



Evaluación de aceites esenciales sobre *Tribolium castaneum*, plaga de grano almacenado

Adriana Felicetti

Docente tutor: Dra. Carolina Sánchez Chopa

Docentes consejeros: Dra. Lilian R. Descamps

Dr. Jorge A. J. Bizet Turovsky

Diciembre 2020

Departamento de Agronomía

Universidad Nacional del Sur



1. Introducción	
1.1. Aspectos generales	3
1.1.1. Generalidades de los granos.....	3
1.1.2. Almacenaje y conservación de granos.....	4
1.1.3. Insectos plagas en granos almacenados	4
1.1.4. Situación nacional	6
1.2. <i>Tribolium castaneum</i> Herbst (1797), gorgojo castaño de la harina	
1.2.1. Clasificación taxonómica	6
1.2.2. Descripción morfológica	7
1.2.3. Ciclo biológico	10
1.2.4. Alimentación.....	11
1.2.5. Daños.....	11
1.3. Métodos de control de insectos plaga de granos almacenado	11
1.3.1. Manejo integrado de plagas (MIP)	12
1.3.2. Insecticidas de origen vegetal	13
1.4. Aceites esenciales.....	14
1.5. <i>Aloysia citriodora</i>	
1.5.1. Clasificación taxonómica.....	16
1.5.2. Origen, distribución y manejo agronómico.....	16
1.5.3. Características morfológicas.....	17
1.5.4. Usos.....	17
1.5.5. Composición del aceite esencial	18
1.5.6. Bioactividad.....	18
1.6. <i>Aloysia polystachya</i>	
1.6.1. Clasificación taxonómica.....	19
1.6.2. Origen, distribución y manejo agronómico.....	19
1.6.3. Características morfológicas.....	20
1.6.4. Usos.....	20
1.6.5. Composición del aceite esencial	21
1.6.6. Bioactividad.....	21

2. Objetivos	21
3. Materiales y métodos	
3.1. Aceites esenciales.....	22
3.2. Insectos.....	22
3.3. Bioensayos.....	22
3.3.1. Índices nutricionales.....	22
3.3.2. Toxicidad por exposición a vapores	23
4. Resultados	
4.1. Índices nutricionales.....	25
4.2. Toxicidad por exposición a vapores	26
5. Discusión.....	31
6. Conclusión	33
Bibliografía.....	34

1.Introducción

1.1 Aspectos generales

1.1.1 Generalidades de los granos

Históricamente la Argentina ha formado parte del mercado internacional de trigo (Chimeno y Flexor, 2013) y el incremento de la producción de este cultivo permitió a nuestro país convertirse en uno de los principales exportadores del mundo (Martirén y Rayes, 2013).

La cosecha de trigo correspondiente a la campaña 2018/2019 alcanzó una producción de alrededor de los 19 millones de toneladas (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2019) y para el periodo 2019/2020 de 21 millones de toneladas (Bolsa de Comercio de Rosario, 2019). Las exportaciones de trigo en la campaña 2018/2019 fueron de 11,3 millones de toneladas (Bolsa de Comercio de Rosario, 2020) y de alrededor de 12,2 millones de toneladas en la campaña 2019/2020 (Bolsa de Comercio de Rosario, 2020).

El principal destino de la producción de trigo (*Triticum aestivum* L.) es la extracción de harina, sémola, almidón y de subproductos como salvado o afrecho utilizados en alimentación animal (Satorre *et al.*, 2003), por lo que algunos de sus componentes son subutilizados representando oportunidades de valor agregado (Chaquilla Quilca *et al.*, 2018).

A nivel mundial, las pérdidas por el ataque de plagas en granos almacenados representan alrededor del 10% de la producción. La situación se agrava en los lugares tropicales (Romero Neyra, 2016). En Argentina, se estiman entre el 7 y el 10% en la etapa de poscosecha (Descamps *et al.*, 2004; Stefanazzi *et al.*, 2006) afectando la calidad y cantidad de los granos almacenados.

1.1.2 Almacenaje y conservación de granos

En Argentina, el acopio de granos supera los 6 meses, período suficientemente largo como para que los productos se vean afectados (López García, 2018).

Los granos son organismos vivientes que en el proceso de respiración absorben oxígeno del medio y al mismo tiempo liberan calor, agua y dióxido de carbono (Mendoza Elos *et al.*, 2016).

La humedad y la temperatura son dos variables que afectan la actividad de los granos y la de los organismos que viven en el granel (Blanco Valdes *et al.*, 2016). Por ello, es importante mantener un valor constante de temperatura y humedad para mantener la sanidad de la masa de granos (Feitó Cespón *et al.*, 2015).

Si se supera la humedad de recibo el deterioro de los granos aumenta, debido al desarrollo de hongos, levaduras, bacterias (Inta Precop, 2007) e insectos (Arias, 1993). La humedad de almacenamiento segura de los granos es del 14%, con una humedad relativa de equilibrio de 65-70% (Roskopf, 2015). Además, la temperatura de la masa granaria incide sobre la vida y capacidad reproductiva de los insectos (Roskopf, 2015). El rango óptimo de crecimiento para la mayoría de las plagas de almacenaje ronda entre 25 a 35°C (Manandhar *et al.*, 2018).

1.1.3 Insectos plagas en granos almacenados

A nivel mundial se citan más de 1000 especies de insectos infestando los productos almacenados. Entre los representantes de mayor importancia se hallan los insectos pertenecientes a los órdenes Coleoptera y Lepidóptera (De Los Mozos Pascual, 1997).

En general estos individuos pueden producir daño directo e indirecto (De Durana, 2012). Los daños directos se ocasionan cuando consumen el grano, alimentándose del embrión o endosperma, lo que causa pérdida de peso, reducción del poder germinativo y menor cantidad de nutrientes (Arias, 1993). Entre los daños indirectos, la presencia de individuos muertos, y los excrementos y exuvias generan un aumento en el porcentaje de materia extraña en el granel (Abadía y Bartosik, 2013). Por otra parte, la actividad biológica de los insectos causa el calentamiento del grano, promoviendo el desarrollo de hongos y micotoxinas (Fusé *et al.*, 2013).

Según (Massoni *et al.*, 2009) existen tres orígenes de infestación de los granos:

- Ataque a campo, con presencia de insectos en el cultivo, por lo que, cuando el grano se cosecha, es transportado junto al mismo hasta el acopio.
- Por migración de insectos, principalmente voladores, desde el campo al depósito o bien de una instalación infestada a otra sana.
- Por material contaminado, que permanece en el interior de los silos proveniente de campañas anteriores. Los insectos pueden refugiarse y permanecer en los residuos ya que tienen la capacidad de soportar largos periodos sin alimentarse.

Las plagas que atacan los productos almacenados se clasifican en primarias y secundarias. Las primarias corresponden a aquellas que se alimentan y se reproducen en granos sanos (Sarwar, 2015). En esta categoría se encuentran: *Sitophilus* spp. (gorgojos), *Rhyzopertha dominica* F. (taladrillo de los cereales) (Torres Cortes *et al.*, 2016) y *Sitotroga cerealella* Oliv. (palomita de los cereales) (Casadío, 1994). Las plagas secundarias son aquellas que prosperan en granos ya dañados o partidos y cuyo ciclo de vida transcurre fuera de los mismos (Arias, 1993). Entre estos podemos citar a: *Tribolium confusum*

Duv. (gorgojo confuso de la harina) y *T. castaneum* Herbst. (gorgojo castaño de la harina) (Robledo Robledo, 1986); *Cryptolestes ferrugineus* Steph. (carcoma achatada), *Tenebroides mauritanicus* L. (carcoma grande) (Rodríguez *et al.*, 2008), *Oryzaephilus surinamensis* L. (carcoma dentada), *Ephestia (Anagasta) kuehniella* Zell. (polilla de la harina) y *Plodia interpunctella* Hbn. (polilla de la fruta fresca) (Casadío, 1994).

1.1.4 Situación nacional

En Argentina, los estándares de comercialización prohíben el comercio de mercadería con insectos vivos (Descamps *et al.*, 2011). En relevamientos realizados en la zona de influencia del Puerto de Ingeniero White, Bahía Blanca, se determinó que las especies plagas más relevantes fueron *S. oryzae* y *T. castaneum* (Descamps, 2002).

1.2 *Tribolium castaneum* Herbst (1797), gorgojo castaño de la harina

1.2.1 Clasificación taxonómica

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Suborden: Polyphaga

Superfamilia: Tenebrionoidea

Familia: Tenebrionidae

Género: *Tribolium*

Especie: *T. castaneum* Herbst

Tribolium castaneum (Herbst, 1797), tiene amplia distribución en el mundo (Olivero-Verbel *et al.*, 2010).

Pertenece al Orden de los Coleópteros, Familia Tenebrionidae que contiene más de 10.000 especies conocidas, de las cuales 100 se encuentran asociadas a los productos almacenados (Faroni y De Sousa, 2006).

1.2.2 Descripción morfológica

Adultos

Miden entre 3 - 4,5 mm de largo y el cuerpo es de color marrón rojizo (Rees, 2007) (Fig.1). Los élitros presentan estrías longitudinales con puntos separados entre ellas (Mareggiani, 1999) y se lo identifica por los últimos tres segmentos de las antenas que son marcadamente más grandes. Los ojos son grandes y la distancia que hay entre ellos es igual al diámetro (Arias Velasquez y Dell 'Orto Trivelli, 1983).



Figura 1. *Tribolium castaneum* (<http://entnemdept.ufl.edu/creatures/>).

Huevos

Blancos, diminutos y alargados, recién ovipuestos están cubiertos de una capa viscosa que cumple la función de adherirse a las superficies facilitando la infestación (Dell 'Orto Trivelli y Arias Velázquez, 1985). Son de difícil detección (Fig.2).



Figura 2. Huevos de *T. castaneum* (Villaverde, 2014).

Larva

Mide aproximadamente 4 mm de longitud, delgada, cilíndrica, de color blanco con tintes amarillentos, de cabeza oscura y en el extremo posterior poseen dos apéndices delgados y agudos (Pérez Ocampo, 2012) (Fig.3).

Presentan fototropismo negativo provocando que huyan de la luz y se refugien en el interior de los productos.



Figura 3. Larva de *T. castaneum* (<http://entnemdept.ufl.edu/creatures/>).

Pupa

Al principio es blanca, gradualmente cambia a amarillo, después a café y finalmente se transforma en adulto (Fig.4).



Figura 4. Pupa de *T. castaneum* (Villaverde, 2014).

En el estado pupal se facilita la diferenciación de los sexos, debido a que la hembra presenta papilas genitales en su parte caudal. Estas papilas son dos proyecciones cónicas características (Fig.5.A). El macho las exhibe en forma de una placa cóncava de apariencia delicada y brillante (Fig. 5.B) (Villaverde, 2014).

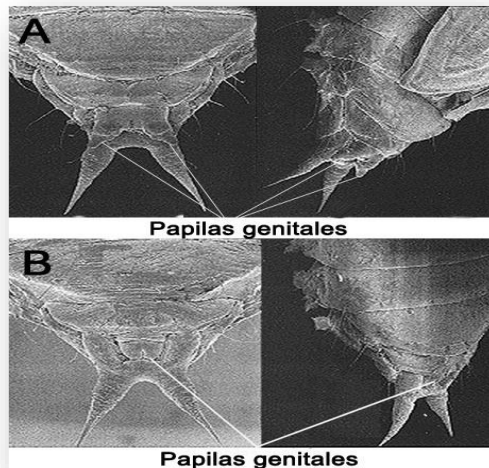


Figura 5. A. Extremo caudal de una pupa hembra de *T. castaneum* **B.** Extremo caudal de una pupa macho de *T. castaneum* (Villaverde, 2014).

1.2.3 Ciclo biológico

Posee metamorfosis completa y pasa por los estados de huevo, larva, pupa y adulto (Fig.6). La duración del ciclo puede variar según el alimento suministrado, la temperatura y humedad (Mondragón y Contreras Peña, 2015).

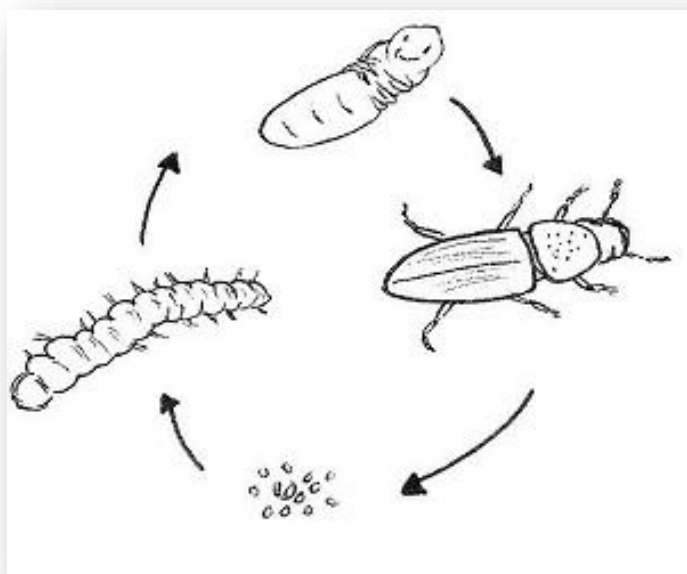


Figura 6. Ciclo biológico de *T. castaneum* (<https://zooplagas.wordpress.com>).

Las hembras colocan entre 450 - 600 huevos entre la harina y los residuos de los granos. El periodo de incubación es de 5 a 12 días, y de los huevos emergen las larvas cilíndricas y estrechas. En aproximadamente 25 a 30 días se completa su ciclo de vida. Esos insectos viven aproximadamente un año y poseen de 3 a 5 generaciones anuales (Descamps *et al.*, 1997).

El ciclo biológico de *T. castaneum* dura aproximadamente 20 días a $35 \pm 37^{\circ}\text{C}$ y 70% de humedad relativa. La temperatura para su desarrollo varía de 20 a 40°C y la humedad relativa de 30 a 90%. Con una temperatura menor a 20°C la larva se desarrolla, pero la pupa no tiene la capacidad de transformarse en adulto (Dell Orto Trivelli y Arias Velázquez, 1985).

1.2.4 Alimentación

Son plagas de infestación secundaria y se desarrollan en granos con alto nivel de impurezas y en aquellos dañados por el manejo (Lopes da Silva *et al.*, 1998). Se alimentan de cereales quebrados o que han sido perjudicados por plagas primarias, productos de molienda como harinas, polvillos de los granos, alimentos balanceados, frutas secas (Dal Bello y Padín, 2006), porotos, arvejas, y otras legumbres, nueces, chocolate, maní, arroz, tabaco y jengibre (Bado, 2004). La cantidad de carbohidratos, la cantidad y calidad de esteroides, el contenido de humedad del alimento y la cantidad y calidad de vitaminas del grupo B, son factores que regulan el aumento de la población de este insecto (Valero Cervantes, 1999).

1.2.5 Daños

Durante su alimentación *T. castaneum* produce una gran cantidad de polvo que junto a los excrementos y exuvias contaminan y favorecen la aparición de microorganismos, perjudicando la calidad de los productos a comercializar (Casarin Maciel, 2016).

Tiene preferencia por desarrollar en harinas produciendo en las mismas un color grisáceo y un olor acre, características organolépticas que las torna no aptas para consumo humano (Oviedo-Sarmiento, 2019).

1.3 Métodos de control de insectos plaga de granos almacenados

En la actualidad, las medidas de control de plagas se basan principalmente en la aplicación de insecticidas de síntesis química (López García, 2018). En nuestro país, los más utilizados son los insecticidas convencionales como organofosforados (metil clorpirifós, metil pirimifós y mercaptotión) y piretroides (deltametrina, permetrina) (De Durana, 2012) en ocasiones sinergizados con

butóxido de piperonilo (Russo, 2013). Otra medida de control es la fumigación con gas fosfina, este es el único método capaz de eliminar todos los estadios del ciclo de vida de los insectos y no posee poder residual (Ferrari *et al.*, 2017).

El incremento del uso de plaguicidas ha ocasionado efectos perjudiciales sobre el agroecosistema y el desarrollo de resistencia de los insectos a diferentes insecticidas (López García, 2018). Los insectos presentan sistemas enzimáticos responsables del metabolismo e inhibición de insecticidas (Cerna Chávez *et al.*, 2014), lo cual genera una serie de reacciones metabólicas que dan como resultado subproductos menos tóxicos que son excretados con mayor facilidad (García Rojas *et al.*, 2017). En Argentina, el primer caso de resistencia fue detectado en poblaciones de *T. castaneum* y *S. oryzae* (López García, 2018). A fin de subsanar fallas en el control, se incrementaron las dosis de aplicación inicial con serias consecuencias para el medioambiente ocasionando acumulación de principios activos en el agua, suelo, aire y alimentos (Wolansky, 2011). Este aspecto representa un importante riesgo para la salud humana (Fernández Ruiz *et al.*, 2018). Además, existen otros impactos negativos como la reaparición de plagas controladas, el surgimiento de plagas secundarias (Vera, 2000) e incluso la eliminación de insectos benéficos (Rodríguez, 2019).

1.3.1 Manejo integrado de plagas (MIP)

El MIP consiste en la utilización de métodos físicos, mecánicos, químicos, biológicos, genéticos, legales y culturales para el control de plagas. Tiene como objetivos reducir el daño que ocasionan las plagas, disminuir los costos de protección de los cultivos y mitigar los efectos colaterales indeseables causados por los insecticidas (Valido, 1998). Estos métodos se aplican en tres etapas: prevención, observación y aplicación. Es una técnica que aspira a reducir o eliminar el uso de plaguicidas (De Durana, 2012).

1.3.2 Insecticidas de origen vegetal

El empleo de plaguicidas de origen botánico se remonta al menos a dos milenios en la antigua China, Egipto, Grecia y la India. Incluso en Europa y América del Norte se reporta el inicio de su utilización 150 años antes de la aparición de los plaguicidas sintéticos (Pérez López, 2012).

Alrededor de unas 2500 especies vegetales poseen propiedades insecticidas (Silva *et al.*, 2002). Estas especies contienen una variedad de productos químicos bioactivos, muchos de los cuales son selectivos y tienen poco o ningún efecto dañino sobre otros organismos y el medio ambiente (Khani y Asghari, 2012).

Los insecticidas de origen vegetal se presentan como polvos, extractos vegetales o aceites esenciales (Arias *et al.*, 2017). En la actualidad, los aceites esenciales y los extractos vegetales son los compuestos más ensayados para el control de insectos plaga (Descamps *et al.*, 2008).

La bibliografía cita numerosos trabajos relacionados con el uso de derivados vegetales para el control de plagas de granos almacenados.

En las dos plagas de almacenaje, *T. castaneum* y *S. oryzae* los extractos hexánicos y alcohólicos de *Ocimum viride* Willd., provocaron repelencia e inhibición de la alimentación y una disminución del 25% de supervivencia a concentraciones de 0,1 mg/ml luego de 10 días de tratamiento (Owusu, 2001).

Varios autores han demostrado que extractos de baja polaridad de *Ageratum conyzoides* L. producen efectos repelentes e inhibición alimentaria en *T. castaneum* y *S. oryzae* (Alonso Amelot *et al.*, 2003). Además, se ha observado actividad repelente al utilizar los polvos vegetales de *Argemone mexicana* L.,

Prosopis juliflora (SW) DC. y *Tephrosia purpurea* (L.) Pers. contra *T. castaneum* (Pugazhvendan *et al.*, 2009).

Por otro lado, el polvo y aceite esencial de *Schinus molle* L generaron toxicidad insecticida por contacto y efecto repelente e inhibición de la alimentación en *S. zeamais* (Arias *et al.*, 2017).

1.4 Aceites esenciales

Los compuestos químicos que cumplen funciones no esenciales en las plantas, pero poseen ventajas selectivas interviniendo en las interacciones ecológicas entre la planta y el ambiente, son llamados metabolitos secundarios (Valares Masa, 2011). Estos tienen diversas funciones pudiendo actuar como defensivos, en la disminución de la digestibilidad e inhibidores del desarrollo de insectos, hongos y bacterias (Sepúlveda Vázquez *et al.*, 2018).

Los aceites esenciales (AEs) son el producto final del metabolismo secundario de las plantas y están formados por constituyentes químicos volátiles, así como compuestos aromáticos y alifáticos que aportan olor, sabor y actividad biológica (Ordaz *et al.*, 2011).

Los AEs contienen hasta 100 compuestos químicos orgánicos, provenientes de la familia de los terpenos o terpenoides (Rodríguez Álvarez *et al.*, 2012) como los monoterpenos, los sesquiterpenos y los triterpenos.

Los monoterpenos representan las moléculas más abundantes, destacándose los monoterpenos oxigenados (1,8-cineol, linalol, alcanfor, carvacrol), los hidrocarbonados (α -pineno, β -pineno, limoneno, p-cimeno) y ésteres monoterpénicos (acetato de linalilo) (Santana *et al.*, 2012). Estos compuestos son altamente selectivos ya que intervienen sobre los receptores de la octopamina presentes únicamente en invertebrados (Espitia Yanes, 2011). Además, los monoterpenos y sesquiterpenos causan neurotoxicidad en insectos

al inhibir la actividad de la acetilcolinesterasa (Rodríguez *et al.*, 2010). Por último, los triterpenos poseen efecto tóxico cuando se aplican por topicación sobre la cutícula de los insectos (Pungitore *et al.*, 2005).

Los AEs son utilizados principalmente en perfumería, cosmética y en la industria farmacéutica y alimentaria (Palacios Ambrocio y Castillo Martínez, 2015).

Se ha demostrado que pueden actuar como fumigantes en los productos almacenados, insecticidas de contacto, provocar efectos antialimentarios o repelentes y también afectar algunos parámetros biológicos como la tasa de crecimiento, la vida útil y la reproducción (Mondal y Khalequzzaman, 2006).

Se ha observado que los aceites esenciales de *Lippia organoides*, *Citrus sinensis* y *Cymbopogon nardus* mostraron actividad repelente contra *T. castaneum* (Olivero Verbel *et al.*, 2009) al igual que el aceite esencial de *Bursera graveolens* (Fernández-Ruiz *et al.*, 2018).

Por otra parte, se registró el efecto insecticida al utilizar los aceites de *Mentha piperita* y *Piper nigrum* sobre *S. oryzae* y *Corcyra cephalonica* (Khani *et al.*, 2012). Además, la fracción volátil del aceite de *Eucalyptus globulus* presentó actividad insecticida sobre *R. dominica* (Reyes Guzmán *et al.*, 2012).

Los aceites esenciales de *Thymus vulgaris*, *Origanum vulgare* y *Mentha spicata* ejercieron efecto insecticida de contacto y repelente contra adultos de *S. zeamais* y *Acanthoscelides obtectus* (Chávez-Díaz, *et al.* 2016).

Varios autores han demostrado que el aceite de *Laureliopsis philippiana* produce actividad insecticida de contacto y fumigante, así como repelente y antialimentario contra adultos de *Sitophilus* spp (Norambuena *et al.*, 2016). Vallejo-González y Nágera-Rincón (2016) han evaluado el efecto fumigante de los aceites esenciales *Tagetes lucida* y *Cosmos bipinnatus* sobre *S. zeamais*.

Diversos autores han demostrado que los aceites de alcaravea, lavanda y cebolla resultaron ser efectivos para el control de *T. castaneum* y *O. surinamensis*, afectando las etapas de desarrollo de *T. castaneum* provocando una disminución de la emergencia de adultos y en la fecundidad (Gharsan *et al.*, 2018).

1.5 *Aloysia citriodora*

1.5.1 Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Lamiales

Familia: Verbenaceae

Género: *Aloysia*

Especie: *Aloysia citriodora* (Palau, 1784)

1.5.2 Origen, distribución y manejo agronómico

Aloysia citriodora Palau, conocida con el nombre vulgar de Cedrón o Yerba Luisa, es una planta originaria de América del Sur y constituye una de las especies más sobreexplotadas en nuestro país (Severin *et al.*, 2005).

Se desarrolla en suelos buenos, de consistencia media, sueltos, permeables, profundos con pH entre 6,5-7,2, más bien frescos, pero no húmedos, ya que, el exceso de agua favorece la podredumbre de las raíces (Alonso y Desmarchelier, 2015). Se adapta a variedades de pisos térmicos, pero no resiste la sequía (Alarcón Restrepo, 2011). Se puede propagar por división de matas, acodos, o estacas. La multiplicación por semillas no se realiza debido a su escaso poder germinativo (Alonso y Desmarchelier, 2015).

1.5.3 Características morfológicas

Arbusto de hasta 3 metros de altura, ocasionalmente con porte arbóreo, tallo leñoso, redondo, provisto de finas rayas longitudinales. Hojas simples, lanceoladas brevemente pecioladas. Sus flores son pequeñas, blancas, dispuestas en espigas terminales. Posee un aroma característico cuando se restriegan sus hojas (Dellacassa y Bandoni, 2003). El fruto es un esquizocarpo con cáliz persistente (Alonso y Desmarchelier, 2015) (Fig.7).



Figura 7. *Aloysia citriodora* (www.darwin.edu.ar).

1.5.4 Usos

Las infusiones de sus hojas se utilizan por su propiedad como antiespasmódico, antibacteriano, antimicótico, expectorante, estomacal (Severin *et al.*, 2006), antipirético (López Nigro *et al.*, 2009), antihistamínico, anticancerígeno y fungicida (Anaya Huánuco, 2018). Además, de efectos carminativos y sedante suave (Gattuso *et al.*, 2008).

1.5.5 Composición del aceite esencial

La composición química del aceite esencial es variable y depende del método de extracción, su duración, la temperatura, el estado de la procedencia de la planta y de las condiciones geobotánicas y agrícolas del cultivo (Rojas *et al.*, 2012). Su sensibilidad a la exposición solar, calor y oxígeno provoca un aumento en la densidad del aceite esencial (García Jara, 2017).

Según, Dellacassa y Bandoni, (2003) el rendimiento del aceite esencial fluctúa entre 0,2 y 1%, dependiendo de factores endógenos y exógenos.

Contiene aproximadamente 120 principios activos diferentes entre los que se destacan limoneno, citral, linalol, cineol, geraniol, terpineol, cariofileno y neral (Medina Caiminagua, 2015). El citral compuesto por geranial y neral (Cerón Salazar, 2009) es el componente mayoritario del aceite esencial (38-40%), se caracteriza por un fuerte olor a limón (Devia Luna y Rodríguez Nova, 2016) y es utilizado comercialmente como repelente de insectos (Benzi *et al.*, 2014). El limoneno (7-11%) (Anaya Huánuco, 2018), otro de los principales componentes en el aceite se caracteriza por su fragancia cítrica y fresca y es utilizado como insecticida botánico (Hunter, 2009).

1.5.6 Bioactividad

El extracto natural de *A. citriodora* posee efecto repelente contra el mosquito adulto de la especie *Aedes aegypti* (Devia Luna y Rodríguez Nova, 2016).

Además, se ha observado que este aceite posee propiedades repelentes y bioinsecticidas contra *T. castaneum* y *T. confusum* (Di Leo Lira, 2016). Este aceite esencial mostró actividad fumigante en adultos de *R. dominica* y *T. castaneum* (Ebadollahi y Razmjou, 2019).

1.6 *Aloysia polystachya*

1.6.1 Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Lamiales

Familia: Verbenaceae

Género: *Aloysia*

Especie: *Aloysia polystachya* (Griseb & Moldenke, 1940)

1.6.2 Origen, distribución y manejo agronómico

Es un arbusto de hojas aromáticas, originario de Argentina, que crece en las provincias de Salta, Tucumán, San Juan, La Rioja, Catamarca, San Luis, Chaco y Corrientes (Aguado *et al.*, 2007). Se conocen dos variedades de *A. polystachya* en nuestro país, una proveniente del noroeste y otra de la región del nordeste argentino (Gutiérrez, 2014).

Crece en suelos limosos, areno-limosos o de arena rojiza a 500 m.s.n.m. (González *et al.*, 2014). Requiere de terrenos profundos y fértiles y pleno sol (Guerrero Maldonado, 2008) y se adapta fácilmente a los cambios de suelo (Berardi, 2010).

En nuestro país no se cultiva *A. polystachya* a gran escala. En la mayoría de los casos su extracción se realiza de campos naturales y huertas familiares (Schroeder *et al.*, 2007).

1.6.3 Características morfológica

Arbusto aromático, de 0,5-2 m. de altura. Hojas alternas, discolores y lanceoladas (Steibel, 2000). Ramas largas, delgadas, multiestriadas, pubescentes y glabrescentes con la edad y entrenudos cortos. Racimos espiciformes, densos, subsésiles, solitarios o ramificados (Elechosa, 2009). Flores pequeñas, blanquecinas, muy aromáticas (Berardi, 2010). Fruto de tipo esquizocarpo, seco, indehiscente, castaño y rodeado por el cáliz (Fernández Pérez, 2014) (Fig.8).



Figura 8. *Aloysia polystachya* (www.darwin.edu.ar).

1.6.4 Usos

Es ampliamente utilizada como sedante, antiemético, para la dispepsia, la gastritis y para atenuar trastornos del tracto respiratorio (Sánchez Chopa y Descamps, 2015).

Sus hojas contienen derivados terpénicos, por lo que las infusiones tienen propiedades tónicas, carminativas y digestivas (Aguado *et al.*, 2006).

1.6.5 Composición del aceite esencial

La composición responde a dos quimiotipos bien definidos y estables, con variaciones porcentuales entre sus componentes. El primero presenta alto contenido de carvona (60-75%), acompañado de limoneno. El otro quimiotipo, tiene como componente destacado a la alfa tuyona (hasta 80%), junto con la beta tuyona (Elechosa, 2009).

1.6.6 Bioactividad

Los extractos hexánicos y etanólicos de hojas poseen efecto repelente en larvas y adultos de *T. castaneum* en todas las concentraciones y actividad fagodisuasiva leve en larvas y adultos (Gutiérrez *et al.*, 2008).

Varios autores han demostraron que el aceite esencial de *A. polystachya* posee efecto fumigante en adultos de *R. dominica* (Benzi *et al.*, 2009). Además, este aceite esencial causó toxicidad por contacto y por inmersión en adultos de *Diuraphis noxia* (Sánchez Chopa y Descamps, 2015).

Por otra parte, se ha observado efecto insecticida sobre larvas de *Plutella xylostella* (Descamps y Sánchez Chopa, 2019).

2. En base a lo expuesto los **objetivos** del siguiente trabajo fueron:

- Evaluar posibles efectos de los aceites esenciales de *Aloysia citriodora* y de *Aloysia polystachya* sobre la fisiología nutricional de adultos de *T. castaneum*.
- Evaluar el efecto fumigante de los aceites esenciales de *Aloysia citriodora* y de *Aloysia polystachya* sobre larvas y adultos de *T. castaneum*.

3. Materiales y Métodos

3.1 Aceites esenciales

Los aceites esenciales de *A. citriodora* y de *A. polystachya* fueron producidos y suministrados por el laboratorio de Zoología Agrícola del Dpto. de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur.

3.2 Insectos

Para los ensayos se utilizaron *T. castaneum* obtenidos y criados en el laboratorio de Zoología Agrícola, en condiciones controladas de temperatura y humedad relativa ($25 \pm 1^\circ \text{C}$, 60-70 % HR) y un fotoperiodo 12:12 (L:0) utilizando como alimento una mezcla de harina, trigo y leche en polvo en una proporción 1:13:1.

3.3 Bioensayos

3.3.1 Índices nutricionales

Para evaluar el efecto fagodisuasivo se prepararon discos de harina (Huang *et al.*, 2000). Partes alícuotas de 200 μl de una suspensión de harina en agua (10 g /50 ml) se colocaron en placas de plástico para formar los discos que se dejaron secar durante toda la noche. Para determinar el efecto antialimentario de los aceites esenciales se trataron discos de harina de trigo, que se pesaron y se colocaron en recipientes separados. Se preparó un grupo control con discos sin tratar. En cada recipiente se colocaron 10 insectos adultos previamente pesados en una balanza marca OHAU SAP210S (210 g. x 0,1mg.). Luego de 72 horas, se registró el peso de los discos, la mortalidad y el peso de los insectos vivos. Se realizaron tres réplicas.

Con los datos obtenidos se calcularon los Índices Nutricionales:

$$\text{Tasa de Crecimiento Relativa (TCR)} = \frac{A - B}{B \times \text{día}}$$

donde A = peso de los insectos vivos al tercer día/nº de insectos vivos al tercer día y B = peso original de los insectos/nº total de insectos.

$$\text{Tasa Relativa de Consumo (TRC)} = \frac{D}{B \times \text{día}}$$

donde D = biomasa ingerida (mg)/nº de insectos vivos al tercer día.

$$\text{Eficiencia de Conversión del Alimento Ingerido (ECAI) (\%)} = \frac{\text{TCR}}{\text{TRC}} \times 100$$

Los Índices nutricionales fueron analizados mediante la prueba de varianza ANOVA previa verificación de los supuestos de normalidad con el test de Shapiro-Wilks y de homocedasticidad con la prueba de Levene (InfoStat, 2018). Las medias fueron separadas mediante el test de diferencias mínimas significativas (DMS, $p \geq 0,05$).

3.3.2 Toxicidad por exposición a vapores

Se evaluó mediante la técnica utilizada por Tripathi *et al*, (2002). Tiras de papel de filtro se impregnaron con distintos volúmenes de los aceites esenciales. Los papeles de filtro tratados se colocaron en la tapa de frascos de vidrio de 130ml. Para realizar el ensayo, se utilizaron 10 larvas de 25 días de edad o 10 adultos. Se realizaron tres réplicas por concentración y se registró el número de individuos muertos a las 24h y a las 48h. Luego, se calculó el porcentaje de mortalidad.

Los datos fueron analizados mediante la prueba de varianza ANOVA previa verificación de los supuestos de normalidad con el test de Shapiro-Wilks y de

homocedasticidad con la prueba de Levene (InfoStat, 2018). Las medias fueron separadas mediante el test de diferencias mínimas significativas (DMS, $p \geq 0,05$).

4. Resultados

4.1 Índices nutricionales

En la Tabla 1 se presentan los índices nutricionales de los adultos de *T. castaneum* tratados con los aceites esenciales de *A. citriodora* y de *A. polystachya*.

Tabla 1. Efecto de los aceites esenciales de *A. citriodora* y de *A. polystachya* sobre los Índices Nutricionales (\pm E.S.) de los adultos de *T. castaneum*.

Aceites esenciales	Concentración %	TCR (g/g/día)	TRC (mg/g/día)	ECAI (%)
<i>A. citriodora</i>	20	-0,55 \pm 0,06 a	23,13 \pm 1,13 a	-2,39 \pm 0,30 a
	10	-0,42 \pm 0,01 a	25,28 \pm 1,93 ab	-1,67 \pm 0,11 b
	5	-0,50 \pm 0,05 a	24,20 \pm 2,16 ab	-2,10 \pm 0,27 ab
	0	0,37 \pm 0,04 b	29,55 \pm 2,22 b	1,26 \pm 0,11 c
<i>A. polystachya</i>	20	-0,38 \pm 0,12 a	24,72 \pm 2,42 a	-1,68 \pm 0,60 a
	10	-0,33 \pm 0,18 a	24,27 \pm 1,20 a	-1,44 \pm 0,79 a
	5	-0,49 \pm 0,19 a	24,15 \pm 0,88 a	-2,10 \pm 0,27 a
	0	0,37 \pm 0,04 b	29,55 \pm 2,22 a	1,26 \pm 0,11 b

Referencias: TCR: Tasa Relativa de Consumo; TRC: Tasa Relativa de crecimiento, ECAI: Conversión del alimento ingerido. Valores seguidos por la misma letra dentro de cada columna no difieren significativamente (DMS, $p \geq 0,05$).

El aceite esencial de *A. citriodora* afecto negativamente la tasa de crecimiento relativa en todas las concentraciones evaluadas, diferenciándose significativamente del control (DMS, $p < 0,05$). A la máxima concentración este aceite esencial redujo significativamente la tasa relativa de consumo de los adultos (DMS, $p < 0,05$). La eficiencia de conversión del alimento ingerido fue negativa en todas las concentraciones evaluadas, hallándose diferencias significativas con el control (DMS, $p < 0,05$) (Tabla 1.).

El aceite esencial de *A. polystachya* redujo significativamente la tasa de crecimiento relativa y la eficiencia de conversión del alimento ingerido por los adultos de *T. castaneum* (DMS, $p < 0,05$). Sin embargo, al evaluar la tasa de

consumo relativa no se observaron diferencias entre el control y el aceite esencial a todas las concentraciones (DMS, $p \geq 0,05$) (Tabla 1.).

4.2 Toxicidad por exposición a vapores

En la Tabla 2 se presentan los porcentajes de mortalidad de las larvas de *T. castaneum* expuestas a la acción fumigante de los aceites esenciales de *A. citriodora* y de *A. polystachya*.

Tabla 2. Toxicidad por exposición a vapores de los aceites esenciales de *A. citriodora* y de *A. polystachya* sobre las larvas de *T. castaneum*.

Tiempo Efectivo (hs)	Aceites esenciales	Concentración (ul aceite/ml aire)	Mortalidad +/- EE (%)
24	<i>A. citriodora</i>	80	20,00 ± 5,77 ab
		40	6,66 ± 6,66 a
		20	10,00 ± 0,00 a
	<i>A. polystachya</i>	80	46,66 ± 21,85 b
		40	0,00 ± 0,00 a
		20	0,00 ± 0,00 a
	Control	0	0,00 ± 0,00 a
48	<i>A. citriodora</i>	80	36,66 ± 8,81 bc
		40	3,33 ± 3,33 a
		20	20,00 ± 0,00 ab
	<i>A. polystachya</i>	80	56,66 ± 21,85 c
		40	10,00 ± 5,77 ab
		20	16,66 ± 8,81 ab
	Control	0	0,00 ± 0,00 a

Referencias: Valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente (DMS, $p \geq 0,05$).

Tanto a las 24 como a las 48 horas de ensayo la mayor concentración de *A. polystachya* causó la mayor mortalidad (46,66%), hallándose diferencias significativas entre el control y el resto de las concentraciones evaluadas (DMS, $p < 0,05$), exceptuando la mayor dosis de *A. citriodora* (80ul/ml de aire) (DMS, $p \geq 0,05$) (Tabla 2.).

El efecto tóxico de los aceites esenciales de *A. citriodora* y de *A. polystachia* sobre los adultos de *T. castaneum* se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3. Toxicidad por exposición a vapores de los aceites esenciales de *A. citriodora* y de *A. polystachia* sobre los adultos de *T. castaneum*.

Tiempo Efectivo (hs)	Aceites esenciales	Concentración % (ul aceite/ml aire)	Mortalidad +/- EE (%)
24	<i>A. citriodora</i>	80	96,66 ± 3,33 c
		40	83,33 ± 6,66 c
		20	0,00 ± 0,00 a
	<i>A. polystachya</i>	80	13,33 ± 3,33 ab
		40	16,66 ± 6,66 b
		20	10,00 ± 5,77 ab
	Control	0	0,00 ± 0,00 a
48	<i>A. citriodora</i>	80	100,00 ± 0,00 c
		40	83,33 ± 6,66 c
		20	6,66 ± 6,66 a
	<i>A. polystachya</i>	80	100,00 ± 0,00 c
		40	100,00 ± 0,00 c
		20	36,66 ± 20,27 b
	Control	0	0,00 ± 0,00 a

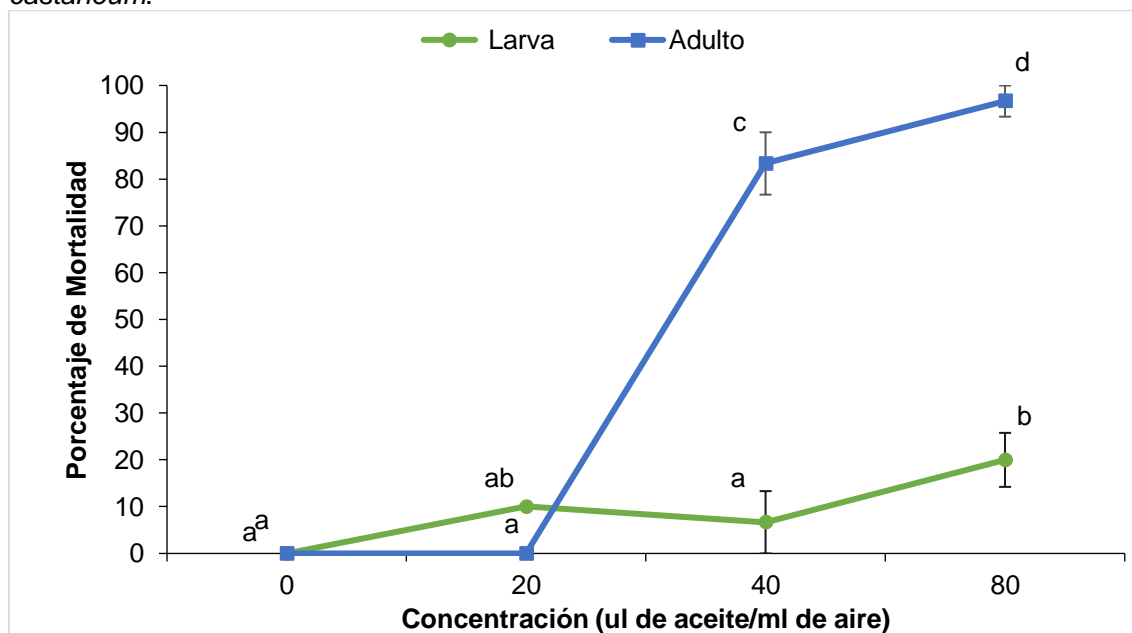
Referencias: Valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente (DMS, $p \geq 0,05$).

Durante las primeras 24 horas de ensayo las mayores concentraciones de *A. citriodora* fueron significativamente más letales (DMS, $p < 0,05$) (Tabla 3.). A las 48 horas se observó que las mayores concentraciones de ambos aceites esenciales causaron una elevada mortalidad en los adultos, hallándose diferencias significativas con el control (DMS, $p < 0,05$) (Tabla 3.).

Dado que *T. castaneum* cumple la totalidad de su ciclo biológico dentro de los molinos harineros resultó de interés evaluar si existían diferencias de mortalidad entre las larvas y los adultos de este insecto plaga frente a los aceites esenciales *A. citriodora* y de *A. polystachya*.

En la figura 9 se compara el efecto fumigante del aceite esencial de *A. citriodora* sobre las larvas y adultos de *T. castaneum* durante las primeras 24 horas.

Figura 9. Efecto fumigante de *A. citriodora* a las 24 hs sobre larvas y adultos de *T. castaneum*.

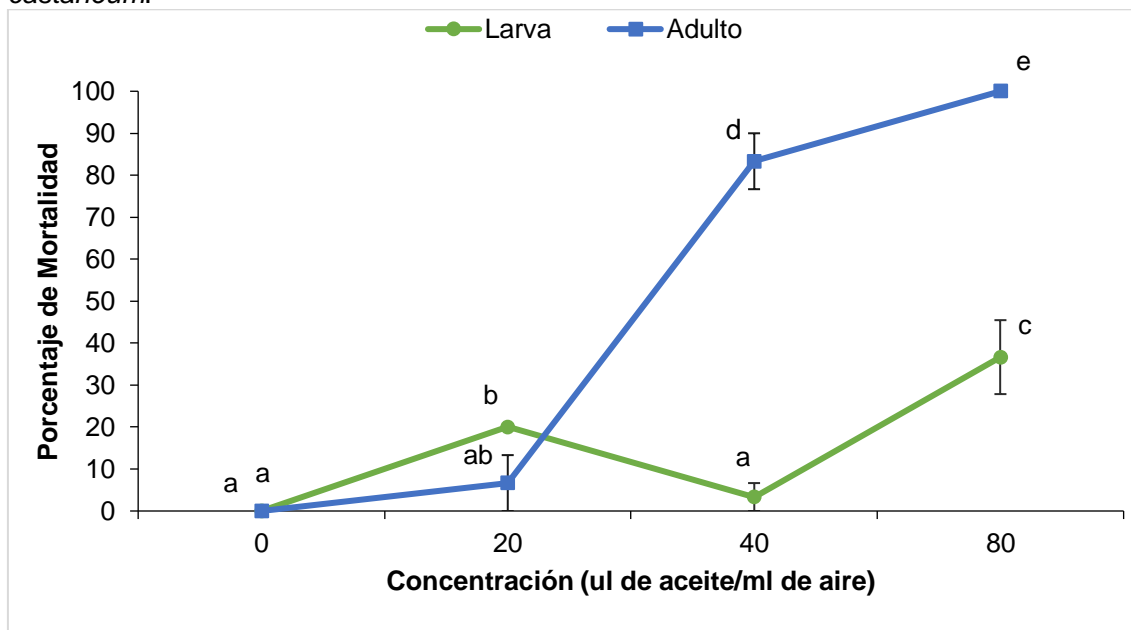


Referencias: Valores seguidos por las mismas letras no difieren significativamente (DMS, $p \geq 0,05$).

A las mayores concentraciones evaluadas, este aceite esencial resultó más tóxico para los adultos que para los estadios juveniles (DMS, $p < 0,05$). Para los adultos de *T. castaneum* el aceite esencial resultó fumigante en las concentraciones más elevadas, hallándose diferencias significativas con el control (DMS, $p < 0,05$). Mientras que, para las larvas la máxima concentración (80 ul/ml de aire) del aceite esencial de *A. citriodora* resultó significativamente más tóxica que el control (DMS, $p < 0,05$) (Fig. 9).

A las 48 horas, se observó que las concentraciones más elevadas presentaron una mayor toxicidad en adultos que en larvas de *T. castaneum* (DMS, $p < 0,05$) (Fig. 10), alcanzando un porcentaje de mortalidad del 100% con la máxima concentración evaluada (Fig. 10).

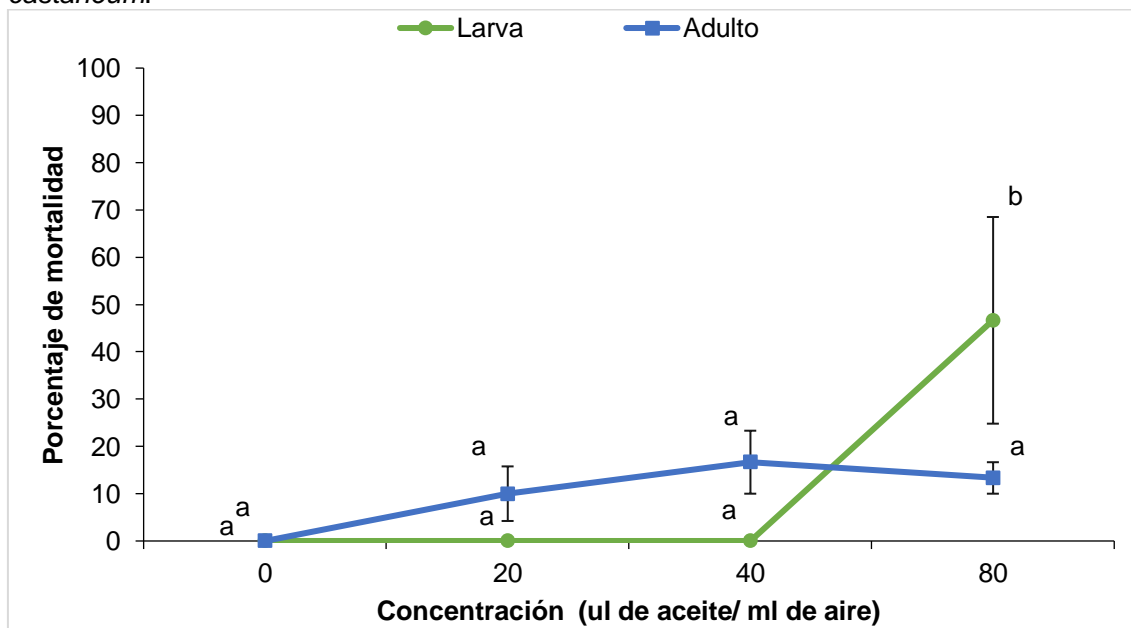
Figura 10. Efecto fumigante de *A. citriodora* a las 48 hs sobre larvas y adultos de *T. castaneum*.



Referencias: Valores seguidos por las mismas letras no difieren significativamente (DMS, $p \geq 0,05$).

En la figura 11 se observa el efecto fumigante del aceite esencial de *A. polystachya* sobre las larvas y adultos de *T. castaneum* durante las primeras 24 horas.

Figura 11. Efecto fumigante de *A. polystachya* a las 24 hs sobre larvas y adultos de *T. castaneum*.



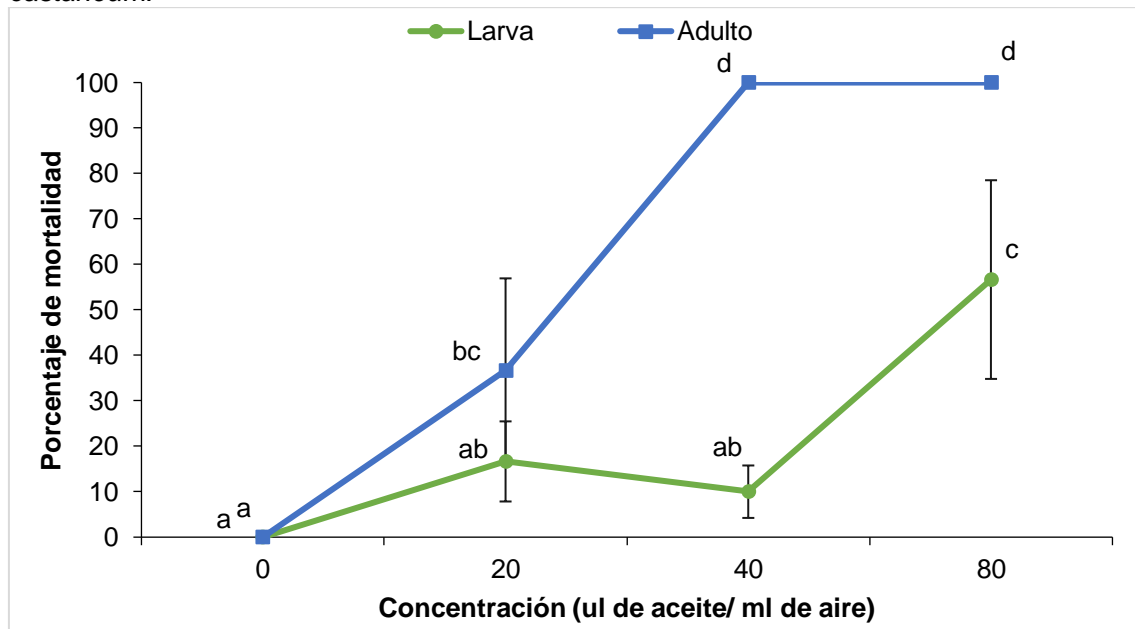
Referencias: Valores seguidos por las mismas letras no difieren significativamente (DMS, $p \geq 0,05$).

La máxima concentración evaluada resultó letal para los adultos, diferenciándose significativamente del control (DMS, $p < 0,05$). Las tres concentraciones evaluadas de este aceite esencial no resultaron tóxicas para las larvas de *T. castaneum* (DMS, $p \geq 0,05$) (Fig. 11).

Durante las primeras 24 horas, la máxima concentración del aceite esencial de *A. polystachya* originó mortalidad en las larvas de *T. castaneum* (DMS, $p < 0,05$) (Fig. 11). Además, provocó un efecto letal similar al control en los adultos de *T. castaneum* (DMS, $p \geq 0,05$) (Fig. 11).

A las 48 horas, el aceite esencial de *A. polystachya* produjo efectos fumigantes tanto sobre larvas como adultos de *T. castaneum* (DMS, $p < 0,05$) (Fig. 12). Las máximas concentraciones evaluadas resultaron ser significativamente más tóxicas para los adultos que para las larvas de *T. castaneum* (DMS, $p < 0,05$) (Fig. 12).

Figura 12. Efecto fumigante de *A. polystachya* a las 48 hs sobre larvas y adultos de *T. castaneum*.



Referencias: Valores seguidos por las mismas letras no difieren significativamente (DMS, $p \geq 0,05$).

5. Discusión

En este trabajo se evaluó la actividad antialimentaria y la acción fumigante de los aceites esenciales extraídos de *A. citriodora* y *A. polystachya* sobre *T. castaneum*, plaga de almacenaje.

Los aceites esenciales de *A. citriodora* y *A. polystachya* produjeron una disminución de los índices nutricionales sobre los adultos de *T. castaneum* y se observó una inhibición de la alimentación al evaluar el aceite de *A. citriodora*. Este efecto podría estar relacionado con las características organolépticas, como el aroma alimonado de sus componentes principales (Arteaga *et al.*, 2016) que generan un efecto antialimentario sobre los insectos. Algo similar fue observado en adultos de la especie *S. zeamais*, quienes son capaces de detectar la presencia de aceites esenciales a través del olfato, evitando la fuente de alimento cuando tienen oportunidad de escoger (Salgado *et al.*, 2012). La eficiencia de conversión del alimento ingerido (ECAI) disminuyó en todas las concentraciones para ambos aceites. Esto indicaría que ambos aceites producen toxicidad post-ingesta en *T. castaneum* (Stefanazzi *et al.*, 2006).

En adultos de *T. castaneum*, el aceite esencial de *A. citriodora* exhibió mayor toxicidad fumigante con respecto al aceite de *A. polystachya*. Esta diferencia podría deberse a los distintos componentes principales presentes en los aceites utilizados en este trabajo. Varios autores han demostrado que el aceite esencial de *A. citriodora* posee propiedades insecticidas atribuibles a los compuestos presentes en el mismo (Ebadollahi y Razmjou, 2019). Este aceite podría causar asfixia e inhibición de los diferentes procesos biosintéticos del metabolismo de los insectos (Chaubey, 2007). La baja mortalidad de los adultos de *T. castaneum* en el primer día de exposición al aceite esencial de *A. polystachya*, podría deberse al cierre de los espiráculos reduciendo la posibilidad de ingreso de las sustancias tóxicas (Abo El Saad *et al.*, 2011).

Ebadollahi & Razmjou (2019) estudiaron la toxicidad fumigante del aceite esencial de *A. citriodora* proveniente de diferentes regiones sobre adultos de *T. castaneum*. El aceite esencial extraído de las partes aéreas del extremo de tallos jóvenes, resultó poseer mayor efecto fumigante que el utilizado en este trabajo tanto a las 24 como a las 48 horas. Esta diferencia podría deberse a cambios en la composición del aceite esencial relacionados con el estado fenológico de la planta, el momento de recolección y/o el lugar donde desarrolla (Rojas *et al.*, 2012; Andrade *et al.*, 2011; Colorado *et al.*, 2015).

Por otra parte, se observó que las larvas resultaron más tolerantes que los adultos de *T. castaneum* y en consecuencia se requerirían mayores concentraciones para lograr mayor mortalidad y/o tiempos de exposición más prolongados. Resultados similares a los observados en este trabajo fueron hallados por Huang *et al.* (2000) al evaluar el aceite esencial de *Elletaria cardamomum* sobre larvas de *T. castaneum* y por Shaaya y Kostyukovysky (2006) utilizando el aceite esencial obtenidos de plantas de la familia Labiatae.

6. Conclusión

El uso de aceites esenciales de *A. citriodora* y *A. polystachya* representa una alternativa viable para el control de *T. castaneum*, en granos almacenados.

Bibliografía

- ❖ Abadía, B. & Bartosik, R. 2013. Manual de buenas prácticas en poscosecha de granos. Hacia el agregado de valor en origen de la producción primaria. Buenos Aires. Ediciones Inta. 194 pp.
- ❖ Abo El Saad, M.M.; Al Ajlan, A.M.; Al Eid, M.A & Bou Khowh, I.A. 2011. Repellent and Fumigant Effects of Essential Oil from Clove Buds *Syzygium aromaticum* L. against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Agricultural Science and Technology, Vol. 1. 613-620 pp.
- ❖ Alarcón-Restrepo, J.J. 2011. Plantas aromáticas y medicinales. Enfermedades de importancia y sus usos terapéuticos. Medidas para la temporada invernal. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá. Colombia. 48 pp.
- ❖ Alonso-Amelot, M.E.; Avendaño, M.; Aubert, L. & Avila, J.L. 2003. Repellency and feeding deterrence activity of *Ageratum Conyzoides* against the stored grain pests *Tribolium Castaneum* and *S. oryzae*. Active plant parts and composition. CIENCIA, Vol. 11, N°1. 61-76 pp.
- ❖ Alonso, J. & Desmarchelier, C. 2015. Plantas medicinales autóctonas de la Argentina. Bases científicas para su aplicación en atención primaria de la salud. 1ra Ed. Edic. Corpus Libros Médicos y Científicos. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. 748 pp.
- ❖ Aguado, M.I.; Nuñez, M.B.; Dudik, H.N.; Bela, A.; Raisman, J.S. & Sansberro, P. 2006. Diseño de Comprimidos de Extracto de *Aloysia polystachya* por Compresión Directa. Acta Farmacéutica Bonaerense, Vol. 25. N°2. 225-230 pp.
- ❖ Aguado, M.I.; Nuñez, M.B.; Bela, A.J.; Sosa, A.C. & Sansberro, P.A. 2007. Preliminary assays in *Aloysia polystachya* (Griseb.) Mold. Verbenaceae and its tinctures. Latin American Journal of Pharmacy, Vol. 26. N°3. 411-414 pp.
- ❖ Anaya-Huánuco, E.R. 2018. Efecto antibacteriano del aceite esencial de *Aloysia triphylla* “cedrón” sobre *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 comparado

con oxacilina. Tesis para optar el título de Médico Cirujano. Escuela Académica Profesional de Medicina. Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Cesar Vallejo.

- ❖ Andrade, E.H.A.; Alves, C.N.; Guimarães, E.F.; Carreira, L.M.M & Maia, J.G.S. 2011. Variability in essential oil composition of *Piper dilatatum* L.C. Rich. *Biochemical Systematics and Ecology*, Vol. 39. 669-675 pp.
- ❖ Arias, C. 1993. Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.
- ❖ Arias, J.; Silva, G.; Figueroa, I.; Fischer, S.; Robles-Bermúdez, A.; Rodríguez-Maciel, J.C. & Lagunes-Tejeda, A. 2017. Actividad insecticida, repelente y antialimentaria del polvo y aceite esencial de frutos de *Schinus molle* L. para el control de *Sitophilus zeamais* (Motschulsky). *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences (ex Agro-Ciencia)*, Vol. 33. N°2. 93-104 pp.
- ❖ Arias-Velázquez, C. & Dell 'Orto Trivelli, H. 1983. Distribución e importancia de los insectos que dañan granos y productos almacenados en Chile. Santiago. Chile.
- ❖ Arteaga, M.; Bach H.G.; Garrote, L. & Chludil, H.D. 2016. Generación del rendimiento y composición química de aceite esencial en cedrón (*Aloysia Polystachya* Palau). *Dominguezia*, Vol. 32. N°2.
- ❖ Bado, S.G. 2004. Efectos biológicos de withanólidos de solanaceae sobre plagas agrícolas. Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
- ❖ Balzi, U.; Gastón, A. & Abalone, R. 2008. Almacenamiento de granos en silos convencionales. Transferencia de energía, masa y momento. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol. 12.
- ❖ Benzi, V.; Sánchez-Chopa, C. & Ferrero, A.A. 2009. Comparación del efecto insecticida de dos especies de *Aloysia* (Verbenaceae) sobre *Rhizopertha dominica* (Insecta, Coleoptera, Bostrichidae). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, Vol. 8. N°2. 151-153 pp.
- ❖ Benzi, V.; Stefanazzi, N.; Murray, A.P.; Werdín González, J.O. & Ferrero, A. 2014. Composition, Repellent, and Insecticidal Activities of Two South

American Plants against the Stored Grain Pests *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae). ISRN Entomology. 5 pp.

❖ Berardi, A. 2010. Etnofarmacología gastrointestinal de plantas medicinales argentinas del género *Aloysia*, familia Verbenaceae: mecanismos de acción y relación con los principios activos. Tesis para optar el título de Magister en Plantas Medicinales. Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de la Plata.

❖ Bolsa de Comercio de Rosario, 2019. 2019/20 con potencial récord en producción y exportación de trigo.

<https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/201920-con>

❖ Bolsa de Comercio de Rosario, 2020. La falta de agua modera el avance de la siembra de trigo 2020/21.

<https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/la-falta-de>

❖ Bolsa de Comercio de Rosario, 2020. Positivo balance para las exportaciones de trigo 2018/2019.

<https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/positivo>

❖ Blanco-Valdes, Y.; Durañona, H. & Acosta Roca, R. 2016. Efecto de la temperatura y la humedad en la conservación de granos de maíz en silos metálicos refrigerados. Cultivos Tropicales, Vol. 37, N°4. 105-114 pp.

❖ Casadio, A.A. 1994. Toxicidad y resistencia a insecticidas organofosforados en cepas de *Tribolium castaneum* de la República Argentina. Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires.

❖ Casarin-Maciel, F. 2016. Ação de óleos essenciais de *Syzygium aromaticum* e *Thymus vulgaris* sobre *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum* em laboratório. Requisito para obtener el título de Maestría en Ciencias. Instituto de Biología Programa de Pós-Graduação em Entomología. Universidade Federal de Pelotas.

- ❖ Casini, C. & Rodríguez, J.C. 2003. Conservación de Granos en Chacra con Sistemas Tradicionales.
- ❖ Cerna-Chávez, E.; Ochoa Fuentes, Y.M.; Pérez Ocampo, S. & Landeros Flores, J. 2014. Cuantificación de enzimas de resistencia en diferentes poblaciones de *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Interciencia*, Vol. 39. N°10. 751-756 pp.
- ❖ Cerón-Salazar, I.X. 2009. Separación de metabolitos de los aceites esenciales de eucalipto y cidron por destilación molecular. Tesis para optar al título de Magister en Ingeniería. Departamento de Ingeniería Química. Universidad Nacional de Colombia.
- ❖ Chaquilla-Quilca, G.; Balandrán-Quintana, R.R.; Mendoza-Wilson, A.M. & Mercado-Ruiz, J.N. 2018. Propiedades y posibles aplicaciones de las proteínas de salvado de trigo. *Biotecnología y ciencias agropecuarias*, Vol.12. N°2. 137-147 pp.
- ❖ Chaubey, M.K. 2007. Insecticidal activity of *Trachyspermum ammi* (Umbelliferae), *Anethum graveolens* (Umbelliferae) and *Nigella sativa* (Ranunculaceae) essential oils against stored-product beetle *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). *African Journal of Agricultural Research*, Vol. 2. N°11. 596-600 pp.
- ❖ Chávez-Díaz, G.; Valdés-Estrada, M.E.; Hernández-Reyes, M.C.; Gutiérrez-Ochoa, M. & Valladares-Cisneros, M.G. 2016. Aceites esenciales para controlar *Acanthoscelides obtectus* (Say) y *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) plagas de granos almacenados. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, Vol. 3. N°2. 99-107 pp.
- ❖ Chimeno, P. & Flexor, G. 2013. Cambios recientes en las estructuras de gobernanza de la cadena de trigo argentino y el progreso competitivo. *Agroalimentaria*, Vol. 19, N°36, pp. 53-70.
- ❖ Dal Bello, G. & Padín, S. 2006. Olfatómetro simple para evaluar la actividad biológica de aleloquímicos vegetales en *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Agrociencia*, Vol. 10, N°2. 23-26 pp.
- ❖ De Durana, F.G. 2012. Uso Responsable de Plaguicidas en el Acopio de Granos. Estudio de caso: Planta de Semillas del Inta Anguil. Tesis presentada

para optar al título de Especialista de la Universidad de Buenos Aires en Higiene y Seguridad en el Trabajo Agrario.

- ❖ Dellacassa, E. & Bandoni, A.L. 2003. Hierbaluisa. *Aloysia citriodora* Palau. Revista de Fitoterapia, Vol. 3. N°1.
- ❖ Dell 'Orto-Trivelli, H. & Arias-Velázquez, C.J. 1985. Insectos que dañan granos y productos almacenados. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.
- ❖ Descamps, L.R. 2002. Factores que afectan el control de las plagas de los granos almacenados en el área de influencia del Puerto de Ingeniero White, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina. Tesis presentada para optar al título de magister en ciencias agrarias. Dpto. De Agronomía. Universidad Nacional del Sur. Bs. As. 103 pp.
- ❖ Descamps, L.R.; Reviriego, M.E. & Cantamutto, M.A. 1997. Plagas de los granos almacenados en el Partido de Guamaní. Departamento de Agronomía. Universidad Nacional del Sur. Bs.As. 33 pp.
- ❖ Descamps, L.R.; Reviriego, M.E.; Suárez, A.A. & Ferrero, A.A. 2004. Reproducción de *S. oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) y de *Tribolium castaneum* Herbst. (Coleoptera: Tenebrionidae) en cultivares de trigo argentinos. Boletín de Sanidad Vegetal de Plagas, Vol. 30. 171-176 pp.
- ❖ Descamps, L.R. & Sánchez-Chopa, C. 2019. Evaluación de la acción insecticida de aceites esenciales en larvas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). Dominguezia, Vol. 35. N°2. 35-38 pp.
- ❖ Descamps, L.R.; Sánchez-Chopa, C. & Ferrero, A.A. 2011. Activity of *Schinus areira* (Anacardiaceae) Essential Oils against the Grain Storage Pest *Tribolium castaneum*. Natural Product Communications. Vol. 6. N°6. 887-891 pp.
- ❖ Descamps, L.R.; Stefanazzi, N.; Sánchez-Chopa, C. & Ferrero, A.A. 2008. Actividad biológica de extractos vegetales de *Schinus molle* var. *areira* (Anacardiaceae) en *Tribolium castaneum* (Herbst). (Insecta, Coleoptera, Tenebrionidae), plaga de grano almacenado. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas, Vol. 34. N°4. 595-605 pp.
- ❖ De Durana, F.G. 2012. Uso Responsable de Plaguicidas en el Acopio de Granos. Estudio de caso: Planta de Semillas del Inta Anguil. Tesis presentada

para optar al título de Especialista de la Universidad de Buenos Aires en Higiene y Seguridad en el Trabajo Agrario.

- ❖ De los Mozos Pascual, M. 1997. Plagas de los productos almacenados. Boletín S.E.A, N°20. 93-109 pp.
- ❖ Devia-Luna, Z.L. & Rodríguez-Nova, J.L. 2016. Evaluación de la eficacia del extracto natural de *Aloysia citriodora* (Lamiales: Verbenaceae) como repelente natural contra mosquitos adultos de la especie *Aedes aegypti*. Tesis para optar el título de grado en modalidad de investigación de Tecnólogo en Saneamiento Ambiental. Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- ❖ Di Leo Lira, P. 2016. Caracterización fitoquímica del cedrón (*Aloysia citriodora* Paláu, Verbenáceas) en Argentina para su normalización. Tesis para optar al título de Doctor. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires.
- ❖ Ebadollahi, A. & Razmjou, J. 2019. Chemical composition and toxicity of the essential oils of *Lippia citriodora* from two different locations against *Rhyzopertha dominica* and *Tribolium castaneum*. Agriculture & Forestry, Vol. 65. N°3. 135-146 pp.
- ❖ Elechosa, M.A. 2009. Manual de recolección sustentable de plantas aromáticas nativas de la región central y noroeste de la Argentina. Desarrollo de tecnologías innovativas para la exploración, conservación, evaluación y utilización de plantas aromáticas nativas. INTA.
- ❖ Espitia-Yanes, C.R. 2011. Evaluación de la actividad repelente e insecticida de aceites esenciales extraídos de plantas aromáticas utilizados contra *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). Tesis presentada para optar al título de Magister en Toxicología. Departamento de Toxicología. Facultad de Medicina. Universidad Nacional de Colombia.
- ❖ Faroni, L.R.A. & De Sousa, A.H. 2006. Aspectos biológicos e taxonómicos dos principais insetos-praga de produtos armazenados. Tecnologia de armazenagem em sementes. 371-402 pp.

- ❖ Feitó-Cespón, M.; Martínez-Curbelo, G.; Covas-Varela, D. & Barrera-García, A. 2015. Control de la temperatura para la prevención de plagas poscosecha en la conservación de granos. *Ingeniería y Desarrollo*. Vol. 33. N°2.
- ❖ Fernández-Pérez, S. 2014. Plantas medicinales presentes en el vivero del Centro Ambiental de Itaipú Binacional (Paraguay): revisión crítica, catalogación y creación de una base de datos. Tesis para optar el título de grado. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Universidad Politécnica de Madrid.
- ❖ Fernández-Ruiz, M.; Yepes-Fuentes, L.; Tirado-Ballestas, I. & Orozcb, M. 2018. Actividad Repelente del aceite esencial de *Bursera graveolens* Jacq ex L., frente *Tribolium castaneum* Herbst, 1797 (Coleoptera: Tenebrionidae). *Anales de Biología*, N°40. 87-93 pp.
- ❖ Ferrari, M.C.; Bernadette-Abadía, M.; Bartosik, R.; Ferrari, H. & De La Torre, D. 2017. Sistema de Procesamiento de Encuestas: Buenas Prácticas en Plantas de Acopio de Granos. Congreso Argentino de AgroInformática.
- ❖ Fusé, C.B.; Villaverde, M.L.; Padín, S.B.; De Giusto, M. & Juárez, M.P. 2013. Evaluación de la actividad insecticida de tierras de diatomeas de yacimientos argentinos. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, Vol. 39 N°2. 207-2013 pp.
- ❖ García-Rojas, J.C.; Robles-Bermúdez, A.; Cambero-Campos, O.J.; Carvajal-Cazola, C.R. & Peña-Sandoval, G.R. 2017. Metabolic resistance to pesticides. Resistencia metabólica a insecticidas. *Revista Bio Ciencias*, Vol. 4. N°6.
- ❖ Gharsan, F.; Jubara, N.; Alghamdi, L.; Almakady, Z. & Basndwh, E. 2018. Toxicity of five plant oils to adult *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae). *Florida Entomologist*, Vol. 101. N°4. 592-596 pp.
- ❖ Guerreo-Maldonado, N. 2008. Uso y valoración de plantas medicinales y tintóreas presentes en Santiago del Estero, Argentina. Tesis para optar el título de grado. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid.
- ❖ Gonzalez, Y.; Degen de Arrua, R.; Delmas de Rojas, G. & Gonzalez de Garcia, M. 2014. Etnofarmacobotanica foliar de “burrito”, *Aloysia polystachya*

(Griseb.) Moldenke (Verbenaceae), cultivado en Paraguay. Rojasiana, Vol. 13. N°1. 31-41 pp.

❖ Gutierrez, M.M. 2014. Pediculosis: una problemática actual de salud pública. Prevalencia del *Pediculus humanus capitis* (Phthiraptera: Pediculidae) en Jardines de Infantes de la ciudad de Bahía Blanca y el uso de aceites esenciales como potenciales agentes de control. Tesis presentada como requisitos para optar al grado de Doctor en Biología. Universidad Nacional del Sur.

❖ Gutierrez, F.S.; Stefanazzi, N.; Murray, A.P. & Ferrero, A.A. 2008. Bioactividad de extractos de hojas de *Aloysia polystachya* (Verbenaceae) en larvas y adultos de *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera:Tenebrionidae). Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas, Vol. 34. N°4. 501-508 pp.

❖ Huang, Y.; Lam, S.L & Ho, S.H. 2000. Bioactivities of essential oil from *Elettaria cardamomum* (L.) Maton. to *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst). Journal of Stored Products Research, Vol. 36. N°2. 107-117 pp.

❖ Hunter, M. 2009. Essential Oils: Art, Agriculture, Science, Industry and Entrepreneurship: A Focus on the Asia-pacific Region. Nova Science Publishers. New York.

❖ Inta Precop, 2007. Conservación de granos. Almacenamiento tradicional y en bolsas plásticas. Proyecto eficiencia de cosecha y postcosecha de granos. Actualización técnica N°32.

❖ Jaramillo-Colorado, B.E; Duarte-Restrepo, E & Pino-Benítez, N. 2015. Evaluación de la actividad repelente de aceites esenciales de plantas Piperáceas del departamento de Chocó, Colombia. Revista de Toxicología, Vol. 32. N°2 .112-116 pp.

❖ Khani, A. & Asghari, J. 2012. Insecticide activity of essential oils of *Mentha longifolia*, *Pulicaria gnaphalodes* and *Achillea wilhelmsii* against two stored product pests, the flour beetle, *Tribolium castaneum* and the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus*. Journal of Insect Science, Vol.12. N°73. 1-10 pp.

❖ Khani, M.; Muhamad-Awang, R. & Omar, D. 2012. Insecticidal Effects of *Peppermint* and *Black Pepper* Essential Oils against Rice Weevil, *Sitophilus*

oryzae L. and Rice Moth, *Corcyra cephalonica* (St.). Journal of Medicinal Plants, Vol. 11. N°43. 97-110 pp.

❖ Lopes da Silva, A.A.; D'Antonino-Faroni, L.R.; Martins, J.H. & Cecon, P.R. 1998. Influencia do processo de colheita na infestacao do milho (*Zea mays* L.) pelo besouro da farinha (*Tribolium castaneum* Herbst) durante o armazenamento. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Vol. 2, N°3. 312-315 pp.

❖ López-García, G.P. 2018. Actividad insecticida, eficacia y propiedades antixenóticas de la alúmina nanoestructurada (NSA) en *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae), plaga primaria de granos almacenados. Universidad Nacional de Cuyo.

❖ López-Nigro, M.M.; Portmann, E.; Angeleri, G.; Gurni, A. & Carballo, M.A. 2009. Biomarcadores para evaluación de genotoxicidad potencial. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas, Vol. 8. N°2. 154 – 159 pp.

❖ Manandhar, A.; Milindi, P. & Shah, A. 2018. An Overview of the Post-Harvest Grain Storage Practices of Smallholder Farmers in Developing Countries. Agriculture, Vol. 8. N°4. 57 pp.

❖ Mareggiani, G. 1999. Efecto biológico de *Withanolidos* de *Salpichroa organifolia* y *Datura ferox* (Solanaceae) sobre *Tribolium castaneum* (Coleoptera, Tenebrionidae) y *Musca domestica* (Diptera, muscidae). Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires.

❖ Martirén, J.L. & Rayes, A. 2013. La evolución de la producción de trigo en la región pampeana y su peso en las exportaciones argentinas (1880 - 1913). Anuario n°25, Escuela de Historia. Revista digital N°4. Facultad de Humanidades y Artes, UNR.

❖ Massoni, F.; Sosa, N. & Giordano, J.M. 2009. Monitoreo en el cultivo de trigo de insectos plagas de granos almacenados. Publicación miscelánea N°113. Información técnica de trigo y otros cultivos de invierno. INTA – Estación Experimental Agropecuaria Rafaela.

- ❖ Medina-Caiminagua, M.L. 2015. Determinación del contenido total de hongos en doce especies vegetales cultivadas en Ecuador. Tesis para optar el título de Bioquímica y Farmacia. Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud. Universidad Técnica de Machala. Ecuador.
- ❖ Mendoza-Elos, M.; Rodríguez-Pérez, G.; Guevara Acevedo, L.P.; Andrión-Enríquez, E.; Rangel-Lucio, J.A.; Rivera-Reyes, J.G. & Cervantes-Ortiz, F. 2016. Bioinsecticidas para el control de plagas de almacén y su relación con la calidad fisiológica de la semilla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol.7, N°7. 1599-1611 pp.
- ❖ Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 2019. Monitor de Estimaciones Agrícolas: La cosecha 2018-2019 consolida su récord. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/monitor-de-estimaciones-agricolas-la-cosecha-2018-2019-consolida-su-record>
- ❖ Mondal, M & Khalequzzaman, M. 2006. Toxicity of essential oils against red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst). *Journal of Bio Science*, Vol. 14. 43-48 pp.
- ❖ Mondragón, I. & Contreras-Peña, Y. 2015. Uso de los insectos *Tenebrio molitor*, *Tribolium castaneum* y *Palembus dermestoides* (Coleoptera, Tenebrionidae) como recurso didáctico en la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Revista de Investigación*, Vol. 39, N.º 86. 255-270 pp.
- ❖ Norambuena, C.; Silva, G.; Urbina, A.; Figueroa, I. & Rodríguez-Maciél, J.C. 2016. Insecticidal activity of *Laureliopsis philippiana* (Looser) Schodde (Atherospermataceae) essential oil against *Sitophilus* spp. (Coleoptera Curculionidae). *Chilean journal of agricultural research*, Vol. 76. N°3. 330-336 pp.
- ❖ Olivero-Verbel, J.; Caballero-Gallardo, K.; Jaramillo-Colorado, B. & Stashenko, E.E. 2009. Actividad repelente de los aceites esenciales de *Lippia organoides*, *Citrus sinensis* y *Cymbopogon nardus* cultivadas en Colombia frente a *Tribolium castaneum*, Herbst. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, Vol. 41. N°3. 244-250 pp.
- ❖ Olivero-Verbel, J.; Nerio, L.S. & Stashenko, E.E. 2010. Bioactivity against *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) of *Cymbopogon*

citratum and *Eucalyptus citriodora* essential oils grown in Colombia. Pest Management Science, Vol. 66. N°6. 664-668 pp.

❖ Ordaz, G., D'Armas, H.; Yáñez, D. & Moreno, S. 2011. Composición química de los aceites esenciales de las hojas de *Helicteres guazumifolia* (Sterculiaceae), *Piper tuberculatum* (Piperaceae), *Scoparia dulcis* (Arecaceae) y *Solanum subinerme* (Solanaceae), recolectadas en Sucre, Venezuela. Revista de Biología Tropical, Vol. 59. N°2. 585-595 pp.

❖ Oviedo-Sarmiento, J.S. 2019. Efectos insecticidas y bioquímicos de aceites esenciales obtenidos de plantas colombianas sobre el gorgojo rojo de la harina, *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). Trabajo de investigación presentado como requisito para optar al título de Magister en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias, Departamento de Química. Pontificia Universidad Javeriana.

❖ Owusu, E.O. 2001. Effect of some Ghanaian plant components on control of two stored-product insect pests of cereals. Journal of Stored Products Research, Vol. 37, N°1. 85-91 pp.

❖ Palacios-Ambrocio, A.L. & Castillo-Martinez, W.E. 2015. Modelamiento de extracción del aceite esencial de *Aloysia citriodora* y *Schinus molle*. Revista Científica Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación, Vol. 2. N°2.

❖ Pérez-López, E. 2012. Plaguicidas botánicos: una alternativa a tener en cuenta. Fitosanidad, Vol. 16. N°1. 55-59 pp.

❖ Pérez-Ocampo, S. 2012. Determinación de enzimas de resistencia en *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). Tesis presentada para obtener el título de Maestría. Universidad Autónoma Agraria.

❖ Pugazhvendan, S.R.; Elumalai, K.; Ronald-Ross, P. & Soundararajan, M. 2009. Repellent Activity of Chosen Plant Species Against *Tribolium castaneum*. World Journal of Zoology, Vol. 4. N°3. 188-190 pp.

❖ Pungitore, C.R.; García, M.; Gianello, J.C.; Tonn, C.E. & Sosa, M.E. 2005. Lethal and sublethal effects of triterpenes from *Junellia aspera* (Verbenaceae) on the grain storage insect *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). Revista de la Sociedad Entomológica Argentina, Vol. 64, N°1-2. 45-51.

- ❖ Rees, D. 2007. Insects of stored grain. CSIRO. 2da edición. 181 pp.
- ❖ Reyes-Guzmán, R.; Borboa-Flores, J.; Cinco-Moroyoqui, F.J.; Rosas-Burgos, E.C.; Osuna-Amarilla, P.S.; Wong-Corra, F.J.; Ortega-Niebla, M.M. & León-Lara, J.D.D. 2012. Actividad insecticida de aceites esenciales de dos especies de *Eucalyptus* sobre *Rhyzopertha dominica* y su efecto en enzimas digestivas de progenies. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, Vol. 18. N°3. 385-394 pp.
- ❖ Robledo-Robledo, E. 1986. Insectos y ácaros de almacén. IPA La Platina N°36.
- ❖ Rodríguez, S.M. 2019. Evaluación del efecto insecticida de *Picrasma crenata* Engl. in Engl. & Prantl —Simaroubaceae— sobre coleópteros plaga de granos almacenados. Domingueiza, Vol. 35. N°2.
- ❖ Rodríguez, S.M.; Carrizo, P.I.; Regonat, M.; Hendrich, P.; Heit, G.; Márquez, A.M.; Wagner, M.L. & Gurni, A.A. 2010. *Picrasma crenata* Vell.: su acción por contacto, ingesta y como regulador de crecimiento sobre plagas de granos almacenados. Domingueiza, Vol. 26. N°1.
- ❖ Rodríguez, S.M.; Moreira, M.I.; Giménez, R.A.; Russo, S.; Márquez, A.M.; Ricco, R.A.; Gurni, A.A. & Wagner, M.L. 2008. Acción insecticida de extractos de *Picrasma crenata* (Vell.) Engl. (Simaroubaceae) en el gorgojo del arroz, *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera, Curculionidae). Domingueiza, Vol. 24. N°2. 95-101 pp.
- ❖ Rodríguez-Alvarez, M.; Alcaraz-Meléndez, L. & Real-Cosío. 2012. Procedimientos para la extracción de aceites esenciales en plantas aromáticas. Edic. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México, 38 pp.
- ❖ Rojas, J.; Palacios, O. & Ronceros, S. 2012. Efecto del aceite esencial de *Aloysia triphylla* Britton (cedrón) sobre el *Trypanosoma cruzi* en ratones. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica. Vol. 29, N°1. 61-68 pp.
- ❖ Romero-Neyra, J.V. 2016. Actividad insecticida y acción residual del spinosad sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) en granos de maíz y trigo almacenados. Facultad de agronomía. Universidad Nacional Agraria La Molina.

- ❖ Roskopf, R. 2015. Evaluación de la aireación y refrigeración artificial de trigo (*Triticum aestivum*) para prevenir el desarrollo de insectos en diferentes condiciones climáticas de Argentina. Facultad de ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional La Plata.
- ❖ Russo, S. 2013. Toxicidad, efecto antialimentario y repelente de metabolitos secundarios de *Eucalyptus globulus* (Labill) (Myrtaceae) sobre coleópteros de importancia agrícola. Tesis presentada para obtener el grado de doctorado. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata.
- ❖ Salgado, N.; D'Antonino-Faroni, L.R & Soto, A. 2012. Aceite esencial de *Piper Crassinervum* para el control de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Nacional, Vol. 16. N°1. 99-107 pp.
- ❖ Sánchez-Chopa, C. & Descamps, L.R. 2015. Toxicidad de aceites esenciales de Verbenáceas sobre adultos de *Diuraphis noxia* (Hemiptera: Aphididae). Dominguezia, Vol. 31. N°1.
- ❖ Santana, O.; Cabrera, R.; Giménez, C.; González-Coloma, A.; Sanchez-Vioque, R.; de los Mozos-Pascual, M.; Rodríguez-Conde, M.F.; Laserna-Ruiz, I.; Usano-Aleman, J. & Herraiz, D. 2012. Perfil químico y biológico de aceites esenciales de plantas aromáticas de interés agro-industrial en Castilla-La Mancha (España). Grasas y Aceites, Vol. 63. N°2. 214-222 pp.
- ❖ Sarwar, M. 2015. The Killer Chemicals as Controller of Agriculture Insect Pests: The Conventional Insecticides. International Journal of Chemical and Biomolecular Science, Vol. 1, N°3. 141-147 pp.
- ❖ Satorre, E.H.; Benech-Arnold R.L.; Slafer, G.A.; De la Fuente, E.B.; Miralles, D.J.; Otegui, M.E. & Savin, R. 2003. Producción de granos. Bases funcionales para su manejo 1^{ra} Ed. Edic. Facultad de Agronomía. Buenos aires, Argentina, 783 pp.
- ❖ Schroeder, M.A.; López, A.E.; Delceggio, E.X.N. & Cenóz, P.J. 2007. Efecto de la fertilización con N-P-K sobre el rendimiento y las concentraciones foliares en *Aloystia polystachia* (Griseb) Moldenke. Horticultura Argentina Vol. 26. N°60. 25-29 pp.

- ❖ Sepúlveda-Vázquez, J.; Torres-Acosta, J.F.; Sandoval-Castro, C.A.; Martínez-Pue, J.F. & Chan-Pérez, J.I. 2018. La importancia de los metabolitos secundarios en el control de nematodos gastrointestinales en ovinos con énfasis en Yucatán, México. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, Vol. 5. N°2. 79-95 pp.
- ❖ Severin, C.; Bruzzese, D.; Di Sapio, O.; Gattuso, M. & Gattuso, S. 2006. Evaluation of the in vitro behaviour of *Aloysia citriodora* Palau: Histological and chemical study. *Molecular Medicinal Chemistry*, Vol. 11. 19-20 pp.
- ❖ Severin, C.; Bruzzese, D.; Di Sapio, O.; Giubileo, M.G. & Gattuso, S. 2005. Regeneración in vitro de plantas de *Aloysia citriodora* Palau (Verbenaceae). *Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario*. Año V. N°8.
- ❖ Shaaya, E & Kostyukovysky, M. 2006. Essential oils: potency against stored product insects and mode of action. *Stewart Postharvest Review*, Vol. 2. N°4. 1-6 pp.
- ❖ Silva, G.; Lagunes, A.; Rodríguez, J.C. & Rodríguez, D. 2002. Insecticidas vegetales: una vieja y nueva alternativa para el manejo de plagas. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*, N°66. 4-12 pp.
- ❖ Steibel, P.E. 2000. Las Verbenáceas (Verbenaceae J. St.-Hil.) de la Provincia de La Pampa, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de la Pampa*, Vol. 11. N°1. 1-30 pp.
- ❖ Stefanazzi, N.; Gutierrez, M.M.; Stadler, T.; Bonini, N.A. & Ferrero, A.A. 2006. Actividad biológica del aceite esencial de *Tagetes terniflora* Kunth (Asteraceae) en *Tribolium castaneum* Herbst (Insecta, Coleoptera, Tenebrionidae). *Boletín de Sanidad Vegetal de Plagas*, Vol. 32. N°3. 439-447 pp.
- ❖ Torres-Cortes, A.G.; Esparza-Tamez, B.O.; González-Luna, C.A. & Torres-Zapata, R. 2016. Plagas de granos almacenados. *Artrópodos y Salud*, Vol. 6 N°2.
- ❖ Valares-Masa, C. 2011. Variación del metabolismo secundario en plantas debida al genotipo y al ambiente. tesis para optar el título de Doctora en Ciencias. Departamento de Biología Vegetal, Ecología y Ciencias de la Tierra. Universidad de Extremadura.

- ❖ Valero-Cervantes, M. 1999. Manejo integrado de plagas en productos almacenados y capacidad reproductiva del *Tribolium castaneum*. Tesis presentada para optar el título de Maestría. Instituto tecnológico y de estudios superiores de Monterrey.
- ❖ Valido, A.L. 1998. El manejo integrado de plagas. Fitotecnia. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Edic. Inca. Gaveta postal 1, San José de Las Lajas, La Habana, Cuba.
- ❖ Vallejos-González, R. & Nájera-Rincón, M.B. 2016. Actividad insecticida de los aceites esenciales de *Tagetes lucida* Cav. Y *Cosmos bipinnatus* Cav. (Asterales: Asterácea) sobre *Sitophilus zeamais* Motchulsky (Coleoptera: Curculionidae). Entomología mexicana, N°3. 209-214 pp.
- ❖ Van-Baren, C.M. 2016. Variación anual del contenido de verbascósido en muestras de burrito (*Aloysia polystachya*). XXXIX Congreso Argentino de Horticultura. Resúmenes de trabajos aromáticas. Asociación Argentina de Horticultura.
- ❖ Vera, J. 2000. Avances preliminares sobre el establecimiento de un programa de manejo integrado de plagas en Palmas del Espino S.A. Perú. Palmas, Vol. 21. Tomo 1.
- ❖ Villaverde, M.L. 2014. Lípidos y feromonas de insectos plaga de granos almacenados. Tesis presentada para obtener el título de Doctora en Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata.
- ❖ Wolansky, M.J. 2011. Plaguicidas y salud humana. Ciencia Hoy, Vol. 21, N°122. 23-29 pp.
- ❖ Yanucci, D. 2014. Los insectos en la pc del silo bolsa. Consulgran Granos Grãos Brasil. 1er Congreso Internacional de Almacenamiento de Granos en Silo Bolsa.