



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**Evaluación de las propiedades insecticidas
y/o repelentes de *Calea glomerata* Klatt y
Tagetes verticillata Lag. & Rodr. sobre
Sitophilus zeamais Motschulsky
(Coleoptera: Dryophthoridae), en maíz
almacenado**

Aner Yamileth Gómez Navia

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Departamento de Ciencias Biológicas
Palmira, Colombia

2016

**Evaluación de las propiedades insecticidas
y/o repelentes de *Calea glomerata* Klatt y
Tagetes verticillata Lag. & Rodr. sobre
Sitophilus zeamais Motschulsky
(Coleoptera: Dryophthoridae), en maíz
almacenado**

Aner Yamileth Gómez Navia

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magíster en Ciencias Biológicas

Directora:

María Del Rosario Manzano Martínez Ph.D.

Codirector:

Carlos Iván Cardozo Conde Ph.D.

Línea de Investigación:

Recursos Fitogenéticos Neotropicales

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Departamento de Ciencias Biológicas
Palmira, Colombia
2016

Dedicatoria

A mi familia, especialmente a mis padres Dioselina Navia Gaviria y Argemiro Gómez Hernández, porque gracias a sus consejos, su ejemplo, apoyo, amor y motivación constante no desfallecí frente a los retos que se presentaban cada día y logre una meta más en mi vida. A mis hermanos y hermana, por acompañarme y darme apoyo y cariño constante. A mis sobrinos, por regalarme infinitas alegrías.

Agradecimientos

Expreso mis más sinceros agradecimientos a:

A la Dra. María Del Rosario Manzano Martínez y el Dr. Carlos Iván Cardozo Conde, docentes de la Universidad Nacional de Colombia, por su colaboración en todas las fases de la investigación.

A la Dra. Creucí María Caetano, al Dr. Harlen Gerardo Torres Castañeda, docentes de la Universidad Nacional de Colombia, al Dr. Gonzalo Silva Aguayo, docente de la Universidad de Concepción de Chile, y al Dr. Felipe Otálvaro Tamayo, docente de la Universidad de Antioquia, por su asesoría, aportes y consejos.

A mis padres Dioselina Navia Gaviria y Argemiro Gómez Hernández por su apoyo en la realización de la investigación en campo.

A los agricultores y sus familias quienes participaron de manera activa en la evaluación realizada en la Vereda San José del Morro y Rodeo del Morro del municipio de Bolívar, Cauca.

A las estudiantes Ana María Cardona Madrid y Clara Inés Melo Cerón por su colaboración en la investigación.

A los laboratoristas y coordinadores de los laboratorios: Fisiología Vegetal, Semillas, Invernadero y/o Casa de Mallas; Herbario José Cuatrecasas Arumi; Microbiología Vegetal y Animal; Nutrición Animal; Semillas, Plantas Forrajeras y Agroforestales; Química, Bioquímica y Fitoquímica; Acarología y Entomología, de la Universidad Nacional de

VIII Evaluación de las propiedades insecticidas y/o repelentes de *Calea glomerata* Klatt y *Tagetes verticillata* Lag. & Rodr. sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Dryophthoridae), en maíz almacenado

Colombia sede Palmira, por darme su ayuda y prestarme los equipos y espacios necesarios para la realización de esta investigación.

A la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira por el apoyo económico otorgado a través de la Convocatoria del Programa Nacional de Proyectos para el Fortalecimiento de la Investigación, la Creación y la Innovación en Posgrados de la Universidad Nacional De Colombia 2013-2015 (HERMES 18799) y la Convocatoria del Programa Nacional de Apoyo a Estudiantes de Posgrado para el Fortalecimiento de la Investigación, Creación e Innovación de la Universidad Nacional de Colombia 2013-2015 (HERMES 25484)

Resumen

El gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Dryophthoridae), es el principal responsable de pérdidas en maíz almacenado polvos y aceites esenciales de especies vegetales son utilizados para su control. En la presente investigación se determinó el efecto de las plantas *Calea glomerata* Klatt y *Tagetes verticillata* Lag & Rodr en el control del gorgojo en maíz almacenado.

Abstract

Contenido

	Pág.
Resumen.....	IX
Lista de figuras	XIV
Lista de tablas.....	XVI
Lista de símbolos y abreviaturas.....	XVIII
Introducción	21
1. Marco teórico y estado del arte	¡Error! Marcador no definido.
1.1 Marco teórico	¡Error! Marcador no definido.
1.2 Estado del arte	¡Error! Marcador no definido.
1.2.1 <i>Zea mays</i> L. (maíz) tropical.....	¡Error! Marcador no definido.
1.2.1 Sistemas de cultivo de maíz en Colombia.....	¡Error! Marcador no definido.
1.2.2 Diversidad racial de maíz en Colombia..	¡Error! Marcador no definido.
1.2.3 Insectos plaga más importantes del maíz almacenado;	¡Error! Marcador no definido.
1.2.4 Clasificación de insecticidas según su modo de entrada y acción sobre insectos de productos almacenados	¡Error! Marcador no definido.
1.2.5 <i>Sitophilus zeamais</i> , plaga primaria del maíz	¡Error! Marcador no definido.
1.2.6 Métodos de control de <i>Sitophilus zeamais</i>	¡Error! Marcador no definido.
1.2.7 Modo de acción de los insecticidas de origen botánico.....	¡Error! Marcador no definido.
1.2.8 Polvos y aceites esenciales vegetales en el control de plagas poscosecha.....	¡Error! Marcador no definido.
1.2.9 Control cultural de <i>Sitophilus zeamais</i> utilizando polvos y aceites esenciales de plantas	¡Error! Marcador no definido.
1.2.10 Control de <i>Sitophilus zeamais</i> en granos almacenados en Colombia	¡Error! Marcador no definido.
1.2.11 Inconvenientes en el almacenamiento de semilla de maíz en Bolívar, Cauca, Colombia	¡Error! Marcador no definido.

- 1.2.12 *Calea glomerata* Klatt..... ¡Error! Marcador no definido.
 - 1.2.13 *Tagetes verticillata* Lag & Rodr. ¡Error! Marcador no definido.
 - 1.2.14 Investigación acción participativa ¡Error! Marcador no definido.
 - 1.2.15 Conocimiento tradicional y Etnobotánica ¡Error! Marcador no definido.
 - 1.2.16 Conservación de los recursos fitogenéticos ¡Error! Marcador no definido.
- 2. Metodología** ¡Error! Marcador no definido.
- 2.1 Localización..... ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.2 Colecta del material vegetal..... ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.3 Establecimiento de colonias de *Sitophilus zeamais* ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.4 Semilla de *Zea mays* ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.5 Evaluación del efecto insecticida y/o repelente del polvo *Tagetes verticillata* y del polvo y ramas frescas de *Calea glomerata* sobre *Sitophilus zeamais*..... ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.5.1 Preparación de polvo de *C. glomerata* y *T. verticillata*. ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.5.2 Evaluación de *C. glomerata* y *T. verticillata* como insecticidas por contacto de *S. zeamais* y protectoras de la semilla de maíz ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.5.3 Evaluación del efecto repelente del polvo de *C. glomerata* y *T. verticillata* sobre *S. zeamais*..... ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.5.4 Diseño experimental y análisis estadístico ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.6 Evaluación del efecto insecticida y/o repelente del aceite esencial de *Tagetes verticillata* sobre *Sitophilus zeamais*..... ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.6.1 Obtención del aceite esencial..... ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.6.2 Mortalidad de adultos de *S. zeamais* por contacto con superficie de vidrio tratada con aceite esencial de *T. verticillata* ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.6.3 Mortalidad de adultos de *S. zeamais* por contacto con semillas de maíz tratadas con aceite esencial de *T. verticillata* ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.6.4 Prueba de germinación de semillas de maíz tratadas con aceite esencial de *T. verticillata* ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.6.5 Emergencia de adultos F1 de *S. zeamais* en semillas previamente ovipositadas y expuestas al aceite esencial de *T. verticillata* ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.6.6 Evaluación del efecto fumigante del aceite de *T. verticillata* en adultos de *S. zeamais* ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.6.7 Evaluación del efecto repelente del aceite de *T. verticillata* en adultos de *S. zeamais* ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.6.8 Diseño experimental y análisis estadístico ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.6.9 Identificación de compuestos presentes en el aceite esencial de *T. verticillata* y *C. glomerata* ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.7 Evaluación de las propiedades repelentes de *Calea glomerata* y *Tagetes verticillata* sobre *Sitophilus zeamais* y su efecto sobre la pérdida de peso de la semilla de maíz, en una comunidad de Bolívar, Cauca, Colombia ... ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.7.1 Delimitación de la zona de estudio ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.7.2 Establecimiento de bioensayo en campo ¡Error! Marcador no definido.

- 2.7.3 Diseño experimental y análisis estadístico ¡Error! Marcador no definido.
- 2.8 Estimación de usos y medidas de conservación de los recursos fitogenéticos *Calea glomerata* y *Tagetes verticillata* por parte de agricultores . ¡Error! Marcador no definido.
- 2.8.1 Entrevista y socialización de resultados a los agricultores de maíz de la zona de estudio ¡Error! Marcador no definido.
3. Resultados ¡Error! Marcador no definido.
- 3.1 Evaluación de *Calea glomerata* y *Tagetes verticillata* como insecticidas por contacto de *Sitophilus zeamais* y protectoras de la semilla de maíz ¡Error! Marcador no definido.
- 3.1.1 Mortalidad de adultos de *S. zeamais* ¡Error! Marcador no definido.
- 3.1.2 Emergencia de adultos de *S. zeamais*... ¡Error! Marcador no definido.
- 3.1.3 Pérdida de peso de la semilla de maíz a causa de daños ocasionados por *S. zeamais*..... ¡Error! Marcador no definido.
- 3.1.4 Prueba de germinación de semillas de maíz tratadas en presencia de *S. zeamais*..... ¡Error! Marcador no definido.
- 3.1.5 Evaluación del efecto repelente del polvo de *C. glomerata* y *T. verticillata* sobre *S. zeamais* ¡Error! Marcador no definido.
- 3.2 Evaluación del efecto insecticida y/o repelente del aceite esencial de *Tagetes verticillata* sobre *Sitophilus zeamais*..... ¡Error! Marcador no definido.
- 3.2.1 Mortalidad de adultos de *S. zeamais* por contacto con superficie de vidrio tratada con aceite esencial ¡Error! Marcador no definido.
- 3.2.2 Mortalidad de adultos de *S. zeamais* por contacto con semillas de maíz tratadas con aceite esencial de *T. verticillata* ¡Error! Marcador no definido.
- 3.2.3 Prueba de germinación de semillas de maíz tratadas con aceite esencial de *T. verticillata*..... ¡Error! Marcador no definido.
- 3.2.4 Emergencia de adultos F1 de *S. zeamais* en semillas previamente ovipositadas y expuestas al aceite esencial de *T. verticillata*¡Error! Marcador no definido.
- 3.2.5 Evaluación del efecto fumigante del aceite de *T. verticillata* en adultos de *S. zeamais* ¡Error! Marcador no definido.
- 3.2.6 Evaluación del efecto repelente del aceite de *T. verticillata* en adultos de *S. zeamais* ¡Error! Marcador no definido.
- 3.2.7 Identificación de compuestos presentes en el aceite esencial de *T. verticillata* y *C. glomerata*..... ¡Error! Marcador no definido.
- 3.3 Evaluación de las propiedades repelentes de *Calea glomerata* y *Tagetes verticillata* sobre *Sitophilus zeamais* y su efecto sobre la pérdida de peso de la semilla de maíz, en una comunidad de Bolívar, Cauca, Colombia... ¡Error! Marcador no definido.
- 3.3.1 Evaluación del efecto repelente de *C. glomerata* y *T. verticillata* sobre *S. zeamais*..... ¡Error! Marcador no definido.
- 3.3.2 Pérdida de peso de la semilla de maíz a causa de daños ocasionados por *S. zeamais* en presencia de los tratamientos. ¡Error! Marcador no definido.
- 3.4 Estimación de usos y medidas de conservación de los recursos fitogenéticos *Calea glomerata* y *Tagetes verticillata* ¡Error! Marcador no definido.
- 3.4.1 Uso y conservación de *C. glomerata* antes de conocer los resultados de la presente investigación..... ¡Error! Marcador no definido.

3.4.2	Uso y conservación de <i>C. glomerata</i> después de conocer los resultados de la presente investigación.....	¡Error! Marcador no definido.
3.4.3	Uso y conservación de <i>T. verticillata</i> antes de conocer los resultados de la presente investigación.....	¡Error! Marcador no definido.
3.4.4	Uso y conservación de <i>T. verticillata</i> después de conocer los resultados de la presente investigación.....	¡Error! Marcador no definido.
4.	Discusión.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1	Evaluación del efecto insecticida y repelente del polvo y aceite esencial de <i>Tagetes verticillata</i> sobre <i>Sitophilus zeamais</i>	¡Error! Marcador no definido.
4.2	Evaluación del efecto insecticida y repelente del polvo de <i>Calea glomerata</i> sobre <i>Sitophilus zeamais</i>	¡Error! Marcador no definido.
4.3	Estimación de usos y medidas de conservación de los recursos fitogenéticos <i>Calea glomerata</i> y <i>Tagetes verticillata</i> por parte de agricultores de Bolívar, Cauca¡	¡Error! Marcador no definido.
5.	Conclusiones y recomendaciones.....	¡Error! Marcador no definido.
5.1	Conclusiones.....	¡Error! Marcador no definido.
5.2	Recomendaciones.....	¡Error! Marcador no definido.
A.	Anexo 1. Temas abordados durante la entrevista a los agricultores.....	¡Error! Marcador no definido.
B.	Anexo 2. Información adicional obtenida en la entrevista a los agricultores.¡	¡Error! Marcador no definido.
	Almacenamiento de semilla.....	¡Error! Marcador no definido.
	Bibliografía.....	¡Error! Marcador no definido.

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1-1: <i>Sitophilus zeamais</i> Motschulsky (Coleoptera: Dryophthoridae) [Fuente: Gómez-Navia, 2014]	¡Error! Marcador no definido.
Figura 1-2: Lado plano y locus del sur de la parte aplanada de un grano de maíz [Nwosu <i>et al.</i> , 2015]	¡Error! Marcador no definido.
Figura 1-3: Ahumado de mazorcas de maiz como método de protección contra plagas de granos almacenados en Bolívar, Cauca, Colombia [Fuente: Gómez-Navia, 2013]... ¡Error! Marcador no definido.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 1-4: <i>Calea glomerata</i> Klatt (Asteraceae) [Fuente: Gómez-Navia, 2014].	¡Error! Marcador no definido.
Figura 1-5: <i>Tagetes verticillata</i> Lag & Rodr (Asteraceae) [Fuente: Gómez-Navia, 2014].	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2-1 Rostrum de macho (A) y hembra (B) de <i>Sitophilus zeamais</i> [Fuente: Gómez-Navia, 2014].....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2-2 Bioensayo de repelencia con polvo. A: Arena utilizada; B y C: Montaje de bioensayo; [Gómez-Navia, 2015]	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2-3 Pruebas de repelencia de aceite esencial adicionado en papel filtro: A: Ubicación papel filtro en la arena; B: Adición de aceite esencial; C: Adición de maíz; D: Sellado de las cajas de Petri.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2-4 Unidad experimental para la evaluación en campo de las propiedades repelentes de <i>C. glomerata</i> y <i>T. verticillata</i> sobre <i>S. zeamais</i> y su efecto sobre la pérdida de peso de la semilla de maíz: saco de polipropileno de color blanco con tres libras de maíz.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2-5 Preparación de unidades experimentales con <i>C. glomerata</i> fresca en floración	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2-6 Preparación de unidades experimentales con polvo de <i>T. verticillata</i> en floración secadas bajo invernadero: A: secado de la planta; B: maíz mezclado con el polvo; C: Disposición de unidades experimentales de tratamiento y control.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2-7 Instalación del bioensayo en la fincas de los agricultores. A, B y C: fincas agricultores; D: foco de dispersión de <i>S. zeamais</i> ; E: Datalogger (OAKTON).	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2-8 Ejemplares de plantas y fotos enseñadas a los agricultores. A: <i>Calea glomerata</i> ; B: <i>Tagetes verticillata</i> ; C y D: <i>Sitophilus zeamais</i>	¡Error! Marcador no definido.

Figura 3-3 Agricultores observando imágenes de *Calea glomerata*... ¡Error! Marcador no definido.

Figura 3-4 Agricultor observando ejemplar y fotos de *Tagetes verticillata*¡Error! Marcador no definido.

Figura 5-1 Agricultor enseñando una mazorca de 23 cm elegida para obtener la semilla¡Error! Marcador no definido.

Figura 5-2 Mazorcas (semilla) expuestas al humo para protección contra plagas poscosecha. A: cocina sin ventanas; B: cocina con ventanas ¡Error! Marcador no definido.

Figura 5-3 Reconocimiento del género *Sitophilus* por parte de los entrevistados. A: agricultor observando imagen ampliada de *S. zeamais*; B: agricultora observando ejemplares de *S. zeamais*; C: ejemplares de *S. zeamais* ...¡Error! Marcador no definido.

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1-1: Clasificación de insecticidas según su modo de entrada y acción (Morallo & Rejesus, 1992; Pereira, 1993; Casadei, 2003)	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 1-2 Actividades biológicas de algunos compuestos presentes en aceites esenciales sobre Coleópteros.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2-1: Tratamientos en polvo de <i>C. glomerata</i> (C) y <i>T. verticillata</i> (T) en estado vegetativo (V) y en floración (F), secadas a la sombra (SS) y secadas al horno (SH)*	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2-2 Tratamientos <i>C. glomerata</i> (C) fresca (F) en estado vegetativo (V) y en floración (F)*	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3-1 Mortalidad (%) y emergencia (F1) de adultos de <i>S. zeamais</i> tratados con polvos de <i>C. glomerata</i> y <i>T. verticillata</i> en laboratorio	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3-2 Mortalidad (%) y emergencia de adultos de <i>S. zeamais</i> tratados con ramas frescas de <i>C. glomerata</i> en estado vegetativo y en floración.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3-3 Pérdida de peso (%) y germinación (%) de semillas de maíz tratadas con polvos de <i>C. glomerata</i> y <i>T. verticillata</i> en presencia de adultos de <i>S. zeamais</i>	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3-4 Pérdida de peso (%) y germinación (%) de semillas de maíz tratadas con ramas frescas de <i>C. glomerata</i> en presencia de adultos de <i>S. zeamais</i> .	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3-5 Repelencia ocasionada por los tratamientos en polvo de <i>T. verticillata</i> y <i>C. glomerata</i> en estado vegetativo y en floración	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3-6 Mortalidad (%) de adultos de <i>S. zeamais</i> expuestos al contacto con superficie de vidrio tratada con aceite esencial de <i>T. verticillata</i>	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3-7 Porcentaje de mortalidad de adultos de <i>S. zeamais</i> en contacto con semillas de maíz tratadas con aceite esencial de <i>T. verticillata</i> en condiciones de laboratorio	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3-8 Porcentaje de germinación de semillas tratadas con aceite esencial de <i>T. verticillata</i> florecida	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3-9 Emergencia semanal de adultos F1 de <i>S. zeamais</i> expuestos a diferentes concentraciones de aceite esencial de <i>T. verticillata</i>	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3-10 Porcentaje de mortalidad de adultos de <i>S. zeamais</i> por acción fumigante del aceite esencial de <i>T. verticillata</i> en condiciones de laboratorio	¡Error! Marcador no definido.

- Tabla 3-11 Concentraciones letales para el 50 y 95% de adultos de *S. zeamais* fumigados con aceite esencial de *T. verticillata* a las 24 h de exposición. ¡Error! Marcador no definido.
- Tabla 3-12 Índice de repelencia del aceite esencial de *T. verticillata* sobre adultos de *S. zeamais* evaluada en laboratorio ¡Error! Marcador no definido.
- Tabla 3-13 Mortalidad (%) de adultos de *S. zeamais* atraídos por los tratamientos y los testigos en la prueba de repelencia de aceite esencial de *T. verticillata* .. ¡Error! Marcador no definido.
- Tabla 3-14 Composición química por GC-MS del aceite esencial de *T. verticillata* en estado vegetativo y en floración ¡Error! Marcador no definido.
- Tabla 3-15 Composición química por GC-MS del aceite esencial de *C. glomerata* en estado vegetativo y en floración ¡Error! Marcador no definido.
- Tabla 3-16 Índice de repelencia del polvo de *T. verticillata* florecida y ramas frescas de *C. glomerata* florecida sobre adultos de *S. zeamais* evaluada en condiciones de campo ¡Error! Marcador no definido.
- Tabla 3-17 Pérdida de peso (%) de semillas de maíz tratadas con polvo de *T. verticillata* en condiciones de campo ¡Error! Marcador no definido.
- Tabla 3-18 Pérdida de peso (%) de semillas de maíz tratadas con polvo de *C. glomerata* en condiciones de campo ¡Error! Marcador no definido.
- Tabla 3-19 Usos dados a la especie *C. glomerata* por parte de los agricultores de maíz de la zona de estudio ¡Error! Marcador no definido.
- Tabla 3-20 Porcentaje de agricultores dispuestos a conservar la especie *C. glomerata* antes y después de conocer los resultados de la presente investigación ¡Error! Marcador no definido.
- Tabla 3-21 Usos dados a la especie *T. verticillata* por parte de los agricultores de maíz de la zona de estudio ¡Error! Marcador no definido.
- Tabla 3-22 Agricultores (%) dispuestos a conservar la especie *Tagetes verticillata* antes y después de conocer los resultados de la presente investigación..... ¡Error! Marcador no definido.

Lista de símbolos y abreviaturas

Símbolos

Símbolo	Término
N	Norte
S	Sur
O	Oeste
msnm	Metros sobre el nivel del mar
h	Hora
min	Minuto
Km	Kilómetro
m	Metro
cm	Centímetro
mm	Milímetro
µm	Micrómetros
Pulg ²	Pulgada cuadrada
Kg	Kilogramo
g	Gramo
mg	Miligramo
°C	Grado celsius
HR	Humedad relativa
L	Litro
ml	Mililitro

Símbolo	Término
µl	Microlitro
v	Volumen
ppm	Partes por millón
DL	Dosis Letal
CL	Concentración letal
L: O	Luz: Oscuridad
X ²	Chi-cuadrado
gl	Grados de libertad
t _R	Tiempo de retención
IR	Indice de repelencia

Abreviaturas

Abreviatura Término

FENALCE	Federación Nacional de Cultivadores Cereales y Leguminosas
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
CPLC	Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia
CDB	Convenio sobre la Diversidad Biológica
TIRFAA	Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura
SINAP	Sistema Nacional de áreas protegidas
RFAA	Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura
EGCV	Estrategia Global para la Conservación Vegetal
ENCP	Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

- X Evaluación de las propiedades insecticidas y/o repelentes de *Calea glomerata*
X Klatt y *Tagetes verticillata* Lag. & Rodr. sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky
(Coleoptera: Dryophthoridae), en maíz almacenado
-

MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
GC-MS	Cromatografía de Gases con detector Selectivo de Masas
ISTA	Association of Official Seed Analysts (Asociación de Analistas Oficiales de Semillas)
UNALP	Universidad Nacional de Colombia sede Palmira
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística

Introducción

El maíz es uno de los cereales de mayor importancia a nivel mundial, y es uno de los cultivos más representativos del área agrícola en Colombia. Se siembra a lo largo y ancho del territorio nacional, siendo parte fundamental de la economía y dieta alimentaria rural (Vanegas, 2014). En Colombia el cultivo tradicional de maíz se caracteriza porque el agricultor siembra en menos de 10 hectáreas, utiliza genotipos criollos y usa poco o ningún agroquímico. La cosecha se almacena y se usa principalmente para autoconsumo (Federación Nacional de Cultivadores Cereales y Leguminosas [FENALCE], 2010; Grande & Orozco, 2013). Sin embargo, se presentan pérdidas en la producción y almacenamiento de maíz debido a factores abióticos y bióticos. Pingali y Pandey (2001) encontraron que la infertilidad del suelo y la presencia de insectos en poscosecha son los dos factores que en igual magnitud son responsables del 70-95% de las pérdidas de la cosecha, cuando las condiciones de cultivo y almacenamiento son deficientes.

Entre los insectos de poscosecha se encuentra *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Dryophthoridae), el principal responsable de pérdidas en maíz almacenado, por su capacidad de volar para encontrar el cereal, y a que una pequeña infestación inicial de adultos puede reproducirse y dañar en pocos meses una gran cantidad de granos y semillas almacenadas. Tanto larvas como adultos se alimentan del grano, causando reducción en peso y en germinación, lo que disminuye su valor comercial. Además estos insectos contaminan el grano con sus heces, cadáveres o partes de los mismos (FAO, 1993).

El control de este insecto denominado comúnmente como gorgojo del maíz se realiza mediante control químico, con fumigantes sólidos inorgánicos a base de fosforo de aluminio (Detia Gas) y fosforo de magnesio (Placas Degesch) los cuales producen un gas insecticida llamado fosfina (Ph₃). Sin embargo, algunas poblaciones de *S. zeamais* presentan resistencia a la fosfina (Pimentel, Faroni, Batista & Silva, 2008). También se

utilizan piretroides sintéticos y organofosforados (Pérez-Mendoza, 1999). No obstante, estudios reportan la aparición de resistencia moderada en algunas poblaciones de *S. zeamais* a los piretroides como esfenvalerato, permetrina (Corrêa, Pereira, Cordeiro, Braga, & Guedes, 2011) y a organofosforados como el malatió (Pérez-Mendoza, 1999). Además los organofosforados representan riesgos para la salud de los humanos, pues estos pueden penetrar al organismo por inhalación, ingestión y a través de la piel, ocasionando malestares que van desde visión borrosa, calambres, parálisis hasta convulsiones, esto como producto de la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa (Fernández, Mancipe, & Fernández, 2010).

En Colombia las semillas de variedades tradicionales de maíz han acumulado genes de interés a través del manejo dado por las comunidades campesinas que resguardan este importante recurso fitogenético de amplia variabilidad genética de tipo interracial (Rojas, 2015). En Bolívar, Cauca (Colombia) los agricultores almacenan sus semillas de maíces tradicionales por un periodo de tres a seis meses hasta su siembra y utilizan poco o ningún tipo de insecticida químico para protegerlas del ataque de plagas poscosecha, actitud que es importante de mantener, dado sus efectos negativos. Sin embargo, los agricultores no tienen una solución al problema ocasionado por insectos como *S. zeamais*, los cuales dañan sus semillas y el grano almacenado (*com pers.* Cultivadores de maíz de Bolívar Cauca, 2013). Esto trae además como consecuencia la pérdida de la variabilidad genética de semillas criollas que los agricultores han conservado por generaciones.

Adicional al control químico, dentro de las estrategias del control cultural de insectos de granos almacenados se encuentra la utilización de polvos, extractos y aceites esenciales de diversas plantas que contienen alcaloides, aminoácidos no proteicos, esteroides, fenoles, flavonoides, glicósidos, glucosinolatos, quinonas, taninos y terpenoides (Silva, 2013). Estos actúan sobre la plaga como insecticidas o insectistáticos (inhibición del desarrollo normal) en su gran mayoría (DuPont, Solórzano, & Castillo, 1998; Isman, 2006; Silva, Lagunes & Rodríguez, 2003b). Los insecticidas vegetales son elaborados generalmente con recursos fitogenéticos que están en el entorno del agricultor y son de rápida degradación (Silva, 2013).

Se ha investigado sobre el efecto insecticida y repelente que tienen el polvo, el aceite esencial y extractos de algunas plantas sobre *S. zeamais*. Entre las plantas con efectos promisorios en el control de este gorgojo se puede mencionar *Chenopodium ambrosioides* L. (Amaranthaceae), *Peumus boldus* M. (Monimiaceae), semillas de *Azadirachta indica* J. (Meliaceae) (Silva *et al.*, 2003b), *Piper nigrum* L. (Piperaceae) (Salvadores, Silva, Tapia, & Hepp, 2007), *Lonchocarpus punctatus* Kunth (Fabaceae) (González *et al.*, 2011), *Cryptocarya alba* Molina (Lauraceae) (Pinto, 2013) *Laurelia sempervirens* L. (Atherospermataceae) (Torres *et al.*, 2015).

Los estudios en Colombia sobre control de *S. zeamais* con insecticidas vegetales son escasos, considerando la alta diversidad del territorio nacional (Catálogo de plantas y líquenes de Colombia [CPLC], 2015). Los estudios realizados hasta el momento reportan algunas especies promisorias en el control de *S. zeamais*. El polvo de *A. indica*, *Smilax spinosa* Millar (Smilacaceae), *Euphorbia longan* sp. y *Capsicum* sp. mataron el 100% de adultos (Castro & Suárez, 1996). Extractos de semilla de *Annona muricata* L. (Annonaceae) inhibieron la emergencia y mataron hasta el 97% de adultos (Hincapié, Lopera, y Ceballos (2008). Aceites esenciales de *Lippia origanoides* Kunth (Verbenaceae), *Tagetes lucida* Cav. (Asteraceae), *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae), *Cananga odorata* Lam. (Annonaceae), *Eucalyptus citriodora* Hook. (Myrtaceae) y *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf. (Poaceae) fueron repelentes para el gorgojo (Nerio, Olivero-Verbel, y Stashenko, 2009). La actividad insecticida del aceite esencial de *Ocotea longifolia* Kunth (Lauraceae) fue registrada por Prieto, Pabón, Patiño, Delgado, y Cuca (2010). Los aceites esenciales de *Piper cf. cumanense* Kunth (Piperaceae) (Parra, 2011) y *C. ambrosioides* (Jaramillo, Duarte, & Delgado, 2012) presentaron actividad fumigante sobre adultos de *S. zeamais*.

El reconocimiento de nuevas especies vegetales útiles en el control de plagas puede ocurrir a través de la evaluación de plantas utilizadas tradicionalmente por comunidades. Precisamente, agricultores de Bolívar, Cauca (Colombia) utilizan plantas para controlar insectos de granos almacenados y pulgas (*com Pers.* Pobladores de San Juan, San José del Morro y El Carmen, 2012). Dentro de las plantas utilizadas para control del gorgojo del maíz se encuentra *Calea glomerata* Klatt (Asteraceae) un arbusto con amplia distribución en la zona, los agricultores mezclan sus ramas (tallos, hojas y/o flores) con el grano y las

semillas de maíz para evitar la llegada de insectos. La hierba anual *Tagetes verticillata* Lag. & Rodr (Asteraceae) crece abundantemente en potreros y orillas de carreteras de la zona, es utilizada para eliminar la pulga, para ello hacen un macerado con el tallo, hojas e inflorescencias y luego los aplican en el pelaje del animal infestado, pero cuando es un sitio el que está plagado, la hierba es cortada (tallo, hoja e inflorescencia) y con sus ramas se barre el lugar.

La información sobre el efecto insecticida y/o repelente de *C. glomerata* y *T. verticillata* no se ha encontrado reportada hasta el momento, sin embargo existe información pertinente a especies emparentadas como *Calea serrata* F. Dietr. (Ribeiro, Avancini, Gonçalves, Toigo, & Von Poser, 2008; Ribeiro *et al.*, 2011), *Tagetes erecta* L. (Asteraceae) (Rejesus & Tantengco, 1985; Restello, Menegatt & Mossi, 2009) *T. lucida* (Nerio *et al.*, 2009) y *Tagetes minuta* L. (Asteraceae) (Weaver *et al.*, 1997; Odeyemi, Masika, & Afolayan, 2008; Herrera *et al.*, 2014 y 2015), *Tagetes coronopifolia* (Asteraceae) (Mendoza-García *et al.*, 2015). Con el objetivo de explorar nuevas plantas promisorias en control de *S. zeamais* en maíz almacenado y estimar los usos y medidas de conservación del recurso fitogenético, se evaluaron las propiedades insecticidas y/o repelentes de *C. glomerata* y *T. verticillata*.