



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Sede Santo Domingo

DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADOS

ESPECIALIZACIÓN EN EL MANEJO DEL CULTIVO DE PALMA ACEITERA

REVISIÓN Y ANÁLISIS SOBRE EL MANEJO INTEGRADO DE *Sagalassa valida* Walker EN EL CULTIVO DE PALMA ACEITERA EN ECUADOR

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el grado de Especialista en el Manejo del Cultivo de Palma Aceitera

AUTOR:

Teonila Pastora Ajila Chinchay

DIRECTOR DE TESINA:

Ing. Francisco Chávez Moreira, M.Sc.

Santo Domingo – Ecuador

Mayo – 2015

**REVISIÓN Y ANÁLISIS SOBRE EL MANEJO INTEGRADO DE *Sagalassa valida*
Walker EN EL CULTIVO DE PALMA ACEITERA EN ECUADOR**

Ing. Francisco Chávez Moreira, M.Sc.

DIRECTOR DE TESIS

APROBADO

Dra. Luz María Martínez Buñay

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Manuel Danilo Carrillo Zenteno Ph.D

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo..... de..... 2015.

CERTIFICACIÓN DEL ESTUDIANTE DE AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo, Teonila Pastora Ajila Chinchay, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría y que no ha sido presentado para ningún grado o calificación profesional.

Además; y, que de acuerdo a la Ley de Propiedad Intelectual, todos los derechos del presente trabajo de investigación pertenecen a la Universidad Tecnológica Equinoccial, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Teonila Pastora Ajila Chinchay
C.I. 1715718936

INFORME DE APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

APROBACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de Director del Trabajo de Grado presentado por el Sra. Teonila Pastora Ajila Chinchay, previo a la obtención del Grado de Especialista en el Manejo del Cultivo de Palma Aceitera, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y disposiciones emitidas por la Universidad Tecnológica Equinoccial por medio de la Dirección General de Posgrado para ser sometido a la evaluación por parte del Tribunal examinador que se designe.

En la Ciudad de Santo Domingo, a los días del mes de del 2015.

Ing. Francisco Federico Chávez Moreira, M.Sc.

C.I. 1301309264

Agradecimiento

En el presente trabajo de investigación, primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi director designado para guiarme en la realización de este trabajo investigativo, Ing. Francisco Chávez Moreira, quien con sus conocimientos y experiencia, han sido importantes en la elaboración y culminación de esta investigación con éxito.

También me gustaría agradecer a mis profesores, que durante toda mi carrera profesional han aportado a mi formación, quienes con sus consejos, enseñanzas y amistad, cultivaron el ímpetu de seguir adelante y alcanzar las metas propuestas.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Muchas gracias y que Dios los bendiga

Dedicatoria

A Dios

Por haberme permitido llegar hasta este punto y darme salud para lograr mis objetivos, además de ser fuente de sabiduría e infinita bondad y amor. A él por concederme la paciencia suficiente en esos momentos de demasiado stress y cuando pensé y quise desfallecer, me dio el impulso para culminar la realización de este trabajo de análisis.

A mis padres

Por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo y consejos perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mi esposo e hijo

Mi esposo, por ser el impulso durante toda la realización de este trabajo y la culminación del mismo, que con su apoyo constante y amor incondicional ha sido amigo y compañero inseparable, que me ha brindado consejos en lo que cabe en los pocos conocimientos de la rama.

A mi precioso hijo Mathias Nahim, para quien ningún sacrificio es suficiente, que con su luz e inocencia hace mi vida y mi camino más claro.

Los Amo

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULOS	Pág.
RESUMEN	xi
SUMMARY	xii
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problemática.....	1
1.2. Justificación de la investigación.....	3
1.3. Alcance de la investigación.....	4
1.4. Objetivos de la investigación.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Hipótesis.....	5
1.5.1. Hipótesis general.....	5
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.1. Antecedentes.....	6
2.2. Sistema radicular de la palma aceitera.....	7
2.3. Clasificación taxonómica del insecto.....	8
2.4. Descripción morfológica del insecto.....	9
2.5. Daño.....	11
2.6. Muestreo para evaluación de <i>S. valida</i>	16
2.7. Controles implementados para combatir el ataque de <i>S. valida</i> en cultivos de palma aceitera.....	18

CAPÍTULOS	Pág.
2.7.1. Control químico.....	19
2.7.2. Control biológico.....	20
2.7.3. Control microbiano.....	21
2.7.4. Control mecánico.....	24
2.7.5. Control agronómico.....	26
2.8. Manejo integrado de plagas.....	28
2.9. Costo de un posible manejo de <i>S. valida</i>	29
CAPÍTULO III	
MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
3.1. Ubicación.....	31
3.2. Métodos de la investigación.....	31
CAPÍTULO IV	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	32
4.1. Conclusiones.....	32
4.2. Recomendaciones.....	34
BIBLIOGRAFÍA.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS	Pág.
Figura 2.1. Planta de palma aceitera afectada por <i>S. valida</i> , sembrada cerca de una área forestal.....	7
Figura 2.2. Larva de <i>S. valida</i> en una raíz de palma aceitera.....	9
Figura 2.3. Pupa de <i>S. valida</i>	9
Figura 2.4. Adulto-mariposa de <i>S. valida</i>	10
Figura 2.5. Lugares junto a la base del tronco de la palma donde posiblemente oviposita el adulto de <i>S. valida</i>	11
Figura 2.6. Consecuencias visibles de la presencia de <i>S. valida</i>	12
Figura 2.7. Plantas adultas inclinadas consecuencia del daño provocado por <i>S. valida</i> cuando eran plantas pequeñas.....	13
Figura 2.8. Consecuencias del ataque de la larva de <i>S. valida</i> a las raíces de palma aceitera.....	14
Figura 2.9. Raíz de palma aceitera devorada internamente por la larva de <i>S. valida</i>	15
Figura 2.10. Deyecciones de la larva de <i>S. valida</i> en raíces de palma aceitera.....	15
Figura 2.11. Calicata para muestrear raíces en palma aceitera.....	16
Figura 2.12. Muestreo de raíces de palma aceitera: raíz primaria, raíces secundarias, raíces terciarias y raíces cuaternarias.....	17
Figura 2.13. Aporques en palma aceitera.....	25
Figura 2.14. Plantas atrayentes para adultos de <i>S. valida</i>	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Pág.
Tabla 2.1.	Número de raíces esperado por palma según su edad.....	18
Tabla 2.2.	Costo por hectárea de las estrategias para el control de <i>S. Valida</i>	30



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Sede Santo Domingo

DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADOS

ESPECIALIZACIÓN EN EL MANEJO DEL CULTIVO DE PALMA ACEITERA

REVISIÓN Y ANÁLISIS SOBRE EL MANEJO INTEGRADO DE *Sagalassa valida*
W. EN EL CULTIVO DE PALMA ACEITERA EN ECUADOR

Autor: Teonila Pastora Ajila Chinchay

Director: Ing. Francisco Chávez Moreira, M.Sc.

Fecha: Mayo del 2015

RESUMEN

En Ecuador, el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq), inicia en el año 1953, convirtiéndose en una actividad generadora de empleo y recursos para varias familias. Las principales plantaciones se encuentran en la Región Costa, cuya concentración mayoritaria está en las provincia de Esmeraldas, seguida de Los Ríos y las provincias Orientales del Norte; llegando a tener una superficie total sembrada de 280 000 ha; superando en un 16% al banano. La presencia del barrenador de raíces *Sagalassa valida* Walker, se reporta desde las primeras plantaciones manifestando síntomas de amarillamiento y secamiento de hojas bajas e intermedias, desarrollo y crecimiento lento; emisión de inflorescencias masculinas y volteo de las plantas por poca presencia de raíces; el insecto tiene metamorfosis completa con un ciclo de vida de 78-81 días cuyo estado larval es de 45-48 días, pasando por seis instares con larvas de 1 mm hasta 18 mm, las larvas jóvenes penetran las raíces inmediatamente después de eclosionar; el control se justifica con el 20% de raíces destruidas que provocan una reducción de producción de hasta el 70%. El adulto de *S. valida*, vive en las malezas y entre las hojas de palma cortadas y ubicadas en las paleras o interlineas. Para controlar el daño de *S. valida* se recomienda la utilización de un manejo integrado de plagas (MIP) en el cual intervienen los controles químico, biológico, microbiano, mecánico y agronómico.

Descriptor: daño radical, control químico, control biológico, control microbiano, control mecánico y control agronómico.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Sede Santo Domingo

DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADOS

ESPECIALIZACIÓN EN EL MANEJO DEL CULTIVO DE PALMA ACEITERA

REVIEW AND ANALYSIS ON INTEGRATED MANAGEMENT OF *Sagalassa valida* Walker. IN OIL PALM CULTIVATION IN ECUADOR

Author: Teonila Pastora Ajila Chinchay

Advisor: Ing. Francisco Chávez Moreira, M.Sc.

Date: May del 2015

SUMMARY

In Ecuador, the cultivation of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq), initiated in 1953, becoming an activity generating employment and resources for family groups. The main plantations are in the coastal region, the majority of whose concentration is in the province of Esmeraldas, followed by Los Ríos Province and North of East provinces; coming to have a total area of 280 000 ha planted; exceeding 16% cultivation banana. The presence of *Sagalassa valida* Walker root borer reported since the first plantations manifesting symptoms of damage: yellowing and drying of leaves low and intermediate development and slow growth; issuance of male inflorescences and turning plants by little presence of roots; the insect has complete metamorphosis with a life cycle of 78-81 days whose larval stage is 45-48 days, spending six instars larvae of 1 mm to 1.8 cm, the young larvae penetrate the roots immediately after hatching; control is justified destroyed 20% of roots that cause a reduction in production of up to 70%. The adult *S. valida*, live in weeds and between cut palm leaves located in the drainers or interline. To control the damage of *S. valida* the use of integrated pest management (MIP) in which the chemical, biological, microbial, mechanical and agricultural involved controls management is recommended.

Keys words: Root system; chemical control, biological control, microbial control, mechanical control and agronomic control.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Problemática

Según el ESPAC-INEC (2011), los cultivos de palma aceitera se encuentran localizados principalmente en la Región Costa, concentrándose el 61.41% de la producción en la provincia de Esmeraldas; Los Ríos con 14.44% y las provincias Orientales del Norte sumaron el 7.34% del total producido. La superficie sembrada en nuestro país es de 280 000 ha, superando en un 16% al banano que tiene una extensión sembrada de 240 000 ha de sembrío (ANCUPA, 2013).

Las exportaciones de aceite crudo de palma en los últimos años, han mantenido una tendencia creciente, empezando en 1993 con 152 537 t llegando a 494 581 t en el 2013, esto es 3.2 veces más que en las últimas dos décadas a una tasa anual promedio de crecimiento de 7%, a excepción de los años 2010, 2013 y 2014, por problemas de índole climático (los años 2013 y 2014 por dificultades fitosanitarias como Pudrición de Cogollo (PC), que afectó la zona de San Lorenzo y Viche en la provincia de Esmeraldas), que redujeron la oferta local y el nivel de excedentes, pero han pasado de 81 354 t en el 2004 a 325 868 t para el 2012 y a 283 000 t para el 2013, con una tasa de promedio anual de crecimiento del 15%. La exportación de los excedentes tiene diferentes destinos como son: Colombia (30.8%), Venezuela (22.3%), Perú (19.7%), Europa (15.3%), Chile (4.5%), Brasil (3%), México (2%) y otros (2.4%), con lo que genera más de 140 000 puestos de trabajo, expectativas de crecimiento y expansión (López, 2014; FEDAPAL, 2011).

Los principales países productores de aceite de palma a nivel mundial son Indonesia (51%) y Malasia (36%) países que además son los principales exportadores del aceite. A nivel de Sudamérica, Colombia es el principal productor con 2%, seguido de Ecuador con 1%, siendo marginal en el mercado mundial del aceite la posición de estos dos países por separado o en conjunto. En Sudamérica el negocio de la palmicultura es llevado en un 87.1% por pequeños agricultores, cuyas extensiones son menores a 50 ha, lo que representa un 33.2% de la producción (López, 2014).

El cultivo de palma aceitera se encuentra ampliamente difundido en el país, ocupando lugares que fueron bosques terciarios, rastrojos, pastizales, o zonas forestales, razón por la cual algunas plagas se adaptaron a este nuevo cultivo, entre ellas se encuentra a *Sagalassa valida* Walker, que es un barrenador de raíz cuyo periodo de larva dura de 55 a 58 días y causa daños considerables en el sistema radical de la palma (Calvache, 1993; Ortiz *et al.*, 1994).

Los cultivos de palma aceitera afectados por este insecto presentan retraso en el crecimiento y muestran un secamiento foliar ascendente. Cuando el daño en el sistema radical es severo, puede ocasionar el volcamiento por pérdida del anclaje, especialmente en palmas menores de cuatro años. El daño causado por este insecto se refleja en la disminución del rendimiento hasta en 70% (CENIPALMA, 2005). Actualmente esta plaga se encuentra distribuida en varios países sudamericanos como Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Venezuela y Surinam, afectando a las plantas en campo abierto y en menor grado en vivero (ANCUPA e INIAP, 2003), donde el número de larvas dentro de las raíces de las palmas aumenta con la edad del cultivo, llegándose a registrar palmas con un daño de hasta el 80% en sus raíces (Genty, 1984). Se conoce que el daño del insecto en lotes con palmas afectadas, se correlaciona directamente con reducciones superiores al 10% en términos de toneladas de racimos/ha/año en la producción (Peña *et al.*, 1997).

Este problema puede generar un incremento en los costos de producción por tonelada de fruto, que puede oscilar entre 12 y 13 dólares, si se controla la plaga. Caso contrario, si se hace un control deficiente, el costo puede casi triplicarse; pero al hacer caso omiso del control de la plaga se provocaría una gran caída en la producción, motivando un incremento total de los costos, generando una fluctuación de los mismos hasta 15 veces. Convirtiéndose en una mala decisión el no realizar un control de barrenador de raíces en el cultivo de palma aceitera (Sáenz y Betancourt, 2006; Sáenz *et al.*, 2006).

Para controlar la afección de la plaga, se recomienda el uso de agroquímicos de diferente índole como: órgano clorinados o carbamatos los cuales presentan alta residualidad en el suelo (ANCUPA, 2005).

El barrenador de raíces *S. valida*, es una plaga que está ampliamente difundida en todas las provincias del país, donde se cultive palma aceitera; los múltiples muestreos realizados por técnicos agrícolas durante conferencias, seminarios y cursos teórico-práctico, indican que existen altos porcentajes de daño en las raíces, que afectan las miles de hectáreas cultivadas, donde los costos de un manejo deficiente y los bajos rendimientos afectan la productividad.

1.2. Justificación de la investigación

La palma aceitera es el segundo cultivo más extenso del Ecuador, llegando a existir cerca 280 000 ha sembradas con una producción anual de 500 000 t de aceite crudo, de las cuales cerca de 300 000 t son exportables (25% de este volumen con valor agregado) (Naranjo, 2014).

La inversión agrícola en el cultivo supera los 1 100 millones de dólares, albergando a 7 000 palmicultores de los cuales más del 80% pertenece a palmicultores con propiedades menores a 50 ha; actualmente más de 50 000 personas tienen empleos directos y permanentes, además de proporcionar aproximadamente 100 000 empleos indirectos; también están inmersos en este proceso productivo las 40 extractoras ubicadas en las diferentes provincias del país, contribuyendo al equilibrio económico y social (Naranjo, 2014).

En la actualidad, este cultivo se encuentra en diez provincias del Ecuador, donde *S. valida* prolifera en microclimas adecuados, creados por las grandes extensiones de siembra, Este insecto afecta desde los inicios del desarrollo de las primeras plantaciones, se encuentra como larvas en el sistema radical de la planta que pasan desapercibidas y sólo cuando la planta ha alcanzado un daño radicular muy avanzado, se empieza a ver los síntomas (Sáenz y Betancourt, 2006). *S. valida* es considerada una de las plagas con mayor impacto económico en las plantaciones de palma aceitera, debido a la manera en que se presenta y a la edad en que ataca al cultivo, afectando justo en sus primeros años de vida (Castebianco *et al.*, 2000).

El aporte de este estudio es importante, ya que dota al palmicultor de una herramienta consolidada de estudios ya aplicados y comprobados sobre el

manejo y control de la plaga tomando en cuenta que muchos de estos trabajos solo han quedado impresos y no se ejecutaron; cabe recalcar que con la legislación ambiental vigente, no es permitido el uso de químicos en el control de plagas (AGROCALIDAD, 2011), generando altas sanciones como la clausura y multas por el uso inadecuado que afectan el medio ambiente.

1.3. Alcance de la investigación

Este estudio investigativo, parte con la búsqueda y recopilación de información, misma que se obtiene de revistas científicas, libros de bibliotecas de Universidades del país; así también investigaciones documentadas que se hayan realizado en el sector público como privado; que permita mostrar al sector palmero el grado de importancia que tiene *S. valida*, en el detrimento de los cultivos de palma en sus inicios productivos.

La culminación de este estudio se logrará con la tabulación, depuración y consolidación de la información, un sistema de Manejo Integrado de Plagas (MIP) de *S. valida*, que sirva de base aplicativa a los pequeños, medianos y grandes palmicultores.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Recopilar y analizar información bibliográfica, sobre el manejo integrado de *S. valida* Walker, en palma aceitera (*E. guineensis* Jaq).

1.4.2. Objetivos específicos

- Definir la problemática que conlleva *S. valida* en el cultivo de palma aceitera.
- Describir las condiciones externas de la plantación que contribuyen al establecimiento de *S. valida*.
- Detallar las características que manifiesten la presencia de *S. valida* en la palma aceitera.

- Identificar la importancia y el rol que cumple cada uno de los controles en el manejo integrado de *S. valida*.
- Actualizar costos de los componentes del manejo integrado para *S. valida*.
- Difundir la información generada al sector palmicultor.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

- Ho: La revisión y análisis sobre el manejo integrado de *S. valida*, en el cultivo de palma aceitera, no influirá en la implementación de las alternativas de combate.
- Ha: La revisión y análisis sobre el manejo integrado de *S. valida*, en el cultivo de palma aceitera, influirá en la implementación de las alternativas de combate.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

Según Alcívar (1987), el cultivo de palma aceitera (*E. guineensis Jacq*), tiene sus inicios en los años de 1953 con los Hermanos Scott, conforme ha pasado el tiempo han ido incrementando el área de siembra, la producción y la mano de obra que vincula a familias completas en estas labores.

E. guineensis, es una palma grande con hojas pinnadas que tiene solo un tallo columnar con entrenudos cortos, hay espinas cortas en el peciolo de la hoja y dentro del racimo de frutos (Umaña, 2004). La palma es monoica con inflorescencias masculinas y femeninas, aunque a veces también mixtas, que se desarrollan en las axilas de las hojas, cada hoja producida por la palma trae en su axila una inflorescencia sin sexo definido durante el primer año de desarrollo de esa hoja, posterior al primer año ocurre la diferenciación de esa yema floral, si la palma fue sometida a condiciones adversas que originan estrés, la inflorescencia será masculina a diferencia que si la palma estuvo en condiciones adecuadas, la inflorescencia será femenina (Tinker y Corley, 2009).

2.1. Antecedentes

En el Ecuador, la presencia del barrenador de raíces *S. valida* se reporta desde 1953, cuando se comienza a establecer las primeras plantaciones, y se manifestaron los primeros síntomas, que no fueron tomados en cuenta debido a que el insecto vivía en otros hábitats (el bosque), con el paso del tiempo y con la siembra del cultivo en grandes extensiones, el insecto encontró un entorno favorable para su desarrollo (Figura 2.1) y de ahí hasta la actualidad, se convive con esta plaga.

Realizando una comparación agronómica de los cultivos de palma aceitera entre Colombia y Ecuador, se encontró que la plaga se arraiga con mayor facilidad y prontitud en las plantaciones Ecuatorianas (1 a 2 años después de iniciado el cultivo) mientras que en Colombia tarda un poco más (4 a 5 años después de iniciada la siembra), esto debido a que en nuestro país existen temperaturas

promedios inferiores y menor cantidad de luz solar (Genty, 1984). Siendo en los primeros cuatro años de vida del cultivo donde provoca mayor impacto en el desarrollo; en plantas de vivero también se puede presentar a partir del quinto mes



Figura 2.1. Planta de palma aceitera *Elaeis guineensis* Jacq, afectada por *S. valida*, sembrada cerca de una área forestal (Foto: T. Ajila).

2.2. Sistema radicular de la palma aceitera

El sistema radicular de la palma aceitera es el lugar por donde ingresa la mayor parte de los nutrientes, que son absorbidos de la fase líquida del suelo, aunque ésta es solo una capa delgada en el exterior de la raíz y en los poros del suelo.

Reyes *et al.* (1997), mencionan que la palma tiene un sistema radical que acumula materia seca y se extiende horizontalmente al avanzar la edad, observándose que en el primer año la palma presentó raíces solo en los primeros 50 cm a partir del estípote; en el segundo año se extendieron las raíces hasta 150 cm y en el tercer año llegó a 2.0 m, durante todo este tiempo las raíces crecen en todas las direcciones, que a la vez sirve para dar anclaje y explorar el área de subsistencia de la planta. Cuando la planta tiene 4 y 5 años asoman raíces de

hasta 3.0 m y comienzan a disminuir la formación de raíces primarias verticales para anclaje, encontrándose raíces secundarias aglomeradas en los horizontes superficiales y alejados del estípite; empezando a incrementar el desarrollo del sistema radicular en los horizontes superiores del suelo con raíces terciarias y cuaternarias.

Las raíces vivas son blancas, ramificadas, firmes y flexibles; algunas son oscuras que se distinguen por tener una estela blanca o rojiza y puntas blancas. El color de la estela se puede observar realizando un raspado leve que remueva la epidermis u observando un corte transversal de la raíz (Gutiérrez *et al.*, 2014).

Las raíces pueden absorber los nutrientes y el agua a la velocidad necesaria para mantener la tasa de crecimiento y la tasa de transpiración de la planta, por eso la longitud y distribución del sistema radical funcional son muy importantes; las raíces primarias tienen de 6 mm a 10 mm de diámetro, llevan a las raíces secundarias (2 mm a 4 mm), que a su vez llevan a las terciarias ramificadas (0.7 mm a 1.2 mm) y luego a las cuaternarias (0.1 mm a 0.3 mm de diámetro y 1 mm a 4 mm de largo) (Tinker y Corley, 2009).

Cuesta *et al.* (1998), mencionan en uno de sus trabajos que el crecimiento del sistema radicular depende de las raíces primarias en los primeros quince años y de las secundarias a partir de esa edad.

El grado de desarrollo, la distribución espacial y el estado sanitario de las raíces son factores de mucha influencia y determinantes en la efectividad de la asimilación de nutrientes es decir un ataque severo de *S. valida* limita la función de absorción de nutrientes del sistema radicular (Munévar, 2001).

2.3. Clasificación taxonómica del insecto

El barrenador de la raíz más conocido como *S. valida*, es de la clase insecta, del orden de los lepidópteros, perteneciente a la familia *Glyphipterigidae*, del género *Sagalassa* y especie *valida*, que ocasiona daño en las raíces dependiendo de la edad del cultivo (ANCUPA-INIAP, 2003).

2.4. Descripción morfológica del insecto

La *S. valida*, presenta una metamorfosis completa, (pasa por todos los estados) durando el ciclo de vida 78 a 81 días. En fase de huevo demora 8 a 10 días, son de color crema, miden menos de 1 mm de longitud y 0.3 mm de diámetro, la hembra oviposita alrededor de 30 a 80 huevos. La larva dura 45 a 48 días, pasando por seis instares midiendo desde 1 mm de longitud hasta 1.8 cm, el cuerpo es color crema y la cabeza ámbar (Figura 2.2);



Figura 2.2. Larva de *S. valida* en una raíz de palma aceitera (Foto: T. Ajila).

En pupa pasa 12 a 18 días es de tipo obteta de color ámbar y con los apéndices pegados al cuerpo midiendo 1 cm de largo y 0.4 mm de ancho (Figura 2.3).



Figura 2.3. Pupa de *S. valida* (Foto: F. Chávez M).

En estado adulto-mariposa (Figura 2.4) dura 5 a 6 días miden en promedio 12 mm las hembras y 10 mm los machos, los adultos recién emergidos, “presentan un color verde oliva en la región dorsal anterior y ápice de las alas, conforme pasa el tiempo toma color ocre, la parte media y ápice de las alas tienen color negro” (Sáenz y Betancourt, 2006).



Figura 2.4. Adulto-mariposa de *S. valida* (Foto: F. Chávez M).

Los adultos tienen hábitos diurnos, alimentación nectararia y dimorfismo sexual discreto, el rasgo de diferenciación sexual se da en el último segmento abdominal siendo una línea recta en los machos y de forma cónica en las hembras; las antenas presentan muchos pelos sensitivos en los machos, mientras en las hembras son lisas (Pinzón, 1995).

Comportamiento

El adulto de *S. valida*, es un insecto que vive en las malezas y entre las hojas de palma cortadas ubicadas en las entrelineas, al tener un color opaco se confunde con el del material marchito. La presencia del insecto *S. valida* en su fase de adulto se la puede observar en la base del estípote de la palma en horas de la tarde y mayor presencia de adultos en los primeros 30 cm, lo que hace pensar que estos son los lugares de oviposición (Figura 2.5), no existe evidencia de la oviposición ni de la presencia de huevos en el campo debido a su color y tamaño; lo que hace suponer que las hembras con la ayuda de su abdomen barren para

ovipositarlos y de igual forma los cubren para evitar su exposición, por ende, se asume que es en material húmedo tal como líquenes, musgos o humus ubicados en la base de la palma, donde ovipositan (Tinker y Corley, 2009; Sáenz y Betancourt, 2006).



Figura 2.5. Lugares junto a la base del tronco de la palma donde posiblemente oviposita el adulto de *S. valida* (Foto: T. Ajila).

De acuerdo a Pinzón (1995), la relación entre hembras y machos es variable, siendo mayor el número de machos. De una población capturada de 18 694 insectos adultos de *S. valida*, un promedio del 31.4% corresponde a hembras, variando este porcentaje de acuerdo al lugar, hora del día y condición climática.

2.5. Daño

La incidencia del daño que provoca *S. valida* en los cultivos pasa desapercibido para el agricultor; ya que el lugar del daño son las raíces y su presencia solo es notoria cuando se manifiesta un color amarillamiento y luego un secamiento (clorosis) en las hojas bajas e intermedias, que indica mal desarrollo, lento crecimiento (Figura 2.6a) y en una fase avanzada emisión de inflorescencias masculinas en forma continua (Figura 2.6c) y reducción del tamaño y peso de los racimos; con un ataque severo, las palmas pueden llegar a volcarse debido al poco anclaje (Figura 2.6b) (Peña y Jiménez, 1994; Calvache, 2001).



Figura 2.6. Consecuencias visibles de la presencia de *S. valida*: a) Planta amarillenta y raquílica, b) Plantas volcadas por falta de raíces, c) Emisión de flores masculinas (Foto: T. Ajila).

Incrementos sobre el 40% de daño antiguo y sobre el 10% de daño fresco se reflejan en producciones bajas (Pinzón, 1995). Según Chavéz *et al.* (2000), indica que al realizar un muestreo y en este se encuentre un nivel superior al 5% de raíces primarias afectadas, se debe proceder a aplicar medidas de manejo; por otro lado, para INIAP-SENESCYT (2006), el control se justifica con el 20% de raíces destruidas y puede producir una reducción en la producción del fruto hasta un 70%, quedando inclinadas como testigo de que un día fueron atacadas por la larva de *S. valida* (Figura 2.7).



Figura 2.7. Plantas adultas inclinadas consecuencia del daño provocado por *S. valida* cuando eran plantas pequeñas (Foto: T. Ajila).

Las larvas jóvenes que no miden más allá de 1 mm de largo, penetran en las raíces inmediatamente después de salir del huevo, ellas también pueden moverse por el suelo atacando las raíces a alguna distancia del punto de salida. Cuando ingresan en las raíces primarias las larvas comen la parte externa de la raíz, dejando el cilindro central intacto, esta destrucción parcial estimula la producción de nuevas raíces (Figura 2.8b). Las larvas más grandes causan destrucción completa de los tejidos de las raíces minadas (Figura 2.8a) (Tinker y Corley 2009).



Figura 2.8. Consecuencias del ataque de la larva de *S. valida* a las raíces de palma aceitera: a) Presencia de raíces vacías (corteza y cilindro central), b) Bifurcación de las raíces (Foto: T. Ajila).

Las larvas del primer instar de *S. valida* se encuentran entre 1 cm a 3 cm de profundidad, donde no barrenan raíces primarias tiernas, solo consumen raíces terciarias y cuaternarias las cuales no son barrenadas sino que las consumen por el ápice de la raíz; dentro de cada raíz terciaria las larvas tienen movimientos longitudinales, circulares y verticales encontrándose algunas larvas, al terminar de consumir estas raíces, repiten el procedimiento en otra raíz de igual característica, asumiendo que las raíces primarias y secundarias son colonizadas posiblemente por larvas a partir del segundo instar por su desarrollo y capacidad mandibular (Sáenz y Olivares, 2008a; Sáenz y Betancourt, 2006).

Las larvas de *S. valida* pueden consumir hasta 2 g de raíz tierna en 44 días que dura su ciclo larval, avanzando por el interior de la raíz y consumiendo todo el contenido de la misma a medida que cambia de instar (Figura 2.9).



Figura 2.9. Raíz de palma aceitera devorada internamente por la larva de *S. valida* (Foto: F. Chávez M.).

El daño de las raíces se puede detectar por el cambio de coloración o por la pudrición de estas, como también por la presencia de cortezas o cubiertas externas de las raíces vacías (Pinzón, 1995).

En daños recientes de las raíces se puede apreciar la presencia de galerías, cuyo interior está ocupado por deyecciones y residuos de tejidos de color rosado claro húmedo, con el tiempo toma una coloración rojo vinoso y hasta negro (Figura 2.10) (Sáenz y Betancourt, 2006).



Figura 2.10. Deyecciones de la larva de *S. valida* en raíces de palma aceitera. a) y b) Daños viejos (deyecciones color negro y rojo vinoso) c) daños recientes (deyecciones color crema y marrón) (Foto: T. Ajila).

2.6. Muestreo para evaluación de *S. valida*

Para dar inicio a este proceso, primero se debe limpiar de malezas y cualquier tipo de basura del área cercana a la corona; con la palilla se procede a realizar dos cortes longitudinales desde la base del estípite (agrónomos y entendidos en la materia, recomiendan no realizar cortes transversales ya que se puede cortar y dañar las raíces funcionales), con la ayuda del escarbador manual se afloja el suelo y se retira la tierra que envuelve a las raíces, procurando dejarlas en buen estado.

Se debe realizar calicatas con la finalidad de observar las condiciones en que se encuentran las raíces y el grado de infestación que tienen de *S. valida*. En palmas menores a 3 años, se recomienda realizar muestreos desde 0 m hasta 0.50 m del estípite. A partir de los 4 a 7 años se muestrea primero de 0 m a 0.50 m y de 1m a 1.20 m del estípite. En palmas mayores a 8 años se debe muestrear de 0 m a 0.50 m y de 1.60 m a 1.80 m del estípite (Figura 2.11) (Sáenz y Betancourt, 2006).



Figura 2.11. Calicata para muestrear raíces en palma aceitera: a) cortes transversos en el suelo en la corona de la palma para encontrar las raíces. b) monitoreo de raíces para verificar y determinar el daño de las raíces atacadas por *S. valida* (Foto: T. Ajila).

En un monitoreo para realizar una evaluación de *S. valida*, se deben diferenciar cuatro tipos de raíces:

- Raíces primarias o antiguas y funcionales: tienen corteza formada, son de color café o negro, tienen una consistencia firme, le sirven a la palma de anclaje y absorción de nutrientes y no presentan galerías en el interior (Figura 2.12)
- Raíces tiernas o nuevas: son de color blanco o rojo, no tienen corteza formada, son más blandas que las primarias.
- Raíces con daño fresco: pueden ser funcionales o nuevas, presentan galerías y deyecciones color rosado que rellenan totalmente las raíces, pueden o no presentar larvas al momento del muestreo.
- Raíces con daño viejo: Presentan galerías y deyecciones color rojo vinoso o negro.



Figura 2.12. Muestreo de raíces de palma aceitera: 1) raíz primaria, 2) raíces secundarias, 3) raíces terciarias y 4) raíces cuaternarias (Foto: F. Chávez M.).

Conociendo los hábitos de las larvas de *S. valida* se asume el daño fresco o presencia de deyecciones de color blanco o rosado, como criterio para calificar la presencia del insecto y el grado de infestación. Los muestreos de raíces se empiezan a hacer a partir de los cuatro meses después de la siembra en campo, y de allí cada dos meses se hace revisiones hasta que lleguen a los cuatro años; a partir de esa edad se realiza los muestreos cada cuatro meses ya que el número de raíces es mayor en palmas adultas, se debe tomar en cuenta que el muestreo no se realiza en la misma planta, realizándose lo que se conoce como muestreo móvil (Chávez *et al.*, 2000; Ortiz *et al.*, 1994).

Para evaluar el nivel de daño se debe tomar en cuenta: la edad del cultivo, número de raíces primarias y tiernas; y el porcentaje de daño fresco. En la Tabla 2.1 se presenta el número de raíces esperadas en cultivo de palma aceitera de acuerdo a la edad, el cual es útil para valorar el daño y tomar la decisión de controlar la plaga (Castebianco, 2001; citado por Sáenz y Betancourt, 2006).

Tabla 2.1. Número de raíces por palma esperadas según la edad (Castebianco, 2001; citado por Sáenz y Betancourt, 2006).

.Edad de las palmas, (años)	Número de raíces
1-2	8-12
2-3	12-15
3-4	15-20
> 4	> 20

2.7. Controles implementados para combatir el ataque de *S. valida* en cultivos de palma aceitera

Conforme se ha presentado el problema, empezaron a realizarse diferentes investigaciones con la finalidad de combatir al insecto y mitigar su ataque en el cultivo de palma aceitera.

2.7.1. Control químico

La alternativa más usada para el combate de *S. valida* actualmente es el uso de agroquímicos, que permite mantener poblaciones bajas, siendo muy efectivo cuando se utiliza en épocas de entradas y salidas de agua, debido a que el adulto de *S. valida*, en esta temporada se dedica a ovipositar. El uso indiscriminado de plaguicidas sin tomar en cuenta épocas de aplicación y dosis, ha hecho que evolucionen las especies, permitiendo que las larvas de *S. valida* adquieran tolerancia a dosis de plaguicidas que para otras especies, serían letales (Zambrano, 2011).

En trabajos realizados por Zambrano (2011), con algunas moléculas de insecticidas (Flubendiamide, Fipronil, Deltametrina, y Cartap), por el método de aspersión en bombas de mochila a la corona de la palma, se obtuvo que utilizando correctamente y en dosis combinadas el cartap y deltametrina, tres veces al año, presenta un porcentaje de daño fresco de 1.81% y 1.21%, mientras que en interacción, el daño fresco de raíces sube a 6.48%.

Sáenz y Ospino (2007) citan que realizando aspersiones de 1 litro por palma durante tres ocasiones (1 mensual), se encontró que los compuestos insecticidas de Tiametoxan + Lamdacyhalotrina y Profenofox + Lamdacyhalotrina, ejercen un efecto en *S. valida*, reduciendo el porcentaje de daño fresco en las raíces, a diferencia de Fentoato y Carbofuran, que presentaron niveles bajos de eficiencia en el control de la plaga, ya que no llega a mantener el daño en promedios inferiores al 5%.

También se encontró trabajos realizados con el insecticida Endosulfan (órgano clorado, similar al DDT), que es un contaminante orgánico persistente, agudo y crónico en animales de laboratorio, en los cuales también se demuestra el efecto hepatotóxico, mutagénico y carcinógeno, motivo por el cual ya ha sido retirado del mercado y medio agrícola por la Comisión Europea a partir del 2 de junio del 2006 (Decisión 2005/864/CE) y en nuestro país mediante Decreto Ejecutivo N° 1449, publicado en el Registro Oficial N° 479 del 2 de diciembre del 2008, se delega a AGROCALIDAD como el ente encargado de cumplir esta normativa

(AGROCALIDAD, 2011). Este químico es volátil, su principal metabolito es persistente y afecta a los grupos microbianos del suelo, incluyendo microorganismos benéficos, lo que reduce la biodiversidad del suelo (ANCUPA-SESA, 2007).

2.7.2. Control biológico

Es un método de control de plagas, enfermedades y malezas que utiliza organismos vivos como enemigos naturales parasitoides, depredadores y patógenos; para mantener la densidad poblacional de otro organismo a un promedio más bajo del que existiría en su ausencia, reduciendo sus poblaciones (Agrios, 1995).

Los controladores biológicos son organismos que existen en todos los medios agrícolas donde ejercen un control en forma natural; la cual puede ser alterada por diversos factores bióticos y abióticos, como la introducción de nuevas plagas, la destrucción de enemigos naturales por uso de plaguicidas y cambios ambientales severos (Valencia, 2003).

Depredadores

Según (Sarmiento *et al.*, 2005), los géneros de las hormigas *Pachycondyla harpax* y *Pachycondyla obscuricornis* se encuentran cerca de los platos de la corona, en especial en suelos no muy compactados y húmedos, recorren grande área del plato en busca de sus presas, preferiblemente larvas que tienen mayor actividad en horas de la mañana. Las hormigas *P. harpax* y *P. obscuricornis* son generalistas, pueden llegar a consumir larvas de *S. valida* pero su porcentaje no es significativo. *P. obscuricornis* no penetra debajo del suelo por ende se cree que en campo es casi imposible la depredación de las larvas *S. valida* mientras la hormiga *P. harpax* penetra debajo del suelo y prefieren vivir confinadas bajo tierra que encontrarse en la superficie, razón por la cual el porcentaje de depredación de la plaga en laboratorio fue muy bajo. Las hormigas *P. harpax* y *P. obscuricomis* pueden ejercer algún control natural en campo, pero no se recomienda realizar procesos de multiplicación, liberación o reubicación de colonias para incluirlas como una alternativa en el manejo integrado de *S. valida*, debido a los altos

costos que se incurre y que no son justificados, ya que el grado de depredación de *S. valida* es muy bajo.

Se ha observado que tanto *P. harpax* como *P. obscuricornis* aprovechan la materia orgánica, como la tusa (raquis) y las bases peciolares en proceso de descomposición, que están localizadas en la base de la palma, para hacer sus nidos (Calvache *et al.*, 2004).

De acuerdo a observaciones realizadas por Coral (2002), citado por Sáenz y Betancourt (2006), el adulto de *S. valida* es controlado naturalmente al caer en telarañas y ser devorado por arañas, mantis religiosa o chinches, presentes en plantas arvenses como botón blanco o verbena, existentes en los bordes e interlineas de los lotes de los cultivos de palma.

2.7.3. Control microbiano

También está el uso de controladores naturales, desarrollados a nivel de laboratorio, con excelentes resultados, sin embargo, existe una baja eficiencia de este tipo de control cuando se incorpora en el campo; debido a la fuerte competencia con organismos y agentes biológicos naturales que están inmersos en el suelo (Bustamante, 2009).

Nematodos

“A raíz de los trabajos ejecutados en el Ecuador en el control de *S. valida*, se introdujo en Colombia a través del CIAT, el nematodo de la especie *Steinernema carpocapsae* Weiser (Rhabditida: Steinernematidae)”. Los nematodos entomopatógenos (Neps), son organismos que infectan solo insectos, en su tercer instar denominado juvenil infectivo (JI), se encuentran libres en el suelo buscando insectos que colonizar y continuar su propagación cumpliendo su ciclo de vida reproductivo, estos JI pueden vivir un año o más, bajo estas condiciones, buscando activamente estados inmaduros de insectos, que normalmente se encuentran alimentándose de raíces de plantas de palma aceitera. Los Neps del género *Steinernema*, al entrar en contacto con un insecto, son capaces de penetrarlo a través de la boca, espiráculos y ano (Calvache, 1993).

Sin embargo las especies del genero Heterorhabditis, además de usar estos sitios de penetración también utilizan los poros de ahí que ingresan a través del integumento (cuerpo del insecto), haciéndoles más eficaces en el control de insectos (Bustillo, 2014b).

Estos grupos de Neps mantienen mutualismo con bacterias de los géneros Xenorhabdus y Protorhabdus, ocasionan septicemia y otros tipos de afecciones letales de alta virulencia y rápida acción, matando a sus hospederos (larvas de *S. valida*). El tercer estado o JI no se alimenta y esta morfológica y fisiológicamente adaptado para sobrevivir por largos periodos en el suelo en ausencia de su hospedero, alta resistencia a productos químicos (Sáenz y Olivares, 2008b).

El ciclo infectivo inicia cuando por aberturas naturales como boca, ano y espiráculos, logran ingresar al cuerpo de *S. valida* e inoculan la bacteria, que crece rápidamente y mata a la larva en el lapso de 24 a 48 horas (Bustillo, 2014b).

Los juveniles se alimentan de los tejidos afectados por la bacteria hasta alcanzar el estado adulto, tiempo en el cual también logran multiplicarse y producir de 2 a 3 generaciones y devorar casi en su totalidad la larva infectada. La siguiente generación, en muchos casos, encuentra agotado el alimento y entonces forman los nuevos JI que salen del cadáver para buscar un nuevo hospedero, infectando nuevas larvas de *S. valida* (Ronquillo y Chica, 2010; Ortiz *et al.*, 1994).

Según investigaciones realizadas por Sáenz (2005), el comportamiento emboscador y navegante de los nematodos entomopatógenos en el suelo, permite alta capacidad de búsqueda y localización del hospedero, atributos que hacen de estos enemigos naturales una alternativa a tomar en cuenta en el control de plagas de palma de aceitera. Además los Neps como las bacterias asociadas, son inocuos para humanos y animales domésticos, no causan daño a las plantas por ser específicos para insectos, algunas especies se pueden reproducir sin la presencia del macho.

En suelos con capacidad de campo hay mayor movilidad de los nematodos JI hacia capas profundas, así también son más virulentos provocando mortalidad del 75% de larvas de *S. valida*. Los suelos con mayor cantidad de arena permiten

mejor desplazamiento de los Neps, es por esto que en suelos con densidades bajas viajan los Neps por los poros de las partículas del suelo. Además determinó que *Sterneinema* es un nematodo que se guía por atracciones volátiles en el momento que la plaga hospedante los emite, en este caso las sustancias volátiles pudieron ser emitidas por la alimentación, deyecciones de *S. valida* y las raíces primarias de palma. Así también por el movimiento de nictación, los JI se desplazaron por el interior de las galerías hechas por la larva y localizaron la plaga hasta ingresar en el cuerpo del insecto dorsoventralmente y en sus patas, localizando los espiráculos para penetrarlo. Se estima que el tiempo que demoran los JI en desplazarse al interior de la raíz y parasitar la larva está entre 72 y 96 horas (Sáenz y Olivares, 2008b).

Hongos

El ataque de hongos produce momificación de los insectos atacados, que después son cubiertos por las estructuras del hongo, esporangios y esporas (Posada y de Polonia, 1992; citado por Cofre, 2010).

Con la investigación realizada por Cofre (2010), logró ubicar en la zona de San Lorenzo 18 aislamientos de hongos, los cuales son cepas nativas del sector que provocaron muerte de larvas de *S. valida*, cambiando el color del cuerpo de blanco crema a crema pálido, especialmente en la parte afectada. La cutícula se endurece y el cuerpo se pone rígido; el color cambia a café y aparece el crecimiento del micelio desde el área afectada hacia los extremos, cubriendo así todo el cuerpo del insecto.

Según Pinzón (1995), se encontraron en el campo larvas de *S. valida* cubiertas por un hongo entomopatógeno identificado como *Metarhizium anisopliae*; fue aislado y reproducido a nivel de laboratorio, cuando se aplicaron las esporas directamente sobre las larvas de *S. valida*, estas mostraron un efecto momificador, cuerpos cubiertos de micelio y esporulaciones a los tres, cuatro y nueve días, respectivamente.

A nivel de campo para controlar larvas instaladas en el sistema radical, se necesitarían altas concentraciones del entomopatógeno y grandes volúmenes de

agua que permitan la entrada de las esporas en el suelo. Aunque se presenta una alta mortalidad en larvas dentro de las raíces, debido al contagio que estas reciben al momento que se desplazan del suelo a la raíz.

Trabajos realizados por INIAP-SENESCYT (2006), demostraron que el hongo *Beauveria bassiana* causa mayor mortalidad que la cepa *M. anisopleae* sobre larvas de *S. valida* en laboratorio, Cuando fueron llevados al campo se presentó mayor porcentaje de raíces sanas, elevando de 51.2% al 86.1% y reduciendo de 48.8% a 13.9% el daño fresco de raíces, con inoculaciones de *B. bassiana*, demostrando que es mejor controlador que *M. anisopliae*.

Cofre (2010) encontró en la zona de San Lorenzo, provincia de Esmeraldas 19 aislamientos de bacterias que afectaron las larvas de *S. valida* de manera natural en su habitat, observando un cambio de coloración del cuerpo de la larva, de blanco o crema a amarillo pálido y poca movilidad; luego la larva tiene color café, la cutícula se vuelve blanda y libera secreciones; días después sigue la liberación de secreciones por todo el cuerpo con un olor fétido.

2.7.4. Control mecánico

Consiste en el establecimiento de barreras físicas que pueden ser de origen orgánico o inorgánico, aplicado sobre la corona de las palmas, con el propósito de dificultar la ovoposición de las hembras y el ingreso de las larvas hacia las raíces (Bustamante, 2009).

El uso de barreras físicas además de impedir el ingreso de las larvas de *S. valida* a las raicillas luego de la eclosión de sus huevos, también contribuye a mantener la humedad del suelo, incorporar materia orgánica y nutrientes, mejorar la estructura del suelo, favoreciendo la aireación, evitar el desarrollo de malezas en la corona, estimular la actividad microbiológica del suelo, necesaria para la descomposición de nutrientes y mantener baja la temperatura del suelo, recuperando el sistema radicular (ANCUPA, 2005; CENIPALMA, 2005).

En muchas ocasiones el uso de barreras físicas (tierra), como el aporque en la base de la corona de la palma afectada, sirve para minimizar el daño de *S. valida* (Figura 2.13) (Peña y Jiménez, 1994).



Figura 2.13. Aporques en palma aceitera (Foto: T. Ajila).

Según Casanova *et al.* (2005), evaluaron el uso de tusa o raquis, cáscara de arroz, fibra de palma africana, cáscara de café y desecho de plátano como barreras físicas en el plato de la corona, para evitar que el adulto de *S. valida* realice ovoposiciones cerca de la base del cuello de la palma. Evaluaron variables como nivel de daño de raíces, peso seco de raíces, número de raíces primarias y secundarias, diámetro de corona foliar, altura de planta e índice de vigor vegetativo, resultando como mejor barrera, la cáscara de arroz seguido de la aplicación de raquis de palma aceitera en dosis de 11 kg cascara de arroz y 75 kg de raquis o tusa de palma en palma joven y 250 kg en palma adulta. Estos materiales orgánicos tienen otros beneficios como favorecer el desarrollo del sistema radicular, almacenan humedad en época de verano; disminuyen la presencia de malezas y son un lugar ideal para la presencia de insectos predadores.

La principal desventaja de este sistema de control mecánico es el elevado costo debido al bajo rendimiento de la mano de obra en el campo al momento de la aplicación y al costo del transporte desde la extractora hasta la plantación (ANCUPA, 2005).

2.7.5. Control agronómico

Cuando el cultivo de palma aceitera tiene cinco años el desarrollo de las palmas causa sombra desfavorable para la vegetación de producción melífera, la cual se desplaza a las orillas de caminos y canales de drenaje. En el interior solo crecen plantas adaptadas a estas condiciones. En plantaciones adultas y viejas las plantas herbáceas con glándulas extraflorales son atractivas para la abundante entomofauna que se alimenta de polen y de las secreciones de glándulas, donde obtienen aminoácidos esenciales y carbohidratos que son necesarios en su dieta.

La siembra de plantas nectaríferas en los bordes de los lotes, es una práctica beneficiosa en las plantaciones de palma aceitera y están orientadas a recuperar la biodiversidad de insectos benéficos, encontrándose un total de 61 especies de plantas melíferas, pertenecientes a 21 familias, donde se hospedan o se alimentan la entomofauna (Mexzón, 1997).

Algunos incrementos de poblaciones de insectos en palmas se han asociado con la destrucción de sus enemigos naturales, los cuales mueren al utilizar insecticidas de amplio espectro o por la eliminación de la vegetación (competencia agresiva de las gramíneas, chapia, uso herbicidas en forma periódica y condiciones de sombra en las palmas) (Mexzón, 1997).

El uso de herbicidas para la eliminación de malezas en los platos de la corona repele la presencia de insectos visitantes de plantas atrayentes, especialmente en áreas expuestas a la luz solar (Becerra y Chávez, 2005).

Se ha observado que la precipitación influye mucho en la presencia del insecto en el campo, en días soleados y con gran intensidad lumínica se encuentra gran cantidad de adultos en los bordes de los cultivos a diferencia de días lluviosos y sombríos que es muy poco observable su presencia (Bernal, 2001; Afanador, 2004; citado por Sáenz y Betancourt, 2006).

La mayor actividad realizada por los insectos adultos de *S. valida* están ubicados en los intervalos de horas entre 07:00 – 11:00 y 16:00 – 18:00; siendo ideal para monitorear trampeos de la plaga, mismos que son fuertemente atraídos por las

plantas arvenses para alimentarse y puedan ser controlados por depredadores naturales presentes (Sáenz y Betancourt, 2006).

Cuando las plantas nectaríferas nacen espontáneamente en el cultivo de palma se ha notado una reducción en los nectarios extraflorales en época seca, mientras que si han sido sembrados como parte de un control, las poblaciones de los insectos parasitoides se mantienen aún en periodos secos durando de 12 a 16 semanas (Aldana *et al.*, 2004; Mexzón, 1997).

Entre las plantas atrayentes para adultos de *S. valida* se encuentra la verbena (*Stachytarpheta cayennensis* L.C), panal de guasca (*Tilesia baccata* (L) Pruski), panal de palo (*Clibadium surinamense* L), botón blanco (*Melanthera aspera*) y tortolera (*Cordia curassavica* (Jacq.) (Figura 2.14) (Bernal, 2001; Afanador, 2004; citado por Sáenz y Betancourt, 2006).



Figura 2.14. Plantas atrayentes para adultos de *S. valida*: a) Verbena, b) Panal de palo, c) Panal de guasca, d) Botón blanco, e) Tortolera, f) Cadillo (Sáenz y Betancourt, 2006).

2.8. Manejo integrado de plagas (MIP)

Los varios trabajos realizados investigadores, auspiciados por empresas gubernamentales o privadas, están enfocados en controlar la presencia de *S. valida* y disminuir el daño provocado en las raíces, que afecta directamente a la producción de racimos al debilitar y finalmente causar la muerte de la planta.

De acuerdo a trabajos realizados por Chinchilla (2003), se puede considerar que la cercanía de otros cultivos de diferente o de la misma especie, pueden compartir insectos y define la plaga que afectará al cultivo; el MIP inicia desde la elección del lugar de siembra y la preferencia que tenga el palmicultor por otros cultivos que se intercale con la palma aceitera.

La siembra directa de las plantas nectaríferas en el borde de los lotes, su manejo y la regulación de las gramíneas son actividades fundamentales en el programa MIP dirigido a fortalecer los factores de mortalidad natural de los insectos plaga; además se logra alcanzar exitosas reducciones en poblaciones de insectos-plaga, al conocer aspectos relacionados con la biología, comportamiento y factores bióticos claves que están presentes en las plantaciones (Bustillo, 2014a).

El MIP conlleva a la aplicación de todos los controles ya que la interacción de cada uno de ellos ayuda a un mejor alcance en el manejo del agroecosistema e identificación de focos iniciales, los cuales mediante la aplicación de un sistema de revisión adecuado, permite detectar los sitios donde ha comenzado a establecerse la plaga para controlar ese foco (Calvache, 2004).

El manejo de los insectos-plagas, en el agroecosistema de la palma de aceite es una nueva cultura que previene la presencia de insectos y se basa en el fortalecimiento de los factores de mortalidad natural de estos, en una exhaustiva revisión de plagas, que permita detectar a tiempo la presencia de focos iniciales y en el tratamiento de estos focos, cuya eficiencia será mayor en focos de menor tamaño (Calvache, 1999; Calvache, 2001).

El MIP previene niveles altos de especies dañinas, se puede iniciar con el manejo y establecimiento de plantas nectaríferas y la introducción del nematodo; sin embargo, el agroecosistema de la palma aceitera es más complejo, por lo que se debe aprovechar para su adecuado manejo de manera integral en función de prevenir la acción en los insectos plagas e incrementar el potencial benéfico de los componentes del cultivo.

Dentro del agroecosistema se debe encontrar los grupos que se alimentan de la palma de aceite y los que se alimentan de otras especies vegetales, además existen condiciones naturales que afectan las interrelaciones entre estos elementos, tales como la topografía y el clima, adicional a esto, está el hombre quien mediante el uso de prácticas agronómicas es el que más interviene el agroecosistema de manera sistemática (Calvache, 1999).

2.9. Costos de un posible manejo de *S. valida*

Uno de los principales inconvenientes que se presentan al momento de aplicar un MIP es el alto costo de los insumos para su ejecución, así como el tiempo que se demora. Hay varias investigaciones para controlar *S. valida*, pero no todas exponen el costo para ponerlas en práctica y ahí es cuando el palmicultor no se atreve a poner en práctica.

De acuerdo al trabajo realizado por Sáenz *et al.* (2006), en el cual se evidencia la aplicación de varios tratamientos en el campo para mitigar el daño de *S. valida*, llegando a establecer los costos que incurren los propietarios que desean minimizar los impactos producidos en las plantaciones con la amenaza de la plaga (Tabla 2.2). Los métodos que se ponen en práctica son la aplicación del control químico, control mecánico con colocación de barreras físicas alrededor de la corona de palma y control microbiano con el uso de nematodos en aspersión al suelo.

Tabla 2.2. Costo por hectárea de las estrategias para el control de *S. valida* (Sáenz y Betancourt, 2006; adaptado de T. Ajila).

Control	Costos USD		Variación	
	2006	2015	USD	%
Químico	102.58	182.99	80.41	78.4
Mecánico (raquis)	252.27	296.40	44.13	17.5
Biológico (nematodos)	95.97	249.60 *	153.63	160.1

* Costo referencial de la dosis por hectárea Ancupa.

De la Tabla 2.2 se puede manifestar que para el control químico en el año 2006 hubo altos costos para la aplicación del MIP en los cultivos de palma aceitera que presentaban afecciones de *S. valida*, mismos que con el transcurso del tiempo y en la actualidad se presentan un incremento de 78.4% en los componentes del costo, (mano de obra directa, producto (insecticida), herramientas (bomba de fumigar) y otros insumos que afectan a este indicador).

Para el control mecánico la tónica sigue siendo la misma, es decir, incremento de los costos obteniendo de variaciones ascendentes debido al encarecimiento de los combustibles que son parte de los costos indirectos de la transportación que se ven directamente reflejados, generando un 17.5% de variación con respecto al 2006.

En lo referente, al último control que se estima en este trabajo de investigación, se puede asegurar que los costos no cambian de tendencia; ya que siguen en crecimiento por la subida del precio de la cepa de los nematodos (costos + utilidad), insumo necesario para la aplicación de este control microbiano; cabe resaltar que dentro de los costos están inmersos el tipo de cambio, (ya que se compara con los costos de la investigación realizada en Colombia), inflación, IPC (Índice de precio al consumidor); entre otras variables económicas.

Otro punto necesario de aclarar es el costo de la cepa del nematodo, el cual está considerado como referencial, por la parte proveedora de la información (ANCUPA), ya que aún la determinación del precio está en estudio para obtener un costo-beneficio mucho mejor para su implementación.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

La consolidación de la presente investigación fue realizada en las instalaciones físicas y virtuales de la Universidad Tecnológica Equinoccial (UTE), sede Santo Domingo.

3.2. Métodos de la investigación

La investigación se realizó en base a los parámetros y métodos establecidos en las normas de la materia “Métodos de la Investigación Científica”; para lo cual se ha utilizado varias ramificaciones de la misma:

Para la investigación aplicada, se tomó como referencia estudios aplicativos de entes gubernamentales y privados especializados en la rama; además la investigación histórica, misma que nos remonta a los inicios de la problemática y daños que ocasiona la *S. valida* en los cultivos de palma aceitera y de esta manera obtener una alternativa de manejo integrado para minimizar la presencia y posible erradicación del insecto en los cultivos.

Otras formas de investigación que se utilizaron para la recopilación de información fueron la documental, bibliográfica (investigaciones publicadas, boletines técnicos, etc.) y de campo; ya que se visitó instalaciones, bibliotecas y propiedades con cultivos de palma aceitera afectados con la presencia de *S. valida*.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Con la información recopilada y analizada se puede concluir que:

- El daño que *S. valida* ocasiona a las raíces de la palma es muy agresivo y perjudicial para la producción de racimos, lo cual repercute directamente en los ingresos del palmicultor.
- De acuerdo a la información encontrada las condiciones aptas para que *S. valida* se desarrolle en el cultivo son: plantaciones que se encuentran colindantes con lugares de rastrojo, bosques y otras plantaciones de palma; sectores húmedos y sombríos; renovación de plantaciones las cuales han sido establecidas en plantaciones antiguas y plantaciones donde no se realizan labores culturales.
- Como características de la presencia de *S. valida* en el cultivo de palma aceitera, encontramos palmas con amarillamiento de los folíolos de las hojas, estípites delgados, abundantes inflorescencias masculinas y raíces bifurcadas.
- El manejo integrado de *S. valida*, se inicia con un muestreo de raíces para determinar la presencia del insecto y el porcentaje de daño fresco; además, continua con la aplicación de un control mecánico (puesta de raquis en la corona de la palma junto a la base del estípite, con la finalidad de evitar la ovipostura de los insectos adultos), control agronómico (siembra de plantas arvenses en los claros de las palmas eliminadas que existen en la plantación, en las riberas de los caminos, contorno de tambos, canales de riego, orillas de zanjas de drenaje y divisiones de lotes, de manera que no afecten las labores de cosecha) y control biológico (uso de nematodos entomopatógenos *Steinernema carpocapsae*).

- Uno de los principales inconvenientes para el control mecánico (uso de barreras físicas) es el costo de aplicación y la disponibilidad de los materiales que se utilizan (raquis y cascarilla de arroz).
- En condiciones de campo el comportamiento críptico (oculto) de las larvas de *S. valida* es una de las principales barreras físicas, para el éxito de controladores biológicos como nematodos, bacterias y hongos ya que estos no poseen estructuras o comportamientos de búsqueda adecuados, para colonizar hospederos en el suelo o dentro de raíces.
- La aplicación de nematodos al suelo para controlar larvas de *S. valida* se realiza en los focos iniciales para contribuir a la proliferación del nematodo, evitando que entre en periodo de latencia.
- Las plantas nectaríferas que son atractivos del adulto de *S. valida*, sirven para visualizar la presencia del insecto y ayudan a determinar la época y tipo de control que se puede realizar.
- Para tratar de neutralizar y minimizar la presencia de la *S. valida* en los cultivos de palma aceitera es necesario incurrir en costos; los cuales varían según el tipo de control; la implementación del control químico para una hectárea de palma aceitera, tiene un costo de USD 182,99, mientras para el control mecánico es de USD 296,40 y para el control biológico, usando cepas de nematodos es de USD 249,60. Con el uso de estos controles en campo, de forma adecuada, se logrará rápidamente diezmar a *S. valida* y mantener los índices de daño por debajo de los umbrales económicos perjudiciales.
- La presente tesina estará al alcance de los productores de palma aceitera, profesionales y estudiantes interesados en conocer el manejo integrado de *S. valida* en la palma aceitera.

4.2. Recomendaciones

De las conclusiones expuestas se proponen las siguientes recomendaciones:

- El Manejo Integrado de Plagas (MIP) en palma aceitera, debe ser estructurado de manera que el palmicultor los entienda y pueda ser implantado en su cultivo, ya que hay muchas investigaciones que no han dado los resultados esperados por la mala aplicación en el campo.
- El uso del control mecánico, preferiblemente debe ejecutarse a inicios de la época seca, para mantener el remanente de humedad que existe en el suelo.
- La siembra de plantas arvenses en todos los sectores posibles, para incrementar la fauna benéfica, eliminando el criterio de mantener completamente limpia la plantación.
- Capacitar al palmicultor en el uso de los distintos controles que integran un MIP, para que implemente en sus plantaciones y consiga minimizar el ataque de *S. valida*, mejorando su producción.
- Cuando la presencia de *S. valida* ocasiona volcamiento de las plantas, realizar el control químico dirigido a la base del tronco o estípite; seguido de un control mecánico como el aporque, alternativa efectiva para recuperar las raíces de la palma afectada.

Bibliografía

- Agrios, G. N. (1995). Glosario. En G. N. Agrios, *Manual de enfermedades de las plantas* (págs. 725 - 741). Mexico: Limusa S.A.
- AGROCALIDAD. (12 de Diciembre de 2011). *Agrocalidad*. Recuperado el 24 de Marzo de 2014, de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/MARCO%20LEGAL%20IMPORTACIONES%20SB.pdf>
- Alcivar, R. (1987). Generalidades del cultivo de Palma Africana. En Iniap, *Curso teórico- práctico sobre: Establecimiento y Manejo de plantaciones de palma aceitera* (págs. 1-6). Quito.
- Aldana, J. A., Calvache, H. H., y Daza, C. A. (2004). Alternativas para la siembra de plantas nectaríferas. *Palmas*, 25(especial), 194-204.
- ANCUPA. (2005). Evaluacion de barreras fisicas provenientes de los desechos organicos en el combate al barrenador de las raíces (*Sagalassa valida* Walker) en palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq). *La investigacion en palma aceitera*, 1-4.
- ANCUPA. (junio de 2013). Ecuador país palmicultor. *Palma*, 20-30.
- ANCUPA y SESA. (2007). *Inventario de plagas del cultivo de Palma Africana (Elaeis guineensis Jacq) en el Ecuador*. Quito, Ecuador: Pasquel Producciones.
- ANCUPA., e INIAP. (2003). *Manual del cultivo de la palma aceitera*. Quito: Pasquel Producciones.
- Becerra, J., y Chávez, F. (2005). Identificación de plantas arvenses con características nectaríferas, intro y/o extra florales atrayentes de la entomofauna benéfica, en las plantaciones de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq). En Ancupa, *La investigación en palma aceitera* (págs. 20-26). Quito: Pasquel Producciones.

- Bustamante, J. (septiembre-octubre de 2009). Daño y Manejo del barrenador de las raíces (*Sagalassa valida* Walker). (G. Pasquel, Ed.) *Palma*(1), 5-6.
- Bustillo, A. E. (2014a). Manejo de insectos - plaga de la palma de aceite con énfasis en el control biológico y su relación con el cambio climático. *Palmas*, 35(4), 68-79.
- Bustillo, A. E. (2014b). Nemátodos entomópatógenos y sus posibilidades para el control de plagas de la palma de aceite. *Palmas*, 35(2), 53-58.
- Calvache, H. (1993). El control microbiano en el manejo de las plagas de palma de aceite en Colombia. *Palmas*, 14(2), 13-21.
- Calvache, H. (1999). El manejo integrado de plagas en el agroecosistema de la palma de aceite. (Cenipalma, Ed.) *Palmas*, 66-74.
- Calvache, H. (2001). El manejo integrado de plagas en el agroecosistema de la palma de aceite. *Palmas*, 22(3), 51-60.
- Calvache, H., Salamanca, J., Aldana, R., Chavez, C., y Coral, J. (2004). Reconocimiento de insectos depredadores del barrenador de raíces (*Sagalassa valida* Walker) en la palma de aceite. *Palmas*, 25(especial), 232-239.
- Casanova, J., Toro, J., y Chávez, F. (2005). Evaluación de barreras físicas y provenientes de los desechos orgánicos en el combate al gusano barrenador de raíces (*Sagalassa valida* Walker) en palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq). En Ancupa, *La investigación en palma aceitera* (págs. 1-4). Quito: Pasquel Producciones.
- Castebianco, J., Aldana, R., Calvache, H., y Zambrano, J. (2000). Avances en el manejo de *sagalassa valida* Walker barrenador de raíces de la palma de aceite. *Palmas*, 21(especial).
- CENIPALMA. (2005). Reconocimiento de insectos depredadores del barrenador de raíces (*Sagalassa valida* Walker). *Palmas*, 232-233.

- Chavéz, C. A., Ortiz, L. E., Salamanca, C. A., y Peña, E. A. (2000). Muestreo de (*Saglassa valida*) en plantaciones de palma de aceite de la zona de Tumaco (Nariño), Colombia. *Palmas*, 21(Especial), 181-184.
- Chinchilla, C. M. (2003). Manejo integrado de problemas fitosanitarios en palma aceitera (*Elaeis guineensis*) en America Central. *Manejo integrado de Plagas y agroecología*, 69-82.
- Cofre, E. (2010). *Reconocimiento y evaluacion de enemigos naturales del barrenador de la raíz (Saglassa valida), en el cultivo de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq) San lorenzo, Esmeraldas 2010* (Vol. I). (E. Cofre, Ed.) Quito, Pichincha, Ecuador: Tesis Ingenieria Agronoma; Facultad de Ciencias Agricolas; Universidad Central del Ecuador .
- Cuesta, R., Pérez, S., y Rojas, E. (1998). Crecimiento del sistema radical de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq) en Tumaco, colombia. *Palmas*, 19(3), 31-35.
- ESPAC., e INEC. (2011). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC*. Obtenido el 10 de enero de 2015, de Informe Ejecutivo ESPAC: 2011: http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=50
- FEDAPAL. (diciembre de 2011). algunas reflexiones sobre la gestión cumplida, por fedapal desde su fundación. (G. P. G., Ed.) *Fedapal "Palma aceitera, hacia la responsabilidad social empresarial"*, 1(2000), 1-2.
- Genty, P. (1984). Estudios entomológicos con relación a la palma africana en América Latina. *Palmas*, 22-31.
- Gutierrez, M., Torres, J., y Araya, J. (2014). Uso de Winrfizo en la cuantificación de las raíces y su aplicación en la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq). *Agronomia Mesoamericana*, 181-188.
- INIAP y SENESCYT. (2006). *Control biológico del gusano barrenador de la raíz (Saglassa valida) y del escarabajo de la raíz (Strategus aloeus) en palma*

africana (Elaeis guineensis Jacq) en Santo Domingo. técnico agrícola, Quito.

López, F. (julio de 2014). Analisis del sector palmicultor ecuatoriano 2013-2014. *Fedapal revista(8)*, 4-11.

Mexzón, R. (1997). Pautas de manejo de las malezas para incrementar las poblaciones de insectos benéficos en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin). *Agronomía mesoamericana*, 22-32.

Munévar, F. (2001). Fertilización de la palma de aceite para obtener altos rendimientos. *Palmas*, 22(4), 9-17.

Naranjo, S. (julio de 2014). Actores importantes que consolidan la labor del gremio. *Palma*, 14-20.

Naranjo, F. (abril de 2014). Antecedentes del cultivo de palma aceitera. *Palma*, 13-22.

Ortiz, L. E., Calvache, H. H., y Luque, J. E. (1994). Control microbiano de (*Sagalassa valida* Walker) (Lepidoptera: Glyphipterigidae) con el nematodo (*Steinernema carpocapsae* weiser) en Tumaco (Nar.). *Palmas*, 15(1), 29-37.

Peña, A., Reyes, R., y Bastidas, S. (1997). Evaluación de prácticas agronómicas para la recuperación de palmas de aceite afectadas por el insecto (*Sagalassa valida* Walker). *Palmas*, 18(4), 35-38.

Peña, E. A., y Jiménez, O. D. (1994). Distribución del daño del insecto de (*Sagalassa valida* Walker) en el sistema radical de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en la zona de Tumaco. *Palmas*, 15(3), 19-23.

Pinzon, L. I. (1995). Aspectos generales sobre la biología y manejo del insecto (*Sagalassa valida* Walker), barrenador de las raíces en la palma de aceite en Palmas de tumaco. *Palmas*, 16(2), 17 - 23.

- Pinzon, L. I. (1995). Aspectos generales sobre la biología y manejo del insecto (*Sagalassa valida* Walker), barrenador de las raíces en la palma de aceite en Palmas de Tumaco. *Palmas*, 16(2), 17 - 23.
- Reyes, R., Bastidas, S., y Peña, E. (1997). Distribución del sistema radical de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq) en Tumaco, Colombia. *Palmas*, 49-57.
- Ronquillo, M., y Chica, E. (julio-agosto de 2010). Entomonematodos: enemigos naturales del "barrenador de la raíz" (*Sagalassa valida*). (G. Pasquel, Ed.) *palma*(6), 16-17.
- Sáenz, A. (2005). Importancia de los nemátodos entomopatógenos para el control biológico de plagas en palma de aceite. *Palma*, 26(2), 41-57.
- Sáenz, A., y Betancourt, F. (2006). *Biología, habitat y manejo del barrenador de raíces de palma (Sagalassa valida Walker)* (Vol. Boletín técnico N° 20). (Cenipalma, Ed.) Bogotá: Pro-offset Editorial S.A.
- Sáenz, A., y Olivares, W. (2008a). Velocidad de desplazamiento del primer instar de *sagalassa valida* (Lepidoptera: Glyphipterigidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 57-61.
- Sáenz, A., y Olivares, W. (2008b). Capacidad de búsqueda del nemátodo entomopatógeno *Steinernema* sp. SNIO 198 (Rhabditida: Steinernematidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 51-56.
- Sáenz, A., y Ospino, J. (2007). Efectividad de insecticidas para el control del barrenador de raíces de palma (*Sagalassa valida* Walker). *Palmas*, 28(1), 31-38.
- Sáenz, A., Mosquera, M., Fajardo, L., y Pulido, D. (2006). Comparación de costos para el Manejo de (*Sagalassa valida* Walker) en la zona occidental de Colombia. *Palmas*, 27(4), 47-51.
- Sarmiento, A., Benitez, E., y Aldana, R. (2005). Descripción de la capacidad depredadora de las hormigas (*Pachycondyla harpax*) y (*Pachycondyla*

obscuricornis), sobre (*Sagalassa valida* Walker), barrenador de raíces de palma aceitera. *Palmas*, 26(2), 23-38.

Tinker, R. C., y Corley, R.H.V. (2009). Sistemas de absorción de la palma. En *la palma de aceite* (E. Maldonado, & F. Maldonado, Trads., Vol. I, págs. 361-363). Bogota, Colombia: Blackwell Publishing Ltd.

Umaña, C. (2004). Morfología, crecimiento, floración y rendimiento de la palma aceitera. En A. C. Rica., *XXVI Curso Internacional de Palma Aceitera* (págs. 1-103). San Jose, Costa Rica: Wilson Jones.

Valencia, C. (2003). Control Biológico. En Cenipalma, & H. Calvache (Ed.), *Manejo Integrado de Plagas en palma de aceite* (págs. 95-130). Bogota: Fedepalma.

Zambrano, P. (2011). "Evaluación de insecticidas en el control del barrenador de la raíz (*Sagalassa Valida*) en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* jacq). San Lorenzo 2010. (Vol. I). Santo Domingo, Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador: Tesis Ingenieria Agropecuaria mención en producción pecuaria; Facultad Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural; Universidad Tecnológica Equinoccial.