

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN AGRONOMÍA

IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO DE MANEJO DE LA
PUDRICIÓN GRIS DE LA FLOR (*Botrytis cinerea*) EN MACADAMIA;
FINCA PATZULÍN, EL PALMAR, QUETZALTENANGO (2003-2007)
ESTUDIO DE CASO

DANIEL ARNULFO COLOMO DE LEÓN
CARNET 3595-00

QUETZALTENANGO, OCTUBRE DE 2015
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN AGRONOMÍA

IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO DE MANEJO DE LA
PUDRICIÓN GRIS DE LA FLOR (*Botrytis cinerea*) EN MACADAMIA;
FINCA PATZULÍN, EL PALMAR, QUETZALTENANGO (2003-2007)
ESTUDIO DE CASO

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

POR
DANIEL ARNULFO COLOMO DE LEÓN

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

QUETZALTENANGO, OCTUBRE DE 2015
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

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

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO:	DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA:	LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA:	ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MGTR. POMPILIO ALEJANDRO SOLÓRZANO ADOLFO

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

ING. MARCO ANTONIO ABAC YAX
ING. MIGUEL MANUEL OSORIO LÓPEZ
ING. OTONIEL GARCÍA CIFUENTES

AUTORIDADES DEL CAMPUS DE QUETZALTENANGO

DIRECTOR DE CAMPUS: P. MYNOR RODOLFO PINTO SOLIS, S.J.

SUBDIRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JOSÉ MARÍA FERRERO MUÑIZ, S.J.

SUBDIRECTOR ACADÉMICO: ING. JORGE DERIK LIMA PAR

SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO: MGTR. ALBERTO AXT RODRÍGUEZ

SUBDIRECTOR DE GESTIÓN GENERAL: MGTR. CÉSAR RICARDO BARRERA LÓPEZ

Quetzaltenango, 28 de junio de 2014

Honorable Consejo
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Universidad Rafael Landívar

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he revisado el informe Final de Estudio de Caso del estudiante: Daniel Arnulfo Colomo de León, con carné **No.359500**, titulado: **"IMPLICACIONES FITOSANITARIAS Y PRODUCTIVAS DERIVADAS DE LA IMPLEMENTACION DE UN MANEJO DE LA PUDRICION GRIS DE LA FLOR (*Botrytis cinérea*, Sclerotinicaeae), EN EL CULTIVO DE MACADAMIA (*Macadamia integrifolia*, Proteaceae) FINCA PATZIN, EL PALMAR QUETZALTENANGO 2003-2007"**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la terna que designe el Honorable Consejo de Facultad, previo a su autorización de impresión.

Deferentemente



Ing. Agr. Pompilio Alejandro Solórzano Adolfo
Colegiado No. 3594



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06351-2015

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Estudio de Caso del estudiante DANIEL ARNULFO COLOMO DE LEÓN, Carnet 3595-00 en la carrera LICENCIATURA EN AGRONOMÍA, del Campus de Quetzaltenango, que consta en el Acta No. 06108-2015 de fecha 19 de septiembre de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO DE MANEJO DE LA
PUDRICIÓN GRIS DE LA FLOR (*Botrytis cinerea*) EN MACADAMIA;
FINCA PATZULÍN, EL PALMAR, QUETZALTENANGO (2003-2007)

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, al día 1 del mes de octubre del año 2015.


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



AGRADECIMIENTOS

A DIOS: Por darme la motivación necesaria para continuar con este proyecto de mi vida y para mi realización personal.

A GUATEMALA: Tierra hermosa que me vio nacer y crecer, este logro es para contribuir a tu desarrollo agrícola, social y ambiental durante mi vida laboral.

A LA URL: Parte importante en mi formación académica universitaria.

A MIS CATEDRÁTICOS: Por transmitir su sabiduría en sus diferentes campos de estudio en mi carrera universitaria.

A MIS PADRES: Edna Violeta de León de Colomo (Q.E.P.D) y Arnulfo Irrael Colomo Gutiérrez; por ser parte importante en mi formación como ser humano y por sus excelentes ejemplos de desarrollo profesional.

A MIS ABUELOS: Por su contribución en mi niñez para formarme como una persona emprendedora y creativa.

A MI ESPOSA: Lesly Analí de León Almengor de Colomo.
Por brindarme ese amor consistente y por buscar mí desarrollo profesional para ejemplo de mi hogar.

A MI HIJA: Himena Alejandra Colomo de León.
Porque quiero ser tu ejemplo de superación personal y profesional.

A MIS HERMANOS: Ingrid Sicely; Cindy Carolina; Ángel Estuardo Colomo de León; Douglas Emilio; Ana Laura y Marcela.
Por tener encendida la llama de la esperanza y la confianza en mí desarrollo profesional.

MUY ESPECIALMENTE: Laura Granados Ruiz.
Por velar siempre por nuestro bienestar familiar y por luchar ante toda adversidad y por sus consejos y motivación.

A MIS PRIMOS Y TÍOS: Con cariño y respeto.
Muy especialmente a mi tía Magaly de León Escobar de González, por su constante preocupación.

A MIS CUÑADOS (AS): Moisés Reyes; Oswar Renato, Rosenda Liseth, Dorly, Maribel y Rosmery de León Almengor.
Por darme ese apoyo fraterno a mi familia.

A MIS COMPADRES: Ariana José y José Miguel Solís de León; Mario Cahueque y Dinora de Cahueque.
Por ser un ejemplo de superación y perseverancia para mí.

A MIS AMIGOS: Heber Carmona, Darío González, Boris Portillo, Héctor Gramajo, José Luís Salazar, Max Corado, por su amistad sincera y por la constancia en mi desarrollo académico.

A MIS ASESORES: Ing. Agr. Alejandro Pompilio Solórzano
Ing. Agr. Otoniel García
Ing. Miguel Osorio López
Por su amabilidad, amistad y dedicación en la asesoría del presente documento.

A FINCA PATZULÍN: Por ser la casa de mi formación profesional, y compartir experiencias y vivencias para realizar el presente documento.

A MIS COMPAÑEROS Ing. Erick Cordón; Ing. José Carlos Martínez.
Por su colaboración y comprensión, durante el desarrollo de la presente investigación.

A LOS INGENIEROS: Ing. Agr. Marco Antonio Abac Yax
Ing. Agr. Leonel Estuardo Lima Hernández.
Respetuosamente y agradecimiento por su apoyo sincero.

ÍNDICE

No.	Contenido	Página
I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1	ENFERMEDAD DE LA PUDRICIÓN GRIS DE LA FLOR	3
2.1.1	Definición de enfermedad	3
2.1.2	Importancia económica del control de las enfermedades	3
2.1.3	Efecto patológico de la enfermedad en la planta	3
2.1.4	Efecto fisiológico de una enfermedad en la planta	4
2.1.5	Enfermedad fungosa	4
2.1.6	Definición de hongo	4
2.1.7	Enfermedad de la pudrición gris de la flor	5
2.1.8	Métodos de control de <i>Botrytis cinerea</i>	10
2.2	CULTIVO DE MACADAMIA	12
2.2.1	Origen y distribución	12
2.2.2	Introducción del cultivo en Guatemala	13
2.2.3	Generalidades del cultivo	14
2.2.4	Clasificación taxonómica del cultivo de macadamia	14
2.2.5	Condiciones agroclimáticas y ecológicas del cultivo	15
2.2.6	Características del racimo floral	18
2.2.7	Principales labores agrícolas y culturales	19
2.2.8	Plagas y enfermedades de mayor importancia	23

III.	CONTEXTO	24
3.1	DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO	24
IV.	JUSTIFICACIÓN	26
V.	OBJETIVOS	27
5.1	OBJETIVO GENERAL	27
5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
VI.	METODOLOGÍA	28
6.1	DISEÑO DE INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS	28
6.2	PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	29
6.2.1	Toma de datos de campo: muestreo y conteo de floraciones	29
6.2.2	Procedimiento de muestreo de floraciones	29
6.2.3	Cuantificación de la floración	30
6.2.4	Revisión de historial de registros	30
6.2.5	Entrevistas varias	30
6.2.6	Cronograma	31
6.3	VARIABLES DE ESTUDIO	31
6.4	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	31
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
7.1	PROCESO DE INTERVENCIÓN	34
7.2	MANEJO DE TEJIDOS	35
7.2.1	Poda zigzag	35
7.2.2	Poda eliminación lateral	36
7.2.3	Poda de eliminación de canastas	37
7.2.4	Poda de descope	39

7.2.5	Poda esquelética	40
7.2.6	Poda simétrica	40
7.2.7	Poda eliminación del quinto	41
7.3	RESUMEN DE RESULTADOS DE MANEJO DE TEJIDOS	42
7.4	APLICACIÓN DE FUNGICIDAS	47
7.4.1	Criterio reducción del inóculo	48
7.4.2	Criterio de convivencia con el inóculo	48
7.4.3	Criterio curación combinada	48
7.4.4	Atomizaciones	49
7.4.5	Cantidad y sanidad de las floraciones	51
7.4.6	Conteo de inflorescencias	52
7.4.7	Conteo de inflorescencias sanas	53
7.4.8	Conteo de inflorescencias infectadas	54
7.5	RENDIMIENTO kg/ha	56
7.5.1	Número de frutos pegados por raquis	56
7.6	IMPACTO ECONÓMICO DE PRÁCTICAS AGRONÓMICAS	58
7.6.1	Producción por hectárea (qq NHEC)	58
7.6.2	Cálculos de ingreso económico por tratamiento	59
7.6.3	Relación beneficio/costo	60
VIII.	CONCLUSIONES	62
IX.	RECOMENDACIONES	63
X.	BIBLIOGRAFÍA	65

ÍNDICE DE CUADROS

No.		Página
Cuadro 1	Escala de Identificación cuantitativa y cualitativa del nivel de floración en cultivo de macadamia.	30
Cuadro 2	Localización de evaluaciones de manejo de tejido, en el cultivo de macadamia, Finca Patzulín, 2004	43
Cuadro 3	Rendimiento de mano de obra por manejo de tejido, en el manejo de la pudrición gris en el cultivo de Macadamia, Finca Patzulín, 2004.	43
Cuadro 4	Porcentaje de biomasa afectada por hectárea, en el manejo de tejido del cultivo de macadamia, Finca Patzulín, 2004.	44
Cuadro 5	Muestras de floración por manejo de tejido, en el manejo de la pudrición gris en el cultivo de la macadamia, Finca Patzulín, 2004.	45
Cuadro 6	Costo de insumos foliares y coadyuvantes aplicados a los tratamientos evaluados, Finca Patzulín, año 2007.	49
Cuadro 7	Costo de materiales utilizados en aplicación de fungicidas evaluados, Finca Patzulín, año 2007.	49
Cuadro 8	Dosificación y costo por hectárea por fungicida evaluado, Finca Patzulín, año 2007.	50
Cuadro 9	Costo por hectárea por fungicida evaluado, Finca Patzulín, año 2007.	50
Cuadro 10	Fechas de conteos de inflorescencias y abortos de nuez, en el manejo de la pudrición gris en el cultivo de macadamia, Finca Patzulín, año 2007.	53
Cuadro 11	Resumen de conteos, variable de inflorescencias sanas, en el manejo de la pudrición gris, cultivo de macadamia, año 2007.	54

Cuadro 12	Resumen de conteos de la variable inflorescencias infectadas, en el manejo de la pudrición gris, cultivo de macadamia, año 2007.	55
Cuadro 13	Conteos de cuaje de frutos, expresados en número de nueces pegadas por raquis, por tratamiento; Finca Patzulín y Anexos, año 2007.	57
Cuadro 14	Resultados de producción, Finca Patzulín y Anexos, año 2007.	58
Cuadro 15	Análisis económico de las prácticas de manejo agronómico, Finca Patzulín y Anexos, año 2007.	60
Cuadro 16	Relación beneficio/costo de las prácticas de manejo agronómico, Finca Patzulín, año 2007.	61

ÍNDICE DE FIGURAS

No.		Página
Figura 1	Comportamiento de floraciones, posterior a manejo de tejido; Finca Patzulín y anexos, año 2004.	45
Figura 2	Promedio de floración anual por manejo de tejido; Finca Patzulín y anexos, año 2004.	46
Figura 3	Costo de manejo de tejido por hectárea; Finca Patzulín y anexos, año 2004.	47
Figura 4	Costo total por hectárea, por fungicida evaluado; Finca Patzulín, año 2007.	51
Figura 5	Comportamiento de variables evaluadas por tratamiento, Finca Patzulín y Anexos, año 2007.	56
Figura 6	Resultados de nueces pegadas por raquis, en el quinto conteo, por tratamiento, Finca Patzulín y Anexos, año 2007.	58
Figura 7	Resultados de producción por hectárea, por tratamiento, Finca Patzulín y Anexos, año 2007.	59

ÍNDICE DE ANEXOS

- Cuadro 17 Exportación mundial de nuez de macadamia por país productor (Toneladas métricas)
- Cuadro 18 Cronograma de actividades
- Figura 8 Fotografía de floración de macadamia en etapa 1.
- Figura 9 Fotografía de floración de macadamia en etapa 2
- Figura 10 Fotografía de floración de macadamia en etapa 3
- Figura 11 Fotografía de floración de macadamia en etapa 4
- Figura 12 Fotografía de daño en floración de macadamia
- Figura 13 Áreas potenciales para cultivo de macadamia en Guatemala
- Figura 14 Escala de severidad de daños, causados por *Botrytis cinerea*
- Figura 15 Diagrama de etapas fenológicas del cultivo de macadamia
- Figura 16 Modo de acción de los fungicidas
- Figura 17 Diferentes modos y mecanismos de acción de los productos fungicidas
- Figura 18 Esquema de la poda zigzag
- Figura 19 Orientación de la poda eliminación lateral
- Figura 20 Orientación de la poda eliminación de canastas
- Figura 21 Orientación de la poda de descope
- Figura 22 Esquema de la poda esquelética en campo
- Figura 23 Esquema de la poda eliminación del quinto

Implementación de un método de manejo de la pudrición gris de la flor (*Botrytis cinerea*), en macadamia; Finca Patzulín, El Palmar Quetzaltenango (2003–2007)

Resumen

Guatemala es el principal exportador de América Latina de macadamia, quinto exportador del mundo; su extensión nacional, es de 312,989 ha. Actualmente, afrontan problemas de baja producción, debido a la enfermedad de la pudrición gris, ocasionada por el patógeno *Botrytis cinerea*, provocando pérdidas de hasta 40% en la producción. En este estudio de caso, se evaluaron siete manejos de tejido y la evaluación de cuatro fungicidas; dichas evaluaciones fueron realizadas en Finca Patzulín, en el Municipio de El Palmar, Quetzaltenango, período de 2003 al 2007. El manejo de tejido que mejor resultado presentó en las variables: número de inflorescencias sanas, ingreso de luz solar, aireación y ventilación, fue la poda de eliminación de canastas, obteniendo mayor cantidad de inflorescencias sanas, garantizando la sostenibilidad de la densidad poblacional. En la evaluación de fungicidas, el tratamiento con mejor control de la pudrición gris, es el aceite del árbol del té, 22.3 EC, con 42% de inflorescencias sanas; la combinación de ambos manejos, tuvo un costo adicional de Q.2,571.66 por hectárea y un ingreso económico de Q.5,930.48; esto valida la necesidad de combatir la enfermedad de la pudrición gris en el cultivo de macadamia de una manera integral, garantizando una unidad productiva más rentable y sostenible.

**Implementation of a management method GRAY blossom rot (*Botrytis cinerea*),
Macadamia; FINCA PATZULÍN, EI Palmar QUETZALTENANGO (2003-2007)**

Summary

Guatemala is the main exporter in Latin America macadamia world's fifth exporter; national extension is 312.989 ha. Currently, face problems of low production, due to gray rot disease, caused by the pathogen *Botrytis cinerea*, causing losses of up to 40% in production. In this case study seven tissue handling and evaluation of four fungicides were evaluated; these assessments were made in Patzulín estate in the municipality of El Palmar, Quetzaltenango, from 2003 to 2007. The management of tissue that presented best results in the variables: number of healthy inflorescences income sunlight, aeration and ventilation was pruning removal baskets, getting as many healthy inflorescences, ensuring the sustainability of the population density. The evaluation of fungicides, treatment with better control of gray mold, is the tea tree oil, 22.3 EC, with 42% of healthy inflorescences; the combination of both managements, had an additional cost per hectare Q.2,571.66 an income of Q.5,930.48; This validates the need to combat the gray rot disease in growing macadamia in a comprehensive manner, ensuring a profitable and sustainable productive unit.

I. INTRODUCCIÓN

La nuez de macadamia (*Macadamia integrifolia*, Proteaceae), es un cultivo no tradicional de exportación. En Guatemala representa otra opción a la diversificación agrícola. Es un cultivo agroforestal que contribuye a la conservación del medio ambiente, generador de empleos y favorece al ingreso de divisas.

Guatemala es catalogado como el principal exportador de América Latina, y quinto exportador a nivel mundial. Sus principales compradores son Estados Unidos, Europa y Asia (Zometa, 2006).

En el año 2012, Guatemala exportó 1,714,157 kilos de nuez de macadamia, generando divisas en un total de U.S. 13, 929,479.31; cifra, que se estima siga elevándose, debido al impacto económico y a mejora de precios internacionales; esto, ha provocado el incremento e interés de sembrar nuevas áreas de cultivo (BANGUAT, 2009).

Pese a ello, las plantaciones de macadamia, se ven afectadas por diversos problemas de campo, destacando como el principal problema fitopatológico a las enfermedades fungosas, principalmente en la etapa de floración. La principal de ellas, la enfermedad del moho gris, causada por el hongo *Botrytis cinerea*, Sclerotinicaeae; ésta es sin duda la enfermedad más importante y devastadora del cultivo, representando pérdidas económicas de hasta un 40% anual (Matamoros, 1986).

Las estrategias más viables de control, deben manejarse de una manera integral, tomando en cuenta que la tendencia mundial es cuidar el medio ambiente desde un punto de vista sostenible, enfocándose en aspectos como la modificación del microclima de la plantación, el favorecimiento del ingreso de luz y el control preventivo y curativo del hongo, lo que se interpreta como un control integral.

En este trabajo de estudio de caso, se recopiló suficiente información, donde se menciona una serie de labores culturales y agronómicas ejecutadas durante los años del 2003 al 2007. A la vez, se analizaron e interpretaron dichas experiencias, finalizando con conclusiones y recomendaciones obtenidas, como bases técnicas y científicas, con el objetivo de mejorar el manejo del cultivo de macadamia en la zona de la boca costa guatemalteca.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ENFERMEDAD DE LA PUDRICIÓN GRIS DE LA FLOR

2.1.1 Definición de enfermedad

Las plantas se encuentran sanas o normales, cuando llevan a cabo sus funciones fisiológicas hasta donde les permite su potencial genético. Las causas principales de enfermedad en las plantas son los microorganismos patógenos y los factores del medio ambiente físico. Por el contrario, se considera a las plantas enfermas, cuando una o varias de sus funciones son alteradas o no son desarrolladas con normalidad, debido a los factores antes mencionados (Agrios, 1995).

2.1.2 Importancia económica del control de las enfermedades

Las pérdidas causadas por las plagas y enfermedades constituyen una continua preocupación financiera para el productor. Los insectos se alimentan de todas las partes de la planta y los hongos impiden el pegue o cuaje de los frutos por medio del ataque directo a las floraciones, raíces, etc. Causan daños postcosecha, destrozando internamente los frutos cosechados, pueden propagar enfermedades de frutos; así como, promover ataques secundarios de otros hongos y bacterias. En todos los casos, normalmente el rendimiento del cultivo y su calidad se reducen, de ahí la importancia económica que representa el control de enfermedades y plagas (Cano, 1995).

2.1.3 Efecto patológico de la enfermedad en la planta

En un principio la reacción de la planta hacia el agente fitopatógeno que ocasiona su enfermedad se concentra en la zona enferma y es de naturaleza química e invisible. Sin embargo, poco tiempo después la reacción se difunde y se producen cambios histológicos (tejidos internos) que se hacen notables y constituyen los síntomas de la enfermedad. Las células y los tejidos afectados de las plantas enfermas, comúnmente se debilitan o destruyen a causa de los agentes que ocasionan la enfermedad. La capacidad que tienen esas células y tejidos para llevar a cabo sus funciones fisiológicas normales, disminuye o se anula por completo; como resultado, la planta muere o merma su crecimiento y rendimiento productivo (Agrios, 1995).

2.1.4 Efecto fisiológico de una enfermedad en la planta

Los tipos de células o tejidos que son infectados, determinan el tipo de función fisiológica de la planta afectada; la infección de la raíz, por ejemplo, dificulta la absorción del agua y los nutrientes del suelo; la infección de los vasos xilemáticos (marchitamientos vasculares y ciertos chancros) interfiere con la translocación del agua y los minerales hasta la parte superior de la planta; las infecciones florales (tizones bacterianos y fungosos e infecciones ocasionadas por virus, micoplasmas y hongos), interfieren con la producción de frutos y reproducción (Agrios, 1995).

Existe otro grupo de enfermedades, en las que las células afectadas en vez de ser debilitadas o destruidas son estimuladas para dividirse con mayor rapidez (hiperplasia) o para crecer mucho más (hipertrofia) que las células normales. Esto, ocasiona por lo general, que las células hiperplásticas e hipertrofiadas den como resultado el desarrollo de órganos y/o crecimientos vegetativos, comúnmente no funcionales que se dividen y crecen de manera anormal, así como la formación de crecimientos amorfos sobre los órganos normales en apariencia (Agrios, 1995).

2.1.5 Enfermedad fungosa

Los síntomas que producen los hongos sobre sus hospederos son de tipo local o general y pueden aparecer por separado en hospederos distintos, en un mismo hospedero o aparecer uno después de otro en un mismo hospedero. En general, los hongos producen una necrosis local o la muerte de los tejidos vegetales que infectan (Agrios, 1995).

2.1.6 Definición de hongo

Los hongos son pequeños organismos, generalmente microscópicos, que carecen de clorofila y de tejidos conductores. La mayoría de las 100,000 especies de hongos conocidas son estrictamente saprófitas y viven sobre la materia orgánica muerta, a la que descomponen. Cerca de 8,000 especies de hongos causan enfermedades importantes en el género vegetal, mientras que solamente 50 especies producen enfermedades en el hombre, y casi el mismo número en los animales (Agrios, 1995).

Todas las plantas son atacadas por algún tipo de hongo, y cada uno de los hongos parásitos ataca a uno o más tipos de plantas. Algunos hongos crecen y se reproducen sólo cuando establecen una cierta asociación con las plantas que les sirven de hospedero, durante todo su ciclo de vida (parásitos obligados). Otros requieren de una planta hospedera, durante una cierta etapa de su ciclo de vida, pueden concluirlo al desarrollarse en medios artificiales; incluso otros, se desarrollan y reproducen, tanto en plantas vivas como en materia orgánica muerta, comúnmente llamados parásitos no obligados (Agrios, 1995).

2.1.7 Enfermedad de la pudrición gris de la flor

Esta enfermedad es comúnmente llamada, “destrozo del racimo, destrozo de la flor, moho gris o pudrición gris”. Su agente causal, es el hongo fitopatógeno *Botrytis cinerea*, Sclerotinicaeae. La enfermedad es llamada así, porque bajo condiciones de humedad, el hongo produce una capa fructífera de moho gris sobre los tejidos afectados (Baraona y Sancho 1992).

Las enfermedades causadas por este hongo, son las más comunes y más ampliamente distribuidas en hortalizas, plantas ornamentales y frutales, encontrándose tanto en medios naturales como artificiales, como por ejemplo, cultivos bajo invernaderos. Los síntomas iniciales se manifiestan en forma de tizones de inflorescencias y pudriciones del fruto, pero también pueden aparecer como chancros o pudriciones del tallo, ahogamiento de las plántulas, manchas foliares y como pudriciones del tubérculo, como un bulbo y raíces. Algunas de las enfermedades más conocidas son: el moho gris de la fresa, la pudrición por el moho gris de las hortalizas, tales como: la alcachofa, frijol, remolacha, col, zanahoria, pepino y berenjena, la pudrición del extremo de la punta de los plátanos, lechuga, pimiento, calabaza y tomate; la pudrición del cuello y tizón de la cebolla, la pudrición del extremo del cáliz de las manzanas, el tizón de las inflorescencias de arándanos, el tizón o moho gris de plantas ornamentales como la violeta africana, begonia, ciclamino, crisantemo, dalia, geranio, jacinto, lirio, rosal, tulipán, entre otros (Jarvis, 1998).

Este hongo, también ocasiona daños postcosecha, ocasiona las pudriciones blandas secundarias de frutos y hortalizas cuando se almacenan, transportan y venden en el mercado. Ésta es una enfermedad potencialmente devastadora; en Australia, en donde se condensan las mayores producciones mundiales de nuez de macadamia, se han reportado grandes pérdidas de cosechas. En el cultivo de macadamia, esta enfermedad es específica de la floración, ocurre comúnmente, cuando la etapa de floración sucede fuera de la estación seca o cuando coincide con tiempo lluvioso y temperaturas cambiantes. El distanciamiento de siembra y la densidad poblacional son factores importantes en este cultivo perenne; árboles más ampliamente espaciados son menos susceptibles que los que están espaciados a menor distancia (Nagao, 1992).

En Guatemala, es muy raro verla en plantaciones menores de 10 años, pues en huertos mayores a esta edad, las plantaciones se densan y el microclima interno, cambia completamente, existiendo mayor humedad relativa, las cuales son condiciones propicias para el desarrollo del hongo (Díaz, Lemus y Zometa, 2004).

a. Fuente y propagación de la enfermedad

El hongo *Botrytis cinerea*, tiene un amplio rango de lugares donde puede propagarse y sus esporas, que parecen polvo, pueden viajar en corrientes de aire, la lluvia o el rocío. Éstas, son esporas secas y pueden quedarse vigentes por varias semanas en racimos o cualquier órgano vegetal en putrefacción, acumulando inóculo para luego, ser activados por condiciones climáticas adecuadas e infectar nuevamente (Jarvis, 1998).

b. Patógeno *Botrytis cinerea*, Sclerotinicaeae

Es un hongo patógeno de muchas especies vegetales, sus daños son conocidos comúnmente, como podredumbre gris, pudrición gris o moho gris de la flor; ocasiona infecciones, como resultado de condiciones de humedad y sequedad, en donde típicamente, produce la pérdida de los racimos completos o de flores e inflorescencias afectadas.

El nombre del género *Botrytis* se deriva del griego que significa organización de las esporas en forma de racimos, ya que en griego botrys significa grupos de uvas. Mientras que el nombre de la especie *Botrytis cinerea*, se deriva del Latín por uvas como cenizas, decepcionantemente, se refiere al racimo de las esporas del hongo en los conidióforos, y las cenizas se refiere al color grisáceo de las esporas acumuladas. Este patógeno, es capaz de afectar el 95% de los frutos, después de 48 horas de cosechados (Matamoros, 1986).

c. Biología del hongo

Botrytis cinerea, *Sclerotinicaeae*, se caracteriza por los abundantes conidios (esporas asexuales) de forma oval en el extremo de conidióforos grises ramificados. Además, produce esclerocios altamente resistentes como formas de resistencia en cultivos viejos. Pasa el invierno en forma de esclerocio o como micelio intacto, ambas formas, germinan en primavera para producir conidióforos. Los conidios se dispersan por el viento y la lluvia y causan nuevas infecciones. Se ha observado una considerable variabilidad genética en diferentes estirpes (familias) de *Botrytis cinerea* (Gutiérrez, 1995).

d. Morfología y ciclo de vida

El patógeno *Botrytis cinerea*, produce gran cantidad de micelio gris y varios conidióforos largos y ramificados, cuyas células apicales redondeadas producen racimos de conidios ovoides, unicelulares, incoloros o de color gris. Los conidióforos y los racimos de conidios se asemejan a un racimo de uvas. El hongo libera fácilmente sus conidios cuando el clima es húmedo y luego éstos son diseminados por el viento. A menudo produce esclerocios irregulares, planos, duros y de color negro. Inverna en el suelo en forma de esclerocios o de micelio, el cual se desarrolla sobre restos de plantas en proceso de descomposición. Al parecer, este hongo no infecta a las semillas, pero puede propagarse con las semillas contaminadas, mediante esclerocios del tamaño de esas semillas o sobre restos de plantas a los que ha infectado (Chalutz & Wilson, 1989).

Las etapas de invernación, también se propagan por el contacto, mediante cualquier cosa que mueva el suelo o los restos vegetales que pudieran portar esclerocios o micelio del hongo (Chalutz & Wilson, 1989).

Este último requiere un clima húmedo y moderadamente frío (18 a 23 °C) para que se desarrolle adecuadamente, esporule, libere y germinen sus esporas y para que produzca la infección. El patógeno muestra actividad a bajas temperaturas y produce pérdidas considerables en cosechas que se han mantenido almacenadas durante largos períodos, aun cuando las temperaturas estén entre 0 y 10° centígrados.

Las esporas que han germinado, rara vez penetran directamente en los tejidos que muestran un crecimiento activo, pero lo hacen en tejidos de la planta a través de heridas o después de que se han desarrollado durante un cierto tiempo y han formado micelio sobre los pétalos de flores senescentes, follaje moribundo de las plantas, escamas de bulbos muertos, etc.; es decir, se propaga por medio de materia muerta o en descomposición (Jarvis, 1998).

Botrytis cinerea, es un saprófito nato, capaz de provocar grandes daños en numerosos cultivos. Cuando las plantas hortícolas vegetan bien, no son casi afectadas, pero por el contrario, cuando los días son cortos, la luminosidad es escasa y las temperaturas son del orden de 15-20° C, las plantas pueden sufrir graves daños; este fitopatógeno, necesita de bases nutritivas formadas por hojas senescentes, flores no fecundadas, heridas de hojas resultantes de las podas; es decir, materia orgánica muerta, para poder iniciar la invasión en las partes vivas de la planta (Chalutz & Wilson, 1989).

e. Clasificación taxonómica de *Botrytis cinerea*, Sclerotinicaeae

Este fitopatógeno, posee dos principales especies; normalmente se refiere al hongo por el nombre del anamórfico (forma asexual) como *Botrytis cinerea*, ya que la fase sexual (telomórfico), raras veces se observa. Éste último es un ascomycete, y su nombre científico es *Botryotinia fuckeliana*.

Gutiérrez (1995), menciona la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Fungi
Filo: Ascomycota
Subfilo: Pezizomycotina
Clase: Leotiomycetes
Orden: Helotiales
Familia: Sclerotinicaeae
Género: *Botryotinia*
Especies: *B. cinerea* (en su forma asexual o anamórfica)
B. fuckeliana (en su forma sexual o telomórfico)

Se le integra dentro de los hongos que se les conoce como hongos imperfectos, pues existen muchas especies que no se les conoce el ciclo evolutivo perfecto (sexual).

f. Método de infección

Las epidemias, pueden ocurrir cuando prevalece tiempo lluvioso, durante un período de dos o tres días o más, y el rango de la temperatura va de 10°C a 22°C. El hongo infecta los racimos y produce gran cantidad de esporas grises. Las nuevas infecciones, pueden ocurrir cuando estas esporas se lavan o vuelan hacia las flores que están en un estado susceptible de desarrollo y que han estado mojadas por más de 6 a 8 horas (Jarvis, 1998).

g. Síntomas de la infección

En general, las infecciones causadas por esta enfermedad, aparecen como una mancha marrón claro o amarillenta, y a los pocos días cubre de un moho gris, de apariencia polvosa, toda la superficie de los órganos afectados, afecta frutas, inflorescencias, raquis, etc. (Matamoros, 1986).

El destrozo causado por *Botrytis cinerea* en las flores de macadamia, ocurren únicamente, después de que éstas sueltan el polen (antesis) o cuando envejecen parte de las flores. Las flores en botón e incluso nueces muy tiernas no son susceptibles a la enfermedad.

Díaz, (2004); reporta: una vez, infectado cualquier órgano vegetal por este fitopatógeno, presentará las siguientes características físicas:

- a) En flores e inflorescencias, pequeñas manchas oscuras se desarrollan en los pétalos y rápidamente se agrandan para cubrir todo el racimo, dejando solamente el raquis sin daño al inicio y en infecciones severas, también lo infectan. Generalmente, el raquis se oscurece, únicamente cuando todas las flores han sido destrozadas.
- b) A medida que progresa la enfermedad, las flores muertas caen o son enredadas en el raquis por una telaraña gris, micelio del hongo.
- c) En condiciones húmedas, el racimo infectado se vuelve desde gris oscuro a negro y se ve con un aspecto de vellosidad o peludo, debido a la enorme descarga de esporas del hongo hacia los pétalos y estambres infectados.

2.1.8 Métodos de control contra *Botrytis cinerea*

A menudo, los procedimientos de control contra *Botrytis cinerea*, Sclerotinicaeae, son complejos e inciertos en sus resultados, al menos en condiciones muy favorables para el parásito, pero se pueden resumir en:

a. Control biológico

Se entiende por control biológico a la reducción de las actividades productoras de enfermedades de un patógeno o parásito, en su estado activo o durmiente, lograda de manera natural o a través de la manipulación del ambiente, modificación de microclimas, del hospedero o de antagonistas del patógeno o plaga que se quiere controlar. Es la utilización de microorganismos antagonistas para el control de enfermedades, entendiéndose por antagonistas, aquellos organismos que interfieren en la supervivencia o desarrollo de los fitopatógenos.

Se define como una actividad en la que se manipulan una serie de enemigos naturales, también llamados depredadores, con el objetivo de reducir o incluso llegar a combatir por completo a parásitos que afecten una plantación de un cultivo determinado (Agrios, 1995).

Se han descrito diversos hongos que funcionan biológicamente, entre ellos: *Trichoderma harzianum*, *Coniothyrium* spp., *Gliocladium* spp., *Mucor* spp., *Penicillium* spp., *Verticillium* spp., además de bacterias y nematodos como antagonistas de *Botrytis cinerea*, citando a los primeros como los más importantes en los cultivos hortícolas (Chávez, 2004). *Trichoderma harzianum*, es un hongo que está presente en casi todos los suelos y en diversos hábitats. En el suelo, son los más frecuentes, son favorecidos por la presencia de altos niveles de raíces de las plantas; sin embargo, estos agentes de control todavía no se aplican de forma comercial en estos cultivos, y aún se encuentran en fase de evaluaciones (Chávez, 2004).

Morán, 2008, respecto al tema, evaluó tres concentraciones de *Trichoderma harzianum* para el control de *Botrytis cinerea*, Sclerotinicaeae, en el cultivo de macadamia en la Finca Monte de oro, ubicada en el municipio de Santiago Atitlán, Sololá. El objetivo fue evaluar el efecto del control biológico de tres dosis diferentes del hongo *Trichoderma harzianum*, un testigo químico (carbendazim) y un testigo absoluto. La severidad de las inflorescencias causado por *Botrytis cinerea* se midió por medio de la escala diagramática.

b. Control químico

Los métodos de control químico, han evolucionado en las últimas décadas. En los años 50, el manejo de control de plagas agrícolas se concentró en tratar de erradicar completamente las mismas; utilizando plaguicidas de amplio espectro y de alto nivel tóxico; actualmente la tecnología agrícola es más sofisticada sobre el control de plagas, de manera que sea más compatible con el triángulo ambiental, compuesto por el hombre, sus cultivos y los insectos que los infestan (Cano, 1995).

c. Control integral

En la actualidad, la tendencia mundial es reducir los plaguicidas. Estos, no solo son en su mayoría, altamente nocivos, sino que también, son dañinos, tanto para la salud humana como para el medio ambiente natural.

Sin embargo, se utilizan, máxime cuando se trata con organismos fitopatógenos de importancia económica; a pesar de eso, se hace necesaria la implementación de varios métodos de control; es decir, utilizar la combinación de varios métodos, entre ellos, el control cultural, control biológico, control químico, entre otros.

A la suma de estos métodos de control, se le llama control integral, y consiste en utilizarlos cada uno en su oportunidad y época adecuada, de tal manera de contrarrestar la resistencia biológica de los fitopatógenos; estos métodos también poseen su propia eficiencia en cuanto al efecto controlador contra el agente causal, y se convierten en una herramienta básica importante en el control de dichos organismos, a la vez que contribuyen a la conservación del ambiente.

Según (Mosqueda, 1994) los métodos preventivos y culturales que comprende el control integral, aplicados contra las enfermedades fungosas y específicas para Botrytis, destacan las recomendaciones siguientes:

- a) Tener condiciones de buena aireación e ingreso de luz solar.
- b) Mantener el distanciamiento de siembra adecuado, por ejemplo, con densidades de 125 a 150 árboles por hectárea.
- c) Evitar las siembras demasiado densas en condiciones de baja luminosidad.
- d) Como cultivo agrícola, necesita su manejo nutricional. Un árbol bien nutrido, soportará el ataque de plagas y enfermedades de mejor manera.
- e) Se debe estar preparado para realizar aplicaciones de fungicidas protectantes y curativos, dependiendo de la severidad de los daños.

2.2 CULTIVO DE MACADAMIA

2.2.1 Origen y distribución

El árbol de nuez de macadamia, es originario de los bosques lluviosos costeros de Queensland y Nueva Gales en el sur de Australia. Fue descubierta en forma silvestre en 1843 por Walter Hill.

En 1858, se realiza la primera descripción botánica por Ferdinand Von Mueller y la denomina *Macadamia Ternifolia*, en honor a su amigo el doctor John MacAdam que murió en uno de sus viajes de Australia a Nueva Zelanda; en 1958, el botánico William Bicknell Storey dio el nombre oficial de *Macadamia Integrifolia* a la variedad que tiene tres hojas y concha lisa; y *Macadamia tetraphylla* a la variedad de cuatro hojas y concha rugosa. Fue introducido en la isla de Kukuiahaela, Hawái, en el año 1885. Luego, con el tiempo, se establecieron plantaciones comerciales en pequeña escala en Sudáfrica, Malawi, Kenia, Sur de California, Costa Rica, Brasil, Guatemala, Fiji y Zimbabue (ANACAFÉ, 2004).

2.2.2 Introducción del cultivo en Guatemala

Según la historia, en 1958 se introdujeron semillas y variedades procedentes de Hawái, las cuales fueron manejadas por el Instituto Agropecuario Nacional, la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) y por la estación experimental Chocolá, Suchitepéquez (ANACAFÉ, 2004).

En Guatemala se cuenta con plantas de aproximadamente 50 años de edad. Comercialmente en 1971 la empresa Agronómicas de Guatemala, importó masivamente, variedades Hawaianas y estableció viveros de plantas injertadas que proporcionó a agricultores independientes; luego se estableció la finca San José el Carmen, ubicada en Santa Bárbara, Suchitepéquez, con un proyecto de 1,428 ha. Actualmente, esta finca es considerada como la finca pionera en el establecimiento de una plantación comercial de macadamia en Guatemala (IARNA, 1995).

Hoy en día, la nuez de macadamia se cultiva a nivel comercial en los países de Australia, Estados Unidos, Sudáfrica, Malawi, Kenia, Guatemala, Costa Rica, África del Sur; Nueva Zelanda, México, Etiopía, Tanzania, Fiji, Colombia, Brasil, Venezuela, Tailandia, Indonesia y Samoa. El cultivo inició de manera comercial, en los años 30 en Hawái, se impulsó por los años 60 en Australia y se extendió luego, al continente americano a través de una creciente preferencia mundial y por haberse dado a conocer, la demanda de la nuez es ahora mayor a la oferta (Bowen, 1991).

2.2.3 Generalidades del cultivo

El árbol de macadamia es de follaje verde, produce frutos de cáscara verde, que al alcanzar su madurez, se desprenden del árbol (dehiscentes). Por debajo de la cáscara verde, se encuentra una concha dura de color café, la cual contiene en su interior, una nuez de sabor agradable. Las hojas son espatuladas, coriáceas y de color verde intenso. La madera es de veta gruesa y dura, pero las ramas son quebradizas y se desenganchan y caen fácilmente (Bowen, 1991).

Un árbol, puede llegar de 7 a 12 metros de altura y hasta 10 metros de diámetro, dependiendo del cultivar. Su sistema radicular es poco profundo y superficial, produce raíz principal con raíces secundarias, cuya función es la de anclaje, también aparecen grupos de raíces fibrosas, cuya función es la absorción de nutrientes. El transportador predominante del polen son los insectos (Gutiérrez, 1995).

La macadamia se propaga por semillas y por injerto. Cuando se utiliza el injerto, el patrón recomendado es la *Macadamia tetraphylla*. Esta especie, desarrolla un extenso sistema radicular, que favorece la absorción de nutrientes y también un mejor anclaje. El patrón de *M. tetraphylla* es injertado con la especie *Macadamia integrifolia*, que tiene una mayor productividad y su nuez es más apreciada en el mercado internacional.

2.2.4 Clasificación taxonómica del cultivo de macadamia

Cronquist (1968), menciona la siguiente:

Reino:	Plantae
Subreino:	Embryobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Proteales
Familia:	Proteaceae
Género:	<i>Macadamia</i>
Especies:	<i>integrifolia</i> y <i>tetraphylla</i> .

2.2.5 Condiciones agroclimáticas y ecológicas del cultivo

Según INTECAP (1989), la macadamia crece en los bosques subtropicales, requiere suelos porosos, bajos en fósforo y con buen contenido de materia orgánica.

a. Precipitación pluvial y humedad relativa

El cultivo, requiere una cantidad de lluvia de 1,000 a 4,000 mm anuales. Es necesario, que haya una buena distribución de lluvias durante todo el año, y que no se presenten más de dos meses de sequía, en caso contrario, se recomienda el suministro de riego, principalmente en etapa de almácigos (Gutiérrez, 1995).

b. Temperatura

La temperatura es uno de los factores importantes en el crecimiento, floración, producción y calidad de nuez. Se adapta muy bien a rangos de temperaturas entre 14 a 18 °C (temperatura mínima), y 30 a 32 °C (temperatura máxima), con rangos de fluctuación que no excedan a 10 °C, aunque para incentivar floración en los huertos, se necesita que las temperaturas mínimas se mantengan estables a 16 °C (Gutiérrez, 1995).

c. Altitud y luminosidad

Las altitudes de adaptación del cultivo en Guatemala, oscilan entre los 600 hasta los 1,500 metros sobre el nivel del mar, siempre que no existan condiciones limitantes que impidan su desarrollo normal (excesiva nubosidad y humedad; deposición de ceniza; horas luz, etc.). Requiere de 6 a 7 horas luz por día y horas frío de 5 a 6 (Gutiérrez, 1995).

d. Zona de vida

Finca Patzulín y anexos, se encuentra ubicada dentro de la zona de vida: bosque muy húmedo subtropical premontano; con una humedad de hasta un 80%, el viento con dirección de sur a norte; la topografía del terreno es irregular la altura sobre el nivel del mar va de 700 a 1,400 m.s.n.m. y la precipitación pluvial es de 4,000 a 5,000 mm anuales, distribuidos en 9 meses del año (Lemus, 2006).

e. Suelo

La macadamia requiere suelos porosos, bajos en fósforo, con un buen contenido de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico deseada es de 1 – 1.5 meq/100 gr. de suelo y un pH de 5.5 a 6.5 (Zometa, 2006).

Gutiérrez, M. (1995), en su tesis titulada: “Cultivo de nuez de macadamia”, menciona que el sistema radicular de la macadamia es muy superficial y que la mayor proporción de raíces está en los primeros 0.75 mt del suelo, por lo que los suelos deben ser fértiles, sueltos, profundos, bien drenados y sin capas impermeables que impidan el crecimiento normal de la raíz. La pendiente del terreno debe ser inferior al 30%.

f. Vientos

Gutiérrez (1995), reporta que la macadamia es susceptible a vientos fuertes, lo que generalmente, afecta la floración, reduciendo la producción por caída de las inflorescencias y racimos inmaduros, también ocasiona quemaduras del follaje, que después, hacen que fisiológicamente, el árbol se dedique a emitir follaje nuevamente y no a emitir floración; también provoca quebraduras en tallos y rama. En vientos muy fuertes, quiebran el fuste, provocando la pérdida completa del árbol. Los vientos tienen dos efectos destructivos en la macadamia, el mecánico y el ambiental. El efecto observado en el ambiente es por una transpiración fuerte, manifestándose como una deshidratación en el follaje del árbol.

g. Zonas de adaptación del cultivo de macadamia en Guatemala

La macadamia pertenece a la familia Proteaceae, es originaria de los bosques lluviosos costaneros del litoral de Australia, por consiguiente se adapta a regiones comprendidas entre la zona de vida denominada: Bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo subtropical, y bosque muy húmedo premontano (Holdridge, 1983).

Según Reina (2000), en Guatemala, se registran las siguientes zonas productoras de macadamia:

- ✓ Quetzaltenango
 - ✓ Colomba Costa cuca
 - ✓ Palajunoj
 - ✓ El Palmar
 - ✓ Santa María de Jesús
- ✓ San Marcos
 - ✓ San Pablo
 - ✓ El Tumbador
 - ✓ Nuevo Progreso
- ✓ Sololá
 - ✓ Santiago Atitlán
- ✓ Chimaltenango
 - ✓ Pochuta
- ✓ Huehuetenango
 - ✓ Malacatancito
 - ✓ Santa Bárbara
 - ✓ San Sebastián
- ✓ Retalhuleu
 - ✓ Nuevo San Carlos
 - ✓ El Asintal
 - ✓ San Felipe
- ✓ Suchitepéquez
 - ✓ Santa Bárbara
 - ✓ Pueblo Nuevo
 - ✓ San Francisco
 - ✓ San Antonio
- ✓ Escuintla
 - ✓ Palín
 - ✓ Siquinalá
 - ✓ San Vicenta Pacaya
- ✓ Antigua Guatemala

- ✓ Guatemala
- ✓ Villa Nueva
- ✓ Santa Rosa

2.2.6 Características del racimo floral

El tamaño de los racimos florales puede variar entre 13 y 23 cm de longitud; el color de las inflorescencias es diferente, según la especie; en la especie *M. tetraphylla*, la inflorescencia es color rosado, y el tamaño de los racimos es aproximadamente de 20 a 30 centímetros, mientras que en la especie *M. integrifolia* la inflorescencia es de color blanco cremoso y de aproximadamente de 12 a 30 centímetros (Díaz, 2004).

Las floraciones de mayor importancia económica, ocurren en el mes de agosto, septiembre y octubre; representan el inicio del pico de cosecha del año siguiente, que comienza a partir del mes de mayo a agosto, puesto que la etapa de floración a fructificación es de 8 a 9 meses; es decir, que 8 a 9 meses después que ha iniciado la floración, se inicia la maduración y dehiscencia de la nuez (ANACAFÉ, 2004).

a. Etapas de la floración

Las principales partes de una flor de macadamia son: el ovario, sacos o anteras, el estigma, los estambres y los sépalos petaloides. La floración de la macadamia dura aproximadamente 60 días en su totalidad, pasando principalmente por 4 estadios; la susceptibilidad de las flores dependen de la etapa de desarrollo en que se encuentran, todas las etapas son susceptibles al ataque de la enfermedad; sin embargo, en algunas es mayormente severa, se describen a continuación:

Flor etapa I

En esta etapa, los racimos se encuentran verdes e inmaduros, aún no han empezado a engrandarse y abrir. Tiene una duración aproximada de 25 días.

Flor etapa 2

Racimos verdes blancos o verde claro que empiezan abrirse. Las inflorescencias pueden estar parcialmente abiertas (pétalos con una ligera curva) o estar totalmente abiertas (pétalos y anteras se curvan hacia atrás, permitiendo que el estilo color blanco se retire hacia fuera). En ésta etapa transcurren alrededor de 10 días.

Flor etapa 3

El estilo se encuentra alargado a su total longitud y volviéndose verde pálido; los pétalos y tallos se vuelven rojo/café y empiezan a marchitarse. Estas flores son muy susceptibles, normalmente la infección ocurrió en la etapa anterior y se manifiesta más claramente en ésta, haciéndose más notoria; dura aproximadamente 15 días. Las etapas 2 y 3 son los de mayor riesgo.

Flor etapa 4

Muchas flores cayéndose del racimo. Los ovarios de las flores que han sido fertilizados, empiezan a crecer y a engrandecerse y lo que queda de pétalos y estambres caen. Aproximadamente dura 10 días en este estado. Estas flores se quedan pegadas al raquis, cuando el racimo se sacude, posteriormente van tomando forma de nueces, que fisiológicamente, van aumentando su tamaño y llenándose de aceite hasta acumular su estado de madurez fisiológico.

2.2.7 Principales labores agrícolas y culturales

a. Poda

El árbol de Macadamia se poda de manera que se propicie la formación de un sistema central apical, ya que de esa forma, se reduce el desarrollo de bifurcaciones en forma de Y, llamadas ramas V, éstas tienen la desventaja, de que tienden a desgarrarse fácilmente, ya sea por acción del viento, peso de las ramas con la cosecha o con el peso de las ramas con el agua al momento de la lluvia. Cuando las variedades crecen bien y no están muy frondosas, dan árboles grandes y bien formados, cuando se da lo contrario, es necesario, que durante los dos primeros años después del transplante a campo definitivo, practicar una poda correctiva, cuyo propósito principal es proporcionar al árbol una estructura fuerte y bien balanceada para su crecimiento (ANACAFÉ, 2004).

La actividad de la poda, constituye una actividad determinante en los huertos adultos de macadamia; principalmente, si estos huertos han sido sembrados a un distanciamiento no apropiado. Durante el desarrollo de los árboles, debido al incremento en los diámetros de las copas y al incremento en biomasa, es lógico que los huertos se vayan cerrando; esto cambia y modifica por completo, el microclima dentro de las plantaciones, ocasionando la muerte de los tejidos productivos, y provocando también, condiciones propicias para el desarrollo de enfermedades, especialmente fungosas. La producción empieza a decrecer. Es en esta fase, donde la poda se encarga de rejuvenecer tejidos productivos, a través del ingreso de luz solar a la plantación (Zometa, 2006).

b. Aplicación de fungicidas

Los fungicidas son usados extensamente en la industria, la agricultura y en el hogar, para un número de propósitos que incluyen: protección de semillas, protección de granos durante su almacenamiento, transporte y germinación, para la protección de los cultivos maduros, para cuidado de semilleros, las flores, para la eliminación de mohos y hongos en general (Zometa, 2006).

Existen varias clases de fungicidas, catalogados de acuerdo a su origen, modo y mecanismo de acción, su modo de distribución, toxicidad, se detallan:

Clasificación de los fungicidas, según su origen

Fungicidas inorgánicos

En su clasificación, según su origen, los fungicidas pueden clasificarse en orgánicos e inorgánicos, éstos últimos, también llamados químicos. Los fungicidas inorgánicos, por ejemplo, son los compuestos más antiguos, remontándose su uso, desde fines del siglo XIX. Si bien, su utilización ha mermado por la utilización de productos orgánicos, aún no han sido sobrepasados en todas sus aplicaciones, entre ellos encontramos: los compuestos azufrados y los compuestos cúpricos.

Fungicidas orgánicos

Los fungicidas orgánicos, por su parte, comenzaron a desarrollarse en 1934, siendo productos más nobles al medio ambiente y con menor toxicidad residual. Algunas de las familias que pertenecen a este grupo son: Carbamatos, Dicarboximidias, entre otras. Según Salazar (1995), este grupo, es el que presenta varias ventajas ambientales, entre ellas:

- a. Poco o ningún efecto nocivo colateral de los enemigos naturales hacia otros organismos, incluido el humano.
- b. Los organismos plaga, generan cero resistencias hacia productos orgánicos.
- c. El control es relativamente a largo plazo, con frecuencia permanente.
- d. El control con plaguicidas es eliminado por completo o de manera sustancial, ya que se forma un efecto de control acumulativo con el establecimiento de enemigos naturales o biocontroladores.
- e. La relación costo/ beneficio, normalmente es favorable.
- f. Al guardar el equilibrio de los organismos plaga/organismos benéficos, se evitan plagas secundarias y el surgimiento de nuevos organismos plaga en el ecosistema.
- g. No existen problemas de intoxicaciones.

Sin embargo, a su vez, algunas de las desventajas son que los productos orgánicos no se encuentran disponibles en la mayoría de los casos en magnitudes comerciales; algunos son poco conocidos e incluso de origen casero.

Clasificación de los fungicidas, según su modo de acción

El modo de acción, es la manera de como el producto llega al sitio en donde ejerce función específica o como se mueve dentro de los tejidos de la planta para afectar los procesos fisiológicos y biológicos vitales en el ciclo de vida del hongo.

- a) Modo de acción en el ciclo de vida del hongo
 - Preventivos
 - Curativos
 - Erradicantes

b) Modo de distribución (posición y/o movimiento en la planta)

- Protectantes (contacto)
- Sistémicos
- Translaminares
 - Mesostémicos

c) Mecanismo de acción

Es el efecto directo del fungicida sobre la biología del microorganismo o en la reacción bioquímica y biofísica, responsable del cambio o de la muerte del hongo. A continuación, se detallan los diferentes modos y mecanismos de acción de los fungicidas:

- Inhibidores multisitio
- Inhibición síntesis de glucano y pared celular: El glucano es el componente estructural mayoritario de las paredes celulares fúngicas; la inhibición de éste, ocasiona un colapso en la integridad de la pared celular.
- Inhibición síntesis de lípidos y de la membrana: Afectan la biosíntesis de la pared celular (metabolismo de los lípidos). Actúan sobre la permeabilidad de la membrana afectando la formación de glicolípidos.
- Inhibidores de biosíntesis de esteroides (ergosterol): Inhibidores de enzimas o procesos enzimáticos en la biosíntesis del esteroide. Los esteroides están localizados en las membranas celulares y le confieren estabilidad y control de la permeabilidad.
- Inhibidores de la respiración: La respiración es un complejo proceso oxidativo que conserva la energía liberada por el catabolismo de las moléculas, tales como: carbohidratos a través de la producción de ATP y de ADP.
- Inhibición de la mitosis y división celular: La tubulina (microtúbulos-citoesqueleto), es una molécula importante en la formación y segregación de cromosomas en la división celular; la alteración de ésta afecta la mitosis a nivel de la metafase, el huso acromático es distorsionado y la separación del núcleo es suspendida, causando la muerte de la célula fungosa.

- Interferencia en la síntesis de ácidos nucleicos: afectan la síntesis de ácidos nucleicos DNA y RNA, afectando la división celular.
- Interferencia en síntesis de aminoácidos y proteínas: La biosíntesis de proteínas involucra el traslado de la información contenida en el RNA m en la síntesis de una secuencia de aminoácidos.

2.2.8 Plagas y enfermedades de mayor importancia del cultivo de macadamia

Entre ellos: el gusano barrenador del fruto (*Ecdytolopha torticornis*); los trips (*Frankliniella brevicauillis* y *Frankliniella invasor*); las chicharritas (*Empoasca sp*); con respecto a las enfermedades, tenemos: *Rosselinia bunodes*; *Armillaria mellea* y *Phytophthora cinnamomi*; éstas afectan mayoritariamente a nivel de suelo, y se presentan cuando los árboles ya han tenido un tiempo considerable de infección; para ese momento, ya se encuentra un complejo de hongos, atacando el sistema radicular. Normalmente, infectan luego de que ha ocurrido una infección inicial a nivel radicular y dentro de las enfermedades que afectan la floración, se menciona como la más potencial y devastadora a *Botrytis cinerea*.

III. CONTEXTO

3.1 DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO

El presente estudio de caso, se desarrolló en Finca Patzulín, Anexo La Macadamia, Municipio de El Palmar, departamento de Quetzaltenango. Dicha finca, se encuentra ubicada en la zona de la boca costa guatemalteca; geográficamente, en la latitud norte 14°42'26" y longitud oeste 91°31'57", con una altitud de 750 a 900 m sobre el nivel del mar. Sus colindancias generales, son: al norte con la Finca San Vicente Patzulín, al oeste con la finca El Faro, al este con Aldea La Dicha, y al sur con Aldea Las Marías, Antiguo Palmar, Quetzaltenango. La principal vía de acceso, se encuentra en el km 193 de la carretera que comunica a los departamentos de Retalhuleu con Quetzaltenango (Zometa, 2006).

De acuerdo a los datos climáticos y según la clasificación de zonas de vida vegetal de Holdridge (1983), en el mapa ecológico de Guatemala, la finca se encuentra ubicada en el bosque muy húmedo tropical premontano; la precipitación pluvial anual oscila entre 4,000 a 5,000 mm; la humedad relativa promedio es de 70% y posee una temperatura mínima de 18.5 grados centígrados y una máxima de 28.5 grados centígrados. Los suelos poseen una textura franco arcillosa, y son de origen volcánicos, con un pH promedio de 6.2 y la pendiente va desde un 60% hasta un 85%, con topografía quebrada.

En general, la finca maneja el sistema de monocultivo, dedicándose al cultivo de macadamia, con una extensión de 152.88 ha, todas cultivadas. Los rendimientos por unidad de área que posee Finca La Macadamia son considerables, ya que tiene plantaciones de macadamia que fueron sembradas en los años de 1972 hasta el año 2002; sin embargo, en su mayoría son árboles adultos con un alto nivel de producción, con un promedio de 27 kg húmedo en concha por árbol e incluso parcelas con mayores rendimientos. Entre las variedades y cultivares de macadamia, sembradas, están: la variedad ikaika (333), kakea (508), Kau (344), entre otras.

La producción de la nuez es industrializada, hasta el punto apto para consumo humano y en la finca, la nuez lleva el proceso desde la recolección hasta el descascarado. Posteriormente, es trasladada a una planta procesadora, en donde se le da tratamiento de lavado, desinfección, secado, quebrado, tostado, selección por calidades, empaque, distribución y embarque de producto final.

La unidad de análisis en el presente estudio de caso, radica en documentar el proceso de manejo de la enfermedad: pudrición gris de la flor en el cultivo de macadamia y básicamente, documentar y analizar las implicaciones de implementar prácticas agrícolas integrales que ayudan a contrarrestar los perjudiciales daños que esta enfermedad causa al cultivo; en él encontrará una serie de conclusiones y recomendaciones prácticas que ayuden al productor a mantener sanas sus plantaciones, a la vez, que se incrementen los rendimientos de nuez húmedo en concha por unidad de área.

IV. JUSTIFICACIÓN

La macadamia enfrenta problemas de plagas y enfermedades que limitan la producción, la principal enfermedad y más perjudicial es la enfermedad de la pudrición gris de la flor, causada por el hongo fitopatógeno: *Botrytis cinerea*. El uso de plaguicidas preventivos y curativos en la época de mayor floración, así como la implementación de prácticas agrícolas que minimicen las condiciones climáticas ideales para el desarrollo del hongo, son prácticas de manejo “esenciales y determinantes” para mantener e incrementar el nivel de producción estimado para el siguiente año; sin este manejo la producción se reduce drásticamente.

Ésta es una enfermedad específica de la etapa de floración; el cultivo, fisiológicamente presenta dos principales picos de floración en el año, siendo uno de ellos en el mes de agosto, cuando las condiciones climáticas son propicias para el desarrollo del hongo (invierno), y en donde se define aproximadamente el 40% de la producción de nuez del año siguiente. Las plantaciones mayores de 10 años de edad, resultan ser las más afectadas, debido a factores como la densidad, distanciamiento, clima, microclimas y específicamente alta humedad relativa, entre otros. El agente causal, es sumamente variable, se han identificado más de 300 razas de *Botrytis cinerea*, todas con alto poder infectivo; aunado a esto, los resultados con el control químico, no son lo suficientemente satisfactorios por si solos; por lo tanto, es urgente la necesidad de implementar varios métodos de control, entre ellos: la ubicación del área de siembra (zonificación de adaptabilidad del cultivo), las condiciones climáticas apropiadas, densidades de siembra, selección de variedades, calidad de almácigos, entre otras.

Con el presente estudio de caso, se brinda la información necesaria a los productores de macadamia de la zona de la boca costa guatemalteca, acerca de la importancia de manejar agronómicamente la enfermedad de la pudrición gris de la flor y demostrar que contrario al manejo convencional, al realizar y combinar prácticas de control integral, lograrán incrementar sus producciones anuales, sus ganancias y obtener una unidad productiva más rentable y sostenible, garantizando la sanidad de sus plantaciones en condiciones naturales.

V. OBJETIVOS

5.1 GENERAL

- Describir las implicaciones fitosanitarias y productivas derivadas de la implementación de un manejo de la enfermedad de la pudrición gris de la flor (*Botrytis cinerea*) en el cultivo de macadamia, Finca Patzulín, El Palmar, Quetzaltenango, período 2003 – 2007.

5.2 ESPECÍFICOS

- Documentar el manejo de tejidos y aspersión de fungicidas en el cultivo de macadamia, orientado al combate de la pudrición gris de la flor, en anexo La Macadamia, Finca Patzulín.
- Analizar la efectividad de los fungicidas protectantes y curativos, en función de los indicadores: inflorescencias sanas, infectadas y muertas y porcentaje de pegue de inflorescencias.
- Comparar los rendimientos obtenidos, expresados en kilogramos de nuez húmeda en concha, del manejo convencional, contra el manejo integral: manejo de tejidos y la aplicación de fungicidas para el control de la pudrición gris de la flor en cultivo de macadamia.
- Establecer el impacto económico de las prácticas de manejo de tejidos y la aplicación de fungicidas, contra la enfermedad de la pudrición gris de la flor.

VI. METODOLOGÍA

6.1 DISEÑO DE INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS

Para la realización del presente trabajo, se planteó al grupo administrativo de la finca los métodos para la obtención de información, como el uso de encuestas y entrevistas personales, uso de boletas de muestreos, talleres informativos, entre otros, basadas en la experiencia en forma participativa. Esta propuesta fue modificada de acuerdo a los intereses de ambas partes (estudiante – unidad productiva), a fin de obtener la mayor información posible y aprovechar la gran cantidad de experiencias del recurso humano. Este proceso involucró a todos aquellos empleados que tuvieron experiencias relacionadas en el manejo del experimento.

Como actores o participantes se citan:

a) Actores directos

Se ubicaron a las personas que fueron prácticamente, los ejes para el trabajo de esta documentación; siendo los partícipes de la toma de decisiones, involucrando al personal bajo su mando; así como también, en la interpretación de los resultados. Entre ellos se identificaron los siguientes:

- ✓ Gerente de operaciones
- ✓ Administrador General de Finca Patzulín.
- ✓ Administradores de Campo.
- ✓ Supervisores de campo.

b) Actores indirectos

Dentro de este grupo, se encuentra el personal operativo. Comprende a los empleados que realizaron el trabajo de la recopilación de los datos de campo, muestreos y la tabulación de la información. Entre ellos se mencionan:

- ✓ Encargados de sección.
- ✓ Caporales de campo.
- ✓ Plagueros, muestreadores auxiliares y tramperos.

6.2 PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la obtención de la información, se aplicó la metodología:

- ✓ Programación de entrevistas (de campo, personales, encuestas), dirigidas a los actores directos e indirectos.
- ✓ Giras de campo informativas.
- ✓ Informes de avances.
- ✓ Visitas periódicas de campo (observación directa de las plantaciones y los métodos de muestreos y conteos)
- ✓ Uso y revisión de boletas de muestreo
- ✓ Revisión bibliográfica (informes, presentaciones)
- ✓ Revisión de archivos internos (historial de producción, muestreos anteriores, boletines internos y trabajos de campo de la finca, entre otros)
- ✓ Taller de validación grupal: conjuntamente con el informe de avances

6.2.1 Toma de datos de campo: muestreo y conteo de floraciones

Existe un plaguero en cada uno de los anexos y parte de las responsabilidades es realizar conteos mensuales de floración. Estos datos se tomaron a lo largo de cada año, durante el período 2003 a 2007.

6.2.2 Procedimiento de muestreo de floraciones

- a. Se consideraron 10 árboles por parcela a muestrear; tomando en cuenta, solamente árboles adultos, sin incluir repoblaciones y resiembras. Estos árboles fueron escogidos al azar.
- b. Las variedades a tomar en cuenta son distribuidas proporcionalmente, al porcentaje que contenga el inventario de plantación de cada una de las parcelas.
- c. Cada una de las inflorescencias se evaluó en estado de desarrollo 2 y deben ser estrictamente sanas.
- d. Luego de contar el total de inflorescencias por cada uno de los 10 árboles, se obtuvo el promedio, sumando el total de inflorescencias dividido entre los diez árboles muestreados, para un dato final expresado en número de inflorescencias por árbol.

6.2.3 Cuantificación de la floración

Según De León, (1994), en su artículo: Técnicas de muestreos adaptadas a las características del cultivo de nuez de macadamia, presenta la siguiente tabla de categorización de floraciones en plantaciones, detallada a continuación:

Cuadro 1. Escala de identificación cuantitativa y cualitativa del nivel de floración en cultivo de macadamia.

Escala de inflorescencias por árbol (unidades)	Escala cualitativa
0 – 50	escasa o poca
51 – 100	Regular
101 – 200	Buena
201 – 400	muy buena

(De León, 1994).

6.2.4 Revisión de historial de registros

Como parte del análisis, se obtuvo toda la información posible, misma que se revisó conjuntamente con los administradores de anexo y oficinistas de la finca, entre ella: historiales de floraciones mensuales; historial de producción de nuez húmedo en concha por parcela y finca; el historial de trabajos de campo (básicamente aspersiones de fungicidas preventivos y curativos); información de muestreo de pegue de inflorescencias, entre otros; toda esta información se obtuvo periódicamente, de acuerdo a la calendarización de reuniones.

6.2.5 Entrevistas varias

Como parte del proceso de recolección de datos, se realizaron encuestas y entrevistas personales. Las encuestas fueron de acuerdo a la función del puesto que desempeña el personal; por ejemplo, para el personal de campo, fueron encuestas semielaboradas con preguntas básicas; dentro de este grupo entraron: los muestreadores, plagueros, caporales y mayordomo; básicamente, fueron preguntas sobre observaciones de campo y procedimientos de muestreo.

Para el caso de puestos con mayor rango, tales como, los técnicos, oficinistas, administradores de anexo, administrador general y gerencia de operaciones, se plantearon de manera personal, las entrevistas, visitas de campo; y con la participación en las reuniones con el equipo administrativo de la finca, en donde se informaron los avances acumulados.

6.2.6 Cronograma

El programa y calendarización de actividades y trabajos, que conlleva el estudio de caso, se detallan en el cuadro de anexos.

6.3. VARIABLES DE ESTUDIO

6.3.1 Comparación de manejo de tejidos

- a) Poda zigzag
- b) Poda lateral a dos surcos
- c) Poda de eliminación de canastas
- d) Poda de descope
- e) Poda esquelética
- f) Poda simétrica
- g) Poda eliminación del quinto

6.3.2 Aspersiones de fungicidas (preventivos y curativos)

- a) Cantidad de inflorescencias sanas
- b) Inflorescencias infectadas
- c) Inflorescencias muertas
- d) Porcentaje de pegue de nuez

6.3.3 Rendimiento de nuez húmedo en concha en kilogramos por hectárea.

6.3.4 Impacto económico de las prácticas de manejo.

6.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Basados en las estrategias para la obtención de la información en fases de campo y gabinete, se respetó la calendarización semanal de actividades dentro del cronograma. Con la serie de datos de campo obtenidos, se realizó análisis gráfico y análisis económico, los cuales se describen a continuación:

6.4.1 Análisis gráfico

Se realizó un análisis gráfico para comparar los conteos de floraciones de las evaluaciones de manejo de tejidos, para cada parcela evaluada y los resultados de conteos de floraciones mensuales posteriores a cada uno de los 7 manejos de tejido evaluados.

Para el caso de los fungicidas, fueron sometidos básicamente a pruebas de efectividad basado en validar las variables: número de inflorescencias sanas; infectadas y muertas; así como el comportamiento secuencial y acumulado entre cada uno de los muestreos; los conteos de daños de inflorescencias fueron realizados por alrededor de 60 días (tiempo de floración).

Como segunda fase de evaluación, se llevaron a cabo los conteos de pegue de fruto, expresado en la unidad: número de nueces pegadas por raquis, para cada uno de los tratamientos (fungicidas); esto, se estuvo realizando durante 2 meses y un total de cinco conteos acumulativos, tiempo en que la nuez sufre pérdidas de purga y aborto de frutos y en donde se define la nuez que definitivamente formará parte de la producción anual del siguiente ciclo.

La cantidad de producción obtenida para cada uno de los tratamientos, se define básicamente en los factores de número de inflorescencias sanas y número de nueces pegadas por raquis, lo que proyectado al inventario de plantación, podemos expresarla en la variable: kilogramos de nuez húmeda en concha por tratamiento.

6.4.3 Análisis económico

En el análisis económico se determinó la relación beneficio/costo en cada uno de los tratamientos, para determinar si se justifica económicamente el control de la enfermedad, mediante la siguiente fórmula:

$$b/c= I.T/G.T$$

En donde:

I.T = ingresos totales

G.T = gastos totales.

La fórmula de beneficio costo, nos indicará si la inversión que estamos realizando con esta evaluación es rentable, es decir si los resultados obtenidos son positivos o si es una mala práctica en el cultivo.

Una vez recolectada esta información, se procedió a validarla y clasificarla para su respectivo análisis. Misma, que sirvió como base para la discusión de resultados, elaboración de las conclusiones y recomendaciones del presente estudio.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 PROCESO DE INTERVENCIÓN

El manejo tradicional del cultivo, se limita simplemente a cosechar la nuez, sin realizar prácticas de manejo agronómico; no se realiza ningún tipo de manejo de tejidos, control de plagas y enfermedades, o prácticas de mejora en la calidad de la nuez.

Normalmente, las plantaciones jóvenes no presentan problemas de enfermedades fungosas, debido a que tienen condiciones de aireación, ventilación e ingreso de luz solar; sin embargo, de acuerdo a su edad y manejo, los árboles se hacen más frondosos y se van cerrando espacios, provocando una alta densidad; excesiva sombra y mayor humedad relativa en la plantación; situación que provoca que las plantaciones, tengan pobres crecimientos, crecimientos anormales o malformaciones; con deficiencias de elementos, y que sus producciones sean bajas desde sus inicios (ensayos); peor aún, el problema se agrava cuando los árboles son adultos y las condiciones ambientales no estimulan las floraciones, provocando bajas producciones y bajo potencial productivo.

Debido a esta problemática, se tuvo la necesidad de evaluar, durante tres años consecutivos una serie de prácticas de manejos, misma que consistió en el manejo de tejido y la aplicación de fungicidas protectantes y curativos, entre otras, con el objetivo que contribuir no solamente a incrementar los rendimientos de producción, sino a mejorar las condiciones ambientales de las plantaciones, así como a asegurar la sostenibilidad de las producciones anuales, puesto que los trabajos realizados en el año anterior, repercuten en el siguiente año, logrando un efecto multiplicador en las plantaciones. Las condiciones deben ser adecuadas para que los árboles se estimulen a desarrollar sus procesos fisiológicos normales: crecimiento, floración, fructificación y llenado de frutos y fueron aplicadas en cada parcela, en función de sus condiciones: ingreso de luz, densidad de siembra original, ventilación, etc. A continuación se presentan las labores de campo realizadas en el período 2003 al 2007.

7.2 MANEJO DE TEJIDOS

El tema del manejo de tejido en el cultivo de macadamia, es relativamente nuevo. En el año 2004 se realizaron un total de siete evaluaciones de podas; cada una de ellas, fue estratégicamente adaptada a las condiciones de cada parcela: densidad poblacional, edad de plantación, condiciones de ingreso de luz y variedades (Inguamasa, 2005). Todas tenían como objetivo principal, el favorecimiento de las condiciones micro climáticas en las plantaciones, el ingreso de luz solar y finalmente, el activar los tejidos productivos que se encuentran en dormancia o letargo. A cada uno de los manejos evaluados, se les revisaron sus ventajas, desventajas, el % de área vegetal manejada y el costo por área de cada una; cada poda, tiene una extensión de 0.7 hectáreas.

7.2.1. Poda zigzag

Este tipo de poda, se evaluó en el Anexo San Vicente, parcela El Potrero; esta plantación es del año de siembra de 1989; el distanciamiento de siembra original es de 6 x 7.5 m (222 árboles por ha); el inventario de plantación reporta los cultivares Kau (344) en un 60% y keeau (660) en un 40%. El manejo consistió en entresacar las ramas que obstruyen la entrada de luz solar; se podaron, el 50% de árboles totales por hectárea, para un total de 111 árboles manejados, cada uno con una eliminación de material vegetativo de un 20%, y un total de un 10% de biomasa eliminada. El croquis de actividad en el campo, se puede observar en anexos. Dentro de los materiales que se utilizaron, se mencionan: machete tipo cuta; motosierra; lima, serruchín y alicate; como equipo de protección, lentes claros y guantes.

Ventajas

Dentro de las ventajas que ofrece esta poda resaltan: mínimo impacto vegetativo (ramas adultas); se logra el objetivo que es la entrada de energía lumínica y mejor aireación; se logra activar el crecimiento de material vegetativo y productivo en las primeras canastas del árbol y en general, se mejora el microclima de los huertos.

Desventajas

Esta poda, brinda un ciclo de manejo corto, ya que debe realizarse anualmente y se requiere adiestramiento para el personal operativo para la ejecución.

Costos

Además de realizar el manejo de tejido, también se deben cortar y picar las ramas que son eliminadas de los árboles. En la zona de corte, en los árboles también llamados tocones, se les agrega una mezcla de cal hidratada + cobre. Esta mezcla, se hace como una pasta que funciona como fungicida protectante de cortes, y lleva una proporción de 1:1 de cal hidratada y cobre. Para desarrollar esta poda, se utilizaron en promedio 16 jornales de campo por hectárea; el costo base del jornal es de Q.57.00, sin embargo, el sistema de pago es por rendimiento, por lo que puede variar el costo global. El total de árboles podados por hectárea fue de 111 y cada jornal rindió entre 7 y 8 árboles en promedio; el costo por árbol es de Q.7.53 y el costo por hectárea es de Q.835.53.

7.2.2 Poda eliminación lateral

Este tipo de poda, se evaluó en la parcela Conchitas, con un área total de 19 ha, de Finca La Quina, el año de siembra original es de 1990 y está sembrada a 6.4 x 6.4 m, con una densidad de 244 árboles por hectárea. Esta poda, está orientada a parcelas con mayor densidad poblacional; es un manejo de tejido más severo y drástico. Consiste en eliminar totalmente la mitad de los árboles en forma vertical; es decir, eliminar todas las ramas de un solo lado del árbol, de los surcos pares de la sección, buscando estrictamente la orientación de la entrada del sol. El corte se realiza lo más cercano posible al eje central, para evitar el rebrote vegetativo en zonas no deseadas (tocones). La poda tiene un ciclo de dos surcos: El primer surco, se queda sin tocar; el segundo, se maneja; el tercero, se queda sin tocar y nuevamente, el cuarto surco, se maneja y así sucesivamente, de tal manera de sacrificar la mitad de un árbol para favorecer a 1.5 árboles. El croquis de ubicación de poda se puede observar en anexos.

Ventajas

Es un tipo de poda bastante práctica, no se necesita tener mayor criterio, más que elegir el primer surco a podar (surco par). El costo por área, es menor, comparado a otros sistemas de poda. La poda, forma un corredor de viento e iluminación dentro de la plantación.

Desventajas

La poda debe orientarse, estrictamente, hacia la entrada del sol a la plantación, de no ser así, no se cumple completamente el objetivo de este tipo de poda. Aún dentro de la misma sección, es muy probable que la orientación de la poda, cambie de lado de los árboles, debido a que también cambia la orientación de la entrada del sol a la plantación por condiciones topográficas y por condiciones del trazo y estaquillado de la siembra original. Por otro lado, la eliminación de material vegetativo del árbol es del 50%, lo que también significa, que en realidad, perderíamos el 25% de árboles dentro de una hectárea (61 árboles), peor aún, se eliminan todas las ramas de la mitad del árbol, sin importar si son o no ramas productoras. Con esta poda, los árboles tratados se deberán mantener libres (mitades de árboles), por lo que se necesitará realizarla cada dos o tres años consecutivamente.

Rendimiento y costo

En total, fueron podados 122 árboles por hectárea, cada jornal de campo, rindió en promedio 15 árboles, podándolo, picando las ramas y colocándolas en medio de la calle del surco. Si se eliminan ramas con nueces, éstas se arrancan y se tiran al pie del árbol para ser recolectadas posteriormente. Cada árbol tiene un costo de Q. 3.97, y el costo por hectárea es de Q.484.34.

7.2.3 Poda de eliminación de canastas

Esta poda se evaluó en la parcela Conchitas, de Finca La Quina, y la siembra original de la plantación es de 1990; el distanciamiento de siembra es de 6.4 x 6.4 m., con una densidad de 244 árboles por hectárea. Estas plantaciones en particular, tuvieron en el pasado un manejo severo de podas y formaciones de tejidos; en esa época, se pretendía tener árboles con el mayor número posible de canastas y con entrenudos cortos, de manera de tener árboles más compactos y más productores. Sin embargo, al cabo del tiempo, se tuvo el problema de una alta densidad vegetal; teniendo árboles bastante densos, haciéndose sombra a sí mismos y hacia los árboles de la par; tanto así, que los árboles de esta parcela, contaban con aproximadamente de 15 a 20 canastas, y tenían una altura promedio de siete m, lo que los hacía árboles demasiado frondosos.

Esta poda, consiste en eliminar las canastas, ya sea pares o impares, buscando como objetivo principal, la introducción de luz solar a cada uno de los árboles, priorizando siempre que se queden las ramas con flores y nuez y eliminando las que hacen solamente masa foliar (improductivas); también se elimina la primer canasta, esto debido a que estas ramas en su mayoría topan en el suelo y perjudican la recolección. El croquis de ubicación de la poda en campo, puede observarse en anexos. Este sistema, elimina aproximadamente un 20% de la masa foliar del árbol; cada árbol, es tomado como unidad productiva y puede aplicarse en bloques completos o en focos con alta densidad, según sea su necesidad; es decir, se pueden podar todos los árboles o únicamente los que la necesiten.

Ventajas

La poda es dirigida a cada uno de los árboles, tomado como unidad productiva; a los cuales se les dan condiciones de luz, aireación y espacio para que respondan con emisión de flores y nueces. El material a eliminar, es prácticamente material improductivo y de ésta manera, se mejoran las condiciones a la plantación y se restringen las condiciones ideales para el desarrollo de enfermedades fungosas, principalmente en invierno. En la práctica, esta poda, no necesita orientación al sol; a diferencia de otros tipos de podas, los árboles quedan prácticamente equilibrados en su peso y ramas. El sistema de poda, permite realizar de una vez, la poda de saneamiento: eliminación de chupones; ramas secas e incluso descopes de árboles enfermos, así como elevar la primera canasta, que normalmente por la sombra, es improductiva y solamente hace estorbo para la recolección, con esto, se facilita la recolección de la cosecha y se reduce el riesgo de la quema con herbicidas.

Desventajas

El manejo de tejido, es aplicado a cada uno de los árboles y no todos los árboles tienen la misma formación, por lo que muchas veces, se necesita criterio para la eliminación de ramas; esto hace necesario que el personal de campo reciba previa capacitación y supervisión. Como la poda es aplicable a cada uno de los árboles, el avance es lento, por lo que se necesita un buen número de personas para la actividad.

Rendimientos y costo

El rendimiento promedio de un jornal de campo es de 17 árboles, podándolo, picando las ramas y colocando el material vegetativo en medio de la calle del surco. Cada árbol tiene un costo de Q. 3.30, la hectárea tiene 244 árboles y el costo es de Q. 805.20.

7.2.4 Poda de descope

Esta poda, se evaluó en la parcela San José 90 de Finca La Quina, la siembra original está a 6.4 x 6.4 m (244 árboles por hectárea). Su aplicación se recomienda, cuando la producción se concentra en la parte media-alta de los árboles, dejando a las ramas bajas sin estímulo de floración y producción; el objetivo es el ingreso de luz internamente a los árboles. Consiste en eliminar la copa a los árboles a una altura aproximada de 4.5 a 5 m; se tiene un ciclo de tres surcos, dejando dos surcos en medio sin tocar. Con esto, se espera que el ingreso de luz favorezca no solamente al árbol podado, sino que también a los dos surcos de la par. El croquis de ubicación en el campo, puede observarse en anexos.

Ventajas

No se pierde ningún árbol, se elimina de un 15 a 20% de cada árbol y un 16% de área total. Es una poda práctica, no requiere de mayor adiestramiento para el personal operativo, haciéndola un tipo de poda económica y funcional.

Desventajas

A pesar que no se pierde ningún árbol, es una poda drástica, puesto que en los árboles adultos, se pierde la cosecha en su totalidad del año; incluso, la respuesta esperada en producción, para los árboles podados, en el siguiente año es nula, ya que se pierde un año de preparación en follaje productivo.

Rendimientos y costo

Una persona rinde 25 árboles en promedio; el total de árboles podados por hectárea son 81 y cada árbol tiene un costo de Q. 2.28 y el costo por hectárea es de Q. 184.68.

7.2.5 Poda esquelética

Este tipo de poda fue evaluada en la parcela San José 95, está sembrada originalmente a 6.40 x 6.40 m, con una densidad de 244 árboles por hectárea. Este sistema de poda, tiene aplicación cuando existen áreas excesivamente cerradas, es decir, con densidades altas y en donde no ingresa nada de luz solar al suelo; normalmente pasa que las ramas de los árboles, se entrelazan entre surcos, provocando la muerte de tejidos productivos en las ramas iniciales de los árboles.

Consiste en podar todas las ramas del árbol, a una distancia de un metro, del eje central hacia fuera (imitando la poda esquelética practicada en cultivo de café), desde las ramas bajas hasta las de la parte alta, sin tocar la copa de los árboles, ya que allí no hay problema de entrada de sol; se trabaja en un ciclo de tres surcos, de manera de tener manejada un 33% del área total.

Dentro de las ventajas se citan que no se pierde ningún árbol, solamente material vegetativo; es una poda práctica, no requiere de mayor adiestramiento para el personal. El croquis de la labor de campo, puede observarse en anexos. Por otro lado, es una poda de alto costo, relacionada a las demás evaluadas; se elimina hasta un 70% de material vegetativo y productivo a los árboles, por lo que afecta drásticamente la cosecha actual.

Rendimiento y costo

El rendimiento de un jornal es de 15 árboles, podándolo, picando las ramas y colocándolas en medio de la calle del surco. Debido a que la poda se realiza a ciclos de tres surcos, los árboles podados por hectárea son 81, cada árbol tiene un costo de Q. 3.86 y el costo por hectárea es de Q.312.66.

7.2.6 Poda simétrica

Se realizó en la parcela Arenera, del año de siembra 1992, en Finca La Macadamia; está sembrada a un distanciamiento de 7.62 x 7.62 m, con una densidad de siembra de 172 árboles por hectárea, predominando las variedades 344, 508 y 660.

El manejo consiste en eliminar el 30% de las ramas laterales de los árboles, con el objetivo de evitar el traslape total entre sí. Se afectan todas las ramas laterales y se les hace un despunte para reducir el ancho y promover ingreso de luz y crecimiento interno.

Ventajas

Permite la entrada de energía lumínica y aireación a la plantación y se facilitan los trabajos de campo propios del manejo convencional.

Desventajas

Se elimina aproximadamente un 30% de material vegetativo y productivo de cada árbol; sin embargo, debido a que se manejan todos los árboles de una hectárea, en total, se afecta un 51.6% del área; esto incide negativamente en la producción del año actual; el rendimiento es muy bajo por parte del personal de campo; se necesita equipo especializado para la ejecución, lo que genera un costo elevado, comparado con otro tipo de podas.

Costos

El trabajo de poda consistió también, en dejar habilitada el área; en cortar y picar las ramas de los árboles. Todos los árboles de la hectárea son tratados (172 árboles), el rendimiento es bastante bajo; un jornal logra realizar entre seis y siete árboles en promedio en la jornada laboral; el costo de manejar un árbol es de Q.8.08 y el costo por hectárea de Q.1, 389.60.

7.2.7 Poda eliminación del quinto

Se realizó en la parcela San Ignacio, del año de siembra 1991. La plantación fue establecida a un distanciamiento de 9.14 x 9.14 m, con un árbol quinto al centro, bajo el criterio (en su momento), de que a mayor densidad poblacional, mayor sería la producción. Las variedades predominantes son 344 y 333. El manejo que se le dio fue eliminar el quinto árbol (del centro), de manera de bajar la densidad de 150 a 120 árboles por hectárea. El croquis de la labor en campo, se ilustra en anexos.

Ventajas

Favorece el ingreso de luz solar, aireación y ventilación, generando condiciones adecuadas para producción de inflorescencias y el pegue; asimismo, disminuye las condiciones favorables para el patógeno *Botrytis cinerea*; también provoca regeneración de tejidos en latencia.

Desventajas

Con la eliminación de un 20% del área total (30 árboles), disminuye la producción por área, probablemente por dos años; sin embargo, los árboles que quedan, se recuperan en cuanto a tejido vegetativo y principalmente tejido productivo. Debido a que el cultivo, por naturaleza, presenta problemas de acame y daños por viento, esta poda, representa alta probabilidad de disminuir la densidad de siembra, puesto que la probabilidad de tener daños por viento se incrementa.

Costos

El trabajo consistió en cortar todas las ramas del árbol (en pie), picarlas y posteriormente, eliminar los fustes de los árboles. El rendimiento de un jornal de campo, estuvo entre seis y siete árboles por jornada, con un costo por árbol de Q.9.65 y un costo por hectárea de Q.289.50.

7.3 RESUMEN DE RESULTADOS DE MANEJO DE TEJIDOS

a) Localización de evaluaciones de manejo de tejido

Las evaluaciones de manejo de tejido, fueron realizadas en diferentes fincas, alturas, temperaturas y microclimas, propios de cada parcela; asimismo, en diferentes edades y diferentes porcentajes de variedades; todas influían en los resultados obtenidos; a continuación, se detallan las condiciones en donde se realizaron las evaluaciones:

Cuadro 2. Localización de evaluaciones de manejo de tejido, en el cultivo de Macadamia, Finca Patzulín, 2004.

Finca	Parcela	Altura msnm	Poda evaluada	Año siembra	Edad	% 333	% 660	% 344	% 508
San Vicente	El Potrero	900	Zigzag	1989	15		40%	60%	
La Quina	Conchitas	1,300	Elim. lateral	1990	14		20%	70%	10%
			Elimin. de						
La Quina	Conchitas	1300	canastas	1990	14		20%	70%	10%
La Quina	San José	1300	Descope	1990	14		20%	80%	
La Quina	San José	1300	Esquelética	1995	9	30%		40%	30%
La									
Macadamia	Arenera	750	Simétrica	1992	12	5%	5%	30%	60%
La	San		Eliminación						
Macadamia	Ignacio	750	del quinto	1991	13	40%	5%	40%	15%

Se realizaron siete sistemas de manejo de tejido, con plantaciones establecidas con edades de 9 y 15 años respectivamente; ubicadas entre 750 y 1300 msnm.

Cuadro 3. Rendimiento de mano de obra por manejo de tejido, en el manejo de la pudrición gris en el cultivo de Macadamia, Finca Patzulín, 2004.

Tipo de poda evaluada	Siembra original (árboles/ha)	Árboles podados hectárea	Rend. mano obra: árboles/ jornal	Costo por árbol	Costo por hectárea
Zigzag	222	111	7	Q 7.53	Q835.83
Eliminación lateral	244	122	15	Q 3.97	Q484.34
Eliminación de canastas	244	244	17	Q 3.30	Q805.20
Descope	244	81	25	Q 2.28	Q184.68
Esquelética	244	81	15	Q 3.86	Q312.66
Simétrica	172	172	7	Q 8.08	Q1,389.76
Eliminación del quinto	150	30	7	Q 9.65	Q289.50

Cada sistema de poda, tuvo un diferente rendimiento en cuanto a la mano de obra, expresado en número de árboles por jornal de campo; cada poda, tiene un diverso procedimiento y complicación. El rendimiento, a su vez, representa un diferente dato de costo unitario y en función del distanciamiento de siembra un costo por hectárea.

Cuadro 4. Porcentaje biomasa afectada por hectárea, en el manejo de tejido del cultivo de macadamia, Finca Patzulín, 2004.

Tipo de poda evaluada	Dist. de siembra original (m)	Densidad de siembra	Árboles totales/ Evaluación	%	
		original (árboles / ha)		biomasa eliminada por árbol	% biomasa vegetal eliminada por hectárea
Poda Zigzag	6x7.5	222	111	20	10
Eliminación lateral a 2 surcos	6.4x6.4	244	122	50	25
Eliminación de canastas	6.4x6.4	244	244	20	20
Poda Descope	6.4x6.4	244	81	20	16
Poda Esquelética	6.4x6.4	244	81	70	23
Poda Simétrica	7.62x7.62	172	172	30	51.6
Eliminación del quinto	9.14x9.14	150	30	100	20

Cada sistema de manejo de tejido tuvo un área de 0.70 hectáreas. El número de árboles tratados varía; esto depende del procedimiento de cada sistema de manejo de tejido, es decir del porcentaje de biomasa total eliminada por árbol; éste último es el que determina que tanto se eliminará por hectárea, ya que la cantidad de árboles evaluados es muy similar entre los sistemas de manejo.

Cuadro 5. Muestréos de floración por manejo de tejido, en el manejo de la pudrición gris en el cultivo de la macadamia, Finca Patzulín, 2004.

Meses	Eliminación		Elimin. de		Esquelética	Simétrica	Elimin. quinto
	Zigzag	lateral	canastas	Descope			
Enero	135	165	155	120	103	111	86
Febrero	20	25	20	34	49	51	47
Marzo	95	70	55	99	62	89	62
Abril	25	35	45	40	73	61	74
Mayo	10	15	13	16	15	19	26
Junio	35	30	47	30	22	43	55
Julio	260	290	214	165	31	215	196
Agosto	195	270	360	229	29	127	83
Sept.	155	70	65	126	35	84	77
Octubre	40	35	30	42	31	52	52
Nov.	28	21	22	75	19	39	37
Dic.	13	14	11	31	11	31	14
Promedio	112.33	115.56	115.22	83.94	40.03	76.85	67.42

En el presente cuadro, se detallan los valores de floración mensual obtenidos en cada sistema de manejo de tejido, durante el período 2004.

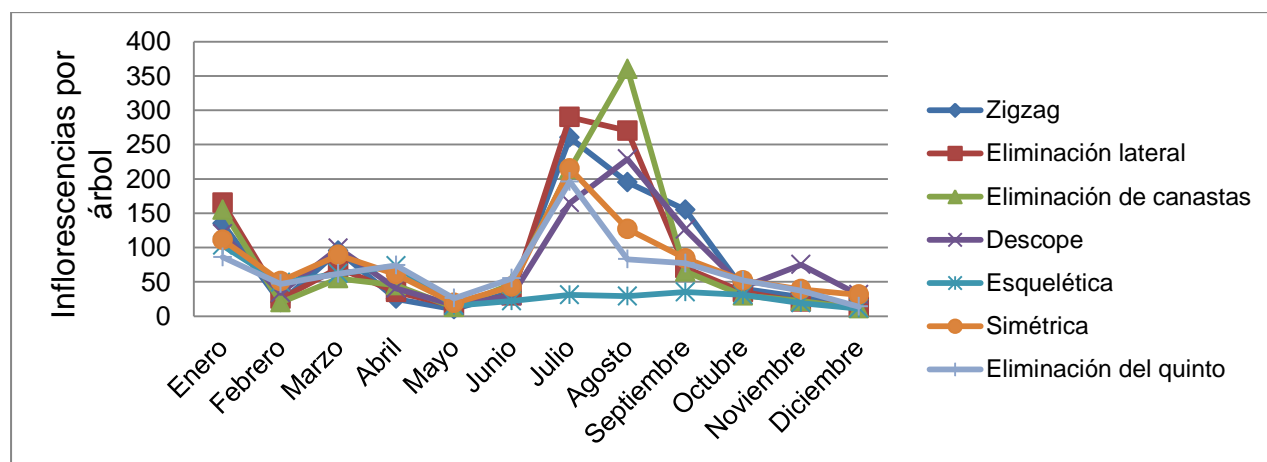


Figura 1. Comportamiento de floraciones, posterior a manejo de tejido; Finca Patzulín y anexos, año 2004.

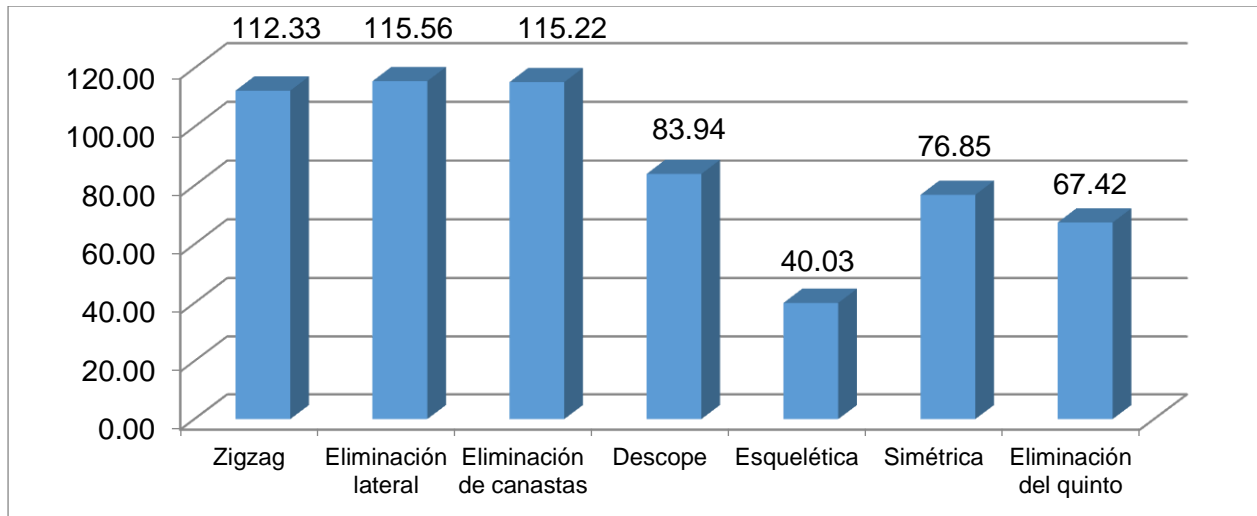


Figura 2. Promedio de floración anual por manejo de tejido; Finca Patzulín y anexos, año 2004.

Se evaluaron los diferentes sistemas de manejo de tejido, en donde como dato final se obtuvieron resultados de número de inflorescencias por árbol por año; en la figura anterior, se manifiestan los sistemas de manejos de tejido: zigzag, eliminación lateral y eliminación de canastas, con muy similares lecturas; sin embargo, debido al análisis de ventajas y desventajas de cada manejo de tejido, y a los resultados obtenidos de inflorescencias por árbol por año, se determinó que el manejo de tejido con mejores resultados para realizarse de manera comercial fue la poda eliminación de canastas.

A continuación se detalla el costo por hectárea para cada uno de los sistemas de manejo de tejido; mismo que incluye la mano de obra e insumos utilizados para el tratamiento del corte o poda:

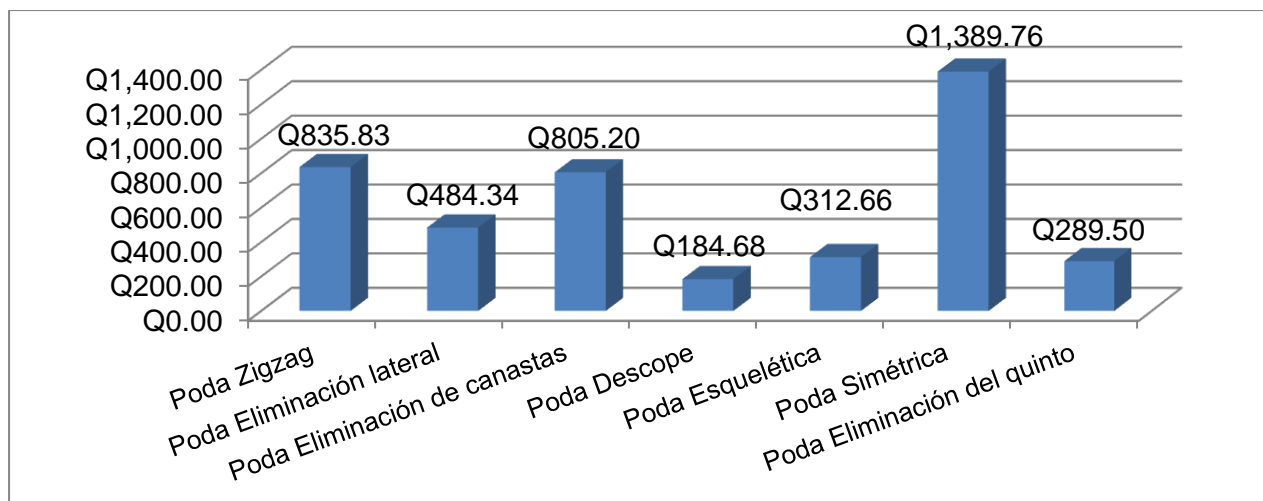


Figura 3. Costo de manejo de tejido por hectárea; Finca Patzulín, año 2004.

Los daños ocasionados por la enfermedad de la pudrición gris (*Botrytis cinerea*), continuaron a pesar de la modificación del microclima en las parcelas evaluadas, por lo que se procedió a evaluar el control fitosanitario de a través de la aplicación de fungicidas:

7.4 APLICACIÓN DE FUNGICIDAS

Las aspersiones de fungicidas, se realizaron únicamente en el segundo pico de floración anual, durante los meses de Julio y Agosto del año 2007. Las aplicaciones se realizaron, cuando según los conteos mensuales de floración, se contaba con el 60% de las floraciones, y cuando las floraciones se encontraban en estado dos; se realizaron dos aplicaciones repetitivas de cada uno de los fungicidas evaluados, cada uno en sus respectivas parcelas; entre ellos fungicidas protectantes y curativos; esto para efectos de medir específicamente el control que ejerce cada fungicida. Sin embargo, en la práctica es sabido que ningún fungicida debe ser usado rutinariamente y rara vez es recomendable su uso en aplicaciones repetitivas, evitando así resistencia genética por parte del fitopatógeno o agente causal de la enfermedad. En la práctica, éste orden y combinación de los fungicidas, se decide en función de la presión de infección que ejerce el fitopatógeno *Botrytis cinerea*. El objetivo es aplicar el fungicida en las etapas dos y tres de floración, las cuales son las etapas de mayor susceptibilidad; para contrarrestar esto, se manejan varios criterios de aplicación:

7.4.1 Criterio de reducción de inóculo

En algunas ocasiones, se recomienda realizar aplicaciones de fungicidas curativos, antes del mejor período de floración de la finca, de hecho, se observan las inflorescencias iniciales. La decisión básicamente, consiste en observaciones de campo: si las inflorescencias iniciales se manifiestan con excesiva cantidad de esporas por diseminar y están colonizadas en su totalidad por el micelio gris del hongo *Botrytis cinerea*, y si esta condición se observa, repetidas veces en varios puntos de los huertos, se toma la decisión de aplicar un fungicida curativo al inicio y luego, la segunda aplicación con fungicidas protectantes; esto, con el objetivo de reducir el inóculo inicial presente en la plantación y por lo tanto, reducir la presión de infección del fitopatógeno.

7.4.2 Criterio de convivencia con el inóculo

Este criterio se presenta, cuando normalmente, en la etapa de floración, se observan las primeras inflorescencias con aspecto sano, las condiciones de humedad no son riesgosas, y en general, el aspecto es bueno. Cuando esto sucede, se realiza la primera aplicación, iniciando con fungicidas protectantes y luego, al tener aproximadamente, el 60% de las floraciones, se aplican fungicidas curativos; esto debido a que a mayor cantidad de inflorescencias, mayor riesgo de diseminación y reproducción tendrá el patógeno.

7.4.3 Criterio curación combinada

Se aplica cuando la presión de infestación del patógeno es muy alta, de tal manera, que las inflorescencias iniciales, son atacadas inmediatamente, y prácticamente las infecciones no cesan. Esta es una etapa muy riesgosa, puesto que está en juego la producción del año siguiente en tan pocos días de duración de floración. En este caso, se procede a realizar una aplicación de fungicidas curativos inmediatamente en las inflorescencias iniciales y de igual manera, se aplica en la segunda aplicación, otro fungicida curativo, a fin de controlar el inóculo presente. Sin embargo, se toma en cuenta, de no repetir el mismo ingrediente activo en ambas aplicaciones y de la rotación del grupo químico, esto con el objetivo de alternar el ingrediente activo y evitar la resistencia genética al producto.

7.4.4 Atomizaciones

Las atomizaciones se realizaron vía foliar, con una mezcla de fertilizante foliar con Calcio al 17% de concentración, a una dosis de 5 L/Ha; fertilizante foliar Boro al 13%, a una dosis de 2.15 L/Ha y fertilizante foliar Zinc al 55%, con una dosis de 2,000 Gr/Ha. Como coadyuvantes, se aplicó adherente, a razón de 200 cc/200 litros de agua y un corrector de pH, 100 a 300 cc/200 litros de agua y por último se aplicó el insecticida cipermetrina, a una dosis de 500 cc/Ha. La única variable entre la mezcla de cada tratamiento fue el fungicida. Para cada tratamiento se utilizó un volumen de agua de 857 litros por hectárea. El costo de estos insumos foliares y coadyuvantes, así como de los materiales utilizados, se detalla a continuación:

Cuadro 6. Costo de insumos foliares y coadyuvantes aplicados a los tratamientos evaluados, Finca Patzulín, año 2007.

No. Aplic.	ton/ Ha	A. fosfórico 28.8 SL	Ca 17% SL	Boro 13%	Zinc 55%	Cipermetrina 10EC	Adherente	Gl Gasol	Aceite 40	Aceite 90
1	4.29	0.86	5.00	2.00	2.10	0.50	0.80	0.24	1.00	
2	4.29	0.64	5.00	2.00	2.10	0.50	0.80	0.24		1.00
Totales	8.57	1.50	10.00	4.00	4.20	1.00	1.60	0.48	1.00	1.00
Precio Q	10.00	37.70	57.00	12.74	12.69	66.93	17.85	29.00	13.73	17.88
Total Q.	85.70	56.54	570.00	50.96	53.30	66.93	28.56	13.81	13.73	17.88
Costo total Insumos										Q957.41

Cuadro 7. Costo de materiales utilizados en aplicación de fungicidas evaluados, Finca Patzulín, año 2007.

Descripción	Guantes	Lb. Wipe	Uniones	Alambre	Alicates	Mascarillas
Cantidad	10	1	5	12	1	5
Precio Unit. (Q.)	12.15	4.53	5.15	3.95	9.82	5.44
Total (Q.)	121.50	4.53	25.75	47.40	9.82	27.20
Costo total de materiales						Q 236.20

A continuación se detallan los fungicidas evaluados y su respectivo costo:

- Tratamiento 1: Carbendazim 50 SC
 Tratamiento 2: Aceite del árbol del té (*Melaleuca alternifolia*), 22.3 EC
 Tratamiento 3: Enzima de los cítricos 2SL
 Tratamiento 4: Aceite del árbol del té, 62.2 EC
 Tratamiento 5 Testigo absoluto

Cuadro 8. Dosificación y costo por hectárea por fungicida evaluado, Finca Patzulín, año 2007.

Producto	Carbendazim 50 SC	Aceite de árbol del té, 22.3 EC	Enzima limonene	Aceite de árbol del té, 62.2 EC
Costo unitario (L)	Q 110.00	Q 375.00	Q 138.00	Q 264.28
Dosis (L/Ha)	2	2	2	2
Costo fungicida	Q220.00	Q750.00	Q276.00	Q528.56

Todos los tratamientos, tuvieron como única variante el efecto fungicida; a continuación se detalla el costo total por hectárea de cada tratamiento:

Cuadro 9. Costo por hectárea por fungicida evaluado, Finca Patzulín, año 2007.

Producto	Carbendazim 50 SC	Aceite de árbol del té, 22.3 EC	Enzima limonene	Aceite de árbol del té, 62.2 EC
Costo fungicida	Q220.00	Q750.00	Q276.00	Q528.56
Costo foliares	Q1,016.46	Q1,016.46	Q1,016.46	Q1,016.46
Costo/ Hectárea	Q1,236.46	Q1,766.46	Q1,292.46	Q1,545.02

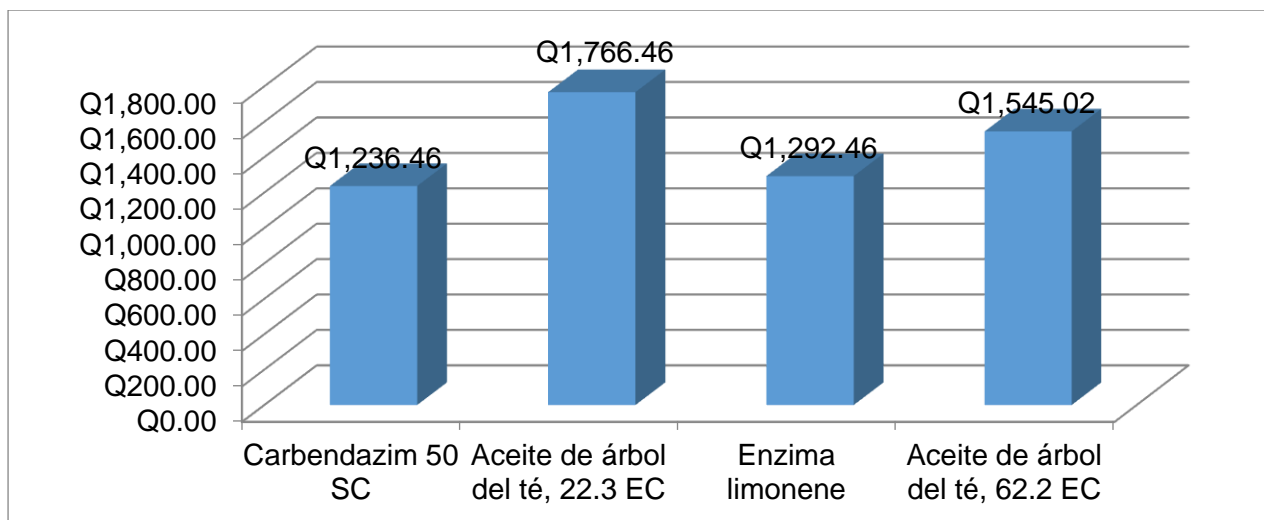


Figura 4. Costo total por hectárea, por fungicida evaluado; Finca Patzulín, año 2007.

7.4.5 Cantidad y sanidad de las floraciones

Se realizaron conteos periódicos cada 15 días, dando inicio al ensayo cuando aproximadamente se contaba con el 60% de la floración (según muestreos); se realizaron conteos tanto de la parcela por cultivar como de la finca en general. Se inició con el marcado de cada una de las inflorescencias con nylon, para cada uno de los tratamientos cinco días antes del inicio de la primera aplicación de los tratamientos. Todas las inflorescencias en estado sano. Las inflorescencias cumplieron con las siguientes condiciones:

- Se tomaron en cuenta solamente árboles adultos, sin incluir repoblaciones y resiembras dentro de las repeticiones.
- Se tomaron las variedades porcentualmente distribuidas
- Solo se tomaron en cuenta en el marcado de inflorescencias, estrictamente las que se encuentren en el estadio dos y que se encuentren totalmente sanas.

Tanto la cantidad de las floraciones, como la sanidad de las mismas, están relacionadas con la época de floración. El cultivo de macadamia, en la zona de la boca costa, presenta dos principales picos de floración en el año. La primera, en el mes de marzo, durante el verano y la segunda, en el mes de agosto, durante el invierno.

Siendo esta última la más problemática, pero también, la más importante, puesto que es la floración decisiva en cuanto a las producciones del año siguiente. Cada una de ellas, presenta sus propios problemas y dificultades.

En las floraciones de verano; por ejemplo, se manifiestan primordios de mayor longitud, y el problema de mayor importancia en esta época, es la plaga insectil: trips (*Frankliniella brevicaulis*). Esta plaga, puede llegar a triplicar su densidad poblacional en un día muy soleado, incrementando su población y con ello, la presión de infección en los primordios florales.

Por el contrario, en las floraciones de invierno, se presentan problemas fungosos. La principal enfermedad y la más devastadora, es la pudrición gris de la flor, causada por el patógeno *Botrytis cinerea*. Este hongo, puede diseminarse muy fácilmente en condiciones aptas (humedad relativa alta, lluvias constantes e intensas y días soleados por la mañana durante al menos 4 horas).

7.4.6 Conteo de inflorescencias

Se realizaron un total de cuatro muestreos de daños de inflorescencias, a intervalos de 15 días entre cada uno, y a partir de un muestreo inicial de 100 inflorescencias sanas. Para cada uno de los tratamientos, se catalogaron en las variables: número de inflorescencias sanas, inflorescencias infectadas y muertas, acumulándolas en cada uno de los muestreos.

Se realizaron dos muestreos después de la primera aplicación de los tratamientos, seguido por dos muestreos más luego de la segunda aplicación de los mismos, para un total de dos aplicaciones. Las fechas de muestreos y conteos, se describen a continuación:

Cuadro 10. Fechas de conteos de inflorescencias y abortos de nuez, en el manejo de la pudrición gris en el cultivo de macadamia, Finca Patzulín, año 2007.

Fase crecimiento nuez	Días	Conteos de floración e inóculo	Fechas	Días acumulados	Etapa de floración
Resultados de conteo de					
	8	floración	10/07/2007	8	1
		Muestreo inicial y marcado de			
	5	inflorescencias	17/07/2007	13	2
	8	Primera aplicación	23/07/2007	21	3
	15	Primer conteo de daños	30/07/2007	36	4
		Segundo conteo de			
	5	daños	14/08/2007	41	
	8	Segunda aplicación	20/08/2007	49	5
Etapa de floración	15	Tercer conteo de daños	27/08/2007	64	6
	15	Cuarto conteo de daños	10/09/2007	79	
	15	Primer conteo de pegue	24/09/2007	94	
		Segundo conteo de			
	15	pegue	08/10/2007	109	
Etapa de cuaje de nuez	15	Tercer conteo de pegue	22/10/2007	124	
	15	Cuarto conteo de pegue	05/11/2007	139	
	15	Quinto conteo de pegue	19/11/2007	154	

7.4.7 Conteo de inflorescencias sanas

Se partió con un conteo inicial, previo a que las inflorescencias estuvieran en las etapas dos y tres, luego se realizaron cuatro muestreos de efectividad y control, partiendo de los períodos dos y tres que fueron los períodos de aplicación, en donde se iniciaron los primeros conteos, basándose en que son las etapas de mayor susceptibilidad.

Se realizaron cuatro conteos, considerando que a partir de esta etapa, se había finalizado con el período de protección de la floración. Las inflorescencias, ya comenzaban una nueva fase de crecimiento (nuez). En cada uno de los conteos, se realizaron análisis en el comportamiento, basados principalmente, en la variable número de inflorescencias sanas, infectadas y muertas; mismos, que continuó en evaluación hasta el cuarto conteo. A continuación se detallan los resultados:

Cuadro 11. Resumen de conteos, variable de inflorescencias sanas, en el manejo de la pudrición gris, cultivo de macadamia, año 2007.

Conteos	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto
Carbendazim 50 SC	79	64	45	30
Aceite de árbol del té, 22.3 EC	80	69	58	42
Enzima limonene	76	56	46	36
Aceite de árbol del té, 62.2 EC	81	63	47	28
Testigo	71	48	26	20

En el cuadro anterior, se observó a los fungicidas a base de aceite de árbol del té y la enzima limonene, como los fungicidas que lograron tener al final del cuarto muestreo, el mayor número de inflorescencias sanas.

También se observó, que el fungicida carbendazim, debido a ser un fungicida convencional, funcionó al principio con un efecto de choque directo; sin embargo, presentó pérdida de días control a partir del segundo muestreo, lo que lo llevó a tener un menor número de inflorescencias sanas.

7.4.8 Conteo de inflorescencias infectadas

En esta variable, también se detallan los datos acumulados, conforme el avance de los conteos y las aplicaciones para cada uno de los tratamientos; los resultados se comportaron de la siguiente manera:

Cuadro 12. Resumen de conteos de la variable inflorescencias infectadas, en el manejo de la pudrición gris, cultivo de macadamia, año 2007.

Conteos	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto
Carbendazim 50 SC	12	19	27	33
Aceite de árbol del té, 22.3 EC	12	15	18	24
Enzima limonene	16	23	27	31
Aceite de árbol del té, 62.2 EC	11	19	25	31
Testigo	21	30	34	22

A pesar que todos los tratamientos, presentaron la misma tendencia ascendente de inflorescencias infectadas, se observó que el tratamiento Carbendazim 50 SC, no solo fue el de mayor dato, en cuanto a esta variable, sino que también, se corrobora que tienen una baja en días control; no tuvo cambios dentro de cada uno de sus muestreos, a excepción del primero, en donde hubo un buen control; sin embargo, su control fue durante un tiempo muy reducido.

A diferencia de los fungicidas orgánicos (aceite de árbol del té y la enzima limonene), estos demostraron ser de mayor residualidad, puesto que su comportamiento se manifiesta de una manera acumulativa en cuanto a su control. Pues a pesar que también manifiesta una tendencia ascendente de inflorescencias infectadas, asimismo poseen un mayor dato de inflorescencias sanas.

Para el caso del ingrediente aceite de árbol del té 22.3 EC, representó la menor cantidad de inflorescencias infectadas, aunque con la misma tendencia ascendente.

La enzima limonene y el ingrediente aceite de árbol del té 62.2 EC, se encuentran gráficamente iguales en su comportamiento en cuanto a esta variable y el tratamiento comparador o testigo con su mayor dato en el tercer muestreo.

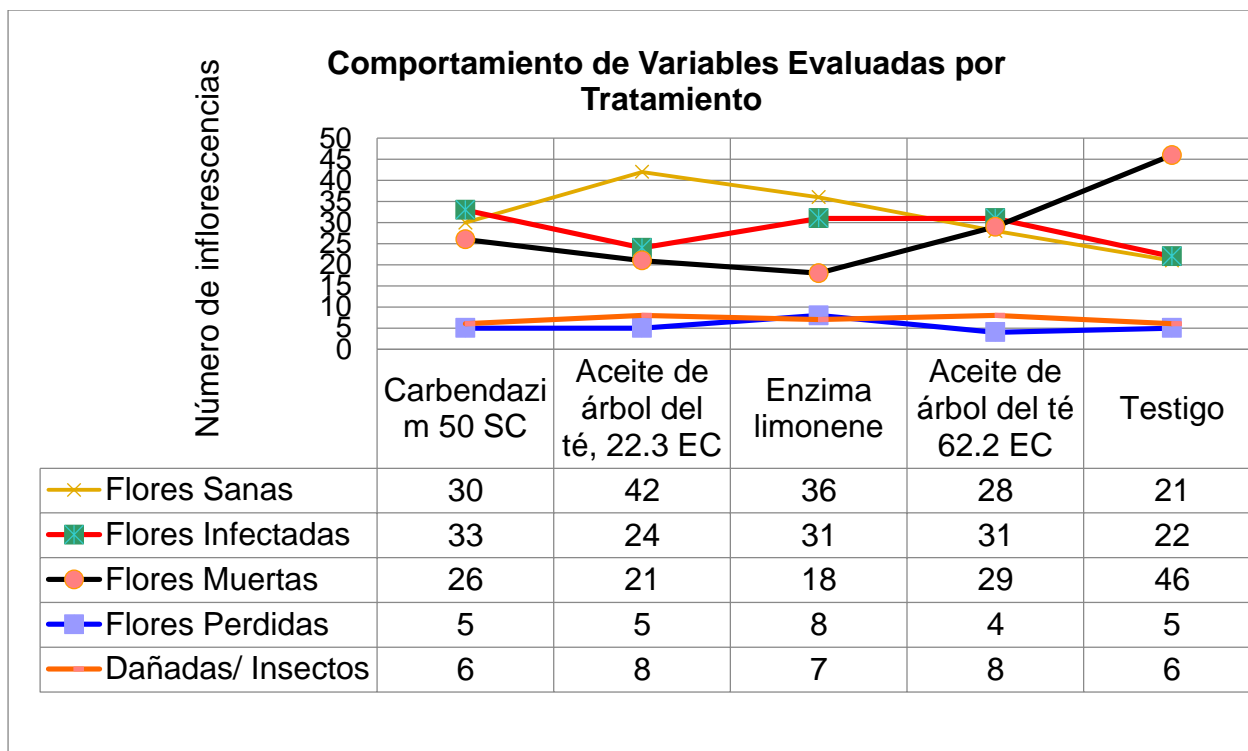


Figura 5. Comportamiento de variables evaluadas por tratamiento, Finca Patzulín y Anexos, año 2007.

7.5 RENDIMIENTO EN kg/ha

7.5.1 Variable: Número de frutos pegados por raquis

Luego de la etapa de floración, viene la etapa de pegue de nueces; para ésta variable se realizaron un total de 5 conteos, a intervalos de 15 días; contabilizando las inflorescencias sanas, acumulando los conteos hasta llegar al dato de nueces pegadas por raquis en el quinto conteo. Éste proceso duró 2 meses; luego se contabilizó la producción de cada uno de los tratamientos, multiplicando el número de inflorescencias sanas por el número de nueces pegadas por raquis obtenidas en el quinto conteo, resultando así: número de nueces obtenidas por tratamiento. Al dividir éste número de nueces entre 55 (promedio de la finca para 1 libra de macadamia húmeda en concha) resulta una cantidad de libras de macadamia húmedas en concha por tratamiento y finalmente al dividir entre 100 libras resulta una cantidad de quintales por tratamiento.

Cuadro 13. Conteos de cuaje de frutos, expresados en número de nueces pegadas por raquis, por tratamiento; Finca Patzulín y Anexos, año 2007.

Fechas de Conteos	Carbendazim	Aceite del árbol de té, 22.3 EC	Enzima limonene	Aceite del árbol del té, 62.2 EC	Testigo
24/09/2007	5.10	6.22	5.57	4.64	3.42
08/10/2007	3.84	4.87	4.12	3.41	2.45
22/10/2007	2.81	3.99	3.19	2.56	1.67
05/11/2007	2.22	3.12	2.63	2.09	1.04
19/11/2007	1.60	1.89	2.00	1.43	0.83
Promedios:	3.11	4.02	3.50	2.83	1.88

En el cuadro anterior, se detalla cada uno de los conteos de cuaje de frutos, también se detalla el promedio de pegue por tratamiento, sin embargo, para ésta variable, es necesario tomar únicamente el último conteo (quinto), ya que hasta éste período es donde se define el tamaño de nuez que no sufrirá procesos de abortos o purgas; es decir, que con este tamaño de nuez, prácticamente se cuenta que alcanzará tu tamaño normal aprovechable. En esta variable se determinó que el mejor tratamiento, basado en la unidad: número de nueces pegadas por raquis, fue el fungicida a base de la Enzima Limonene, con un dato de 2.00 nueces pegadas por raquis, seguida del tratamiento fungicida a base de aceite del árbol del té, 22.3 EC, con un dato de 1.89 nueces pegadas por raquis y seguido por el tratamiento convencional de la finca: carbendazim 50 SC, con un dato de 1.60 nueces pegadas por raquis.

En la siguiente figura, se detallan los valores en forma gráfica del quinto conteo de cuaje de frutos, expresado en número de nueces pegadas por raquis:

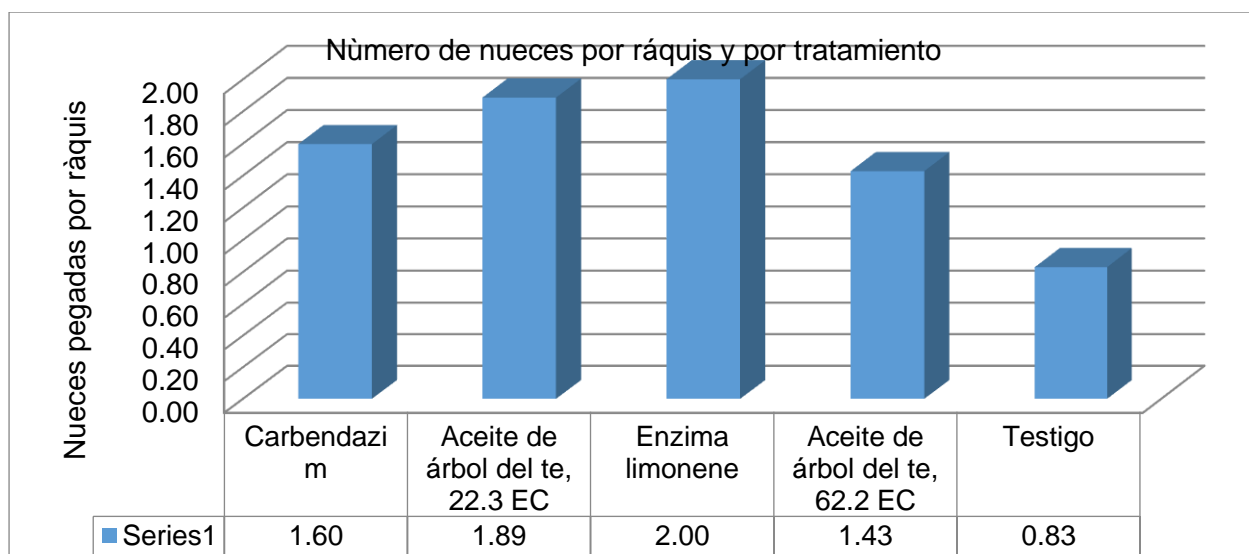


Figura 6. Resultados de nueces pegadas por raquis, en el quinto conteo, por tratamiento, Finca Patzulín y Anexos, año 2007.

7.6 IMPACTO ECONÓMICO DE LAS PRÁCTICAS AGRONÓMICAS

7.6.1 Producción por hectárea en quintales de nuez húmedo en concha (NHEC)

En el cuadro siguiente, se tomaron los datos de inflorescencias sanas, multiplicándolas por el promedio de pegue por tratamiento; el promedio de conversión de macadamia en cáscara y concha de la finca es de 55:1, es decir que 55 nueces, hacen 1 libra de nuez húmeda en concha (NHEC).

Cuadro 14. Resultados de producción, Finca Patzulín y Anexos, año 2007.

Tratamiento	No. flores sanas	x pegue	No. NHEC	X kg NHEC/ árbol	Producción por hectárea kg
Carbendazim 50 SC	30	1.60	48	0.39	921.89
Aceite de árbol de té, 22.3 EC	42	1.89	79	0.65	1525.17
Enzima Limonene	36	2.00	72	0.59	1386.31
Aceite de árbol del té, 62.2 EC	28	1.43	40	0.33	769.86
Testigo	20	0.83	17	0.14	319.62
Sumatorias	156	7.74	256	2.11	4922.85

En el cuadro anterior, se aprecia la cantidad de producción de nuez húmedo en concha por hectárea, obtenida por tratamiento; el fungicida a base de Aceite de árbol del té, 22.3 EC presenta el mayor dato de producción con 1,525.17 Kg NHEC, seguido de la Enzima Limonene, con 1,386.31 Kg NHEC y seguido por el fungicida carbendazim, con 921.89 Kg NHEC. A continuación se detallan los resultados de producción en forma gráfica:

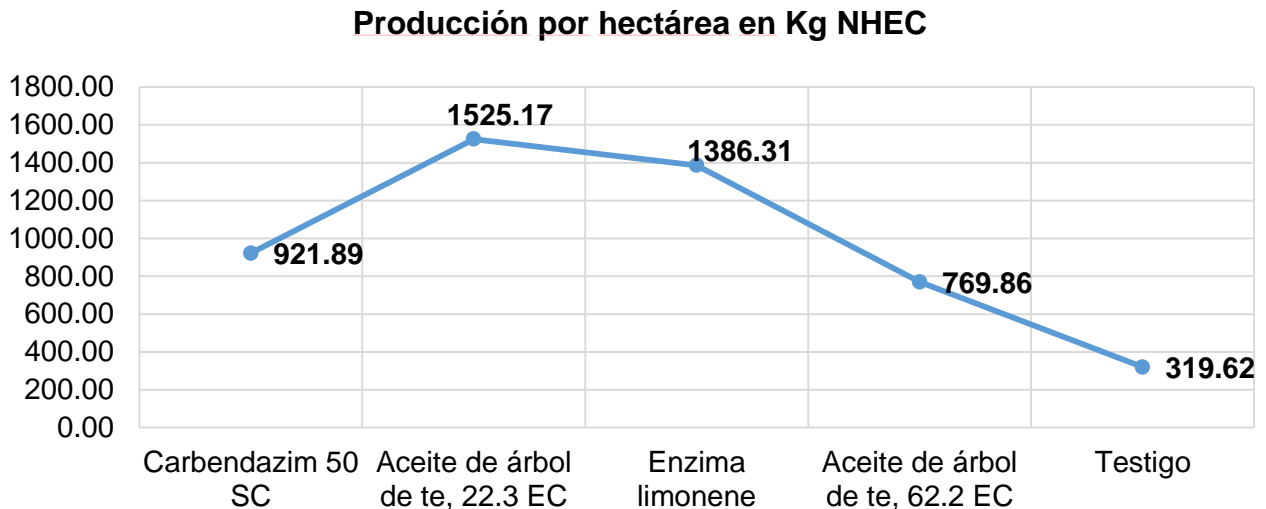


Figura 7. Resultados de producción por hectárea, por tratamiento, Finca Patzulín y Anexos, año 2007.

A continuación, en el siguiente cuadro, se presenta el análisis de impacto económico de cada uno de los tratamientos:

7.6.2 Cálculos de ingreso económico por tratamiento

Se evaluó la variación económica (ganancias o pérdidas), para cada uno de los tratamientos evaluados; como primer punto, el sistema de manejo de tejidos, con la poda comercial Eliminación de canastas, con un costo por hectárea de Q.805.20. Posteriormente se adicionó el costo por hectárea de la aplicación del efecto fungicida + foliares, obteniendo el costo total de manejo integral por tratamiento. Luego, en base a la producción obtenida por parcela, se obtuvo el ingreso por ventas y por tratamiento, obteniendo el total del ingreso por ventas, y luego por la operación de ganancias - pérdidas, se obtuvo la variación económica para cada tratamiento:

Cuadro 15. Análisis económico de las prácticas de manejo agronómico, Finca Patzulín y Anexos, año 2007.

Tratamiento	Costo/Ha			Proyección/ Ha en Kg	Precio de venta Kg (Q.5.57)	Variación (+/-) Q.
	Costo/Ha, poda: eliminación de canastas	Costo/Ha, aplicación fungicida	Costo manejo integral			
Carbendazim						
50 SC	805.20	1,236.46	2,041.66	921.89	5,139.19	3,097.53
Aceite de árbol						
de té, 22.3 EC	805.20	1,766.46	2,571.66	1525.17	8,502.24	5,930.58
Enzima						
limonene	805.20	1,292.46	2,097.66	1086.30	6,055.69	3,958.03
Aceite de árbol						
de té, 62.2 EC	805.20	1,545.02	2,350.22	769.86	4,291.67	1,941.45
Testigo	805.20	-	05.20	319.62	1,781.76	976.56
Sumatorias	4026.00	5840.40	9866.40	4622.84	25770.55	15904.15

Todos los tratamientos evaluados, generan ganancia económica; incluso el testigo absoluto; sin embargo, cabe agregar que el cultivo de la macadamia, es un cultivo permanente y requiere de exigencias de manejo agronómico que al no dárseles, repercutirá en baja en producción o problemas con mantener las densidades originales de las plantaciones. Las mayores ganancias, se encuentran en los insumos: aceite de árbol del té 22.3 EC, con un saldo a favor de Q.5,930.58, seguido por la Enzima Limonene con un monto de Q.3,958.03 y en tercer lugar por el manejo convencional de la finca: Carbendazim 50 SC, con un monto de Q.3,097.53.

7.6.3 Relación beneficio/costo

En cuanto a la mayor relación B/C, la presentó el fungicida a base de Aceite de árbol del té, con un dato de 2.31; seguido de la Enzima limonene con una relación de 1.89 y luego por el manejo convencional de la finca de 1.52; descritas en el siguiente cuadro:

Cuadro 16. Relación beneficio/costo de las prácticas de manejo agronómico, Finca Patzulín, año 2007.

Tratamiento	Costo manejo integral	Precio de venta Kg (Q.5.57)	Relación B/C	Inversión (B/C)
Carbendazim 50 SC	2,041.66	5,139.19	2.52	1.52
Aceite de árbol de té, 22.3 EC	2,571.66	8,502.24	3.31	2.31
Enzima limonene	2,097.66	6,055.69	2.89	1.89
Aceite de árbol de té, 62.2 EC	2,350.22	4,291.67	1.83	0.83
Testigo	805.20	1,781.76	2.21	1.21
Sumatorias	9,061.20	23,988.79	2.65	1.65

El fungicida Aceite de árbol del té, 22.3 EC, presenta el mayor dato de relación B/C, lo que significa que por cada quetzal que invierto, recupero 2.31 quetzales en ingresos por venta. Luego se encuentra el fungicida Enzima limonene con una relación de 2.89 y por último el manejo convencional de la finca: Carbendazim, 50 SC, con un dato de beneficio/ costo de 2.52

VIII. CONCLUSIONES

- a. El manejo de tejido que mejor cumplió las expectativas: desarrollo de tejido productivo, ingreso de luz solar, aireación y ventilación, fue la eliminación de canastas. Con un costo de Q.805.20 por hectárea, demostró que se puede dar condiciones individuales a cada árbol, como unidad productiva, para sus funciones fisiológicas, a la vez que disminuyen las condiciones favorables para el desarrollo del patógeno *Botrytis cinerea*.
- b. Los trabajos de campo que se realizan dentro del manejo integral de las plantaciones, ejercen un efecto acumulativo dentro del microclima; proveen ventajas ambientales por lo menos tres años siguientes; como por ejemplo el ingreso de luz solar asociado con la emisión de mayor cantidad de inflorescencias, así como el favorecimiento al incremento en el cuaje de frutos hasta en un 10%.
- c. El tratamiento que ejerce un mejor control de la pudrición gris de la flor en cultivo de macadamia, es el fungicida aceite de árbol del té, 22.3 EC, con un dato final de 42% de la variable inflorescencias sanas, y un promedio de pegue de 1.89 nueces por raquis.
- d. Según el análisis económico, el tratamiento de menor costo para el control de la pudrición gris, es el tratamiento Carbendazim 50 EC, con un costo por hectárea de Q.1,236.46; sin embargo, no es el mejor en base a la revisión de las variables estudiadas: número de inflorescencias sanas, infectadas y muertas.
- e. El fungicida a base de aceite de árbol del té, 22.3 EC más el manejo de tejido de eliminación de canastas, resultó siendo mejor en producción en un 10% de incremento, en comparación con el fungicida a base de la enzima limonene, como los dos mejores tratamientos; aceite de árbol del té 22.3 EC, también superó al tratamiento carbendazim 50 SC en un 65% y la enzima limonene por su parte superó también al testigo en un 50%.

IX. RECOMENDACIONES

1. En la finca o unidad productiva, se deben implementar controles de muestreos de floraciones (monitoreos mensuales); analizar gráficas de incrementos de floraciones; determinar la etapa de desarrollo en que se encuentra la floración y los datos de cantidad de inflorescencias por árbol; esto ayudará a determinar, cuál es el mejor momento para proteger la floración.
2. La modificación de las condiciones ambientales propicias para el desarrollo del hongo, que generen aspectos como: mayor ingreso de luz solar; mayor aireación; mayor ventilación, reducción de la humedad relativa, etc. lo que se resume como cambios en el microclima de los huertos, complementado con las aplicaciones de fungicidas preventivos y curativos, resulta ser la solución más certera en la zona de bocacosta guatemalteca, para incrementar la producción en el cultivo de macadamia.
3. La apropiada selección de fungicidas específicos, selectivos, y el momento oportuno de aplicación, basándose en monitoreos y muestreos, además de la correcta identificación de las plagas y enfermedades que atacan al cultivo, no solo proporcionará un control más eficiente, sino un bajo impacto ambiental, ofreciendo además seguridad alimentaria y un control integral de plagas y enfermedades.
4. Las floraciones de mayor importancia económica se presentan en los meses de marzo (verano), agosto, septiembre y octubre (invierno), éstas últimas son mayormente importantes, porque representan el mayor porcentaje de producción del año siguiente en la plantación. Ocurren en la época de invierno, donde las enfermedades fungosas son altas; por lo tanto, se deben priorizar las actividades dirigidas a la protección de la floración, utilizando métodos combinados, como la modificación del microclima, la protección química “controlada” basada en fundamentos técnicos para su control.

5. Evaluar el manejo de tejido y aplicación de fungicida en el cultivo de macadamia, con similares condiciones de altura, variedades, edad de plantación, clima, entre otros, para validación de resultados.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Anacafé, (2004). Programa de Diversificación de Ingresos para la Empresa Cafetalera en Guatemala. Guatemala, Asociación Nacional del Café, 19 P.
- Agrios, G. (1995). Fitopatología. Limusa S.A. México. 838 p.
- Baraona M.; Sancho E. (1992). Fruticultura especial: manzana, melocotón, fresa y mora. Fascículo 6. EUNED. San José, Costa Rica. 140 p.
- Banco de Guatemala. (2009). Departamento de Estadísticas Económicas. Guatemala, disponible en: www.banguat.gob.gt
- Bowen, J. (1991). Agricultura de las Américas.
- Cano, M. (1995). Entomología Económica. Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. Pp. 4, 43 – 50
- Chaves N. y Wang, A. (2004). Combate del Moho Gris *Botrytis cinerea* de la fresa, mediante *Gliocladium roseum*. Laboratorio de Fitopatología, Escuela de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. Agronomía Costarricense 28(2): 73-85.
- Chalutz & Wilson, (1989). Methods for research soilborne phytopathogenic fungi. Minnesota, Estados Unidos, the American Phytopathological. 265 p.
- De León, A. (1994). Técnicas de muestreos adaptadas a las características del cultivo de Nuez de Macadamia. Finca Patzulín, Departamento de Investigación y Protección Vegetal, El Palmar Quetzaltenango. Guatemala. Pp. 5, 18

- Díaz, E.; Lemus, O. y Zometa, E. (2004). Manual de cultivos en asocio café macadamia. Finca Patzulín y Anexos, El Palmar, Quetzaltenango, Guatemala, Pochuta, Chimaltenango 29 p.
- Gutiérrez, M. (1995). Cultivo de Nuez de Macadamia. Tesis Ing. Agr. Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambientales. Guatemala. Pp. 1,5-6,17 – 20.
- Holdridge, L. R. (1983). "Mapas de Zonas de Vida a nivel de reconocimiento". Instituto Nacional Forestal. Impreso en el Instituto Geográfico Militar, Guatemala
- Hannuschd, B. G. (1996). Influence of air temperature and relative humidity on biological control of white mold of bean (Sclerotinia sclerotiorum). Phytophatology 86:156-162.
- INSTITUTO TÉCNICO DE CAPACITACIÓN Y PRODUCTIVIDAD, INTECAP, (1989). Memoria seminario Cultivo, Beneficio, Industrialización y comercialización de la Nuez de Macadamia. Guatemala, pp. 3 – 6, 24 – 26.
- INSTITUTO DE AGRICULTURA RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE, IARNA (1995). Cultivo de la nuez de Macadamia. Guatemala: PROFASR, Universidad Rafael Landívar.
- INGUAMASA, (2005). Industria Guatemalteca de Macadamia, S.A.. Boletín técnico No. 16/2005, Manejo de Tejidos en Cultivo de Macadamia, Finca Patzulín y Anexos, El Palmar, Quetzaltenango.
- Jarvis, W.R. (1998). Control de enfermedades en cultivos de invernadero. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 334 pp.

- Lemus, O. (2006). El cultivo de Macadamia (entrevista). Industria Guatemalteca de Macadamia, S.A., INGUAMASA, Guatemala.
- Matamoros, G. (1986). La fresa, prácticas de cultivo. Estación Experimental Fabio Baudrit, Escuela de Fitotecnia, Vicerrectoría de Acción Social, Universidad de Costa Rica – Instituto del Café de Costa Rica. San José, Costa Rica. 29 p.
- Mosqueda, V.R. (1994). Situación actual y perspectivas de la macadamia en México, Revista Claridades Agropecuarias. México, Colegio de Postgraduados, en Primera Reunión Internacional y Segunda Reunión Nacional: Frutales nativos e introducidos con demanda nacional e internacional. Memoria. P.P. 55-73.
- Morán, G., (2008). Evaluación de tres concentraciones de *Trichoderma harzianum* (Fungi: Moniliales) para el control de *Botrytis (Botrytis cinerea; Fungi: Helotiales)* en el cultivo de macadamia (*Macadamia integrifolia*, Proteaceae), en el municipio de Santiago Atitlán, Sololá. Tesis, Ing. Agr., Universidad Rafael Landívar, Sede Escuintla, 70 P.
- Nagao, M. (1992). Macadamia: cultivation and physiology. Critical Rev. Plant Sci 10: 441-470.
- Peng G.; Sutton J. (1991). Evaluation of microorganisms for biocontrol of *Botrytis cinerea* in strawberry. Canadian Journal of Plant Pathology 13:247-257.
- Reina, J. (2000). El cultivo de Macadamia, entrevista personal, Empresa Agropecuaria Patzulín S.A, Guatemala.
- Rubio, M. (1999). Efectividad de algunos plaguicidas para el control de especies insectiles en tabaco (consulta en línea). Guatemala, consultado, julio 17 de 2010, disponible en: www.Zoetecnocampo.com/documentos/Neem/reportefinal.htm

- Salazar, J. (1995). Control Biológico y bioasesoría. Costa Rica, Editorial IICA.
- Sutton J.; YU H. (1997). *Gliocladium roseum*: a cosmopolitan antagonist of *Botrytis cinerea* and other pathogens in crops. p. 22-24. In Congreso Annual APS, División Caribe. Noviembre 10-12, 1997. San José, Costa Rica. 40 p.
- Tatagiba, J. (1998). Biological control of *Botrytis cinerea* in residues and flowers of rose (*Rosa hybrida*). Phytoparasitica 26(1):319-330.
- Valdebenito-Sanhueza R., (1997). Controle biológico de *Botrytis cinerea* em morangueiros cultivados em estufa. Fitopatologia Brasileira 22(1):69-73.
- www.insivumeh.gob.gt (2007).
- Zometa, O. (2006). El cultivo de Macadamia, Validación del Control químico, basándose en los principios del manejo integrado de plagas, en las principales plagas insectiles del cultivo de Nuez de Macadamia (*Macadamia integrifolia*; Mueller, F. Proteaceae) en el Palmar, Quetzaltenango. Tesis, Ing. Agr., Universidad Rafael Landívar, Campus Central, 81 Pp.

XI. ANEXOS

8.1 Boleta de encuestas para recolección de datos.

FINCA PATZULÍN Y ANEXOS

BOLETA DE ENCUESTAS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS DE CAMPO (BOLETA AVANZADA)

1. Conoce a cabalidad el procedimiento del conteo de inflorescencias?

Menciónelo brevemente: _____

_____.

2. Cuántas etapas tiene una inflorescencia en su desarrollo? _____

3. Cómo describiría las etapas de desarrollo de la inflorescencia?

Etapas 1: _____

Etapas 2: _____

Etapas 3: _____

Etapas 4: _____

- 4.Cuál es la importancia del conteo y muestreo de inflorescencias en el cultivo de macadamia? _____

5. Según su criterio, que causas son las que ocasionan que la floración de macadamia tenga un bajo porcentaje de pegue de frutos?

_____.

6. Mencione algunas plagas y enfermedades que afecten el desarrollo de la floración, en cultivo de macadamia: _____

7. Para usted, que etapa de la floración, es la más susceptible a daños por hongos, por qué? _____

8. Enumere las plagas y enfermedades que se manifiestan de acuerdo a la época en que atacan: verano e invierno: _____

9. Mencione como reconoce el daño en la floración, causada por los organismos mencionados anteriormente: _____

10. Qué mecanismos de detección utiliza para saber que plaga y/o enfermedad le está atacando en la floración? _____

11. Mencione los tipos de control que utiliza en la finca para contrarrestar el daño provocado a la floración de macadamia: _____

12. Que recomendaciones técnicas daría usted, para mejorar el porcentaje de pegue en la floración del cultivo de macadamia: _____

13. Evalúe las siguientes propuestas de control integral para *botrytis cinerea*, y recomiende en base a su experiencia:

Control químico: _____

Control cultural: _____

Control biológico: _____

Otros: _____



Figura 8. Fotografía de floración de macadamia en etapa 1.

Racimos verdes e inmaduros que aún no han empezado a crecer y abrirse. En esta etapa existe la mayor susceptibilidad; dura aproximadamente 25 días.

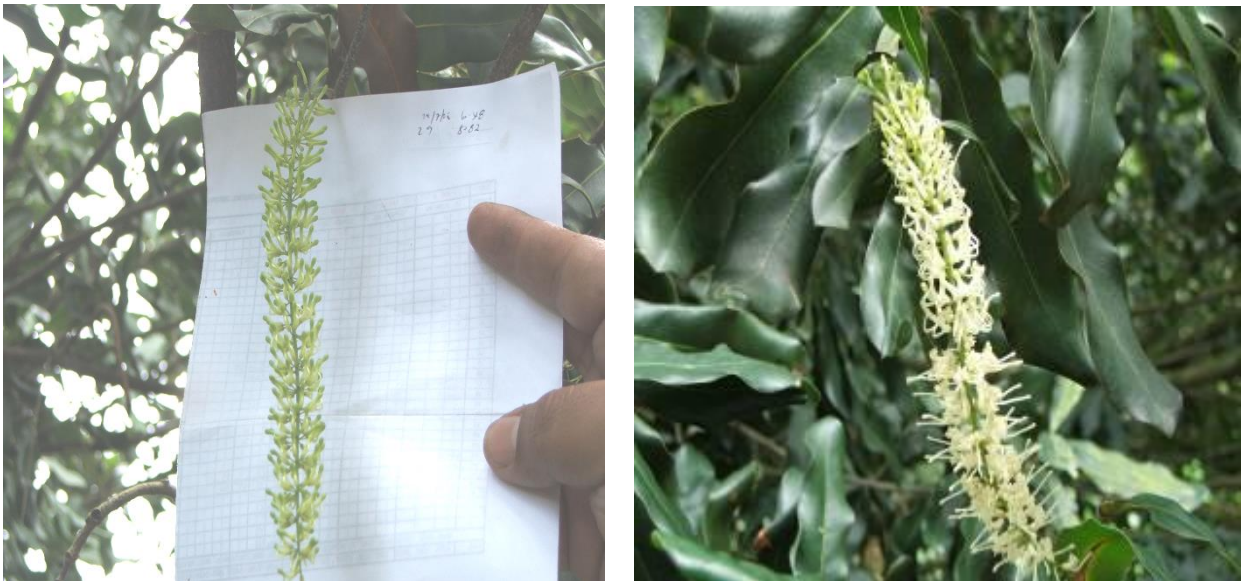


Figura 9. Fotografía de floración de macadamia en etapa 2

Racimos verdes blancos o verde claro que empiezan abrirse; las inflorescencias pueden estar parcial o totalmente abiertas; dura aproximadamente 10 días.



Figura 10. Fotografía de floración de macadamia en etapa 3

Racimos que se han abierto dentro de los últimos cinco a diez días. (Pétalos y tallos volviéndose rojo/café y empezando a marchitarse). Estas flores son muy susceptibles, normalmente la infección ocurrió en la etapa anterior y se manifiesta más claramente en ésta; éste estadio dura aproximadamente 15 días.



Figura 11. Fotografía de floración de macadamia en etapa 4

Diez días o más después de antesis (muchas flores cayéndose del racimo; los ovarios de las flores que han sido fertilizados empiezan a crecer y a engrandecerse y lo que queda de pétalos y estambres caen; estas flores se quedan pegadas al raquis cuando el racimo se sacude). En éste período dura aproximadamente 10 días.



Figura 12. Fotografía de daño en floración de macadamia.

Ocasionado por *Botrytis cinerea*, Sclerotinicaeae. La inflorescencia no logra pegar ni un solo fruto y las flores se necrosan y se pudren.

Cuadro 17. Exportación mundial de nuez de macadamia por país productor.

Cifras Expresadas en Toneladas Métricas

PAÍS	2003	2004	2005	2006	Total	%
Australia	9100	12600	10000	12200	43900	42%
Estados Unidos	5500	4750	5200	5500	20950	20%
Sudáfrica	3734	4300	4205	4480	16719	16%
Kenya	1560	1650	1800	2052	7062	7%
Guatemala	1529	1600	1200	1250	5579	5%
Malawi	1117	1150	1595	1100	4962	5%
Brasil	585	500	665	750	2500	2%
Otros	338	200	400	400	1338	1%
Costa Rica	200	250	200	100	750	1%
TOTAL	23663	27000	25265	27832	103760	100%

Fuente: SARH-SAGAR. 1991-1999. Anuarios Estadísticos de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos 1990-1998. México.

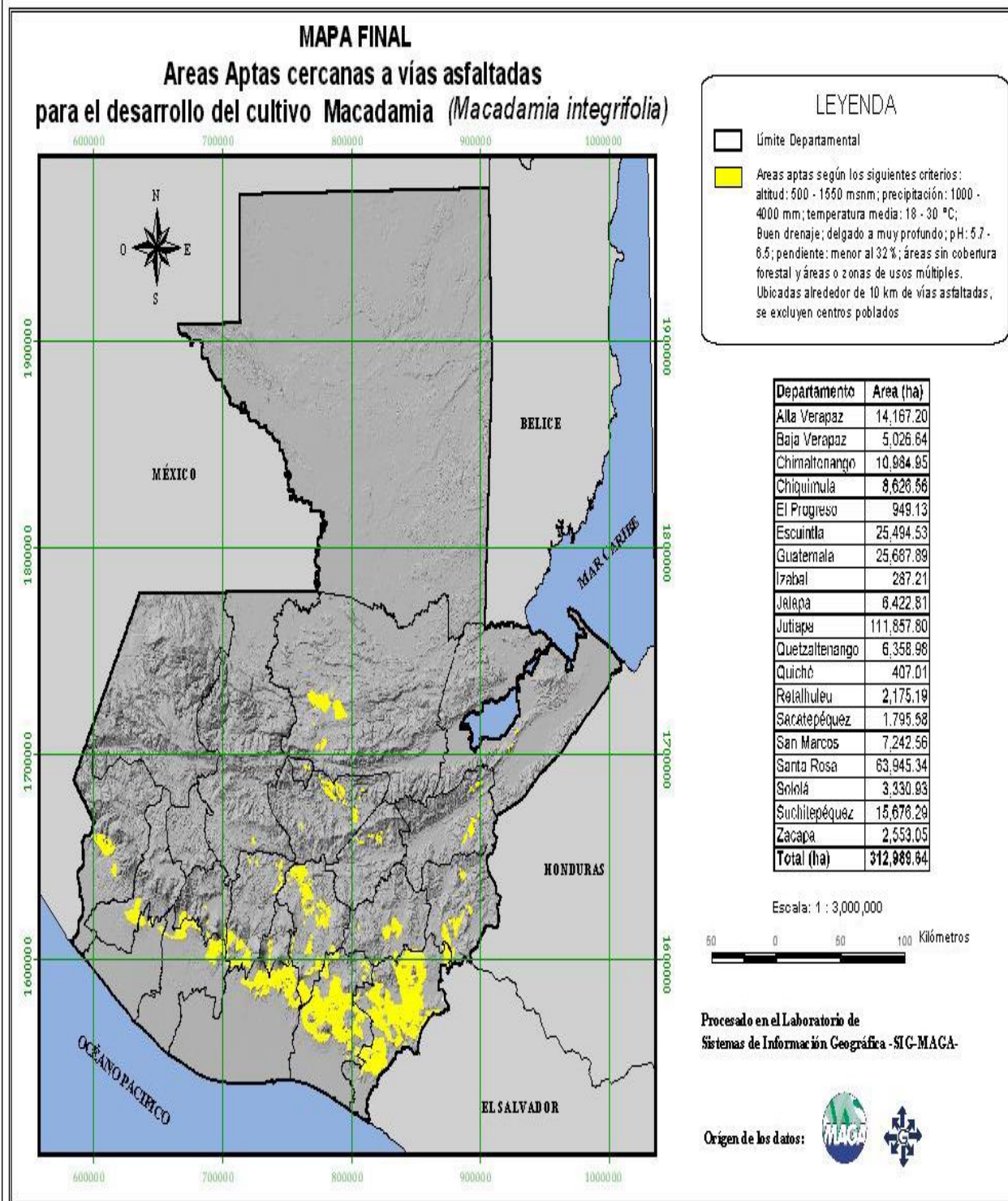
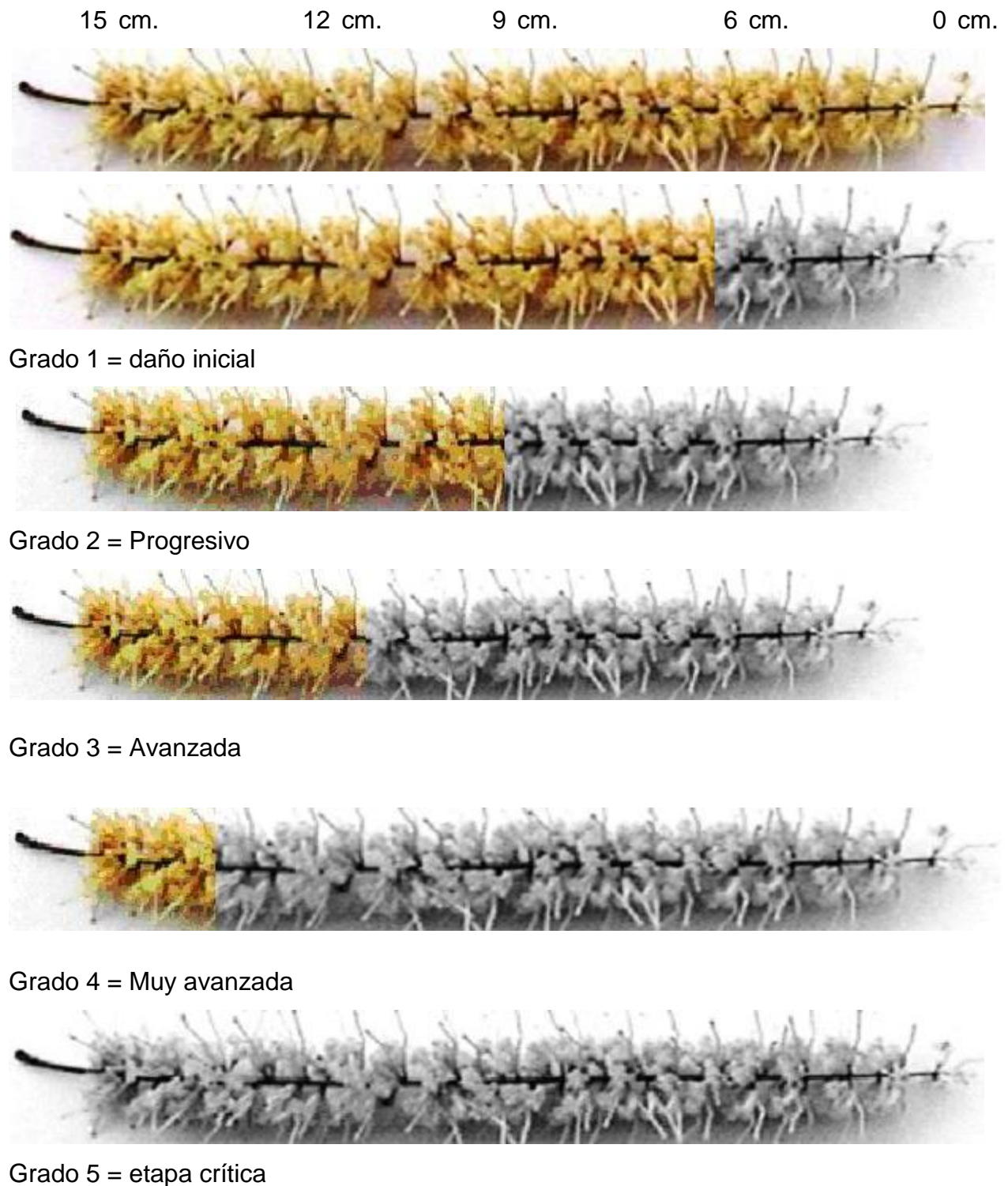


Figura 13. Áreas potenciales para cultivo de macadamia en Guatemala

Figura 14. Escala de severidad de daños, causados por *Botrytis cinerea*, Sclerotinicaeae, en inflorescencias de macadamia. (Moran, 2008)



Operación	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Ciclo del cultivo												
Fertilización	Nitrógeno	1/3 de N se aplicado en este periodo		Pico de necesidad de N, aplicar 1/3 del total anual		Sin aplicación de N, aplicaciones reducen el rendimiento y calidad			Resto del N aplicado en este periodo			
	Fósforo	Aplicar en cualquier época si existe riego, es mejor aplicar en la temporada de lluvias										
	Potasio	1/3 de K aplicado en este periodo		Pico de la necesidad de K, 1/3 del total anual		Resto de K aplicado en este periodo						
	pH/Ca/Mg			Revisar el pH cada dos años		Aplicar cal o yeso de acuerdo a los resultados de pH y análisis foliar						
	Elementos menores	Aplicar de acuerdo a los resultados de los análisis						Mejor época para aplicar Zn, B y Cu				
	Análisis foliar	→		█		Por lo menos cada dos años						
Cosecha	Cosecha cada 3 a 4 semanas		La cosecha debe haber terminado		Caida espontánea de nueces			Cosecha cada 3 a 4 semanas				
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12

Figura 15. Diagrama de etapas fenológicas del cultivo de macadamia (*Macadamia integrifolia*, Proteaceae); principales etapas fenológicas: floración, crecimiento, acumulación de aceite.

MODO DE ACCIÓN DE LOS FUNGICIDAS

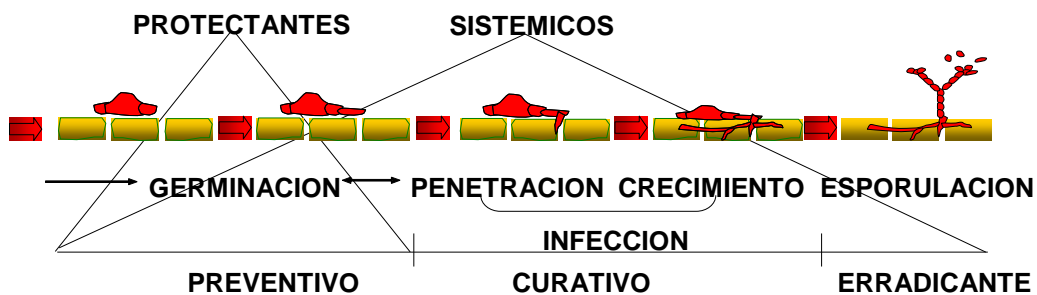


Figura No. 16 Modo de acción de los fungicidas

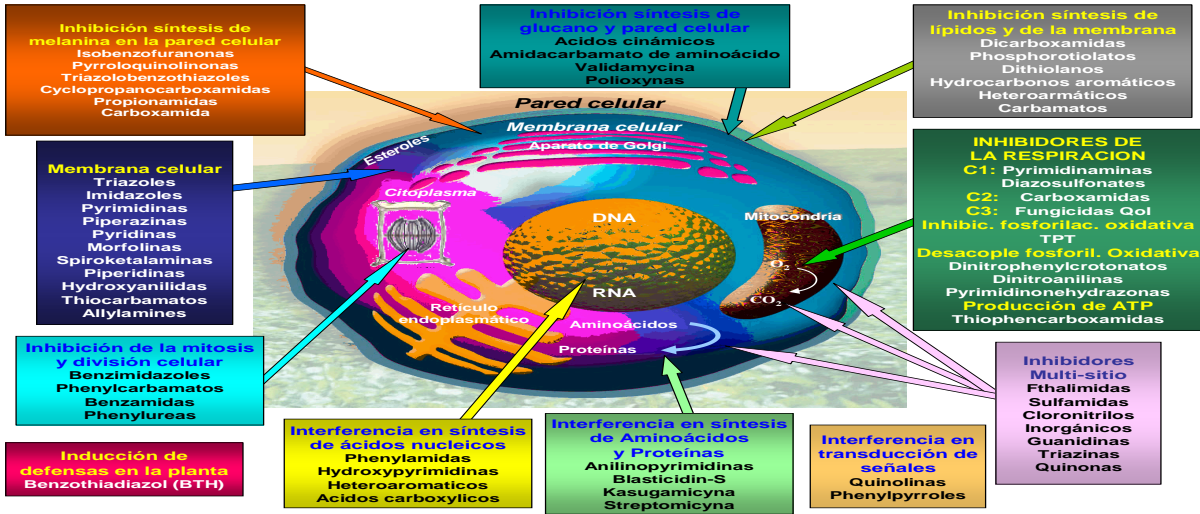
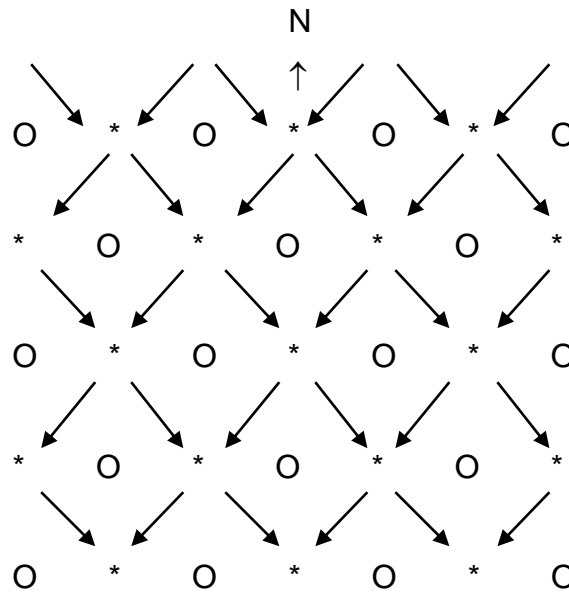


Figura 17. Gráfica ilustrativa, diferentes modos y mecanismos de acción de los productos fungicidas.



O = árbol sin manejo.

* = árbol con manejo

Figura 18. Esquema de la poda en campo, poda zigzag

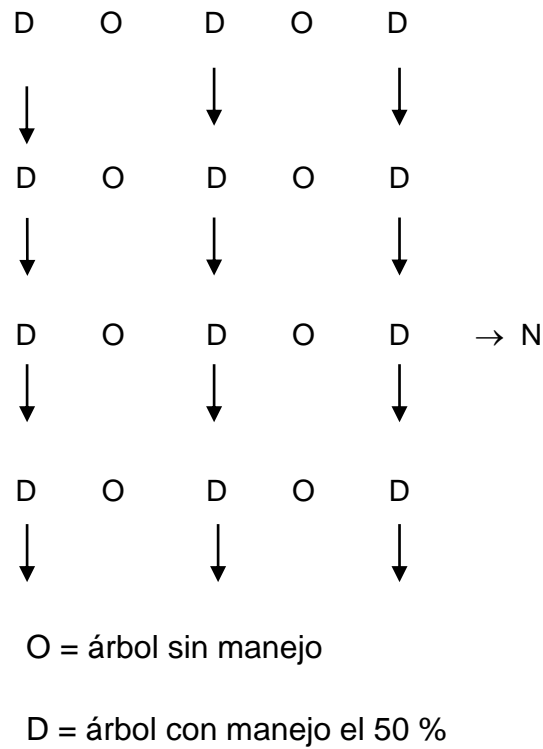


Figura 19. Orientación de la poda Eliminación lateral en campo

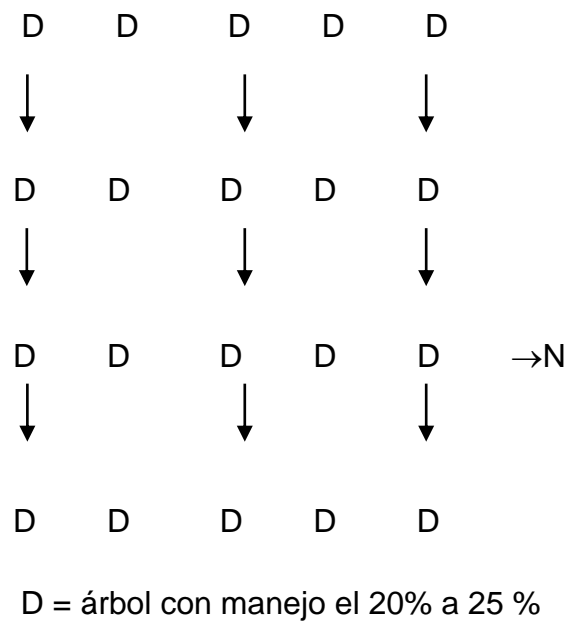
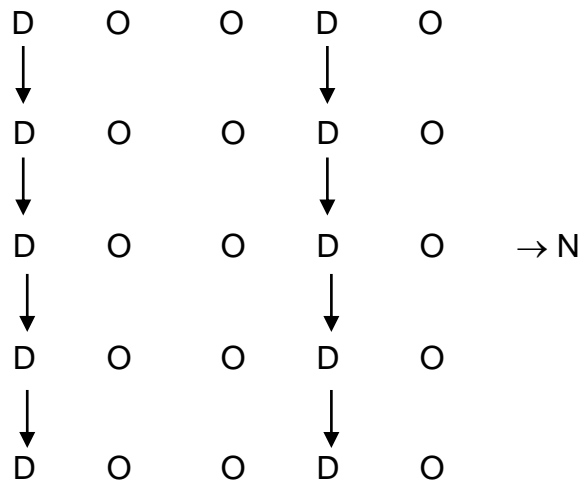


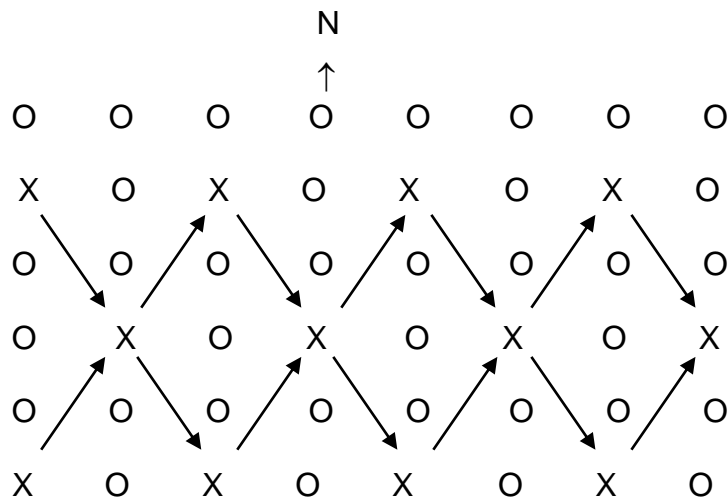
Figura 20. Orientación de la poda eliminación de canastas en campo



O = árbol sin manejo

D = árbol con manejo el 15 a 20 %

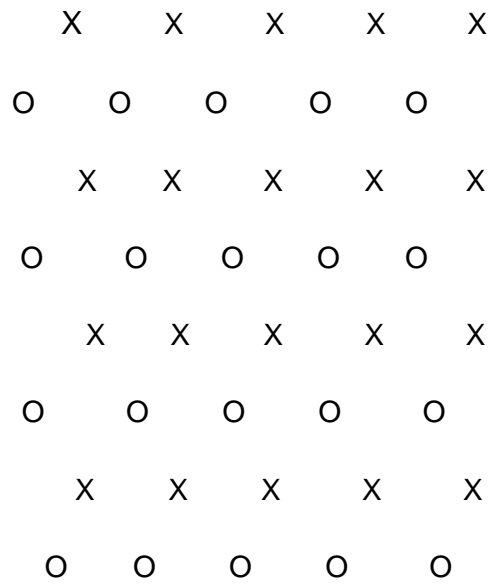
Figura 21. Orientación de la poda de descope



X = Árboles trabajados

O = Árboles sin trabajar.

Figura 22. Esquema de la poda esquelética en campo



X = árbol sin manejo

O = árbol manejado (eliminado)

Figura 23. Esquema de la poda eliminación del quinto

Cuadro No. 18: Cronograma de actividades

Actividades Mes y semana calendario	Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre			
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
Fase de inicio																								
Gestión datos y archivos internos	x																							
Propuestas de metodología		x																						
Acuerdo de metodología		x																						
Reunión con personal			x																					
Informe sobre estudio de caso			x																					
Fase de Campo																								
Reunión/ técnicos de campo				x																				
Gira interna de campo informativa					x																			
Inicio de entrevistas personales						x																		
Ejecución de encuestas en campo							x																	
Visitas periódicas de campo				x	x		x	x	x	x	x	x			x			x			x			
Procedimiento boletas/ muestreos:								x																
a) Floraciones								x																
b) Conteos de pegue de fruto									x															
c) Conteos de nuez HEC por árbol												x												
Revisar documentos/ historial							x	x	x	x	x													
Revisar informes y registros										x	x	x												
Fase de Gabinete																								
Reunir información, formatos													x	x										
Clasificación y validación															x	x								
Tabulación de información																	x	x	x					
Análisis de la información																			x		x	x		
Análisis gráfico/ económico																						x		
Revisiones informe final/ asesor		x		x		x	x		x		x		x		x		x			x		x		
Informe final																					x	x	x	