

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Dirección General de Investigación  
Programa Universitario de Investigación en Recursos Naturales y Ambiente

Informe final

**“Efecto del nitrógeno y aminoácidos libres en las poblaciones y reproducción de trips  
(Insecta:Thysanoptera) y presencia de *Wolbachia*”**

Equipo de investigación

**Claudia Elizabeth Toledo Perdomo**  
**Coordinadora**

Guatemala, 27 de noviembre de 2019

Instituto de Investigaciones Agronómicas, Facultad de Agronomía

Dr. Félix Alan Douglas Aguilar Carrera  
Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar  
Coordinador General de Programas

Ing. Agr. Augusto Saúl Guerra Gutiérrez  
Coordinador de Programa en Recursos Naturales y Ambiente

Inga. Agr. Claudia Elizabeth Toledo Perdomo  
Coordinadora del proyecto

Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, 2019. El contenido de este informe de investigación es responsabilidad exclusiva de sus autores.

Esta investigación fue cofinanciada por la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través de la Partida Presupuestaria 4.8.63.2.92. durante el año 2019 en el Programa Universitario de Investigación de Recursos Naturales y Ambiente.

Financiamiento aprobado por Digi: Q. 249,996.14 Financiamiento ejecutado: 116,432.42

## 1. Índice

	Contenido	Pag.
1.1	<b>Índice de contenido</b> .....	4
2.	Resumen.....	6
3.	Abstract .....	7
4.	Introducción.....	8
5.	Planteamiento del problema.....	10
6.	Preguntas de investigación.....	12
7.	Delimitación en tiempo y espacio.....	12
8.	Marco teórico.....	14
8.1	Importancia económica de los trips.....	14
8.2	Biología y ciclo de vida del trips.....	14
8.3	Alimentación y nutrientes de los insectos.....	15
8.4	Etapas fenológicas del cultivo del ejote francés.....	15
8.5	Características de las fuentes de nitrógeno y aminoácidos libres.....	16
9.	Estado del arte.....	17
9.1.	Otros estudios realizados del efecto de N en insectos y <i>Wolbachia</i> .....	17
10.	Objetivos .....	20
10.1	Objetivo General.....	20
10.2	Objetivos específicos.....	20
11	Hipótesis.....	20
12	Materiales y métodos.....	21
12.1	Enfoque y tipo de investigación.....	21
12.2	Método.....	21
12.3	Técnicas e instrumentos.....	22
12.3.1	Establecimiento de las parcelas y muestreo.....	22
12.3.2	Identificación en laboratorio de los especímenes colectados y determinación de sexos.....	23
12.1	Operacionalización de las variables o unidades de análisis.....	24
12.2	Procesamiento y análisis de la información.....	25
13	Vinculación, difusión y divulgación.....	26
14	Resultados.....	27
15	Análisis y discusión de resultados.....	28
16	Conclusiones.....	30
17	Impacto esperado.....	31
18	Referencias.....	32
19	Apéndice .....	39

Tabla	<b>Índice de tablas</b>	
1.	<i>Análisis de varianza (SC tipo III) de poblaciones de ninfas de trips presentes en los tratamientos y etapas de desarrollo del cultivo del ejote francés, Sacatepéquez</i>	39
2.	<i>Prueba de DGC en poblaciones de ninfas de trips presentes en los tratamientos y etapas de desarrollo del cultivo del ejote francés, Sacatepéquez.</i>	39
3	<i>Análisis de varianza (SC tipo III) de poblaciones de adultos de trips presentes en los tratamientos y etapas de desarrollo del cultivo del ejote francés, Sacatepéquez.</i>	40
4	<i>Prueba de DGC en poblaciones de adultos de trips presentes en los tratamientos y etapas de desarrollo del cultivo del ejote francés, Sacatepéquez.</i>	40
5	<i>Prueba de Correlación de Pearson de poblaciones de trips presentes en los tratamientos con las variables climáticas en el ejote francés, Sacatepéquez</i>	41
Figura	<b>Índice de figuras</b>	
	.	
1	<i>Muestreos realizados en distintas parcelas del ejote francés, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, 2019</i>	41
2	<i>Desarrollo vegetativo de las parcelas de ejote francés, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, 2019.</i>	42
3	<i>Estudio de trips colectados en las parcelas de ejote francés, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, 2019</i>	42
4	<i>Carta acuerdo de Direccion de Digi, cambio de ubicacion</i>	43
5	<i>Carta modificación de objetivos</i>	44
	Apéndice .....	39

## **Efecto del nitrógeno y aminoácidos libres en las poblaciones y reproducción de trips (Insecta:Thysanoptera) y presencia de *Wolbachia***

### **1. Resumen**

El ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) es uno de los principales cultivos de exportación de producto no tradicionales que ha beneficiado a aproximadamente 30,000 agricultores de Guatemala. Los trips (Insecta:Thysanoptera) son plagas que afectan al ejote francés, existen prácticas agronómicas del manejo del cultivo que favorecen el incremento de las poblaciones de insectos, como la fertilización. Los objetivos de esta la investigación fueron establecer el efecto de los fertilizantes nitrogenados y aminoácidos libres en distintas concentraciones sobre las poblaciones de trips en el cultivo del ejote francés. Se establecieron 3 parcelas, se evaluaron los fertilizantes nitrógeno ureico y nitrógeno orgánico, así como aminoácidos libres. El análisis estadístico que se realizó fue un análisis de varianza, ANOVA, con diseño anidado y prueba de Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC), a un nivel de significancia de .05. Los resultados demostraron que las concentraciones del 100% y 125% de la dosis recomendada para nitrógeno ureico y aminoácidos libres, tienen un efecto sobre las poblaciones de trips en estado de ninfas y adultos ( $p = <.0001$ ). Durante el ciclo del cultivo, principalmente en la etapa de producción, se demostró la importancia del manejo de estos fertilizantes para evitar favorecer las poblaciones de trips. Se realizó un análisis de Correlación de Pearson para conocer la relación que existe entre las variables ambientales con las poblaciones de los trips, demostrando que la temperatura y precipitación pluvial acumulada tienen un efecto sobre los trips.

**Palabras clave:** *Phaseolus vulgaris*, nitrógeno orgánico, urea, crecimiento poblacional,  
Proporción sexual

### Abstract

The French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is one of the main export crops of non-traditional products, has benefited approximately 30,000 farmers of Guatemala. The trips (Insecta: Thysanoptera) are pests that affect the French bean, there are agronomic practices of crop management that favor the increase of insect populations, such as fertilization. The objectives of the research were established the effect of nitrogen fertilizers and free amino acids in different parameters on travel populations in the cultivation of French green beans. 3 plots were established, urea nitrogen and organic nitrogen fertilizers were evaluated, as well as free amino acids. The statistical analysis that was carried out was an analysis of variance, ANOVA, with nested design and test of Di Rienzo, Guzmán and Casanoves (DGC), a level of significance of .05. The results demonstrated the doses of 100% and 125% of the recommended dose for urea nitrogen and the free amino acids have an effect on travel populations in nymphs and adults ( $p = <.0001$ ), during the crop cycle, mainly in the production stage, demonstrating the importance of handling these fertilizers to avoid favoring travel populations. A Pearson Correlation analysis was carried out to determine the relationship between environmental variables and the populations of trips that show the temperature and accumulated rainfall have an effect on them.

**Key words:** *Phaseolus vulgaris*, organic nitrogen, urea, population growth, sexual proportion

## 2. Introducción

El ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) es uno de los principales cultivos de exportación de producto no tradicionales, el cual ha beneficiado a aproximadamente a 30,000 agricultores en 200 comunidades de los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez, Sololá, Quiché, Alta Verapaz, Baja Verapaz y Jalapa (Asociación de Exportadores de Guatemala, 2018).

Los trips (Insecta:Thysanoptera) son una de las principales plagas que afecta al ejote francés, además de ser una plaga de importancia económica a nivel mundial (Mound & Moritz, 2003; Salazar, 2012). Se alimentan del tejido vegetal causando daño, deformación además de ser vectores de virus (Osorio & Cardona, 2003). Estos daños causan también pérdida del rendimiento del cultivo y de la calidad de la cosecha, especialmente para el mercado internacional.

Son múltiples los factores que pueden influir en los incrementos de las poblaciones de los trips tales como climáticos y manejo del cultivo. En los últimos años la mayoría de los estudios han sido dirigidos al manejo de las poblaciones con productos químicos y productos biológicos como las evaluaciones realizadas por Bharani, Kohilambal, Sivasubramanian y Banuprathap (2015) donde compararon la eficacia de bioplággidas e insecticidas químicos para el control de *Thrips tabaci* y los estudios realizados por Kivett, Cloyd y Bello (2015) quienes evaluaron un programa de rotación de organismos entomopatógenos comparado con los programas que emplean insecticidas químicos sin encontrar diferencias significativas en el control de las poblaciones de trips.

Sin embargo, se realizan prácticas agronómicas que favorecen el incremento de las poblaciones de insectos en los cultivos, existen reportes desde la década de los '50, de cómo la fertilización en los cultivos ha favorecido a las plagas. Por ejemplo Klostermeyer (1950) reporto como la fertilización empleando fertilizantes nitrogenados causaron cambios en la planta del maíz (*Zea mays* L.) incrementando el largo y textura de las hojas, siendo estas características atractivas para las poblaciones gusano del maíz (*Heliothis zea*) incrementando las poblaciones.

Un comportamiento similar se observó en larvas del gorgojo del algodón (*Anthonomus grandis*) dónde se observó un incremento de las poblaciones en plantaciones que recibían grandes cantidades de fertilizantes en comparación a los no fertilizados (Adkisson, 1958).

Estudios realizados en los factores que afectan a las poblaciones de los artrópodos se reportó que el potasio favoreció a las poblaciones de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en asociación con las hojas de la calabacita (*Cucurbita moschata*) (Leite, Picanco, Zanuncio, & Moreira, 2001).

Actualmente también se están empleando los aminoácidos libres dentro de los programas de fertilización del ejote francés. En el caso de las uvas se aplica foliarmente la fenilalanina para aumentar los niveles de estilbenos para obtener vino de mejor calidad y más saludables para el consumidor (Garde-Cerda, et al. 2014), sin tomar en cuenta que los aminoácidos y otros elementos como los carbohidratos, vitaminas, lípidos, grasas, minerales y agua son necesarios en las dietas de los insectos para su crecimiento, desarrollo y reproducción, además los insectos eligen las plantas huésped por señales químicas que identifican a estos nutrientes (Bustillo, 1979; Ananthkrishnan, 1990).

A pesar de que existen evidencias desde hace varios años del efecto de los fertilizantes en las poblaciones de insectos, es necesario realizar estudios de las formulaciones de los fertilizantes, sus concentraciones y dosis para poder considerarlos dentro de las prácticas del manejo en los cultivos como una medida de control o prevención para evitar el crecimiento poblacional de un insecto-plaga. También es importante determinar el efecto de estos fertilizantes en la reproducción de los trips y la presencia de la bacteria *Wolbachia*, que también afecta la reproducción de algunos insectos, debido a que esta bacteria ya es considerada como un elemento para el control biológico de plagas e insectos vectores de enfermedades (Sawyers-Kenton, Sawyers-Kenton, & Pinto-Tomas, 2017).

Los objetivos planteados en de esta investigación fueron establecer el efecto de los fertilizantes nitrogenados urea, nitrógeno orgánico, nitrógeno de liberación libre y aminoácidos libres en distintas concentraciones sobre el comportamiento y reproducción de las poblaciones de

trips en el cultivo del ejote francés y la proporción sexual de la población. Se utilizó en la evaluación prueba de ANOVA para un diseño anidado con medidas repetidas de la respuesta con transformación a Logaritmo natural a un nivel de significancia de .05, también se realizó la prueba de la mínima diferencia significativa de Fisher.

### 3. Planteamiento del problema

Una de las principales plagas del ejote francés son los trips (Insecta:Thysanoptera), a pesar de que se han realizado múltiples investigaciones para el manejo y control de las poblaciones estos no han sido suficientes. Las investigaciones para establecer nuevas opciones para el control han sido basadas principalmente el control químico y biológico, por ejemplo, Ahmed, Solorio, Ramírez y Al-Zyoud (2016) evaluaron los enemigos naturales del psilido de la leucana (*Heteropsylla cubana*) y el trips de la cebolla (*Thrips tabaci*) encontraron nueve depredadores y uno parasitoide que controlan las poblaciones de ambas plagas. Así también, Aguilar Carpio, González Rendón, Pérez Ramírez, Ramírez Rojas y Carapia Ruiz (2017) evaluaron seis grupos de plaguicidas y su rotación para el control de trips (*T. tabaci*) en el cultivo de la cebolla.

Existen estudios que reportan como algunas prácticas de fertilización de los cultivos afectan a las poblaciones de insectos, por ejemplo en el cultivo del trigo se estudió el efecto del nitrógeno en las poblaciones de insectos, se confirmó que en condiciones naturales el efecto del nitrógeno aumenta las poblaciones del áfido (*Metopolophium dirhodum*) y en condiciones favorables a la plaga, más las aplicaciones del nitrógeno las poblaciones del pulgón de la espiga (*Sitobion avenae*) aumentan sus poblaciones (Duffield, Bryson, Young, Sylvester-Bradley, & Dcott, 1997).

En otro estudio realizado en áfidos, los análisis indicaron que los factores más fuertemente asociados con la dinámica poblacional de los áfidos de los cereales son la entrada de fertilizantes y la temperatura media en febrero, la cantidad de fertilizante se encontró que podría ser un factor asociado a los aumentos de las poblaciones de los áfidos en los cereales (Wang, Hui, Sandhu, Li, & Zhao, 2015).

Uno de los factores que deben ser considerados para el manejo de las poblaciones de los insectos-plaga es la fertilización en los cultivos y Meyer (2000) indica que la disponibilidad de los nutrientes en el suelo tiene un efecto en dos vías: primero el efecto de esta práctica hacia los insectos y segundo la nutrición aportada a la planta para recuperarse del daño ocasionado por los insectos.

En el municipio de Patzún, departamento de Chimaltenango, Guatemala, fueron entrevistados agricultores del cultivo del maíz (*Zea mays*), frijol (*P. vulgaris*), habas (*Vicia faba*) y calabaza (*Cucurbita pepo* y *C. maxima*), los agricultores indicaron que desde que empezaron a utilizar los fertilizantes sintéticos aumentaron los problemas de las plagas. Actualmente los productores de la región sustituyeron los fertilizantes orgánicos por el fertilizante urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) (Morales, Perfecto, & Ferguson, 2001).

Otros fertilizantes que actualmente se están utilizando en el cultivo del ejote francés son los aminoácidos libres, estos son empleados sin tomar en cuenta que los aminoácidos y las proteínas son necesarios para el desarrollo de los insectos, para cubrir las necesidades del normal desarrollo de los tejidos, principalmente el tejido muscular y también para el proceso de vitelogénesis de esta fase de desarrollo de los adultos (Avelino, Alvarez, & Arande, 2000).

Considerando estos antecedentes es necesario realizar estudios de los fertilizantes sintéticos y su efecto en las plagas agrícolas. Tomado en cuenta la importancia económica del cultivo del ejote dentro de los cultivos no tradicionales en Guatemala y su impacto en las familias rurales, es importante hacer evaluaciones del efecto de las distintas fuentes de nitrógeno en diferentes cantidades en las poblaciones de los trips y en su reproducción, los cuales son una de las principales plagas que está afectando a este cultivo. También es importante determinar la presencia de la bacteria *Wolbachia* debido a que esta puede influir en la reproducción de los insectos y podría ser una herramienta para el control biológico de las plagas (Sawyers-Kenton, Sawyers-Kenton, & Pinto-Tomas, 2017).

De

Conocer el efecto del Nitrógeno y aminoácidos libres en las poblaciones de trips permite establecer medidas para el manejo de las poblaciones, además de contribuir para realizar mejoras en los programas de fertilización. Esta información aporta elementos para la optimización del uso de los fertilizantes nitrogenados en el cultivo del ejote francés, reducir los costos de producción y el impacto al ambiente causado por los fertilizantes nitrogenados y dar origen a nuevas investigaciones relacionadas a estos temas.

#### 4. Preguntas de investigación

¿Cuáles fertilizantes nitrogenados y aminoácidos libres pueden ejercer un efecto en las poblaciones de los trips y en su reproducción en el cultivo del ejote francés?

¿Qué cantidad de fertilizantes nitrogenados y aminoácidos libres son necesarios para ejercer un efecto en las poblaciones de los trips y en su reproducción?

¿Es afectada la reproducción de los trips y se presentan más hembras en las poblaciones cuando está presente la bacteria *Wolbachia*?

¿Cuál es la proporción sexual de la población de trips estudiada?

#### 5. Delimitación en tiempo y espacio

El municipio de Santiago Sacatepéquez es uno de los más antiguos que tiene el histórico departamento de Sacatepéquez en Guatemala. Poseen una extensión territorial de 15 km<sup>2</sup>, está ubicado entre los ríos Chinimayá y Chiplátanos. Colinda al norte con Santo Domingo Xenacoj y San Pedro Sacatepéquez del departamento de Guatemala; al este con Mixco del departamento de Guatemala.; al sur con San Bartolomé Milpas Altas, Antigua Guatemala y San Lucas Sacatepéquez y al oeste con Sumpango. Se encuentra a una altitud de 2,040 msnm y en las coordenadas latitud norte: 14°38'05", longitud oeste 90°40'45" (Deguate, 2019).

Santiago Sacatepéquez está distribuido en seis centros poblados: los caseríos El Manzanillo y Chixolís, el Casco Urbano, las Aldeas San José Pacul, Santa María Cauqué y Pachalí. La principal actividad económica que genera trabajo directo es la agricultura, empleando el 41.16% de la fuerza laboral del municipio (Deguate, 2019). La investigación se realizó de abril a diciembre de 2019.

Los especímenes de trips colectados fueron trasladados a los laboratorios de la Facultad de Agronomía, para ser sexados. El laboratorio se encuentra en la Universidad de San Carlos de Guatemala, zona 12, Campus central de la ciudad de Guatemala.

## 6. Marco teórico

### 6.1. Importancia económica de los trips

En Argentina se ha reportado un grupo de especies de tisanópteros asociado al cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), tales como *Caliothrips phaseoli* (Hood), *Neohydatothrips denigratus* (De Santis), *Frankliniella schultzei* (Trybom) y especies de presencia ocasional: *Franklinothrips vespiformis* (Crawford), *F. gemina* (Bagnall), *Bregamothrips venustus* Hood y *Leptothrips* sp. (Vivanco, Zamar & Sosa, 2014). Se han reportado pérdidas mayores al 40% por daños causados por los trips en el cultivo del ejote francés, además del 20% de pérdidas causada por aborto floral provocado por los trips y finalmente un 20% de pérdida adicional por los daños causados por su alimentación en las vainas provocando imperfecciones para su comercialización (Nderitu, J.Kasina, Nyamasyo, Waturu, & Aura, 2008).

### 6.2. Biología y ciclo de vida del trips

Estudios realizados en la especie *Caliothrips phaseoli* (Thysanoptera: Thripidae) determinaron que la duración de su ciclo de vida bajo condiciones de laboratorio con una temperatura ambiental de 25°C. La duración del ciclo de vida fue de 21 días en plantas pertenecientes a la familia Solanaceae, en la familia Fabaceae la duración fue de 19 días (Sosa, Samar, & Torrejon, 2017).

En la especie *F. occidentalis* Las hembras de fecundidad por partenogénesis ovipositaron 326 huevos y las hembras por fecundidad sexual 303 huevos (Cardenas, & Corredor, 1989).

Para la especie *Trips tabaci* establecieron que la duración de su ciclo de vida duró: 3.2 días para la etapa de huevo, 3.2 y 2.7 para las larvas del primer y segundo instar días respectivamente. La duración total de su ciclo de vida fue aproximadamente de 14 días. El número total de huevos ovipositados fue de 39. Las diferencias en la duración del ciclo de vida determinada por este estudio pudo ser influida por la temperatura y la alimentación (Arrieche, Paz, Montagne & Morales, 2006).

### **6.3. Alimentación y nutrientes de los insectos**

Muchos insectos se alimentan de la savia de las plantas, la cual es un fluido muy concentrado, formada en un 90% por carbohidratos simples, principalmente sacarosa y en menor proporción glucosa y fructosa, otros de sus componentes en concentraciones más bajas son los aminoácidos, amidas, nucleótidos, ácidos orgánicos e inorgánicos. Algunos estudios indican que solo el 10% del total de la savia que han ingerido y el resto es expulsado del cuerpo en forma de melaza, gomas y dextrinas.

Para poder compensar los bajos porcentajes de aprovechamiento de la savia, los insectos consumen altos volúmenes de esta (Douglas, 2006; Moran, Tran, & Gerardo, 2005). Estudios realizados indican que los aminoácidos en las plantas pueden influir en el crecimiento y reproducción de los áfidos, también se ha reportado que el crecimiento y la fecundidad de los insectos fitófagos necesitan de nitrógeno (Cole, 1997; Douglas, 2006).

### **6.4. Etapas fenológicas del cultivo del ejote francés**

El rango óptimo de temperatura para el desarrollo del cultivo del ejote francés (*Phaseolus vulgaris*), se encuentra entre los 12 °C a 28 °C. Cuando la temperatura es más baja su ciclo de desarrollo se alarga, hay mayor incidencia de enfermedades y en sitios muy cálidos baja la producción por el aborto de la floración. El rango de altitud sobre el nivel del mar recomendado para la producción del ejote francés se encuentra ente los 600 a 2,000 msnm. En cuanto al

requerimiento del tipo de suelo, el mejor es el franco a franco arcillosos, pero puede adaptarse a diferentes tipos de suelo, es importante que el suelo tenga buen drenaje, alto contenido de materia orgánica y que el pH que oscile entre 5.5 a 7.0. (Guzmán, 2010).

El cultivo del ejote francés (*P. vulgaris*) tiene una duración en su ciclo de aproximadamente 65 – 70 días. Las etapas fenológicas del ejote francés fueron clasificadas en dos grupos: la etapa vegetativa y reproductiva. La etapa vegetativa inicia desde la siembra de la semilla hasta el inicio del botón floral. La duración aproximada en días es: germinación: 7 días, hojas primarias: 2 a 4 días, primera hoja trifoliada: 5 a 9 días y tercera hoja trifoliada: 7 a 15 días. Seguidamente de estas etapas continúa el ciclo del cultivo con la etapa reproductiva, que inicia con la floración hasta la formación de vainas y la cosecha. La duración aproximada en días es: prefloración: 9 a 11 días, floración: 4 a 6 días y formación de vainas: 8 a 9 días (González, 2003).

### **6.5. Características de las fuentes de nitrógeno y aminoácidos libres**

Las características de las fuentes de nitrógeno y aminoácidos libres que serán evaluados en el presente proyecto son:

La urea es un fertilizante nitrogenado, contiene un 46% de nitrógeno (N), siendo dentro de los fertilizantes nitrogenados más concentrado. El nitrógeno de la urea se encuentra en un 100% en forma de N amídico. Es un fertilizante con alta solubilidad, aproximadamente 1000 g/l a 20°C y es el más económico dentro de los fertilizantes nitrogenados (Ruiz, 1999).

La otra fuente de nitrógeno que se evaluó al suelo contiene 13% de nitrógeno que proviene de la proteína de soya, es nitrógeno orgánico, este puede ser empleado al suelo y foliarmente. Contiene las certificaciones USDA Organic, For use in Organic agriculture y Cofrepis (Biomex, 2018).

El nitrógeno foliar de liberación lenta, también está siendo muy empleado por los productores del ejote francés, contiene 301.7 g/l de nitrógeno ureico (N), contiene metilen-urea, que es una molécula que permite liberar el nitrógeno en forma lenta, esto permite la disponibilidad del N en la planta durante aproximadamente 30 días (Precisagro, 2013).

Dentro de los aminoácidos libres encontrados en productos nutricionales para las plantas están la alanina, arginina, asparagina, ácido aspártico, cisteína, ácido glutámico, glicina, hidroxiprolina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, serina, triptófano, treonina, tirosina y valina.

El producto que se evaluó en el presente proyecto posee este complejo de aminoácidos que se encuentran disponibles en productos para uso agrícola. Este producto agrícola contiene el complejo de aminoácidos anteriormente descritos al 46% y están siendo muy empleado por los agricultores actualmente. Las plantas sintetizan los aminoácidos por medio de reacciones enzimáticas, estos son muy importantes en las plantas para la formación de las proteínas necesarias para su crecimiento (Espasa, s.f.).

## **7. Estado del arte**

### **7.1. Otros estudios realizados del efecto de N en insectos y *Wolbachia***

Anusha, Prasada Rao & Sai Ram Kum (2017) evaluaron el efecto de ocho dosis de nitrógeno (0, 120, 150, 180, 225, 280, 350, 440 kg/ha.) en las plagas succionadoras o chupadoras y el rendimiento en el híbrido de algodón Jaadu BG-II bajo condiciones protegidas y a campo abierto. Los resultados demostraron que las poblaciones promedio de áfidos aumentó de 14.12 a 42.54 y 9.67 a 26.20 por tres hojas en condiciones de campo abierto y protegidas, respectivamente. También evaluaron las poblaciones del salta hojas, las cuales se incrementó de 3.54 a 6.52 y 2.51 a 4.99 por tres hojas en condiciones de campo abierto y protegidas, respectivamente. Se observaron correlaciones positivas significativas con las poblaciones de las plagas.

Abbas, Hussain, Hassnain, Shahid, Raza y Hasnain (2017) realizaron estudios para conocer la incidencia en el ciclo de vida de dos tipos de fertilizantes en la Canola (*Brassica napus* L.) sobre las especies plaga del cultivo: *Brevicoryne brassicae*, *Myzus persicae* y *Lipaphis erysimi* (Homoptera; Aphididae). Los tratamientos fueron dos: fertilizante sintético y estiércol de corral. Los resultados demostraron diferencias significativas en el período de longevidad de las ninfas, el cual fue mayor para el tratamiento de estiércol de corral. Los demás estados del ciclo de vida (pre-reproducción, reproducción, posterior a la reproducción) y duración total del ciclo de vida fue mayor en el tratamiento del fertilizante sintético.

Faheem Malik, Nawaz y Hafeez (2003) y Malik, Nawaz, Ellington, Sanderson y El-Heneidy (2009) evaluaron seis dosis de nitrógeno en el cultivo de la cebolla, para conocer el efecto en las poblaciones del trips de la cebolla (*Thrips tabaci* Lindemann). Se determinó que si hubo efecto del nitrógeno en las poblaciones de los trips en el cultivo de la cebolla.

Singh y Sood (2017) indican que la nutrición de las plantas tiene un impacto sustancial en la predisposición de las plantas a las plagas de insectos. Regulando la fertilización en el manejo del cultivo puede ser útil para alterar la susceptibilidad de las plantas hospedadoras a las plagas de insectos chupadores. Los insectos Hemípteros son sensibles a los cambios en la nutrición de la planta huésped. Así también las defensas primarias de las plantas contra el ataque de las plagas como propiedades bioquímicas, físicas y mecánicas pueden mejorarse mediante una fertilización equilibrada de los nutrientes. Todos los nutrientes de las plantas pueden afectar la salud de las plantas, pero el nitrógeno y el potasio juegan un papel principal. El efecto de otros nutrientes se menciona con menos frecuencia.

Según los estudios anteriores que se han realizado demostraron que hay efecto de nitrógeno en las poblaciones de los insectos, evaluar el efecto de las distintas fuentes de nitrógeno sintético y distintas dosis en el cultivo del ejote francés, así como el efecto del complejo de aminoácidos que actualmente, se están utilizando para la nutrición de la planta y que también son necesarios en la dieta para la nutrición de las poblaciones de trips aportará importante información para el

manejo de los fertilizantes en el cultivo del ejote francés, tomando en cuenta este para manejo de las poblaciones de los trips.

Según Cloyd (2016), estudios realizados en áfidos (*Myzuz persicae*) indica que los insectos requieren de aminoácidos para su desarrollo, los áfidos se alimentan del floema de las plantas y estos podrían tender a seleccionar los cultivares que tengan mayores concentraciones de aminoácidos en el floema.

La bacteria *Wolbachia* es una Rickettsia ( $\alpha$ -proteobacteria,), tiene la capacidad de transmitirse de generación en generación por la línea materna y se encuentran comúnmente en glándulas salivales, intestinos de insectos, ovarios y tórax. Estudios realizados han demostrado que la bacteria *Wolbachia* afecta la capacidad reproductiva de sus huéspedes a través de diversos mecanismos, generando efectos como la muerte de los descendientes masculinos o la feminización y la incompatibilidad citoplásmica, dónde los huevos fertilizados por espermatozoides de machos infectados por la bacteria no llegarán a incubarse, efectos que podrían ser estudiados para el control de plagas (Rossi et al., 2015; Blagrove, Arias-Goeta, Failloux, & Sinkins, 2012; Serbus, Casper-Lindley, Landmann, & Sullivan, 2008; Zabalou, et al., 2004).

## **8. Objetivos**

### **8.1 Objetivo General**

Determinar el efecto de los fertilizantes nitrogenados y aminoácidos libres en poblaciones de trips en el cultivo del ejote francés.

### **9. Objetivos específicos**

Evaluar el efecto de los fertilizantes nitrogenados (urea, nitrógeno orgánico y nitrógeno de liberación lenta) y sus concentraciones en el comportamiento y reproducción de las poblaciones de trips en el cultivo del ejote francés.

Evaluar el efecto de tres concentraciones de aminoácidos libres en el comportamiento y reproducción de las poblaciones de trips en el cultivo del ejote francés.

Determinar el tipo de reproducción de las poblaciones de trips evaluadas a través de proporción sexual de machos y hembras en las poblaciones de trips.

### **10. Hipótesis**

Al menos uno de los distintos tipos de nitrógeno evaluados tiene efecto con el comportamiento y reproducción de las poblaciones de trips en el cultivo del ejote francés.

Al menos una concentración de nitrógeno y aminoácidos libres tiene efecto en el comportamiento y reproducción de las poblaciones de trips en el cultivo del ejote francés.

## 11. Materiales y métodos

### 11.1 Enfoque y tipo de investigación

La propuesta de investigación presenta un enfoque cuantitativo para los estudios del comportamiento poblacional y reproducción de los trips por el efecto de los fertilizantes nitrogenados y aminoácidos libres en el cultivo del ejote francés *P. vulgaris*.

La investigación es de tipo explicativa, la cual pretende evaluar el efecto en las poblaciones de los trips con los fertilizantes nitrogenados y los aminoácidos libres y con las plantas del ejote francés y sus estados de desarrollo, su distribución vertical y su reproducción.

Es también de tipo exploratoria, para determinar la presencia o ausencia la bacteria *Wolbachia* en las poblaciones estudiadas de trips en el cultivo del ejote francés y con un componente correlacional sobre la reproducción de los trips y el número de hembras, así como la proporción sexual.

### 11.2. Método

Para la realización de esta la investigación se realizaron muestreos de inspección directa en la planta del ejote francés, se tomaron en cuenta en los muestreos especímenes adulto y ninfas. En los muestreos se tomaron en cuenta la etapa de desarrollo de la planta. También fueron consideradas las variables climáticas de temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación pluvial.

Se establecieron a conveniencia tres parcelas de 500 m<sup>2</sup>. En dos parcelas fueron aplicados los fertilizantes: urea de liberación lenta (parcela uno) y nitrógeno orgánico (parcela dos). En la tercera se evaluaron los aminoácidos libres.

El tamaño de la muestra por sub parcela fue a conveniencia, fueron muestreadas cinco plantas, donde se tomaron de 30 muestras. Las frecuencias de los muestreos fueron de cada siete días.

Las respuestas esperadas en número de adultos y ninfas en la planta y en cada fase de desarrollo del cultivo del ejote francés en cada sub parcela muestreada. También se contaron la cantidad de machos y hembras presentes en cada muestreo de cada sub parcela para poder establecer el tipo de reproducción.

Los especímenes adultos colectados fueron llevados a laboratorio de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala para su identificación y determinación de sexos.

Para el establecimiento de las parcelas se evaluaron dos fuentes distintas de nitrógeno (N): urea de liberación lenta y nitrógeno orgánico, otra parcela fue para la evaluación de los aminoácidos libres.

### **11.3. Técnicas e instrumentos**

#### **11.3.1. Establecimiento de las parcelas y muestreo**

Se establecieron por conveniencia tres parcelas de 500 m<sup>2</sup> del cultivo del ejote francés variedad *Serengueti*:

1. Parcela 1: tres sub parcelas con N (urea de liberación lenta) (75%, 100%, 125% = una concentración para cada sub parcela).
2. Parcela 2: tres sub parcelas con N nitrógeno orgánico (75%, 100%, 125% = una concentración para cada sub parcela).
3. Parcela 3: tres sub parcelas con aplicaciones concentraciones de aminoácidos libres de aplicación foliar (75%, 100%, 125% = una concentración para cada sub parcela).

Las dos parcelas que se les aplicó el equivalente de nitrógeno en una cantidad de 95 kg/ha (dosis recomendada para el cultivo) de nitrógeno al suelo fueron: la primera se aplicó en forma de urea y la segunda en forma de nitrógeno orgánico. Estas parcelas fueron divididas en sub parcelas donde a cada una se aplicó una concentración de N fertilizante foliar de liberación lenta (75%, 100%, 125% de la dosis recomendada por el fabricante). El nitrógeno foliar de liberación lenta es el que actualmente están empleando los productores de ejote francés en aplicaciones foliares. Los mismos porcentajes fueron empleados en el fertilizante de N orgánico.

Con la misma metodología la parcela donde se evaluaron los aminoácidos libres también fue dividida en sub parcelas donde se aplicaron tres concentraciones de aminoácidos libres que actualmente están utilizando los productores de ejote francés en aplicaciones foliares (descrito en la sección 8.5 de este documento) (75%, 100%, 125% de la dosis recomendada por el fabricante).

En cada sub parcela se muestrearon cinco plantas, en cada planta seis hojas, haciendo un total de 30 muestras por sub parcela. El muestreo fue por inspección directa, se emplearon boletas de campo para anotar los muestreos de trips adultos y ninfas. Se tomaron datos climatológicos: temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación pluvial.

Los muestreos se realizaron cada 7 días durante todo el ciclo vegetativo del cultivo y en cada estrato de la planta. Fueron colectados trips adultos en viales de etanol al 70% y fueron trasladados al laboratorio. Los viales fueron identificados indicando la localidad, parcela y fecha de colecta.

### **11.3.2. Identificación en laboratorio de los especímenes colectados y determinación de sexos**

Los especímenes de los trips adultos colectados fueron observados en un estereoscopio con aumento 40X y duplicador 2X. Los especímenes colectados fueron separados por sexos y se contó el total de machos y hembras.

## 12.1 Operacionalización de las variables o unidades de análisis

Tabla 1. Operacionalización de las variables o unidades de análisis

Objetivos específicos	Variables o unidades de análisis que fueron consideradas	Forma en que se midieron, clasificaron o cualificaron
Evaluar el efecto de los fertilizantes nitrogenados (urea, nitrógeno orgánico y nitrógeno de liberación lenta) y sus concentraciones en el comportamiento y reproducción de las poblaciones de trips en el cultivo del ejote francés.	Especímenes de adultos y ninfas de trips. Fases del desarrollo del ejote francés <i>P. vulgaris</i> . Trips en la planta del ejote francés <i>P. vulgaris</i> . Especímenes adultos de trips machos y hembras. Datos climáticos: temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación pluvial. Distintas fuentes de N	Número de especímenes (adultos y ninfas) trips colectados en la planta del ejote francés <i>P. vulgaris</i> . Número de especímenes (adultos y ninfas) de trips colectados en cada fase de desarrollo del cultivo del ejote francés <i>P. vulgaris</i> . Número de machos y hembras de adultos de trips
Determinar el tipo de reproducción de las poblaciones de trips evaluadas	Especímenes de adultos y ninfas de trips. Fases del desarrollo de del ejote francés <i>P. vulgaris</i> . Trips en la planta del ejote francés <i>P. vulgaris</i> .	Número de especímenes (adultos y ninfas) trips colectados en la planta del ejote francés <i>P. vulgaris</i> . Número de especímenes (adultos y ninfas) de trips colectados en cada fase de desarrollo del cultivo del

	Especímenes adultos de trips machos y hembras.	ejote francés <i>P. vulgaris</i> . Número de machos y hembras de adultos de trips
proporción sexual de machos y hembras en las poblaciones de trips.	Especímenes adultos de trips machos y hembras.	Numero de adultos machos y hembras

### 12.2. Procesamiento y análisis de la información

El análisis estadístico que se realizó fue un ANOVA y prueba de DCG a un nivel de significancia de .05.

Con esta prueba se determinó el efecto de los fertilizantes, su concentración en los trips presentes en la planta considerando también la posible variación temporal.

También se realizó una prueba de correlación de Pearson para conocer el efecto de las variables ambientales de temperatura máxima, mínima, media y precipitación pluvial con las poblaciones de los trips y su comportamiento en la planta y en los estados de desarrollo del cultivo.

Para establecer las diferencias en la proporción de sexos de los trips por parcela evaluada se empleó por medio de un análisis de medias repetidas, un ANOVA y prueba de DCG un nivel de significancia de .05.

También se realizó un análisis gráfico de las poblaciones muestreadas por semana muestreada en la planta y los factores climáticos.

Se evaluó la correlación del nitrógeno y aminoácidos libres con las poblaciones de los trips por medio de un análisis de correlación de Pearson. Los factores que se analizaron fueron:

los climáticos (temperaturas máxima y mínima), los estados de desarrollo de la planta (vegetativa, floración y maduración), las fuentes de nitrógeno y aminoácidos libres.

### **13. Vinculación, difusión y divulgación**

Se contó con el apoyo de la Licda. Antonieta Rodas y del Laboratorio de Entomología y Parasitología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la USAC. Con amplia experiencia en estudios de Entomología.

Se realizó una capacitación con los productores del cultivo del ejote francés.

Se realizó la presentación de las experiencias de investigación en Digi con estudiantes de distintas facultades de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Se elaboró un artículo para la revista Ciencia Tecnología y Salud de la Digi.

## 14. . Resultados

Los resultados y análisis estadístico demostraron que al ser evaluados los tratamientos de forma individual no presentaron diferencias significativas ( $p = .8569$ ) (Tabla 1). Sin embargo, al analizarlos por etapas de desarrollo de la plantación del ejote francés si presentaron diferencias significativas.

En las ninfas, los tratamientos urea de liberación lenta con aplicaciones del 100% y 125% de la dosis recomendada y los tratamientos de aminoácidos libres con dosis del 100% y 125% de la dosis recomendada, presentaron diferencias significativas, respecto a los demás tratamientos con el mayor número poblacional de trips (Tablas 1 y 2).

Los tratamientos de materia orgánica con las 3 dosis evaluadas quedaron en el segundo y tercer grupo, con las poblaciones menos numerosas en todas las etapas de desarrollo del cultivo del ejote francés. En trips en estado adulto el comportamiento fue similar al de las ninfas, los tratamientos de urea con el 125% de la dosis y aminoácidos libres con el 100% de la dosis presentaron el mayor número poblacional, con diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos (Tablas 3 y 4).

El análisis del comportamiento poblacional relacionado con las variables climáticas de: temperaturas máximas, media y mínimas, precipitación pluvial y humedad relativa demostraron

que los factores de temperatura (máxima, media y mínima) y precipitación pluvial acumulada tienen un efecto significativo sobre las poblaciones de ninfas y adultos de trips (Tabla 5).

La proporción sexual fue de 1:12 macho:hembra de un total de 496 hembras y 41 machos capturados.

## 15. Análisis y discusión de resultados

Los resultados y análisis estadísticos demostraron que al analizarlos los tratamientos por etapas de desarrollo de la plantación del ejote francés, presentaron diferencias significativas en la etapa de cosecha con los tratamientos en las ninfas. Los tratamientos urea de liberación lenta con aplicaciones del 100% y 125% de la dosis recomendada y los tratamientos de aminoácidos libres con dosis del 100% y 125% de la dosis recomendada, esto demuestra que las aplicaciones frecuentes a lo largo del desarrollo de la plantación se presenta un efecto del nitrógeno ureico de liberación lenta y los aminoácidos libres en el desarrollo de las poblaciones de ninfas, aumentando el número de individuos, de esta forma favoreciéndolas. Según los resultados obtenidos, al ir realizando aplicaciones frecuentes a lo largo del ciclo del cultivo, estos fertilizantes también tendrán un efecto favorable para el desarrollo de las poblaciones de trips.

En estudios realizados en el cultivo del crisantemo se demostró que la fertilización de nitrógeno además de favorecer el crecimiento del cultivo, también favorece las poblaciones de trips, aumentando el número de individuos, los cuales se fueron incrementando después de varias semanas de las aplicaciones (Chau, Heitz, & Davies, 2005). Otros estudios también demostraron el incremento de insectos-plaga provocado por fuentes de nitrógeno empleado como fertilizante en el cultivo de *Brassica napus* (Veromann, Toome, Kannaste, Kaasik, Copolovicia, Flink, ... & Niinemets, 2013).

Un mismo efecto se presentó en las poblaciones de adultos de trips, con el fertilizante nitrogenado, el tratamiento de 125% de la dosis fue el que presentó diferencias significativas, durante la evaluación de los tratamientos en el desarrollo de las plantaciones de ejote francés, esto demuestra que el nitrógeno ureico favorece el desarrollo de poblaciones de trips después de varias aplicaciones durante el desarrollo de la plantación.

Debido a que los aminoácidos también son elementos que los insectos necesitan para su nutrición (Bustillo, 1979; Zhou, Lou, Tzin, & Jander, 2015), los resultados de los tratamientos de aminoácidos libres también favorecieron las poblaciones de trips durante las aplicaciones en las distintas etapas de desarrollo del cultivo. Es probable que con forme la planta se ve favorecida por la nutrición mediante las aplicaciones de nitrógeno ureico y aminoácidos libres, presentan a las poblaciones de trips tejidos vegetales con mejor calidad nutricional para estos y por esta razón las diferencias significativas se observaron en la etapa de cosecha.

Además del nitrógeno, los aminoácidos juegan un papel muy importante en los insectos fitófagos, son nutrientes esenciales, pero en la planta también desempeñan una función muy importante, siendo para la producción de muchos compuestos de defensa de las plantas. Los insectos herbívoros podrían llegar a optimizar las funciones de los aminoácidos para sus dietas por medio de 3 posibles procedimientos: aumento de la biosíntesis de los aminoácidos libres, induciendo la senescencia temprana en la planta y proteólisis al inducir a la liberación de aminoácidos libres en el floema y finalmente permitiendo un mayor transporte de nitrógeno a las hojas infestadas (Zhou, Lou, Tzin, & Jander, 2015). Este último indica que existe una relación en el funcionamiento de los aminoácidos libres y nitrógeno dentro de la planta para ser aprovechados por los insectos.

Los resultados de la presente investigación demostraron que tanto los aminoácidos libres como el nitrógeno favorecieron el crecimiento poblacional de las poblaciones de trips, estos fueron evaluados independientemente, sin embargo, en campo son aplicados en programas donde van incluidos ambos en el cultivo del ejote francés, pudiendo favorecer aún más las poblaciones de trips, que sin fueran aplicados solamente uno de estos.

Las aplicaciones de nitrógeno y aminoácidos libres podrían resultar como un efecto negativo en las buenas prácticas agrícolas, si no son empleados con moderación, según el requerimiento del cultivo, para evitar un mayor incremento de las poblaciones de trips. Debido a que estas prácticas de fertilización, que buscan un mejor desarrollo del cultivo y mayor producción, al mismo tiempo favorecen el desarrollo de las poblaciones de trips, que es una plaga de importancia económica en el cultivo del ejote francés.

Una de las prácticas agrícolas que se han vuelto muy común en la producción de ejote francés han sido las frecuentes aplicaciones de nitrógeno foliar, así como aplicaciones de aminoácidos libres dentro de los programas de fertilización del cultivo. Tomando en cuenta antecedentes del efecto del nitrógeno en poblaciones de insectos (Chau, Heitz, & Davies, 2005), se llevaron a cabo las evaluaciones demostrando el efecto de ambos fertilizantes en las poblaciones de trips, por lo que es importante considerar la necesidad de hacer evaluaciones del efecto del número de aplicaciones de cada uno de estos fertilizantes en las poblaciones de trips.

En los estudios del efecto de los factores climáticos de temperaturas: alta, media y mínima, precipitación pluvial, precipitación pluvial acumulada y humedad relativa, demostraron que las temperaturas evaluadas y precipitación pluvial presentaron diferencias significativas, demostrando que estos causan un efecto directo en las poblaciones de trips, siendo estos sensibles a los cambios de temperatura y las lluvias continuas.

## **16. Conclusiones**

Es importante el manejo adecuado del nitrógeno y aminoácidos en los programas de fertilización, aplicando el requerimiento nutricional del cultivo, evitando sobredosis que favorezcan a las poblaciones de trips. Un cultivo con buena nutrición de elementos mayores aumentará la resistencia de las plantas a los ataques de los insectos fitófagos. Es importante lograr el balance adecuado en el cultivo del ejote francés.

Conocer la influencia de la temperatura y la precipitación pluvial en las poblaciones será una herramienta que podrá ser considerada en predicciones y manejo de poblaciones de trips.

Las hembras son los especímenes que dominan la densidad poblacional de los trips en el cultivo del ejote francés durante las épocas de evaluación.

### **17. Impacto esperado**

Con el estudio realizado se logró establecer el efecto y la relación que existe en el comportamiento de las poblaciones de los trips con las fuentes y concentraciones de nitrógeno evaluadas y los aminoácidos libres. Así como su comportamiento y distribución en la planta y el cultivo. También permitió establecer si un efecto del nitrógeno y aminoácidos libres con la reproducción de las poblaciones de los trips.

Esta información beneficiará a los productores del cultivo del ejote francés debido a que les permitirá conocer el efecto de sus prácticas agrícolas de fertilización con el comportamiento de la población. Esto les servirá también como herramienta para la toma de decisiones y establecer criterios para el manejo adecuado de la plaga, tomando en cuenta la información proporcionada para el correcto manejo de la fertilización y para establecer nuevos métodos de control dentro de un manejo integrado de plagas. Las decisiones acertadas para el manejo de plagas evitarán pérdidas económicas a los productores de ejote francés.

La determinación de la presencia de la bacteria *Wolbachia* servirá como plataforma para futuros proyectos de investigación, debido a que es una bacteria que causa un efecto en la reproducción de los insectos, es importante hacer estudios en Guatemala.

## 18. Referencias

- Adkisson, P.L. (1958). The influence of fertilizer applications on population of *Heliothis zea* and certain insect predators. *Journal Economic Entomology*, 51, 144–149.
- Aguilar Carpio, C., González Rendón, A., Pérez Ramírez, A., Ramírez Rojas, S. G., & Carapia Ruiz, V. E. (2017). Combate químico de *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) en el cultivo de cebolla en Morelos, México. *Acta zoológica mexicana*, 33(1), 39-44.  
Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0065-17372017000100039&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372017000100039&lng=es&tlng=es).
- Ahmed, A., Solorio Sánchez, F., Ramírez y Avilés, L., & Al-Zyoud, F. (2016). Evaluar los enemigos naturales de psilido de la Leucaena y trips de la cebolla en los procesos de cosecha en diferentes genotipos de Leucaena. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(1), 133-145.
- Ananthkrishnan, T. N. (1990). Facets of chemical ecology in insect-plant interactions: An overview. *Proceedings Indian Academy of Sciences, Animal Science*, 99(3), 177-183.
- Asociación Guatemalteca de Exportadores (2018). Comité de Arvejas y Vegetales.  
Recuperado de: [http:// export.com.gt/sectores/comite-de-arveja-y-vegetales/](http://export.com.gt/sectores/comite-de-arveja-y-vegetales/)
- Anusha, S., Prasada Rao, G.M.V. & Sai Ram Kum, D.V. (2017). Effect of different nitrogen

doses on sucking pests and yield in Bt cotton under unprotected and protected conditions. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(2), 611-615.

Asociación Guatemalteca de Exportadores. (2018). Comité de Arvejas y Vegetales. Recuperado de: <http://export.com.gt/sectores/comite-de-arveja-y-vegetales/>

Avelino Araujo, L.H., Alvarez Guerra, A., & Aranda Herrera, E. (2000). Contenido de los nutrientes básicos en *Catolaccus grandis* Burks criados sobre larvas del picudo del algodón. *Pesquisa agropecuaria brasileira, Brasília*, 35(9), 1701-1707

Bharani, J.N., Kohilambal, H., Sivasubramanian, P., & Banuprathap, G. (2015). Comparative Efficacy of Bio pesticides and insecticides against tomato Thrips (*Thrips Tabaci Lind.*) and their impact on Coccinellid predators. *The Bioscan*, 10(1), 207-210.

Bala, K., Sood, A. K., Pathania, V. S., & Thakur, S. (2018). Effect of plant nutrition in insect pest management: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(4), 2737-2742.

Biomex. (2018). Nitrogen 13- 0- 0. Recuperado de: [http://www.biomexsoluciones.com/index\\_htm\\_files/NITROGEN%2013-0-0.pdf](http://www.biomexsoluciones.com/index_htm_files/NITROGEN%2013-0-0.pdf)

Blagrove, M.S., Arias-Goeta, C., Failloux, A.B., Sinkins, S.P. (2012). *Wolbachia* strain wMel induces cytoplasmic incompatibility and blocks dengue transmission in *Aedes albopictus*. *Proc Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109, 255–260. doi: 10.1073/pnas.1112021108

Bustillo P., A .E. (1979). La nutrición en insectos. *Sociedad Colombiana de Entomología*, 2 *Socolen*, 9-10. doi:10.13140/RG.2.1.2434.4163

- Cloyd, R. (2016). Controlar los afidos al entender cómo interactúan con las plantas. Recuperado de: <http://www.greenhousegrower.com/production/crop-inputs/how-you-can-stop-aphids-by-understanding-their-interactions-with-plants/>
- Cole, R.A. (1997). The relative importance of glucosinolates and amino acids to the development of two aphid pests *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae* on wild and cultivated brassica species. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 85, 121-133. doi.org/10.1046/j.1570-7458.1997.00242.x
- Chau, A., Heinz, K. M., & Davies, F. T. (2005). Influences of fertilization on population abundance, distribution, and control of *Frankliniella occidentalis* on chrysanthemum. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 17(1), 27-39- doi: 10.1111/j.1570-7458.2005.00326.x
- Douglas, A.E. (2006). Phloem-sap feeding by animals: problems and solutions. *Journal of Experimental Botany*. 57(4), 747-754. doi:10.1093/jxb/erj067
- Duffield, S.J., Bryson, R.J., Young, J.E.B., Sylvester-Bradley, R., & Dcott, R.K. (1997). The influence of nitrogen fertilizer on the population development of the cereal aphids *Stobion avenae* (F) and *Metopolophium dirhodum* (Wlk.) on field grown Winter wheat. *Annals of Applied Biology*, 130(2), 13-26. doi:10.1111/j.1744-7348.1997.tb05779.x
- Escuela Nacional Central de Agricultura. (2018). ENCA, mercado. Recuperado de: <http://www.enca.edu.gt/enca2/index.php/centro-de-ventas/>
- Espasa Manresa, R. (s.f.). La fertilización foliar con aminoácidos. Recuperado de: [http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_Hort/Hort\\_1983\\_12\\_3\\_3\\_35.pdf](http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Hort/Hort_1983_12_3_3_35.pdf)
- Faheem Malik, M., Nawaz, M., & Hafeez, Z. (2003). Different Regimes of Nitrogen and

Invasion of Thrips on Onion in Balochistan, Pakistan. *Asian Journal fo Plant Sciences*, 2(12), 916-919.

Garde-Cerdan, T., Santamaría, P., Portu, J., Martín Rueda, I., González-Arenzana, L., López-Alfaro, I., & López, R. (2014). Aplicación foliar de urea y fenilalanina en la viña: efecto sobre el contenido de resveratrol y piceido en mosto y vino. XIII Jornadas del Grupo de Horticultura y I Jornada del Grupo de Alimentación y Salud. Congreso llevado a cabo en Logroño, España, 65, 89-94.

González, M.V. (2003). Cultivo del Ejote. *Centro nacional de tecnología agropecuaria y Forestal*, 18, 32.

Guzmán, V. (2010). El mercado del ejote. Recuperado de:  
[https://issuu.com/goartgt/docs/revistagronegocios\\_ejote](https://issuu.com/goartgt/docs/revistagronegocios_ejote)

Instituto Geográfico Nacional. (1976). Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala, Guatemala. Tipografía Nacional.

Kivett, J. M., Cloyd, R., & Bello, N. M. (2015). Insecticide Rotation Programs with Entomopathogenic Organisms for Suppression of Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) Adult Populations under Greenhouse Conditions. *Journal of Economic Entomology*, 108(4), 1936–1946. doi.org/10.1093/jee/tov155

Klostermeyer, E.C. (1950). Effect of soil fertility on corn earworm damage. *Journal of Economic Entomology*, 43, 427–429.

Leite, G. L.D, Picanco, L., Zanuncio, J.C., & Moreira, M.D. (2001). Factors affecting the populations of arthropods on pumpkin (*Cucurbita moschata* var. Brazilian Girl). *Agronomía Lusitana* Recuperado de:  
<http://agris.fao.org/agrissearch/search.do?recordID=PT2003000212>

- Malik, M. F. Nawaz, M. Ellington, J. Sanderson, R. & El-Heneidy A. H. (2009). Effect of Different Nitrogen Regimes on Onion Thrips, *Thrips tabaci* Lindemann, on Onions, *Allium cepa* L. *Southwestern Entomologist*, 34(3), 219- 225.  
doi.org/10.3958/059.034.0303
- Meyer, G.A. (2000). Interactive effects of soil fertility and herbivory on *Brassica nigra*. *Oikos*, 88(2), 433–441. doi.org/10.1034/j.1600-0706.2000.880221.x
- Morales, H., Perfecto, I., & Ferguson, B. (2001). Traditional fertilization and its effect on corn insect populations in the Guatemalan highlands. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 84(2), 145–155. doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00200-0
- Morán, N.A., Tran, P., & Gerardo, N.M. (2005). Symbiosis and insect diversification: an ancient symbiont of sap-feeding insects from the bacterial phylum Bacteroidetes. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(12), 8802-8810. doi: 10.1128/AEM.71.12.8802-8810.2005
- Nderitu, J.H., Kasina, M.J., Nyamasyo, G.N., Waturu, C.N., & Aura, J. (2008). Management of Thrips (Thysanoptera: Thripidae) on French Beans (Fabaceae) in Kenya: Economics of Insecticide Applications. *Journal of Entomology*, 5(3), 148-155. doi: 10.3923/je.2008.148.155
- Presisagro (2018). Nitro Xtend foliar. Recuperado de: <http://recintodelpensamiento.com/ComiteCafeteros/HojasSeguridad/Files/Fichas/FTNitroXtendFoliar20184917521.pdf>
- Qaisar Abbas, Q., Hussain, M., Hassnain, M., Shahid, M., Raza, A., & Hasnain, H. (2017).

- Studies on bionomics of aphids species on canola crop (*Brassica napus*) sown under different farming systems. *International Journal of Biosciences*, 11(4), 343-349. Doi: 10.12692/ijb/11.4.343-349
- Rossi, P., Ricci, I., Cappelli, A., Damiani, C., Ulissi, U., Mancini, M.V.,... Favia, G. (2015). Mutual exclusion of *Asaia* and *Wolbachia* in the reproductive organs of mosquito vectors. *Parasites & Vectors*, 8, 1–10. doi: 10.1186/s13071-015-0888-0.
- Ruiz, R. (1999). Características de algunos fertilizantes nitrogenados para uso en goteo. Recuperado de: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR23923.pdf>
- Sawyers-Kenton, R., Sawyers-Kenton, R., & Pinto-Tomas, A. (2017). Papel de la bacteria endosimbionte *Wolbachia* en el control de enfermedades vectoriales: dengue, zika y chikunkunya. *Acta Médica Costarricense*, 59(4), 130-133.
- Serbus, L.R., Casper-Lindley, C., Landmann, F., Sullivan W. (2008). The genetics and cell biology of *Wolbachia*-host interactions. *Annual Review of Genetics*, 42, 683–707. doi: 10.1146/annurev.genet.41.110306.130354.
- Sosa, M.R., Zamar, M.I., & Torrejon, S.E. (2017). Ciclo de vida y reproducción de *Caliothrips phaseoli* (Thysanoptera: Thripidae) sobre Fabaceae y Solanaceae (Plantae) en condiciones de laboratorio. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 76(3-4), 1-6. doi: 10.25085/rsea.763401
- Tan, Z.Q., Ali, T.C., Lu, X.Z., Cai, Q.N., Liu, C. (2012). Influences of soil fertility on spatial patterns of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) occurred in Bt-cotton plants. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 4(6), 377-382.
- Vinay Singh, V., & Sood, A.K. (2017). Plant Nutrition: A tool for the management of hemipteran insect-pests. *Agricultural Reviews*, 38(4), 260-270. Doi:10.18805/ag.R-1637

- Wang, L., Hui, C., Sandhu, H. S., Li, Z., & Zhao, Z. (2015). Population dynamics and associated factors of cereal aphids and armyworms under global change. *Scientific Reports*, 5(18801),1-8. <http://doi.org/10.1038/srep18801>
- Zabalou, S., Riegler, M., Theodorakopoulou, M., Stauffer, C., Savakis, C., & Bourtzis, K. (2004). *Wolbachia*-induced cytoplasmic incompatibility as a means for insect pest population control. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(42), 15042-15045. doi: 10.1073/pnas.0403853101
- Zhou, S., Lou, Y-R., Tzin, V., & Jander, G. (2015). Alteration of Plant Primary Metabolism in Response to Insect Herbivory. *Plant Physiology*, 169, 1488–1498. doi:10.1104/pp.15.01405
- Veromanna, E., Toomea, M., Kännastea, A., Kaasika, R., Copolovicia, L., Flinka, J.,...Niinemetsa, U. (2015). Effects of nitrogen fertilization on insect pests, their parasitoids, plant diseases and volatile organic compounds in *Brassica napus*. *Crop Protection*, 43, 79-88. doi:10.1016/j.cropro.2012.09.001

## 19. Apéndice

Tabla 1. Análisis de varianza (SC tipo III) de poblaciones de ninfas de trips presentes en los tratamientos y etapas de desarrollo del cultivo del ejote francés, Sacatepéquez.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	2089.36	26	80.36	9.53	<.0001	
TRATAMIENTO	375.07	8	46.88	.48	.8569	
TRATAMIENTO>ETAPA	1770.64	18	98.37	11.66	<.0001	
Error	978.54	116	8.44			
Total	3067.90	142				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Tabla 2. Prueba de DGC en poblaciones de ninfas de trips presentes en los tratamientos y etapas de desarrollo del cultivo del ejote francés, Sacatepéquez.

TRATAMIENTO	ETAPA	Medias	n	E.E.
Nitrógeno ureico 125	PRODUCCION	14.75	4	1.45 A
aminoácidos 125	PRODUCCION	12.67	3	1.68 A
aminoácidos 100	PRODUCCION	11.50	4	1.45 A
nitrógeno ureico 100	PRODUCCION	10.75	4	1.45 A
nitrógeno ureico 125	FLORACION	8.25	4	1.45 B
nitrógeno ureico 75	PRODUCCION	7.75	4	1.45 B
materia orgánica 125	PRODUCCION	6.75	4	1.45 B
materia orgánica 100	PRODUCCION	6.00	4	1.45 B
aminoácidos 75	PRODUCCION	6.00	4	1.45 B
nitrógeno ureico 100	FLORACION	5.75	4	1.45 B
materia orgánica 75	PRODUCCION	5.25	4	1.45 B
materia orgánica 100	FLORACION	5.00	4	1.45 B
aminoácidos 100	FLORACION	4.75	4	1.45 B
aminoácidos 75	FLORACION	4.75	4	1.45 B
nitrógeno ureico 75	FLORACION	3.75	4	1.45 C
materia orgánica 125	FLORACION	3.00	4	1.45 C
materia orgánica 75	FLORACION	2.75	4	1.45 C
nitrógeno ureico 125	VEGETATIVA	2.75	8	1.03 C
aminoácidos 125	FLORACION	1.50	4	1.45 C
aminoácidos 100	VEGETATIVA	1.38	8	1.03 C
nitrógeno ureico 100	VEGETATIVA	1.38	8	1.03 C
aminoácidos 75	VEGETATIVA	.75	8	1.03 C

materia orgánica 100	VEGETATIVA	.75	8	1.03	C
nitrógeno ureico 75	VEGETATIVA	.62	8	1.03	C
aminoácidos 125	VEGETATIVA	.25	8	1.03	C
materia orgánica 75	VEGETATIVA	.00	8	1.03	C
materia orgánica 125	VEGETATIVA	.00	8	1.03	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > .05$ ) PCALT:4.0123

Error: 8.4357 gl: 116

Tabla 3. Análisis de varianza (SC tipo III) de poblaciones de adultos de trips presentes en los tratamientos y etapas de desarrollo del cultivo del ejote francés, Sacatepéquez.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	5538.13	26	213.01	8.73	<.0001	
TRATAMIENTO	1857.43	8	232.18	1.05	.4387	
TRATAMIENTO>ETAPA	3988.44	18	221.58	9.09	<.0001	
Error	2829.17	116	24.39			
Total	8367.30	142				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Tabla 4. Prueba de DGC en poblaciones de adultos de trips presentes en los tratamientos y etapas de desarrollo del cultivo del ejote francés, Sacatepéquez.

TRATAMIENTO	ETAPA	Medias	n	E.E.
nitrógeno ureico 125	PRODUCCION	24.50	4	2.47 A
aminoácidos 100	PRODUCCION	21.75	4	2.47 A
nitrógeno ureico 125	FLORACION	19.00	4	2.47 B
nitrógeno ureico 100	PRODUCCION	16.75	4	2.47 B
aminoácidos 125	PRODUCCION	16.33	3	2.85 B
aminoácidos 100	FLORACION	13.50	4	2.47 B
materia orgánica 125	PRODUCCION	13.00	4	2.47 B
aminoácidos 75	PRODUCCION	12.25	4	2.47 B
nitrógeno ureico 100	FLORACION	10.25	4	2.47 C
nitrógeno ureico 75	PRODUCCION	10.00	4	2.47 C
materia orgánica 100	PRODUCCION	10.00	4	2.47 C
aminoácidos 75	FLORACION	8.25	4	2.47 C
materia orgánica 100	FLORACION	7.75	4	2.47 C
aminoácidos 125	FLORACION	7.75	4	2.47 C
nitrógeno ureico 75	FLORACION	6.75	4	2.47 C
materia orgánica 75	PRODUCCION	6.75	4	2.47 C
nitrógeno ureico 125	VEGETATIVA	6.50	8	1.75 C
materia orgánica 125	FLORACION	5.25	4	2.47 C
aminoácidos 100	VEGETATIVA	4.38	8	1.75 C
nitrógeno ureico 100	VEGETATIVA	3.50	8	1.75 C
materia orgánica 75	FLORACION	3.25	4	2.47 C
materia orgánica 125	VEGETATIVA	2.38	8	1.75 C
materia orgánica 100	VEGETATIVA	1.88	8	1.75 C
nitrógeno ureico 75	VEGETATIVA	1.63	8	1.75 C
aminoácidos 75	VEGETATIVA	1.63	8	1.75 C
aminoácidos 125	VEGETATIVA	1.00	8	1.75 C

materia orgánica 75                      VEGETATIVA                      .62                      8                      1.75                      C

---

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ) PCALT=6.8223*

Tabla 5. Prueba de Correlación de Pearson de poblaciones de trips presentes en los tratamientos con las variables climáticas en el ejote francés, Sacatepéquez.

Variable(1)	Variable(2)	n	Pearson p-valor
NINFA	T° máxima	143	-.21 .0123
NINFA	T° media	143	-.21 .0123
NINFA	T° mínima	143	-.51 <.0001
NINFA	HR	143	-.12 .1482
NINFA	Precipitación	143	-.15 .0779
NINFA	PP acumulada	143	.58 <.0001
ADULTO	T° máxima	143	-.24 .0035
ADULTO	T° media	143	-.24 .0035
ADULTO	T° minina	143	-.55 <.0001
ADULTO	HR	143	-.06 .4553
ADULTO	Precipitación	143	-.03 .7363
ADULTO	PP acumulada	143	.67 <.0001

$P \leq 0.05$  se consideró significativo, existe relación lineal. HR= humedad relativa



Figura 1. Muestreos realizados en distintas parcelas del ejote francés, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, 2019.



Figura 2. Desarrollo vegetativo de las parcelas de ejote francés, Santiago Sacatepéquez,

*Sacatepéquez, 2019.*



Figura 2. Estudio de trips colectados en las parcelas de ejote francés, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, 2019

**Listado de los integrantes del equipo de investigación**

Contratados por contraparte y colaboradores

Nombre	Firma

**Contratados por la Dirección General de Investigación**

Nombre	Categoría	Registro de Personal	Pago		Firma
			SI	NO	
<b>Claudia E. Toledo P.</b>	<b>coordinadora</b>	<b>20000273</b>	<b>x</b>		


Guatemala 27 de noviembre de 2019.

**Nombre y firma**

**Coordinadora del proyecto de investigación**

M.Sc. Claudia Elizabeth Toledo Perdomo

**Nombre y firma**

**Coordinador del Programa Recursos Nat.**

Ing. Agr. Augusto Saúl Guerra Gutierrez

Salazar

**Nombre y firma**

**Coordinador General de Programas**

Ing. Agr. MARN. Julio Rufino

Guatemala, 27 de noviembre, 2019

Señor Director  
Dr. Félix Alan Douglas Aguilar Carrera  
Director General de Investigación  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director

Adjunto a la presente el informe final “**Efecto del nitrógeno y aminoácidos libres en las poblaciones y reproducción de trips (Insecta:Thysanoptera) y presencia de *Wolbachia***” con partida presupuestal 4.8.63.2.92, coordinado por la MSc Claudia Elizabeth Toledo Perdomo y avalado por el Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA) de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Este informe final fue elaborado con base en la guía de presentación de la Dirección General de Investigación, el cual fue revisado su contenido en función del protocolo aprobado, por lo que esta unidad de investigación da la aprobación y aval correspondiente.

Asimismo, la coordinadora del proyecto, se compromete a dar seguimiento y cumplir con el proceso de revisión y edición establecido por Digi del **informe final y del manuscrito científico**. El manuscrito científico debe enviarse, por la coordinadora del proyecto, para publicación al menos en una revista de acceso abierto (*Open Access*) indexada y arbitrada por expertos en el tema investigado.

Sin otro particular, suscribo atentamente.

“Id y enseñad a todos”

M.Sc. Claudia Elizabeth Toledo Perdomo  
Coordinadora del proyecto de investigación

Ing. Agr. Carlos López Búcaro  
Director del Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA)  
Facultad de Agronomía