Cultivo_de_nuez_macadamia
2. Cabrera, C. (2010). *Efecto de la aplicación de cinco dosis de un compuesto hidrosoluble de aplicación foliar, a base de calcio y boro, sobre el aborto de frutos de macadamia, (Macadamia integrifolia), Proteaceae en el Palmar, Quetzaltenango*. (Tesis Ing. Agr., Univerisdad Rafael Landivar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas: Guatemala). Recuperado de <http://bibliod.url.edu.gt/Tesis/06/17/Cabrera-Carlos/Cabrera-Carlos.pdf>
3. Chum Gramajo, B. G. (2011). *Efecto de la injertación a diferente altura del porta injerto sobre el prendimiento y brotación en macadamia (Macadamia integrifolia), en finca Santa Emilia, Pochuta, Chimaltenango*. (Tesis Ing. Agr., Universidad Rafael Landivar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas: Guatemala). Recuperado de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesis/2011/06/17/Chum-Bayron.pdf>
4. Coronado Argueta, H. F. 2000. *Evaluación del sistema de propagación de tubetes, en café (Coffea arabica L.), con dos sistemas comerciales, en Escuintla*. (Tesis Ing. Agr., Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas: Guatemala). 65 p.
5. De León Mérida, J. L. (2011). *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.* (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala). Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/6822/1/Tesis%20Jose%20Luis.pdf>
6. González, J. M. (1993). Documento tecnología de semillas. Guatemala: Universidad Rafael Landivar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. XX p.
7. Granados Gonzáles, D. (2008). Efectividad del cepillo y del injerto de parche en la propagación de planta de macadamia (*Macadamia integrifolia*; Proteaceae) a nivel de vivero en la finca Santa Emilia, en el municipio de San Miguel Pochuta,

- Chimaltenango, Guatemala. (Tesis Ing. Agr., Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas: Guatemala). 72 p. Recuperado de <http://bibliod.url.edu.gt/Tesis/06/04/Granados-Gonzalez-Edgar/Granados-Gonzalez-Edgar.pdf>
8. Gutiérrez, M. (1995). *Cultivo de la nuez de macadamia*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura. 70 p.
 9. Herrera Calel, L. (2012). *Efecto de tres tipos de podas sobre el número de frutos por inflorescencia en el cultivo de macadamia (Macadamia integrifolia, Proteaceae), San Miguel Pochuta, Chimaltenango*. (Tesis Ing. Agr., Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas: Guatemala). 63 p. Recuperado de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/06/17/Herrera-Lisandro.pdf>
 10. Ixcoy, N. (2011). Efecto de la aplicación de extractos de algas marinas (alga – anzims) y materia orgánica sobre el desarrollo del porta injerto de nuez de macadamia (*Macadamia integrifolia*); proteaceae, en el Palmar Quetzaltenango. (Tesis Ing. Agr., Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas: Guatemala). 104 p. Recuperado de <http://bibliod.url.edu.gt/Tesis/06/14/Ixcoy-Narciso/Ixcoy-Narciso.pdf>
 11. Jaramillo N., J., Rodríguez, V. P., Guzmán A., M., Zapata, M., & Rengifo M., T. (2007). Manejo del cultivo. *In Producción de tomate bajo condiciones protegidas; Manual técnico*. Antioquía, Colombia: CORPOICA / MANA / Gobernación de Antioquia / FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/010/a1374s/a1374s03.pdf>
 12. Karshakasree, C. (2010). *Experiencias en la producción de plantas de hule (Hevea brasiliensis) en entrenadores de raíz*. Kerala, India: Instituto de Investigación del Caucho de la India. 23 p.
 13. Lara Porras, A. M. (2000). *Diseño estadístico de experimentos, análisis de la varianza y temas relacionados: Tratamiento Informático mediante SPSS*. Granada, España: Proyecto Sur.

14. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Sistemas de Información Geográfica, Guatemala (MAGA). (2002). *Mapas de aptitud del cultivo de macadamia* (en línea). Guatemala: MAGA. Recuperado de https://mapas.owje.com/14485_oereas-aptas-para-el-cultivo-de-macadamia-en-guatemala.html
15. Morán, G. (2008). *Evaluación de tres concentraciones de Trichodermaharzianum (fungi: moniliales) para el control de botritis (Botrytis cinérea; Fungi: Helotiales) en el cultivo de macadamia (Macadamia integrifolia), proteácea en el municipio de Santiago Atitlán, Sololá.* (Tesis Ing. Agr., Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas: Guatemala). 70 p. Recuperado de www.bibliod.url.edu.gt/Tesis/06/04/Moran-Martinez-Gilmar-Oswaldo/Moran-Martinez-Gilmar-Oswaldo.pdf
16. Navas, S. (2019). *Evaluación de atrayentes y comparación de métodos de control de barrenador de la nuez de macadamia (Ecdytholopha torticornis) Meyrick. Diagnóstico y servicios realizados en la finca Buena Vista, San Pablo, San Marcos, Guatemala, C.A.* (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala). 159 p. Recuperado de <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03623.pdf>
17. Padilla, M. (1995). Tratamientos pregerminativos para semillas forestales (p. 1-6). *In Curso Nacional de Recolección y procesamiento de Semillas Forestales* (1., 1995, Guatemala). Memoria. Guatemala: CATIE.
18. Palma Mena, L. R. (2015). *Evaluación de fertilizantes de liberación controlada y convencionales en el cultivo de macadamia (Macadamia integrifolia) En la etapa de almácigo.* (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala). 177 p. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2357/1/PALMA%20MENA%20LEONEL%20RODRIGO.pdf>
19. Pérez, J. (2008). *Evaluación de doce métodos de escarificación de semillas de chonte (Zanthoxylum aguilarii) y canoj (Ocotea guatemalensis) en el Asintal, Retahuleu.* (Tesis Ing. Agr., Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales

- y Agrícolas: Guatemala). 126 p. Recuperado de <http://bibliod.url.edu.gt/Tesis/06/04/Perez-Armas-Jose/Perez-Armas-Jose.pdf>
20. Rodríguez, L. (2000). Tratamientos pregerminativos para algunas especies forestales nativas de la Región Huerta Norte de Costa Rica (p. 1-6). In Simposio avances en la producción de semillas forestales en América Latina. (2000, Managua, Nicaragua). Memoria. Ed. Rodolfo Salazar. Managua, Nicaragua: IICA,
21. Biblioteca Orton / CATIE. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0018s/A0018S29.pdf>
22. Salazar Rodríguez, L. (2006). *Propuesta para el diseño de un modelo lineal de producción de derivados de la nuez de macadamia, de la finca Valhalla Experimental Station, en el municipio San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez*. (Tesis Ing. Quim., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería: Guatemala). 100 p. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1670_IN.pdf
23. Soberanis Figueroa, J. M. (2018). *Utilización de dos sustratos de materia orgánica en la producción de almácigo de café, finca Medio Día, El Tumbador San Marcos*. (Tesis Ing. Agr., Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas: Guatemala). 55 p. Recuperado de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2018/06/14/Soberanis-Juan.pdf>
24. Sol Quintas, G. (2011). *Manual técnico para productores de nuez de macadamia; guía de siembra, manejo y procesamiento*. (264 p.) México: Asociación Mexicana de Productores, Procesadores y Exportadores de Nuez de Macadamia. 264 p. Recuperado de <http://macadamiamexico.com/wp-content/uploads/2016/06/Manualmacadamia.pdf>
25. Tut Si, M. O. (2014). *Evaluación de cinco sustratos para la producción en vivero de palo blanco (Tabebuia donnell-smithii Rose); Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz*. (Tesis Ing. Agr., Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas: Guatemala). 81 p. Recuperado de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/22/Tut-Maynor.pdf>



Rolando Barrios

2.11 ANEXOS



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 27A. Traslado de plantas en tubete.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 28A. Restos de bolsa de polietileno en área de almacigo finca Monte De Oro.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 29A. Elaboración de sustratos y llenado de tubetes.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 30A. Experimento en campo.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 31A. Sistemas radiculares, toma de peso de raíces.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 32A. Sistemas radiculares peso de raíces.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 33A. Peso de raíces.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 34A. Sistema radicular planta de macadamia.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 35A. Medición diámetro de tallo.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 36A. Medición de la variable altura.

Cuadro 13A. Base de datos para el análisis de resultados.

TRAT	REP	SUS	ALT	DMT	PDR	DMTRANS
LS	R1	LS	13.02	0.48	3.367	0.746
LS	R2	LS	13.04	0.29	3.638	0.626
LS	R3	LS	14.18	0.33	3.332	0.664
LS	R4	LS	14.22	0.31	4.078	0.646
LS	R5	LS	13.86	0.34	3.951	0.672
LS	R6	LS	12.33	0.24	3.714	0.561
LS	R7	LS	13.78	0.31	3.135	0.646
LS	R8	LS	13.18	0.26	3.584	0.591
LS	R9	LS	15.96	0.27	3.296	0.604
LS	R10	LS	14.54	0.29	3.912	0.626
LS	R11	LS	16.32	0.33	3.689	0.664
LS	R12	LS	17.38	0.38	3.219	0.699
CA	R1	CA	13.22	0.28	3.584	0.615
CA	R2	CA	15.18	0.29	3.332	0.626
CA	R3	CA	16.08	0.62	3.526	0.785
CA	R4	CA	12.06	0.28	3.367	0.615
CA	R5	CA	13.78	0.25	2.890	0.577
CA	R6	CA	13.38	0.28	3.178	0.615
CA	R7	CA	14.50	0.37	2.944	0.693
CA	R8	CA	11.00	0.23	3.219	0.545
CA	R9	CA	9.98	0.19	3.135	0.460
CA	R10	CA	14.86	0.33	3.258	0.664
CA	R11	CA	13.94	0.33	2.398	0.664
CA	R12	CA	14.22	0.31	2.773	0.646
TA	R1	TA	13.82	0.28	3.367	0.615
TA	R2	TA	13.84	0.32	2.944	0.655
TA	R3	TA	12.54	0.21	2.996	0.507

Continuación cuadro 13A.

TRAT	REP	SUS	ALT	DMT	PDR	DMTRANS
TA	R4	TA	13.54	0.44	2.944	0.730
TA	R5	TA	13.09	0.27	3.714	0.604
TA	R6	TA	13.48	0.27	3.135	0.604
TA	R7	TA	17.54	0.38	3.258	0.699
TA	R8	TA	14.30	0.28	2.996	0.615
TA	R9	TA	12.46	0.28	3.091	0.615
TA	R10	TA	14.30	0.31	3.689	0.646
TA	R11	TA	17.04	0.34	3.401	0.672
TA	R12	TA	13.76	0.28	2.833	0.615
PS	R1	PS	16.40	0.42	3.434	0.720
PS	R2	PS	18.60	0.69	2.944	0.799
PS	R3	PS	17.14	0.31	2.996	0.646
PS	R4	PS	12.14	0.32	2.303	0.655
PS	R5	PS	14.48	0.32	2.565	0.655
PS	R6	PS	14.30	0.37	2.079	0.693
PS	R7	PS	14.38	0.32	2.262	0.655
PS	R8	PS	16.86	0.60	2.708	0.781
PS	R9	PS	17.22	0.34	3.258	0.672
PS	R10	PS	18.44	0.34	3.045	0.672
PS	R11	PS	17.16	0.27	2.639	0.604
PS	R12	PS	17.62	0.36	3.219	0.686
CS	R1	CS	14.27	0.33	3.555	0.664
CS	R2	CS	13.94	0.28	3.219	0.615
CS	R3	CS	14.66	0.27	2.398	0.604
CS	R4	CS	15.74	0.33	3.045	0.664
CS	R5	CS	10.56	0.26	2.944	0.591

Continuación cuadro 13A.

TRAT	REP	SUS	ALT	DMT	PDR	DMTRANS
CS	R6	CS	13.44	0.55	2.639	0.768
CS	R7	CS	11.06	0.20	3.045	0.485
CS	R8	CS	10.84	0.28	3.219	0.615
CS	R9	CS	14.78	0.29	2.773	0.626
CS	R10	CS	15.74	0.30	3.497	0.637
CS	R11	CS	14.12	0.22	3.091	0.527
CS	R12	CS	13.26	0.24	3.332	0.561

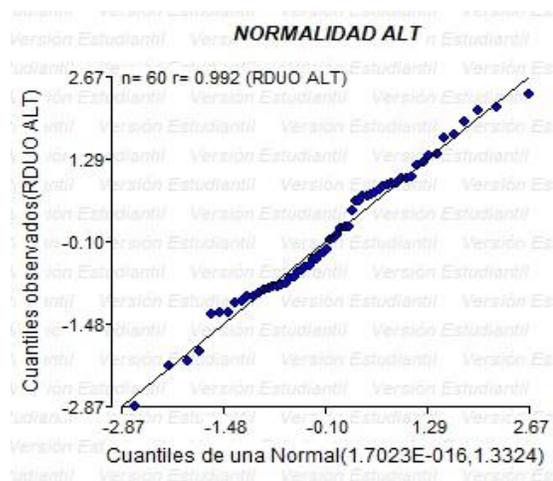
Fuente: elaboración propia, 2019.

2.11.1 Normalidad variable altura

Cuadro 14A. Normalidad de los datos para la variable altura.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO ALT	60	0	1.15	0.97	0.4769

2.11.2 Gráfico de normalidad variable altura



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 37A. Gráfico de Normalidad para la variable altura.

2.11.3 Prueba de Levene variable altura

Cuadro 15A. Prueba de Levene para la variable altura.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.42	14	0.32	0.75	0.7108
TRAT	4.42	14	0.32	0.75	0.7108
Error	18.89	45	0.42		
Total	23.28	59			

Fuente: elaboración propia, 2019.

Cuadro 16A. Análisis de la varianza para la variable Altura.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALT	60	0.65	0.43	10.3

Fuente: elaboración propia, 2019.

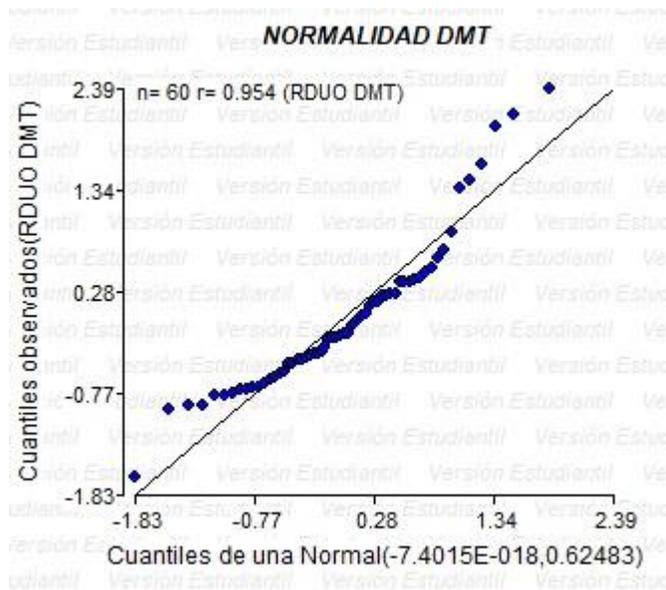
2.11.4 Normalidad variable diámetro de tallo

Cuadro 17A. Normalidad de los datos para la variable diámetro de tallo.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO DMT	60	0	0.79	0.91	0.001

Fuente: elaboración propia, 2019.

2.11.5 Gráfico de normalidad variable diámetro de tallo



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 38A. Gráfico de Normalidad de datos para la variable diámetro de tallo.

2.11.6 Prueba de Levene diámetro

Cuadro 18A. Prueba de LEVENE para la variable diámetro de tallo.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.64	14	0.4	1.78	0.0718
TRAT	5.64	14	0.4	1.78	0.0718
Error	10.16	45	0.23		
Total	15.8	59			

Fuente: elaboración propia, 2019.

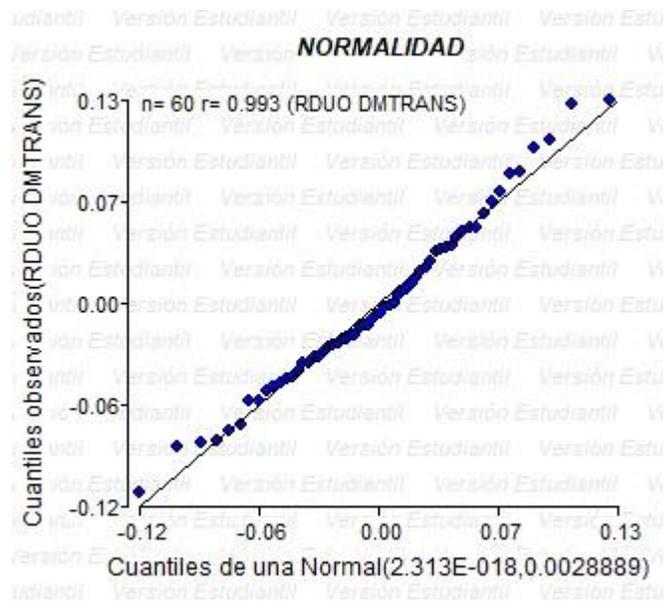
2.11.7 Normalidad variable diámetro de tallo transformado

Cuadro 19A. Normalidad de los datos para la variable diámetro de tallo transformado.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO DMTRANS	60	0	0.05	0.97	0.5409

Fuente: elaboración propia, 2019.

2.11.8 Gráfico de normalidad variable diámetro de tallo transformado



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 39A. Gráfico de Normalidad para la variable diámetro de tallo con transformación BOX COX.

2.11.9 Prueba de Levene diámetro transformado

Cuadro 20A. Prueba de LEVENE para la variable diámetro de tallo con transformación BOX COX.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	14	8.90E-04	0.83	0.6379
TRAT	0.01	14	8.90E-04	0.83	0.6379
Error	0.05	45	1.10E-03		
Total	0.06	59			

Fuente: elaboración propia, 2019.

Cuadro 21A. Análisis de la varianza para la variable diámetro de tallo con transformación BOX COX.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS DMTRANS	60	0.2	0	76.93

Fuente: elaboración propia, 2019.

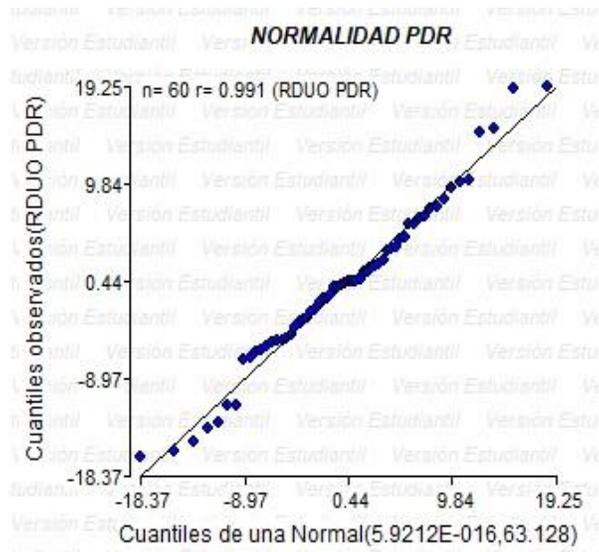
2.11.10 Normalidad variable peso de raíces

Cuadro 22A. Normalidad de los datos para la variable peso de raíces.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO PDR	60	0	7.95	0.96	0.3782

Fuente: elaboración propia, 2019.

2.11.11 Gráfico de normalidad variable peso de raíces



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 40A. Gráfico de Normalidad de los datos para la variable peso de raíces.

2.11.12 Prueba de Levene peso de raíces

Cuadro 23A. Prueba de LEVENE para la variable peso de raíces.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	408.92	14	29.21	1.13	0.362
TRAT	408.92	14	29.21	1.13	0.362
Error	1165.95	45	25.91		
Total	1574.86	59			

Fuente: elaboración propia, 2019.

Cuadro 24A. Análisis de la varianza para la variable peso de raíces.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PDR	60	0.43	0.06	39.95

Fuente: elaboración propia, 2019.



CAPÍTULO III: SERVICIOS PROFESIONALES REALIZADOS EN FINCA MONTE DE ORO, MUNICIPIO DE SANTIAGO ATILÁN, DEPARTAMENTO DE SOLOLA, GUATEMALA, CA.

PRESENTACIÓN

El siguiente informe aborda los servicios brindados dentro de la finca Monte De Oro, en el municipio de Santiago Atitlán perteneciente al departamento de Sololá, en el periodo de agosto de 2018 a mayo de 2019.

Durante esta etapa de servicios, se pretendió realizar actividades, con los conocimientos adquiridos en la formación de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola y brindar apoyo a la institución donde realizó el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

El primer servicio consistió en la capacitación de los pobladores de la finca Monte De Oro acerca del manejo de residuos, reciclaje y reutilización, debido a que la actual administración mantiene un compromiso con el medio ambiente, esta charla viene a complementar una serie de medidas previamente aplicadas dentro de la finca.

El segundo servicio fue la evaluación de la proporción de sustrato, arena en combinación con turba, para definir cuál es el adecuado para este cultivo dentro de la finca.

El tercer servicio consistió en el manejo del almacigo de macadamia, durante el periodo de agosto 2018 a mayo 2019, en el cual se pretendió cumplir las actividades propuestas para este cultivo en su etapa de semillero, así como el aporte de generar nuevos conocimientos para optimizar recursos y facilitar procesos dentro de esta etapa.

3.1 Servicio 1: Capacitación sobre residuos, reciclaje y reutilización a las familias que viven de manera indefinida en la finca Monte De Oro

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Capacitar a las familias que viven de manera indefinida en la finca Monte De Oro.

1.2 Objetivos específicos

- Brindar información sobre la importancia de manejar los residuos adecuadamente.
- Conocer el proceso de reciclaje.
- Incorporar la reutilización de elementos dentro de la finca.

2. METODOLOGÍA

- Se trabajó en conjunto con la maestra de la escuela de la finca, para convocar a una reunión con todas las personas encargadas de los niños que actualmente están cursando el año escolar en la escuela de la finca, debido a que son las familias que se han asentado en la finca de manera indefinida y por un tiempo considerable.
- La administración de la finca proporciono los materiales para poder trasladar el mensaje, se realizó la presentación y contaba con bastantes imágenes, para asegurar que los participantes lograrán comprender el mensaje

- Se explicó el manejo de residuos, desde el punto de vista de los hogares de los participantes, también se abordó el reciclaje y la manera adecuada de realizarlo y por último se les proporciono optar por la reutilización de ciertos productos para contrarrestar la contaminación dentro de la finca.

3. RESULTADOS

3.1 Información acerca del manejo de residuos, reciclaje y reutilización

Se logró aportar los conocimientos de manejo de residuos, reciclaje y reutilización, esta actividad estaba contemplada, debido a que son temas actuales dentro de la finca Monte De Oro, antes de esta actividad, la administración de la finca implemento medidas como lo es la colocación de depósitos dentro de las instalaciones para los desechos producidos y en los lugares que consideraron los puntos más frecuentados dentro de la finca, además de permitir el consumo de cierto tipo de productos únicamente, por ejemplo bebidas en envase de vidrio o lata, dejando por un lado las bebidas envasadas en plástico, esto para evitar la contaminación que produce el plástico actualmente. La anterior actividad de charla de manejo de residuos, reciclaje y reutilización viene a completar una serie de medidas ya cubiertas por la administración de la finca Monte De Oro y rectifica el compromiso de esta empresa con la lucha de mantener sus instalaciones limpias y libre de contaminación.

En las siguientes figuras (41, 42 y 43) se muestra el cumplimiento de los objetivos de esta actividad.



Figura 41. Platica de manejo de residuos, reciclaje y reutilización.



Figura 42. Platica de manejo de residuos, reciclaje y reutilización.



Figura 43. Platica de manejo de residuos, reciclaje y reutilización.

4. CONCLUSIONES

Si se cumplieron los objetivos de la charla, los cuales era de informar a los pobladores de la finca Monte de Oro acerca del manejo de residuos, reciclaje y reutilización, con este conocimiento generado, se espera que los pobladores cuenten con los criterios necesarios al momento del manejo de sus desechos, así como los puntos para depositar los mismos dentro de la finca.

3.2 Servicio 2: Determinación de la proporción de sustrato entre turba y arena en el cultivo de macadamia en la finca Monte De Oro.

1. OBJETIVO

1.1 Objetivo general

- Determinar la proporción de sustrato entre turba y arena en el cultivo de macadamia.

1.2 Objetivos específicos

- Someter a evaluación cuatro proporciones diferentes de sustrato entre turba y arena en el cultivo de macadamia.
- Seleccionar el mejor sustrato.

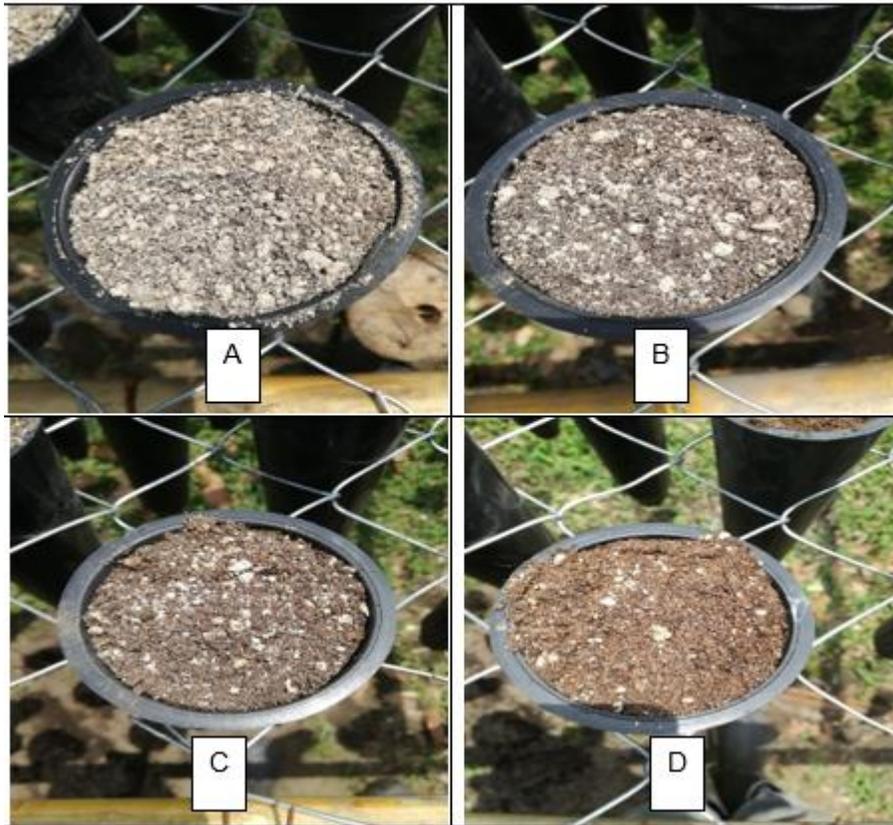
2. METODOLOGÍA

- Se procedió a realizar la mezcla de las cuatro proporciones de sustrato entre turba y arena, se llenaron 100 tubetes por cada combinación, el total de la población fueron 400 tubetes y se realizó siembra directa.

Las proporciones fueron las siguientes:

- 20 % arena en combinación con 80 % turba.
- 40 % arena en combinación con 60 % turba.
- 60 % arena en combinación con 40 % turba.
- 80 % arena en combinación con 20 % turba.

En la siguiente figura (figura 44) se muestra las combinaciones de sustratos en tubetes.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 44. Mezcla de diferentes proporciones de sustratos en cultivo de macadamia

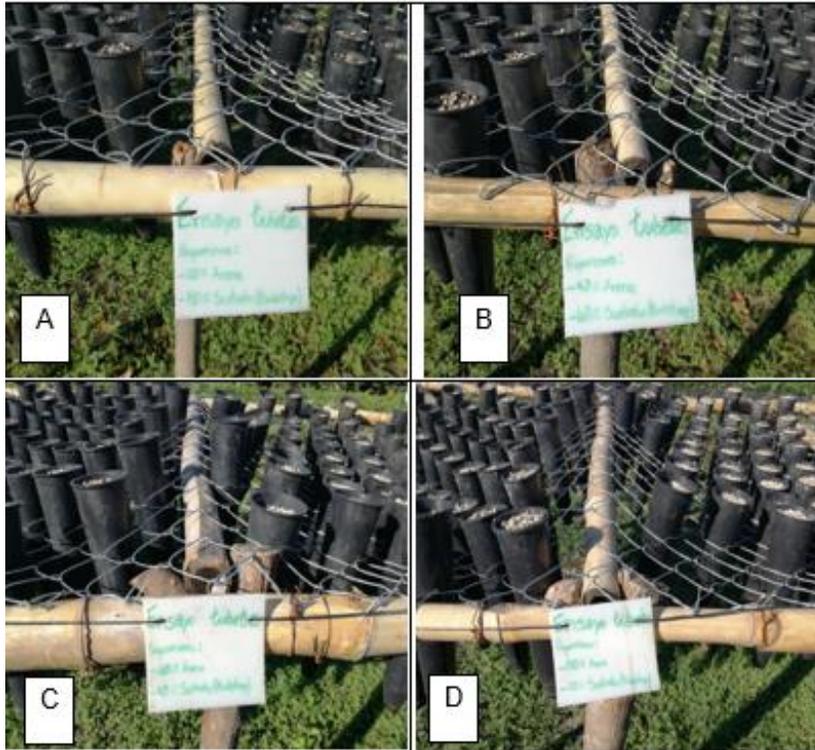
Referencias: A = 80 % arena, 20 % turba, B = 60 % arena, 40 % turba, C = 40 % arena, 60 % turba, D = 20 % arena, 80 % turba.

3. RESULTADOS

3.1 Determinación de la proporción de sustrato entre turba y arena en el cultivo de macadamia

En la figura 45 y 46 se muestra el experimento establecido en campo, debidamente identificados.

El experimento se realizó en el mes de agosto de 2018 y en el mes de septiembre de 2018 se obtuvieron los primeros resultados, (figura 47), se midieron los resultados por semillas germinadas, de cada 100 tubetes cuantas semillas germinaron por proporción de sustratos.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 45. Ensayo establecido en campo

Referencias: A = 80 % arena, 20 % turba, B = 60 % arena, 40 % turba, C = 40 % arena, 60 % turba, D = 20 % arena, 80 % turba.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 46. Ensayo establecido en campo



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 47. Resultados al mes de establecido el ensayo.

3.2 Evaluación de las cuatro proporciones de sustrato entre turba y arena

Los resultados de las cuatro proporciones se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 25. Porcentaje de germinación por mezclas de sustratos.

Sustrato	% de germinación
A	84 %
B	89%
C	91 %
D	79 %

Fuente: elaboración propia, 2020.

Referencias: A = 80 % arena, 20 % turba, B = 60 % arena, 40 % turba, C = 40 % arena, 60 % turba, D = 20 % arena, 80 % turba.

3.3 Selección del mejor sustrato entre turba y arena

Como se presentó en el cuadro 25, la proporción de mezcla de sustratos que evidenció mejores resultados fue el B, que constaba en 60 % arena y 40 % de turba, al igual que el C, que consiste en 40 % de arena y 60 % turba, estos sustratos se encuentran equilibrados a diferencia del sustrato D que es 20 % arena y 80 % turba y A que es 80 % arena y 20 %

turba, en el caso de la mezcla de sustrato D, por su alto contenido de turba retiene demasiada humedad y esto ocasiona que la semilla no cuente con la capacidad de germinar adecuadamente, debido a que encuentra ahogada y le impide este proceso. Este ensayo es muy importante debido a que es el punto de partida para someter esta combinación de sustrato con otras proporciones de diferentes materiales.

4. CONCLUSIONES

1. Se cumplieron los objetivos ya que se realizó la evaluación de cuatro diferentes proporciones de sustratos, en el cultivo de macadamia, en donde se determinó que los sustratos con mayor porcentaje de germinación fueron la combinación de 40 % de arena y 60 % de turba al igual que la combinación de 60 % de arena y 40 % de turba. La proporción de 20 % de arena y 80 % de turba fue la que menor porcentaje de germinación presento debido a su alta capacidad de retención de humedad, haciendo dificultoso este proceso en la semilla.
2. Con la anterior información generada, se espera que la combinación con mayor porcentaje de germinación sea empleada en la fase de vivero, o bien sirva para generar una nueva evaluación con otros materiales.

3.3 Servicio 3: Manejo del almacigo de macadamia de la finca Monte De Oro durante 10 meses.

1. OBJETIVO

1.1 Objetivo general

- Manejo del almacigo de macadamia de la finca Monte De Oro.

1.2 Objetivos específicos

- Cumplir con las actividades para el manejo del almacigo del cultivo de macadamia.

2. METODOLOGÍA

- Se brindó el manejo agronómico para cumplir las necesidades nutricionales e hídricas del cultivo macadamia en la fase de almacigo, además de las practicas detalladas en el cuadro 26 para el manejo de este cultivo. En agosto 2018 el almacigo de la finca se encontraba como se aprecia en la figura 48.



Figura 48. Imagen del almacigo de macadamia en la finca Monte De Oro, agosto 2018.

Cuadro 26. Actividades en el manejo del cultivo de macadamia.

No	Actividades realizadas en el almacigo de macadamia
1	Selección de semillas
2	Escarificación de semillas
3	Siembra de semillas
4	Trasplante de semillas
5	Limpia de bolsa (Desmalezado)
6	Resiembra de plantas
7	Ordenado y seleccionado de plantas
8	Deshijado de plantas
9	Injertación de plantas

3. RESULTADOS

3.1 Manejo del almacigo de macadamia de la finca Monte De Oro

En el cuadro 26 se encuentran la mayoría de actividades que se realizan dentro del almacigo de macadamia, hay actividades que se realizan una única vez como por ejemplo las actividades que conciernen a la siembra de semilla, las demás actividades si se realizaron mes con mes a excepción de la injertación (figura 49 y figura 50), que igualmente duraban una única ocasión, este proceso cuando se realizaba y la planta no adquiría el material deseado como nuevo material, se realizaba una segunda injertación y era aproximadamente al mes o mes y medio de haber realizado la primera injertación.

3.2 Cumplimiento de las actividades para el manejo del almacigo del cultivo de macadamia

A continuación, se presentan los resultados del cumplimiento de las actividades en el manejo del almacigo, durante el periodo de agosto de 2018 a mayo de 2019 (10 meses).



Figura 49. Injertos en cultivo de macadamia.



Figura 50. Injertos realizados el cultivo de macadamia.



Figura 51. Injertos realizados el cultivo de macadamia.



Figura 52. Resultado final de la injertación del cultivo de macadamia.



Figura 53. Resultado final de la injertación del cultivo de macadamia.

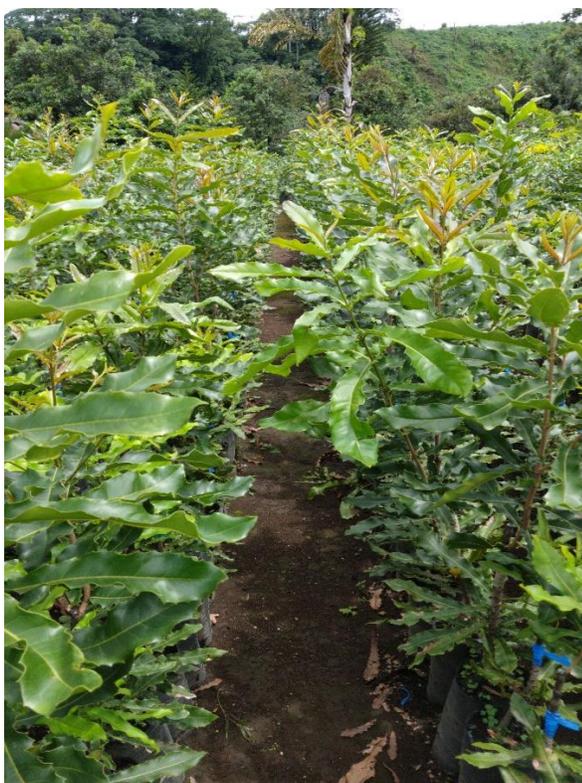


Figura 54. Resultado final de la injertación del cultivo de macadamia.



Figura 55. Resultado final de la injertación del cultivo de macadamia.

CONCLUSIONES

1. Durante los 10 meses a cargo del almacigo de macadamia, se lograron alcanzar las metas propuestas para este cultivo en su fase de vivero, las cuales consistían en una serie de procesos (previamente detallados en el cuadro 26) en combinación del manejo nutricional y cumpliendo sus necesidades hídricas, esto con el fin de que la planta pudiera alcanzar su máximo desarrollo.
2. A lo largo de la administración del almacigo, se aplicaron las actividades relacionadas al manejo según lo establecido y definido por la finca, sin embargo, se consideró pertinente la introducción de nuevas metodologías, por ejemplo, la evaluación de sustratos, el uso de tubete para la propagación de semillas y la investigación generada dentro del almacigo titulada “Evaluación del efecto de cinco sustratos y tres métodos de escarificación de semillas del cultivo de macadamia”.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE AGRONOMÍA - FAUNAC
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
 Y AMBIENTALES - IIA



REF: Sem. 28/2020

EL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CINCO
 SUSTRATOS Y TRES MÉTODOS DE
 ESCARIFICACIÓN DE SEMILLAS DEL
 CULTIVO DE MACADAMIA (*Macadamia
 integrifolia*) EN LA FINCA MONTE DE ORO,
 SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA,
 C.A."

DESARROLLADO POR EL ESTUDIANTE: OCTAVIO DAVID MARTÍNEZ HERRERA

CARNE: 201210571

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera
 Ing. Agr. Oscar Ernesto Medinilla Sánchez.
 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 Ernesto Medinilla Sánchez
 ASESOR ESPECÍFICO

Dr. Adalberto Rodríguez García
 DOCENTE - ASESOR EPS

Ing. Agr. Carlos Fernando López Búcaro
 DIRECTOR DEL IIA CFLB/nm





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 AREA INTEGRADA –EPS-



Ref. SAIEPSA.28.Seg.2020

Guatemala, 6 de noviembre de 2020

TRABAJO DE GRADUACIÓN: EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CINCO SUSTRATOS Y TRES MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN DE SEMILLAS DEL CULTIVO DE MACADAMIA (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA MONTE DE ORO, SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.

ESTUDIANTE: OCTAVIO DAVID MARTÍNEZ HERRERA

No. CARNÉ 201210571

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

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CINCO SUSTRATOS Y TRES MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN DE SEMILLAS DEL CULTIVO DE MACADAMIA (*Macadamia integrifolia*) EN LA FINCA MONTE DE ORO, SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.”

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera
 Ing. Agr. Oscar Ernesto Medinilla Sánchez
 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”

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

 A blue ink signature is written over a circular official stamp. The stamp contains the text "UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE AGRONOMIA COORDINACION SUBAREA EPSA" around a central emblem.

cc.archivo
 PPR/azud

USAC



TRICENTENARIA

de

No. 42-2020

Trabajo de Graduación: "EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CINCO SUSTRATOS Y TRES MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN DE SEMILLAS DEL CULTIVO DE MACADAMIA (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA MONTE DE ORO, SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A."

Estudiante: Octavio David Martínez Herrera

Carné: 201210571

"IMPRÍMASE"

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
DECANO

Decanato Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Edificio T-9, Segundo Nivel, Ciudad Universitaria, Zona 12. Teléfono Directo (502) 24189302 Planta: (502) 24188000 Extensión 93002