



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS y NATURALES
CARRERA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Tesinista:
de Dio
María Belén

Directora:
Dra. Gleiser
Raquel
Miranda

**EFFECTO DEL ROCIADO DE
GUANO DE CODORNICES CON
COMPONENTES DE ACEITES
ESENCIALES SOBRE LA
EMERGENCIA DE MOSCAS
(DIPTERA)**



Lugar de realización:

C.R.E.A.N. (Centro de Relevamiento y Evaluación de Recursos Agrícolas y Naturales),
CONICET, U.N.C.

-Córdoba-
-Nov./2012-

**EFFECTO DEL ROCIADO DE GUANO DE
CODORNICES CON COMPONENTES DE
ACEITES ESENCIALES SOBRE LA
EMERGENCIA DE MOSCAS (DIPTERA)**

Tribunal Examinador

Dr. Raúl H. Marin _____

Dra. María Paula Zunino _____

Dr. Mariano P. Grilli _____

Calificación: _____

Fecha: _____

ÍNDICE

RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	5
OBJETIVOS	13
MATERIALES Y MÉTODOS	15
RESULTADOS	19
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	27
BIBLIOGRAFÍA	33
AGRADECIMIENTOS	42

RESUMEN

Las moscas sinantrópicas afectan la calidad de vida y salud de la población, y tienen relevancia económica en explotaciones ganaderas y avícolas, contaminando los productos animales y transmitiendo gran variedad de patógenos. Un método convencional para el control de plagas a corto plazo es el uso de insecticidas sintéticos. Sin embargo, su uso extenso y masivo favorece el desarrollo de resistencia, y pueden impactar negativamente a los seres humanos y al ambiente. Para evitar estas consecuencias se han incrementado los esfuerzos para encontrar alternativas más seguras, efectivas y viables, como los productos naturales y metabolitos de origen vegetal, constituyendo una importante línea de investigación en el control integrado de plagas y vectores. Los aceites esenciales de las plantas se presentan como una opción menos tóxica para el hombre y el ambiente, de fácil biodegradación.

En el presente trabajo se estudiaron los efectos de rociar guano de codorniz con los componentes de aceites esenciales timol o isoeugenol sobre la emergencia de moscas. Se evaluaron 6 tratamientos, una solución de isoeugenol o timol en etanol a concentraciones bajas (5×10^{-5} Mol) o altas (4×10^{-4} Mol) de cada uno de estos compuestos, etanol (usado como excipiente, control) o a guano no tratado (control sin excipiente).

Emergieron como adultas 5 familias de moscas (Diptera), siendo las más representativas Sphaeroceridae y Muscidae (51 y 43% de los ejemplares, respectivamente). Sphaeroceridae estuvo representada por *Coproica* spp, y Muscidae, en orden descendente, por *Musca domestica*, *Ophyra aenescens* y *Muscina stabulans*.

Se observó que del guano tratado con timol emergieron un número significativamente menor de *Musca domestica* y de *Ophyra aenescens* comparado con los demás tratamientos. Sin embargo, no se detectó el mismo resultado en guano tratado con isoeugenol. En contra posición, el número de *Coproica* spp y *Muscina stabulans* que emergieron del timol que fue significativamente mayor.

La aplicación de timol afectó los tiempos de desarrollo de *Musca domestica*, demorando más días en emerger que de los guanos controles. Por el contrario, *O. aenescens* emergieron en un tiempo menor del guano rociado con timol respecto al control no tratado o al control con etanol. El isoeugenol no afectó mayormente los tiempos de desarrollo de las moscas. En general, para todas las especies la emergencia de moscas de un mismo tratamiento fue sincrónica.

Respecto a la composición de especies, del control con etanol emergió una mayor riqueza de especies que del control no tratado y de los tratamientos con isoeugenol, observándose valores intermedios en los tratamientos con timol. No se detectaron diferencias significativas en los restantes índices de diversidad analizados.

En conclusión, el rociado de guano de *Coturnix coturnix* con timol o isoeugenol afecta de forma variable el número de moscas emergentes, reduciendo el timol el número de *M. domestica* y de *O. aenescens*, prolongando los tiempos de desarrollo de la primera y acortando el tiempo de emergencia de *O. aenescens*, y aumentando la producción de *Coproica* spp.

INTRODUCCIÓN

Las moscas sinantrópicas pueden afectar de manera significativa la calidad de vida de la población en general, y tienen gran relevancia económica en explotaciones ganaderas y avícolas, contaminando los productos animales y transmitiéndoles una variedad de patógenos (Barnard, 2003). La mosca doméstica puede transportar mecánicamente microorganismos sobre su superficie corporal, así como en el interior de la cavidad intestinal y luego diseminarlos en las regurgitaciones y en las heces (Keiding, 1986; Graczyk et al., 1999). Entre los patógenos de importancia sanitaria se incluyen virus, bacterias (Bejar et al., 2006), protozoos (Cárdenas y Martínez, 2004) y helmintos (Ajero et al., 2007). Las moscas pueden transportar enterobacterias tales como *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Shigella flexneri* y *Yersinia enterocolitica* (Bejar et al., 2006). En moscas recolectadas en basurales y granjas se encontraron diferentes protozoarios que parasitan al hombre, incluyendo a *Blastocystis hominis*, *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium* spp., *Cyclospora cayetanensis*, *Iodamoeba bütschlii*, *Endolimax nana* y *Chilomastix mesnil* (Graczyk et al., 1999; Cárdenas y Martínez, 2004; Szostakowska et al., 2004). Entre los huevos de helmintos diseminados por moscas se han identificado, por ejemplo, *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, *Enterobius vermicularis*, *Acyclostoma duodenale*, *Toxocara canis* y *Strongyloides stercoralis* (Oliveira et al., 2002; Ajero et al., 2007).

La actividad de las agrupaciones urbanas, explotaciones pecuarias y avícolas originan desechos que funcionan como sustratos para el desarrollo de diferentes especies de mosca (Axtell y Arends, 1990). La acumulación de basura tanto en los domicilios como en la vía pública constituye una fuente importante para la alimentación, oviposición, reproducción y desarrollo de *Musca domestica* L. y otras especies de moscas (Keiding, 1986). Otros sustratos adecuados para el desarrollo de las larvas son los excrementos humanos, estiércol de caballo, bovinos, cerdos, aves, ovejas y cabras, material vegetal en descomposición, cortes de pasto y carroña (Cook

et al., 1990). La falta de provisión de servicios sanitarios básicos puede favorecer la proliferación de moscas en materia fecal (Emerson et al., 2001).

No todos los sustratos revisten la misma importancia en términos de calidad para el desarrollo y reproducción de diferentes especies de mosca, que dependerá de las características físicas, químicas y biológicas de cada sustrato (Farkas et al., 1998; Emerson et al., 2001). Un estudio reciente en Chile cuantificó la importancia de las explotaciones pecuarias con diferentes sistemas de manejo, considerando a éstos como focos significativos generadores de mosca doméstica y otras moscas de importancia sanitaria. Los resultados de ese estudio indicaron una mayor efectividad en la producción de moscas en heces de cerdo, gallina y ternero respecto al estiércol de vaca, perro, cabra y caballo (Larrain y Salas, 2008).

La explotación avícola en los últimos años se ha incrementado significativamente debido a los bajos costos de producción tanto de carne como de huevos. Las técnicas integradas que se emplean para una producción mayor generan una gran cantidad de desechos donde pueden desarrollarse moscas y por ende las mismas se han transformado en una plaga común, abundante y difícil de manejar en los establecimientos avícolas (Axtell y Arends, 1990) y su densidad es proporcional a la acumulación de guano húmedo de aves. Si bien la remoción y secado o compostado del guano de las aves es un procedimiento recomendado para disminuir el desarrollo de moscas, en si mismo no alcanza para eliminar completamente el desarrollo de los insectos (Moon et al., 2001).

La problemática de las moscas radica en la transmisión de enfermedades como factor primario y el estrés que ejercen sobre las aves y los niveles crecientes de amoníaco (debido a la actividad de los estados larvarios de la mosca en el guano o cama de cría de las aves) como factores secundarios. Además, defectos de la cáscara de los huevos de aves debidas, por ejemplo, a manchas por excrementos de moscas, pueden generar pérdidas económicas considerables (Shane, 2008). Las moscas

perturban y molestan a los trabajadores avícolas, en detrimento de las condiciones de trabajo en una granja (Putz, 2000).

Un método convencional para el control de la mosca a corto plazo es el uso de insecticidas como por ejemplo los organoclorados, los carbamatos, los organofosforados y los piretroides entre los que se encuentran la aletrina, cypermetrina, permetrina, resmetrina y tetrametrina. Sin embargo, los usos extensos y masivos de insecticidas químicos con frecuencia favorecen el desarrollo de resistencia a estos compuestos, y pueden impactar negativamente a los seres humanos y al ambiente (Scott et al., 2000; Liu y Yue, 2001; Gregor et al., 2008). Un reciente ensayo en las Filipinas reveló en la generación F1 de moscas colectadas en una granja avícola, una elevada resistencia contra cinco insecticidas de uso común que incluyó un clorado, un fosforado, un carbamato y un piretroide, confirmando resultados que son generales para las moscas sinantrópicas (Nazni et al., 1998).

Para evitar estas consecuencias de los insecticidas químicos actualmente se prefieren estrategias de manejo integrado de plagas, que incluye diversas medidas de control: cultural (mantenimiento del guano lo más seco posible, higiene, ventilación, manejo de los residuos y del guano, corte de pasto, drenajes, infraestructura, etc.), control biológico (liberación de parasitoides, patógenos y depredadores de moscas, como por ejemplo el hongo *Entomophthora muscae* y los parasitoides *Muscidifurax raptor* y *Spalangia endius*) y químico (uso racional de productos insecticidas compatibles con estas prácticas) (Axtell y Arends, 1990; Crespo et al., 1998). En este contexto, la búsqueda de nuevas alternativas y compuestos biodegradables ambientalmente inocuos o de baja toxicidad, como los productos naturales y metabolitos de origen vegetal, constituye una importante línea de investigación en el control integrado de plagas y vectores. Los aceites esenciales de las plantas se han propuesto como fuentes alternativas de compuestos para el control de insectos, porque algunos son selectivos, biodegradables, y tienen pocos efectos en

los organismos a los cuales no van dirigidos los productos y en el ambiente (Singh y Upadhyay 1993; Isman 2006; Pavela 2007).

Desde la antigüedad es conocida la actividad biológica de los aceites esenciales como agentes antimicrobianos, antioxidantes, insecticidas, atrayentes, repelentes y disuasorios de alimentación, habiéndose aislado últimamente algunos principios responsables de esa acción (Deans et al., 1992; Klocke, 1989; Mookherjee et al., 1993; Ricciardi y Esquivel, 1986). Con respecto al efecto insecticida de los aceites esenciales, estos han mostrado propiedades repelentes e insecticidas contra diferentes especies de insectos tanto en etapas larvales como de adultos (Sukontason et al., 2004a; Gleiser y Zygadlo, 2007, 2009; Bisseleua et al., 2008; Leyva et al., 2008; Pavela, 2008). Se reportó toxicidad de los aceites esenciales extraídos de la naranja (*Citrus sinensis*) y lima (*C. aurantium*) aplicado como vapor o fumigado contra *Musca domestica* adultas (Ezeonu et al., 2001; Palacios et al., 2009), así como de algunos componentes principales de estos aceites tales como el timol (Palacios et al., 2009), eucaliptol, limoneno y linalool (Tarelli et al. 2009). Además de los aceites de la planta de naranja, los de eucalipto, menta, lavanda y geranio mostraron diferentes grados de toxicidad contra *M. domestica* y *Haematobia irritans* L., mostrando el aceite de eucalipto un efecto de volteo más rápido que los demás (Tarelli et al., 2004). A su vez, la actividad insecticida de estos compuestos varía según el método de aplicación sea fumigando o de aplicación tópica, siendo la exposición a los vapores más efectiva en algunos casos (Tarelli et al., 2009). El contacto de larvas de mosca (*M. domestica* y *Chrysomya megacephala* (Fabricius)) con vapores del aceite esencial de eucalipto, compuesto mayormente por 1,8 cineol o eucaliptol, resultó en mortalidad de larvas y lesiones de la superficie de tegumento (Sukontason et al., 2004b). También mostraron importantes efectos tóxicos contra *M. domestica*, tanto en aplicaciones tópicas como en fumigantes, los aceites esenciales extraídos de las plantas de poleo (*Mentha pulegium*) y de orégano (*Origanum compactum*), siendo algunos de los componentes principales detectados pulegona para el poleo, carvacrol y timol para el orégano (Pavela, 2008). Otros estudios también comprobaron la acción insecticida de

aceites esenciales aislados de *Eugenia melanadenia*, *Psidium rotundatum* Griseb y *Piper aduncum* sobre poblaciones adultas de *M. domestica* (Leyva et al., 2008).

Por su parte el timol (2-isopropil-5-metilfenol) (Figura 1) es una sustancia cristalina incolora con un agradable olor característico que está presente en la naturaleza en los aceites esenciales del tomillo (*Thymus vulgaris* L.) y del orégano (*Origanum vulgare* L.) dentro de las plantas más conocidas. Este compuesto pertenece al grupo de los terpenos (Dewick 2002).

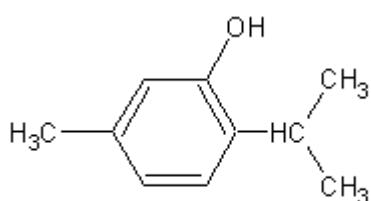


Figura 1: Estructura del Timol.

El timol y su isomero carvacrol tienen propiedades antisépticas largamente reconocidas y usos que incluyen la perfumería, saborizantes de comidas, preparaciones farmacéuticas y cosméticas. Además, el timol es un compuesto activo en pesticidas registrado para el uso como repelente en animales, como fungicidas, como desinfectantes en medicina tanto para uso en exteriores como interiores. Basándose en estudios científicos, la Agencia de Protección del Ambiente de EEUU (E.P.A. - Environmental Protection Agency) demostró que el timol no sería un componente de riesgo para la salud humana ni para el medio ambiente (E.P.A., 1993). Más aún, el timol, el aceite esencial de tomillo y el tomillo como especia o aromatizantes se utilizan internacionalmente, por ejemplo están aprobados por el MERCOSUR y por el Código Alimentario Nacional (ANMAT, 1995) y enlistados por la Administración de Alimentos y Drogas de Estados Unidos (Food and Drug Administration, FDA) como alimentos para el consumo humano y como aditivos alimenticios. (E.P.A., 1993). La Tabla 1 ilustra algunos ejemplos de actividad tóxica contra artrópodos del timol o de aceites esenciales en los cuales este es el compuesto principal.

El isoeugenol (2-metoxi-4-prop-1-enil-fenol) (Figura 2) pertenece al grupo de los fenilpropanos, que son sustancias ampliamente producidas y distribuidas entre los vegetales. A temperatura ambiente posee consistencia líquida aceitosa, de color amarillo con un olor dulce, picante y floral (Buckley, 2007).

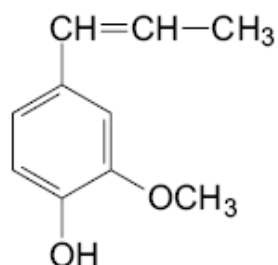


Figura 2: Estructura del Isoeugenol.

El isoeugenol se puede extraer de plantas como el cálamo (*Acorus calamus* L.), la albahaca (*Ocimum basilicum* L.), el ylang-ylang (*Cananga odorata* (Lam.)), el clavo de olor (*Syzygium aromaticum* L.), el nardo (*Polyanthes tuberosa* L.), el junquillo (*Narcissus* L.), la nuez moscada (*Myristica Gronovius*), el tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), el sándalo (*Santalum álbum* L.), las semillas de eneldo (*Anethum graveolens* L.), la gardenia (*Gardenia* Ellis), la petunia (*Petunia* Juss) y otras flores (Wynder y Hoffmann, 1967; Opdyke, 1975; Demole *et al.*, 1976; Hattori *et al.*, 1978).

El isoeugenol también es producido comercialmente por la isomerización del eugenol, que ocurre naturalmente en el clavo de olor, el pimienta, el laurel y la canela (Remington's, 1980). El proceso sintético implica el calentamiento del eugenol con potasa cáustica (Hawley, 2001) o con los metales del grupo VIII o sus compuestos, tales como cloruro de rodio, como catalizadores (Cervený *et al.*, 1987). La Tabla 2 presenta algunos ejemplos de actividad tóxica contra artrópodos del isoeugenol o de aceites esenciales en los cuales este es el compuesto principal.

Tabla 1: Ejemplos de actividad tóxica contra artrópodos del timol o aceites esenciales en los cuales este es el compuesto principal.

Componente o aceite esencial	Grupo taxonómico evaluado	Tratamiento	Cantidad y eficacia	Referencia	
Timol	Acari Mesostigmata <i>Varroa jacobsoni</i>	Contacto	1gr en polvo por cuadro de panal, eficacia media 88,45%	Flores et al., 1996	
		Contacto	Timol en polvo 10gr, eficacia media 97%	Ruiz et al., 1998	
		Fumigación	20 g disuelto en 34 ml aceite de oliva, 92% eficaz		
		Fumigación	20 ml, 77% mortal.		
	Diptera: Muscidae <i>Musca domestica</i>	Fumigación	CL ₅₀ =13 mg/dm ³	Palacios et al., 2009	
		Topicación	DL ₅₀ =53 µg/mosca	Pavela, 2011	
		Topicación	DL ₅₀ =29 µg/mosca	Coats et al., 1991	
	Diptera: Culicidae <i>Culex quinquefasciatus</i>	Topicación	CL ₅₀ =30 µg/ml	Pavela, 2011	
	Apilife VAR (tableta de 20gr embebida en timol 74%, eucaliptol, mentol, y alcanfor).	<i>Varroa jacobsoni</i>	Fumigación	96% eficacia	Ruiz et al., 1998
		<i>Varroa</i>	Fumigación	91% reducción de tasa de infestación de colmena	Verde y Demedio, 2005
Coleoptera: Tenebrionidae <i>Tribollum castaneum</i>		Fumigación	500 µl/l, 50% mortalidad	Padin et al., 2000	
Coleoptera: Curculionidae <i>Sitophilus oryzae</i>		Fumigación	200 µl/l, 100% mortalidad		
Coleoptera: Bruchidae <i>Acanthoscellides obtectus</i>		Fumigación	50 µl/l, 100% mortalidad		
<i>Musca domestica</i>		Fumigación	DL ₅₀ > 80 µl/cm ³		
Origanum vulgare (26,5 % timol)					

CL₅₀= concentración letal 50%; DL₅₀= dosis letal 50%

Tabla 2: Ejemplos de actividad tóxica contra artrópodos del isoeugenol o aceites esenciales en los cuales este es el compuesto principal.

Componente o aceite esencial	Grupo taxonómico evaluado	Tratamiento	Cantidad y eficacia	Referencia
Isoeugenol	Coleoptera: Tenebrionidae <i>Tribollum castaneum</i>	Topicación	DL ₅₀ = 21,6 µg/mg insecto	Huang et al., 2002
		Fumigación	No tóxico	
	Coleoptera: Curculionidae <i>Sitophilus zeamais</i>	Topicación	DL ₅₀ =30,7 µg/mg por insecto	
		Fumigación	No tóxico	
	Diptera: Culicidae <i>Culex quinquefasciatus</i>	Topicación	DL ₅₀ =60 µg/ml	Pavela, 2011
	Diptera: Muscidae <i>Musca domestica</i>	Topicación	DL ₅₀ =336 µg/mosca	
Acari, Astigmata: Pyroglyphidae <i>Dermatophagoides farinae</i>	Fumigación	DL ₅₀ =5,17 µg/cm ²		
	<i>Dermatophagoides pteronyssinus</i>	Fumigación		DL ₅₀ =1,55 µg/cm ²
<i>Eugenia caryophyllata</i> L.	<i>Dermatophagoides farinae</i>	Topicación	12,7 µg/cm ² , 100% mortalidad (24hs)	Kim et al., 2003
	<i>Dermatophagoides: pteronyssinus</i>	Topicación	12,7 µg/cm ² , 100% mortalidad (24hs)	
<i>Eugenia caryophyllata</i> L. (isoeugenol 11,8%)	Diptera: Culicidae <i>Culex pipiens pallens</i>	Repelencia	DE ₅₀ = 0,15 x 10 ⁻³ mg/cm ²	Kang et al., 2009
<i>Syzygium aromaticum</i> L.	Coleoptera: Bruchidae <i>Callosobruchus maculatus</i>	Contacto	DL ₅₀ = 21,86 µg/cm ²	Mahfuz y Khalequzzaman, 2007

CL₅₀= concentración letal 50%; DL₅₀= dosis letal 50%; DE₅₀= dosis efectiva 50%

Como una fragancia el isoeugenol se incorpora a numerosos productos de higiene personal, incluyendo perfumes, lociones crema, jabones y detergentes (Opdyke, 1975). En el futuro, el uso del isoeugenol puede aumentar como materia de base renovable para la producción de otros condimentos aromáticos y fragancias (Yamada et al., 2008).

Siendo que la cría de codornices para producción de huevos y carne es una actividad en crecimiento en Argentina, y que la mayoría de los establecimientos son pequeños productores en ambientes urbanos y suburbanos, encontrar compuestos naturales que permitan reducir la producción de moscas en desperdicios de estas aves tiene un potencial impacto económico y sanitario.

OBJETIVOS

Objetivo general

Contribuir a la generación de compuestos con potencial efecto insecticida o detrimento para el desarrollo de moscas en residuos de la industria avícola.

Objetivos específicos

Determinar si el rociado de guano de codornices con los componentes de aceites esenciales isoeugenol o timol afecta el número de moscas emergentes .

Analizar si el rociado de guano de codornices con los componentes de AE alteran los tiempos de desarrollo de las moscas respecto a desechos no tratados.

Evaluar si el tratamiento con estos componentes afectan la composición de especies (riqueza y diversidad) de moscas emergentes.

Debido a las propiedades insecticidas del timol e isoeugenol, la hipótesis general de trabajo es que los desechos de las aves tratados con estos compuestos mostrarán una producción de moscas significativamente menor y la emergencia de adultos se retrasará respecto a los desechos de aves sin tratar.

MATERIALES Y MÉTODOS

RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DEL GUANO

El guano se colectó de codornices japonesas (*Coturnix coturnix*) hembras criadas y alimentadas con balanceado según metodologías de rutina descritas por Marín y Satterlee (2004). Básicamente, se alojan grupos de 1 macho y 3 hembras en jaulas de 20 × 45 × 25 cm (largo × ancho × alto); las jaulas se distribuyen en dos baterías de 6 estantes, cada una conteniendo 24 jaulas. Las aves se alimentan con una ración estándar para reproductores (breeder) (21,5 % CP; 2.750 kcal de ME/kg); el agua y alimento se proveen *ad libitum*. Las aves se crían bajo un foto período de 14:10 (luz: oscuridad) con una intensidad de aproximadamente 280 luxes durante el período iluminado y las luces se encienden a las 0600 h.

Se recogieron las deyecciones acumuladas entre 0 y 24 hs en la bandeja de recolección de guano de cada jaula de las codornices, y se colocaron en frascos de plástico, 100 gr de guano por frasco. Cada frasco fue asignado aleatoriamente a uno de 6 tratamientos, que consistieron en rociar la superficie del guano con una solución de isoeugenol o timol diluidos en etanol a concentraciones bajas (5×10^{-5} Mol) o altas (4×10^{-4} Mol) de cada uno de estos compuestos, a etanol (usado como excipiente, control) o a guano no tratado (control sin excipiente). Los frascos tratados se expusieron durante 48 hs en la sala de cría de las codornices para favorecer el eventual acceso de moscas, y luego se colocaron en trampas de emergencia rotuladas, en condiciones semi-naturales. Las trampas consistieron en un recipiente plástico de 500ml de capacidad forrado con cartulina negra, en cuyo interior se colocó el recipiente menor conteniendo el guano tratado. La tapa de la trampa se conectó con una botella plástica removible (recipiente colector), con perforaciones recubiertas con una malla de tela para ventilación, que era recambiada diariamente para retirar los

adultos emergentes (Figura 3). El fondo de la trampa se cubrió con una delgada capa de arena para que las larvas puedan pupar.

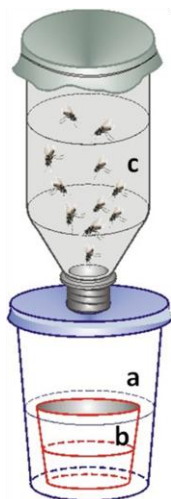


Figura 3. Esquema de las trampas de emergencia utilizadas en el estudio. a) Recipiente mayor, de 500 ml³ que contiene la muestra tratada y conecta con el recipiente colector. b) recipiente con la muestra de guano. c) recipiente removible colector de moscas adultas emergentes.

EMERGENCIA DE LAS MOSCAS

Las trampas de emergencia se monitorearon diariamente durante 40 días para registrar la emergencia de adultos en la correspondiente planilla. Cuando se detectaron moscas adultas, estas se removieron de la trampa y se conservaron en alcohol 80% en frascos rotulados (individualizados por frasco tratado y por fecha) hasta su determinación taxonómica posterior en laboratorio. Los especímenes en general se determinaron a nivel específico en base a caracteres morfológicos siguiendo claves taxonómicas de McAlpine et al. (1981, 1987). Durante la realización del estudio se registraron temperaturas ambiente entre 12 y 27 °C.

ESTIMACIÓN DE DIVERSIDAD

Para las estimaciones de diversidad se consideraron los siguientes índices (Magurran 2004; Balzarini et al., 2008):

Riqueza (s): Número total de especies presentes en una muestra.

Índice H de biodiversidad de Shannon y Weaver: Se calculó a partir de la siguiente ecuación:

$$H = -\sum_{i=1}^r p_i \ln p_i$$

En donde $p_i = n_i/N$ (valor de importancia), N =total de todas las especies, n_i =abundancia para la especie i , $\ln p_i$ =Logaritmo natural de P_i . La diversidad máxima ($H = \ln r$) se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes.

Índice de Dominancia de Simpson: Probabilidad de que dos individuos tomados independientemente de una población pertenezcan a la misma especie. El estimador del índice de Simpson se calcula como:

$$D = \sum_{i=1}^r \frac{n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)}$$

donde n_i representa el número de individuos de cada taxón, y N es el total de individuos de la comunidad o muestra.

El índice varía entre $1/r$ (menor concentración o máxima diversidad posible con r especies) y uno (mayor concentración o mínima dispersión cuando una especie domina la comunidad).

Índice de Bulla: En un gráfico de la frecuencia relativa de aparición de las especies (ordenadas) *versus* el número de especies (abscisas) una línea horizontal en $1/r$ representaría una comunidad con diversidad máxima. Si se superpone a ésta una

línea que representa la frecuencia relativa en la comunidad y se calcula el grado de solapamiento entre estas dos distribuciones se obtiene la medida de equidad que propone Bulla (1994).

El índice se calcula como:

$$O = \frac{\left[\sum_{i=1}^r \min \left(p_i, \frac{1}{r} \right) \right] r - 1}{r - 1}$$

Luego se ajusta para que varíe entre cero, cuando una especie aparece con dominancia absoluta, y uno cuando todas las especies están igualmente presentes.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE DATOS

Se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) de una vía para muestras no independientes donde se evaluaron los efectos del tratamiento (control, control con etanol, isoeugenol concentración baja o alta, timol concentración baja o alta), de las especies de mosca emergentes más frecuentes (*M. domestica*, *Coproica* spp., *O. aenescens*, *M. stabulans*, factor no independiente) y su interacción. Este análisis se eligió porque no puede descartarse *a priori* que haya influencias entre las especies de mosca dentro de cada ambiente (muestra de guano) que repercutan en el número de adultos que emerjan.

Para comparar entre tratamientos los índices de diversidad de especies emergentes se emplearon ANOVAs de una vía. Para evaluar si los tratamientos afectaban los tiempos de desarrollo y sincronización de emergencia de adultos, para las especies más frecuentes se realizaron ANOVAs de medidas repetidas que examinaron los efectos del tratamiento, tiempo de acumulación de adultos emergente

(25%, 50% y 75%; la medida repetida), y su interacción. Los datos fueron transformados a rangos para alcanzar los supuestos del ANOVA. La prueba de Fisher de menor diferencia significativa (LSD) se utilizó en todos los casos para análisis post hoc. Se consideró que un valor de $P < 0,05$ representó diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

RESULTADOS

A lo largo del periodo de muestreo emergieron un total de 6145 ejemplares pertenecientes a 5 familias de dípteros (Tabla 3). Las familias con mayor porcentaje de especímenes fueron Sphaeroceridae y Muscidae con el 51% y el 43% de los ejemplares, respectivamente. Las restantes familias capturadas apenas superaron en conjunto el 6% de las emergencias. Sphaeroceridae estuvo representada por *Coproica* spp., y Muscidae, en orden descendente, por *Musca domestica*, *Ophyra aenescens* y *Muscina stabulans*.

Tabla 3: Total de Diptera emergentes de guano de codorniz sometido a diferentes tratamientos.

	Control		Isoeugenol		Timol		Totales
	Control	Etanol	C. Baja	C. Alta	C. Baja	C. Alta	
Fanniidae							
<i>Fannia canicularis</i>	0	4	0	0	0	0	4 (0,07%)
Milichiidae							
	0	0	12	2	0	0	14 (0,23%)
Muscidae							
<i>Musca domestica</i>	514	277	222	584	120	46	1763 (28,69%)
<i>Muscina stabulans</i>	1	68	32	0	60	58	219 (3,56%)
<i>Ophyra aenescens</i>	201	105	104	121	104	31	666 (10,84%)
Piophilidae							
<i>Piophila casei</i>	9	65	0	10	9	270	363 (5,91%)
Sphaeroceridae							
<i>Coproica</i> spp	166	62	1071	190	1115	512	3116 (50,71%)
Totales	891	581	1441	907	1408	917	6145

Se evaluó el efecto de los tratamientos sobre el número de moscas emergentes de las 4 especies más frecuentes: *Musca domestica*, *Coproica* spp., *Ophyra aenescens* y *Muscina stabulans*. Un ANOVA de una vía para muestras no independientes mostró una interacción significativa entre los tratamiento y la especie de mosca emergente ($F_{15,72} = 3,75$; $P < 0,001$). A los efectos de facilitar la visualización de los resultados, los datos de cada especie en particular se muestran en las Figuras 4 a 7 por separado.

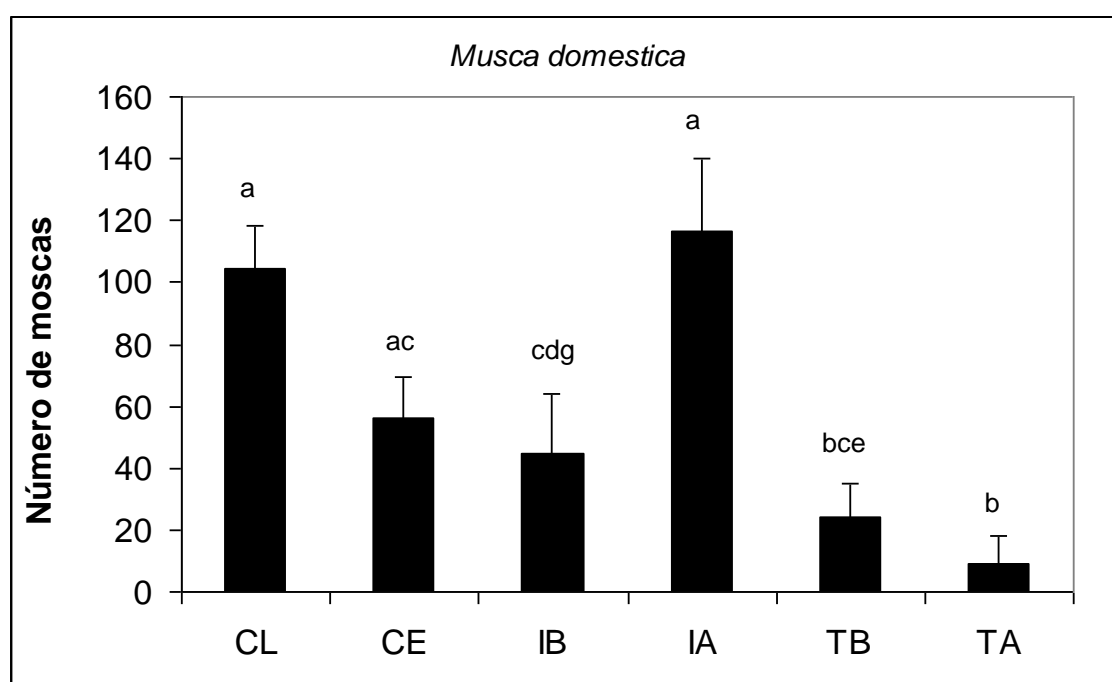


Figura 4. *Musca domestica* emergentes de guano tratado con timol o isoeugenol en concentración baja (5×10^{-5} Mol) o alta (4×10^{-4} Mol), y sus respectivos controles (tratados con etanol o sin tratar).^{a-g} Barras que no comparten letra en esta y Figuras 5, 6 y 7 difieren estadísticamente ($p < 0,05$). CL= control no tratado; CE= control con etanol; IB e IA= isoeugenol concentración baja y alta respectivamente; TB y TA= timol concentración baja y alta, respectivamente

El análisis *a posteriori* mostró que el número medio de *M. domestica* emergentes fue significativamente más bajo en los tratamientos con timol respecto al

control no tratado y del timol en concentración alta respecto al control con etanol (Figura 4). Por el contrario, *Coproica* spp. mostró un efecto de tipo inverso, donde se observa un mayor número de moscas emergentes del guano tratado con timol respecto a los controles y al isoeugenol en concentración alta (Figura 5). Significativamente menos *O. aenescens* emergieron del guano tratado con concentración alta de timol respecto a control no tratado, aunque no hubo diferencias significativas respecto al control con etanol (Figura 6). Finalmente, el número medio de *M. stabulans* emergentes fue comparativamente bajo y no mostró diferencias entre tratamientos (Figura 7).

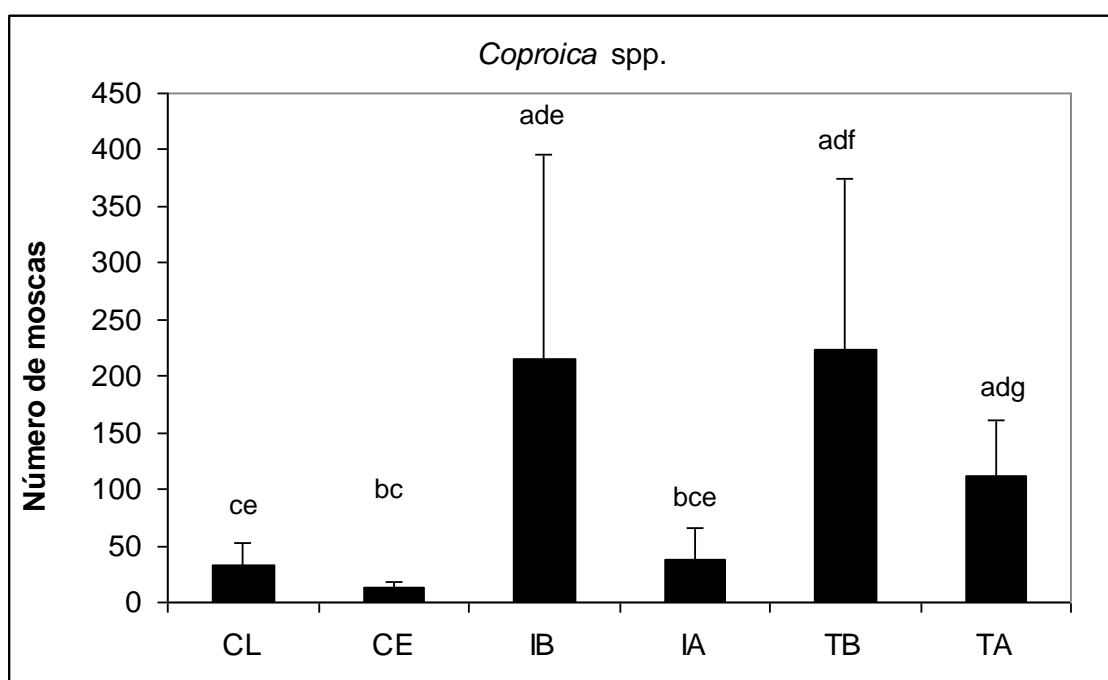


Figura 5. *Coproica* spp. emergentes de guano tratado con timol o isoeugenol en concentración baja (5×10^{-5} Mol) o alta (4×10^{-4} Mol), y sus respectivos controles (tratados con etanol o sin tratar). ^{a-g} Barras que no comparten letra en esta y Figuras 4, 6 y 7 difieren estadísticamente ($P < 0,05$). CL= control no tratado; CE= control con etanol; IB e IA= isoeugenol concentración baja y alta respectivamente; TB y TA= timol concentración baja y alta, respectivamente.

Respecto a los tratamientos con isoeugenol, no se observaron diferencias estadísticas respecto a los controles para *O. aenescens* y *M. stabulans* (Figuras 6 y 7, respectivamente). Del guano tratado con isoeugenol en concentración baja emergieron significativamente menos *M. domestica* respecto al control no tratado (Figura 4) y más *Coproica* spp. (Figura 5) comparado con los controles con etanol.

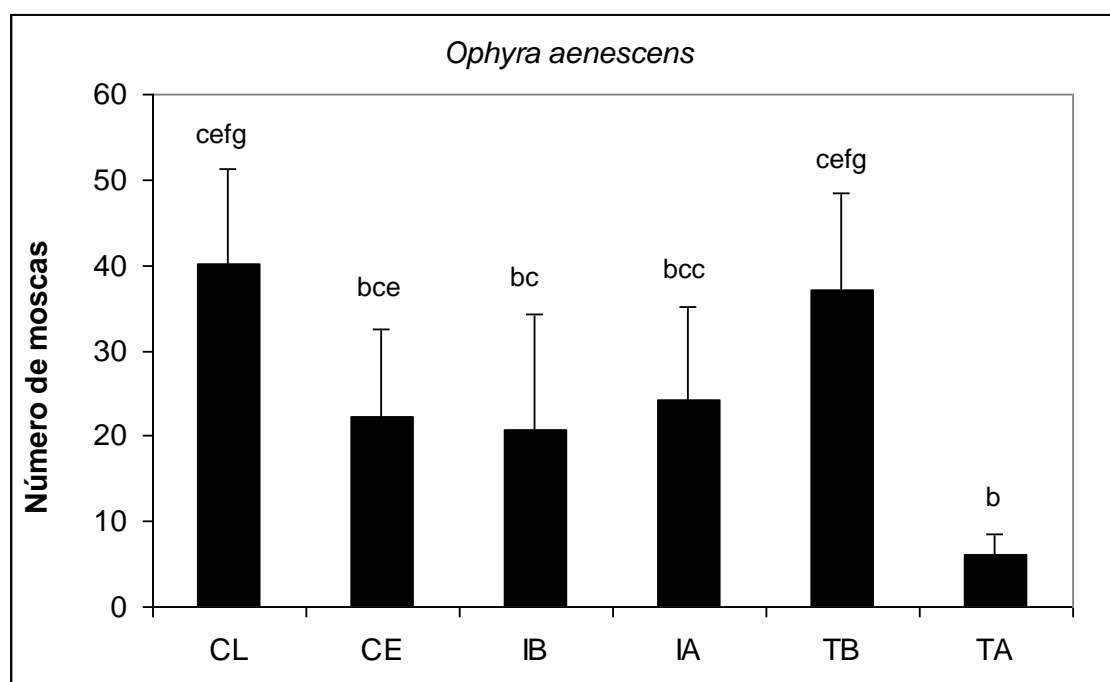


Figura 6. *Ophyra aenescens* emergentes de guano tratado con timol o isoeugenol en concentración bajas (5×10^{-5} Mol) o altas (4×10^{-4} Mol), y sus respectivos controles (tratados con etanol o sin tratar). ^{a-g}Barras que no comparten letra en esta y Figuras 4, 5 y 6 difieren estadísticamente ($P < 0,05$). CL= control no tratado; CE= control con etanol; IB e IA= isoeugenol concentración baja y alta respectivamente; TB y TA= timol concentración baja y alta, respectivamente.

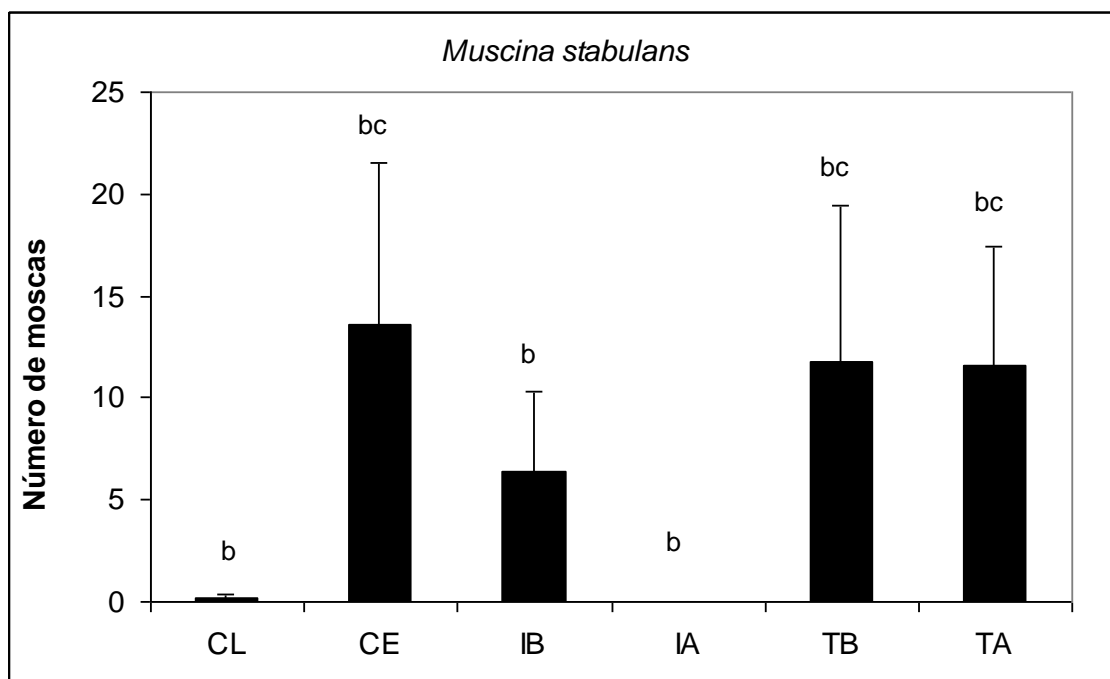


Figura 7. *Muscina stabulans* spp. emergentes de guano tratado con timol o isoeugenol en concentración bajas (5×10^{-5} Mol) o altas (4×10^{-4} Mol), y sus respectivos controles (tratados con etanol o sin tratar). ^{a-c}Barras que no comparten letra en esta y Figuras 4, 5 y 7 difieren estadísticamente ($P < 0,05$). CL= control no tratado; CE= control con etanol; IB e IA= isoeugenol concentración baja y alta respectivamente; TB y TA= timol concentración baja y alta, respectivamente.

Los efectos de los tratamientos sobre los tiempos de desarrollo de las moscas más frecuentes se presentan en la Tabla 4. Se observó un efecto significativo del tratamiento sobre los tiempos de emergencia de *Musca domestica* (datos transformados a rangos; $F_{5,17} = 4,33$; $P = 0,01$), del factor de repetición tiempos de emergencia ($F_{2,34} = 8,90$; $P < 0,001$), pero no de la interacción tiempos con tratamiento ($F_{10,34} = 1,36$; $P = 2,24$). Se encontró que del guano tratado con timol en concentración alta o isoeugenol en ambas concentraciones las moscas emergieron en un tiempo significativamente mayor que del guano de moscas control (sin tratar). Del guano tratado con timol concentración alta e isoeugenol baja, las larvas emergieron significativamente más lento que en el guano control con etanol.

Efecto Del Rociado De Guano De Codornices Con Componentes De Aceites Esenciales Sobre La Emergencia De Moscas (Diptera)

Tabla 4: Tiempos de emergencia (expresado como días en que se acumulan el 25, 50 o 75% de las moscas emergentes) de las cuatro especies de mosca más frecuentes, del guano tratado con isoeugenol o timol en concentraciones bajas (5×10^{-5} Mol) o altas (4×10^{-4} Mol), y sus respectivos controles (tratados con etanol o sin tratar).

Tratamiento	Porcentaje de emergencias	<i>Coproica</i> spp.*	<i>Musca domestica</i>	<i>Ophyra aenescens</i>	<i>Muscina stabulans</i>
Control sin tratar	25	20,8 ± 2,9	13,0 ± 0,0 ^{aAB}	24,6 ± 3,1 ^{aB}	23,0 ± 0,0 ^a
	50	23,6 ± 2,3	14,4 ± 0,7 ^{bB}	28,4 ± 3,6 ^{aB}	23,0 ± 0,0 ^a
	75	30,8 ± 0,8	15,2 ± 1,0 ^{bB}	35,6 ± 1,3 ^{bB}	23,0 ± 0,0 ^a
Control con etanol	25	22,7 ± 2,1	12,2 ± 0,2 ^{aA}	18,0 ± 1,2 ^{aA}	20,5 ± 1,3 ^a
	50	26,3 ± 3,0	12,4 ± 0,2 ^{aA}	19,0 ± 1,5 ^{aA}	21,5 ± 1,0 ^a
	75	31,0 ± 2,4	12,6 ± 0,4 ^{aA}	20,6 ± 1,8 ^{aA}	22,0 ± 1,4 ^a
Isoeugenol concentración baja	25	21,4 ± 1,8	15,0 ± 2,0 ^{aC}	16,4 ± 0,8 ^{aA}	20,0 ± 0,0 ^a
	50	27,2 ± 3,2	15,3 ± 2,3 ^{aC}	19,0 ± 1,8 ^{abA}	21,0 ± 1,4 ^a
	75	32,0 ± 3,0	17,3 ± 3,4 ^{bB}	22,6 ± 3,2 ^{bAC}	21,0 ± 1,4 ^a
Isoeugenol concentración alta	25	23,7 ± 3,6	13,6 ± 0,4 ^{aB}	24,0 ± 4,7 ^{aB}	-
	50	28,7 ± 4,0	14,2 ± 0,5 ^{aBC}	25,8 ± 5,4 ^{aB}	-
	75	30,3 ± 3,9	15,2 ± 0,6 ^{bB}	26,8 ± 5,7 ^{aC}	-
Timol concentración baja	25	25,2 ± 3,0	12,7 ± 0,3 ^{aAB}	19,0 ± 1,1 ^{aA}	19,6 ± 2,3 ^a
	50	29,8 ± 2,1	12,7 ± 0,3 ^{aA}	20,0 ± 1,1 ^{abA}	20,0 ± 2,0 ^a
	75	34,0 ± 2,3	13,0 ± 0,6 ^{aD}	23,4 ± 2,5 ^{bAC}	22,6 ± 5,5 ^a
Timol concentración alta	25	21,4 ± 2,3	17,0 ± 0,0 ^{aD}	20,4 ± 3,7 ^{aA}	19,0 ± 1,0 ^a
	50	24,2 ± 3,3	17,0 ± 0,0 ^{aD}	20,4 ± 3,7 ^{aA}	19,7 ± 0,6 ^a
	75	28,4 ± 3,2	17,0 ± 0,0 ^{aC}	21,2 ± 3,5 ^{aA}	20,3 ± 1,2 ^a

^{a-b} Para cada tratamiento, diferentes letras minúsculas indican diferencias significativas en tiempos de acumulación de los porcentajes de emergencia. ^{A-D} Para cada porcentaje acumulado

de emergencias, diferente letra mayúscula indica diferencias significativas entre tratamientos.

*Sólo hubo diferencias significativas entre días en que se acumularon los diferentes porcentajes de emergencia de *Coproica* spp. (ver detalles en texto)

El ANOVA de medidas repetidas de los tiempos de emergencia de *Coproica* spp., no detectó efectos significativos del tratamiento sobre los tiempos de emergencia ($F_{5,22} = 0,55$; $P = 0,73$), ni de la interacción tratamiento tiempos de emergencia ($F_{10,44} = 0,62$; $P = 0,78$). Sin embargo, se encontraron diferencias en los tiempos de acumulación del 25, 50 y 75% de las moscas ($F_{2,44} = 54,77$; $P < 0,001$), emergiendo el 25% a los 22,5 días, el 50 a los 26,6 días y el 75% a los 31,1 días.

O. aenescens mostró una tendencia a presentar efectos del tratamiento ($F_{5,23} = 2,31$; $P = 0,077$), un efecto significativo del tiempo de acumulación de los porcentajes de emergencia ($F_{2,46} = 16,17$; $P < 0,001$), y no se observó interacción del tratamiento con los tiempos de acumulación de emergencias ($F_{10,46} = 1,44$; $P = 0,19$). Según la prueba LSD, considerando los tratamientos y controles, las moscas emergieron más rápidamente del control con etanol que del tratamiento con concentración alta de isoeugenol. A su vez, las *O. aenescens* del control sin tratar demoraron más en emerger que las del control tratado con etanol y de los tratamientos con timol.

Finalmente, no se observaron efectos de los tratamientos sobre los tiempos de emergencia de *M. stabulans* ($F_{2,30} = 0,86$; $P = 0,43$; $F_{4,30} = 1,24$; $P = 0,32$; $F_{8,30} = 0,22$; $P = 0,98$; tratamiento, factor de repetición e interacción, respectivamente). No obstante, cabe destacar que ninguna *M. stabulans* emergió de las muestras tratadas con isoeugenol en concentración elevada.

En cuanto a la diversidad de especies emergentes de cada tratamiento (Tabla 5), se encontraron diferencias significativas en la Riqueza ($F_{(5,24)} = 2,65$; $P < 0,05$), siendo la fauna emergente del guano control con etanol significativamente más rica

que la del control no tratado o tratado con isoeugenol (Tabla 5). No se detectaron efectos de los tratamientos en los restantes índices de diversidad alfa considerados: Shannon-Weaver ($F_{(5,24)} = 1,29$; $P = 0,30$), Simpson de dominancia ($F_{(5,24)} = 0,92$; $P = 0,49$) y Bulla ($F_{(5,24)} = 1,35$; $P = 0,28$).

Tabla 5: Diversidad de moscas emergentes de guano de codorniz tratado con timol o isoeugenol en concentración bajas (5×10^{-5} Mol) o altas (4×10^{-4} Mol), y sus controles (tratados con etanol o sin tratar).

Tratamiento	Índices de Biodiversidad			
	Riqueza (r)	Shannon	Simpson	Bulla
Control no tratado	$3,60 \pm 0,24^a$	$0,84 \pm 0,11^a$	$0,52 \pm 0,08^a$	$0,27 \pm 0,04^a$
Control etanol	$4,60 \pm 0,51^b$	$1,09 \pm 0,20^a$	$0,42 \pm 0,10^a$	$0,37 \pm 0,08^a$
Isoeugenol B	$3,20 \pm 0,20^a$	$0,68 \pm 0,18^a$	$0,61 \pm 0,11^a$	$0,21 \pm 0,06^a$
Isoeugenol A	$3,20 \pm 0,37^a$	$0,62 \pm 0,11^a$	$0,64 \pm 0,06^a$	$0,21 \pm 0,04^a$
Timol B	$3,80 \pm 0,37^{ab}$	$0,93 \pm 0,18^a$	$0,49 \pm 0,10^a$	$0,33 \pm 0,06^a$
Timol A	$4,00 \pm 0,00^{ab}$	$0,91 \pm 0,09^a$	$0,48 \pm 0,06^a$	$0,31 \pm 0,03^a$

^{ab}Los valores de diversidad en cada columna que no comparten una letra difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indicaron que el rociado del guano de codornices con timol o isoeugenol tuvo efectos diversos sobre la emergencia de moscas que se desarrollan en él. De los siete tipos de mosca que emergieron de las muestras, *Musca domestica*, *Ophyra aenescens* y *Coproica* spp. estuvieron presentes en todas las muestras, por lo tanto el rociado con timol o isoeugenol no impidió su desarrollo y posiblemente tampoco inhibió la ovipostura, aunque no puede descartarse que los huevos hayan sido colocados en las bandejas ubicadas bajo las jaulas de cría de las codornices en etapa previa a la colección del guano. Sin embargo, se observaron diferencias entre tratamientos en el número de moscas emergentes para algunas de estas especies, como se discute más abajo. *Muscina stabulans* solo estuvo ausente en muestras tratadas con isoeugenol en concentración baja. *Fannia canicularis*, *Piophilha casei* y *Milichiidae* emergieron en baja proporción, por lo que solo fueron consideradas para los análisis de diversidad.

En el caso de *M. domestica* y *O. aenescens*, del guano rociado con timol en general emergió un número menor de moscas respecto al guano control, lo que podría ser consecuencia de la actividad insecticida que ha sido reportada para este componente contra moscas y otros insectos (Pavela 2008, 2011, Tabla 1). En particular, el timol en estado puro tuvo una alta eficacia cuando fue aplicado tópicamente contra *M. domestica* (53 ug/ mosca, Pavela, 2011). Consistentemente, del guano proveniente de codornices alimentadas con dieta suplementada con timol emergieron significativamente menos moscas, y en particular menos *M. domestica*, que de guano de aves alimentadas con dieta estándar (Lynch Ianniello 2012).

Por el contrario, del guano rociado con timol emergieron un número significativamente mayor de *Coproica* spp. que de los controles, y *M. stabulans* no

difirió significativamente entre tratamientos. Si bien hay varios estudios que indican que el timol tiene propiedades insecticidas (ver ejemplos en Tabla 1), y de hecho del guano tratado con este compuesto emergieron significativamente menos *M. domestica* y *O. aenescens*, el timol pareció favorecer a *Coproica* spp. Posiblemente las diferencias observadas con respecto a otros autores pueden deberse a que la potencia de los aceites esenciales puede variar dependiendo de los métodos de aplicación y de las capacidades de desintoxicación de los diferentes grupos de insectos (Rice y Coats, 1994; Lee et al., 1997; Pavela, 2005). Por ejemplo, en el caso del ácaro *Varroa jacobsoni* Oud. que afecta a *Apis mellifera* L., se ha estudiado el modo de acción del timol y se ha evidenciado la necesidad de que exista contacto entre este y la abeja para que tenga lugar su acción acaricida (Ruiz et al., 1998). La actividad insecticida de timol contra *Agriotes obscurus* (Coleoptera: Elateridae) fue mayor cuando fue aplicado tópicamente que como fumigante (Waliwitiya et al., 2005). En el estudio de las propiedades de aceites esenciales contra *M. domestica*, entre los que se encontraba el aceite de *O. vulgare* (cuyo componente principal es el timol), este requería dosis menores para ser letal cuando era aplicado tópicamente que cuando era aplicado como fumigante, contrariamente al aceite de *Menta pulegium*, que mostraba mayor eficiencia fumigante que tópica frente al mismo díptero (Pavela, 2008). Se ha visto que fenoles como el timol y el carvacrol son tópicamente más tóxicos que los alcoholes saturados, pero estos últimos son mejores como fumigantes que los fenoles contra *M. domestica* (Rice y Coats, 1994). Posiblemente el modo de aplicación del producto puede haber reducido la exposición de las larvas a los componentes en comparación con otros estudios en que las larvas se sumergen por períodos de tiempo breve en los aceites esenciales o sus componentes (Sukontason et al., 2004b). Así mismo, los aceites esenciales tienen diferente persistencia dependiendo de las condiciones ambientales y a medida que pasa el tiempo decrece la posibilidad de que sean intoxicados (Isman, 2006).

Por otra parte, el isoeugenol no mostró un patrón consistente, emergiendo más *Coproica* del guano tratado con isoeugenol en concentración baja que del control. El relativamente bajo efecto del isoeugenol sobre el número de moscas es un resultado

comparable con el obtenido en un trabajo reciente que indica una baja toxicidad de este compuesto contra *M. domestica* (Pavela, 2011). Si bien se encontraron resultados favorables contra *Musca domestica* aplicando extractos de aceites esenciales cuyo componente mayoritario fue el isoeugenol (Leyva et al., 2008), esto podría ser consecuencia de efectos sinérgicos o aditivos con otros compuestos presentes en el aceite.

Se han presentado evidencias de que algunos aceites esenciales afectan los tiempos de desarrollo de insectos. El isoeugenol redujo la tasa de crecimiento y tasa de consumo de alimento en *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) adultos y en larvas y adultos de *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae) (Huang et al. 2002). En estudios de actividad biológica de extractos de *Tagetes filifolia*, cuyos componentes principales eran el *trans* – anetol (82%) y alilanol (14%) para el manejo integrado contra la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* West. (Hemiptera: Aleyrodidae), se encontró que concentraciones de 10 mg mL⁻¹ o mayores interfirieron en el crecimiento ninfal en más del 44% y en la emergencia de adultos en menos del 39% con respecto a los testigos (Camarillo de la Rosa, 2009). Por otra parte, otro estudio (Ramirez et al., 2010) sobre los efectos en huevos, larvas y adultos de *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae) de aplicar diversos aceites esenciales (incluyendo *O. majorana*, *O. vulgare*, y *T. vulgaris*) sobre el alimento (tubérculos de papa) o sobre la superficie del suelo, no mostró ningún efecto de los tratamientos sobre el desarrollo larval ni sobre la longevidad de los adultos. Sin embargo, en ambas modalidades de aplicación, el aceite esencial de *T. vulgaris* (concentración del 0,25%) redujo significativamente la viabilidad de los huevos. En *M. domestica* el timol no solo afectó el número de moscas emergentes, sino que los tiempos de desarrollo se modificaron y demoraron más días en emerger que de los guanos controles (Tabla 4). Curiosamente, del guano no tratado las *O. aenescens* emergieron en tiempo significativamente mayor que del control con etanol y del tratamiento con timol.

El isoeugenol no afectó mayormente los tiempos de desarrollo de *M. domestica*, y en *O. aenescens* respecto al control no tratado. No obstante, ambas especies emergieron significativamente más rápido del control tratado con etanol. Para *Coproica* spp. y *M. stabulans* no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos en tiempos de desarrollo (cabe aclarar que no emergieron moscas del isoeugenol en concentración alta). En general, para todas las especies la emergencia de moscas de un mismo tratamiento fue sincrónica.

Finalmente, respecto a la composición de especies, se detectaron diferencias relativas en número, por ejemplo, como se mencionó anteriormente habría una relación inversa en el número de *M. domestica* y *Coproica* spp. en los guanos control y tratado con timol. El control con etanol fue más rico en especies emergentes que el control no tratado y los dos tratamientos de isoeugenol, observándose valores intermedios en los tratamientos con timol. No se detectaron diferencias significativas en los restantes índices de diversidad analizados.

La disminución de emergencia de *M. domestica* frente a timol es un resultado alentador ya que esta especie de mosca es de particular interés sanitario como transmisora de diversos patógenos, tal como se indicó en la sección introductoria de esta tesina (Barnard, 2003). La prolongación de su desarrollo podría resaltar el efecto tóxico de este componente para *M. domestica*.

Considerando los adultos emergentes de todos los tratamientos en conjunto, *O. aenescens* fue una de las especies más frecuentes. Este género se suele encontrar en producciones avícolas, pero se considera que no representaría un problema para la salud pública (Guimaraes, 1983). Más aún, se ha propuesto usar especímenes de este género para el control biológico de *M. domestica* ya que sus larvas son depredadoras (Skidmore, 1985; Nolan III y Kissam, 1987; Geden et al., 1988). No obstante, en el presente estudio no se observó una correlación significativa entre la abundancia de *O. aenescens* y *M.*

domestica (ambas emergieron de una misma muestra), lo que sugiere que, al menos bajo las condiciones de estudio, es más probable que *O. aenescens* se haya comportado como coprófaga.

La mayor emergencia de *Coproica* spp. de las muestras tratadas con timol podría tener menor relación con este compuesto y ser una consecuencia indirecta del menor desarrollo de *M. domestica*. Así, en carroña se ha observado que miembros de la familia Sphaeroceridae son competidores menores respecto a otros órdenes como Calliphoridae, y que cumplen un rol importante como descomponedores en aquellos sustratos inaccesibles o inadecuados para califóridos (Buck et al., 1997).

En conclusión, el rociado de guano de *Coturnix coturnix* con timol o isoeugenol afecta de forma variable el número de moscas emergentes, reduciendo el timol el número de *M. domestica* y de *O. aenescens*, prolongando los tiempos de desarrollo de la primera y acortando el tiempo de emergencia de *O. aenescens*, y aumentando la producción de *Coproica* spp.

BIBLIOGRAFÍA

- Ajero C., B. Nwoke, N. Okolie, H. Nwanjo, G. Oze, M. Okafor, D. Nwosu, B. Anayaehi, G. Uloneme. 2007. Human nematode ova in Cyclorrhaphan in Owerri, South Eastern Nigeria. *Research J. Med. Sciences* 1: 110-112.
- ANMAT. 1995. Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. Código Alimentario Nacional. Capítulo XVI. Correctivos y Coadyuvantes.
http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_XVI.pdf
- Axtell R.C., J.J. Arends. 1990. Ecology and management of arthropod pest of poultry. *Ann. Rev. Entomol.* 35: 101-126.
- Balzarini M.G., L. Gonzalez, M. Tablada, F. Casanoves, J.A. Di Rienzo, C.W. Robledo. 2008. *Infostat Manual del Usuario*, Editorial Brujas, Córdoba.
- Barnard D.R. 2003. Control of fly-borne diseases. *Pesticide Outlook* 14: 222-228.
- Bejar V., J. Chumpitaz, E. Pareja, E. Valencia, A. Huamán, C. Sevilla, M. Tapia, G. Saez. 2006. *Musca domestica* como vector mecánico de bacterias enteropatógenas en mercados y basurales de Lima y Callao. *Rev. Perú. Med. Exp. Salud Publica* 23: 39-43.
- Bisseleua H., S. Gbewonyo, D. Obeng-Ofori. 2008. Toxicity, growth regulatory and repellent activities of medicinal plant extracts on *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *African J. Biotechnol.* 7: 4635-4642.
- Buck M. 1997. Sphaeroceridae (Diptera) reared from various types of carrion and other decaying substrates in Southern Germany, including new faunistic data on some rarely collected species. *Eur. J. Entomol.* 94: 137-151.
- Buckley D.A. 2007. Fragrance ingredient labelling in products on sale in the U.K. *Br. J. Dermatol.* (1980). 16th ed. (A. Osol, Ed.), p. 1001. Mack Publishing Company, Easton, PA. *Br. J. Dermatol.* 157: 295-300.

- Bulla L. 1994. An index of evenness and its associated diversity measure. *Oikos* 70: 167-171.
- Camarillo de la Rosa G. 2009. Actividad Biológica de extractos de *Tagetes filifolia* Lag. En la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* West. (Hemiptera: Aleyrididae). Tesis de Maestría. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Montecillo, México. 53pp.
- Cárdenas M., R. Martínez. 2004. Protozoarios parásitos de importancia en salud pública transportados por *Musca domestica* Linnaeus en Lima, Perú. *Rev. Perú. Biol.* 11: 149-153.
- Cervený L., A. Krejčíková, A. Marhoul, V. Ruzika. 1987. Isomerization of eugenol to isoeugenol – kinetic studies. *React. Kinet. Catal. Lett.* 33: 471-476.
- Coats R.D., L.L. Karr, C.D. Drewes. 1991. Toxicity and neurotoxic effects of monoterpenoids in insects and earthworm. En: Naturally pest bioregulators. ACS Symposium Series 449, Hedin, P.A., Ed; ACS: Washintong, DC, USA. Pp 306-316.
- Cook D., I. Dadour, N. Keals. 1990. Stable fly, house fly (Diptera: Muscidae), and other nuisance fly development in poultry litter associated with horticultural crop production. *J. Econ. Entomol.* 92: 1352-1357.
- Crespo D., R. Leucona, J. Hogsette. 1998. Biological Control: An important component in integrated management of *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) in caged-layer poultry houses in Buenos Aires, Argentina. *Biol. Control* 13: 16-24.
- Deans S.G., K.P. Svoboda., M. Gundidza, E.J. Brechany. 1992. Essential oil profiles of several temperate and tropical aromatic plants: their antimicrobial and antioxidant activities. *Acta Horticulturae* 306: 229-232.
- Demole E., C. Demole, P. Enggist. 1976. A chemical investigation of the volatile constituents of East Indian sandalwood oil (*Santalum album* L.). *Helv. Chim. Acta* 59: 737-747.

- Dewick P.M. 2002. Medicinal natural products. A biosynthetic approach. 167-230. Second Ed. John Wiley & Sons, Ltd. West Sussex. 507pp.
- Emerson P.M., R.L. Bailey, G.E.L. Walrven, S.W. Lindsay. 2001. Human and other faeces as breeding media of the trachoma vector *Musca sorbens*. Med. & Vet. Entomol. 15: 314-320.
- E.P.A. 1993. R.E.D. FACTS. Thymol. United States Environmental Protection Agency. Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances (7508W) EPA-738-F-93-010.
- Ezeonu F., G. Chidume, S. Udedi. 2001. Insecticidal properties of volatile extracts of orange peels. Biores. Technol. 76: 273-274.
- Farkas R., J. Hogsette, L. Börzönyi. 1998. Development of *Hydrotaea aenescens* and *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) in poultry and pig manure of different moisture content. Environ. Entomol. 27: 695-699.
- Flores J.M., J.A. Ruiz, J.M. Ruiz, F. Puerta, F. Campano. 1996. Avances en el estudio de los tratamientos naturales contra *Varroa jacobsoni*. II Congreso de la Sociedad Española de agricultura Ecológica. Pamplona-Iruña.
- Geden C. J., R:E: Stinner, R.C. Axtell. 1988. Predation by predators of the house fly in poultry manure: Effectsof predator density, feeding history, interspecific interference, and field conditions. Environmental –Entomology. 17: 320-29.
- Gleiser R.M., J.A. Zygadlo. 2007. Insecticidal properties of essential oils from *Lippia turbinata* and *Lippia polystachya* (Verbenaceae) against *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). Parasitol. Res. 101: 1349–1354.
- Gleiser R.M., J.A. Zygadlo. 2009. Essential oils as potential bioactive compounds against mosquitoes. Pp 53-76. In: Imperato F., Recent Advances in Phytochemistry. Research Signpost. Kerala.
- Graczykt T.K., M. Cranfield, M.R. Fayer, H. Bixler. 1999. House flies (*Musca domestica*) as transport host of *Cryptosporidium parvum*. Am. J. Trop. Med. Hyg. 61: 500-504.

- Gregor J., D. Eza, E. Oigusuku, M. Furlong. 2008. Uso de Insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Rev. Peru. Med. Exp. Salud Pública* 25: 74-100.
- Guimaraes J. H. 1983. Moscas, biología, ecología e controle. *Agroquímica, Ciba-Geigy*. 21: 24-25.
- Hattori R., S. Murake, T. Yoshida. 1978. Chemical composition of the absolute from gardenia flower. *Agric. Biol. Chem.* 42: 1351-1356.
- Hawley's Condensed Chemical Dictionary. 2001. 14th ed. (R.J. Lewis, Sr., Ed.), p. 625. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Huang Y., S.H. Ho, H-C. Lee, Y-L. Yap. 2002. Insecticidal properties of eugenol, isoeugenol and methyleugenol and their effects on nutrition of *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Jour. Stored Products Res.* 38: 403-412.
- Isman M.B. 2006. Botanical insecticides, deterrent, and repellent in modern agriculture and increasingly regulated world. *Ann Rev Entomol* 51: 45-66.
- Kang S.H., M-K. Kim, D-K. Seo, D-J. Noh, J-O. Yang, C.M. Yoon, G-H. Kim. 2009. Comparative repellency of essential oils against *Culex pipiens pallens* (Diptera: Culicidae). *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 52: 353-359.
- Keiding J. 1986. The housefly. Biology and control. Vector Control Series. WHO/VBC/86.937.
- Kim E-H., H-K. Kim, Y-J. Ahn. 2003. Acaricidal activity of clove bud oil compounds against *Dermatophagoides farinae* and *Dermatophagoides peronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae). *J. Agric. Food Chem.* 51: 885-889
- Klocke J. 1989. Plants compounds as sources and models of insect-control agents, in economic and medicinal plant research 3. U.S.A. 143pp.
- Larrain P., C. Salas. 2008. House Fly (*Musca domestica* L.) (Diptera: Muscidae) development in different types of manure. *Chilean J. Agricultural Res.* 68: 192-197.

- Lee S, R. Tsao, C. Peterson, JR. Coast JR. 1997. Insecticidal activity of monoterpenoids to western corn rootworm (Coleoptera:Chrycomelidae), twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae),and house fly (Diptera: Muscidae). J. Econ. Entomol. 90: 883–892.
- Leyva M., J. Tacoronte, M. Marquetti, D. Montada. 2008. Actividad insecticida de 3 aceites esenciales de plantas en *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). Rev. Cuba. Med. Trop. 60(3) http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602008000300005&lng=es&nrm=iso
- Liu N., X. Yue. 2001. Genetics of pyrethroid resistance in a strain (ALHF) of House Flies (Diptera: Muscidae). Pesticide Biochem. & Physiol. 70: 151–158.
- Lynch Ianniello I. 2012. Productividad de moscas en guano de codornices alimentadas con suplementos dietarios a base de aceites esenciales. Tesina de Grado. FCEF, UNC.
- Magurran A.E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Publishing, Cornwall. 256 pp.
- Mahfuz I., M. Khalequzzaman. 2007. Contact and fumigant toxicity of essential oils against *Callosobruchus maculatus*. Univ. J. Zool. Rajshahi Univ. 26: 63-66.
- Marin R.H., D.G. Satterlee. 2004. Cloacal gland and testes development in male Japanese Quail selected for divergent adrenocortical responsiveness. Poultry Science 83: 1028-1034.
- McAlpine J.F., B.V. Peterson, G.E. Shewell, H.J. Teskey, J.R. Vockeroth, D.M. Wood. 1981. Manual of Nearctic Diptera. Vol. I. Agriculture Canada Monograph 27, 674pp.
- McAlpine J.F., B.V. Peterson, G.E. Shewell, H.J. Teskey, J.R. Vockeroth, D.M. Wood. 1987. Manual of Nearctic Diptera. Vol. II. Agriculture Canada Monograph 28: 689-1146.

- Mookherjee B., R. Wilson, R. Schankel, I. Katz, J. Bitler. 1993. Semio activity of flavor and fragrance molecules on various insect species, in bioactive volatile compounds from Plańís. ACS Symposium, Series 525. Washington. 309 pp.
- Moon R.D., J. Hinton, S.D. O'rouke, D.R. Schmidt. 2001. Nutritional value of fresh and composted poultry manure for House Fly (Diptera: Muscidae) larvae. J. Econ. Entomol. 94: 1308-1317.
- Nazni W., M. Ursula, H. Lee, L. Sadiyah. 1998. Susceptibility of *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) from various breeding sites to community used insecticides. J. Vector Ecol. 23: 54-60.
- Nolan M. P. III., J. B. Kissam. 1987. Nuisance potencial of a dump fly, *Ophyra aenescens* (Díptera: Muscidae), Breeding at poultry farms. Environmental-Entomology.16:828-31.
- Oliveira C.V., R.P. Mello, J. D'Almeida. 2002. Dípteros muscóides como vetores mecânicos de ovos de helmintos em jardim zoológico, Brasil. Rev. Saúde Pública 5: 614-620.
- Opdyke D.L. 1975. Monographs on fragrance raw materials. Food Cosmet. Toxicol. 13 Suppl: 683-923.
- Padín S.B., J.A. Ringuelet, G.M. Dal Bello. 2000. Aceites esenciales para el control de insectos en granos. Anales de SAIPA - Sociedad Argentina para la Investigación de Productos Aromáticos. IX Congreso Nacional de Recursos Naturales Aromáticos y medicinales. Volumen XVI 13-19.
- Palacios S., A. Bertoni, Y. Rossi, R. Santander, A. Urzúa. 2009. Efficacy of essential oils from edible plants as insecticides against the House Fly, *Musca domestica* L. Molecules 14: 1938-1947.
- Pavela R. 2005. Insecticidal activity of some essential oils against larvae of *Spodoptera littoralis*. Fitoterapia 76: 691-696.
- Pavela R. 2007. Possibilities of botanical insecticide exploitation in plant protection. Pest. Technol. 1: 47-52.

- Pavela R. 2008. Insecticidal properties of several essentials oils on the house fly (*Musca domestica* L.). *Phytother. Res.* 22: 274–278.
- Pavela R. 2011. Insecticidal properties of phenols on *Culex quinquefasciatus* Say and *Musca domestica* L. *Parasitol. Res.* 109: 1547-53.
- Putz B. 2000. Biología, opciones del control y el impacto de las molestias de la mosca en granjas avícolas. *Memorias del XXI Seminario Avícola Internacional.* Amevea.
- Ramírez E. J., J.M.I Gómez. M.J. Cotes, C. E. Núñez. 2010. Efecto insecticida de los aceites esenciales de algunas lamiáceas sobre *Tecia solanivora* Povolny en condiciones de laboratorio. *Agronomía Colombiana* 28: 255-263.
- Remington's Pharmaceutical Sciences .1980. 16th ed. (A. Osol, Ed.), p. 1001. Mack Publishing Company.
- Rice P.J., J.R. Coats . 1994. Insecticidal properties of several monoterpenoids to the house fly (Diptera: Muscidae), red flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae), and southern corn rootworm (Coleoptera: Chrycomelidae). *J. Econ. Entomol.* 87:1172 –1179.
- Ricciardi A., G. Esquivel. 1986. Plantas de posible utilidad en el control de insectos. *SAIPA7*: 40-64.
- Ruiz J.A., J. M. Flores, J. M. Ruz, F. Puerta, F. Campano. 1998. El timol como tratamiento natural de elección contra *Varroa jacobsoni* Oud. Centro Andaluz cultura Ecológica (CAAPE) Córdoba (ESPAÑA).
- Scott J.G., T.G. Alefantis, P.E. Kaufmann, D.A. Rutz. 2000. Insecticide resistance in house flies from caged-layer poultry facilities. *Pest. Manag. Sci.* 56: 147–153.
- Shane S.M. 2008. Shell defects impact profits. *Egg Industry* 12-20. Disponible en: <http://www.WATTpoultry.com>
- Singh G., R.K. Upadhyay. 1993. Essential oils a potent source of natural pesticides. *J. Sci. Ind. Res.* 52: 676–683.

- Skidmore P. 1985. The Biology of the Muscidae of the World. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht. 550 pp
- Sukontason K., N. Boonchu, K. Sukontason, W. Choochote. 2004a. Effects of eucalyptol on house fly (Diptera: Muscidae) and blow fly (Diptera: Calliphoridae). Rev. Inst. Med. Trop. S. Paulo 46: 97-101.
- Sukontason K., K. Sukontason, N. Boonchu, S. Piangjai. 2004b. Some ultrastructural superficial changes in House Fly (Diptera: Muscidae) and Blow Fly (Diptera: Calliphoridae) larvae induced by Eucalyptol Oil. Rev. Inst. Med. Trop. S. Paulo 46: 263-267.
- Szostakowska B., W. Kruminis-Lozowska, M. Racewicz, R. Knight, L. Tamang, P. Myjak, T. Graczyk. 2004. *Cryptosporidium parvum* and *Giardia lamblia* recovered from flies on a cattle farm and in a landfill. Appl. & Environ. Microbiol. 70: 3742-3744.
- Tarelli G., R. Alzogaray, P. Mariategui, N. Urretabizcaya, C. Speycis, E. Zerba. 2004. Efecto de volteo de aceites esenciales sobre *Haematobia irritans* (L.) y *Musca domestica* (L). 27° Congreso Argentino de Producción Animal, Tandil. Disponible en: <http://www.aapa.org.ar/congresos/2004/SaPdf/SA14.pdf>
- Tarelli G., E.N. Zerba, R.A. Alzogaray. 2009. Toxicity to vapor exposure and topical application of essential oils and monoterpenes on *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). J. Econ. Entomol. 102: 1383-1388.
- Verde M., J. Demedio. 2005. Evaluación de la eficacia del producto orgánico APILIFE Var, como parte de la lucha integrada para el control de la Varroasis en *Apis mellifera*. 1er. Congreso de Apicultura del Mercosur. 24, 25 y 26 de Junio, 2005. Punta del Este. Uruguay. http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/sanidad/190_productos_organicos_varroasis.pdf
- Waliwitiya R., M.B. Isman, R. Vernon, A. Riseman. 2005. Insecticidal Activity of selected Monoterpenoids and Rosemary Oil to *Agriotes obscurus* (Coleoptera: Elateridae) J. Econ. Entomol. 98: 1560-1565

Wynder E.L., D. Hoffmann. 1967. Tobacco and tobacco smoke: Studies in experimental carcinogenesis. Academic Press, New York. 389 pp.

Yamada M., Y. Okada, T. Yoshida, T. Nagasawa. 2008. Vanillin production using *Escherichia coli* cells over-expressing isoeugenol monooxygenase of *Pseudomonas putida*. Biotechnol. Lett. 30: 665-670.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Relevamiento y Evaluación de Recursos Agrícolas y Naturales (C.R.E.A.N.), ciudad de Córdoba, Argentina, por facilitar instalaciones, infraestructura y equipamiento necesarios para realizar el plan de trabajo.

Al área Ciencia Avícola del ICTA y en particular al Dr. Raúl H. Marin por facilitar las muestras de guano de codornices.

A la Dra. Raquel M. Gleiser por aceptarme para realizar esta tesina bajo su dirección. Por su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas.

A la Dra. Moira Battán Horenstein por asesoramiento en la determinación taxonómica de las moscas.

Al Dr. Agustín Luna por su colaboración en la preparación de las muestras.

Este estudio fue financiado parcialmente por S.E.C.Y.T.-U.N.C. y F.O.N.C.Y.T.

A mis abuelos, Hilda y Egardo por su incondicionalidad. Por enseñarme que la honestidad, la perseverancia y el esfuerzo son los caminos para lograr objetivos.

Un agradecimiento profundo y sentido a mis padres, Lorna y Mario por brindarme un hogar cálido y generoso. Sin su apoyo, colaboración y confianza habría sido imposible llevar a este momento.

A mi esposo, Ramiro por su cariño, comprensión y constante estímulo. Por su paciencia, entendimiento y por sobre todo por enseñarme a enfrentar mis miedos.

*Efecto Del Rociado De Guano De Codornices Con Componentes De Aceites Esenciales Sobre
La Emergencia De Moscas (Diptera)*

A mis amigas de la vida por ser mis secuaces, mi segunda familia. Por estar siempre presentes en los buenos y malos momentos.

A todas esas personas que formaron parte de mi vida, caminaron conmigo y ayudaron a que hoy termine este ciclo.



Tesinista
de Dio María Belén

-Córdoba--Nov./2012-