

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ÁREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**EVALUACIÓN DE FERTILIZANTES DE LIBERACIÓN CONTROLADA Y CONVENCIONALES EN EL CULTIVO DE MACADAMIA (*Macadamia integrifolia*) EN LA ETAPA DE ALMÁCIGO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA PANAMÁ, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPEQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

**LEONEL RODRIGO PALMA MENA**

**GUATEMALA, JULIO DE 2015**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ÁREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**EVALUACIÓN DE FERTILIZANTES DE LIBERACIÓN CONTROLADA Y CONVENCIONALES EN EL CULTIVO DE MACADAMIA (*Macadamia integrifolia*) EN LA ETAPA DE ALMÁCIGO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA PANAMÁ, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPEQUEZ, GUATEMALA, C.A. PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**LEONEL RODRIGO PALMA MENA**

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

**EN**

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

**GUATEMALA, JULIO DE 2015**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR MAGNÍFICO**

**DR. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**DECANO**

**EN FUNCIONES**

**VOCAL I**

**VOCAL II**

**VOCAL III**

**VOCAL IV**

**VOCAL V**

**SECRETARIO**

**DR. TOMÁS ANTONIO PADILLA CÁMBARA**

**DR. TOMÁS ANTONIO PADILLA CÁMBARA**

**ING. AGR. CESAR LINNEO GARCIA CONTRERAS**

**ING. AGR. ERBERTO RAÚL ALFARO GARCÍA**

**PER. AGR. JOSUÉ BENJAMIN BOCHE LOPEZ**

**MEh. RUT RAQUEL CURRUCHICH CUMEZ**

**ING. AGR. JUAN ALBERTO HERRERA ARDÓN**

**GUATEMALA, JULIO DE 2015**



Guatemala, julio de 2015

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

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 **“Evaluación de fertilizantes de liberación controlada y convencionales en el cultivo de macadamia (*Macadamia Integrifolia*) en la etapa de almácigo, diagnóstico y servicios realizados en la finca “Panamá”, Santa Bárbara, Suchitepéquez, 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”

---

Leonel Rodrigo Palma Mena





## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS**

Por ser mí más fiel e íntimo amigo, fuente insuperable de amor y sabiduría; por permitirme culminar esta etapa tan importante de mi vida.

**MIS PADRES**

Leonel Aníbal y Rina Milagro, mi más grande gratitud y amor para ustedes, por todo ese sacrificio, amor incondicional y valentía que mostraron para darme las herramientas necesarias para luchar en la vida. El día de hoy es un orgullo para mí poder dedicarles esta satisfacción que es más suya que mía; con todo mi amor, gracias Dios por darme esta bendita oportunidad de compartir estos momentos con mis padres, los amo.

**MI HERMANA**

Mónica, grande e insuperable, nunca has dejado de sobreponerte a cualquier adversidad en la vida, te admiro, respeto y amo con todo mi corazón, este logro también es tuyo.

**TÍO EDUARDO**

Luis Eduardo Mena, más que mi tío mi amigo, mi hermano, mi segundo padre. Gracias por haber estado a mi lado en todo momento y creer en mí siempre. Este logro es también tuyo.

**MIS ABUELOS**

Ranulfo Palma Orellana (QEPD) e Hilda Flores de Palma. Por todo el amor que me han demostrado a lo largo de mi vida, gracias por toda esa sabiduría derramada sobre mí en forma de consejos y regaños que ayudaron a mi formación; el día de hoy les dedico este logro con todo mi amor.

**MIS TIOS Y  
PRIMOS**

Por todo el apoyo que me brindaron incondicionalmente; en especial a mi tío Ranulfo Palma por su influencia en mi

formación profesional y a mis primos Alejandro Quiróz, Gustavo Cardona y Pedro Montoya por ser como mis hermanos.

**MI NOVIA**

María Isabel por todo ese amor e incondicional apoyo demostrado a lo largo de estos años, siempre te estaré muy agradecido por toda esa fortaleza que inyectaste en mí. Te amo y te admiro.

**MIS AMIGOS**

Por haberme brindado su amistad.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A:**

**UNIVERSIDAD DE SAN  
CARLOS DE GUATEMALA**

Por haberme acogido y enseñado las lecciones de vida más importantes; es un orgullo para mi pertenecer a tan prestigiosa y respetada casa de estudios; por siempre en mi corazón.

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

Por haber sido mi hogar durante muchos años y encontrar en ella una familia que me acogió y enseñó sobre cómo afrontar la vida con integridad, respeto y tantas otras cualidades que hoy en día me enseñan a vivir.

**DOCENTES ASESORES DE  
EPS**

Ing. Agr. MC. José Luis Alvarado Álvarez y Dr. Aníbal Sacbaja por su asesoría, orientación y apoyo durante el ejercicio profesional supervisado, además agradezco sus importantes aportes, conocimientos, consejos brindados para la realización de este trabajo, así como también por su confianza, paciencia y amistad incondicional.

**FINCA PANAMÁ**

Por permitirme realizar el ejercicio profesional supervisado y a cada uno de los miembros de su equipo; el Ingeniero Miguel Hugo Sandoval, Boris Sandoval, Bryan Escobar, Herminio Bocel, Wilmer Escobar, Ismael Ambrosio, Rudy Galindo, Froilan Monterroso, Ervin Xinic, Ever Natareno, Alfredo Castillo y mi amigo Pablo Condomí.

**LIC. MAMERTO REYES**

Por su colaboración en este documento y su amistad.

**MIS AMIGOS**

Rudy Guillermo, José Acevedo, Pablo Condomí, Sergio Soto, Guillermo Ruano, Fernando Barillas, Julio Paniaguas, José Franco, Marvin Molina, Antonio Molina y muchos más que en alguna etapa de mi vida compartieron grandes momentos conmigo.

## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE GENERAL.....	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii

### CAPÍTULO I

#### DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS CULTIVOS ESTABLECIDOS EN LA FINCA “PANAMÁ” DE LA EMPRESA AGRATISA, EN EL MUNICIPIO DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.

1.1 INTRODUCCIÓN .....	5
1.2 OBJETIVOS.....	6
1.2.1 General.....	6
1.2.2 Específicos .....	6
1.3 METODOLOGÍA .....	7
1.4 RESULTADOS.....	8
1.4.1 Historia de finca Panamá.....	8
1.4.2 Empleo.....	9
1.4.3 Ubicación.....	9
1.4.4 Datos obtenidos.....	13
1.4.5 Certificación de RAINFOREST ALLIANCE .....	14
1.4.6 Certificación GLOBALGAP .....	15
1.4.7 Certificación U.S. GAP NSF David Fresh .....	16
1.4.8 Certificación de manejo forestal FSC (forest stewardship council) .....	16
1.4.9 Manejo agronómico en almácigo .....	17
1.4.10 Selección de semillas .....	17
1.4.11 Preparación, siembra y mantenimiento de semilleros .....	20
1.4.12 Preparación de sustrato, llenado y trasplante.....	22
1.4.13 Preparación del terreno, siembra, resiembra y renovación .....	23

1.5	JERARQUIZACIÓN DE PROBLEMAS.....	27
1.5.1	Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas .....	28
1.6	CONCLUSIONES.....	30
1.7	BIBLIOGRAFÍA .....	31

## CAPÍTULO II

### EVALUACIÓN DE FERTILIZANTES DE LIBERACIÓN CONTROLADA Y CONVENCIONALES EN EL CULTIVO DE MACADAMIA (*MACADAMIA INTEGRIFOLIA*) EN LA ETAPA DE ALMÁCIGO. FINCA PANAMÁ, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.

2.1	INTRODUCCIÓN.....	35
2.2	MARCO TEÓRICO.....	37
2.2.1	El cultivo de macadamia .....	37
2.2.2	Aspectos técnicos del cultivo .....	39
2.2.3	Preparación, siembra y mantenimiento de semilleros.....	41
2.2.4	Preparación de sustrato, llenado y trasplante .....	42
2.2.5	Aspectos generales del cultivo de macadamia .....	43
2.2.6	Manejo pos-cosecha .....	48
2.2.7	Fertilizantes con mecanismos de liberación controlada .....	49
2.2.8	Fertilizantes encapsulados.....	49
2.2.9	Plantacote Pluss .....	51
2.3	MARCO REFERENCIAL.....	56
2.3.1	Localización .....	56
2.3.2	Ubicación Geográfica.....	56
2.3.3	Vías de Acceso y Transporte .....	56
2.3.4	Características Biofísicas .....	57
2.4	OBJETIVOS .....	59
2.4.1	General .....	59
2.4.2	Específicos.....	59
2.5	HIPOTESIS .....	60

2.6	METODOLOGÍA .....	60
2.7	MANEJO DEL EXPERIMENTO .....	60
2.7.1	Variedad .....	60
2.7.2	Riego .....	60
2.7.3	Tratamientos.....	61
2.8	FERTILIZACIÓN CONVENCIONAL EN FINCA “PANAMÁ” .....	63
2.8.1	Control de plagas.....	65
2.8.2	Control de enfermedades .....	66
2.8.3	Control de malezas.....	66
2.8.4	Distribución del experimento.....	67
2.8.5	Croquis de campo.....	68
2.9	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	68
2.10	MEDICIÓN DE LAS VARIABLES .....	69
2.10.1	Registro de altura .....	69
2.10.2	Registro de crecimiento final (diámetro) .....	69
2.10.3	Registro de Concentración de nutrientes en las hojas.....	69
2.10.4	Análisis de la información .....	70
2.10.5	Modelo estadístico.....	70
2.11	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	72
2.11.1	Análisis de alturas.....	72
2.12	RESULTADOS DE DIÁMETROS .....	78
2.13	ANÁLISIS DE DIÁMETROS .....	78
2.14	ANÁLISIS CON CONTRASTES ORTOGONALES .....	79
2.14.1	Comparación con contrastes ortogonales de diámetros totales .....	79
2.15	ANÁLISIS DE LABORATORIO .....	83
2.16	CURVAS DE CONCENTRACIÓN.....	86
2.17	ANÁLISIS DE COSTOS.....	90
2.18	CONCLUSIONES .....	93

2.19	RECOMENDACIONES.....	94
2.20	BIBLIOGRAFÍA .....	95
2.21	ANEXOS .....	97

### **CAPÍTULO III**

#### **SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE FINCA “PANAMÁ”, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

3.1	PRESENTACIÓN.....	105
3.2	ÁREA DE INFLUENCIA .....	105
3.3	OBJETIVO GENERAL.....	106
3.4	INTRODUCCIÓN.....	107
3.5	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	107
3.6	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL .....	107
3.7	RESULTADOS .....	110
3.8	CONCLUSIONES.....	114
3.9	BIBLIOGRAFÍA .....	115
3.10	ANEXOS .....	116
3.11	INTRODUCCIÓN.....	121
3.12	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	121
3.13	METODOLOGÍA.....	122
	3.13.2 Análisis de Costos.....	137
	3.13.3 Análisis de costos finales .....	140
3.14	CONCLUSIONES.....	142
3.15	BIBLIOGRAFÍA .....	143
3.16	ANEXOS 1. Constancias (Imágenes) de la Metodología experimental.....	144
3.17	ANEXO 2. Gráficas de los monitoreos realizados.....	148
3.18	ANEXO 3. Test ANDEVA y Tukey con datos sin transformar.....	151



## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>	<b>PÁGINA</b>
Cuadro 1. Población del departamento de Suchitepéquez.....	8
Cuadro 2. Procedimiento de recolección y selección de fruto para la semilla de los cultivos..	18
Cuadro 3. Preparación de la semilla.....	19
Cuadro 4. Almacenamiento de la semilla. ....	20
Cuadro 5. Distanciamiento de siembra en la tarea de estaquillado.....	24
Cuadro 6. Dimensiones del ahoyado.....	25
Cuadro 7. Dosis de cal dolomítica por cultivos. ....	26
Cuadro 8. Relación de la temperatura con la liberación del fertilizante a lo largo del tiempo.	51
Cuadro 9. Composición química de Plantacote Plus.....	53
Cuadro 10. Relación de la temperatura con la liberación de basacote.....	54
Cuadro 11. Composición química del fertilizante de liberación controlada “Basacote” .....	55
Cuadro 12. Dosificación de los tratamientos. ....	61
Cuadro 13. Dosis y concentraciones de nutrientes en tratamiento de dosis unica.....	63
Cuadro 14. Programa de nutrición.....	64
Cuadro 15. Composición química de los fertilizantes .....	64
Cuadro 16. Productos utilizados en el control de enfermedades en la finca Panamá. ....	66
Cuadro 17. Resultados del promedio de altura de plantas. ....	72
Cuadro 18. Resultados de diferencia de alturas.....	73
Cuadro 19. Resultados ANDEVA en el primer monitoreo de altura de plantas. ....	74
Cuadro 20. Resultados ANDEVA en el segundo monitoreo de altura de plantas.....	74
Cuadro 21. Resultados ANDEVA en el tercer monitoreo de altura de plantas. ....	75
Cuadro 22. Resultados ANDEVA en el cuarto monitoreo de altura de plantas. ....	75
Cuadro 23. Resultados ANDEVA en el quinto monitoreo de altura de plantas. ....	76
Cuadro 24. Análisis de medias con Tukey.....	76
Cuadro 25. Resultados ANDEVA en el sexto y último monitoreo de altura de plantas. ....	77
Cuadro 26. Análisis de medias con Tukey.....	77
Cuadro 27: Resultados de diámetros en centímetros.....	78

Cuadro 28. Resultados ANDEVA en el monitoreo de diámetros. ....	78
Cuadro 29. Basacote vs Convencional. ....	79
Cuadro 30. Basacote vs Plantacote. ....	79
Cuadro 31. Basacote vs Dosis única. ....	80
Cuadro 32. Convencional vs. Plantacote. ....	80
Cuadro 33. Plantacote vs. Dosis única. ....	80
Cuadro 34. Convencional vs. Dosis única. ....	81
Cuadro 35. Resultados ANDEVA en el monitoreo de biomasa final (tallo). ....	81
Cuadro 36. Resultados ANDEVA en el monitoreo de biomasa final (Raíz). ....	82
Cuadro 37. Resultados de Laboratorio en el análisis de tejido vegetal (Monitoreo 1). ....	83
Cuadro 38. Resultados de Laboratorio en el análisis de tejido vegetal (Monitoreo 2). ....	83
Cuadro 39. Resultados de Laboratorio en el análisis de tejido vegetal (Monitoreo 3). ....	84
Cuadro 40. Resultados de Laboratorio en el análisis de tejido vegetal (Monitoreo 4). ....	84
Cuadro 41. Resultados de Laboratorio en el análisis de tejido vegetal (Monitoreo 5). ....	85
Cuadro 42. Descripción de precio de los insumos para tratamientos con fertilización de..... liberación controlada y convencional. ....	90
Cuadro 43. Descripción de precios totales. ....	91
Cuadro 44. Descripción del precio de insumos para tratamiento de dosis única. (T4 C).....	91
Cuadro 45. Descripción de precios totales. ....	91
Cuadro 46. Precio por unidad (planta). ....	92
Cuadro 47. Resultados de Alturas de las plantas época 0. ....	97
Cuadro 48. Resultados de Alturas de las plantas época 1. ....	98
Cuadro 49. Resultados de Alturas de las plantas época 2. ....	99
Cuadro 50. Resultados de Alturas de las plantas época 3. ....	100
Cuadro 51. Resultados de Alturas de las plantas época 4. ....	101
Cuadro 52. Resultados de Alturas de las plantas época 5. ....	102
Cuadro 53. Calibración de bomba Matabi Style 7. ....	122
Cuadro 54. Segunda calibración de bomba Matabi Style 7. ....	123
Cuadro 55. Tratamientos implementados. ....	125
Cuadro 56. Productos utilizados y dosis utilizados para el control de moho gris. ....	127
Cuadro 57. Monitoreos para medir el porcentaje de avance de moho gris. ....	129
Cuadro 58. Análisis de varianza de los datos obtenidos con Arco-Seno. ....	130

Cuadro 59. Segundo análisis de Varianza con datos modificados. ....	131
Cuadro 60. Tercer Análisis de Varianza con datos modificados.....	132
Cuadro 61. Cuarto Análisis de Varianza con datos modificados. ....	132
Cuadro 62. Quinto Análisis de Varianza con datos modificados. ....	133
Cuadro 63. Sexto Análisis de Varianza con datos modificados.....	134
Cuadro 64. Séptimo Análisis de Varianza con datos modificados.....	134
Cuadro 65. Octavo Análisis de Varianza con datos modificados.....	135
Cuadro 66. Prueba de normalidad aplicada a los datos obtenidos.....	136
Cuadro 67. Análisis de costos de productos utilizados en invierno con brocha.....	137
Cuadro 68. Análisis de costos de productos utilizados en invierno con bomba.....	138
Cuadro 69. Análisis de costos de productos utilizados en verano con brocha. ....	139
Cuadro 70. Análisis de costos de productos utilizados en verano con bomba .....	139
Cuadro 71. Análisis de costos de las herramientas utilizadas para la aplicación de .....	
fungicida (verano).....	140
Cuadro 72. Análisis de Costos de las herramientas utilizadas para la aplicación de .....	
fungicida (invierno).....	140
Cuadro 73. Análisis de costos anual utilizando el método de control con bomba .....	
Matabi y brocha.....	141
Cuadro 74. Análisis de Varianza con datos sin modificar. ....	151
Cuadro 75. Segundo Análisis de Varianza de datos sin modificar. ....	151
Cuadro 76. Tercer Análisis de Varianza con datos sin modificar.....	152
Cuadro 77. Cuarto Análisis de Varianza con datos sin modificar. ....	152
Cuadro 78. Quinto Análisis de Varianza con datos sin modificar. ....	153
Cuadro 79. Sexto Análisis de Varianza con datos sin modificar.....	153
Cuadro 80. Séptimo Análisis de Varianza con datos sin modificar.....	154
Cuadro 81. Octavo Análisis de Varianza con datos sin modificar.....	155

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>PÁGINA</b>
Figura 1. Delimitación geográfica de finca Panamá.....	13
Figura 2. Mapa representativo de las áreas de macadamia en Guatemala.....	38
Figura 3. Vista interior de la cápsula de plantacote. ....	52
Figura 4. Resistencia a la presión que puede tener la cápsula de Plantacote contra un producto competidor.....	52
Figura 5. Mecanismo de acción del fertilizante basacote.....	54
Figura 6. Mapa representativo de finca “Panamá” y sus colindancias. ....	58
Figura 7. Unidad experimental.....	67
Figura 8. Distribución general del experimento.....	68
Figura 9. Comportamiento de alturas a lo largo de 10 meses.....	73
Figura 10. Curva de concentración de Nitrogeno total.....	86
Figura 11. Curva de absorción de Fosforo (P).....	87
Figura 12. Curva de absorción de Potasio (K). ....	88
Figura 13. Ordenamiento del área de almácigos de los cultivos establecidos..... En finca Panamá.....	112
Figura 14. Organización del área de almácigos.....	116
Figura 15. Traslado de material a áreas pertinentes.....	116
Figura 16. Ordenamiento de las varas de bambú aprovechables.....	117
Figura 17. Acomodamiento de la tubería encontrada en el área de almácigos. ....	117
Figura 18. Utilización del bambú seleccionado y almacenado en área específica.....	118
Figura 19. Estructura finaliza con zarán y bambú utilizable. ....	118
Figura 20. Acumulación de cultivos ajenos al almácigo en la parte posterior del mismo.....	119
Figura 21. Eliminación de los cultivos ajenos al almácigo.....	119
Figura 22. Control visual en el mantenimiento del almácigo.....	120
Figura 23. Rotulación de los cultivos establecidos y sus respectivas variedades.....	120
Figura 24. Constancia de prueba de calibración de bomba.....	144
Figura 25. Distribución de gotas en calibración de bomba Matabi.....	144
Figura 26. Conteo y distribución de gotas por centímetro cuadrado (experimental).....	145

Figura 27. Conteo y distribución de gotas (comparativo). .....	145
Figura 28. Prueba de aplicación directamente en panel de pica. ....	146
Figura 29. Rotulación de experimento. ....	146
Figura 30. Conteo con reglilla de 100 cuadros de enfermedad en el panel de pica. ....	147
Figura 31. Manifestación de <i>Ceratocystis</i> en panel de pica sin aplicación de fungicida. ....	147
Figura 32. Porcentaje de enfermedad en el primer monitoreo. ....	148
Figura 33. Porcentaje de enfermedad en el segundo monitoreo. ....	148
Figura 34. Porcentaje de enfermedad en el tercer monitoreo. ....	149
Figura 35. Porcentaje de enfermedad en el cuarto monitoreo. ....	149
Figura 36. Porcentaje de enfermedad en el quinto monitoreo. ....	149
Figura 37. Porcentaje de enfermedad en el sexto monitoreo. ....	150
Figura 38. Porcentaje de enfermedad en el séptimo monitoreo. ....	150
Figura 39. Porcentaje de enfermedad en el octavo monitoreo. ....	150



## RESUMEN GENERAL

En el presente documento se resaltan los resultados de las actividades realizadas durante el período de EPS del mes de febrero 2013 a Febrero del año 2014, en las instalaciones de la finca “Panamá”, Santa Bárbara, Suchitepéquez.

Como primera actividad, se realizó un diagnóstico del estado actual de los cultivos establecidos en el área de dicha finca. Se identificaron puntos críticos y aspectos que iban desde lo general a lo más específico, como la descripción de las actividades del área de almácigos y el manejo agronómico de cada uno. Las diferentes problemáticas que surgieron fueron identificadas en conjunto con la ayuda de todo el personal a cargo de las diferentes tareas. Esto se realizó por medio de un análisis FODA y se jerarquizaron los problemas encontrados, siendo principalmente tres y de los cuales se asignó un nivel de prioridad a cada uno.

De lo más sobresaliente encontrado en el diagnóstico se determinó que existe potencial que explotar en el almácigo de la finca, debido a que esta área es de importancia para la producción de los cultivos en la finca. La investigación se tituló “Evaluación de fertilizantes de liberación controlada y convencionales en el cultivo de macadamia (*Macadamia integrifolia*) en la etapa de almacigo en finca Panamá”. Este trabajo refleja las actividades que conllevan el análisis comparativo de los fertilizantes de liberación controlada Basacote y Plantacote y los fertilizantes utilizados convencionalmente en finca. Para la realización del estudio se hizo una parcela experimental que constaba de cuatro tratamientos y siete repeticiones. Se diseñó de esta forma para obtener información de los rendimientos, medido a través de variables de respuesta y ser comparadas con la misma información de los cuatro posibles tratamientos. Los objetivos del estudio fueron: Determinar cuál de los programas de fertilización evaluados le proporciona a la planta en almacigo de macadamia la mejor nutrición y desarrollo a lo largo de doce meses, medido a través de las variables de respuesta (altura, diámetro, concentraciones de N,P,K en tejido vegetal), se determinó cuál de los dos fertilizantes de liberación controlada es más eficiente en cuánto al desarrollo y nutrición de las plantas de macadamia, para luego realizar un análisis económico de los tratamientos evaluados.

De esta manera se pudo corroborar que el fertilizante que proporcionó los mejores niveles de nutrición dentro de la planta a lo largo del periodo evaluado es Basacote Pluss 12M, el cual se ve respaldado por todas las variables de respuesta evaluadas y generó los mejores resultados para la nutrición de la plantilla de macadamia en almácigo. Los análisis de tejido vegetal fueron determinantes para concluir que el Basacote Pluss 12M es el fertilizante que brinda a las plantillas de macadamia de almácigo la mejor nutrición de macroelementos (N, P y K), a lo largo de 12 meses y en las condiciones edafoclimáticas de la finca. El análisis de costos demuestra que el tratamiento de fertilización Dosis Única es el tratamiento de menor costo, con un valor de Q0.11 por planta fertilizada, segundo el tratamiento Convencional con un precio de Q0.27 por planta fertilizada, tercero el fertilizante de liberación controlada Basacote, con un precio de Q0.73 por planta fertilizada y por último Plantacote con un precio de Q0.79 por planta fertilizada.

La tercera actividad fue la realización de los servicios, identificados en los siguientes niveles de prioridad en el diagnóstico. El primer servicio se derivó de la época lluviosa que afronta dicha ubicación geográfica, conlleva un alto índice de precipitación pluvial y provee de las condiciones adecuadas a los cultivos para la reproducción de entes fitopatógenos. Con base en esto, el servicio fue denominado "Evaluación en el rendimiento y la efectividad de una bomba Matabi Style 7 en el control de moho gris (*Ceratocystis fimbriata*), en los paneles de pica de hule (*Hevea brasiliensis*)". En el cual se diseñó y supervisó la realización de un experimento con un diseño experimental y la ejecución de dos métodos de aplicación. El segundo servicio fue la implementación de la metodología de las 5 s's en el almácigo de la finca. Como parte de la recopilación de información general de la metodología se procedió a realizar un ordenamiento general de las áreas de trabajo y el reacondicionamiento de implementos y aditamentos utilizados en dicha área. Todo el personal fue capacitado para que la ejecución de la metodología continuase, aún después del periodo estipulado, generando así eficiencia y eficacia para la realización de las tareas asignadas al personal a cargo.





## **CAPÍTULO I**

**DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS CULTIVOS ESTABLECIDOS EN LA FINCA "PANAMÁ" DE LA EMPRESA AGRATISA, EN EL MUNICIPIO DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**



## 1.1 INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país que se caracteriza por su agricultura y porque es potencialmente competitivo en cultivos de exportación. Agropecuaria Atitlán S, A. es una entidad productora de cultivos de importancia económica, además de ser fuente de empleo para cientos de guatemaltecos. Los productos agrícolas que Agropecuaria Atitlán ofrece a sus clientes han sido manejados con estándares de calidad para ser comercializados a nivel nacional e internacional. La empresa tiene un compromiso institucional e internacional en materia socio-ambiental, inocuidad, calidad y seguridad en los procesos productivos

Todas las actividades realizadas en los cultivos establecidos en finca “Panamá” buscan que los productos finales sean de alta calidad, siguiendo un patrón de políticas generales que benefician la economía de la empresa. La comercialización de los productos finales también es parte de una cadena que empieza desde la implementación de semilleros en almacigo, hasta la venta y distribución de las mismas.

Con la finalidad de conocer la situación actual de los cultivos establecidos en la finca Panamá, se planteó el diagnóstico con el objetivo de conocer los entes certificadores en los cultivos establecidos en la finca “Panamá”, el manejo agronómico en el almacigo de los cultivos que lo requieren de la finca e identificar los problemas a lo externo y a lo interno así como también la problemática existente en los procesos productivos.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 General**

Diagnosticar la situación actual de los cultivos establecidos en la finca Panamá de la empresa “Agropecuaria Atitlán S.A”.

### **1.2.2 Específicos**

- Describir los entes certificadores en los cultivos establecidos en la finca “Panamá”.
- Describir el manejo agronómico en el almácigo de los cultivos que lo requieren de la finca.
- Identificar los problemas a lo externo y a lo interno así como también la problemática existente en los procesos productivos.

### 1.3 METODOLOGÍA

La información fue recopilada de fuentes primarias y secundarias. Después de una observación directa en el campo y de consultar varias fuentes personales se puede visualizar las áreas donde la empresa necesita apoyo. La realización de esta fase de recopilación de información se lleva a cabo en las instalaciones de la finca y la información documental se adquiere haciendo una indagación en diferentes medios y recursos entre ellos el internet, documentos referenciales de campo, base de datos de los diferentes cultivos establecidos, etc. La información fue recopilada por el alumno de ejercicio profesional supervisado (Eps) Leonel Rodrigo Palma Mena y a continuación una lista detallada de los encargados de actividades y su facilitación en cuanto a la información:

- Almácigos, siembras y resiembras, conservación de suelos y cosecha de hule. (Boris Sandoval).
- Control de malezas y aspersiones fitosanitarias. (Bryan Escobar).
- Fertilización, riegos y manejo de tejidos. (Ismael Ambrosio).
- Cosechas en general, apicultura y beneficios. (Herminio Bocel y Wilmer Escobar).
- Talleres y transportes. (Froilan Monterroso).
- Sistemas de gestión. (Pablo Condomí).
- Responsabilidad social empresarial. (Miguel Thol).
- Recursos humanos. (Rebeca Lopez).
- Finca Arizona. (José Saavedra).
- Finca Pampojilá. (Abel Arevalo).

Durante esta fase se realizó un análisis completo de la situación actual de finca Panamá, “agropecuaria atitlán S,A”, Suchitepéquez. Este análisis se llevó a cabo mediante el método de observación y recopilación de información de fuentes primarias y secundarias.

## 1.4 RESULTADOS

### 1.4.1 Historia de finca Panamá

Panamá originalmente era parte de unas tierras adquiridas por el famoso norteamericano William Nelson (1816-1878), quien era el agente comercial de la Panama Railroad Company. Cuando el señor Nelson vino a vivir a Guatemala desarrollo en parte de estas tierras una finca de café y le puso el nombre de Finca Panamá. Posteriormente, se la heredó a su hijo, Guillermo Nelson quién eventualmente la vendió en 1936 al señor Owen Smith. Durante la época de los Smith se introdujo quina a la plantación. En 1938, Owen se asoció con el inglés Mark Oliver. Posteriormente la finca se dividió entre los socios. El señor Oliver y su esposa Helen Fedora Rolfe se quedaron con la parte alta de la finca, la cual ya se llamaba Finca Los Andes y éstos a su vez se asociaron con el señor Johnny Armstrong.

De acuerdo con el censo nacional del año 2011 llevado a cabo por el Instituto Nacional de Estadística (INE), el departamento de Suchitepéquez está habitado por proyección de población 2011 Departamento de Suchitepéquez:

**Cuadro 1.** Población del departamento de Suchitepéquez.

<b>Maya</b>	<b>189,558</b>
<b>Garifuna</b>	110
<b>Xinka</b>	391
<b>Ladino</b>	209,949
<b>Total de población</b>	<b>516,467</b>
<b>Hombres</b>	252,694
<b>Mujeres</b>	263,773

Fuente: Principales etnias Censo 2002. (Agropecuaria Atitlán S.A)

## **1.4.2 Empleo**

Los habitantes de estas comunidades se dedican a vender su mano de obra trabajando como jornaleros en fincas privadas, en el caso de los hombres; mientras que las mujeres se dedican a la crianza y venta de aves de corral y marranos, la venta de tortillas y como costureras. La mayoría de empleos son de carácter permanente, ya que la mayoría de cultivos son de largo plazo.

Las explotaciones cafetaleras, forestales y huleras constituyen las principales fuentes de empleo en la región. Muchas familias de las comunidades se benefician actualmente trabajando en la Finca “Panamá”, la cual genera más de 70 empleos permanentes y en temporada de cosecha de hule se incrementa con la contratación de 50 empleados temporales. La finca Panamá provee a sus trabajadores las prestaciones legales vigentes, tales como el salario mínimo, la indemnización universal; así como bonos, incrementos salariales, bonificaciones por productividad. Además, al igual que otras fincas de la zona la finca ha contribuido con mejorar el nivel de vida de los habitantes de la zona, al generar empleo durante el mantenimiento de las plantaciones de hule y ha desarrollado labores de beneficio social, al ofrecer a los hijos de sus trabajadores la oportunidad de recibir educación primaria. Asimismo, los trabajadores de la finca pueden disfrutar del beneficio de arrendar terrenos para siembra de sus cultivos en forma anual y a precios cómodos. Las personas que hacen uso de este beneficio se dedican a cultivar maíz y frijol.

## **1.4.3 Ubicación**

### **1.4.3.1 Localización**

El casco de finca Panamá, de la empresa “Agropecuaria Atitlán S.A”, está localizada al sur de las faldas del volcán de Atitlan, la cual tiene una alargada (de Norte a Sur) y estrecha (de Este a Oeste) ensanchándose en la parte más baja. Esta pertenece al municipio de Santa Bárbara del departamento de Suchitepéquez.

### **1.4.3.2 Ubicación Geográfica**

Finca Panamá, “Agropecuaria Atitlán S.A”, se ubica geográficamente entre los meridianos 91° 10´ 42” y 91° 13´ 12” longitud oeste y los paralelos 14° 31´ 21” y 14° 27´ 42” latitud norte. La extensión territorial es de 1,515.44 ha. (33.68 Caballerías). El cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*) es con 540 hectáreas el cultivo con más extensión de la finca abarcando un 35.63% del área total, seguido del cultivo de café (*Coffea arabica*) con 160 hectáreas ó 10.55% del área total, y el resto con los cultivos siguientes: bambú (*Bambusa sp*), Macadamia (*Macadamia Integrifolia*), quina (*Cinchona pubescens*), mangostán (*Garcinia Mangostana*), limón (*Citrus sp.*) entre otros, en total éstos últimos abarcan el 53.82% del área total de la finca.

### **1.4.3.3 Límites y Colindancia**

Las colindancias de Finca Panamá “Agropecuaria Atitlán S.A” son: al norte con la finca Los Andes y con la Reserva Natural de El Quetzal, de la Universidad del Valle; al sur con la Finca San Agustín; al este con la Finca Tarrales y la Finca San Agustín; al oeste con la Finca San Francisco Miramar y comunidad El Esfuerzo.

### **1.4.3.4 Vías de Acceso y Transporte**

Tomando como referencia la ciudad de Mazatenango, Cabecera departamental de Suchitepéquez, con rumbo a la ciudad capital sobre la carretera Panamericana (CA-2), en el Kilómetro 117.5, lugar denominado como “Chipó”, se encuentra el cruce, el cual conduce al Municipio de Santa Bárbara a 5.5 Kilómetros de distancia, sobre carretera asfaltada.

Siguiendo rumbo al norte hacia comunidad El Esfuerzo, a una distancia de 12 kilómetros, se llega al casco de la finca, la carretera es de concreto teniendo fácil accesibilidad en todo el año.

### **1.4.3.5 Características biofísicas**

Se caracterizan de la siguiente manera:



#### **1.4.3.6 Zona de Vida**

Según el sistema ecológico de Holdridge, finca Panamá “Agropecuaria Atitlán S.A.”, se sitúa dentro de la clasificación de Bosque muy Húmedo Subtropical (cálido), (bmh-S(c)), el cual se caracteriza por su vegetación abundante, alta temperatura y alta humedad relativa.

#### **1.4.3.7 Clima**

El clima en esta zona corresponde a húmedo y cálido, el clima es muy húmedo y con vegetación natural selva (AA).

#### **1.4.3.8 Altitud**

Finca Panamá Agropecuaria Atitlán S.A. se encuentra entre los rangos de altitud de 500 hasta los 1000 msnm.

#### **1.4.3.9 Temperatura**

La temperatura mínima es de 15.95 °C y la máxima de 32.6 °C.

#### **1.4.3.10 Precipitación Pluvial**

La precipitación pluvial promedio anual es de 3,784.6 mm presentándose los meses de lluvia, de mayo a octubre. El mes de mayor precipitación es Septiembre.

#### **1.4.3.11 Humedad Relativa**

La humedad relativa de Finca Panamá Agropecuaria Atitlán S.A. se encuentra en promedio alrededor del 80%.

#### **1.4.3.12 Fisiografía Y Topografía**

La topografía es quebrada en la parte Norte, por el drenaje natural y formación de mesetas angostas en las partes altas. En la parte baja se vuelve ondulada plana.

#### **1.4.3.13 Características Edáficas**

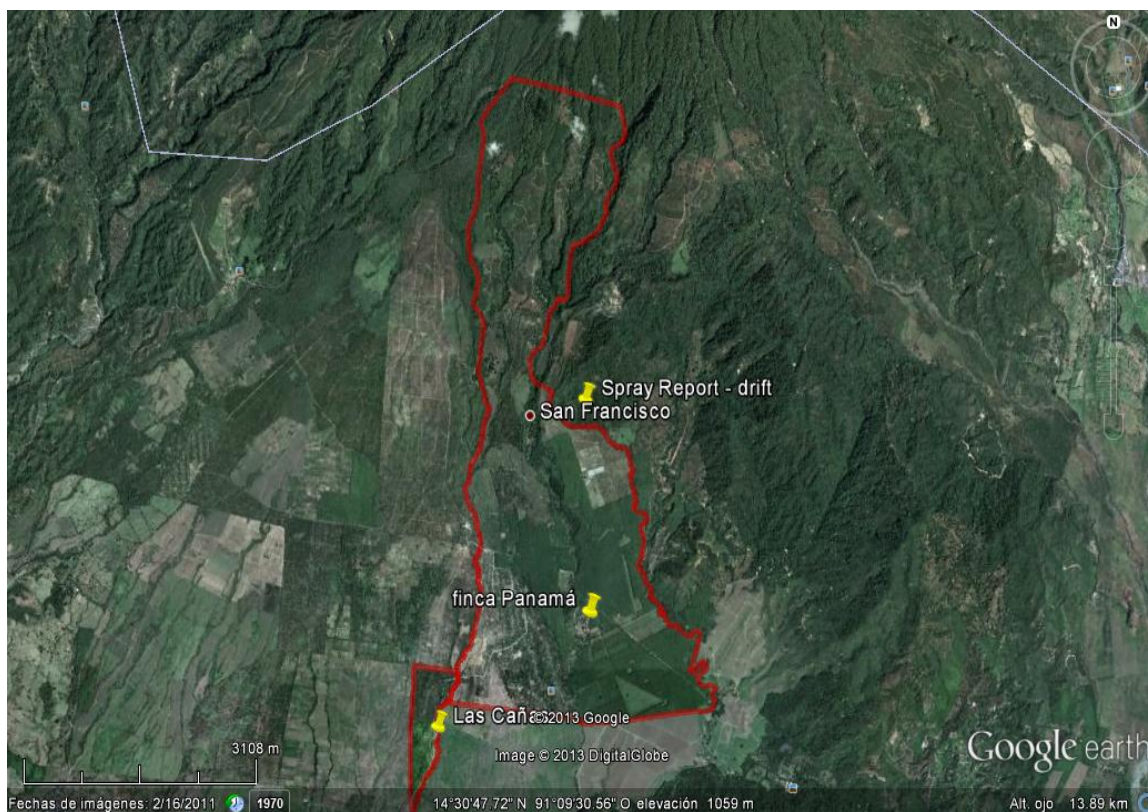
En Finca Panamá Agropecuaria Atitlán S.A. el material madre que predomina es de origen volcánico, ceniza volcánica. Los minerales presentes son amorfo (Alófana e Imogolita) y Cristobalita. Los suelos que se desarrollan de estos minerales tienen por lo general condiciones físicas muy buenas.

Los suelos de la Finca Panamá se clasifican en suelos Andisoles de acuerdo a la clasificación USDA, Según Simmons los suelos pertenecen al grupo de suelos del declive del pacífico, sub grupo II A, II C, IID, las cuales son las regiones agrícolas más importantes de Guatemala.

#### **1.4.3.14 Hidrología**

El área se localiza sobre lo que se denomina la vertiente del pacífico; finca Panamá, es drenada principalmente por los ríos Sigucán y Coralito, además por quebradas y riachuelos de carácter intermitentes y efímeros que drenan al río madre vieja, perteneciendo lo mismo a la cuenca del río Madre Vieja.

### 1.4.3.15 Delimitación de la finca



**Figura 1.** Delimitación geográfica de finca Panamá.

## 1.4.4 Datos obtenidos

### 1.4.4.1 Actividad principal de la finca

La finca “Panamá” es una empresa privada dedicada a la producción y explotación de varios cultivos importantes a nivel nacional entre los principales se encuentran el hule (*Hevea brasiliensis*), el café (*Coffea arábica*), limón (*Citrus sp.*), macadamia (*Macadamia integrifolia*), mangostán (*Garcinia mangostana*), quina (*Cinchona pubescens*), bambú (*Bambusa vulgaris*), entre otros. Cuenta con una extensión aproximada de 1515.48 hectáreas cultivadas por los diferentes cultivos establecidos, siendo el hule el de mayor proporción posicionándolo como el más importante.

En Agropecuaria Atitlán S.A se llevan a cabo muchas actividades de producción, entre las cuales resaltan las siguientes:

1. Comercialización de látex y productos derivados de hule (chipa e hilachas).
2. Producción, manejo y comercialización de café.
3. Comercialización de bambú
4. Comercialización de limón
5. Exportación de mangostán
6. Exportación de quina.
7. Comercialización de artesanía de bambú
8. Venta de planta en almácigo.
9. Comercialización de pimienta gorda.
10. Comercialización de macadamia.

El cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*) es con 540 hectáreas el cultivo con más extensión de la finca abarcando un 35.63% del área total, seguido del cultivo de café (*Coffea arabica*) con 160 hectáreas ó 10.55% del área total, y el resto con los cultivos siguientes: bambú (*Bambusa sp*) con 119.5 hectáreas cultivadas, Macadamia (*Macadamia Integrifolia*), quina (*Cinchona pubescens*), mangostán (*Garcinia Mangostana*), limón (*Citrus sp.*) entre otros, en total éstos últimos abarcan el 53.82% del área total de la finca.

La empresa se dedica a la exportación de los productos derivados de todos los cultivos establecidos y para ello se rigen de los siguientes entes certificadores:

#### **1.4.5 Certificación de RAINFOREST ALLIANCE**

Integra la producción agropecuaria sostenible a las estrategias locales y regionales para favorecer la conservación de la biodiversidad y velar por el bienestar social y ambiental. Aumentando la conciencia de agricultores, comercializadores, consumidores e industrias acerca de la interdependencia entre ecosistemas sanos, agricultura sostenible y responsabilidad social.

Esta certificación tiene la misión de promover los sistemas agropecuarios productivos, la conservación de la biodiversidad y el desarrollo humano sostenible mediante la creación de normas sociales y ambientales.

Con el objetivo de reducir los riesgos ambientales y sociales causados por actividades de la agricultura por medio de un proceso que motiva el mejoramiento continuo.

Con la implementación de esta certificación dentro de Agropecuaria Atitlán S.A se abarcaron los cultivos de café, limón, mangostán, aguacate, pimienta y macadamia, y la infraestructura relacionada a los mismos.

#### **1.4.6 Certificación GLOBALGAP**

Establece un marco para el desarrollo de buenas prácticas agrícolas (BPA) en las explotaciones, definiendo elementos fundamentales para la mejor práctica en la producción de frutas y hortalizas.

Brinda confianza al consumidor acerca de la manera que se lleva a cabo la producción agrícola, minimizando el impacto perjudicial de la explotación en el medio ambiente, reduciendo el uso de insumos químicos y asegurando un proceder responsable en la salud y seguridad de nuestros colaboradores, como también en el bienestar de los animales.

Esta certificación tiene la ventaja de demostrar a los clientes que los productos son producidos siguiendo las buenas prácticas agrícolas y así garantizar el acceso a los mercados e implantar procesos para la mejora continua.

Con la implementación de esta certificación en la finca “Panamá” se abarcaron los cultivos de limón y mangostán, desde el establecimiento del cultivo hasta la cosecha y empaque de los mismos.

#### **1.4.7 Certificación U.S. GAP NSF David Fresh**

Se centra en la implementación y documentación de buenas prácticas agrícolas, especialmente en lo que se refiere a la inocuidad de los alimentos.

Comprende inspecciones llevadas a cabo en el campo y en los grupos de trabajo de nuestros colaboradores con el objetivo de asegurar que el ambiente laboral cumple con lineamientos establecidos de buenas prácticas agrícolas. Tomando así en cuenta los riesgos por actividades animales o terrenos colindantes, elimina el uso de agroquímicos prohibidos y contempla los hábitos, condiciones y formación de todos los colaboradores de la finca.

Con la implementación de esta certificación en la finca “Panamá” se abarcó únicamente el cultivo de limón desde el establecimiento del cultivo hasta la cosecha y transporte del mismo.

#### **1.4.8 Certificación de manejo forestal FSC (forest stewardship council)**

La certificación forestal es un proceso voluntario por el cual una tercera parte independiente asegura, mediante un certificado, que la gestión de un bosque se lleva a cabo cumpliendo un conjunto de criterios y normas previamente establecidas.

Lo que diferencia a las distintas certificaciones es, básicamente, los conjuntos de criterios acordados en que se basan, y las organizaciones que los han impulsado.

Disponible para todas las operaciones involucradas en el cultivo y cosecha de árboles, incluyendo empresas forestales, agencias forestales gubernamentales, administradores forestales medianos, pueblos indígenas y grupos de dueños de pequeñas parcelas forestales.

Con la implementación de esta certificación en la finca “Panamá” se abarcó únicamente el cultivo de hule desde el establecimiento del cultivo hasta la cosecha.

### **1.4.9 Manejo agronómico en almácigo**

El manejo agronómico en almácigo se desarrolla y conlleva de la siguiente manera:

#### **1.4.10 Selección de semillas**

##### **1.4.10.1 Planificación**

Se elabora una planificación anual tomando en consideración el cultivo, el mes y el número de plantas necesarias para renovación, siembra y resiembra.

Selección de lote y plantas madre:

Se selecciona el lote o área donde se obtendrá la semilla o material de propagación tomando en cuenta varios aspectos de suma importancia, los cuales son:

- La variedad
- Nivel de producción
- Vigor
- Resistencia a plagas y enfermedades.

##### **1.4.10.2 Recolección y selección de fruto para la semilla**

Una vez seleccionado el lote y las plantas madre se procede a seleccionar el fruto como un procedimiento de cosecha con las siguientes características:

**Cuadro 2.** Procedimientos para la recolección y selección de fruto para la semilla de los cultivos.

No.	Cultivo	Característica	Procedimiento
1	Café	El fruto más grande con punto de maduración óptima, libre de broca.	Se selección las bandolas centrales de la planta y luego se selecciona el fruto central de la bandola.
2	Quina	Vainas con una coloración café rojizo. Vareta joven entre 0.40 mt y 1 mt de largo.	Se ubica la planta identificada y se seleccionan las vainas con las características mencionadas. Para la vareta se realiza un caminamiento para identificar la planta con la característica deseada.
3	Macadamia	Fruto mas grande con cascara de color verde. Vareta joven entre 0.40 y 1 mt de largo.	Se ubica la variedad deseada, se idéntica la planta que sea joven y se selecciona el fruto con la característica deseada.
4	Limón	Semilla comprada bajo especificaciones según Procedimiento de Compras PR-CP-01. Vareta joven entre 0.40 mt y 1 mt de largo.	Se ubica la variedad, se identifica la planta y se selecciona la vareta con las características mencionadas de ramas laterales con una posición horizontal.
5	Mangostán	Fruto maduro de mayor tamaño en relación al resto de la cosecha, con un peso mayor o igual a 100 gr.	Se ubican los arboles con abundante cosecha y se seleccionan los frutos con las características deseadas.
6	Pimienta	Fruto maduro	Se ubican los arboles con abundante cosecha y se seleccionan los frutos con las características deseadas.
7	Bambú	Brotos con 2 años de edad y Rizomas entre 0.75 y 1 mt de largo. Selección de Chusquines del propagador.	Se selecciona la macolla con brotes que cumplan con las características deseadas.
9	Hortalizas	Semilla comprada bajo especificaciones según Procedimiento de Compras PR-CP-01.	Ver Procedimiento de Compras PR-CP-01.
10	Aguacate	Frutos grandes provenientes de arboles criollos. Vareta joven de 0.2 a 0.5 mt.	Se ubican los arboles criollos y se seleccionan los frutos con las características deseadas. Para el caso de la vareta se seleccionan las plantas con las características deseadas.

Fuente: Agropecuaria Atitlán S.A



### 1.4.10.3 Preparación de semilla

Ya que se ha seleccionado el fruto con las características deseadas se procede de la siguiente manera para preparar la semilla:

**Cuadro 3.** Preparación de la semilla.

No.	Cultivo	Preparación Semilla
1	Café	Se despulpa, se fermenta, se lava, se seca, se seleccionan los frutos libres de daño y malformaciones. Esto se realiza con la semilla para el patrón y con la semilla para injerto.
2	Quina	Asoleado de la vaina sobre una superficie de nylon hasta que la misma revienta y suelta la semilla, luego es limpiada y recolectada.
3	Macadamia	Se despocha y luego se clasifica la semilla con tamaño deseado, previo a la siembra se remoja por 24 horas y posteriormente se asolea por un máximo de 4 horas.
4	Mangostán	Se parten los frutos, se limpia y se fermenta la semilla por un periodo de 2 días, luego se seleccionan las de mayor tamaño y libres de malformaciones.
5	Pimienta	Se despulpa, se lava y se seleccionan las de mayor tamaño.
6	Aguacate	Se parte el fruto maduro y se limpia la semilla.

Fuente: Agropecuaria Atitlán S.A

#### 1.4.10.4 Almacenamiento de la semilla

El almacenamiento se hace únicamente en tres cultivos, a continuación el procedimiento efectuado:

**Cuadro 4.** Almacenamiento de la semilla.

No.	Cultivo	Almacenamiento
1	Café	Se envasa en costales de yute y se estiba bajo techo en infraestructura adecuada, lejos de contaminantes externos.
2	Quina	Se envasa en frascos oscuros y se almacena en infraestructura adecuada libre de contaminantes.
3	Macadamia	Cuando procede se encostala y se almacena en infraestructura adecuada libre de contaminantes.

Fuente: Agropecuaria Atitlán S.A

#### 1.4.11 Preparación, siembra y mantenimiento de semilleros

##### 1.4.11.1 Elaboración de planificación

Se hace una planificación anual tomando en cuenta los aspectos de cultivo, la fecha (mes) y el número de plantas necesarias para la renovación, siembra y resiembra. Posteriormente al iniciar la actividad se comienzan a hacer planificaciones semanales, esto se realiza con la finalidad de tener previstas todas las actividades a realizar dentro del semillero y actividades de mantenimiento.

#### **1.4.11.2 Trazado de camas**

Se inicia con la medición y determinación de la cantidad de semillas que se deberán sembrar, esto dependerá en gran proporción del tamaño de las camas. Las camas deberán tener un metro de ancho y el largo también estará en función de la cantidad de semillas que se siembren. Las camas se marcan con rafia y estacas.

#### **1.4.11.3 Preparación de camas**

Habiendo delimitado anteriormente las dimensiones de la cama se procede a preparar el suelo, utilizando un azadón volteando el suelo a una profundidad no menor de 0.30 metros hasta cumplir con toda el área delimitada por la cama. Posteriormente, se aplica una cama de 0.10 metros de arena blanca, se mezcla hasta homogenizar y se le comienza a dar forma a la cama que al final deberá tener una altura aproximada de 0.15 metros sobre el nivel del suelo. Aproximadamente seis días después de haber hecho la cama se procede a desinfectarla utilizando un fungicida e insecticida.

#### **1.4.11.4 Siembra de semilleros**

Se procede a sembrar la semilla cuando la cama ya está realizada, dependiendo del cultivo seleccionado. Se siembra entre surcos a una distancia de 0.10 metros o al voleo (consiste en aplicar semillas al suelo sin ningún patrón de aplicación en específico). La profundidad de la siembra es dos veces el diámetro de la semilla.

#### **1.4.11.5 Protección de cama**

Las camas al ser sembradas en su totalidad se procede a protegerlas, esto se hace con una estructura formada con nylon y varas de bambú que pretende proteger el suelo sembrado. Se hace a una altura aproximada de 0.5 metros.

#### **1.4.11.6 Mantenimiento y protección del semillero**

El mantenimiento del semillero lo constituyen las actividades de limpia manual, aplicaciones de fungicidas o insecticidas si es que el cultivo lo requiere y mantener un riego constante para el buen desarrollo de la planta. También, se busca proteger la cama de erosión y compactación de suelo, para ello se utiliza material vegetal de origen gramíneo.

#### **1.4.12 Preparación de sustrato, llenado y trasplante**

##### **1.4.12.1 Preparación de sustrato**

Para la elaboración de sustrato se utiliza una mezcla de tierra negra, Lombricompost y arena blanca. En el caso del limón la proporción es de 70% tierra negra libre de piedras o basuras, 20% de Lombricompost y 10% de arena blanca. En todos los demás cultivos se hace en una proporción de 40%, 40% y 20% de la misma mezcla que debe ser completamente homogénea.

##### **1.4.12.2 Llenado de bolsas**

El llenado de bolsas constituye el segundo paso cuando el establecimiento del cultivo se hará en bolsa, se llena una a una, compactando el suelo y verificando que no hayan espacios o dobleces entre la bolsa. Se colocan en hileras de manera ordenada con espacio entre calle de 0.5 a 1 metro y se pueden hacer varias hileras dependiendo del cultivo que se pretenda establecer.

##### **1.4.12.3 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 e insecticida.

#### **1.4.12.4 Protección de almácigos**

En algunos cultivos, tal es el caso del café, mangostán y quina se protegen con hojas de corozo o manaco con el objetivo de reducir la cantidad de luz que llega hacia el cultivo para que su desarrollo sea óptimo ya que así lo requieren.

#### **1.4.12.5 Mantenimiento de almácigo**

El mantenimiento de almácigo lo constituyen las actividades de limpia manual, aplicaciones de fungicidas o insecticidas dependiendo de lo que requiera el cultivo y aplicaciones de fertilizantes ya sea vía foliar o al suelo. También, se requiere entre las actividades el riego teniendo un intervalo no mayor a 3 días.

#### **1.4.12.6 Verificación por supervisión**

En todas las actividades antes descritas existe una verificación por supervisión, ésta se hace en todas las etapas de las actividades y se hace con el fin de verificar el cumplimiento de la actividad de semillero, el rendimiento diario del personal operativo y el avance diario de la actividad. El asistente del proceso al verificar que no se está cumpliendo con las indicaciones dadas por el supervisor, se procederá a rectificar la labor.

### **1.4.13 Preparación del terreno, siembra, resiembra y renovación**

#### **1.4.13.1 Preparación del terreno**

Las actividades se desglosan de la siguiente manera:

#### **1.4.13.2 Limpia del terreno**

Esta actividad consiste en la eliminación de maleza cuando el cultivo a establecer lo amerite y pueden ser de tres tipos:

Limpia Manual: El personal afila los machetes o azadones a utilizar.

- Limpia Mecanizada: Se hace la recarga de combustibles y después se procede con una revisión de funcionamiento de las chapeadoras.
- Limpia con Herbicida: Se inicia con el acomodamiento del equipo e insumos a utilizar, luego el mezclador prepara la mezcla de acuerdo al Instructivo de Mezcla IN-NP-01, una vez realizada la mezcla se procede al llenado de mochilas, cuando sea necesario o al menos una vez por semana, se realiza la calibración del equipo de aplicación para medir descargas.

### 1.4.13.3 Estaquillado

Consiste en la medición y marcaje de los puntos donde se ubicará el determinado cultivo a establecer. Para el estaquillado deben tomarse en cuenta varios factores importantes que son: distanciamiento de siembra, sistema de siembra, cultivo a establecer y topografía del suelo. A continuación una tabla con la lista detallada de cultivos y su respectivo distanciamiento:

**Cuadro 5.** Distanciamiento de siembra en la tarea de estaquillado.

Cultivo	Distanciamientos de Siembra en Metros								
Limón	7 x4	6 x4							
Café	1 x 1.9	1 x 2	0.80 x	1.60	1.5 x 2	1.25 x 2	0.85 x	1.95	
Hule	2.75 x 6	2.8 x 7	3.3 x 6.6	3 x 6	3 x 3 x	11			
Quina	1.5 x 1.6								
Macadamia	8 X 8	6 X 7	6 X 6 X	22	4 X 8	24	6 X 6 X	8 X 8 X	7 X 7 X
Mangostan	6 X 6	8 X 8	7 X 7	4 X 6	4 X 5				
Pimienta	5.5 X 13.5	4 X 6	6 X 7	4 X 8	3 x 5	5 x 5			
Bambú	7 x 7	10 x 10							
Pony	0.0508 X								
	0.127								
Aguate									

Fuente: Agropecuaria Atitlán S.A

#### 1.4.13.4 Ahoyado

Consiste en realizar los agujeros en la posición determinada a través del estaquillado, puede realizarse de manera manual y mecanizada. El tamaño de los agujeros van a depender del tipo de cultivo al igual que la separación entre si. A continuación una tabla con los distanciamientos utilizados.

**Cuadro 6.** Dimensiones del ahoyado.

Cultivo	Dimensiones del Ahoyado en Metros
Limón	0.508 X 0.508 X 0.508
Café	0.3048 x 0.3048 X 0.3048
Hule	0.508 X 0.508 X 0.508
Quina	0.3048 x 0.3048 X 0.3048
Macadamia	0.508 X 0.508 X 0.508
Mangostán	0.508 X 0.508 X 0.508
Pimienta	0.508 X 0.508 X 0.508
Bambú	0.3048 x 0.3048 X 0.3048
Aguacate	x X

Fuente: Agropecuaria Atitlán S.A

#### 1.4.13.5 Aplicación de cal dolomítica

Esta actividad se realiza al momento en que se realiza el ahoyado y como mínimo un mes antes de realizar la siembra en el área. Consiste en la aplicación de cal dolomítica al suelo con el que se llenara el ahoyado con el objetivo de darle estabilidad al suelo. A continuación una tabla que muestra la cantidad de cal dolomítica aplicada.

**Cuadro 7.** Dosis de cal dolomítica por cultivos.

<b>Cultivo</b>	<b>Dosis de Cal en Kilogramos</b>
Limón	0.9
Café	0.45
Hule	0.9
Quina	0.45
Macadamia	0.9
Mangostán	0.9
Pimienta	0.45
Bambú	-----
Pony	-----
Aguacate	0.45

Fuente: Agropecuaria Atitlán S.A

**1.4.13.6 Siembra**

Esta actividad consiste, en la colocación de la planta en el ahoyado hecho previamente cuidando específicamente que la raíz quede en posición vertical, que se aplique fósforo durante el momento de la siembra en capas separadas hasta llenar el agujero donde se sembró la planta, que exista una buena compactación del suelo evitando espacios de aire dentro de agujero y que no queden residuos de las bolsas de polietileno para el caso de plantas que no se siembre en escobo (planta a raíz desnuda). Estas siembras se programan de acuerdo a la planificación.

**1.4.13.7 Resiembra**

Esta actividad es el cubrimiento de espacios vacíos identificados en los lotes de un cultivo determinado, que puede ser causado por mala siembra, adaptación al ambiente y otros factores que puedan dañar a la planta. Cuando se da la resiembra es necesaria cumplir nuevamente con los procedimientos establecidos desde la preparación de suelo.



#### **1.4.13.8 Renovación**

Esta actividad es el cambio total de un lote de un cultivo ya establecido por el mismo cultivo. Debe ser planificada, y es la eliminación total de un cultivo, posteriormente se hace nuevamente todos los pasos anteriores desde la preparación del suelo.

### **1.5 JERARQUIZACIÓN DE PROBLEMAS**

Entre los principales problemas observados en la finca, se han establecido por orden de importancia los que causan o producen mayores daños e infringen un daño económico considerable, a continuación un resumen de los más importantes:

1. Época lluviosa con un alto índice de precipitación pluvial proveyendo de las condiciones adecuadas en los cultivos para la reproducción de entes fitopatógenos.
2. Organización, orden y limpieza en áreas específicas e importantes de la finca, áreas en las cuales se desempeñan actividades de suma importancia del área productiva de todos los cultivos establecidos, como por ejemplo, el almacigo de cultivos.
3. Certificaciones estrictas y determinantes en el uso restringido de productos fitosanitarios, utilizando así mayor tiempo en la aplicación de productos y respetando también así el tiempo de espera por residualidad del producto.
4. Utilización de métodos anticuados y probablemente obsoletos en la aplicación de ciertos productos en el área de hule de la finca, pudiendo utilizar métodos con mayor eficiencia tanto de aplicación como de eficiencia.
5. Variación y elevación de costos de producción debido al alza en los precios de los insumos utilizados en la finca.
6. Persistencia de enfermedades por prohibición en la utilización de algunos plaguicidas e ignorar productos efectivos para el control de las mismas.

### 1.5.1 Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas

#### Fortalezas

- Almacigo los cultivos.
- Existencia de varios cultivos (todos certificados).
- Cultivos en asocio.
- Siempre hay cultivos en producción.
- Monitoreo periódico.
- Buen control cultural.
- Buen control agrícola.
- Evaluación a campo abierto.
- Documentación y registro de actividades.
- Planificación diaria.
- Producción de Lombricompost.
- Personal profesional para la planificación, ejecución y evaluación de los proyectos que se desarrollan en la finca.
- Agricultores capacitados para la ejecución de los proyectos.
- Control biológico.
- Buena ubicación de la finca.

#### Oportunidades

- Innovación en laboratorios competentes para la identificación de potenciales plagas que se presenten.
- Utilización e innovación en la utilización de métodos de control biológico de plagas y enfermedades.
- Exploración de variedades resistentes a enfermedades que afectan a los diferentes cultivos establecidos en finca.
- Utilización e innovación constante en equipos de aplicación fitosanitaria para ser más eficientes con los recursos e insumos que se necesitan.

### Debilidades

- Problemas en la compra de insumos o maquinaria y equipo, ya que el tiempo de espera es muy largo y en ocasiones se necesitan los productos rápidamente.
- Laboratorios con deficiente equipo.
- Traslape de actividades por mala organización o planificación a destiempo,
- Falta de personal de trabajo en periodos cumbres de aplicaciones fitosanitarias.
- Monitoreo de actividades a destiempo por falta de tiempo, provocando así problemas que se podrían evitar.

### Amenazas

- Condiciones climáticas muy severas, agudizando humedad en los cultivos de la finca y generando así ambientes propicios para la reproducción de entes fitopatógenos.
- Restricción en la utilización y dosificación de productos fitosanitarios por certificación vigente.
- Variación en los precios de los insumos utilizados en la finca, aumentado así los costos de producción.
- Persistencia de enfermedades por prohibición en la utilización de algunos plaguicidas e ignorar productos efectivos para el control de las mismas.

## 1.6 CONCLUSIONES

- Los cultivos establecidos en finca “Panamá” cuentan con el respaldo de entes certificadores: El limón cuenta con tres entes certificadores: Rainforest Alliance, Globalgap y David Fresh. El café lo certifica Globalgap. El hule cuenta con el respaldo certificador de FSC (Forest Steward Council). La macadamia y el mangostán son certificados por Rainforest Alliance y Globalgap y los cultivos pimienta y quina los certifican Rainforest Alliance.
- Los cultivos establecidos en la finca “Panamá” requieren de almácigo antes de llevarlos a campo definitivo.
- El principal problema identificado en la finca “Panamá” fue la cantidad de precipitación pluvial anual en los meses de junio a septiembre, que provoca las condiciones favorables para el desarrollo de fitopatógenos.


## 1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. AGRATISA (Agropuecuaria Atitlán, S.A., GT). 2013. Organización (en línea). Guatemala. Consultado 5 mar 2013. Disponible en <http://www.agratisa.com/>
2. Camacho, E. 1970. Injerto de macadamia en Turrialba, Costa Rica. Costa Rica, IICA / CATIE. 12 p.
3. Condomí, LP. 2012. Políticas generales administrativas "AGRATISA". Guatemala, Agropuecuaria Atitlán, S.A. p. 12-15.
4. Cruz S, JR De la. 1982. Zonas de vida de Guatemala. Guatemala, INAFOR. 42 p.
5. El cultivo del café (en línea). España, INFOAGRO. Consultado 6 mar 2013. Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cafe.htm>
6. El cultivo del limón (en línea). España, INFOAGRO. Consultado 6 mar 2013. Disponible en <http://www.infoagro.com/citricos/limon.htm>
7. HORCALSA, GT. 2013. Cal dolomítica (en línea). Guatemala. Consultado 6 mar 2013. Disponible en [http://www.horcalsa.com/descargas/manual\\_cal.pdf](http://www.horcalsa.com/descargas/manual_cal.pdf)
8. Mercedes, JR. 2006. Cultivo del bambú; Guía técnica (en línea). República Dominicana, Centro para el desarrollo agropecuario y forestal. 72 p.
9. Simmons, Ch; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.



*Rolando Ramos*





**CAPÍTULO II**

**EVALUACIÓN DE FERTILIZANTES DE LIBERACIÓN CONTROLADA Y CONVENCIONALES EN EL CULTIVO DE MACADAMIA (*MACADAMIA INTEGRIFOLIA*) EN LA ETAPA DE ALMÁCIGO. FINCA PANAMÁ, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**





## 2.1 INTRODUCCIÓN

Agropecuaria Atitlán S, A. es una empresa dedicada a producir productos de primera calidad, además es fuente de empleo para cientos de guatemaltecos. Los productos agrícolas que Agropecuaria Atitlán ofrece a sus clientes han sido tratados con los más altos estándares de calidad. Su misión es utilizar los recursos eficientemente con la finalidad de ofrecer productos agrícolas de calidad requerida por los mercados.

En el mercado agrícola actual de Guatemala existen una gama de fertilizantes muy amplia, productos que se distribuyen por diferentes casas comerciales. Algunos de estos han sido utilizados por muchos años, aunque con el paso del tiempo se propone la utilización de nuevos productos.

Con el presente trabajo se pretende evaluar la calidad de dos productos fertilizantes que tienen la particularidad de ser de liberación controlada; en este documento se evaluaron fertilizantes de liberación controlada de 12 meses, por lo cual, se implementó un experimento en macadamia, siendo este, uno de los principales cultivos establecidos en la finca; se le conoce como reina de las semillas y Guatemala ocupa el sexto puesto a escala mundial en la producción de esta semilla (ANACAFE 2004).

Esta es una generación de fertilizantes, los cuales tienen la característica especial de ser de liberación controlada. En este caso en macadamia, la liberación de nutrientes se hace por un lapso determinado de tiempo. Las moléculas de estos fertilizantes funcionan mediante un proceso físico de difusión, es decir, las moléculas son degradadas estrictamente en el tiempo indicado, en función al clima, humedad y otros factores influyentes. Esto se logra con ayuda de una capa o camisa que recubre toda la cápsula en donde las sustancias nutritivas están almacenadas, ésta camisa es permeable al agua y se degrada a través del tiempo.

En Guatemala existen empresas de producción intensiva de cultivos; el manejo nutricional que se les da corresponde a la fisiología de cada cultivo, sin embargo, la relación beneficio-costos es muy alta en algunas ocasiones; de esta manera se hace necesaria la implementación de nuevos métodos de manejo nutricional. Por lo que los fertilizantes de

mecanismos de liberación controlada pueden ser un excelente sustituto para reducir dichos costos en mano de obra y corregir posibles problemas nutricionales que la planta presente.

Todos los cultivos necesitan de una buena nutrición en sus primeros estados fenológicos para que se desarrollen de una manera adecuada y sean productivos a lo largo del tiempo. Es por ello que se buscan oportunidades de volver más eficientes los procesos productivos, para que este desarrollo en las plantillas se mantenga estable y los mismos sean más eficientes. Una de las principales razones por lo que se desarrollan constantemente productos fertilizantes y en este caso fertilizantes de liberación controlada es ayudar en la nutrición de las plantas y simplificar el manejo agronómico.

Teniendo la oportunidad de comprobar y mejorar los procesos nutricionales de la plantilla, se pretende comparar los productos fertilizantes utilizados convencionalmente y los de liberación controlada; para determinar cuál es más eficiente y económicamente viable; ya que el objetivo fundamental es la sustitución de fertilizantes y la aplicación de estos mismos en una única dosis para ahorrar mano de obra y mejorar el estado nutricional de la plantilla; haciendo que este sea un proyecto necesario desde el punto de vista nutricional y económico. Por lo planteado anteriormente se hizo necesaria la evaluación de dos fertilizantes de mecanismos de liberación controlada, plantacote pluss y basacote pluss, fertilización convencional de finca "Panamá" y una dosis única de fertilizante convencional, ambos fertilizantes de mecanismos de acción controlada con una liberación en un lapso de 12 meses aproximadamente.

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 El cultivo de macadamia

#### 2.2.1.1 Características

La macadamia pertenece a la familia de las potaceas y es originaria de los bosques lluviosos costaneros del litoral de Australia, por consiguiente se adapta a regiones comprendidas entre las zonas de vida denominadas bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo tropical, y bosque muy húmedo premontano. (ANACAFÉ, 2004).

Su introducción a Guatemala no se puede determinar con precisión pero en el año de 1958 se introdujeron semillas de variedades procedentes de Hawai. Estos materiales fueron manejados por el Instituto Agropecuario Nacional, escuela de agricultura y estación experimental de Chocolá. (ANACAFÉ, 2004).

Es un árbol de siete a doce metros de altura, alcanzando hasta los veinte metros en Australia, fruto en drupa indehisciente, globular, de 2-3 cm de diámetro, con cubierta leñosa y 1-2 semillas globosas. La madera es de veta gruesa y dura, pero las ramas son quebradizas y se desenganchan y caen fácilmente. (ANACAFÉ, 2004).

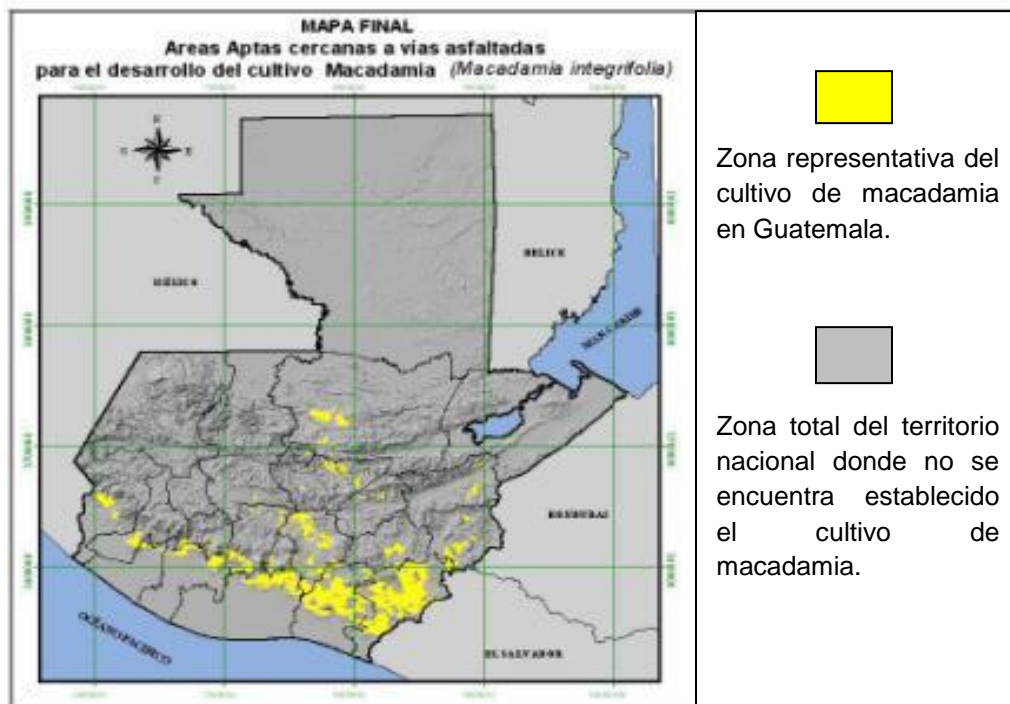
Existen diez especies de macadamia, de las cuales *Macadamia Integrifolia* es preferida por su mayor porcentaje de almendras sanas y mayor uniformidad en el tamaño del fruto; las conchas son lisas y pequeñas, las hojas tienen bordes ondulados con tres hojas por nudo. Las flores son color blanco cremoso agrupado en racimos de 12 a 30 cm. macadamia *Tetraphylla*, más indicada para usarse como patrón debido a su mejor sistema radicular. Con una concha rugosa, grande; hojas con borde aserrado muy espinoso, con cuatro hojas por nudo, nervaduras color púrpura. Las flores son color rosado en racimos de 20 a 50 cm. (ANACAFÉ, 2004).

Las características que se buscan en cultivares comerciales incluyen Producción temprana y normal, alta recuperación de semilla, caída completa de la nuez a su madurez, estructura

fuerte de las ramas, resistencia a ataques de insectos y enfermedades, semillas con alto contenido de aceite y larga durabilidad. Las floraciones de mayor importancia económica ocurren en el mes de agosto, septiembre y octubre durante la época lluviosa. (ANACAFÉ, 2004).

### 2.2.1.2 Beneficios

El cultivo de macadamia ha alcanzado un buen nivel de área sembrada, los principales departamentos productores de la nuez de macadamia son: Alta Verapaz, Baja Verapaz, Chimaltenango, Chiquimula, El Progreso, Escuintla, Guatemala, Izabal, Jalapa, Jutiapa, Quetzaltenango, Quiche, Retalhuleu, Sacatepequez, San Marcos, Santa Rosa, Sololá, Suchitepéquez y Zacapa. Por sus condiciones se puede asociar fácilmente con el café. La producción nacional del año 1998 al 2005 en promedio fue de 7500 toneladas (Mezger Matute 2008).



**Figura 2.** Mapa representativo de las áreas de macadamia en Guatemala.

### **2.2.1.3 Ecología**

El cultivo de macadamia prospera en Guatemala en altitudes de 600 a 1,600 msnm, similares a las apropiadas para el cultivo de café. Se adapta a precipitaciones pluviales anuales de 1,000 a 4,000 mm y con niveles adecuados de insolación. En caso de contar con más de dos meses de sequía se recomienda suministrar agua a través de sistemas de riego.

El viento tiene un efecto destructivo en este cultivo, el cuál es mecánico; ya que provoca doblamiento, deformación, caída de frutos inmaduros y volcamiento de árboles. Además los vientos causan una transpiración fuerte lo que provoca deshidratación de las hojas.

La macadamia se adapta desde los 14 hasta los 32 grados centígrados de temperatura. Prospera en suelos franco arenosos, franco arcillosos y arcillosos, se deben evitar los que tengan mal drenaje. Se desarrolla bien en un rango de PH entre 5.5 y 7.0, Por tener sistema radicular muy superficial se necesita que los suelos sean fértiles, sueltos, bien drenados y sin capas impermeables que impidan el crecimiento normal de la raíz.

Las plantaciones se desarrollan bien en pendientes no mayores de 30%. Sin embargo en Guatemala las condiciones óptimas para el desarrollo de este cultivo se encuentran en zonas con pendientes inclinadas o quebradas, por lo que es necesario implementar sistemas de conservación de suelos como siembras en contorno, barreras vivas, terrazas en contorno etc. (ANACAFÉ, 2004).

## **2.2.2 Aspectos técnicos del cultivo**

### **2.2.2.1 Semillas**

Se elabora una planificación anual tomando en consideración el cultivo, el mes y el número de plantas necesarias para renovación, siembra y resiembra.

La selección de lote y plantas madre se elabora de la siguiente manera:

Se selecciona el lote o área donde se obtendrá la semilla o material de propagación tomando en cuenta varios aspectos de suma importancia, los cuales son:

- La variedad
- Nivel de producción
- Vigor
- Resistencia a plagas y enfermedades.

Una vez seleccionado el lote y las plantas madre se procede a seleccionar el fruto como un procedimiento de cosecha con las siguientes características:

Fruto más grande con cáscara de color verde. Vareta tierna entre 0,40 y 1 metro de largo. Para esto, se ubica la variedad deseada, se identifica la planta que sea joven y se selecciona el fruto con la característica deseada.

#### **2.2.2.2 Preparación de semilla**

Ya que se ha seleccionado el fruto con las características deseadas se procede de la siguiente manera para preparar la semilla:

Se descascara y luego se clasifica la semilla con tamaño deseado, previo a la siembra se remoja por 24 horas y posteriormente se asolea un máximo de 4 horas.

#### **2.2.2.3 Almacenamiento de la semilla**

El almacenamiento se hace únicamente en tres cultivos, abarcando el cultivo de macadamia que a continuación se describe

Cuando procede se encostala y se almacena en infraestructura adecuada libre de contaminantes.

### **2.2.3 Preparación, siembra y mantenimiento de semilleros**

Se hace una planificación anual tomando en cuenta los aspectos de cultivo, la fecha (mes) y el número de plantas necesarias para la renovación, siembra y resiembra. Posteriormente al iniciar la actividad se comienzan a hacer planificaciones semanales, esto se realiza con la finalidad de tener previstas todas las actividades a realizar dentro del semillero y actividades de mantenimiento (AGROPECUARIA ATITLÁN 2010).

#### **2.2.3.1 Trazado de camas**

Se inicia con la medición y determinación de la cantidad de semillas que se deberán sembrar, esto dependerá en gran proporción del tamaño de las camas. Las camas deberán tener un metro de ancho y el largo también estará en función de la cantidad de semillas que se siembren. Las camas se marcan con rafia y estacas.

Habiendo delimitado anteriormente las dimensiones de la cama se procede a preparar el suelo, utilizando un azadón volteando el suelo a una profundidad no menor de 0.30 metros hasta cumplir con toda el área delimitada por la cama. Posteriormente, se aplica una capa de 0.10 metros de arena blanca, se mezcla hasta homogenizar y se le comienza a dar forma a la cama que al final deberá tener una altura aproximada de 0.15 metros sobre el nivel del suelo. Aproximadamente seis días después de haber hecho la cama se procede a desinfectarla utilizando un fungicida e insecticida (AGROPECUARIA ATITLÁN 2010).

#### **2.2.3.2 Siembra de semilleros**

Se procede a sembrar la semilla cuando la cama ya está realizada, específicamente para el cultivo de macadamia se siembra entre surcos a una distancia de 0.10 metros y 0.10 metros entre planta, por las características del cultivo no se siembra al voleo.

Las camas al ser sembradas en su totalidad se procede a protegerlas, esto se hace con una estructura formada con nylon y varas de bambú que pretende proteger el suelo sembrado. Se hace a una altura aproximada de 0.5 metros.

El mantenimiento del semillero lo constituyen las actividades de limpia manual, aplicaciones de fungicidas o insecticidas si es que el cultivo lo requiere y mantener un riego constante para el buen desarrollo de la planta. También, se busca proteger la cama de erosión y compactación de suelo, para ello se utiliza material vegetal de origen gramíneo.

La macadamia en estas condiciones tiene un porcentaje de germinación del 95% se traslada a las 60 días a bolsa (AGROPECUARIA ATITLÁN 2010).

## **2.2.4 Preparación de sustrato, llenado y trasplante**

### **2.2.4.1 Preparación de sustrato**

El sustrato está compuesto en una proporción de 40%, 40% y 20% de tierra negra, Lombricompost y arena blanca respectivamente, la misma mezcla debe ser completamente homogénea (AGROPECUARIA ATITLÁN 2010).

### **2.2.4.2 Llenado de bolsas**

El llenado de bolsas constituye el segundo paso cuando el establecimiento del cultivo se hará en bolsa, se llenan compactando el suelo y verificando que no hayan espacios o dobleces entre la bolsa. Se colocan en hileras de manera ordenada con espacio entre calle de un metro (AGROPECUARIA ATITLÁN 2010).

### **2.2.4.3 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 e insecticida (AGROPECUARIA ATITLÁN 2010).

### **2.2.4.4 Protección de almácigos**

En algunos cultivos, tal es el caso del café, mangostán y quina se protegen con hojas de corozo o manaco con el objetivo de reducir la cantidad de luz que llega hacia el cultivo para que su desarrollo sea óptimo ya que así lo requieren (AGROPECUARIA ATITLÁN 2010).



#### **2.2.4.5 Mantenimiento de almácigo**

El mantenimiento de almácigo lo constituyen las actividades de limpia manual, aplicaciones de fungicidas o insecticidas dependiendo de lo que requiera el cultivo y aplicaciones de fertilizantes ya sea vía foliar o al suelo. También, se requiere entre las actividades el riego teniendo un intervalo no mayor a 3 días (AGROPECUARIA ATITLÁN 2010).

#### **2.2.4.6 Verificación por supervisión**

En todas las actividades antes descritas existe una verificación por supervisión, ésta se hace en todas las etapas de las actividades y se hace con el fin de verificar el cumplimiento de la actividad de semillero, el rendimiento diario del personal operativo y el avance diario de la actividad. El asistente del proceso al verificar que no se está cumpliendo con las indicaciones dadas por el supervisor, se procederá a rectificar la labor (AGROPECUARIA ATITLÁN 2010).

### **2.2.5 Aspectos generales del cultivo de macadamia**

#### **2.2.5.1 Vivero**

Se recomienda buscar un área plana, libre de viento fuerte, accesible al transporte y cercana al área para riego. Para habilitar el área es necesario limpiar el terreno de malezas o guatales, trazar líneas rectas para guiar el raspado o zanjeado donde se colocaran las bolsas; el almácigo hay que separarlo en bloques dejando calles de 1 vara para permitir el laboreo.

La mezcla de suelo para llenar las bolsas es en proporciones de 2:2:1 es decir 40% de tierra, 40% de materia orgánica obtenida de la descomposición de la cáscara de nuez del año anterior y 20% de arena blanca.

El tamaño de bolsa a utilizar es de 8x15x0.04 pulgadas para tutores y para patrones la bolsa debe medir 10x20x0.06 pulgadas. En áreas con mucha pendiente se coloca un soporte de

alambre, tarro, pita o estacas detrás de las bolsas para evitar que se caigan. Es necesario tratar los suelos con fungicidas e insecticidas nematicidas para evitar ataque de plagas y enfermedades (AGROPECUARIA ATITLÁN 2010).

### **2.2.5.2 Injertación**

Esta debe hacerse cuando las plantas tengan un grosor de 1,5 a 2 cm y a una altura de 10 cm del suelo, tamaño que alcanzan más o menos al año del trasplante (AGROPECUARIA ATITLÁN 2010).

### **2.2.5.3 Establecimiento de plantación**

Distanciamientos de siembra: Para diferentes altitudes se recomiendan distanciamientos distintos así: De 600 a 1,100 msnm se debe sembrar a 9 o 10 metros al cuadro o sea de 100 a 123 árboles por hectárea. De 1,100 a 1,400 msnm se debe sembrar a 7 metros al cuadro o sea 204 árboles por hectárea. DE 1,400 a 1,600 msnm. Se puede plantar a 6x6 metros lo que da una densidad de 278 árboles por ha. Las dimensiones del ahoyado son de 40x40x40 pulgadas. Debido a que los marcos de plantación son amplios se han intercalado con diversos cultivos principalmente con el café por coincidir con las condiciones ecológicas.

Manejo de plantas: 2 a 4 meses antes del trasplante deberá podarse la raíz pivotante a nivel de la parte inferior de la bolsa, con esta poda se estimula el desarrollo de un sistema radicular compacto y seguridad en el trasplante.

Siembra: Al colocar la planta en el hoyo, corte la bolsa para separarla del pilón que se ha formado; en el momento de la siembra aplicar 3 onzas de fertilizante triple superfosfato a la mitad del ahoyado (AGROPECUARIA ATITLÁN 2010).

### **2.2.5.4 Fertilización**

La macadamia no tolera condiciones pobres en nutrición y a las primeras señales de deficiencia se ve una marcada reducción en la producción y luego la decadencia en la

condición del árbol con menos cantidad de hojas y mas distanciadas. Lo ideal es basarse en un análisis de suelos, que permita establecer los niveles de fertilidad del suelo y las distintas relaciones entre los elementos nutricionales, sin embargo se puede recomendar los siguientes elementos y dosis: Las fertilizaciones con ureas y productos basados en potasio son necesarias y se recomienda en fertilizaciones Nitrogenadas una aplicación de 25 a 50 gramos por año por árbol. La fertilización con Potasio se recomienda en relación de 1:1 con nitrógeno hasta un quinto año y del sexto año en adelante la relación puede variar de 1.25 a 1.50:1.

Las aplicaciones de calcio se harán dependiendo de las condiciones de pH. Las aplicaciones de cal dolomítica estarán siendo regidas por el contenido de potasio y magnesio con que cuenta el suelo. El Boro se puede considerar el elemento más importante en la nutrición de la macadamia, es responsable de la división celular, la germinación del polen, transporte de carbohidratos a través de las paredes celulares, y el desplazamiento de las hormonas en la planta. Las flores y las frutas son especialmente sensibles a la deficiencia de boro. Las aplicaciones de boro foliar dan buenos resultados en el aumento de la producción, en la recuperación y aumento de la calidad de la nuez. Se pueden aplicar 500cc por tonel de 200 litros de agua. Al suelo se pueden agregar 3 gramos de solubor o borax por árbol. El Zinc juega una función importante en la fertilidad de la parte femenina de las flores de macadamia, se deben hacer aplicaciones de zinc en forma foliar con una dosis de 500cc por tonel de agua (RUEDA 2001).

#### **2.2.5.5 Plagas**

Cuando ocurren las floraciones del mes de julio hay que iniciar un programa de monitoreo de plagas como trips, áfidos, Chicharritas etc. 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.

Las principales plagas que afectan la macadamia son:

Chicharritas: también llamadas loritos verdes, piojo saltón, afectan el follaje provocando quemaduras, amarillamiento y un detenimiento general del crecimiento vegetativo; afectan a las flores en su estado de primordio floral evitando su desarrollo y pueden ocasionar una baja considerable en las producciones.

Control: cuando el nivel crítico de 2 chicharritas por meristemo por árbol se ha superado se pueden hacer dos tipos de control. Cultural: control eficaz de malezas, hacer rondas, eliminar hospederos alternos como fríjol y otros. Químico: se pueden aplicar insecticidas como malathion, thidan, sevin etc.

Trips: Son insectos que afectan las inflorescencias al momento en que estas se abren provocando secamiento parcial o completo de estas; evitando el cuaje de frutos, también daña los frutos pequeños deformándolos y provocando que estos sean abortados por la planta.

Control: uso de variedades tolerantes, cultivos trampa como el palo de agua, eliminación de malezas especialmente la mejorana. Además se pueden hacer aplicaciones con Microcap, malathion, piretroides etc.

Gusano Barrenador del fruto: *Ecditholopha thorthicornis*, el insecto adulto es una palomilla que deposita sus huevos en las nueces tiernas, y las larvas al eclosionar perforan las nueces tiernas provocando pérdidas en producción.

Control: recolección de todas las nueces buenas y destrucción de las nueces dañadas; aplicación de thiodan a razón de 500cc por 200 litros de agua (Benitez Coronado 1999b).

#### **2.2.5.6 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 desprendible.

El control debe ser preventivo evitando comprar almácigos sin estándares adecuados de sanidad, calzar bien las plantas al momento de la siembra y al encontrar árboles con daño hacer aplicaciones de fungicidas sistémicos al área infectada.

Botritis: ataca 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. El control se puede hacer preventivo con Carbendazim a razón de 400 cc por 200 litros de agua.

Rhizoctonia Sp. Rosellinia Sp: Los síntomas son 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 u 8 días después del primer síntoma.

Control: Eliminar por completo árboles muertos, arrancar raíces y quemarlas o sacarlas de la plantación. Aplicar fungicidas sistémicos específicos para el control de los hongos mencionados. Aplicación de abonos orgánicos como la cáscara de la nuez (Benitez Coronado 1999b).

#### **2.2.5.7 Control de Malezas**

El control de malezas se hace para evitar competencia de malezas con la plantación y para mantener el plato de cosecha limpio. Integrando varios métodos de control que son:

Método manual: eliminación de malezas con machete, es más utilizado en plantaciones nuevas, principalmente en la época lluviosa para evitar erosiones hídricas.

Método mecánico: Se utilizan chapiadoras con personal especializado y protectores, para evitar daños en los tallos. Es aplicable en plantaciones adultas de 8 años en adelante.

Control químico: Se utiliza en plantaciones en crecimiento y se puede generalizar en la época seca, se utilizan herbicidas quemantes o sistémicos (Benitez Coronado 1999a).

## **2.2.6 Manejo pos-cosecha**

La exportación de nuez de macadamia implica un proceso industrial que se resume a continuación (Brenes, C; Reyna Aires, JR; Mérida Cifuentes, M. 1990).

### **2.2.6.1 Pelado**

Luego de recogida la fruta, (dentro de 24 horas de la cosecha para reducir la respiración en calor y facilitar el secado) se quita mecánicamente la primera cáscara, que es verde y suave. Los desechos de esta cáscara se utilizan como abono orgánico (Brenes, C; Reyna Aires, JR; Mérida Cifuentes, M. 1990).

### **2.2.6.2 Secado**

Se secan las nueces en silos durante 10 días (hasta tres semanas). Durante este proceso la humedad de la nuez se reduce al 0.5 - 1.5 %. La nuez se encoge y se separa del casco, permitiendo que estos se rompan para retirar la nuez sin que sea lastimada. Este es un paso crítico en el proceso de macadamia, no sólo porque puede causar altos volúmenes de nuez rechazada, sino que de su manejo adecuado depende la maximización de la vida en percha del producto final (Brenes, C; Reyna Aires, JR; Mérida Cifuentes, M. 1990).

### **2.2.6.3 Rompimiento del casco**

Se procede a quitar, también mecánicamente, la segunda cáscara, que es café y dura. La maquinaria utilizada está diseñada para proteger la nuez dentro del casco. Se utilizan

sistemas de cuchillas fijas y móviles, o rollos que comprimen la nuez sobre un plato base. La nuez empacada dentro de fundas especiales tiene una vida de un año bajo temperatura de 20° C y atmósfera seca. La vida del producto se puede prolongar hasta por cuatro años bajo una temperatura de 4° C (Brenes, C; Reyna Aires, JR; Mérida Cifuentes, M. 1990).

### **2.2.7 Fertilizantes con mecanismos de liberación controlada**

La mayoría de los fertilizantes convencionales después de aportarse al terreno en cantidades elevadas sobresaturan el suelo con sales y provocan estrés en las plantas cuando el sustrato se reseca por las temperaturas altas y el tiempo seco por lo tanto deben aplicarse cuando hay humedad en el suelo. Solamente unos 30 – 40% de las sustancias nutritivas tienen tiempo de ser asimiladas. El resto se lava del suelo, contaminando el medio ambiente. Como resultado hay que fertilizar las plantas varias veces durante el período vegetativo y eso conlleva a la pérdida del tiempo y en altos grandes. Los fertilizantes de liberación lenta no poseen estos defectos (Brenes, C; Reyna Aires, JR; Mérida Cifuentes, M. 1990).

### **2.2.8 Fertilizantes encapsulados**

Entre la gran variedad de los compuestos para la fertilización de las plantas, los fertilizantes encapsulados son de gran interés. Las sustancias nutritivas están reunidas en los gránulos (cápsulas) envueltos en una camisa especial permeable al agua. Debido a esa camisa se liberan en el suelo paulatinamente bajo la influencia del agua y el calor. Una cápsula envuelta en la camisa semipermeable (membrana) contiene elementos minerales esenciales para el buen desarrollo de las plantas – N, P, K, Mg, B, Cu, Zn, Mn, Mo.

Los fertilizantes de mecanismos de liberación controlada se obtienen al tratar los gránulos de los abonos minerales por la turpetina conífera según la tecnología especial. La membrana resistente de los gránulos conserva sus propiedades durante todo el período de la acción de los fertilizantes: no se rompe al labrar el suelo con los aperos de labranza y tampoco con descenso de la temperatura. El resultado es que las plantas no se someten a la influencia nociva de las concentraciones elevadas de las sales. Después de la introducción de las

cápsulas en el suelo, son penetradas por el agua y las sales minerales se disuelven poco a poco. Con todo eso el período inicial de la acción de las sustancias nutritivas dura 2 – 3 semanas. Debido a este mecanismo las plantas soportan el compuesto y 80 – 90% del contenido de la cápsula se asimila.

Ningunos factores del medio ambiente salvo la temperatura del suelo no afectan a la asimilación de las sustancias nutritivas por las raíces de las plantas. Al descenso de la temperatura del medio ambiente este proceso se retarda pero a la subida de la temperatura no sucede la liberación brusca de las sustancias nutritivas.

Existen los fertilizantes con diferentes plazos de la acción – desde 3 hasta 24 meses (a la temperatura media de 21°C). La temperatura es un factor que puede influir en la degradación de este tipo de fertilizantes.

Cuando las sustancias nutritivas se liberan de la cápsula su membrana se descompone por los microorganismos de suelo. Los fertilizantes de liberación lenta que contienen la matriz soluble en el agua y la membrana polimérica que no se disuelve en el agua se obtienen por la poli condensación del gas natural, metano y cualquier otro hidrocarburo o su mezcla con nitrógeno, óxidos de carbono, amoníaco, agua o su mezcla con nitrógeno, óxidos de carbono, amoníaco, agua o oxígeno en la superficie de la partícula del fertilizante (de potasio, nitrógeno, fósforo, combinado) soluble en el agua en el plasma de la descarga de alta frecuencia de la presión baja. La membrana de plasma polimérica de la cápsula está fijada con las partículas del fertilizante por los enlaces químicos y no se disuelve en el agua.



## 2.2.9 Plantacote Pluss

Plantacote, es un fertilizante recubierto de liberación controlada que libera los nutrientes por un proceso de membrana natural. Sólo la materia prima de alta calidad se utiliza y garantiza un alto nivel de control de calidad en la visualización de los resultados, los nutrientes son manejados en un alto nivel de seguridad para el cultivo y garantía para el productor un desarrollo eficiente de la plántula.

### 2.2.9.1 Beneficios de Plantacote

- Tiempo de liberación no se ve afectado por el tipo de sustrato, el pH, microorganismos o nivel de riego.
- Inicia después de 2-3 semanas, lo que garantiza la seguridad del cultivo de liberación.
- 
- No hay riesgo de estrés salino, incluso después de un almacenamiento de premezclados medios de cultivo para un máximo de 2-3 semanas.
- La liberación de nitrógeno es más pronunciada durante el establecimiento de la planta y la liberación de potasio es más pronunciada en las etapas posteriores.
- Revestimiento seguro Ultra: El duro revestimiento de polímero elástico reduce el daño mecánico durante la mezcla y garantiza la seguridad de los cultivos durante períodos de heladas y el calor.

### 2.2.9.2 La temperatura vs tiempo de liberación

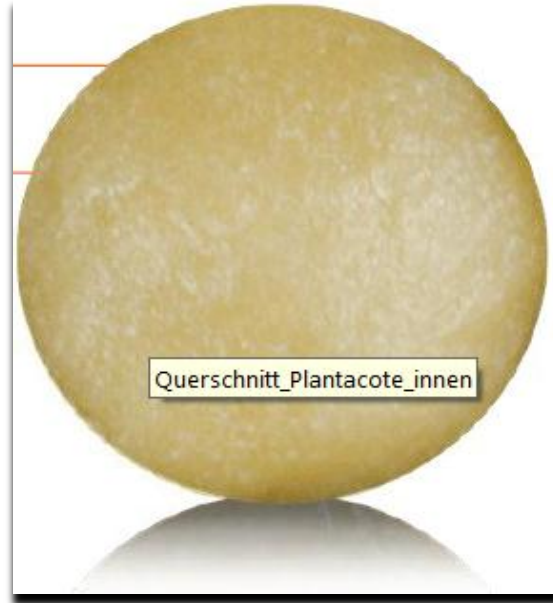
**Cuadro 8.** Relación de la temperatura con la liberación del fertilizante a lo largo del tiempo.

Promedio de T del suelo	Plantacote Pluss 12 M (meses)
15 - 16 °C	14 – 16 meses
20 - 21 °C	12 – 14 meses
26 - 27 °C	10 – 12 meses

Fuente. Elaboración propia.

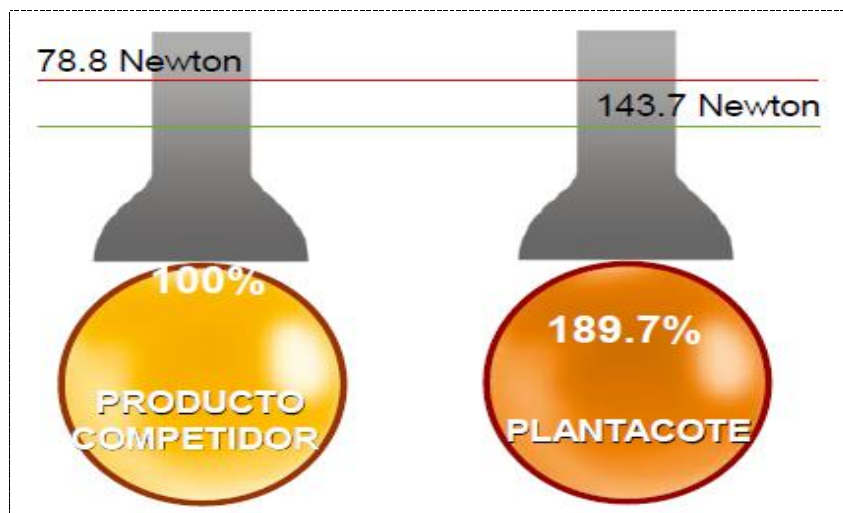
## Arquitectura del granulo

- Granel soluble de nutrientes
- Ammoniumnitrate
- MAP, 2-4 milímetros
- Sulfato de potasio
- Nitrato de potasio
- Sulfato de magnesio
- Boro (sulfato)
- Cobre
- Hierro (sulfato)
- Manganeso (sulfato)
- Molibdeno (sulfato)
- Zinc (sulfato)



**Figura 3.** Vista interior de la cápsula de plantacote.

El grado de resistencia mecánica o punto de fractura de plantacote vs competidor:



**Figura 4.** Resistencia a la presión que puede tener la cápsula de Plantacote contra un producto competidor.

### 2.2.9.3 Composición química de Plantacote

**Cuadro 9.** Composición química de Plantacote Plus y dosis aplicada de nutrientes puros (g) en 15 gramos del producto.

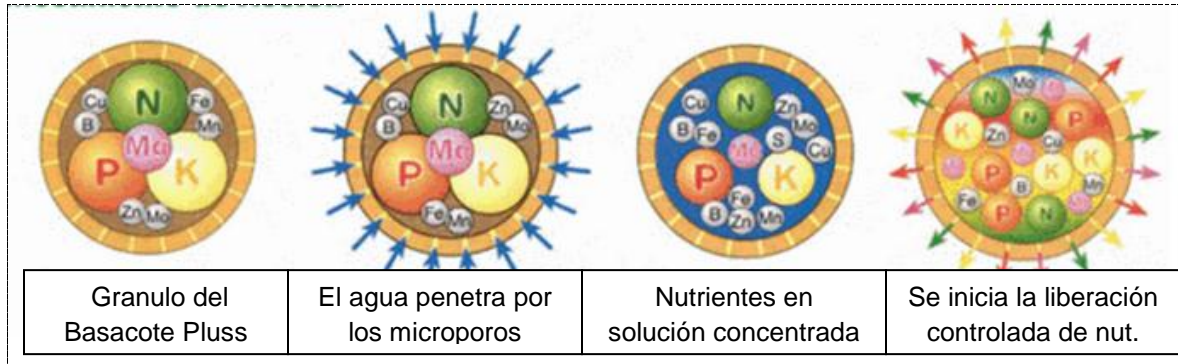
<b>14 % total de nitrógeno (6.3% nítrico; 7,7% amonicacal) 2.1 gramos.</b>
<b>9% de fosforo (7.2% soluble en agua) 1.35 gramos.</b>
<b>15% de potasio soluble en agua 2.25 gramos.</b>
<b>2% de oxido de magnesio total 0.3 gramos.</b>
<b>4% de azufre soluble en agua 0.6 gramos.</b>
<b>0.33% de boro 0.0495 gramos</b>
<b>0.02% de cobre 0.003 gramos.</b>
<b>0.40% de hierro 0.06 gramos.</b>
<b>0.10% de manganeso 0.015 gramos.</b>
<b>0.02% de molibdeno 0.03 gramos.</b>
<b>0.05% de zinc 0.0075 gramos.</b>

Fuente: La Corneta.

### 2.2.9.4 Basacote Plus

Basacote Plus es un fertilizante complejo químico granular (N, P, K, Mg y micro elementos, todos en un mismo gránulo), protegido por un nuevo recubrimiento compuesto de ceras elásticas, que optimizan la liberación controlada de nutrientes ajustándose a las necesidades de las plantas, desarrollado por el Departamento de Investigación y Desarrollo de COMPO Alemania.

### 2.2.9.5 Mecanismo de acción de Basacote



**Figura 5.** Mecanismo de acción del fertilizante basacote.

### 2.2.9.6 Liberación en función de la temperatura

En ambos productos la temperatura es determinante para la liberación de los nutrientes, con temperaturas más altas aumenta la velocidad de liberación y con temperaturas más bajas se disminuye.

**Cuadro 10.** Relación de la temperatura con la liberación de basacote.

Temperatura media del suelo	Basacote plus 12 M
15 °C	13 – 14 meses
21 °C	11 – 12 meses
27 °C	10 – 11 meses

Fuente. Aglucom.

Basacote es un fertilizante que busca brindar a la planta todos los nutrientes que ésta necesite en función del crecimiento de las mismas y minimizar la pérdida de nutrientes por lixiviación.

**Cuadro 11.** Composición química del fertilizante de liberación controlada “Basacote”

<b>Nutrientes</b>	<b>Basacote 12 M</b>
<b>Nitrógeno</b>	15%
<b>Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</b>	8%
<b>Potasio (K<sub>2</sub>O)</b>	12%
<b>Magnesio (MgO)</b>	2%
<b>Azufre (SO<sub>3</sub>)</b>	5%
<b>Hierro (Fe)</b>	0,4%
<b>Cobre (Cu)</b>	0,05%
<b>Manganeso (Mn)</b>	0,06%
<b>Zinc (Zn)</b>	0,02%
<b>Boro (B)</b>	0,02%
<b>Molibdeno (Mo)</b>	0,015%

Fuente: Aglucom.

## **2.3 MARCO REFERENCIAL**

### **2.3.1 Localización**

El casco de finca Panamá, de la empresa “Agropecuaria Atitlán S.A”, está localizada al sur de las faldas del volcán de Atitlán, la cual tiene una alargada (de Norte a Sur) y estrecha (de Este a Oeste) ensanchándose en la parte más baja. Esta pertenece al municipio de Santa Bárbara del departamento de Suchitepéquez.

### **2.3.2 Ubicación Geográfica**

Finca Panamá, “Agropecuaria Atitlán S.A”, se ubica geográficamente entre los meridianos 91° 10´ 42” y 91° 13´ 12” longitud oeste y los paralelos 14° 31´ 21” y 14° 27´ 42” latitud norte. La extensión territorial es de 1,515.44 ha. (33.68 Caballerías).

Las colindancias de Finca Panamá “Agropecuaria Atitlán S.A” son: al norte con la finca Los Andes y con la Reserva Natural de El Quetzal, de la Universidad del Valle; al sur con la Finca San Agustín; al este con la Finca Tarrales y la Finca San Agustín; al oeste con la Finca San Francisco Miramar y comunidad El Esfuerzo.

### **2.3.3 Vías de Acceso y Transporte**

Tomando como referencia la ciudad de Mazatenango, Cabecera departamental de Suchitepéquez, con rumbo a la ciudad capital sobre la carretera Panamericana (CA-2), en el Kilómetro 117.5, lugar denominado como “Chipó”, se encuentra el cruce, el cual conduce al Municipio de Santa Bárbara a 5.5 Kilómetros de distancia, sobre carretera asfaltada. Siguiendo rumbo al norte hacia comunidad El Esfuerzo, a una distancia de 12 kilómetros, se llega al casco de la finca, la carretera es de concreto teniendo fácil accesibilidad en todo el año.

### 2.3.4 Características Biofísicas

Según el sistema ecológico de Holdridge, finca Panamá “Agropecuaria Atitlán S.A.”, se sitúa dentro de la clasificación de Bosque muy Húmedo Subtropical (cálido), (bmh-S(c)), el cual se caracteriza por su vegetación abundante, alta temperatura y alta humedad relativa.

El clima en esta zona corresponde a húmedo y cálido, el clima es muy húmedo y con vegetación natural selva (AA).

Finca Panamá Agropecuaria Atitlán S.A. se encuentra entre los rangos de altitud de 500 hasta los 1000 msnm.

La temperatura mínima es de 15.95 °C y la máxima de 32.6 °C.

La precipitación pluvial promedio anual es de 3,784.6 mm presentándose los meses de lluvia, de mayo a octubre. El mes de mayor precipitación es Septiembre.

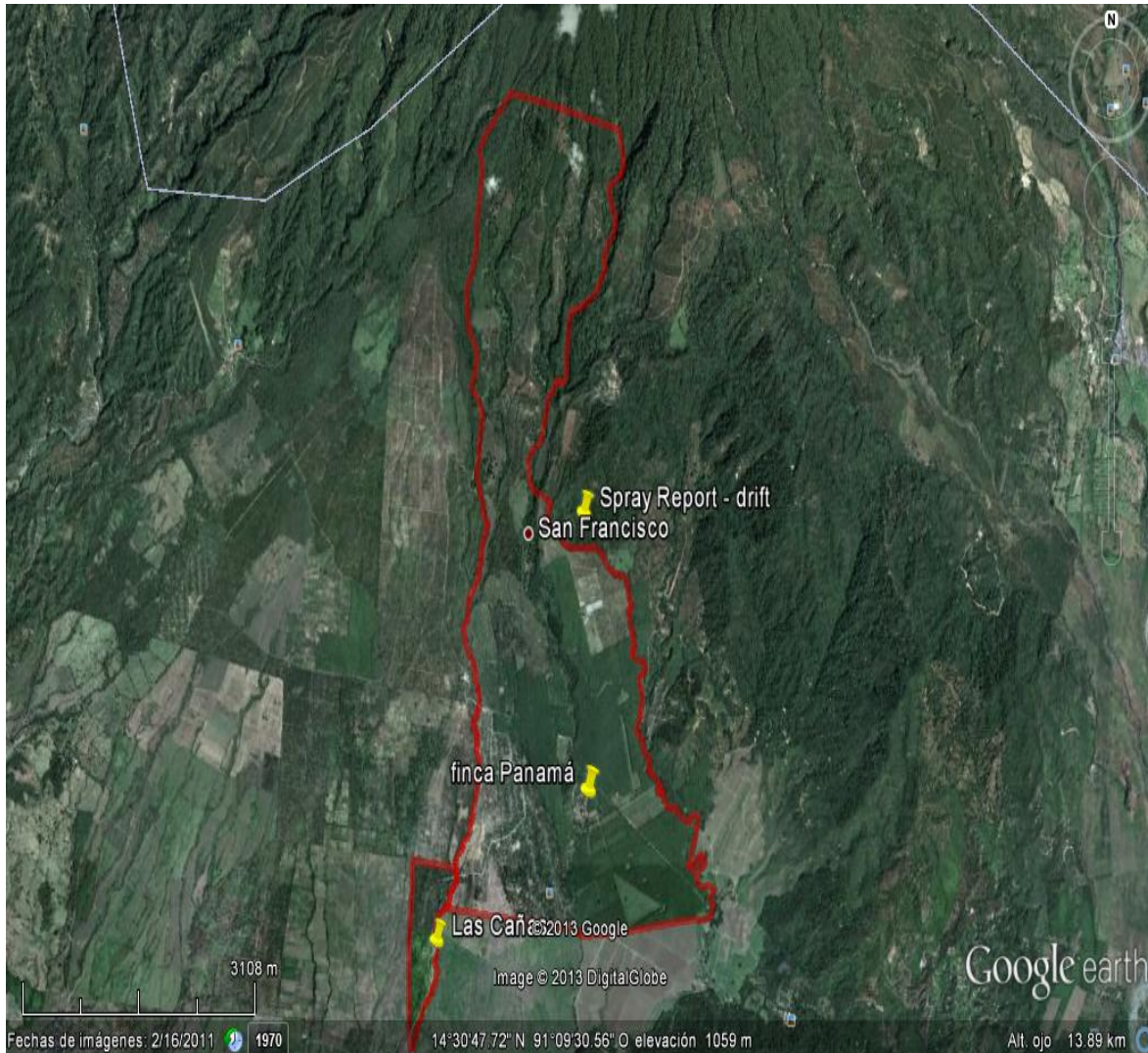
La humedad relativa de Finca Panamá Agropecuaria Atitlán S.A. se encuentra en promedio alrededor del 80%.

La topografía es quebrada en la parte Norte, por el drenaje natural y formación de mesetas angostas en las partes altas. En la parte baja se vuelve ondulada plana.

En Finca Panamá Agropecuaria Atitlán S.A. el material madre que predomina es de origen volcánico, ceniza volcánica. Los minerales presentes son amorfo (Alófana e Imogolita) y Cristobalita. Los suelos que se desarrollan de estos minerales tienen por lo general condiciones físicas muy buenas.

Los suelos de la Finca Panamá se clasifican en suelos Andisoles de acuerdo a la clasificación USDA, Según Simmons los suelos pertenecen al grupo de suelos del declive del pacífico, sub grupo II A, II C, IID, las cuales son las regiones agrícolas más importantes de Guatemala.

El área se localiza sobre lo que se denomina la vertiente del pacífico; finca Panamá, es drenada principalmente por los ríos Sigucán y Coralito, además por quebradas y riachuelos de carácter intermitentes y efímeros que drenan al rio madre vieja, perteneciendo lo mismo a la cuenca del rio Madre Vieja.



**Figura 6.** Mapa representativo de finca “Panamá” y sus colindancias.



## 2.4 OBJETIVOS

### 2.4.1 General

- A. Evaluar el comportamiento de los fertilizantes con mecanismos de liberación controlada y fertilizantes convencionales sobre la nutrición de la plantilla de macadamia (*Macadamia Integrifolia*) en el almácigo de finca “Panamá”.

### 2.4.2 Específicos

- A. Determinar cuál de los programas de fertilización evaluados le proporciona a la planta en almácigo de macadamia la mejor nutrición y desarrollo a lo largo de 12 meses, medido a través de las variables de respuesta (altura, diámetro, concentraciones de N,P,K en tejido vegetal).
- B. Determinar cuál de los dos fertilizantes de liberación controlada es más eficiente en cuánto al desarrollo y nutrición de las plantas de macadamia.
- C. Realizar un análisis económico de los tratamientos evaluados.

## **2.5 HIPOTESIS**

Las medias de las alturas de las plantas, diámetro de tallo y peso en biomasa de todos los tratamientos ensayados no son diferentes.

## **2.6 METODOLOGÍA**

El lote de plantas seleccionadas para la presente evaluación, fue tomado de uno cuyo manejo agronómico había sido el mismo; las plantas fueron seleccionadas totalmente al azar y tenían un desarrollo vegetativo aproximado de 6 meses. El suministro de nutrientes, control de malezas, control de plagas y enfermedades durante la duración del experimento fue el mismo.

## **2.7 MANEJO DEL EXPERIMENTO**

### **2.7.1 Variedad**

La variedad utilizada en la finca “Panamá” y que actualmente es la que está en desarrollo es la macadamia integrifolia variedad 246, su nombre Keauhou, presenta características deseadas, su copa es muy densa y las ramas con uniones muy débiles facilitando la caída del fruto en el área deseada del plateo; presenta hojas espatuladas con borde ondulado, base aguda y ápice obtuso. Su rendimiento es de aproximadamente 55 nueces por libra.

### **2.7.2 Riego**

El riego establecido en almácigo corresponde a la utilización de microaspersores, en plantas de macadamia se utilizan con una descarga aproximada de 35 litros por hora y se utilizan la cantidad y el tiempo necesario (actualmente 3 horas cada 2 días) dependiendo del volumen del cultivo.

### 2.7.3 Tratamientos

En la investigación se evaluó el efecto de cuatro tratamientos; los cuales consistieron en dos fertilizantes de liberación controlada a doce meses; fertilización convencional de la finca Panamá y una dosis única de fertilización convencional. A continuación se enumeran y describen cada uno:

**Cuadro 12.** Dosificación de los tratamientos.

Tratamientos	Dosis y productos
<b>T1 P</b>	15 g Plantacote Plus 12 M/Planta
<b>T2 B</b>	15 g Basacote Plus 12 M/Planta
<b>T3 C</b>	50 cc/mezcla ó 1.70 g de fertilizante cada 20 días.
<b>T4 U</b>	Dosis única igualada en concentración. (convencional=liberación controlada)

- Plantacote plus: 15 g/planta, dosis única recomendada por distribuidor.
- Basacote plus: 15 g/planta, dosis única recomendada por distribuidor.
- Fertilización convencional: 25 libras de fertilizante en 200 litros de agua. La aplicación en la planta fue de 50cc de mezcla de fertilizante al mes.
- Fertilización convencional (testigo): 50cc de mezcla de fertilizante, dosis complementaria de fertilizantes convencionales, igualando así concentración de los nutrientes que contienen los fertilizantes de liberación lenta.

T1 = Plantacote plus: se utilizaron 15 gramos por planta en el tratamiento de este producto, se procedió a pesar el producto con una balanza analítica, posteriormente se hicieron tres posturas por planta (agujeros) y se procedió a verter el producto en estos agujeros y posteriormente se taparon. La dosis utilizada en este tratamiento fué definida por recomendación del distribuidor del producto, este producto proviene de una casa comercial Alemana y elaborado en dicho país europeo por lo que las dosis recomendadas provienen

directamente de investigaciones realizadas por los comerciantes y no existen antecedentes en América Latina que aseguren que sea la dosis correcta.

T2 = Basacote plus: Se utilizaron 15 gramos por planta en el tratamiento de este producto, se procedió a pesar el producto con una balanza analítica, posteriormente se hicieron tres posturas por planta (agujeros) y se procedió a verter el producto en estos agujeros y por último se taparon. Al igual que en el tratamiento anterior, la dosis recomendada de 15 gramos por planta proviene de la misma casa comercial que el producto anterior, al igual que el, este es un producto Alemán y no existen antecedentes en América Latina que aseguren que sea la dosis correcta.

T3 = Fertilización convencional: la fertilización convencional se realizó de acuerdo a lo establecido en el almácigo de la finca. Como se describió anteriormente en el programa de nutrición los productos fertilizantes se mezclan en un tonel de 200 litros, agregando 25 libras de fertilizante al tonel. Posteriormente, se aplican 50 centímetros cúbicos por planta.

T4 = En este tratamiento se realizó una fertilización convencional como complemento llegando a las dosis y concentraciones de los fertilizantes de liberación controlada (Basacote), esto con el fin de tener las mismas concentraciones de nutrientes y determinar si realmente el revestimiento con los que cuenta los fertilizantes de liberación controlada es la diferencia. Este tratamiento se hizo con una única dosis de los productos fertilizantes utilizados en la fertilización de almácigo de la finca.

A continuación, una descripción detallada de cómo se realizó este tratamiento:

**Cuadro 13.** Dosis y concentraciones de nutrientes en tratamiento de dosis unica

<b>Dosis y concentraciones de nutrientes (g)</b>				
Fertilizante	18-46-00 (N)	18-46-00 (P)	00-00-60 (K)	Urea (N)
Dosis de fertilizante / planta	2.84	2.84	3	3.78
Cantidad Pura de nutrientes	0.51+1.74 (Urea) = 2.25	1.3	1.8	1.74
Nutrientes requeridos (Basacote)	<b>2.25</b>	<b>1.3</b>	<b>1.8</b>	----
Fertilizante total / 70 plantas	198.8	198.8	210	264.6

Las dosis finales de total de nutrientes puros por planta corresponden a la cantidad de nutrientes que tiene el fertilizante de liberación controlada “Basacote Pluss 12 M”.

Se realizó un análisis de sustrato utilizado en el almácigo de la finca para determinar el contenido de nutrientes esenciales que pueden asimilar las plantas y comparar los resultados; esto con el fin de averiguar si realmente los fertilizantes juegan un papel importante en el desarrollo fisiológico de la plantilla de almácigo.

## **2.8 FERTILIZACIÓN CONVENCIONAL EN FINCA “PANAMÁ”**

Programa de nutrición: En el cuadro número 8 se muestra el programa de nutrición del cultivo de macadamia en almácigo de la finca “Panamá”.

**Cuadro 14.** Programa de nutrición.

Nutrición y protección de los cultivos	Enero			Febrero			Marzo			Abril			Mayo			Junio		
	Fertilización al suelo	C			D			A			B			C			D	
Fertiriego																		
Meses	Julio			Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre		
	A			B			C			D			A			B		
Fertiriego																		

Fuente: Agropecuaria Atitlán S.A

**Cuadro 15.** Composición química de los fertilizantes utilizados en el programa de nutrición (para una fertilización de 25 lbs/tonel) en un lapso de 12 meses.

Formulación	Fertilizante	Cont. N	Cont. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cont. K <sub>2</sub> O
<b>A</b>	18-46-00	0.51 g/pl.	1.3 g/pl.	0
<b>B</b>	12-24-12	0.34 g/pl.	0.68 g/pl.	0.34 g/pl
<b>C</b>	15-15-15	0.43 g/pl.	0.43 g/pl.	0.43 g/pl
<b>D</b>	20-20-0	0.57 g/pl.	0.57 g/pl.	0

- Dosis total de N: 5.55 gramos de nitrógeno puro.
- Dosis total de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 8.94 gramos de fósforo puro.
- Dosis total de K<sub>2</sub>O: 2.31 gramos de potasio puro.

El programa de nutrición delimita las fechas que son utilizadas para administrar las formulaciones de los productos fertilizantes y protectantes; en el cuadro 15 se muestra la cantidad de cada elemento que se suministra a cada planta en gramos. A continuación una descripción de los fertilizantes utilizados.

Formulación "A": Fertilización con 18 – 46 – 00; el Fosfato Diamónico (DAP) es el fertilizante sólido aplicado directamente al suelo con la más alta concentración de nutrientes primarios 18-46-00, se considera un complejo químico por contar con 2 nutrientes en su formulación

El Fosfato Diamónico (DAP), se clasifica primordialmente como una fuente de Fósforo y como complemento secundario de Nitrógeno, sin embargo, la presencia del 18% de Nitrógeno en esta fórmula, influye favorablemente en la absorción y aprovechamiento del Fósforo, este efecto es debido que el Amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) influye significativamente sobre la disponibilidad y absorción del Fósforo.

Formulación "B": Fertilización con 12-24-12; el equilibrio entre los nutrientes de este NPK 1 – 2 – 1 hace a este abono adecuado para suelos bajos en fósforo y para asegurar que el sistema radicular de la planta se adecúe al sustrato.

El nitrógeno que aporta el producto está en estado amoniacal y en estado nítrico lo que asegura un suministro inicial y continuado de nitrógeno para el cultivo. El fósforo aportado, es 100 % asimilable por las plantas.

Formulación "C": Fertilización con "triple 15"; es un fertilizantes muy completo que permite tener una fuente óptima de los tres macro nutrientes primarios NPK y su composición es exacta en cada granulo, ya que se trata de un fertilizante formulado químicamente, tiene un buen balance Nítrico-Amoniacal para un mejor aprovechamiento del Nitrógeno, y con la ventaja de que el potasio es prácticamente libre de Cloro, evitando con esto cualquier efecto tóxico sobre el cultivo y mejorando la calidad de algunas hortalizas de hoja y ornamentales.

Formulación "D": Fertilización con 20 – 20 – 00; este fertilizante se clasifica como una fuente de fósforo y nitrógeno, es un fertilizante compuesto y su reacción en la plántula influye en el desarrollo de la misma.

### **2.8.1 Control de plagas**

En el caso de las plagas se utiliza una fórmula con cipermetrina y abamectina como ingredientes activos, el nombre comercial del producto es anaconda 55EC y se aplica con una dosificación de 1 centímetro cúbico por litro de agua cada veinte días.

### 2.8.2 Control de enfermedades

Para el control de enfermedades se utilizaron los siguientes productos:

**Cuadro 16.** Productos utilizados en el control de enfermedades en la finca Panamá.

Tipo de formula	Ingrediente Activo	Nombre comercial	Dosis
A	Carbendazim	Crotonox 50SC	1cc/L
A	Folpet	Folpan 80WP	1g/L
B	Benomil	Pilarben 50WP	2.27g/L
B	Folpet	Folpan 80WP	1g/L
A, B	Correcto pH	Humifull	0.5cc/L
A, B	Adherente	Aflix	0.5cc/L
K	Calixin	Calixin 80 OL	1.25cc/L
K	Adherente	Inex-A	1.25cc/L

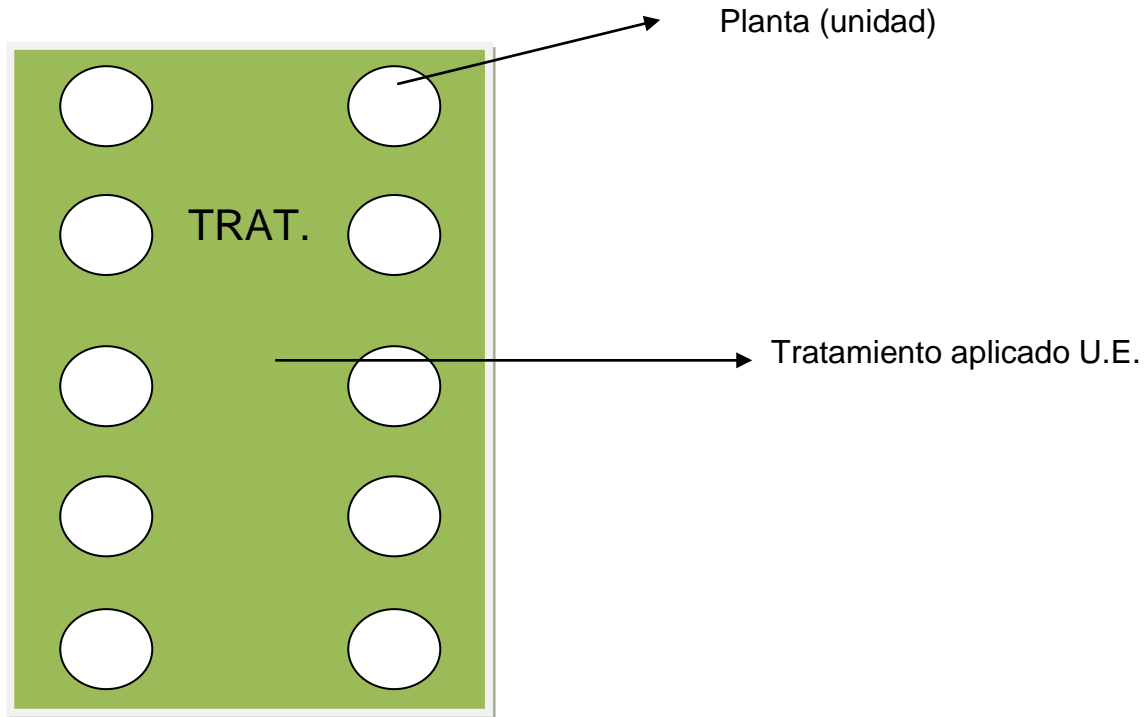
La aplicación de fungicidas se aplica periódicamente cada 30 días.

### 2.8.3 Control de malezas

El control de malezas en el ensayo fue directamente manual cada 30 días.



#### 2.8.4 Distribución del experimento



**Figura 7.** Unidad experimental.

### 2.8.5 Croquis de campo

Distribución general del experimento, con 28 unidades experimentales.

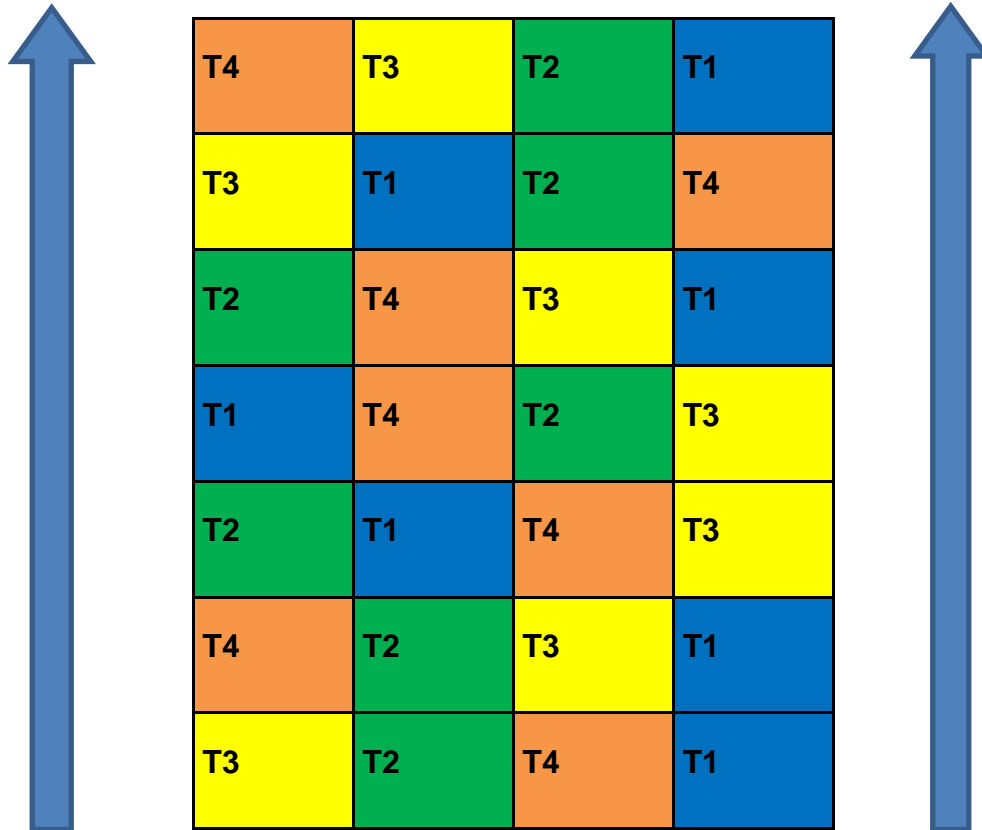


Figura 8. Distribución general del experimento.

## 2.9 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental que se adaptó en una notable proporción es el diseño completamente al azar. El número de repeticiones fue de 7 así el error por manejo experimental ha sido menor y la confiabilidad en los datos obtenidos es mayor. El número de repeticiones se calculó en base a la confiabilidad que puede brindar un experimento con 7 repeticiones, significa que con este número de repeticiones el error experimental se mantiene estable o bajo, creando así confiabilidad. En este tipo de diseño están incluidos los principios de repetición y de aleatorización, significa, que es utilizado cuando no hay necesidad del control local, debido a que el ambiente experimental es homogéneo, y los tratamientos se asignan a las unidades experimentales mediante una aleatorización completa, sin ninguna restricción.

El número de unidades experimentales ascendió a 28, en cada unidad experimental se implementaron 10 plantas, teniendo un total de 280 plantas en todo el experimento.

- distancia entre surcos: 0.70 metros
- densidad de experimento: 8 plantas/m<sup>2</sup> aproximadamente; 10 plantas/unidad experimental.
- tamaño total del experimento: 35 m<sup>2</sup> aproximadamente.

## **2.10 MEDICIÓN DE LAS VARIABLES**

### **2.10.1 Registro de altura**

Este dato se midió por vez primera a las tres semanas de aplicado el fertilizante de liberación controlada ya que por recomendación del distribuidor ese era el lapso de tiempo que necesitaba dicho fertilizante para empezar su proceso de degradación física, y se realizó con un metro, desde la base de la planta hasta la punta del ápice caulinar. A continuación, la toma de datos de altura se realizó cada dos meses, después de cada toma de muestras foliares.

### **2.10.2 Registro de crecimiento final (diámetro)**

Al final del experimento se realizó una medición de diámetros de todas las plantas del experimento, se utilizó un vernier para la toma de este dato y se hizo aproximadamente a cinco centímetros de la base de la planta.

### **2.10.3 Registro de Concentración de nutrientes en las hojas**

Este registro se realizó cada dos meses, el procedimiento fue hacer una toma de muestras foliares de cinco plantas al azar de cada unidad experimental a partir del tercer nivel de cada planta, con la finalidad de evaluar la absorción de nutrientes en hojas jóvenes pero totalmente desarrolladas. Posteriormente, se separan en tratamientos y se transportaron al laboratorio para sus respectivos análisis químicos.

#### 2.10.4 Análisis de la información

Efecto de los fertilizantes evaluados en el cultivo de macadamia.

Para determinar el efecto de cada tratamiento en el cultivo de macadamia, se midieron las variables: a) longitud en metros b) diámetro en centímetros c) peso en gramos de raíz y tallo d) análisis químicos. Exceptuando la parte química todas las variables se analizaron estadísticamente, utilizando análisis de varianza, comparación de medias Tukey y para diámetros de tallo adicionalmente se hicieron contrastes ortogonales. El software empleado fue el programa Infostat.

#### 2.10.5 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = variable de respuesta de la  $ij$ -ésima unidad experimental

$\mu$  = media general de la variable de respuesta

$\tau_i$  = efecto del  $i$  - ésimo tratamiento (nivel del factor) en la variable dependiente.

$\epsilon_{ij}$  = error experimental asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental.

Para la variable de análisis químicos se realizaron gráficas indicadoras de absorción de nutrientes las cuales proporcionan la información correspondiente de los elementos indispensables y más importantes en la planta (N, P, K), posteriormente se analizaron los niveles de nutrientes en la planta y se concluyeron probables factores influyentes en los resultados finales.

Para el análisis de costos se utilizaron costos parciales y se arreglaron de manera tal que la información de estos solamente variara en el precio de los fertilizantes; adicionalmente, la evaluación de costos refleja el precio que los fertilizantes alcanzan por unidad de plantilla tratada contemplando mano de obra.

Los datos al final del experimento se han ordenado y se ha realizado un análisis de varianza y comparación de medias entre los diferentes tratamientos que se ha sometido a la plantilla de macadamia, con la finalidad de representar el mejor tratamiento, esto a su vez comparado por un análisis económico que realmente complemente y respalde al tratamiento que se desarrolle mejor en las condiciones de almácigo de finca Panamá.

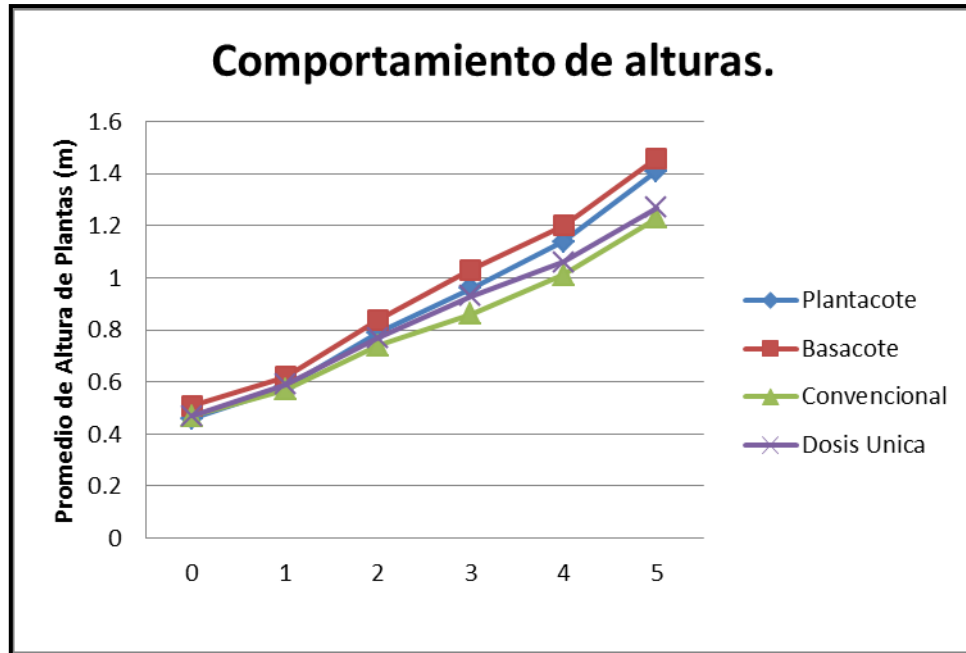
## 2.11 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.11.1 Análisis de alturas

El ensayo general consistió en evaluar la respuesta de la plántula de macadamia a cuatro programas de fertilización dos diferentes fertilizantes de liberación controlada, una fertilización convencional y una dosis única de fertilizantes convencionales llegando a niveles de nutrientes del fertilizante Basacote. Muestreando cada dos meses a partir de mayo 2013 a febrero 2014 se realizaron mediciones de las variables de respuesta y análisis químicos para evaluar el nivel de nutrientes. Por razones de facilidad en el manejo del mismo, se decidió utilizar el diseño completamente al azar, con siete repeticiones por tratamiento (4). A continuación los resultados se desglosan de la siguiente manera:

**Cuadro 17.** Resultados del promedio de altura de plantas.

Época (Fechas)	Promedio de altura de plantas (m)			
	T1	T2	T3	T4
0	0.46	0.51	0.47	0.47
1	0.58	0.62	0.57	0.59
2	0.79	0.84	0.74	0.77
3	0.96	1.03	0.86	0.93
4	1.14	1.2	1.01	1.06
5	1.41	1.46	1.23	1.27
Promedio	0.89	0.94	0.81	0.85



**Figura 9.** Comportamiento de alturas a lo largo de 10 meses.

**Cuadro 18.** Resultados de diferencia de alturas.

Época (Fechas)	Diferencia de Alturas. (m)			
	T1	T2	T3	T4
1	0.12	0.11	0.11	0.12
2	0.21	0.22	0.16	0.17
3	0.16	0.19	0.12	0.17
4	0.19	0.19	0.15	0.13
<b>5</b>	<b>0.26</b>	<b>0.26</b>	<b>0.23</b>	<b>0.21</b>
Total	0.94	0.97	0.77	0.8

Mayor  
incremento  
de altura

**Cuadro 19.** Resultados ANDEVA en el primer monitoreo de altura de plantas.

Análisis de la varianza					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Altura 0	280	0.02	0.01	34.12	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.14	3	0.05	1.72	0.1627
Trat	0.14	3	0.05	1.72	0.1627
Error	7.44	276	0.03		
Total	7.58	279			

El cuadro 19 muestra el Análisis de Varianza de la variable altura de las plantas en el monitoreo “cero”, el cual se realizó en el momento en que se aplicaron los insumos de cada tratamiento. Los resultados indican la no existencia de diferencias significativas entre tratamientos, lo que pudo deberse a que el tiempo que había transcurrido después de la aplicación de los fertilizantes fue de días.

**Cuadro 20.** Resultados ANDEVA en el segundo monitoreo de altura de plantas.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Altura 1	279	0.01	0.00	37.25	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.09	3	0.03	0.63	0.5993
Trat	0.09	3	0.03	0.63	0.5993
Error	13.45	275	0.05		
Total	13.54	278			

El segundo monitoreo se realizó a las 8 semanas de montado el ensayo, los valores de altura obtenidos no mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos. Se observó un incremento medio de altura de 0.19 m.



**Cuadro 21.** Resultados ANDEVA en el tercer monitoreo de altura de plantas.

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>	
<b>Altura 2</b>	<b>278</b>	<b>0.01</b>	<b>2.3E-03</b>	<b>41.65</b>	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo.</b>	<b>0.39</b>	<b>3</b>	<b>0.13</b>	<b>1.21</b>	<b>0.3059</b>
<b>Trat</b>	<b>0.39</b>	<b>3</b>	<b>0.13</b>	<b>1.21</b>	<b>0.3059</b>
<b>Error</b>	<b>29.68</b>	<b>274</b>	<b>0.11</b>		
<b>Total</b>	<b>30.07</b>	<b>277</b>			

El tercer monitoreo realizado a los 4 meses de montado el ensayo, indican que los valores de crecimiento de los tratamientos continúan con un comportamiento similar, es decir las diferencias no son estadísticamente significativas. El incremento promedio de altura fue de 0.35m.

**Cuadro 22.** Resultados ANDEVA en el cuarto monitoreo de altura de plantas.

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>	
<b>Altura 3</b>	<b>278</b>	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>	<b>42.02</b>	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo.</b>	<b>1.06</b>	<b>3</b>	<b>0.35</b>	<b>2.22</b>	<b>0.0863</b>
<b>Trat</b>	<b>1.06</b>	<b>3</b>	<b>0.35</b>	<b>2.22</b>	<b>0.0863</b>
<b>Error</b>	<b>43.58</b>	<b>274</b>	<b>0.16</b>		
<b>Total</b>	<b>44.64</b>	<b>277</b>			

En el cuarto monitoreo el comportamiento del crecimiento expresado en la altura de las plantas sigue igual, es decir no existen diferencias significativas entre las alturas de las plantas por efecto de los tratamientos evaluados. La media de los tratamientos oscila entre 0.85 y 1.03 metros.

**Cuadro 23.** Resultados ANDEVA en el quinto monitoreo de altura de plantas.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Altura 4	276	0.03	0.02	37.02	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.64	3	0.55	3.20	0.0238
Trat	1.64	3	0.55	3.20	0.0238
Error	46.36	272	0.17		
Total	47.99	275			

**Cuadro 24.** Análisis de medias con Tukey.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.18088					
Error: 0.1704 gl: 272					
Trat	Medias	n	E.E.		
Basacote	1.21	69	0.05	A	
Plantacote	1.14	70	0.05	A	B
Unica	1.11	67	0.05	A	B
Convencional	1.00	70	0.05		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ).

Quinto monitoreo, realizado en diciembre de 2013, analizando estadísticamente los resultados, la prueba confirma que si existe diferencia significativa entre los tratamientos. La prueba de Tukey realizada también confirma la diferencia entre tratamientos situando el tratamiento con Basacote (2) como el tratamiento que induce el mayor crecimiento en altura con un valor de 1.21 metros y el tratamiento Convencional con el valor de 1.00m como el más bajo. La diferencia es de 0.21m, es decir un incremento del 17.36%. Se podría atribuir a la liberación lenta de los elementos en especial al N, el cual se hace más eficiente al aprovechamiento por las plantas ya que las pérdidas por Lixiviación son menores.

**Cuadro 25.** Resultados ANDEVA en el sexto y último monitoreo de altura de plantas.

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>	
<u>Altura 5</u>	<u>277</u>	<u>0.04</u>	<u>0.03</u>	<u>33.34</u>	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
<u>Modelo.</u>	<u>2.39</u>	<u>3</u>	<u>0.80</u>	<u>3.93</u>	<u>0.0091</u>
<u>Trat</u>	<u>2.39</u>	<u>3</u>	<u>0.80</u>	<u>3.93</u>	<u>0.0091</u>
<u>Error</u>	<u>55.38</u>	<u>273</u>	<u>0.20</u>		
<u>Total</u>	<u>57.77</u>	<u>276</u>			

El sexto y último monitoreo se realizó en febrero de 2014, la tendencia lógica se mantiene, si existe diferencia significativa entre las alturas de los tratamientos analizados, el coeficiente de variación es confiable para el análisis estadístico de los datos y se concluye que el tratamiento con más crecimiento es el tratamiento con el producto fertilizante de liberación controlada Basacote. Estadísticamente están sentadas las bases para corroborar dicha información.

El test o prueba de Tukey confirma el tratamiento con más crecimiento en altura y evidencia una diferencia de altura de veinticinco centímetros respecto al último tratamiento el cual correspondiente al tratamiento convencional.

**Cuadro 26.** Análisis de medias con Tukey.

<b>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.19698</b>					
<b>Error: 0.2029 gl: 273</b>					
<u>Trat</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>		
<u>Basacote</u>	<u>1.48</u>	<u>69</u>	<u>0.05</u>	<u>A</u>	
<u>Plantacote</u>	<u>1.39</u>	<u>70</u>	<u>0.05</u>	<u>A</u>	<u>B</u>
<u>Unica</u>	<u>1.30</u>	<u>68</u>	<u>0.05</u>	<u>A</u>	<u>B</u>
<u>Convencional</u>	<u>1.23</u>	<u>70</u>	<u>0.05</u>		<u>B</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ).

## 2.12 RESULTADOS DE DIÁMETROS

A continuación se presentan los valores promedio expresados en centímetros de las plantas, los valores son el promedio de las lecturas de las 7 repeticiones de cada tratamiento, las mediciones se realizaron al final de la investigación; es decir a los 10 meses.

**Cuadro 27:** Resultados de diámetros en centímetros.

<b>Resultados de diámetro de tratamientos</b>				
	<b>T1 P</b>	<b>T2 B</b>	<b>T3 C</b>	<b>T4 U</b>
<b>R1</b>	1.65	1.66	1.74	1.34
<b>R2</b>	1.62	2.01	2.03	1.49
<b>R3</b>	1.74	1.52	1.37	1.77
<b>R4</b>	1.69	1.7	1.71	1.7
<b>R5</b>	1.47	1.89	1.32	1.69
<b>R6</b>	1.9	1.85	1.62	1.59
<b>R7</b>	1.58	1.64	1.49	1.79

## 2.13 ANÁLISIS DE DIÁMETROS

**Cuadro 28.** Resultados ANDEVA en el monitoreo de diámetros.

<b>Análisis de la varianza</b>					
<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>	
<b>Diámetro</b>	276	0.03	0.02	22.98	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo.</b>	1.14	3	0.38	2.59	0.0533
<b>Trat</b>	1.14	3	0.38	2.59	0.0533
<b>Error</b>	39.86	272	0.15		
<b>Total</b>	41.00	275			

El análisis de varianza en diámetros evidencia que no existe diferencia significativa entre las medias de los cuatro tratamientos, por lo que se propone el arreglo en Contrastes Ortogonales para evidenciar diferencia entre las medias de los tratamientos, ya que como se

pudo comprobar en el análisis anterior de alturas se espera que un tratamiento al menos sea distinto. Esto estimula a realizar el análisis comparativo de medias.

## 2.14 ANÁLISIS CON CONTRASTES ORTOGONALES

### 2.14.1 Comparación con contrastes ortogonales de diámetros totales

**Cuadro 29.** Basacote vs Convencional.

Contrastes						
Trat	Contraste	SC	gl	CM	F	p-valor
Contraste1	0.16	0.92	1	0.92	6.26	0.0130
<b>Total</b>		0.92	1	0.92	6.26	0.0130

En el primer análisis ortogonal se comparan las medias de los tratamientos Basacote y convencional, en el cual podemos constatar que existe diferencia significativa, es decir, que la media de los tratamientos difieren estadísticamente para los diámetros. Las diferencias que se muestran son altamente significativas por esa razón se rechaza la hipótesis nula y toma valor la hipótesis alterna.

**Cuadro 30.** Basacote vs Plantacote.

Contrastes						
Trat	Contraste	SC	gl	CM	F	p-valor
Contraste1	0.10	0.35	1	0.35	2.42	0.1211
<b>Total</b>		0.35	1	0.35	2.42	0.1211

En el cuadro No. 30 el análisis ortogonal compara las medias de los tratamientos Basacote y Plantacote, en el cual podemos constatar que no existe diferencia significativa, es decir, que la media de los tratamientos no difieren estadísticamente para los diámetros de estos tratamientos.

**Cuadro 31.** Basacote vs Dosis única.

Contrastes						
Trat	Contraste	SC	gl	CM	F	p-valor
Contraste1	0.15	0.78	1	0.78	5.33	0.0217
<b>Total</b>		0.78	1	0.78	5.33	0.0217

En el cuadro No. 31 el análisis ortogonal compara las medias de los tratamientos Basacote y Dosis Única, en el cual podemos constatar que no existe diferencia significativa, es decir, que la media de los tratamientos no difiere estadísticamente para los diámetros de estos tratamientos.

**Cuadro 32.** Convencional vs. Plantacote.

Contrastes						
Trat	Contraste	SC	gl	CM	F	p-valor
Contraste1	0.06	0.13	1	0.13	0.90	0.3433
<b>Total</b>		0.13	1	0.13	0.90	0.3433

En el cuadro No. 32 el análisis ortogonal compara las medias de los tratamientos Convencional y Plantacote, en el cual podemos constatar que no existe diferencia significativa, es decir, que la media de los tratamientos no difieren estadísticamente para los diámetros de estos tratamientos.

**Cuadro 33.** Plantacote vs. Dosis única.

Contrastes						
Trat	Contraste	SC	gl	CM	F	p-valor
Contraste1	0.05	0.09	1	0.09	0.60	0.4394
<b>Total</b>		0.09	1	0.09	0.60	0.4394

En el cuadro No. 33 el análisis ortogonal compara las medias de los tratamientos Plantacote y Dosis Única, en el cual podemos constatar que no existe diferencia significativa, es decir, que la media de los tratamientos no difieren estadísticamente para los diámetros de estos tratamientos.

**Cuadro 34.** Convencional vs. Dosis única.

Contrastes						
Trat	Contraste	SC	gl	CM	F	p-valor
Contraste1	-0.01	4.0E-03	1	4.0E-03	0.03	0.8694
<b>Total</b>		4.0E-03	1	4.0E-03	0.03	0.8694

En el cuadro No. 34 el análisis ortogonal compara las medias de los tratamientos convencionales y dosis única, en el cual podemos constatar que no existe diferencia significativa, es decir, que la media de los tratamientos no difiere estadísticamente para los diámetros de estos tratamientos.

**Cuadro 35.** Resultados ANDEVA en el monitoreo de biomasa final (tallo).

Análisis de la varianza					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Tallos	8	0.70	0.47	41.61	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	38434.00	3	12811.33	3.10	0.1515
Trat	38434.00	3	12811.33	3.10	0.1515
Error	16532.00	4	4133.00		
<b>Total</b>	54966.00	7			

En el cuadro No. 35 podemos constatar que no hay diferencia significativa entre los pesos de tallo de las dos plantas analizadas de cada tratamiento. Las diferencias que se muestran no son significativas por esta razón se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula, argumentando que las medias de los tratamientos no difieren estadísticamente.

**Cuadro 36.** Resultados ANDEVA en el monitoreo de biomasa final (Raíz).

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>	
<b>Raíz</b>	<b>8</b>	<b>0.70</b>	<b>0.48</b>	<b>22.61</b>	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
<b>Modelo.</b>	<b>4484.00</b>	<b>3</b>	<b>1494.67</b>	<b>3.17</b>	<b>0.1469</b>
<b>Trat</b>	<b>4484.00</b>	<b>3</b>	<b>1494.67</b>	<b>3.17</b>	<b>0.1469</b>
<b>Error</b>	<b>1884.00</b>	<b>4</b>	<b>471.00</b>		
<b>Total</b>	<b>6368.00</b>	<b>7</b>			

En el cuadro No.36 podemos constatar que no hay diferencia significativa entre los pesos de raíz de las dos plantas analizadas de cada tratamiento. Las diferencias que se muestran no son significativas por esta razón se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula, argumentando que las medias de los tratamientos no difieren estadísticamente.



## 2.15 ANÁLISIS DE LABORATORIO

**Cuadro 37.** Resultados de los análisis de tejido vegetal (Monitoreo 1).

TRATAMIENTO	%					Ppm				
	Ntotal	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Fe	Mn
T1 P	1.69	0.13	0.7	0.38	0.09	110	5	10	30	135
T2 B	1.7	0.11	0.6	0.31	0.08	110	5	10	20	100
T3 C	1.52	0.1	0.57	0.31	0.07	105	5	10	25	145
T4 U	2.04	0.13	0.64	0.31	0.08	85	5	15	25	140

**Cuadro 38.** Resultados de los análisis de tejido vegetal (Monitoreo 2).

TRATAMIENTO	%					Ppm				
	Ntotal	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Fe	Mn
T1 P	1.4	0.15	0.63	0.13	0.09	90	5	10	35	190
T2 B	1.46	0.15	0.38	0.13	0.08	60	2	10	30	140
T3 C	1.29	0.13	0.56	0.25	0.08	80	2	10	40	210
T4 U	1.39	0.14	0.56	0.19	0.08	75	2	10	50	155

**Cuadro 39.** Resultados de los análisis de tejido vegetal (Monitoreo 3).

TRATAMIENTO	%					Ppm				
	Ntotal	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Fe	Mn
T1 P	1.33	0.11	0.64	0.38	0.07	90	5	5	15	170
T2 B	1.36	0.22	0.66	0.25	0.06	85	2	5	15	170
T3 C	1.23	0.12	0.62	0.31	0.04	85	2	1	15	220
T4 U	1.15	0.11	0.69	0.25	0.04	110	2	1	15	165

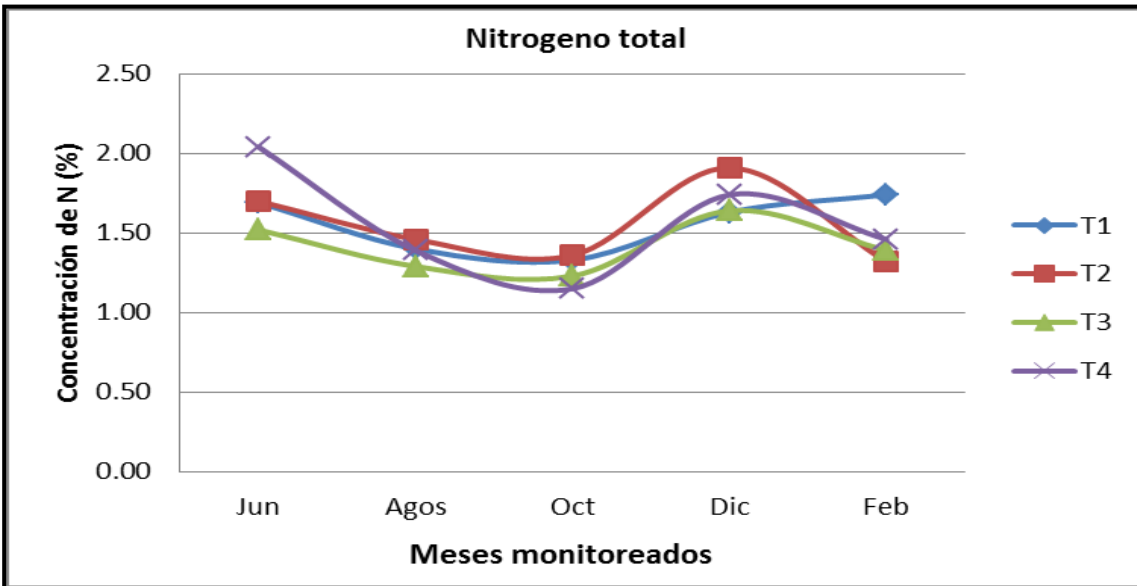
**Cuadro 40.** Resultados de los análisis de tejido vegetal (Monitoreo 4).

TRATAMIENTO	%					Ppm				
	Ntotal	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Fe	Mn
T1 P	1.63	0.12	0.73	0.44	0.1	65	10	10	55	140
T2 B	1.91	0.08	0.75	0.25	0.09	65	5	10	25	140
T3 C	1.64	0.06	0.72	0.38	0.09	65	5	10	30	220
T4 U	1.74	0.08	0.73	0.25	0.08	65	10	10	30	125

**Cuadro 41.** Resultados de los análisis de tejido vegetal (Monitoreo 5).

TRATAMIENTO	%					Ppm				
	Ntotal	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Fe	Mn
T1 P	1.74	0.15	0.69	0.31	0.09	65	5	15	35	120
T2 B	1.32	0.13	0.63	0.5	0.1	75	5	10	25	205
T3 C	1.39	0.12	0.75	0.38	0.08	60	5	10	45	185
T4 U	1.46	0.13	0.75	0.38	0.08	65	5	10	35	185

## 2.16 CURVAS DE CONCENTRACIÓN



**Figura 10.** Curva de concentración de Nitrogeno total.

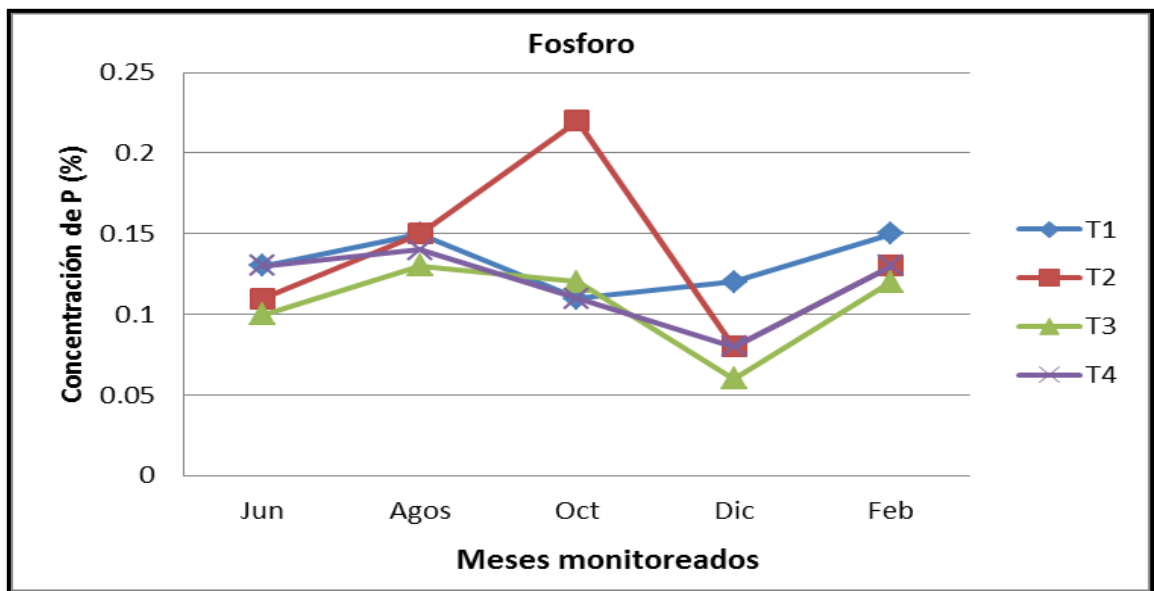
En la figura No. 10 se representa el comportamiento del nitrógeno dentro de la planta, los niveles del mismo mantienen una tendencia en los cuatro tratamientos; en el monitoreo 1 los niveles del Nitrógeno oscilan entre 1.52% y 2.04% siendo el tratamiento de dosis única el que mayor nivel presenta; este comportamiento es totalmente lógico y esperado ya que los nutrientes en este caso fueron suministrados todos a su vez con fertilizantes convencionales por lo que la planta absorbió en gran parte el suministro de nutrientes; el tratamiento con menos absorción del nutriente es el Convencional y ambos tratamientos de fertilización controlada se encuentran similares con 1.69% y 1.7% para Plantacote y Basacote respectivamente.

Continuando con el segundo monitoreo los niveles del nutriente dentro de la planta disminuyen, posiblemente se deba al aumento de biomasa; las concentraciones son similares para todos los tratamientos evaluados, los rangos oscilan entre 1.46% y 1.29.

En el tercer muestreo las concentraciones de N siguen disminuyendo, el rango encontrado oscila entre 1.36% y 1.15%, no se encuentra una marcada diferencia por efecto de los tratamientos evaluados.

En el cuarto muestreo foliar la tendencia cambia repentinamente, es posible que se deba a factores externos (climáticos). Se observa un ligero incremento en la concentración de N por efecto del tratamiento con Basacote.

Quinto y último monitoreo foliar, el nivel de Nitrógeno para el tratamiento con Plantacote (1.74%) es superior al resto de los tratamientos. Pareciera ser que la degradación del fertilizante fue más lenta y como consecuencia obtuvo un mejor aporte de N en cuanto a su disponibilidad. El valor menor fue para el tratamiento con Basacote (1.32 %).



**Figura 11.** Curva de absorción de Fosforo (P).

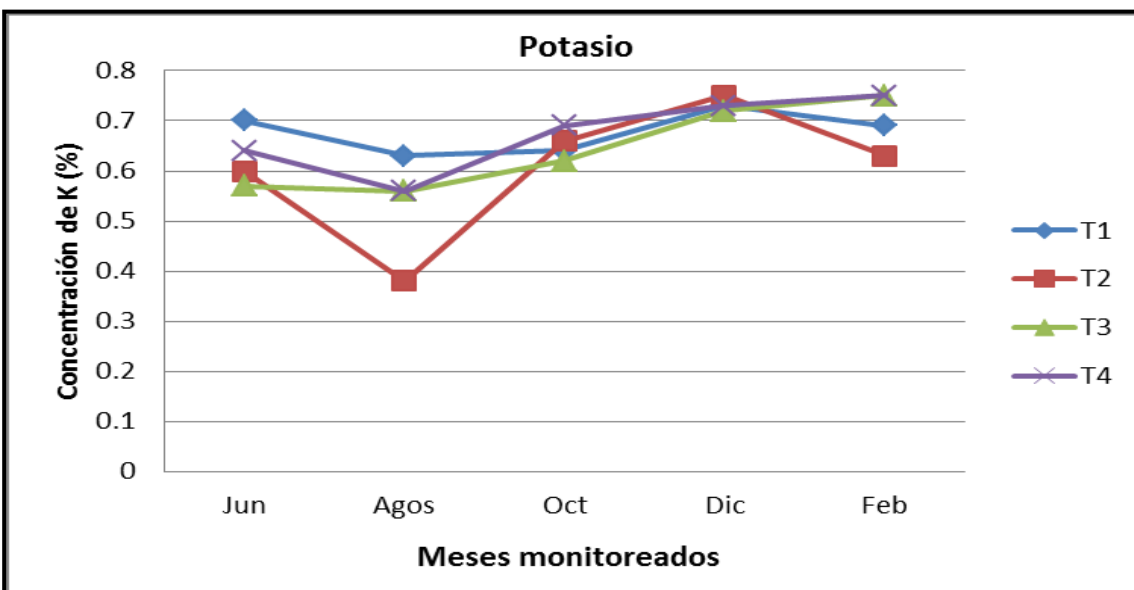
En la figura No. 11 representa la concentración de fósforo monitoreada durante la duración del ensayo de los tratamientos evaluados. Similar al comportamiento del nitrógeno en la planta, el fósforo mantiene una tendencia en cuanto a la absorción del nutriente se refiere; los niveles oscilan entre 0.1% y 0.13%.

Continuando con el segundo muestreo foliar de macadamia los niveles de fósforo en la planta son similares y no muestran mucha variación, el rango oscila entre 0.13% y 0.15%. Se da una tendencia a aumentar en todos los tratamientos, la posible explicación se deba a la baja dinámica del P es decir que en este periodo comienza a darse una mayor absorción.

En el tercer monitoreo se observa un dato atípico para el tratamiento con Basacote, los niveles del nutriente se elevan hasta alcanzar una concentración de 0.22%. Los niveles de los demás tratamientos se mantienen muy similares y guardan el mismo comportamiento.

Asimismo, en el cuarto monitoreo la concentración de fósforo en la planta llegan a los valores más bajos en relación a las etapas anteriores. El tratamiento con fertilización controlada con Plantacote es que lidera el nivel del nutriente en las plantas. Probablemente, la degradación del fertilizante fue más lenta lo que significa que se va a dar un aporte de P durante mayor tiempo. El rango de concentración encontrado en este periodo fue de 0.12% y 0.06%.

Posteriormente, en el quinto monitoreo foliar los niveles de fósforo en las plantas fueron siempre mayores para el tratamiento con Plantacote.



**Figura 12.** Curva de absorción de Potasio (K).

En la figura No. 12 se representa el comportamiento del potasio dentro de la planta, los niveles del mismo mantienen una tendencia similar en los cuatro tratamientos; en el monitoreo 1 los niveles del nutriente oscilan entre 0.70% y 0.57% siendo el tratamiento de Plantacote el que mayor nivel presenta; el tratamiento con menos absorción del nutriente es el Convencional y ambos tratamientos de fertilización controlada se encuentran muy similar con 0.70% y 0.60% para Plantacote y Basacote respectivamente.

Continuando con el segundo muestreo foliar de macadamia los niveles de potasio en la planta son asimilares y muestran mucha variación, el rango oscila entre 0.63% y 0.38%. La degradación de los fertilizantes de liberación controlada se mantiene como el comportamiento del monitoreo anterior; los niveles de potasio en las plantas con Plantacote es elevado, (pareciera ser un dato atípico).

Para el tercero y cuarto muestreo foliar, la tendencia es de aumento en la concentración de K y las diferencias son mínimas entre los tratamientos evaluados.

En el quinto monitoreo las concentraciones de los tratamientos Convencional y Dosis Unica son mayores que los tratamientos con fertilizantes de liberación controlada.

## 2.17 ANÁLISIS DE COSTOS

Los costos en fertilización controlada ascienden un 65% a los gastos de fertilización convencional y un 85% en los costos de fertilización única. Dicho de otra manera el productor gastaría Q9,458.40 para fertilizar 12,000 plantas de macadamia en un año con el tratamiento uno (Plantacote); Q8,786.40 la misma cantidad de plantas con el tratamiento dos (Basacote); Q3,285.00 está costando actualmente la fertilización convencional de 12,000 plantas y Q1,320 costaría la fertilización con una única dosis de fertilizantes convencionales. A continuación el detalle de estos costos:

**Cuadro 42.** Descripción de precio de los insumos para tratamientos con fertilización de liberación controlada y convencional.

PRODUCTO	PRECIO	UNIDAD	Dosis/Planta	Cant. Fert. (kg) 1 año (12,000 P)	Precio de Fert./U (15g)
Plantacote	Q42.86	Kg	15 g	179.16	Q0.64
Basacote	Q39.20	Kg	15 g	179.16	Q0.59
15-15-15	Q4.41	Kg	50 cc/mezcla (1.70g)	367.2	Q0.01
18-46-00	Q5.47	Kg	50 cc/mezcla (1.70g)	367.2	Q0.01
12-24-12	Q4.91	Kg	50 cc/mezcla (1.70g)	367.2	Q0.01
20-20-00	Q4.66	Kg	50 cc/mezcla (1.70g)	367.2	Q0.01
Jornal	Q71.40	Día	12000 P. (1 tarea)		



**Cuadro 43.** Descripción de precios totales.

	<b>Precio S/IVA (12,000 plantas)</b>	<b>PRECIO CON IVA</b>	<b>PRECIO REAL</b>	<b>PRECIO RELATIVO ANUAL</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>
T1 P	Q640.00	Q716.80	Q716.80	Q9,458.40	Q0.79
T2 B	Q590.00	Q660.80	Q660.80	Q8,786.40	Q0.73
T3 C	Q1,619.35	Q1,813.67	Q453.42	Q3,285.00	Q0.27
	Q2,008.58	Q2,249.61	Q562.40	Q3,285.00	Q0.27
	Q1,802.95	Q2,019.30	Q504.83	Q3,285.00	Q0.27
	Q1,711.15	Q1,916.49	Q479.12	Q3,285.00	Q0.27
	<b>Q7,142.03</b>	<b>Q7,999.07</b>	<b>Q1,999.77</b>	<b>Q111.10</b>	

**Cuadro 44.** Descripción del precio de insumos para tratamiento de dosis única. (T4 C)

Urea	Q4.65	Kg	3.78 g	45.36	Q0.02
0-0-60	Q4.39	Kg	3 g	36	Q0.01
18-46-00	Q5.47	Kg	2.84 g	34.08	Q0.02

**Cuadro 45.** Descripción de precios totales.

Q210.92	Q236.23	Q236.23	Q307.63	Q0.03
Q158.04	Q177.00	Q177.00	Q248.40	Q0.02
Q186.42	Q208.79	Q208.79	Q280.19	Q0.02
<b>Q555.38</b>	<b>Q622.02</b>	<b>Q622.02</b>	<b>Q836.22</b>	

**Cuadro 46.** Precio por unidad (planta).

	FERTILIZACIÓN	PRECIO POR PLANTA (UNIDAD)
T1	Plantacote	Q0.79
T2	Basacote	Q0.73
T3 (Convencional)	15-15-15	Q0.27
	18-46-00	
	12-24-12	
	20-20-00	
T4 (dosis única)	Urea	Q0.04
	0-0-60	Q0.03
	18-46-00	Q0.04
		<b>Q0.11</b>

En el análisis de costos la tendencia entre los fertilizantes de liberación controlada se mantiene, el producto Basacote Pluss 12 M manifiesta un costo menor al fertilizante Plantacote Pluss 12 M favoreciendo su consumo, ambos productos presentan un precio muy superior frente a los tratamientos conllevados con fertilizantes convencionales; sobre todo al tratamiento realizado con una dosis única de fertilizantes convencionales. Este tratamiento anteriormente desglosado en los cuadros es evidente que es muy inferior en los costos totales por lo que de acuerdo a este análisis es el tratamiento más satisfactorio.

Los costos en fertilización controlada ascienden un 65% a los gastos de fertilización convencional y un 85% en los costos de fertilización única. Dicho de otra manera el productor gastaría Q9,458.40 para fertilizar 12,000 plantas de macadamia en un año con el tratamiento uno (Plantacote); Q8,786.40 la misma cantidad de plantas con el tratamiento dos (Basacote); Q3,285.00 está costando actualmente la fertilización convencional de 12,000 plantas y Q1,320 costaría la fertilización con una única dosis de fertilizantes convencionales.

## 2.18 CONCLUSIONES

- A.** El fertilizante que proporciona los mejores niveles de nutrición dentro de la planta a lo largo del período evaluado es Plantacote Pluss 12M, el cual se ve respaldado por la variable de respuesta evaluada en concentración de nutrientes y generó los mejores resultados para la nutrición de la plantilla de macadamia en almácigo. El resto de variables respaldaron al fertilizante Basacote Pluss, el cuál presentó los mejores resultados físicos evaluados.
  
- B.** Los análisis de tejido vegetal fueron determinantes para concluir que el Plantacote Pluss 12M es el fertilizante que brinda a las plantillas de macadamia de almácigo la mejor nutrición de macroelementos (N,P y K) a lo largo de 12 meses y en las condiciones edafoclimáticas de la finca “Panamá”.
  
- C.** El análisis de costos demuestra que el tratamiento de fertilización Dosis Única es el tratamiento de menor costo teniendo un valor de Q0.11 por planta fertilizada, posteriormente el tratamiento Convencional con un precio de Q0.27 por planta fertilizada, luego el fertilizante de liberación controlada Basacote con un precio de Q0.73 por planta fertilizada y por último Plantacote con un precio de Q0.79 por planta fertilizada.

## **2.19 RECOMENDACIONES.**

Las recomendaciones están en función de lo que el productor desee obtener y en función de los factores que se involucran directamente con la realización de esta investigación

Concretamente y en base a todo lo realizado anteriormente en este documento y en las pruebas realizadas directamente en campo se recomienda que las plantillas de macadamia de almácigo de finca Panamá sean fertilizadas con fertilizantes convencionales; si lo que se desea es ahorro económico; por el contrario si lo que desea el productor es que la plantilla crezca y se desarrolle de manera más rápida y con características visuales agradables, entonces la utilización de los fertilizantes de liberación controlada son los adecuados, ya que muestran los mejores resultados; tanto en el suministro de nutrientes N, P y K comprobados en los análisis de tejido vegetal como en la visualización directa de las plantas tratadas con dichos tratamientos.

## 2.20 BIBLIOGRAFÍA

1. Agropecuaria Atitlán, GT. 2010. Procedimientos de preparación, siembra y mantenimiento de semilleros; Código: PR-EA-02, versión: 01. Guatemala. 3p.
2. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 2004. Cultivo de macadamia. Guatemala, ANACAFE, Programa de Diversificación de Ingresos en Empresa Cafetalera. 19 p.
3. Benitez Coronado, J. 1999a. Desarrollo de la nuez de macadamia. Agricultura 1(7):15-17. Consultado 09 mar 2013. Disponible en : <http://www.agrovit.org/es/fertilize/>
4. \_\_\_\_\_. 1999b. Nuez de Macadamia. Agricultura 1(9):26-29. Consultado 09 mar 2013. Disponible en : <http://www.agrovit.org/es/fertilize/>
5. Brenes, C; Reyna Aires, JR; Mérida Cifuentes, M. 1990. Cultivo, beneficiado, industrialización y comercialización de la nuez de macadamia. Guatemala, INTECAP. 115 p.
6. Compo, DE. 2010. Basacote Plus: Fully coated compound NPK fertilizer. Germany. 6 p.
7. Compo.com.ar. 2009. Información técnica Basacote Plus. Argentina. 4 p.
8. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de Reconocimiento de las Zonas de vida de Guatemala. Guatemala, INAFOR. 42 p.
9. Fertisquisa, MX. 2007a. Complejo 15-15-15: ficha técnica. México. 2 p.
10. \_\_\_\_\_. 2007b. UPD 18-46-00: ficha técnica. México. 2 p.
11. \_\_\_\_\_. 2007c. Urea 46-00-00: ficha técnica. México. 2 p.
12. La Corneta, GT. 2013. Plantacote. Guatemala. 37 p.
13. López, E. 2003. Manual para el cultivo de macadamia (*Macadamia integrifolia*) y sus características fisiológicas. Manual, Anacafe.
14. Mezger Matute AR. 2008. Estudio De Prefactibilidad Para la Producción y envasado de Nuez de Macadamia Horneada. Tesis Ing. Mec. Ind. Guatemala, USAC, Facultad de Ingeniería. 185 p.
15. Rueda, G. 2001. Nutrición en Macadamia. Agricultura 3(28):10-12. Consultado 09 mar 2013. Disponible en: <http://www.agrovit.org/es/fertilize/>

16. The Horticulture Group, US. 2014. Plantacote controlled release fertilizer (en línea). US. Consultado 08 mar 2014. Disponible en: <http://www.horticulture.co.nez/page/32-products-services+nutrition+controlled+release-fertilisers+plantacote>



*Rolando Ramos.*

## 2.21 ANEXOS

**Cuadro 47.** Resultados de Alturas de las plantas época 0.

Repetición	Tratamientos							
	Plantacote		Basacote		Convencional		Dosis única	
I	0.55	0.31	0.44	0.48	0.43	0.44	0.52	0.34
	0.38	0.33	0.38	0.37	0.53	0.63	0.48	0.16
	0.25	0.51	0.56	0.41	0.59	0.58	0.25	0.23
	0.38	0.58	0.45	0.55	0.59	0.68	0.26	0.29
	0.26	0.59	0.25	0.4	0.69	0.35	0.42	0.24
II	0.33	0.56	0.38	0.6	0.35	0.37	0.7	0.4
	0.4	0.68	0.6	0.53	0.4	0.25	0.42	0.43
	0.4	0.34	1.03	0.49	0.39	0.47	0.59	0.4
	0.53	0.47	0.43	0.46	0.38	0.33	0.5	0.58
	0.26	0.3	0.62	0.56	0.53	0.45	0.8	0.48
III	0.38	0.67	0.48	0.43	0.28	0.42	0.3	0.38
	0.44	0.85	0.82	0.44	0.36	0.34	0.68	0.3
	0.3	0.39	0.85	0.34	0.24	0.56	0.75	0.36
	0.67	0.42	0.64	0.46	0.29	0.65	0.66	0.41
	0.52	0.44	0.58	0.46	0.45	0.46	0.43	0.44
IV	0.86	1.1	0.46	0.5	0.67	0.62	0.46	0.27
	0.74	0.68	0.88	0.34	0.33	0.32	0.56	0.46
	0.6	0.43	0.8	0.34	0.28	0.45	0.32	0.67
	0.68	0.48	0.8	0.5	0.16	0.3	0.48	0.34
	0.62	0.34	0.84	0.52	0.12	0.92	0.55	0.35
V	0.29	0.46	0.6	0.35	0.38	0.54	0.46	0.48
	0.21	0.4	0.53	0.47	0.34	0.38	0.4	0.48
	0.69	0.38	0.68	0.47	0.58	0.36	0.4	0.6
	0.34	0.38	0.62	0.5	0.46	0.31	0.43	0.32
	0.19	0.51	0.42	0.55	0.42	0.37	0.54	0.63
VI	0.4	0.44	0.62	0.38	0.7	0.68	0.22	0.38
	0.26	0.44	0.45	0.44	0.47	0.59	0.25	0.56
	0.5	0.48	0.73	0.33	0.43	0.65	0.42	0.33
	0.43	0.38	0.4	0.44	0.86	0.87	0.36	0.55
	0.32	0.42	0.68	0.35	0.5	0.63	0.32	0.52
VII	0.27	0.68	0.55	0.53	0.3	0.38	0.42	0.58
	0.36	0.59	0.35	0.54	0.51	0.3	0.78	0.56
	0.38	0.48	0.4	0.41	0.49	0.42	0.9	0.88
	0.3	0.7	0.55	0.33	0.47	0.76	0.85	0.55
	0.28	0.32	0.62	0.57	0.68	0.41	0.6	0.8

**Cuadro 48.** Resultados de Alturas de las plantas época 1.

Repetición	Tratamientos							
	Plantacote		Basacote		Convencional		Dosis única	
I	0.66	0.4	0.51	0.62	0.64	0.49	0.55	0.4
	0.45	0.38	0.48	0.4	0.72	0.85	0.51	0.21
	0.3	0.74	0.62	0.45	0.73	0.66	0.32	0
	0.45	0.65	0.55	0.67	0.74	0.82	0.29	0.33
	0.33	0.81	0.3	0.49	0.71	0.47	0.47	0.33
II	0.38	0.69	0.4	0.8	0.37	0.47	0.78	0.47
	0.51	0.84	0.71	0.77	0.54	0.3	0.52	0.52
	0.46	0.42	1.36	0.58	0.51	0.51	0.76	0.51
	0.7	0.6	0.52	0.64	0.45	0.34	0.63	0.55
	0.3	0.32	0.84	0.7	0.59	0.51	1.04	0.58
III	0.46	0.91	0.6	0.57	0.34	0.56	0.38	0.43
	0.53	1.04	0.9	0.55	0.46	0.4	0.88	0.42
	0.35	0.48	0.89	0.38	0.3	0.67	1.03	0.44
	0.92	0.42	0.77	0.5	0.37	0.79	0.89	0.53
	0.63	0.5	0.66	0.48	0.49	0.61	0.55	0.56
IV	1.1	1.52	0.53	0.5	0.84	0.74	0.57	0.3
	0.97	0.84	0.39	0.37	0.35	0.39	0.75	0.56
	0.7	0.57	0.93	0.37	0.33	0.5	0.32	0.92
	0.8	0.53	0.92	0.61	0.25	0.36	0.64	0.46
	0.76	0.59	0.92	0.62	0.14	0.94	0.73	0.37
V	0.32	0.62	0.81	0.52	0.45	0.64	0.62	0.69
	0.2	0.57	0.55	0.63	0.39	0.49	0.5	0.82
	0.88	0.54	0.83	0.57	0.84	0.4	0.5	0.63
	0.43	0.47	0.8	0.59	0.59	0.4	0.51	0.31
	0.17	0.65	0.4	0.67	0.54	0.42	0.66	0.86
VI	0.59	0.54	0.82	0.45	0.71	0.84	0.27	0.24
	0.32	0.53	0.47	0.59	0.54	0.75	0.29	0.69
	0.7	0.7	0.95	0.38	0.52	0.76	0.58	0.37
	0.42	0.42	0.47	0.52	1.24	0.97	0.45	0.65
	0.63	0.5	0.96	0.42	0.65	0.78	0.38	0.69
VII	0.33	1.04	0.74	0.67	0.4	0.52	0.48	0.69
	0.41	0.78	0.5	0.51	0.66	0.4	1.13	0.69
	0.46	0.52	0.47	0.72	0.61	0.49	1.31	1.15
	0.32	0.9	0.73	0.4	0.6	0.93	1.13	0.65
	0.27	0.4	0.75	0.73	0.95	0.51	0.79	1.06



**Cuadro 49.** Resultados de Alturas de las plantas época 2.

Repetición	Tratamientos							
	Plantacote		Basacote		Convencional		Dosis única	
I	0.81	0.5	0.69	0.92	0.78	0.68	0.62	0.52
	0.6	0.59	0.73	0.47	0.91	1.03	0.66	0.19
	0.33	1.03	0.96	0.58	1.08	0.94	0.45	----
	0.53	0.93	0.73	0.95	1.04	1.21	0.36	0.42
	0.46	1	0.47	0.64	0.88	0.55	0.72	0.41
II	0.47	1.13	0.54	1.15	0.46	0.51	0.94	0.6
	0.77	1.25	0.89	1.14	0.72	0.35	0.64	0.62
	0.53	0.67	1.98	0.66	0.7	0.57	1.11	0.6
	0.93	0.9	0.74	0.8	0.57	0.3	0.64	0.75
	0.43	0.35	1.41	0.94	0.69	0.62	1.47	0.9
III	0.58	1.26	0.76	0.75	0.45	0.67	0.66	0.64
	0.64	1.27	1.2	0.66	0.55	0.61	1.12	0.58
	0.48	0.71	1.23	0.4	0.32	0.88	1.4	0.54
	1.41	0.58	0.93	0.61	0.49	0.9	1.2	0.61
	0.91	0.61	0.78	0.61	0.59	0.74	0.8	0.65
IV	1.54	2.27	0.71	0.73	0.99	0.83	0.82	0.6
	1.38	1.4	0.43	0.46	0.4	0.4	0.99	0.77
	0.91	0.78	1.1	0.49	0.41	0.58	0.37	1.39
	1.15	0.78	1.02	0.99	0.28	0.4	0.88	0.55
	1.08	0.78	1.21	0.84	0.14	1.1	0.97	0.41
V	0.34	0.78	1.03	0.84	0.46	0.87	0.81	0
	0.23	0.72	0.9	0.82	0.45	0.6	0.76	0.89
	1.11	0.65	1.19	0.7	1.05	0.47	0.76	1.17
	0.6	0.64	1.23	0.76	0.79	0.52	0.6	0.38
	0.2	1.02	0.56	0.84	0.61	0.45	0.94	1.03
VI	0.88	0.88	1.06	0.63	1.37	1.17	0.27	0.43
	0.39	0.78	0.7	0.79	0.77	0.99	0.29	0.79
	1.03	0.98	1.37	0.47	0.65	1.2	0.68	0.43
	0.47	0.59	0.72	0.58	1.68	1.44	0.55	0.88
	0.96	0.63	1.3	0.51	0.85	1.09	0.5	0.85
VII	0.43	1.39	1.3	0.94	0.44	0.63	0.56	0.82
	0.49	0.99	0.71	0.6	0.88	0.52	1.49	0.94
	0.58	0.68	0.61	1.01	0.79	0.54	1.66	1.76
	0.43	1.2	0.99	0.49	0.79	1.17	1.54	0.92
	0.3	0.48	0.91	0.95	1.25	0.6	1.13	1.47

**Cuadro 50.** Resultados de Alturas de las plantas época 3.

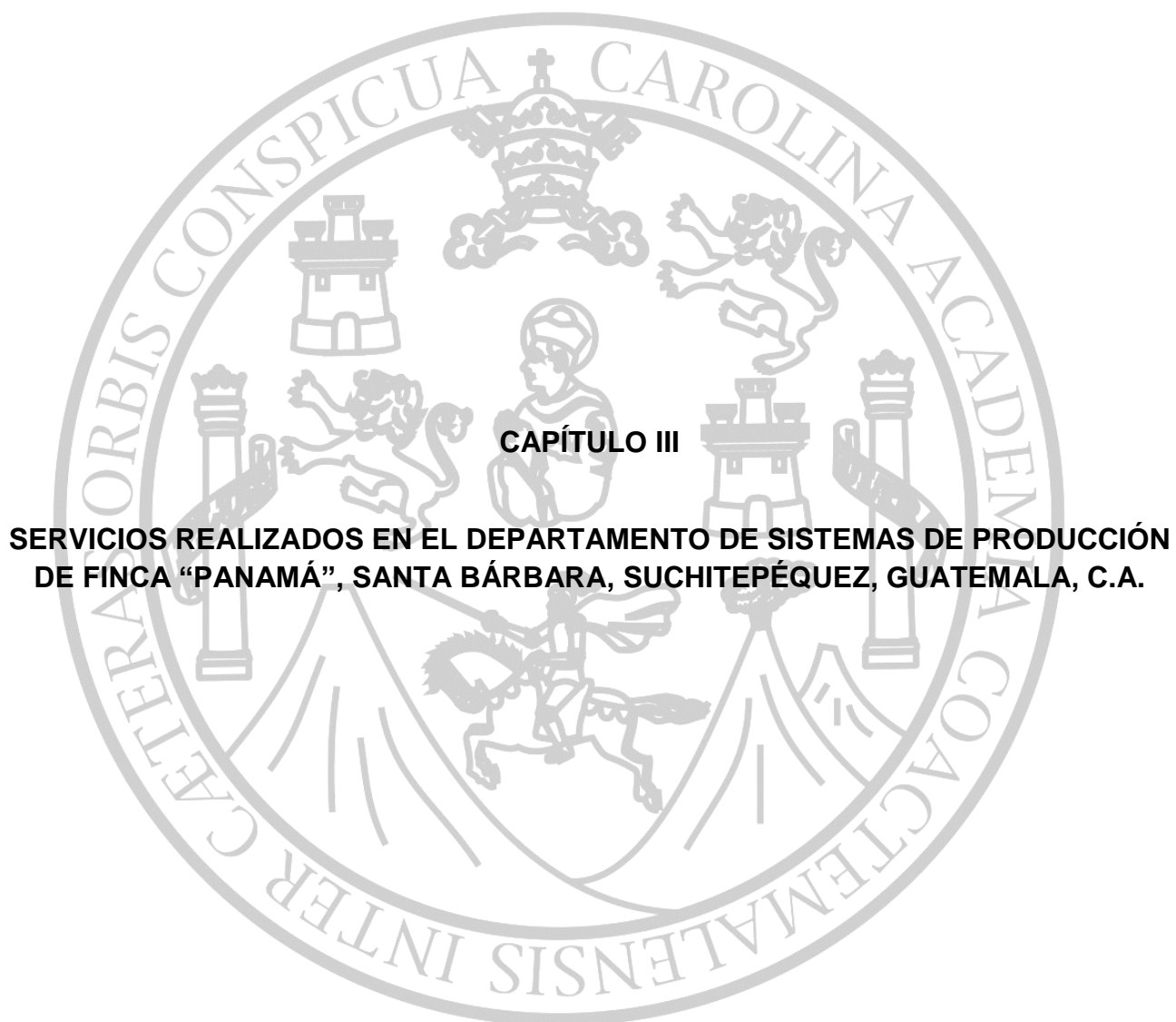
Repetición	Tratamientos							
	Plantacote		Basacote		Convencional		Dosis única	
I	0.97	0.56	0.9	1.01	1	1.27	0.7	0.59
	0.74	0.76	1.24	0.47	0.94	1.12	0.68	0.21
	0.4	1.25	0.92	0.69	1.17	1.2	0.53	0
	0.67	1.14	0.81	1.09	0.97	1.08	0.41	0.45
	0.6	1.3	0.82	0.87	0.98	0.71	0.87	0.48
II	0.6	1.38	0.78	1.55	0.55	0.58	1.02	0.74
	0.97	1.44	1.28	1.45	0.79	0.41	1.57	0.78
	0.7	0.84	2.18	0.74	0.8	0.62	1.22	0.7
	1.08	1.17	0.96	0.96	0.69	0.31	1.01	1.16
	0.54	0.38	1.8	1.21	0.78	0.69	1.8	0.91
III	0.7	1.43	0.86	0.7	0.54	0.72	0.92	0.67
	0.72	1.31	1.4	0.48	0.67	0.76	1.45	0.67
	0.63	0.87	1.36	0.6	0.35	1.01	1.7	0.66
	1.79	0.7	1.09	0.7	0.58	1.01	1.42	0.67
	1.1	0.71	0.85	1.46	0.66	0.77	0.92	0.86
IV	1.56	2.8	1	1.08	1.09	0.91	1.11	0.41
	1.55	1.4	0.47	0.62	0.41	0.45	1.22	0.97
	0.99	0.94	1.14	0.57	0.47	0.67	0.38	1.57
	1.3	0.9	1.07	1.25	0.29	0.41	1.06	0.59
	1.85	1.01	1.35	0.95	0.15	1.17	1.15	0.47
V	0.39	0.91	1.65	0.97	0.49	0.97	0.98	0
	0.24	0.94	1.19	0.96	0.47	0.64	0.89	1.02
	1.39	0.87	1.26	0.82	1.12	0.5	0.86	1.25
	0.78	0.8	1.34	1.49	0.95	0.61	0.83	0.4
	0.24	1.2	0.96	1.05	0.75	0.48	1.2	1.27
VI	1.01	0.95	1.19	0.75	1.53	1.23	0.48	0.49
	0.41	0.99	0.81	0.96	1.5	1.34	0.31	0.85
	1.38	1.16	1.68	0.52	1.25	1.3	0.82	0.54
	0.58	0.76	0.98	0.72	1.77	1.44	0.61	0.93
	1.2	0.76	1.58	0.6	1.44	1.6	0.54	0.96
VII	0.48	1.69	1.3	1.1	0.48	0.76	0.77	0.98
	0.61	1.17	0.81	0.7	0.94	0.58	1.76	1.87
	0.7	0.79	0.81	1.21	0.91	0.55	1.92	1.98
	0.48	1.33	1.15	0.52	1.04	1.27	1.77	1.08
	0.33	0.64	0.98	1.07	1.53	0.62	1.36	1.83

**Cuadro 51.** Resultados de Alturas de las plantas época 4.

Repetición	Tratamientos							
	Plantacote		Basacote		Convencional		Dosis única	
I	0.98	0.57	1.1	0	1.09	1.37	0.73	0.65
	0.96	0.9	1.2	0.72	1.08	1.17	0.68	0.3
	0.45	1.48	0.95	1.17	1.29	1.26	0.62	0
	0.88	1.55	1.21	1.4	0.97	1.21	0.63	0.55
	0.78	1.45	0.97	1.35	0.98	0.93	1.12	0.51
II	0.88	1.4	0.84	1.6	0.61	0.71	1.47	0.94
	1.1	1.62	1.28	1.61	0.9	0.54	1.58	1.07
	0.83	1	2.2	0.8	1.1	0.75	1.34	0.72
	1.3	1.4	1.2	1.14	0.85	0.32	1.07	1.22
	0.75	0.45	1.64	1.5	1.05	0.77	1.9	1.03
III	0.92	1.8	0.97	0.77	0.71	0.9	1.16	0.89
	0.97	1.5	1.6	0.56	0.69	0.95	1.51	0.81
	0.82	1.05	1.44	0.76	0.42	1.25	1.8	0.88
	1.9	0.91	1.1	0.78	0.86	1.3	1.62	1
	1.27	0.98	1.13	1.8	0.92	0.86	1.27	1.1
IV	1.58	2.9	1.18	1.47	1.13	1.07	1.12	0.5
	1.66	1.56	0.5	0.8	0.41	0.92	1.44	1.28
	1	1.07	1.37	0.8	0.48	0.77	0.4	1.63
	1.33	1.1	1.38	1.5	0.37	1.31	1.18	0.62
	1.9	1.2	1.51	1.05	0.18	1.27	1.26	0.55
V	0.46	0.91	1.9	1.18	0.65	1.37	1.27	0
	0.24	1.01	1.5	1.1	0.5	0.8	0.94	1.1
	1.53	1.4	1.3	1.34	1.55	0.62	1.28	1.37
	0.94	1.18	1.51	1.79	1.07	0.71	1.07	0.41
	0.27	1.51	1.08	1.27	0.88	0.58	2.02	1.48
VI	1.14	1.49	1.39	1.05	1.68	1.5	0.57	0.57
	0.45	1.37	0.87	1.02	1.77	1.3	0.33	1
	1.67	1.42	1.87	0.73	1.5	1.45	1.1	1.11
	1.18	1.08	1.38	0.88	1.9	1.6	0.73	1.1
	1.39	1.15	1.62	0.8	1.5	1.63	0.7	0.97
VII	0.67	1.69	1.65	1.4	0.5	0.91	0.84	1.17
	0.7	1.41	0.96	0.87	0.99	0.69	1.9	1.99
	0.9	0.97	0.93	1.5	0.92	0.61	1.94	2
	0.6	1.67	1.18	0.85	1.35	1.41	1.87	1.68
	0.39	1	1.26	1.1	1.55	0.76	1.6	0

**Cuadro 52.** Resultados de Alturas de las plantas época 5.

Repetición	Tratamientos							
	Plantacote		Basacote		Convencional		Dosis única	
I	1.08	0.6	1.3	0	1.1	1.45	0.75	0.75
	1.31	1	1.33	0.8	1.25	1.45	0.75	0.4
	0.65	1.85	1.1	1.85	1.6	1.4	0.75	0
	1.2	1.88	1.35	1.75	1.25	1.3	0.9	0.65
	0.85	1.8	1.25	1.5	1.2	1.25	1.5	0.7
II	1.14	2	0.9	1.7	0.8	1	1.7	1.2
	1.25	1.6	1.55	1.7	1.2	0.75	1.65	1.2
	1	1.25	2.3	1.35	1.3	1.05	1.45	0.9
	1.5	1.85	1.4	1.4	1.15	0.4	1.15	1.45
	1	0.65	1.9	1.9	1.4	0.91	1.95	1.3
III	1.2	2.4	1.05	1	0.86	1.25	1.5	1.05
	1.3	1.95	1.65	0.65	0.83	1.3	1.75	1.11
	1.05	1.4	1.65	1	0.62	1.55	1.9	1.18
	2.25	1.15	1.45	1	1.15	1.8	1.9	1.4
	1.65	1.1	1.25	1.95	1.3	1.2	1.6	1.55
IV	1.65	3.1	1.4	1.95	1.28	1.4	1.7	0.55
	1.75	1.6	0.6	1.05	0.55	1.45	1.5	1.7
	1.2	1.25	1.55	1.13	0.6	1.05	0.6	2
	1.55	1.5	1.6	1.9	0.55	1.55	1.45	0.8
	1.95	1.6	1.85	1.33	0.28	1.55	1.5	0.85
V	0.55	1.3	2.25	1.4	0.75	1.79	1.6	0
	0.35	1.5	2	1.15	0.65	1.01	1.1	1.4
	0.8	1.8	1.39	1.45	1.9	0.83	1.35	1.55
	1	1.5	1.7	2.2	1.35	0.95	1.45	0.5
	0.33	2.05	1.2	1.4	1.1	0.9	1.75	2
VI	1.55	1.9	2	1.45	1.77	1.55	0.85	0.95
	0.65	1.75	1.2	1.41	2.2	1.85	0.45	1.15
	2.1	1.9	2.1	1.03	1.5	1.65	1.45	1.45
	1.3	1.5	1.65	1.2	2	1.9	1.08	1.4
	1.6	1.4	2.05	1.15	1.75	1.7	0.95	1.24
VII	0.99	1.85	1.85	1.85	0.6	1.25	1.1	1.4
	0.95	1.51	1.3	1.11	1.1	0.8	2	2
	1.2	1.4	1.35	2	1	0.8	2.1	2.1
	0.8	2	1.6	1.23	1.5	1.8	1.9	1.7
	0.55	1.3	1.6	1.45	2	1.1	1.7	0



### **CAPÍTULO III**

**SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE FINCA "PANAMÁ", SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**



### **3.1 PRESENTACIÓN**

El presente documento se llevó a cabo en la fase del ejercicio profesional supervisado (E.P.S) de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Contiene información sobre los servicios profesionales realizados durante el periodo de Febrero-Noviembre del año 2,013, en la finca Panamá, Santa Bárbara del departamento de Suchitepéquez.

Agropecuaria Atitlán S. A, ha mostrado a lo largo de las operaciones realizadas durante años la calidad con la que el producto final es entregado. Los servicios realizados responden a necesidades inmediatas que la empresa necesita.

El primer servicio realizado fue la implementación de la metodología de las 5 S's en el almacigo de los cultivos de la finca "Panamá"

Como segundo servicio se realizó la evaluación en el rendimiento y la efectividad de la bomba Matabi Style 7 para el control fungoso del panel de pica, en el cultivo de hule.

El tercer servicio fue la determinación del caudal de los principales ríos que atraviesan la finca "Panamá"

### **3.2 ÁREA DE INFLUENCIA**

Los servicios realizados consistieron en la implementación, evaluación y realización de diversas actividades y se realizaron dentro del área de la finca.

Finca Panamá, propiedad de la entidad "Agropecuaria Atitlán S.A", está localizada al sur de las faldas del volcán de Atitlán, la cual tiene una alargada (de Norte a Sur) y estrecha (de Este a Oeste) ensanchándose en la parte más baja. Esta pertenece al municipio de Santa Bárbara del departamento de Suchitepéquez; dista a 9 km del municipio Santa Bárbara y a 55 de la cabecera departamental. Se ubica geográficamente entre los meridianos 91° 10' 42" y 91° 13' 12" longitud oeste y los paralelos 14° 31' 21" y 14° 27' 42" latitud norte. La

extensión territorial es de 1,515.44 ha. (33.68 Caballerías). Está en un rango de altitud de entre 672 hasta los 1100 msnm y la temperatura oscila entre 15.95 y 32.6 grados centígrados.

### **3.3 OBJETIVO GENERAL**

Colaborar con el área de sistemas de producción en la solución de problemas a corto plazo.



## **Implementación de la metodología de las 5 S's en el almacigo de finca Panamá, Santa Bárbara, Suchitepéquez.**

### **3.4 INTRODUCCIÓN**

La metodología de las 5 S's es una propuesta necesaria hoy en día en todas aquellas empresas que buscan la mejora continua en todas y cada una de sus operaciones.

Con la finalidad de evidenciar la mejora en el área de almacigo de la finca, se decidió implementar ésta metodología en la misma, que permite al trabajador realizar sus actividades con orden y limpieza en el área de trabajo, acondicionando todos los elementos que interactúan en el desarrollo exitoso y eficiente de un trabajador.

### **3.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el almacigo de la finca "Panamá".

Fomentar áreas de trabajo idóneas para el desarrollo eficiente de los trabajadores en sus diferentes actividades laborales.

Eliminar todos los materiales inútiles que se encuentren en las respectivas áreas de trabajo y toda fuente de suciedad.

### **3.6 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

Esta metodología evidentemente busca la mejora continua en cuanto a organización, orden y limpieza se refiere dentro de un área de trabajo, este caso el almacigo de la finca. La metodología de las 5 s's como comúnmente se conoce tiene sus orígenes en Japón y es una metodología sencilla pero que conlleva una disciplina de cumplimiento y mantenimiento de lo implementado. La metodología está compuesta por 5 procedimientos que persiguen el constante desarrollo dentro de un área de trabajo, volver más eficientes los procesos y

mantener mediante el traslado de información y la comunicación entre el personal la disciplina implementada.

¿Qué son las 5 S's?

Las operaciones de organización, Orden y limpieza fueron desarrolladas por empresas japonesas, entre ellas Toyota, con el nombre de 5 S's. Se han aplicado en diversos países con mucho éxito. Las 5 S's son las iniciales de cinco palabras japonesas que nombran a cada una de las cinco fases que componen la metodología.

#### 1. Organización (SEIRI):

El procedimiento es sencillo, busca separar lo necesario de lo innecesario y deshacerse de este último. Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en eliminar todos los materiales que no necesitamos en el área de trabajo. Así mismo los materiales necesarios se deberán adecuar en lugares idóneos y concretos.

#### 2. Orden (SEITON):

El orden lo representa el conjunto de acciones conllevadas para almacenar de una manera correcta todos aquellos materiales que separamos anteriormente para su aprovechamiento adecuado.

Otra manera de representar el orden es en que consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.

#### 3. Limpieza (SEISO):

El siguiente punto en la metodología conlleva la realización de labores de limpieza en el área implementada. Este punto en se refiere al desecho total de todos aquellos objetos que no

tienen nada que hacer en el área de laboral, mantener limpio el puesto asegurando que todo se encuentra siempre en perfecto estado de uso.

#### 4. Control visual (SEIKETSU):

Consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos.

#### 5. Disciplina y hábito (SHITSUKE):

Quinto y último proceso importante en la implementación de la metodología de las 5 s's es la disciplina y el hábito. Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas, además permite adquirir el hábito de su práctica y mejora continua en el trabajo diario.

##### **3.6.1.1 ¿Para quién son las 5 S's?:**

La metodología de las 5 S's está creada para cualquier tipo de organización, ya sea industrial o de servicios, en este caso agrícola, y es con el objetivo de encaminarse a la mejora continua. Esta metodología es universal, incluso se puede aplicar en aquellos lugares que aparentemente se encuentren suficientemente ordenados y limpios. Siempre se puede evitar ineficiencias, evitar desplazamientos y eliminar despilfarros de tiempo y espacio.

##### **3.6.1.2 ¿Qué beneficios aportan directamente las 5 S's?**

La implantación de la metodología se basa en el trabajo en equipo. Permite involucrar a los trabajadores en el proceso de mejora desde su conocimiento del puesto de trabajo. Los trabajadores se comprometen y se valora todas sus aportaciones y conocimiento.

Manteniendo y mejorando asiduamente el nivel de las 5 S's conseguimos una mayor productividad que se traduce en menos pérdidas y por ende máxima productividad y eficiente desempeño laboral.

Mediante la organización, el orden y la limpieza en conclusión logramos un mejor lugar de trabajo, área de desempeño laboral, mejor imagen de la empresa, mayor compromiso y responsabilidad en las tareas, entre otras. (EUSKALIT, 2014)

### **3.7 RESULTADOS**

La manera que se procedió en el almacigo de la finca "Panamá" fue la sugerida por un documento sobre esta metodología y se dividió de la siguiente manera:

#### **3.7.1.1 Organización**

El área aproximada del almacigo es de 28,871m<sup>2</sup> equivalente a casi 3 hectáreas; en esta se procedió a recolectar todos aquellos materiales que fueran funcionales dentro del área de trabajo y a organizarlos dentro un espacio adecuado, el bambú *Bambusa vulgaris* se ordenó y clasifico por diámetro y tamaño, el izote *yucca filífera* se aprovechó para realizar estructuras en la conservación de suelos dentro de la finca, el pony *Beucarnea Guatemalensis* se aprovechó para el área de jardinización del casco de la finca. El resto de materiales que no fueron aprovechados fueron recolectados e incinerados.

#### **3.7.1.2 Orden**

Se procedió a almacenar en un lugar idóneo todo el bambú reutilizable. Se realizó una estructura elaborada con los mismos bambús que tiene la función de servir como parales para poder almacenar de una manera ordenada los mismos. El bambú almacenado sirvió posteriormente para hacer estructuras de sombra en el almacigo. Por otra parte, todas las

herramientas, materiales y equipo que fuera aprovechable se procedió a ubicarlo en un lugar idóneo, llevándolo a áreas correctas de fácil acceso a los trabajadores.

En esta fase con la ayuda de software SIG se elaboró un mapa para delimitar el área de almácigos con el fin de acomodar y ordenar los cultivos establecidos dentro de ésta área.

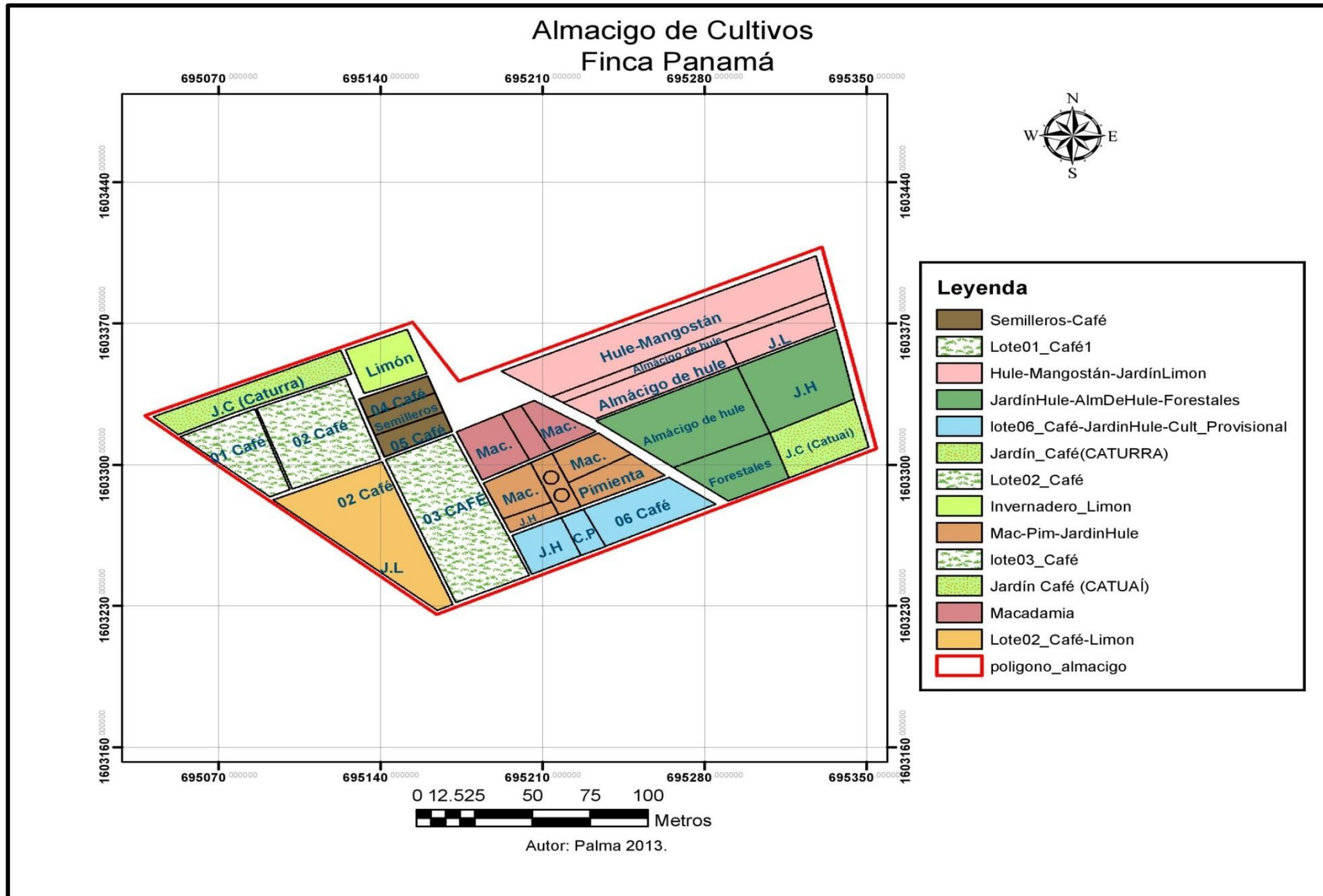


Figura 13. Ordenamiento del área de almacigos de los cultivos establecidos en finca Panamá.

### **3.7.1.3 Limpieza**

Se inició con un monitoreo en toda el área del almacigo de la finca, recolectando y clasificando los desechos sólidos que existían en el lugar. En esta fase se aprovechó a capacitar a los trabajadores en la clasificación de los desechos en orgánicos, inorgánicos, latas y vidrios.

Todos los desechos recolectados se ubicaron en un lugar céntrico para su transporte hacia el depósito de basura general, el almacenamiento de estos desechos es por un periodo de tiempo corto. En esta fase también se realizó la señalización e identificación de todos los cultivos presentes en el área de almacigo, este proceso consistió en identificar no solo los cultivos sino también las variedades de los cultivos como en el caso del café que habrían más de 2 variedades presentes en la respectiva área.

### **3.7.1.4 Control visual**

Se capacitó al encargado del almacigo en todos los procesos implementados para que el personal lo realice en una forma eficiente. Con la constante evaluación de estos aspectos anteriormente expuestos se pretende volver más eficientes los procesos dentro del almacigo.

### **3.7.1.5 Disciplina y hábito**

Este paso pretende crear y mantener un desempeño superior en el área de trabajo que el anterior a la implementación. El principal beneficio que se persigue es que tras la aplicación de las 5 s's es la motivación de todas las personas que han participado en el proceso, que se aumente la credibilidad de la empresa en esa área y todas las demás áreas por supuesto con el apoyo de todos los trabajadores, ya que se han hecho partícipes de un proyecto evolutivo y de mantenimiento que busca el desarrollo progresivo y eficientemente viable del área actual de trabajo.

### **3.8 CONCLUSIONES**

- En el almacigo de la finca “Panamá” se implementó la metodología de las 5 s’s teniendo como resultado una mejor organización, orden y limpieza, así como también se crearon ámbitos y lugares de trabajo confortables para los trabajadores.



### 3.9 BIBLIOGRAFÍA

1. EUSKALIT - Fundación Vasca para la Excelencia, ES. 2003. Metodología de las 5s mayor productividad mejor lugar de trabajo (en línea). España. 12 p. Consultado 20 feb 2014. Disponible en <http://www.euskalit.net/pdf/folleto2.pdf>



*Rolando Barrios*

### 3.10 ANEXOS



**Figura 14.** Organización del área de almácigos.



**Figura 15.** Traslado de material a áreas pertinentes.



**Figura 16.** Ordenamiento de las varas de bambú aprovechables.



**Figura 17.** Acomodamiento de la tubería encontrada en el área de almácigos.



**Figura 18.** Utilización del bambú seleccionado y almacenado en área específica.



**Figura 19.** Estructura finaliza con zarán y bambú utilizable.



**Figura 20.** Acumulación de cultivos ajenos al almácigo en la parte posterior del mismo.



**Figura 21.** Eliminación de los cultivos ajenos al almácigo.



**Figura 22.** Control visual en el mantenimiento del almacigo.



**Figura 23.** Rotulación de los cultivos establecidos y sus respectivas variedades.

**Evaluación en el rendimiento y la efectividad de una bomba Matabi Style 7 en el control de moho gris (*Ceratocystis fimbriata*) en los paneles de pica de hule (*hevea brasiliensis*).**

### **3.11 INTRODUCCIÓN**

Los árboles de hule (*hevea brasiliensis*) son susceptibles a un hongo que se desarrolla directamente en el área de pica del árbol. La pica es el corte o herida que el jornalero realiza en una sección del árbol (dependiendo el sistema de pica así se hará la herida en el árbol que puede ser hasta de media espiral en “S”) de donde brota o se extrae el látex.

Durante años se ha utilizado para el control de moho gris (*Ceratocystis fimbriata*) la aplicación de una mezcla de fungicidas, la cual se ha realizado de manera manual, casi mecánica, aplicando el producto con brocha por todo el canal del corte en el árbol.

En el presente servicio pretendió sustituir el método manual por la utilización de la bomba Matabi Style 7, evaluando el rendimiento y efectividad de la misma.

### **3.12 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar el rendimiento y la efectividad de una bomba Matabi Style 7 en el control de *Ceratocystis Fimbriata* de los paneles de pica de hule (*hevea brasiliensis*).
- Determinar si la introducción de la bomba es viable económicamente.

### 3.13 METODOLOGÍA

La presente evaluación basa en la comparación de dos formas de aplicar producto fungicida en los paneles de pica del árbol de hule (*hevea brasiliensis*).

La metodología se resume de la siguiente manera:

1. Inventariar el lote (número de árboles y datos de producción de cada uno).
2. Calibrar la bomba y calcular la descarga y el tiempo aproximado por árbol.

#### 3.13.1.1 Bomba Matabi Style 7

La bomba utilizada para la aplicación en la evaluación es una bomba Mataby Style 7, la cual proporciona las características deseadas por la maniobrabilidad de la misma y la fácil ejecución y aplicación en el panel de pica que puede tener el operador al utilizarla.

#### 3.13.1.2 Calibración de la bomba Matabi Style 7

La calibración se realiza para conocer el volumen de agua necesario al realizar las aplicaciones en todo el campo. El agua es el medio en el que preparamos la mezcla y permite la distribución uniforme del producto.

- Primera calibración de la bomba Matabi Style 7. (25-30 bombeadas en la primera ocasión; volumen: 1 litro)

**Cuadro 53.** Calibración de bomba Matabi Style 7.

No.	Volumen desc.	Tiempo (min)	bombeadas
1	135 cc	1	25
2	140 cc	1	5
3	145 cc	1	3



<b>4</b>	145 cc	1	2
<b>5</b>	145 cc	1	1
<b>6</b>	140 cc	1	1
<b>7</b>	125 cc	1	1
<b>Total</b>	975 cc	7	38

- Segunda calibración de la bomba Matabi Style 7. (Volúmen 1 L)

**Cuadro 54.** Segunda calibración de bomba Matabi Style 7.

<b>No.</b>	<b>Volumen desc.</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Bombeadas</b>
<b>1</b>	140 cc	1	35
<b>2</b>	140 cc	1	0
<b>3</b>	135 cc	1	0
<b>4</b>	135 cc	1	0
<b>5</b>	130 cc	1	0
<b>6</b>	125 cc	1	0
<b>7</b>	35 cc	1	0
<b>Total</b>	840 cc	7	35

En los cuadros número 53 y 54 se muestra los resultados de la calibración de la bomba que dio como resultado, que con un bombeo aproximado de 35 repeticiones la presión es capaz de rendir durante más de 7 minutos con una descarga de más de 100cc que es lo que se busca para la prueba. Posteriormente se delimitó la altura y la velocidad con la que el operador de la bomba debe trabajar para que la cobertura sea la adecuada, que dicho de otra manera cubrir al menos 1 pulgada bajo la herida de pica para que la cobertura sea homogénea en el tablero del árbol.

La calibración de altura y velocidad se hizo a partir de los parámetros de distribución de gota (Water-sensitive paper for monitoring spray distribution, SYNGENTA), donde se efectuaron varias pruebas hasta llegar al tamaño de gota y distribución deseada. El tamaño de la gota se buscó fuera lo más pulverizada posible con las características de la boquilla utilizada para

que la cobertura en el panel de pica fuera más eficiente. Finalmente, se concluyó que la altura eficiente de aplicación estaba comprendida en un rango entre 10 a 15 centímetros aproximadamente.

3. Aplicar con colorante para ver la distribución final de las gotas en el panel de pica que se requieren, esto se realizó como una prueba y se utilizó una boquilla Teejet Cone-jet TXVK-3 con una descarga teórica de 196 cc/minuto.
4. Aplicar la mezcla fungicida en el lote de la manera convencional para medir el dato de volumen exacto aplicado y poder calcular el I.A necesario para abarcar la misma cantidad de árboles con la bomba Matabi Style 7.
5. Calcular la cantidad de I.A. necesario para abarcar la totalidad de árboles del lote con la bomba Matabi Style 7.
6. Después de haber definido el lote, la descarga y todos los por menores de la prueba se procederá a hacer un monitoreo inicial de moho gris (*Ceratocystis fimbriata*) que se manifiesta en el tablero de la pica y es la enfermedad fungosa que se mantiene controlada con la aplicación de una mezcla de fungicidas; se hará un monitoreo en una muestra representativa de cada tratamiento.
7. Manipular datos de producción del lote escogido para incidir en los resultados finales.

El lote de estudio se dividió en tres secciones con las mismas características empleadas en su manejo; misma cantidad de árboles, misma edad, mismo sistema de pica, mismo clon, etc. La única diferenciación fue la manera en la aplicación del producto. Se determinaron un total de 100 árboles por cada tratamiento a implementar siendo un total de 300 árboles en la tarea; posteriormente a cada se sección se le asignó un tratamiento de aplicación que consistió en el método de aplicación y un testigo absoluto. El testigo absoluto representó la cantidad de enfermedad fungosa en el panel de pica, debido a que no tuvo ninguna aplicación. Con esto generamos un parámetro de comparación inicial y final de cuánto se ha controlado la enfermedad con los dos diferentes métodos implementados. El monitoreo se

hizo en tres secciones del panel de pica (alto, medio y bajo) y se procedió a medir con una reglilla que contenía 100 cuadros, posteriormente la reglilla se colocó en cada sección y se contó el número de cuadros afectados con moho gris, de esta manera se procede en las tres secciones; finalmente, se saca un promedio por árbol en porcentaje de enfermedad.

### **3.13.1.3 Diseño experimental**

Puesto que el experimento se llevó a cabo en un área en la cual la influencia de factores era homogénea, hablando de manejo agronómico y condiciones edafoclimáticas, el diseño que se designó es el completamente al azar, estableciendo los tratamientos en forma perpendicular a la pendiente; el ensayo estuvo constituido en 3 tratamientos con 10 repeticiones incluyendo un testigo absoluto.

### **3.13.1.4 Unidad experimental**

La unidad experimental estuvo representada por un área total de 300 árboles, distribuidos en aproximadamente 8 surcos. La distancia entre surcos es de 6.6 metros y 3.3 metros entre cada árbol haciendo un total 1,633.5 metros cuadrados.

### **3.13.1.5 Tratamientos**

Descripción de los tratamientos:

**Cuadro 55.** Tratamientos implementados.

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>
1	Bomba Matabi Style 7
2	Brocha de 3 pulgadas
3	Testigo absoluto

### **3.13.1.6 Manejo del experimento**

El manejo agronómico que se le dio al experimento fue el mismo que se realizó en toda la plantación; con la única diferencia de que al testigo absoluto no se le aplicó ningún tipo de fungicida a lo largo del experimento.

### **3.13.1.7 Manejo de los tratamientos**

Para la ejecución de los tratamientos se empleó a una persona con experiencia en la aplicación del producto con brocha y se le capacitó para la aplicación de producto con la bomba "Matabi". Siguiendo una secuencia lógica de procedimiento ordenado. La dosificación y los productos utilizados son en base a una secuencia ya establecida, la dosis de producto se calculó en base al volumen descargado de la bomba en relación al utilizado con brocha de 3", la calibración dio los siguientes resultados:

**Cuadro 56.** Productos utilizados y dosis utilizados para el control de moho gris.

Grupo	Familia- Genero	Enfermedad	Productos	gr-cc/galon	
				Brocha	Style
1	Ficomycetes-Phytophthora	Raya Negra	Aliette 80 WG	50	46
	Ascomycetes-Ceratocystis	Moho Gris	Mancozeb 80 WP	50	46
2	Ascomycetes-Ceratocystis	Moho Gris	Ridomil Gold 68 WP	40	37
	Ficomycetes-Phytophthora	Raya Negra	Mirage 45 EC	50	46
3	Ficomycetes-Phytophthora	Raya Negra	Previcur 72 SL	40	37
	Ascomycetes-Ceratocystis	Moho Gris	Derosal 50 SC	30	28
4	Ascomycetes-Ceratocystis	Moho Gris	Alto 10 SL	50	46
	Ficomycetes-Phytophthora	Raya Negra	Folpan 80 WG	60	55
5	Ficomycetes-Phytophthora	Raya Negra	Verita 71.1 WG	50	46
	Ascomycetes-Ceratocystis	Moho Gris	Infinito 62 SC	40	37
6	Ficomycetes-Phytophthora	Raya Negra	Positron Duo 69 WP	50	46
			Consento 45 SC	30	28
Otras Opciones	Ascomycetes-Ceratocystis	Moho Gris	Bayfidan 25 DC	40	37
	Ascomycetes-Ceratocystis	Moho Gris	Derosal 50 SC	40	37
Todos los grupos	<b>Adherente</b>		Affix	25	25
	<b>Colorante (Invierno)</b>		Oxido de Hierro	42	42
	<b>Colorante (Verano)</b>		Violeta Genciana		
	<b>Colorante (Estimulacion)</b>		Marker	5	5

### 3.13.1.8 Toma de datos

Para la toma de datos, se realizaron monitoreos con una persona con experiencia en la identificación de la enfermedad (moho gris) y con experiencia general en el cultivo de Hule.

Posteriormente, se utilizó una reglilla que contiene una cuadrícula de cien unidades, y se procedió a medir por separado tres partes del panel (alta, media y baja) con dicha reglilla, se contabilizaron los cuadros que presentaban cubrimiento parcial o total por la enfermedad y al final se obtuvo un promedio el cual evidenciaba el estado general del panel de pica del árbol de Hevea. Esta actividad tuvo lugar los días miércoles de las semanas (8) que el experimento estuvo en ejecución.

#### **3.13.1.9 Variables de respuesta**

El experimento contempló únicamente una variable de respuesta:

- Porcentaje de enfermedad fungosa en el panel de pica del árbol de Hevea.

### 3.13.1.10 Resultados y discusión

El moho gris (*Ceratocystis fimbriata*), es una enfermedad que se manifiesta con notable rapidez en el panel de pica del árbol de Hevea, los vasos capilares por donde exuda látex quedan obstaculizados perdiendo así la capacidad de producción del árbol.

**Cuadro 57.** Monitoreos para medir el porcentaje de avance de moho gris.

Monitoreo No.	Sección de prueba.	% de hongo en panel (medias por cada 10 árboles).
1	A	16.13
	B	23.03
	C	11.17
2	A	15.67
	B	38.17
	C	56.50
3	A	27.33
	B	34.57
	C	66.17
4	A	20.83
	B	34.00
	C	78.03
5	A	17.67
	B	30.93
	C	80.53
6	A	15.33
	B	27.96
	C	79.70
7	A	19.33
	B	26.30
	C	82.22
8	A	19.00
	B	25.00
	C	81.67

En el cuadro número 57 se observa que la incidencia de la enfermedad del hongo en los paneles de pica se ha mantenido controlado en los tratamientos A (bomba Matabi Style 7) y B (brocha y cubeta); mientras que en la sección C (testigo absoluto) la enfermedad fue creciendo exponencialmente hasta llegar a un punto crítico de más de 80% de incidencia. De esta manera podemos comprobar que los métodos de control son eficaces en el control de moho gris (*Ceratocystis fimbriata*).

### 3.13.1.11 Análisis estadístico

#### Test: ANDEVA y Tukey con datos transformados con la función Arco-Seno

Los datos obtenidos en el experimento fueron procesados en porcentajes (ver anexo 3) y no son estrictamente válidos para su análisis. Se realizó un arreglo para que los datos queden en proporción mediante una prueba de Arco-Seno, de esta manera los datos pueden analizarse estadísticamente, pudiendo hacer inferencia en los resultados. Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico Infostat.

**Cuadro 58.** Análisis de varianza de los datos obtenidos con Arco-Seno.

<b>Análisis de la varianza</b>					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
ASEN D1	30	0.12	0.06	61.17	

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.20	2	0.10	1.93	0.1652
Trat	0.20	2	0.10	1.93	<b>0.1652</b>
Error	1.38	27	0.05		
Total	1.58	29			

<b>Test: Tukey Alfa=0.05</b>					
<i>Error: 0.0512 gl: 27</i>					
Trat	Medias	n	E.E.		



2.00	0.46	10	0.07	A
1.00	0.39	10	0.07	A
<b>3.00</b>	<b>0.26</b>	<b>10</b>	<b>0.07</b>	<b>A</b>

El primer monitoreo de enfermedad muestra un comportamiento muy parejo en cuanto a que no existe diferencia significativa en porcentajes de enfermedad en el panel de pica, el coeficiente de variación es muy alto, indicando que los valores monitoreados están muy dispersos unos de otros. Ambos tratamientos están en un punto de inicio.

**Cuadro 59.** Segundo análisis de Varianza con datos modificados.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ASEN D2	30	0.34	0.29	47.12

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.14	2	0.57	7.03	0.0035
Trat	1.14	2	0.57	7.03	<b>0.0035</b>
Error	2.20	27	0.08		
Total	3.34	29			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.31645**

Error: 0.0814 gl: 27

Trat	Medias	n	E.E.		
3.00	0.83	10	0.09	A	
2.00	0.63	10	0.09	A	B
1.00	0.35	10	0.09		B

El segundo monitoreo muestra un gran avance de enfermedad en el tratamiento 3 (testigo absoluto) y tratamiento 2 (aplicación con brocha), únicamente el tratamiento con aplicación con bomba Matabi mantiene una diferenciación significativa del resto. El coeficiente de variación comienza a normalizarse.

**Cuadro 60.** Tercer Análisis de Varianza con datos modificados.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ASEN D3	30	0.36	0.32	40.25

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.18	2	0.59	7.72	0.0022
Trat	1.18	2	0.59	7.72	<b>0.0022</b>
Error	2.06	27	0.08		
Total	3.23	29			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.30602***Error: 0.0762 gl: 27*

Trat	Medias	n	E.E.	
3.00	0.96	10	0.09	A
2.00	0.59	10	0.09	B
1.00	0.51	10	0.09	B

Continuando con la secuencia lógica esperada, el testigo absoluto comienza a saturarse de enfermedad por lo que es evidente la diferencia significativa de los otros dos tratamientos. Las medias son muy parecidas entre estos, aunque evaluándolo detenidamente la bomba Matabi mantiene cierta ventaja sobre la brocha.

**Cuadro 61.** Cuarto Análisis de Varianza con datos modificados.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ASEN D4	30	0.60	0.57	35.13

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.45	2	1.22	19.83	<0.0001
Trat	2.45	2	1.22	19.83	<b>&lt;0.0001</b>
Error	1.67	27	0.06		
Total	4.11	29			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.27538**

<i>Error: 0.0617 gl: 27</i>				
Trat	Medias	n	E.E.	
3.00	1.10	10	0.08	A
2.00	0.59	10	0.08	B
1.00	0.43	10	0.08	B

El coeficiente de variación cada vez se estabiliza más. El comportamiento se mantiene y las diferencias significativas son las mismas.

**Cuadro 62.** Quinto Análisis de Varianza con datos modificados.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ASEN D5	29	0.65	0.62	35.85

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.01	2	1.50	24.01	<0.0001
Trat	3.01	2	1.50	24.01	<0.0001
Error	1.63	26	0.06		
Total	4.63	28			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.28293**

<i>Error: 0.0626 gl: 26</i>				
Trat	Medias	n	E.E.	
3.00	1.13	10	0.08	A
2.00	0.55	9	0.08	B
1.00	0.39	10	0.08	B

Aunque las medias de la enfermedad todavía son muy dispares entre los tratamientos con aplicación de fungicida, se mantiene la tendencia y no se muestra diferencia significativa entre tratamientos con aplicación de fungicidas.

**Cuadro 63.** Sexto Análisis de Varianza con datos modificados.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ASEN D6	29	0.74	0.72	29.71

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.07	2	1.54	37.35	<0.0001
Trat	3.07	2	1.54	37.35	<0.0001
Error	1.07	26	0.04		
Total	4.14	28			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.22935***Error: 0.0411 gl: 26*

Trat	Medias	n	E.E.	
3.00	1.12	10	0.06	A
2.00	0.53	9	0.07	B
1.00	0.38	10	0.06	B

El coeficiente de variación se estabiliza y llega a rangos aceptables de manejo, la tendencia es la misma y se mantiene.

**Cuadro 64.** Séptimo Análisis de Varianza con datos modificados.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ASEN D7	28	0.74	0.72	29.00

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.88	2	1.44	35.93	<0.0001
Trat	2.88	2	1.44	35.93	<0.0001
Error	1.00	25	0.04		
Total	3.89	27			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.23109***Error: 0.0401 gl: 25*

Trat	Medias	n	E.E.	
3.00	1.15	9	0.07	A

2.00	0.52	9	0.07	B
1.00	0.43	10	0.06	B

Se mantienen los mismos resultados, CV estabilizado, diferencia significativa evidenciada únicamente entre el testigo absoluto y tratamientos con aplicación de fungicida.

**Cuadro 65.** Octavo Análisis de Varianza con datos modificados.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ASEN D8	28	0.74	0.72	29.66

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.89	2	1.45	35.41	<0.0001
Trat	2.89	2	1.45	35.41	<0.0001
Error	1.02	25	0.04		
Total	3.91	27			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.23318**

Error: 0.0408 gl: 25

Trat	Medias	n	E.E.	
3.00	1.15	9	0.07	A
2.00	0.50	9	0.07	B
1.00	0.43	10	0.06	B

Estadísticamente los tratamientos con aplicación de fungicida al panel de pica de Hevea son iguales y no muestran diferencias significativas, en cuanto al testigo absoluto, es indiscutible que si existe una diferencia abismal entre la variable de respuesta medida.

### 3.13.1.12 Prueba de normalidad de los errores (Shapiro-Wilks):

**Cuadro 66.** Prueba de normalidad aplicada a los datos obtenidos.

Variable	N	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO_ASEN_D1	30	0.00	0.22	0.97	0.7485
RDUO_ASEN_D2	30	0.00	0.28	0.92	0.0789
RDUO_ASEN_D3	30	0.00	0.27	0.96	0.7168
RDUO_ASEN_D4	30	0.00	0.24	0.98	0.9582
RDUO_ASEN_D5	29	0.00	0.24	0.96	0.6096
RDUO_ASEN_D6	29	0.00	0.20	0.94	0.2959
RDUO_ASEN_D7	28	0.00	0.19	0.92	0.1257
RDUO_ASEN_D8	28	0.00	0.19	0.91	0.0816

Los datos analizados en porcentaje corroboran los datos muestreados en campo, mostrando el mismo comportamiento. El arreglo a los datos en proporción queda definido como el análisis estadístico adecuado para hacer inferencia en los resultados. La prueba de normalidad, corresponde a corroborar si los datos analizados conllevan una secuencia y manejo lógico, es decir, si los resultados no muestran comportamientos erráticos y se pueden considerar “normales”. El parámetro a evaluar es el valor de P (unilateral) el cual debe ser mayor a 0.05 para considerarse normal. En el cuadro se observa que el valor de P de los ocho monitoreos son mayores a 0.05 lo que se considera que es normal y por lo tanto el experimento llevó una secuencia de manejo lógico.

### 3.13.2 Análisis de Costos.

**Cuadro 67.** Análisis de costos de productos utilizados en invierno con brocha.

Producto	Precio	Unidad	Dosis Verano	Dosis Invierno	Unidad	Invierno 1 persona (día)	Invierno 1 vuelta completa	Invierno completo 1 persona	Invierno completo
Aliette 80 WP	Q262.86	Kg	30 gr	50 gr	1 galón	Q13.14	Q183.96	Q118.26	Q1,655.64
Mancozeb 80 WP	Q36.29	Kg	40 gr	50 gr	1 galón	Q1.81	Q25.34	Q16.29	Q228.06
Ridomil gold 68 WP	Q215.40	Kg	40 gr	40 gr	1 galón	Q8.62	Q120.68	Q77.58	Q1,086.12
Mirage 45 EC	Q342.86	Lt	40 cc	50 cc	1 galón	Q17.14	Q239.96	Q154.26	Q2,159.64
Previcur 72 SL	Q364.33	Lt	30 cc	40 cc	1 galón	Q14.57	Q203.98	Q131.13	Q1,835.82
Derosal 50 SC	Q181.40	Lt	30 cc	30 cc	1 galón	Q5.44	Q76.16	Q48.96	Q685.44
Alto 10 SL	Q415.18	Lt	15 cc	50 cc	1 galón	Q20.76	Q290.64	Q186.84	Q2,615.76
Folpan 80 WP	Q122.50	Kg	40 gr	60 gr	1 galón	Q7.35	Q102.90	Q66.15	Q926.10
Verita 71.1 WP	Q286.86	Kg	30 gr	50 gr	1 galón	Q14.34	Q200.76	Q86.04	Q1,204.56
Infinito 62 SC	Q436.83	Lt	30 cc	40 cc	1 galón	Q17.47	Q244.58	Q104.82	Q1,467.48
Positron duo 69 WP	Q236.90	Kg	40 gr	50 gr	1 galón	Q11.85	Q165.90	Q71.10	Q995.40
Consento 45 SC	Q271.66	Lt	25 cc	30 cc	1 galón	Q8.15	Q114.10	Q48.90	Q684.60
Bayfidan 25 DC	Q293.57	Lt	25 cc	40 cc	1 galón	Q11.74	Q164.36	Q93.92	Q1,314.88
Derosal 50 SC	Q181.40	Lt	30 cc	40 cc	1 galón	Q7.26	Q101.64	Q58.08	Q813.12
Affix	Q31.25	Lt	25 cc	25 cc	1 galón	Q0.78	Q10.92	Q37.44	Q524.16
Oxido de hierro	Q18.66	Kg	No	42 gr	1 galón	Q0.78	Q10.92	Q37.44	Q524.16
Violeta de genciana	Q24.77	Lt	50 cc	50 cc	1 galón	Q1.24	Q17.36	Q59.52	Q833.28
Marker	Q348.21	Kg	5 gr	5 gr	1 galón	Q1.74	Q24.36	Q83.52	Q1,169.28
Jornal	Q71.40	Día				Q71.40	Q999.60	Q3,427.20	Q47,980.80
<b>SUB-TOTAL</b>						<b>Q216.58</b>	<b>Q3,032.12</b>	<b>Q4,755.45</b>	<b>Q66,576.30</b>

**Cuadro 68.** Análisis de costos de productos utilizados en invierno con bomba Matabi Style 7.

Producto	Precio	Unidad	Dosis Verano	Dosis Invierno	Unidad	Invierno 1 persona (día)	Invierno 1 vuelta completa	Invierno completo 1 persona	Invierno completo
Aliette 80 WP	Q262.86	Kg	30 gr	50 gr	1 galón	Q12.09	Q169.26	Q108.81	Q1,523.34
Mancozeb 80 WP	Q36.29	Kg	40 gr	50 gr	1 galón	Q1.67	Q23.38	Q15.03	Q210.42
Ridomil gold 68 WP	Q215.40	Kg	40 gr	40 gr	1 galón	Q7.97	Q111.58	Q71.73	Q1,004.22
Mirage 45 EC	Q342.86	Lt	40 cc	50 cc	1 galón	Q15.77	Q220.78	Q141.93	Q1,987.02
Previcur 72 SL	Q364.33	Lt	30 cc	40 cc	1 galón	Q13.48	Q188.72	Q121.32	Q1,698.48
Derosal 50 SC	Q181.40	Lt	30 cc	30 cc	1 galón	Q5.08	Q71.12	Q45.72	Q640.08
Alto 10 SL	Q415.18	Lt	15 cc	50 cc	1 galón	Q19.10	Q267.40	Q171.90	Q2,406.60
Folpan 80 WP	Q122.50	Kg	40 gr	60 gr	1 galón	Q6.74	Q94.36	Q60.66	Q849.24
Verita 71.1 WP	Q286.86	Kg	30 gr	50 gr	1 galón	Q13.20	Q184.80	Q79.20	Q1,108.80
Infinito 62 SC	Q436.83	Lt	30 cc	40 cc	1 galón	Q16.16	Q226.24	Q96.96	Q1,357.44
Positron duo 69 WP	Q236.90	Kg	40 gr	50 gr	1 galón	Q10.90	Q152.60	Q65.40	Q915.60
Consento 45 SC	Q271.66	Lt	25 cc	30 cc	1 galón	Q7.61	Q106.54	Q45.66	Q639.24
Bayfidan 25 DC	Q293.57	Lt	25 cc	40 cc	1 galón	Q11.74	Q164.36	Q93.92	Q1,314.88
Derosal 50 SC	Q181.40	Lt	30 cc	40 cc	1 galón	Q7.26	Q101.64	Q58.08	Q813.12
Affix	Q31.25	Lt	25 cc	25 cc	1 galón	Q0.78	Q10.92	Q37.44	Q524.16
Óxido de hierro	Q18.66	Kg	No	42 gr	1 galón	Q0.78	Q10.92	Q37.44	Q524.16
Violeta de genciana	Q24.77	Lt	50 cc	50 cc	1 galón	Q1.24	Q17.36	Q59.52	Q833.28
Marker	Q348.21	Kg	5 gr	5 gr	1 galón	Q1.74	Q24.36	Q83.52	Q1,169.28
Jornal	Q71.40	Día				Q71.40	Q714.00	Q3,427.20	Q34,272.00
<b>SUB-TOTAL</b>						<b>Q205.71</b>	<b>Q2,594.34</b>	<b>Q4,669.44</b>	<b>Q51,663.36</b>



**Cuadro 69.** Análisis de costos de productos utilizados en verano con brocha.

Producto	Verano 1 persona (día)	Verano 1 vuelta completa	Verano completo 1 persona	Verano completo
Previcur 72 SL	Q10.92	Q152.88	Q98.28	Q1,375.92
Derosal 50 SC	Q5.44	Q76.16	Q48.96	Q685.44
Affix	Q0.78	Q10.92	Q7.02	Q98.28
Violeta de genciana	Q1.24	Q17.36	Q11.16	Q156.24
Marker	Q1.74	Q24.36	Q15.66	Q219.24
jornal	Q71.40	Q999.60	Q642.60	Q8,996.40
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>Q91.52</b>	<b>Q1,281.28</b>	<b>Q823.68</b>	<b>Q11,531.52</b>

**Cuadro 70.** Análisis de costos de productos utilizados en verano con bomba Matabi Style 7.

Producto	Verano 1 persona (día)	Verano 1 vuelta completa	Verano completo 1 persona	Verano completo
Previcur 72 SL	Q10.92	Q152.88	Q98.28	Q1,375.92
Derosal 50 SC	Q5.44	Q76.16	Q48.96	Q685.44
Affix	Q0.78	Q10.92	Q7.02	Q98.28
Violeta de genciana	Q1.24	Q17.36	Q11.16	Q156.24
Marker	Q1.74	Q24.36	Q15.66	Q219.24
jornal	Q71.40	Q714.00	Q642.60	Q6,426.00
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>Q91.52</b>	<b>Q995.68</b>	<b>Q823.68</b>	<b>Q8,961.12</b>

**Cuadro 71.** Análisis de costos de las herramientas utilizadas para la aplicación de fungicida (verano).

Producto	Cant/año (Verano) 1 persona	Cant/año (Invierno) 1 persona	Precio unidad de producto	Precio total verano 1 persona	Precio total Verano (14P)
Brocha 3"	2	6	Q6.70	Q13.40	Q187.60
Cubeta	0.5	0.5	Q8.26	Q4.13	Q57.82
<b>Total Q.</b>				<b>Q17.53</b>	<b>Q245.42</b>
Bomba Matabi S.7	0.5	0.5	Q250.00	Q125.00	Q1,750.00
Boquilla TXVK-3	0.5	0.5	Q65.00	Q32.50	Q455.00
<b>Total Q.</b>				<b>Q157.50</b>	<b>Q2,205.00</b>

**Cuadro 72.** Análisis de Costos de las herramientas utilizadas para la aplicación de fungicida (invierno).

Producto	precio total Invierno 1 persona	Precio total Inverno (14 P)	Precio anual de producto (1 P)	Precio anual del producto (14 P)
Brocha 3"	Q40.20	Q562.80	Q53.60	Q750.40
Cubeta	Q4.13	Q57.82	Q8.26	Q115.64
<b>Total Q.</b>	<b>Q44.33</b>	<b>Q620.62</b>	<b>Q61.86</b>	<b>Q866.04</b>
Bomba Matabi S.7	Q125.00	Q1,750.00	Q250.00	Q3,500.00
Boquilla TXVK-3	Q32.50	Q455.00	Q65.00	Q910.00
<b>Total Q.</b>	<b>Q157.50</b>	<b>Q2,205.00</b>	<b>Q315.00</b>	<b>Q4,410.00</b>

### 3.13.3 Análisis de costos finales

Durante el estudio se realizaron medición de costos en verano e invierno. A continuación se describe el resumen de los costos durante el año (2013) de estudio.

**Cuadro 73.** Análisis de costos anual utilizando el método de control con bomba Matabi y brocha.

Aplicación	Precio total Verano (1 persona)	Precio total Verano (14P)	Precio total Invierno (1 persona)	Precio total Invierno (14P)	Precio anual 1 persona	PRECIO TOTAL ANUAL
Brocha	Q841.21	Q11,776.94	Q4,799.78	Q67,196.92	Q5,640.99	<b>Q78,973.86</b>
Bomba	Q981.18	Q11,166.12	Q4,826.94	Q53,868.36	Q5,808.12	<b>Q65,034.48</b>

(Q13,939.38)

- En el cuadro 73 se muestra el análisis de costos realizado, la introducción de la bomba Matabi Style 7 tiene ventaja económica respecto a la brocha. Aunque el precio de la bomba con la boquilla es más elevado que el de la brocha con la cubeta, el rendimiento de la bomba Matabi es más eficiente. El costo anual utilizando la bomba es de **Q65,034.48** y utilizando la brocha es de **Q78,973.86**, existe un ahorro de **Q13, 939.38** aplicando con la bomba Matabi Style 7, esto debido a que existió una eficiencia de **32%**, probado en los 389 árboles del lote estudiado; por lo tanto, el número de personal para aplicar se reduce y la introducción de la bomba es económicamente rentable.

### 3.14 CONCLUSIONES

- El rendimiento de una bomba Matabi Style 7 supera notablemente al rendimiento del método de la brocha en relación al tiempo y volumen de aplicación. Respecto a la efectividad ambos métodos de aplicación del fungicida al tablero de pica muestran un control del hongo.
- Utilizando la bomba Style 7 existe un ahorro de **Q13,939.38** anual en las aplicaciones del fungicida para el control de moho gris, con base a lo anterior la introducción de la bomba es económicamente rentable.

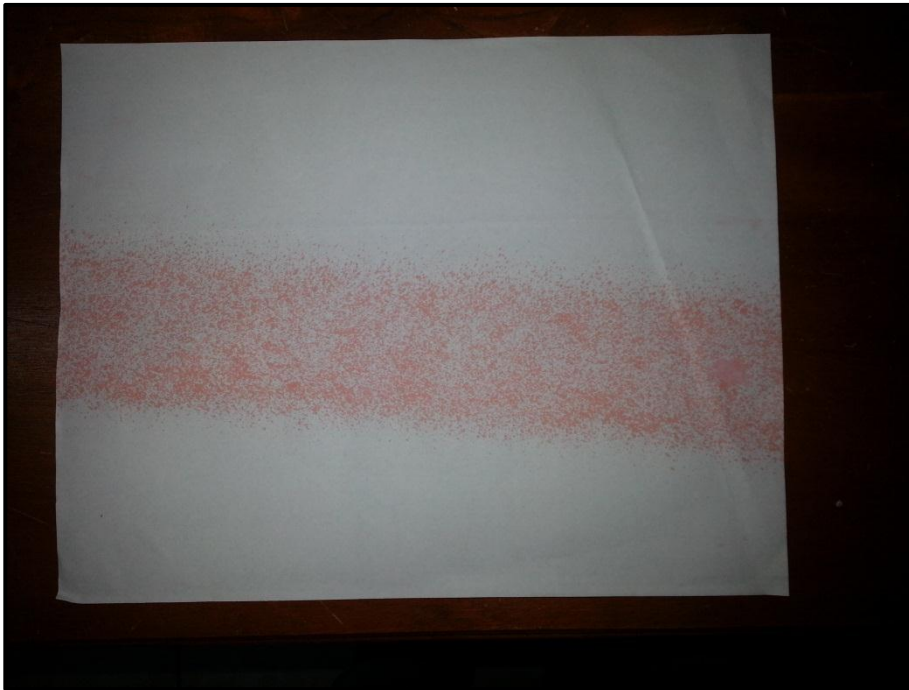
### 3.15 BIBLIOGRAFÍA

1. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 2004. Cultivo del hule (en línea). Guatemala. 23 p. Guatemala. Consultado 20 feb 2014. Disponible en <http://portal.anacafe.org/Portal/Documents/Documents/2004-12/33/8/Cultivo%20de%20Hule.pdf>
2. MATABI, GT. Style 7 (en línea). Guatemala. Consultado 20 feb 2014. Disponible en <http://matabigt.com/style-7/>

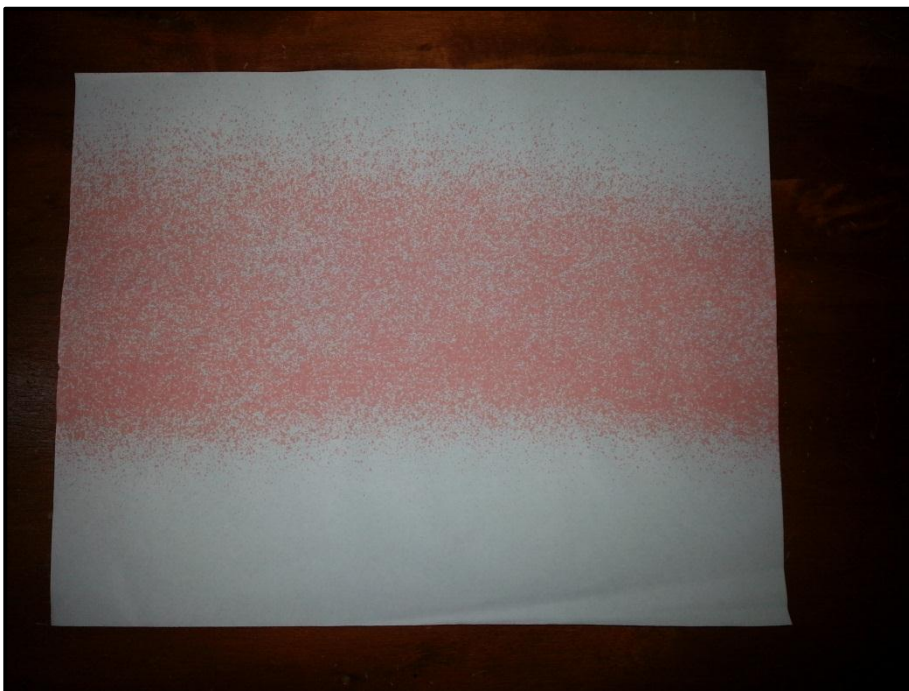


*Rolando Ramos.*

### 3.16 ANEXOS 1. CONSTANCIAS (IMÁGENES) DE LA METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.



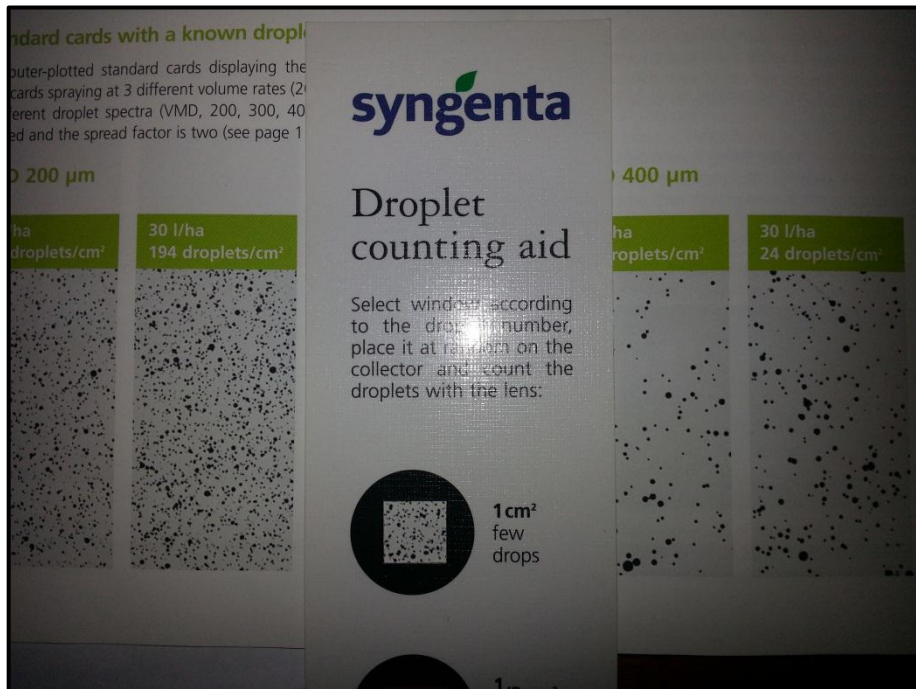
**Figura 24.** Constancia de prueba de calibración de bomba Matabi en la Distribución de gotas (óptima).



**Figura 25.** Distribución de gotas en calibración de bomba Matabi.



**Figura 26.** Conteo y distribución de gotas por centímetro cuadrado (experimental).



**Figura 27.** Conteo y distribución de gotas (comparativo).

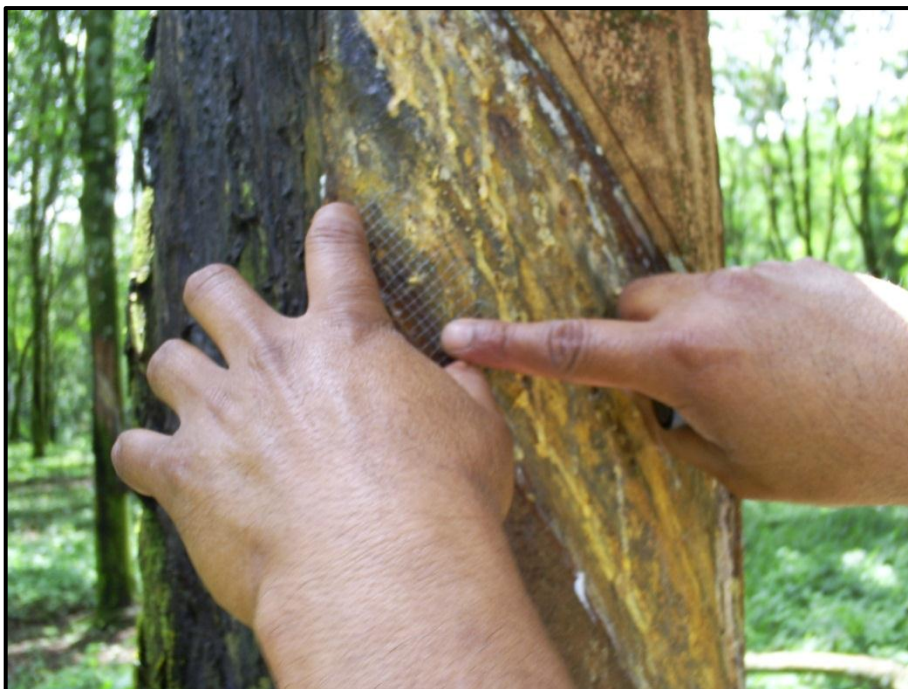


**Figura 28.** Prueba de aplicación directamente en panel de pica.

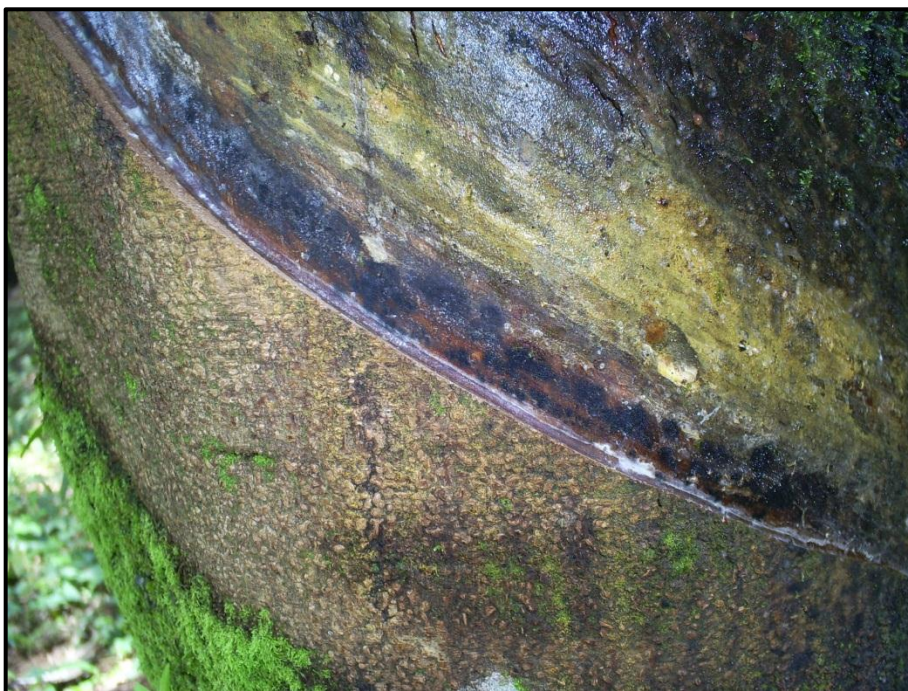


**Figura 29.** Rotulación de experimento.

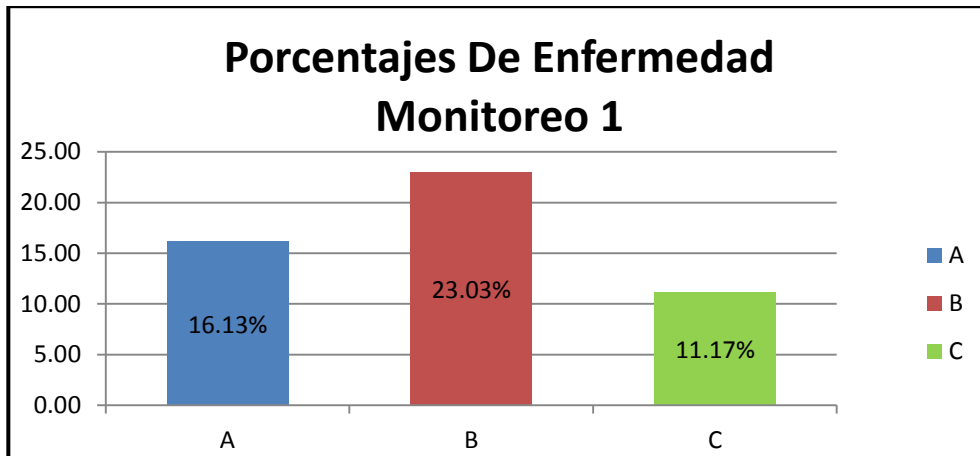




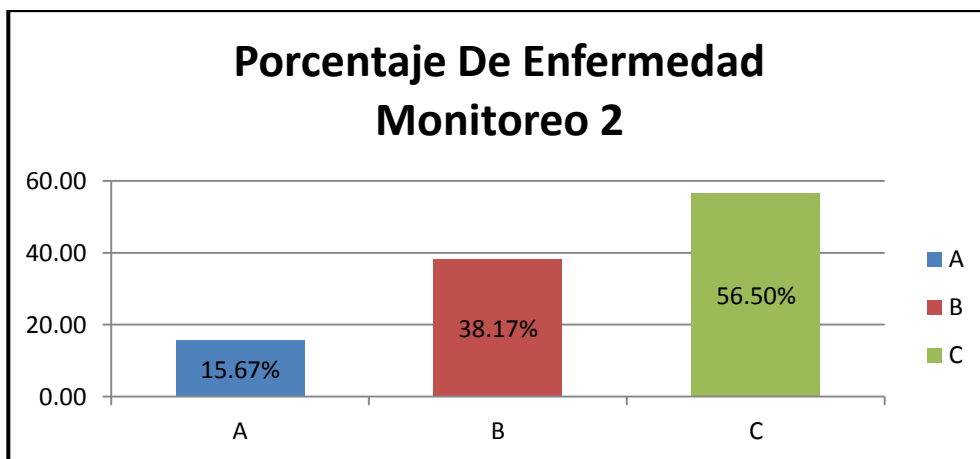
**Figura 30.** Conteo con reglilla de 100 cuadros de enfermedad en el panel de pica.



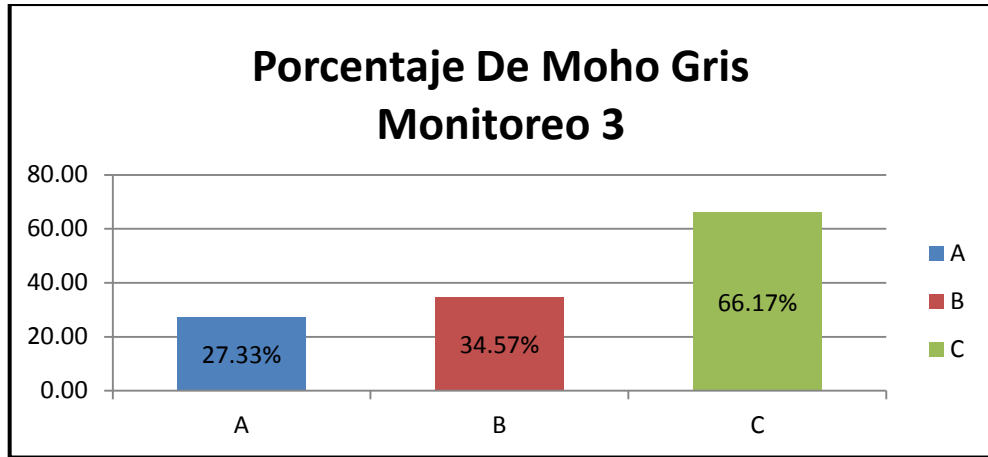
**Figura 31.** Manifestación de *Ceratocystis* en panel de pica sin aplicación de fungicida.

**3.17 ANEXO 2. GRÁFICAS DE LOS MONITOREOS REALIZADOS.**

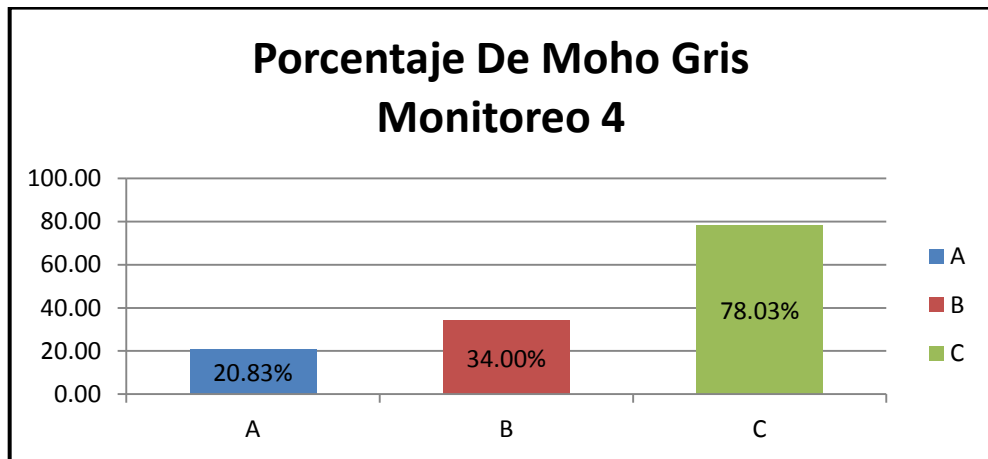
**Figura 32.** Porcentaje de enfermedad en el primer monitoreo.



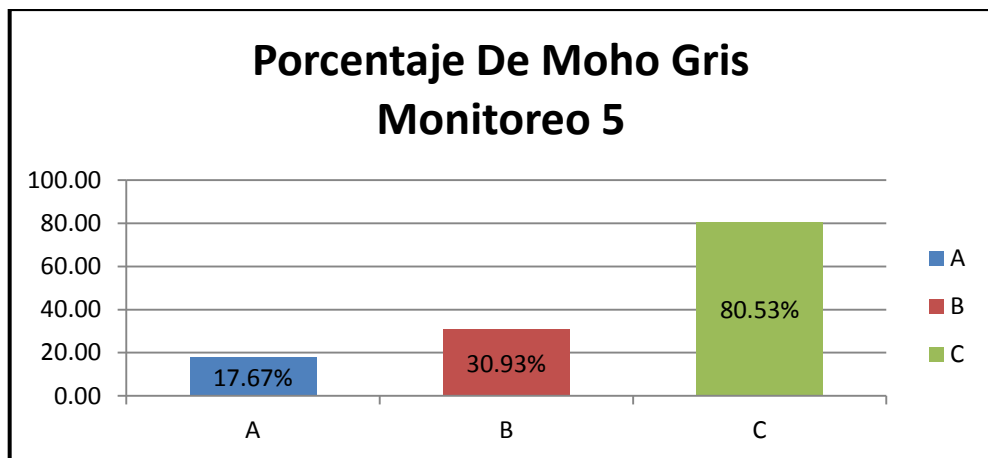
**Figura 33.** Porcentaje de enfermedad en el segundo monitoreo.



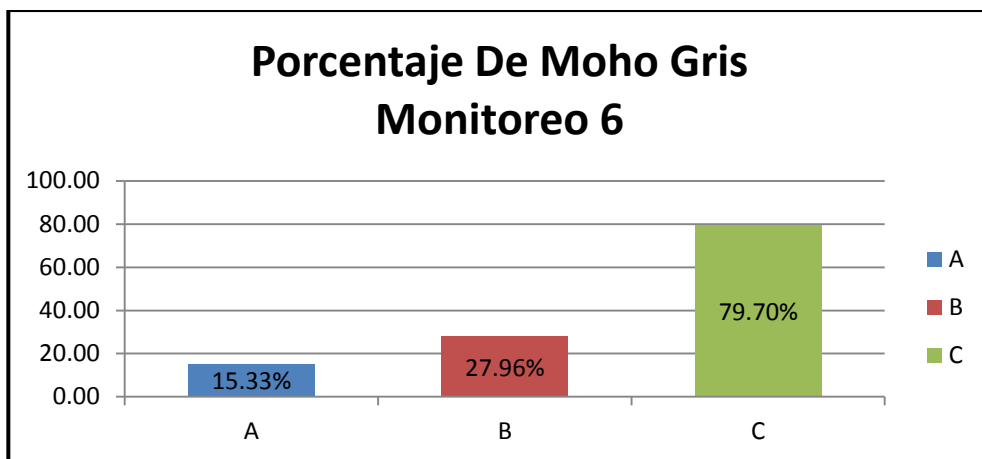
**Figura 34.** Porcentaje de enfermedad en el tercer monitoreo.



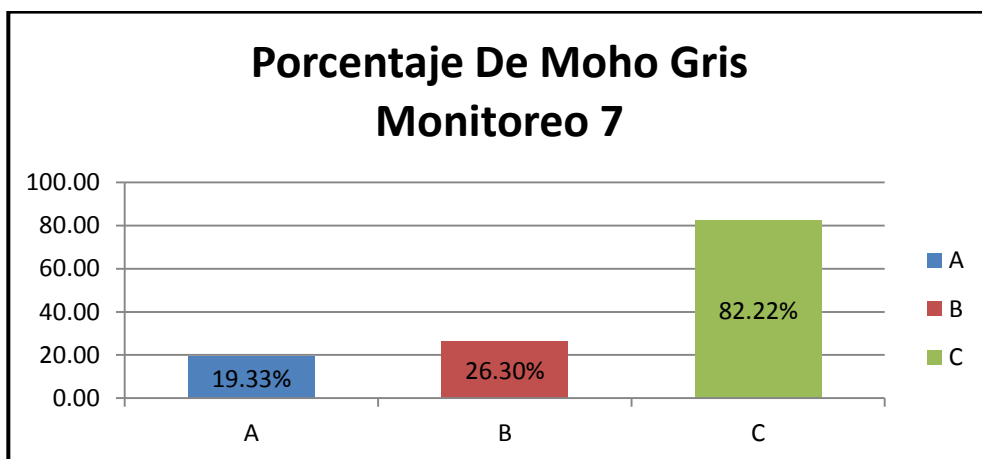
**Figura 35.** Porcentaje de enfermedad en el cuarto monitoreo.



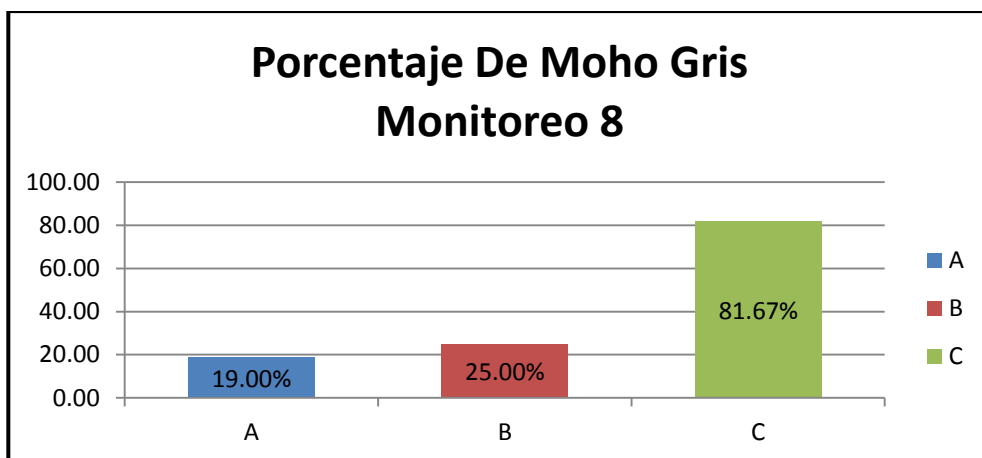
**Figura 36.** Porcentaje de enfermedad en el quinto monitoreo.



**Figura 37.** Porcentaje de enfermedad en el sexto monitoreo.



**Figura 38.** Porcentaje de enfermedad en el séptimo monitoreo.



**Figura 39.** Porcentaje de enfermedad en el octavo monitoreo.

### 3.18 ANEXO 3. TEST ANDEVA Y TUKEY CON DATOS SIN TRANSFORMAR.

- **Monitoreo 1.**

**Cuadro 74.** Análisis de Varianza con datos sin modificar.

<b>Análisis de la varianza</b>					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Enfer 1	30	0.10	0.04	89.61	

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	710.33	2	355.17	1.57	0.2262
Trat	710.33	2	355.17	1.57	0.2262
Error	6103.21	27	226.04		
Total	6813.54	29			

<b>Test:Tukey Alfa=0.05</b>					
<i>Error: 226.0449 gl: 27</i>					
Trat	Medias	n	E.E.		
2.00	23.03	10	4.75	A	
1.00	16.14	10	4.75	A	
3.00	11.17	10	4.75	A	

- **Monitoreo 2.**

**Cuadro 75.** Segundo Análisis de Varianza de datos sin modificar.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Enfer 2	30	0.42	0.38	56.10	

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8365.64	2	4182.82	9.83	0.0006
Trat	8365.64	2	4182.82	9.83	0.0006
Error	11494.44	27	425.72		
Total	19860.08	29			

<b>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=22.87846</b>					
--	--	--	--	--	--

Error: 425.7200 gl: 27

Trat	Medias	n	E.E.		
3.00	56.50	10	6.52	A	
2.00	38.17	10	6.52	A	B
1.00	15.67	10	6.52		B

- **Monitoreo 3.**

**Cuadro 76.** Tercer Análisis de Varianza con datos sin modificar.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Enfer 3	30	0.40	0.35	51.32

**Cuadro de Análisis de la Varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8529.43	2	4264.72	8.88	0.0011
Trat	8529.43	2	4264.72	8.88	0.0011
Error	12960.22	27	480.01		
Total	21489.65	29			

**Test:Tukey Alfa=0.05**

Error: 480.0083 gl: 27

Trat	Medias	n	E.E.		
3.00	66.17	10	6.93	A	
2.00	34.57	10	6.93		B
1.00	27.33	10	6.93		B

- **Monitoreo 4.**

**Cuadro 77.** Cuarto Análisis de Varianza con datos sin modificar.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Enfer 4	30	0.65	0.62	43.11

**Cuadro de Análisis de la Varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	17945.70	2	8972.85	24.61	<0.0001
Trat	17945.70	2	8972.85	24.61	<0.0001
Error	9844.85	27	364.62		
Total	27790.55	29			

**Test:Tukey Alfa=0.05**

Error: 364.6239 gl: 27

Trat	Medias	n	E.E.	
3.00	78.03	10	6.04	A
2.00	34.00	10	6.04	B
1.00	20.83	10	6.04	B

- **Monitoreo 5.**

**Cuadro 78.** Quinto Análisis de Varianza con datos sin modificar.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Enfer 5	29	0.70	0.68	43.68

**Cuadro de Análisis de la Varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	21811.10	2	10905.55	30.26	<0.0001
Trat	21811.10	2	10905.55	30.26	<0.0001
Error	9370.19	26	360.39		
Total	31181.29	28			

**Test:Tukey Alfa=0.05**

Error: 360.3919 gl: 26

Trat	Medias	n	E.E.	
3.00	80.53	10	6.00	A
2.00	30.93	9	6.33	B
1.00	17.67	10	6.00	B

- **Monitoreo 6.**

**Cuadro 79.** Sexto Análisis de Varianza con datos sin modificar.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Enfer 6	29	0.76	0.74	40.39

**Cuadro de Análisis de la Varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	23087.82	2	11543.91	41.18	<0.0001
Trat	23087.82	2	11543.91	41.18	<0.0001
Error	7288.06	26	280.31		
Total	30375.88	28			

**Test:Tukey Alfa=0.05***Error: 280.3100 gl: 26*

Trat	Medias	n	E.E.	
3.00	79.70	10	5.29	A
2.00	27.96	9	5.58	B
1.00	15.33	10	5.29	B

- **Monitoreo 7.**

**Cuadro 80.** Séptimo Análisis de Varianza con datos sin modificar.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Enfer 7	28	0.76	0.74	40.12

**Cuadro de Análisis de la Varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	21916.89	2	10958.44	38.98	<0.0001
Trat	21916.89	2	10958.44	38.98	<0.0001
Error	7027.66	25	281.11		
Total	28944.55	27			

**Test:Tukey Alfa=0.05***Error: 281.1065 gl: 25*

Trat	Medias	n	E.E.	
3.00	82.22	9	5.59	A
2.00	26.30	9	5.59	B
1.00	19.33	10	5.30	B



- **Monitoreo 8.**

**Cuadro 81. Octavo Análisis de Varianza con datos sin modificar.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Enfer 8	28	0.76	0.74	41.10

**Cuadro de Análisis de la Varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	22027.98	2	11013.99	38.66	<0.0001
Trat	22027.98	2	11013.99	38.66	<0.0001
Error	7123.05	25	284.92		
Total	29151.02	27			

**Test:Tukey Alfa=0.05**

Error: 284.9219 gl: 25

Trat	Medias	n	E.E.	
3.00	81.67	9	5.63	A
2.00	25.00	9	5.63	B
1.00	19.00	10	5.34	B