



Casa abierta al tiempo

**Universidad Autónoma Metropolitana**

**Unidad Xochimilco**

**Mejoramiento en el control químico de *Spodoptera frugiperda*  
(J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz en el municipio  
de Espinal, Veracruz.**

**Informe Final**

Para obtener la acreditación del Servicio Social

**Presenta**

Salinas Del Ángel Mauro Alan

Matrícula: 2183071429

**Asesor interno**

Dr. Fernando de León González

Número Económico 5512

**Ciudad de México, diciembre de 2022**

# Índice

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>II. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>III. OBJETIVOS .....</b>	<b>6</b>
3.1    Objetivo general.....	6
3.2    Objetivos específicos .....	6
<b>IV. REVISIÓN DE BIBLOGRAFÍA .....</b>	<b>6</b>
4.1    El maíz ( <i>Zea mays</i> ) .....	6
4.1.1    Clasificación botánica.....	7
4.1.2    Problema Fitosanitario.....	7
4.2    Gusano cogollero del maíz ( <i>S. frugiperda</i> ).....	8
4.2.1    Clasificación taxonómica .....	8
4.2.2    Ciclo de vida y hábitos .....	9
4.2.3    Descripción morfológica .....	10
4.3    Control químico. ....	10
4.3.1    Spinetoram.....	11
4.3.2    Benzoato de emamectina .....	12
4.3.3    Indoxacarb .....	13
4.3.4    Clorantraniliprol .....	14
4.4    Aplicación eficiente .....	15
4.4.1    Momento óptimo de aplicación .....	15
4.4.2    Elección de insecticida .....	17
4.4.3    Aspersión adecuada .....	19
4.5    Inmersión en la problemática a nivel de unidad de producción.....	29

4.6	Búsqueda de información regional sobre métodos de control .....	30
<b>V.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>31</b>
5.1	Aplicación de los productos y experiencia obtenida en el ensayo de campo .....	31
5.2	Lugar de estudio.....	32
5.3	Diseño experimental y tratamientos.....	32
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>35</b>
6.1	Conclusiones sobre el control del gusano cogollero del maíz a nivel empírico en Espinal, Veracruz.....	35
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>36</b>
7.1	Recomendaciones para el mejoramiento del control químico del gusano cogollero del maíz en Espinal, Veracruz .....	36
<b>VIII.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>37</b>
<b>IX.</b>	<b>Cronograma de actividades del servicio social .....</b>	<b>39</b>

# I. INTRODUCCIÓN

El maíz es un cultivo de gran importancia en el contexto agrícola en el mundo y en México. Este producto es considerado un grano básico, es decir, que es imprescindible en la dieta diaria por su contenido y aportación nutrimental. Es considerado alimento indispensable para garantizar la soberanía alimentaria. De acuerdo con datos del Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (2019), la producción de maíz en el año agrícola 2018 fue de 27.2 millones de toneladas, lo que significó una reducción del 2.1% con relación al año agrícola 2017.

*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidóptera: Noctuidae) comúnmente conocido como gusano cogollero, es la plaga insectil de mayor importancia en el cultivo de maíz, ya que generalmente se presenta en poblaciones elevadas. Con su daño directo al cogollo de la planta (zona de crecimiento donde se localiza el meristemo apical del maíz) de la planta provoca pérdidas económicas por la reducción del rendimiento, pero también daña el tallo, espiga y elote. Las larvas de este insecto causan daños al alimentarse del follaje, que dependiendo de su densidad puede reducir el rendimiento del cultivo hasta en 30 %, pero en ocasiones causa la pérdida total (Cortez y Valenzuela, 2011).

El control de esta plaga se realiza mediante la aplicación de tratamientos con insecticidas químicos requiriéndose desde una hasta seis aplicaciones. Se ha comprobado que los insecticidas sintéticos ocupan un lugar muy importante en el control de plagas. Actualmente es el medio más efectivo e inmediato para reducir poblaciones que significan un riesgo en el cultivo (López, 2008).

En México para el control de esta plaga se recurre a insecticidas químicos sintéticos de amplio espectro, con más de veinticinco años en el mercado, con lo que el empleo consecutivo de estos productos ha traído una serie de consecuencias negativas que limitan su utilización, como el desarrollo de las cepas de insectos resistentes y problemas por su toxicidad, elevada contaminación ambiental con múltiples efectos negativos y en ocasiones sin obtener el control deseado sobre la plaga (Cortez y Valenzuela, 2011).

En México se realizó un monitoreo sistémico de resistencia en el gusano cogollero del maíz durante el período 1987-1990, estudio que señaló alta resistencia a insecticidas organofosforados. Actualmente existen insecticidas registrados para el combate del gusano cogollero en México, con diferente modo de acción a los tradicionalmente utilizados y de mayor eficiencia (Morillo y Notz, 2001).

El presente trabajo tuvo como objetivo analizar y describir los insecticidas registrados en México para el control de *S. frugiperda* en el cultivo de maíz, con énfasis en la región productora de Espinal (Veracruz).

## II. JUSTIFICACIÓN

La producción de maíz en México es de gran importancia en el contexto socioeconómico y sobre todo hablando respecto a la soberanía alimentaria. Debido a la importancia de este cultivo, todo tipo de ser vivo que perjudique y merme la producción de este grano, debe ser controlado de la manera más eficaz y rápida posible. En el caso de *S. frugiperda* el control mediante insecticidas químicos sintéticos ha sido adoptada como el método más popular, su gran éxito se deriva por su rápida acción y su amplio control.

El problema de estos químicos es que se han utilizado las mismas moléculas por décadas y no se han acatado las consideraciones para evitar efectos negativos. Ejemplo de estos efectos negativos por el mal uso de los insecticidas químicos son la resistencia por las plagas y la baja efectividad (Cortez y Macías, 2006). Sin embargo, en los últimos años se han elaborado distintas moléculas con distintos modos de acción que hacen más eficiente las aplicaciones (Cortez y Valenzuela, 2011).

Dicho lo anterior es de vital importancia que se difunda la información de estas nuevas moléculas, pero aún más importante es recalcar las medidas de un uso correcto para evitar la resistencia por las plagas. Entender y aplicar esta información hará que los productores de este grano hagan aplicaciones contra esta plaga más eficientes y de una forma correcta.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

- Mejorar el uso de los insecticidas químicos sintéticos autorizados en México para el control de *Spodoptera frugiperda*, en el municipio de Espinal, Veracruz.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Identificar los métodos de acción que emplean los insecticidas novedosos químicos sobre *Spodoptera frugiperda*.
- Describir las condiciones para una aplicación eficaz de insecticidas químicos para el control de *Spodoptera frugiperda*.

### **IV. REVISIÓN DE BIBLOGRAFÍA**

#### **4.1 El maíz (*Zea mays*)**

El maíz es el segundo cultivo más importante a nivel mundial después del trigo. Globalmente, este grano se cultiva en más de 140 millones de hectáreas con una producción anual de más de 1,116.41 millones de toneladas. Los principales países productores de este grano son Estados Unidos de América, China, Brasil, La Unión Europea, Argentina, Ucrania, India y México (con una producción de 28 millones de toneladas) (García, 2016).

En México, este cultivo tiene una importancia relevante debido a que constituye la base de la alimentación humana. Los mexicanos cuentan con un consumo promedio *per cápita* al año de 196.4 kg de maíz blanco, especialmente consumido en forma de tortillas (SAGARPA, 2016).

El maíz pertenece a la familia Poaceae. Este cultivo es de régimen anual, su ciclo vegetativo, desde la siembra hasta la cosecha, oscila entre 80 y 200 días, la planta está constituida por un tallo con una cantidad de hojas que va de 16 a 22, un sistema radicular formado por la raíz principal y las raíces adventicias, las cuales son de sostén y son aéreas, y las flores masculinas y femeninas (espiga y estigmas) (Gutiérrez, 2014).

### **4.1.1 Clasificación botánica**

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinidae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Panicoideae

Tribu: Andropogoneae

Género: *Zea*

Especie: *Mays*

Nombre científico: *Zea mays* L.

### **4.1.2 Problema Fitosanitario**

El cultivo de maíz puede ser afectado por una serie de plagas que causan importantes daños económicos a su producción y ponen en riesgo la seguridad alimentaria. *S. frugiperda* comúnmente conocido como gusano cogollero es considerado una de las plagas más importantes del maíz en regiones tropicales y subtropicales de América, por los daños que

realiza desde el inicio del desarrollo de la planta hasta antes de la cosecha. En diversas entidades de México, se han registrado pérdidas de producción causadas por este insecto que van de un 13% a 60%, y en ocasiones pérdidas totales del cultivo (Ángel, 2019).

## **4.2 Gusano cogollero del maíz (*S. frugiperda*)**

*S. frugiperda*, comúnmente conocido como “el gusano cogollero del maíz” (por el daño que causa al cogollo del maíz) es un insecto lepidóptero de la familia Noctuidae. El gusano cogollero del maíz se distribuye desde los Estados Unidos de América hasta América del Sur y las islas del Caribe. Puede sobrevivir durante todo el año en áreas tropicales y si las condiciones ambientales se lo permiten, coloniza zonas subtropicales no infestadas (Gutiérrez, 2014).

La etapa larvaria de esta plaga tiene preferencia alimenticia por las hojas y los brotes tiernos, especialmente los brotes, convirtiéndose en un masticador de tejido vegetal. Sus hábitos alimenticios lo convierten en una plaga polífaga, migratoria y destructiva de los cultivos en el hemisferio occidental. También tiene una alta capacidad de dispersión y adaptación y una preferencia por una variedad de plantas hospedantes (Paredes, et al. 2021).

### **4.2.1 Clasificación taxonómica**

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

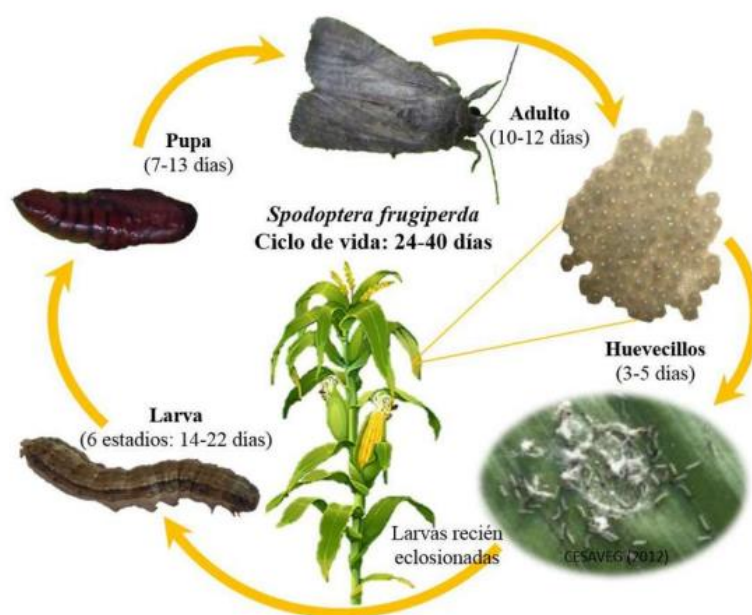
Familia: Noctuidae

Género: *Spodoptera*

Especie: *S. frugiperda*

## 4.2.2 Ciclo de vida y hábitos

*S. frugiperda* es un insecto holometábolo, es decir, pasa por cuatro estados bien diferenciados; huevo, larva, pupa y adulto (Figura 1). El ciclo completo oscila entre 24 y 80 días y depende de la temperatura en las distintas fases; a temperaturas superiores a 30° C el ciclo se acorta a 24 días aproximadamente (García, 2016).



**Figura 1.** Ciclo de vida de *S. frugiperda* (Pioneer, 2019).

*S. frugiperda* puede ser cortadora, defoliadora, o cogollera, según el momento en el que ataque. Los primeros estadios (L1 y L2) sólo roen la epidermis de las hojas, dejando manchas translúcidas. En el tercer estadio larval (L3), consumen toda la lámina foliar dejando huecos irregulares en el follaje. Los últimos estadios (L4 y L5) son los más importantes ya que es cuando infringen el mayor daño; consumen más del 80 % de la ingesta (González *et al.*, 2020).

### 4.2.3 Descripción morfológica



**Figura 2.** Descripción morfológica de *S. frugiperda* (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, España 2020).

### 4.3 Control químico.

Una de las estrategias en el control de este insecto, es el uso de insecticidas químicos sintéticos. Se ha comprobado que los insecticidas químicos sintéticos ocupan un lugar muy importante en el control del mismo. Actualmente es el medio más efectivo e inmediato para reducir poblaciones que significan un riesgo en el cultivo (López, 2008).

En México para el control de esta plaga se recurre a insecticidas químicos sintéticos de amplio espectro, en donde los grupos químicos frecuentemente utilizados son organofosforados y piretroides con más de veinticinco años en el mercado (Cortez y Macías,

2006). Sin embargo, actualmente la gama de insecticidas disponible en el mercado es más amplia en relación a modos de acción (Tejeda *et al.*, 2016).

Hoy en día existen insecticidas químicos sintéticos autorizados en México para el control de *S. frugiperda* registrados en México, con diferente modo de acción a los tradicionalmente utilizados: reguladores de crecimiento, inhibidores de la síntesis de la quitina, aceleradores de la muda, etc., que mayormente tienen que ser consumidos por el insecto para ejercer el efecto tóxico, lo que representa ventajas sobre los insecticidas convencionales, generalmente de amplio espectro y de contacto, entre otras ventajas está menor efecto nocivo contra organismos no blanco de control (Cortez y Valenzuela, 2011).

### 4.3.1 Spinetoram

Spinetoram: Mezcla de los estereoisómeros J y L

Nombre común: Spinetoram (ISO),

Spinetoram J:

Nombre químico: 50-10% de (2S,3aR,5aS,5bS,9S,13S,14R,16aS,16bS)-13-{[(2S,5S,6R)-5-(dimetilamino)-6-metiltetrahydro-2H-pyran-2-yl]oxi}-9- etil-4,14-dimetil-7,15-dioxo-2,3,3a,5a,5b,6,7,9,10,11,12,13,14,15,16a,16b-hexadecahidro-1H-as-indaceno[3,2-d]oxacyclododecin-2-yl 6-deoxy-3-O-etil-2,4-di-O-metil-beta-Lmannopyranoside,

Nombre común: Spinetoram J.

Spinetoram L:

Nombre químico: 50-90% de (2R,3aR,5aR,5bS,9S,13S,14R,16aS,16bR)-13-{[(2S,5S,6R)-5-(dimetilamino)-6-metiltetrahydro-2H-pyran-2-yl]oxy}-9- etil-14-metil-7,15-dioxo-2,3,3a,4,5,5a,5b,6,7,9,10,11,12,13, 14,15,16a,16b-octadecahidro-1H-as-indaceno[3,2-d]oxacyclododecin-2-yl 6-deoxy-3-O-etil-2,4-di-O-metil-beta-Lmannopyranoside

. Nombre común: Sp.inetoram L

Ingrediente activo: Metabolito de la fermentación natural en el suelo de la actinobacteria *Saccharopolyspora spinosa*. Spinosam mata a las especies susceptibles de insectos provocándoles una rápida excitación del sistema nervioso.

Modo de acción: Grupo 5 Moduladores alostéricos del receptor nicotínico de la acetilcolina. Activan alostéricamente los receptores, provocando la hiperexcitación del sistema nervioso. La acetilcolina es el principal neurotransmisor excitador en el sistema nervioso central del insecto (De Liñán, 2014).

Vida media en el suelo a la hidrólisis, más de 14 días; a la fotólisis, más 7 días; metabolismo anaerobio, más de 9 días; metabolismo aerobio, más de 21 días. Vida media en campo: 21 días. Se considera moderadamente tóxico para peces y tóxico para camarones y moluscos y altamente tóxico para abejas en tratamiento directo sobre cultivos o malezas en flor (De Liñán, 2014).

### **4.3.2 Benzoato de emamectina**

Nombre químico: Benzoato de 4"-epi-metilamino-4"-desoxiavermectina B1 (mezcla de un mínimo del 90% de benzoato de 4"-epi-metilamino-4"-desoxiavermectina B1a y de un máximo del 10% de benzoato de 4"-epi-metilamino-4"-desoxiavermectina B1b).

Nombre común: Emamectin benzoate (ISO), Emamectin, benzoate (PANNA). Benzoato de emamectina (Español).

Emamectina:

Nombre químico: 4"-epi-metilamino-4"-desoxiavermectina B1 (mezcla de un mínimo del 90% de 4"-epi-metilamino-4"-desoxiavermectina B1a y de un máximo del 10% de 4"-epi-metilamino-4"-desoxiavermectina B1b)

Nombre común: Emamectin (ANSI, ISO). Emamectine (Francés). Emamectina (Español).

Nota. - La emamectina normalmente se utiliza en forma de benzoato.

Ingrediente activo: Derivado de la avermectina, no sistémico, con actividad insecticida y acción por ingestión, menos por contacto, penetra en los tejidos de las hojas y tiene

movimiento traslaminar. Actúa potenciando la capacidad de los neurotransmisores como el glutamato y el ácido  $\gamma$ -aminobutírico, GABA, que estimulan un flujo de iones cloro a las células nerviosas y que a su vez provocan la pérdida de la función celular e interrupción de los impulsos nerviosos. Como consecuencia, poco después de la ingestión del producto, las larvas dejan de alimentarse y se paralizan irreversiblemente. En 3-4 días se alcanza la máxima mortalidad. Aunque los efectos se notan lentamente, las plantas no sufren apenas daños porque las larvas dejan de actuar tan pronto ingieren el producto. Además de su actividad por ingestión también se absorbe y actúa por contacto. No es ovicida pero las larvas que salen de huevos tratados mueren poco después de la eclosión en cuanto comienzan a alimentarse. No es sistémico, pero por su acción traslaminar penetra la cutícula de la planta, se acumula en sus tejidos y proporciona una larga actividad residual (De Liñán, 2014).

Se adsorbe fuertemente en el suelo, es prácticamente inmóvil (no se encuentran residuos a profundidad superior a 15 cm) y no se lixivia ni acumula. Los residuos no pasan en la rotación a los cultivos siguientes. Se biodegrada en el suelo, rápidamente en los primeros 60 días y más lentamente desde los 60 a los 366 días. Se forman numerosos productos residuales que se incorporan como integrantes del suelo y se mineralizan a  $\text{CO}_2$  (De Liñán, 2014).

### **4.3.3 Indoxacarb**

Nombre químico: (S)-metil 7-cloro-2-[metoxicarbonil-(4-trifluorometoxifenil)-carbamoil]-2,5-dihidro-indeno [1,2-e] [1,3,4]oxadiazina-4<sup>a</sup>-(3H)-carboxilato

Nombre común: Indoxacarb (ANSI, ISO)

Oxadiazina con actividad insecticida por ingestión y más lentamente por contacto. Actúa bloqueando los canales de sodio de las células nerviosas lo que causa una pobre coordinación de movimientos, parálisis y muerte del insecto a las 24-60 horas de aplicación; este proceso se denomina bioactivación. Los síntomas aparecen rápidamente y se ve a los insectos dejar de comer 2-8 horas después de la aplicación. Es específico a Lepidópteros, pero tiene acción secundaria contra algunos Homópteros. Algunos insectos, especialmente los Lepidópteros, lo pueden metabolizar por N-descarbometoxilación que da lugar a la producción de un metabolito que causa el bloqueo de los canales de sodio. Su persistencia es de 10-14 días. Es

moderadamente persistente en medio aerobio con vida media entre 3 y 693 días, y en anaerobio, entre 147 y 233 días. Es considerado inmóvil y el riesgo de lixiviación es mínimo. En suelo limoso su vida media es de 4-5 días. En medio acuático se fotoliza en 3.2 días a pH 5 y 25 ° C. (De Liñán, 2014).

### **4.3.4 Clorantraniliprol**

Nombre químico: 3-bromo-*N*-[4-cloro-2-metil-6-[(metilamino) carbonil] fenil]-1-(3-cloro-2-piridinil)-1*H*-pirazol-5-carboxamida.

Nombre común: Clorantraniliprol. Rynaxypyr

Insecticida perteneciente a la familia de las diamidas antranílicas descubierto por DuPont Crop Protección. Presenta un control efectivo a baja dosis frente a un amplio espectro de plagas de lepidópteros y otras plagas de ordenes importantes económicamente. Se caracteriza por su actividad larvicida y prolongado efecto residual. Posee actividad sistémica al ser absorbido por vía radicular cuando es aplicado al suelo y acción traslaminar cuando es aplicado al follaje. Resulta selectivo frente artrópodos benéficos. Presenta actividad por contacto, aunque resulta más eficaz por ingestión (De Liñán, 2014).

Modo de acción: El control de las plagas se realiza mediante un nuevo modo de acción: la activación de los receptores de rianodina de los insectos (RyRs). Estos receptores desempeñan un papel crítico en la función muscular. La contracción de las células musculares requiere una liberación balanceada del calcio procedente de los almacenamientos internos al interior de las células citoplasmáticas. Rynaxypyr se une a los receptores RyR, produciendo una liberación descontrolada que lleva al agotamiento de los reservorios internos de calcio, evitando la posterior contracción muscular. Los insectos tratados muestran rápidamente los efectos en un periodo de 1-3 días, que se manifiestan en un rápido cese de la alimentación, letargo, regurgitación y parálisis muscular, finalmente induce la muerte del insecto plaga.

Es especialmente potente frente a las larvas neonatas, actuando tan pronto eclosionan los huevos (actividad ovicida-larvicida), muriendo las larvas antes de llegar a abandonar completamente el huevo (De Liñán, 2014).

Posee un amplio efecto residual, se mueve al interior del tejido de la hoja: efecto traslaminar, lo que evita su lavado por lluvia (rainfastness, en inglés) y su fotodegradación, permaneciendo activo frente a los insectos masticadores que se alimentan de las hojas (De Liñán, 2014).

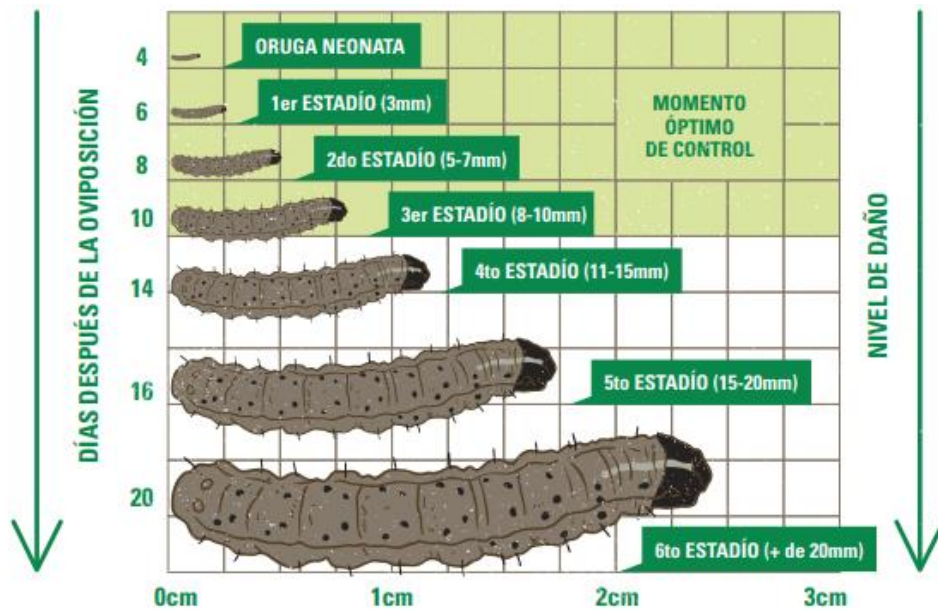
## **4.4 Aplicación eficiente**

Los insecticidas químicos sintéticos son una herramienta muy poderosa para el control de los insectos plaga; son muchos los beneficios económicos que con frecuencia sustentan el uso de plaguicidas. Al mismo tiempo, debemos reconocer que presentan muchas ventajas y que si se usan correctamente pueden marcar la diferencia entre un buen cultivo o el fracaso total del mismo (Negrete y Morales, 2005).

Para capitalizar las ventajas de los insecticidas en el control de insectos plaga, además de prevenir o minimizar su impacto negativo en los ecosistemas e incorporar su uso en un programa integrado de manejo de plagas, hay varios conceptos básicos que deben ser tomados en consideración (López, 2008).

### **4.4.1 Momento óptimo de aplicación**

El momento óptimo de control es antes de que la larva se desarrolle más de 1.5 cm (L3) y aún no han ingresado a la zona meristemática ya que a partir de ese tamaño se alojan en el cogollo dificultando su control al no ser alcanzadas por el producto aplicado (Figura 3). Las larvas más grandes suelen alojarse en el cogollo y no son alcanzadas por los insecticidas, por lo cual se requerirán volúmenes de mojado más altos para intentar llegar al objetivo (Pioneer, 2019).



**Figura 3.** Momento óptimo de control de *S. frugiperda* (Pioneer, 2019).

Otro indicador del momento ideal para controlar esta plaga es cuando las hojas presentan pequeñas lesiones circulares o alargadas de menos de 1.3 cm sin perforaciones de la membrana (daño 3 en la escala de Davis) y hay larvas vivas aún expuestas en las láminas (Figura 4) (MRI e IRAC Argentina, 2019). Iannone y Leiva (2011) recomiendan la aplicación química cuando el nivel de infestación se encuentra entre un 15 a 20 % de plantas atacadas con larvas presentes hasta el estadio V4. Los mismos autores admiten hasta un 10 % de plantas con larvas si el cultivo se encuentra entre 4 y 8 hojas.



Figura 4. Escala de Davis (MRI e IRAC Argentina, 2019).

#### 4.4.2 Elección de insecticida

Al momento de elegir los insecticidas se tiene que considerar aquellos productos con alta persistencia y que tengan el menor impacto posible sobre la fauna benéfica. Por otro lado, otras características importantes a considerar son: ingrediente activo, grupo químico, modo de acción y efecto residual.

**Cuadro 1.** Características de los insecticidas novedosos para control de *S. frugiperda*

Ingrediente Activo	Grupo químico	Modo de acción	Días control (Efecto residual)
Spinetoram	Spinosides	Sistema nervioso Grupo 5. Moduladores alostéricos del receptor nicotínico de la acetilcolina	Hasta 20 días

---

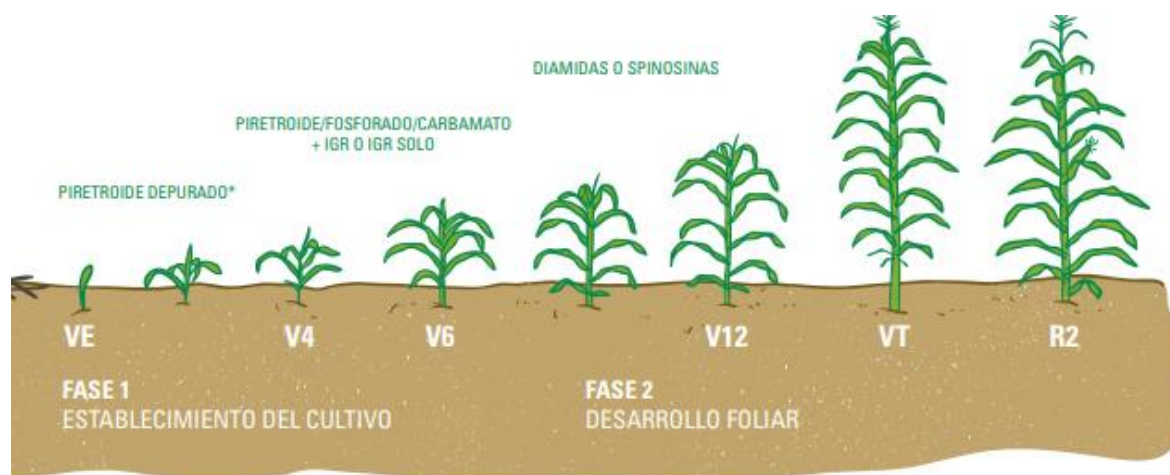
Benzoato de emamectina	Avermectinas	Sistema nervioso y muscular Grupo 6. Moduladores alostéricos del canal de cloro dependiente de glutamato	Hasta 20 días
Indoxicarb	Oxadiazina	Sistema nervioso Grupo 22. Bloqueadores del canal de sodio dependiente del voltaje.	Hasta 20 días
Clorantraniliprol	Diamidas antranílicas	Sistema nervioso y muscular Grupo 28. Moduladores del receptor de la rianodina	Hasta 20 días

---

Fuente: Comité de Acción contra la Resistencia a Insecticidas, 2022, España.

Estas características son relevantes para el manejo de resistencia de plagas ya que el uso repetitivo de insecticidas del mismo grupo químico y el mismo método de acción puede llevar al desarrollo de poblaciones resistentes de insectos en algunos cultivos.

La manera adecuada de manejo de resistencia de plagas es la aplicación de “bloque” o “ventana” para evitar la exposición de generaciones consecutivas de plagas al mismo modo de acción (Figura 5). Una “ventana o bloque activo” es definido como el periodo de actividad residual de una sola aplicación o aplicaciones consecutivas del producto. Una “ventana o bloque libre” es el periodo entre dos bloques activos, donde las plagas son controladas con insecticidas de otro grupo químico (De Liñan, 2014).



**Figura 5.** Aplicación bajo el concepto de ventana o bloque (Pioneer, 2019).

### 4.4.3 Aspersión adecuada

En la aspersión de plaguicidas la cobertura y deposición de las gotas en el follaje y los frutos son factores determinantes para un control eficiente de plagas. Actualmente, los nuevos plaguicidas son eficaces con pocos gramos de ingrediente activo, por lo cual se requiere de una mayor precisión en la aspersión a través de una mejora en la tecnología de aplicación. Por ello es de suma importancia cuidar *el cómo* se aplican los insecticidas destinados al control de *S. frugiperda*. Para esta plaga los controles con insecticidas foliares históricamente han sido poco eficientes, principalmente por el empleo de técnicas de aplicación inadecuadas que resultan en una baja calidad en la distribución de las gotas de pulverización sobre las hojas del maíz (INIFAP, 2009).

Los principales factores que afectan la eficiencia de los insecticidas son:

#### 1) Dosis de aplicación

Se debe utilizar la dosis recomendada por el fabricante y hacer caso omiso a las recomendaciones del estadio larval a controlar (Cuadro 2). El uso de sobredosis no mejora el control (INIFAP, 2009).

De acuerdo con Cortez y Valenzuela (2011) en un ensayo que realizaron evaluando la efectividad de insecticidas novedosos al 100% y 50% de la dosis sobre gusano cogollero en

maíz en Sinaloa llegaron a la conclusión que la efectividad biológica sobre los insecticidas fue semejante con la dosis recomendada por el fabricante y al 50%, pero el periodo de residualidad fue menor con la dosis al 50%.

**Cuadro 2.** Dosis recomendadas por los fabricantes en el uso de insecticidas contra el gusano cogollero

<b>Ingrediente activo</b>	<b>Nombre comercial</b>	<b>Dosis</b>	<b>Recomendaciones</b>
Spinetoram	Palgus	75 – 100 ml ha <sup>-1</sup>	Aplíquese preferentemente sobre estados iniciales de la plaga.
Benzoato de emamectina	Denim	100-200 ml ha <sup>-1</sup>	Realizar aplicación dirigida al cogollo al detectar las primeras infestaciones con larvas L1 - L3. Realice 2 aplicaciones al follaje a intervalos de 7 días al detectar las primeras larvas.
Indoxicarb	Avaunt	100 - 250 ml ha <sup>-1</sup>	3 aplicaciones al follaje cuando aparezcan las primeras larvas sobre el cultivo a intervalos de 7 días.
Clorantraniliprol	Coragen	75-125 ml ha <sup>-1</sup>	Realizar máximo una aplicación al follaje.

## 2) Calidad del agua

### - pH

El pH del agua indica el nivel de acidez o alcalinidad. Comprende una escala con valores de 0 a 14 y el valor 7 es la neutralidad, que se interpreta como la misma cantidad de iones

hidrógeno y oxhidrilo. La alcalinidad total del agua es la suma de alcalinidad de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos (Martens, 2012).

Cuando se usa con pH alto muchos plaguicidas son inactivados o su eficacia disminuye por hidrólisis alcalina; la mayoría de estos productos funcionan mejor a pH entre 4 y 7. El pH del agua se puede bajar agregando ácido cítrico, fosfórico, nítrico o sulfúrico o algún acidificante comercial (INIFAP, 2009). Para los insecticidas químicos novedosos contra el gusano cogollero en maíz abordados en este trabajo el pH adecuado se muestra en el cuadro 3.

**Cuadro 3.** pH adecuado para insecticidas novedosos contra *S. frugiperda*.

<b>Ingrediente activo</b>	<b>Nombre comercial</b>	<b>pH óptimo</b>
Spinetoram	Palgus <sup>(1)</sup>	6.0
Benzoato de emamectina	Denim	5.0-7.5
Indoxicarb	Avaunt	5.5-7.0
Clorantraniliprol	Coragen	5.5-7.0

(1) Información de INIFAP (2009)

Fuente principal: etiquetas de los productos consultadas en 2022.

- Dureza:

Se denomina “dureza” a la concentración de iones de calcio y magnesio en el agua expresada en miligramos por litro, unidad equivalente a partes por millón (ppm). La mejor forma de determinarla es mediante un análisis físico-químico del agua. La corrección de durezas es necesaria para evitar el secuestro de productos por parte de estos iones (Kahl *et al.* 2015).

**Cuadro 4.** Clasificación de dureza del agua de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (2006)

<b>Clasificación dureza del agua</b>	<b>Partes por millón de carbonatos de calcio (CaCO<sub>3</sub>)</b>
Muy blanda	8-50
Blanda	50-120
Moderadamente dura	120-600
Dura	600-1200

El uso de agua dura para la pulverización de plaguicidas puede generar una reducción o inactivación de los ingredientes activos, formar precipitados que pueden obstruir los filtros y boquillas y afecta la penetración. Desde luego el valor ideal de dureza para la aplicación de insecticidas siempre será de cero, sin embargo, el rango de dureza ideal es hasta 50 ppm de  $\text{CaCO}_3$  (Reyes, 2019; Ortiz, 2002).

- Materia en suspensión (orgánica e inorgánica).

Provoca fenómenos de adsorción. Los sólidos disueltos en agua le quitan transparencia, las partículas en suspensión poseen cargas de igual signo y se repelen, esas cargas adsorben a los plaguicidas, teniendo la materia orgánica un valor de retención más alto que el de la arcilla. Dado que las cargas predominantes son negativas el agregado de ácidos las neutraliza y contribuye a la precipitación de estas impurezas (Martens, 2012). Por ello es muy importante utilizar agua con bajo nivel de turbidez o en dado caso utilizar algún coadyuvante corrector de turbidez.

### **3) Preparación adecuada del caldo.**

Cuando se utilizan mezclas de plaguicidas, el orden en que los productos se integran guarda una estrecha correlación con la calidad del caldo de aspersión. A modo orientativo, siempre y cuando la etiqueta no indique lo contrario, el orden de carga sugerido es: acidificantes, gránulos dispersables, polvos mojables, suspensiones concentradas, suspensiones emulsiones, gránulos solubles, líquidos solubles, concentrados emulsionables y coadyuvantes. Si no se posee información, se sugiere una prueba con volúmenes reducidos, simulando la mezcla en las mismas proporciones (INIFAP, 2009; Martens, 2012).

Para aclarar se muestra una figura con la secuencia correcta del mezclado del caldo (Figura 6).



**Figura 6.** Secuencia correcta del mezclado del caldo (INIFAP, 2009; Martens, 2012).

#### **4) Condiciones ambientales al momento de la aplicaci3n**

Determinan la “ventana de aplicaci3n del producto”, que es el per3odo durante el cual el estado de la atm3sfera es tal que se pueden realizar aplicaciones eficaces con m3nimo riesgo de contaminaci3n ambiental (Martens, 2012). De acuerdo al Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (Argentina; 2012) las condiciones ambientales m3s importantes son: velocidad del viento, humedad relativa, temperatura y precipitaciones. Dichas condiciones pueden incidir en la aplicaci3n produciendo efectos indeseables como:

- Deriva por arrastre o exoderiva:

una parte del producto al ser aplicado puede ser arrastrado fuera del blanco de la aplicaci3n; la deriva depende de la altura de la que cae la gota, la velocidad del viento, la humedad ambiente, la tasa de evaporaci3n y la velocidad de ca3da de la gota, la cual a su vez es funci3n del di3metro y peso.

- Evaporaci3n:

La evaporaci3n de las gotas es funci3n de la temperatura ambiente, la humedad relativa y el tama1o de las gotas. Por eso se recomienda la aplicaci3n en horas del d3a (a la ma1ana o

atardecer), donde la temperatura no sea elevada. La tasa de evaporación, se mide en la estación meteorológica y se indica con un número que no debería superar el valor de 10.

Por tal motivo es de vital importancia prestar atención a las condiciones ideales para una correcta aplicación. El cuadro 5 orienta sobre las condiciones adecuadas de los factores que limitan las aplicaciones.

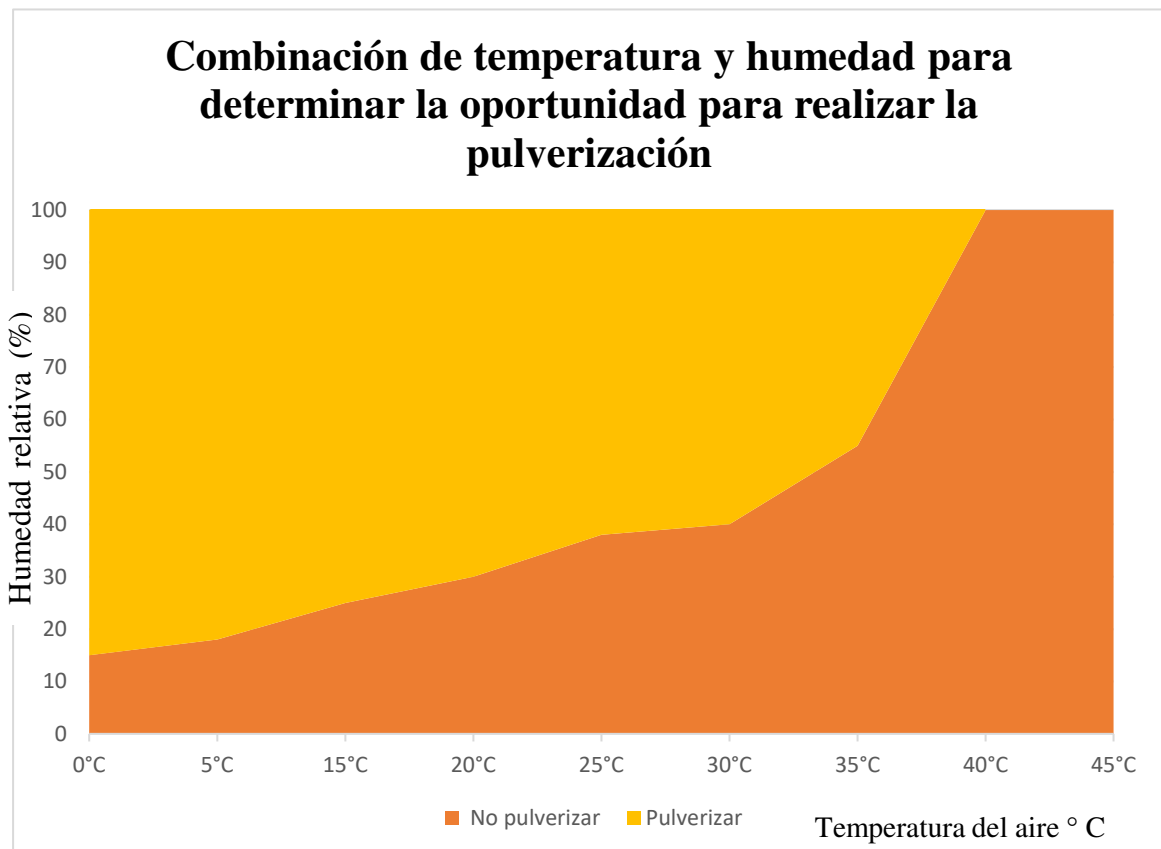
**Cuadro 5.** Condiciones adecuadas de los factores que limitan las aplicaciones

<b>Factor</b>	<b>Valor</b>	<b>Consideración</b>
Viento	3-7 km/h	Que su dirección esté opuesta a zonas urbanas y/o cursos de agua. Su intensidad nunca debe superar entre los 15 y 20 km/h.
Temperatura	<28° C	Aplicar en las horas más frescas del día. Nunca se debe aplicar con más de 30°C.
Humedad relativa	Superior al 55 %	No pulverizar con valores inferiores al 40%. Con una atmósfera muy seca el riesgo de evaporación de las gotas aumenta.

---

Fuente: Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (Argentina), (2020).

Por lo tanto, si se considera la combinación de temperatura atmosférica y humedad relativa, la Figura 7 indica las posibilidades de aplicación.



**Figura 7.** Ventana de aplicación en función de la temperatura del aire y la humedad relativa (Martens, 2012).

Se debe tener en cuenta que estas condiciones ambientales varían con el transcurso del día. A primera hora de la mañana son más favorables, mientras que al mediodía o media tarde son más desfavorables. A modo general, se recomienda no pulverizar cuando hay pronóstico de lluvias, los productos pueden lavarse y no llegar a controlar la plaga. Además, ésta puede ser un buen vehículo del producto a cuerpos de aguas superficiales o subterráneos (Senasa, 2012).

#### 5) Equipo de aspersión

- a) Se debe verificar que el equipo de aspersión, la bomba, aguilón, mangueras, boquillas y manómetro se encuentren en buen estado verificando que no se produzcan goteos en ninguna de sus partes.
- b) Desmontar las boquillas y limpiar los filtros con agua limpia y colocarlos nuevamente.
- c) Elegir las boquillas adecuadas de acuerdo al tamaño de la gota.

La boquilla determina la cantidad de producto aplicado, uniformidad y cobertura en el cultivo, así como la cantidad de deriva durante la aplicación. Para el caso de insecticidas contra *S. frugiperda* se recomienda usar boquillas de cono lleno. En este tipo de boquillas de pulverización, el cono interno está constituido uniformemente por partículas líquidas. El radio de aplicación está en función del ángulo y la distancia de la aspersion y el área cubierta es perpendicular al chorro (Figura 8) (Teejet, 2004).



**Figura 8.** Boquilla de cono hueco (Teejet, 2004).

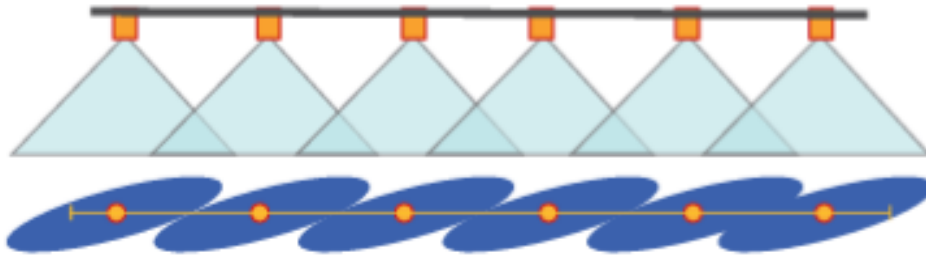
d) Altura correcta de la barra porta boquillas

La altura de la barra de pulverización es un factor esencial para una buena homogeneidad en el reparto del producto por la parcela. La altura de la barra depende del tipo de boquillas que se monten.

**Cuadro 6.** Altura de la barra porta boquillas

	<b>Altura mínima</b>	<b>Altura optima</b>
Angulo de 110°	40 cm	60 cm
Angulo de 80°	50 cm	90 cm

Fuente: Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes, 2020



**Figura 9.** Altura correcta de la barra porta boquillas.

e) Por último, calibrar el volumen a pulverizar y verificar el volumen pulverizado.

(De Souza, 2021).







### 6) Tamaño de gota

El proceso de formación de gotas, se da por el paso del líquido a presión a través de picos o pastillas ubicadas a lo largo de la barra de aspersión. La presión de trabajo y el tipo de pastilla seleccionada, determinan el tamaño de las gotas y el volumen a aplicar. Si bien las gotas de una pulverización no son todas de igual tamaño, se definen diámetros estandarizados según el tipo de producto a aplicar y plaga a controlar (Martens, 2012).

El tamaño de gota a seleccionar depende de las condiciones ambientales en las cuales deben realizarse las aplicaciones y cómo se comportan los distintos tamaños de gota. En condiciones de baja intensidad de viento (menos de 10-11 km/h) se puede optar por un tamaño de gota de aproximadamente 200  $\mu\text{m}$  de diámetro, que promueve una buena cobertura superficial. Un factor clave para realizar este tipo de aplicación es proteger las gotas de las condiciones ambientales que pueden disminuir su tamaño por evaporación. Esto se consigue con productos adyuvantes que retardan la evaporación permitiendo alcanzar el objetivo y mantener durante un tiempo suficiente la humedad necesaria para que el principio activo se fije e ingrese al tejido vegetal. A medida que la intensidad del viento se incrementa debemos ir aumentando el tamaño de las gotas producidas para evitar una deriva indeseada, buscando siempre aquellas combinaciones de boquilla y presión que proporcionen una buena uniformidad en la cobertura (MRI e IRAC, Argentina, 2019).

De acuerdo con la Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (Argentina, 2020) para el caso de insecticidas, donde se requiere una buena cobertura, en general se utilizan gotas de tamaño fino a mediano (Cuadro 7). Esto se debe a que por ejemplo muchos insectos se encuentran localizados en sectores difíciles de alcanzar (cuando el cultivo ya ha cerrado el surco). Este tamaño de gotas permite que las mismas puedan ingresar al cultivo y generar un correcto mojado. Sumado a esto, no debemos olvidar las condiciones ambientales, sobre todo en este tamaño de gotas. Estas son más fáciles de ser transportadas por el viento que gotas más grandes.

**Cuadro 7.** Clasificación de tamaño de gota en la aspersión de plaguicidas

<b>Clasificación</b>	<b>micrones (µm)</b>	<b>Color</b>
Muy fina	<150 µm	
Fina	150-200 µm	
Mediana	250-350 µm	
Grande	350-425 µm	
Muy grande	425-500 µm	
Extremadamente grandes	>500 µm	

Fuente: Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes, Argentina, 2020

## 7) Volumen de agua

Actualmente, existe una demanda del sector productivo para reducir el volumen de caldo. A partir de menores volúmenes hay menos transporte de agua al campo y menor número de paradas para reabastecimiento del pulverizador y, por consiguiente, hay aumento de la capacidad operacional del equipo de aplicación y disminución de los costos de producción. Sin embargo, es común que se presenten dudas en cómo definirlo. En líneas generales, el volumen adecuado puede ser definido como la cantidad de caldo necesaria para proporcionar la máxima cobertura de gotas con el mínimo de escurrimiento, en función del equipo o técnica de pulverización utilizada, dentro de los marcos legales y regulatorios establecidos para cada principio activo (MRI e IRAC Argentina, 2019).

De acuerdo con el INIFAP (2009) para la aplicación de insecticidas contra el gusano cogollero se recomienda un volumen de agua de 300 a 400 L por hectárea hasta los 50 días del cultivo.

**Cuadro 8.** Volumen de agua adecuado para insecticidas novedosos contra *S. frugiperda*

<b>Ingrediente activo</b>	<b>Nombre comercial</b>	<b>Volumen de agua ideal</b>
Spinetoram	Palgus	150-300 L de agua por hectárea dependiendo del tamaño del cultivo.
Benzoato de emamectina	Denim	Utilizar de 300 a 500 L de agua por hectárea y un coadyuvante tipo penetrante.
Indoxicarb	Avaunt	Utilizar un mínimo de agua de 200 L/ha.
Clorantraniliprol	Coragen	250 - 350 L de agua ha <sup>-1</sup> . agregar a la mezcla un coadyuvante a razón de 0.25 %.

## **4.5 Inmersión en la problemática a nivel de unidad de producción**

La producción de maíz en Espinal, Ver. es de gran importancia en el contexto socioeconómico, debido a que el 48.7% de la economía depende del sector primario, destacando el maíz de grano como el principal cultivo. En el año 2019 este municipio tuvo

una superficie sembrada de 5,670 hectáreas con un valor de 50, 996 miles de pesos. Por lo tanto, cualquier plaga o enfermedad que perjudique y merme la producción de este grano repercute gravemente en la economía del municipio.

Un problema frecuente que tiene dicha zona es la presencia del gusano cogollero afectando los rendimientos de los agricultores al mismo tiempo que el control que emplean es deficiente haciendo de esta plaga un caso todavía más relevante.

## **4.6 Búsqueda de información regional sobre métodos de control**

Al analizar los métodos de control que los productores empleaban para el gusano cogollero se observaron varias particularidades.

1. Uso de moléculas viejas con bajo porcentaje de control
2. Uso de las mismas moléculas todos los ciclos agrícolas
3. No tener en consideración el tamaño de las larvas
4. No saber cuál es el pH óptimo del insecticida a elegir, no conocer el gasto de agua óptimo y no conocer la manera correcta de hacer la mezcla del caldo de aspersión
5. No calibrar los aparatos de aspersión

El conjunto de todos estos factores hace que las aplicaciones tengan muy baja eficiencia y en ciertos casos las aplicaciones sean ineficientes.

Teniendo en cuenta la problemática y los factores específicos a resolver. Se desarrolló una búsqueda sistemática de información para poder resolver dicho problema en la zona y además de ello mejorar las prácticas agrícolas de los productores.

Para empezar, se realizó una búsqueda de insecticidas con características específicas (moléculas novedosas con alta persistencia y que tengan el menor impacto posible sobre los insectos benéficos). Posteriormente se analizó la correlación que tienen los insecticidas con el tamaño de la larva, encontrando que todos los insecticidas son mucho más eficientes cuando las larvas miden menos de 1.5 cm.

Por último, se indagó sobre las consideraciones a tomar (pH, gasto de agua, tamaño de gota etc.) para lograr una aplicación eficiente.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Aplicación de los productos y experiencia obtenida en el ensayo de campo

Se tomó la decisión de llevar toda esa información teórica a un ensayo de campo y hacer de este desarrollo algo más tangible. Para ello se montó un ensayo en el mes de noviembre de 2021 evaluando tres insecticidas químicos novedosos (Cuadro 9), midiendo la mortandad de las larvas tres días después de la aplicación y el tiempo de persistencia (días control).

**Cuadro 9.** Insecticidas evaluados en el ensayo de campo (Espinal, Ver., 2021).

<b>Ingrediente activo</b>	<b>Nombre comercial</b>	<b>Laboratorio</b>
Spinetoram	Palgus	Corteva
Benzoato de emamectina	Denim	Syngenta
Clorantraniliprol	Coragen	FMC

## 5.2 Lugar de estudio

Se destinaron tres lotes ubicados en la comunidad del Zapotal, Espinal, Veracruz (Figura 9) Se ubica entre los paralelos 20° 08' y 20° 22' de latitud norte; los meridianos 97° 22' y 97° 37' de longitud oeste; y altitud de 210 m. Con un rango de temperatura de 24-26 °C y un rango de precipitación pluvial de 1400-2100 mm anuales.



**Figura 10.** Área de estudio. Google Earth (fecha de consulta: 9 de septiembre de 2022)

## 5.3 Diseño experimental y tratamientos

La siembra del ensayo utilizó semilla de maíz híbrido amarillo DK-7500 con una densidad de población de 60,000 semillas ha<sup>-1</sup>. La siembra se llevó a cabo el día 20 de noviembre de 2021. La unidad experimental se conformó por tres sub-parcelas con un tratamiento diferente cada una (Cuadro 10).

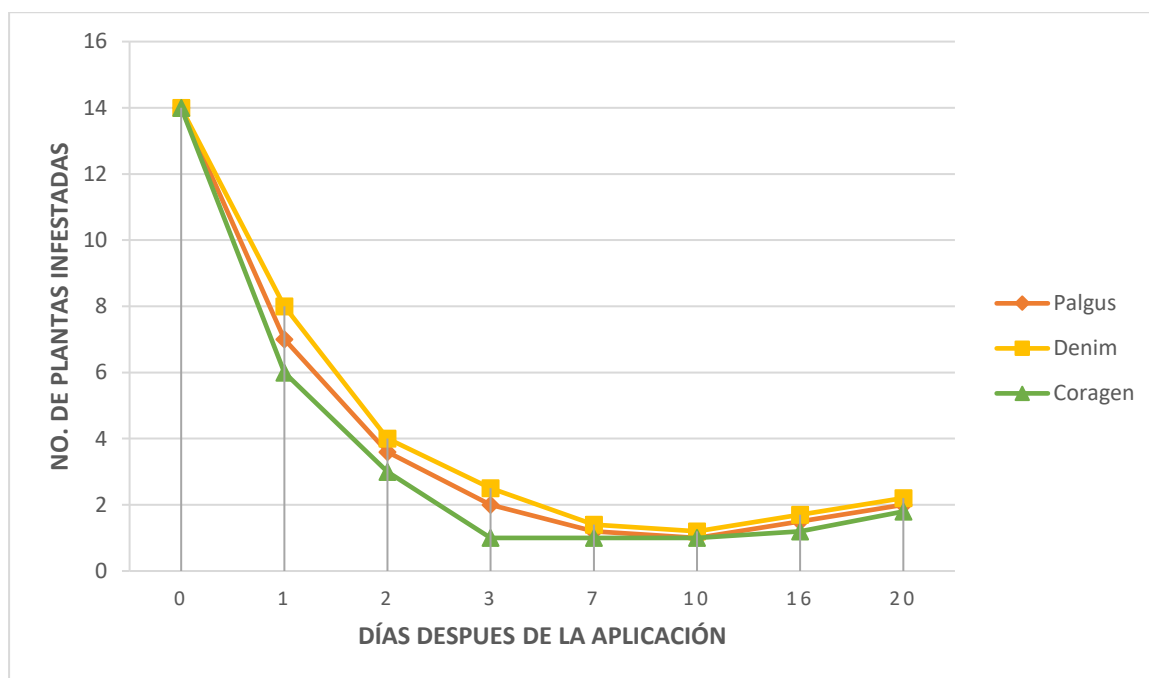
**Cuadro 10.** Unidad experimental

Unidad experimental		
Sub-parcela 1	Sub-parcela 2	Sub-parcela 3
T1	T2	T3
Denim	Palgus	Coragen

Se utilizó un patrón de monitoreo en forma de “X” en cada lote, utilizando cinco estaciones de muestreo con diez plantas cada una. Las aplicaciones de los insecticidas se iniciaron cuando se detectó el 15% de plantas atacadas con un daño 3 en la escala de Davis (MRI e IRAC Argentina, 2019). El conteo de larvas para valorar la eficiencia de las aplicaciones se realizó en 16 plantas con daño. La información fue tabulada y graficada.

Se aplicaron los tres insecticidas 15 días después de la siembra (dds) (5 de diciembre de 2021) utilizando mochilas de aspersión manuales, boquillas de cono hueco y un gasto de solución en agua de 300 L ha<sup>-1</sup>. Se verificó que el pH del agua utilizada fuera el adecuado (pH 6) y se agregó a la mezcla un coadyuvante a razón de 0.25 %.

Tres días posteriores a la aplicación se realizó una inspección visual para verificar la eficiencia de la aplicación. Se procedió a revisar las cinco estaciones de muestreo observando la mortandad de las larvas.



**Figura 11.** Número de plantas infestadas con larvas de gusano cogollero posterior a la aplicación de tres insecticidas.

De igual modo, se hicieron más inspecciones visuales con la finalidad de verificar la persistencia de los productos y la reinfestación de las plantas.



**Figura 12.** Plantas de maíz 7 días después de la aplicación (de los tres insecticidas), con 1% de plantas infestadas. Espinal, Ver. 12 de diciembre de 2021.

Se observó una alta persistencia de los tres productos hasta los 20 días. Se realizó una segunda aplicación a los 30 días después de la primera aplicación. Las aplicaciones iniciaron cuando se detectó el 10% de plantas atacadas con un daño 3 en la escala de Davis.



**Figura 13.** Plantas de maíz a los 15 días después de la aplicación con 1% de plantas infestadas. Espinal, Ver. 27 de diciembre de 2021

## **VI. CONCLUSIONES**

### **6.1 Conclusiones sobre el control del gusano cogollero del maíz a nivel empírico en Espinal, Veracruz**

La efectividad de los insecticidas químicos novedosos está estrechamente relacionada con el momento de aplicación y una aspersión adecuada. Al realizar las aplicaciones de forma correcta se obtiene como resultado altos niveles de control de *S. frugiperda* y se amplía el tiempo de persistencia eficaz del insecticida.

Utilizar nuevas moléculas con diferente modo de acción a los tradicionalmente utilizados favorece a que los agricultores sean amigables con los insectos no-blanco, se reduzca el número de aplicaciones por ciclo agrícola y así los gastos de producción disminuyan.

Tener puntos de muestreo dentro de las parcelas y hacer muestreos periódicamente contribuyen a hacer una temprana y oportuna detección de *S. frugiperda*. Que los agricultores conozcan los niveles de daño es de suma importancia debido a que de ello depende un control eficiente.

## **VII. RECOMENDACIONES**

### **7.1 Recomendaciones para el mejoramiento del control químico del gusano cogollero del maíz en Espinal, Veracruz**

1. Verificar el pH del agua que se utiliza para las aplicaciones.
2. Adecuar el pH del agua a los requerimientos específicos de cada insecticida
3. Utilizar la dosis recomendada de acuerdo al estadio de las larvas
4. Hacer la correcta mezcla del caldo
5. Calibrar los equipos de aspersión de acuerdo a la recomendación de gasto de agua de cada insecticida
6. Utilizar boquillas de cono lleno
7. Hacer aplicaciones cuando los factores climáticos sean los adecuados
8. En casos necesarios utilizar coadyuvantes

## VIII. BIBLIOGRAFIA

1. Ángel, M. L. 2019. Parasitismo natural y evaluación de la persistencia del nucleopoliedrovirus (SfNPV) del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) en suelos del norte de Sinaloa. Tesis Doctor en Ciencias en Biotecnología. Instituto Politécnico Nacional. Guasave, Sinaloa. 156 p.
2. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (Casafe). 2020. Condiciones ambientales y aplicaciones de fitosanitarios. Argentina.
3. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA). 2019. Producción de granos básicos y suficiencia alimentaria 2019 – 2024. Palacio Legislativo de San Lázaro, Ciudad de México. 13 p.
4. Cortez, M. E y Macías, C. J. 2006. Recomendaciones para el manejo de las plagas insectiles del Maíz en Sinaloa. INIFAPCIRNO. Campo Experimental Valle del Fuerte. Folleto Técnico No. 26. Los Mochis, Sinaloa, México. 30 p.
5. Cortez, M. E. y F. Valenzuela. 2011. Efectividad de insecticidas novedosos al 100% y 50% de la dosis sobre gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidóptera: Noctuidae) en maíz. Entomología Mexicana 10: 488-492.
6. De Liñan, C. 2014. Agroquímicos de México: productos fitosanitarios, nutricionales, organicos y otros insumos. TecnoAgrícola de México. Mexico.
7. De Souza, P. 2021. Regulación y calibración de pulverizadoras. Instituto Plan Agropecuario. Uruguay. 20 p.
8. García, D.B. 2016. Actividad Biológica de tres nucleopoliedrovirus sobre distintas poblaciones mexicanas del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidóptera: Noctuidae). Tesis Maestría en Ciencias Biológicas. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 72 p.
9. Gonzalez, J.; L. Bertoia, M. Nedilskyj, M. Torrecillas, N. Urretabizkaya. 2020. Estudio del ciclo vital y nuevas estrategias de manejo con bajo impacto ambiental para el control *Spodoptera frugiperda* Smith en el cultivo de maíz. Revista de

Divulgación Técnica Agropecuaria, Agroindustrial y Ambiental. Facultad de Ciencias Agrarias. UNLZ. Vol. 7 (2): 80-94

10. Gutiérrez A. R. 2014. Fauna parasítica y compatibilidad con insecticidas en el manejo de gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en Nayarit, México. Tesis Maestría de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Nayarit. Xalisco, Nayarit. 88 p.
11. Ianonne N, Leiva P. 2011. Control insectos plaga. Guía práctica para el cultivo de maíz. INTA. Argentina.
12. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2009. Manejo biorracional del gusano cogollero en maíz. Centro de Investigación Regional Norte-Centro. Chihuahua, México. 37 p.
13. Kahl, M.; E. Puricelli, E. Niccia, L. San Román, J. Alanis y W. Hass. 2015. Relevamiento de la calidad de agua para uso en las aplicaciones agrícolas en la región centro-oeste de Entre Ríos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. 15 p.
14. López, J. P. 2008. Selección artificial para el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) con el virus SfNPV y efectividad biológica en campo en combinación con un abrillantador óptico. Tesis Doctor en Ciencias Agrícolas y Forestales. Universidad De Guadalajara. Las Agujas, Zapopan, Jalisco. 71 p.
15. Martens, F. 2012. Guía para el uso adecuado de plaguicidas y la correcta disposición de sus envases. INTA - Agencia de Extensión Rural Tandil. Argentina. 26 p.
16. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2020. Plan de Contingencia de *Spodoptera frugiperda* (Smith). Gobierno de España. 89 p.
17. Morillo, F. y A. Notz. 2001. Resistencia de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidóptera: Noctuidae) a lambdacihalotrina y metomil. Entomotropica 16, 79–87.
18. Negrete, F. y J. Morales. 2005. Manejo del gusano cogollero del maíz utilizando extractos de plantas. [www.turipana.orq.co/gusano\\_cogollero.htm](http://www.turipana.orq.co/gusano_cogollero.htm).
19. Organización Mundial de la Salud. 2006. Guías para la calidad del agua potable [recurso electrónico]: incluye el primer apéndice. Vol. 1: Ginebra suiza: biblioteca de la OMS.

20. Ortiz, D. 2002. El agua en la agricultura. Facultad de ciencias pecuarias y agroindustriales. La granja. No. 1
21. Paredes, F.; G. Rivera, V. Bocanegra, H. Martínez, M. Berrones, N. Niño and V. Herrera. 2021. Advances in Control Strategies against *Spodoptera frugiperda*. A Review. *Molecules*, 26, 5587. <https://doi.org/10.3390/molecules26185587>
22. Pioneer. 2019. Manejo de gusano cogollero en cultivos de maíz. Argentina. 4 p.
23. Programa Manejo de Resistencia de Insectos (MRI) e IRAC Argentina. 2019. Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz, bases para su manejo y control en sistemas de producción. REM – AAPRESID. Argentina. 24 p.
24. Reyes, C. 2019. Dureza de agua utilizadas para fumigaciones. Agritop. Ecuador. 3 p.
25. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2016. Maíz grano blanco y amarillo mexicano. México. 28 p.
26. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (Senasa). 2012, Manual para la Aplicación de Fitosanitarios, Buenos Aires, Argentina. 104 p.
27. Teejet. 2004. Guía del Usuario de Boquillas de Pulverización. Ed. Teejet. Estados Unidos. 54 p.
28. Tejeda, M. R; J. Solís, J. Díaz, A. Peláez, S. Ayvar y A. Mena. 2016. Evaluación de insecticidas en el control de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz en Cocula, Guerrero. *Entomología Agrícola*. 3: 391-394

## **IX. Cronograma de actividades del servicio social**

No.	2022-2023	Actividades
1	Julio	Redacción del proyecto
2	Julio	Registro del proyecto en el DPAA
3	Julio	Ampliación de la revisión bibliográfica
4	Agosto	Sistematización de información regional sobre control del cogollero en el Totonacapan (Veracruz) y del ensayo de campo de 2021.

5	Septiembre- Noviembre	Redacción del informe final y correcciones al mismo
6	Enero	Presentación del informe final