



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CONKAL**

**Evaluación de daño por fitófagos y entomofauna asociada a  
accesiones de calabaza y frijol ib.**

**TESIS**

Que presenta:

**Aldo Daniel Chan Arjona**

Como requisito parcial para obtener el grado de:

**Licenciatura en biología**

Director de tesis:

**Dr. Horacio Salomón Ballina Gómez**

Conkal, Yucatán, México

Junio, 2022



**TecNM**



La presente tesis fue realizada por Aldo Daniel Chan Arjona de la carrera de Licenciatura en Biología, correspondiente al número de control 16800070 con orientación en manejo sostenible de la biodiversidad, con el título “Evaluación de daño por fitófagos y entomofauna asociada a accesiones de calabaza y frijol ib”, la cual fue dirigida, asesorada y revisada por el comité que fue asignado, cuyos integrantes firman su consentimiento para que este trabajo sea presentado como requisito parcial para la titulación, de acuerdo al proceso de titulación integral y al manual de lineamientos Académicos Administrativos del Tecnológico Nacional de México.

DIRECTOR



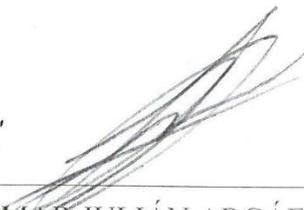
DR. HORACIO SALOMÓN BALLINA GÓMEZ

ASESOR



DR. ESAÚ RUIZ SÁNCHEZ

REVISOR



M.C. OMAR JULIÁN ARGÁEZ QUIJANO

## DEDICATORIAS

A mi madre Candida Arjona Poot, quien, a pesar de tanto sufrimiento y escasez económica, es quien estuvo a mi lado apoyándome desde los inicios de mi formación profesional, y que a pesar de no tener el mínimo conocimiento de lo que yo estudiaba y evaluaba en mis viajes de campo, ella se sentía orgullosa de mí. Es a quien hoy brindo el fruto de este esfuerzo mutuo.

A mi padre Agustín Chan Poot, quien, sin tener estudios, sacó adelante a todos sus hijos y se preocupó a llevar el pan a la mesa. Y sobre todo sin tener conocimiento de lo que realizaba en la parcela experimental para este trabajo, siempre me brindó consejos de un humilde campesino de cómo hacer un buen manejo, es por ello le dedico este logro, por quién es y seguirá siendo para mí por siempre, “Mi papá”.

A mi hermano Wilson Manuel Chan Arjona, no por el hecho de que sea mi hermano, sino más bien por su enorme apoyo desde mis inicios y hasta el final de mi formación profesional, sobre todo por su confianza en mí, de lograr terminar la carrera.

Y de manera especial a mi esposa, quien me brindó motivación, compañía, confianza y amor, para impulsarme a seguir adelante con todo, y poder concluir esta etapa profesional que decidí tomar por pasión e interés hacia el estudio de la vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

A todos los docentes del TecNM campus Conkal, por todas sus enseñanzas para mi formación profesional en el área de la biología, y sobre todo a aquellos que me brindaron un consejo, comprensión y confianza, en las malas situaciones que un alumno comúnmente pasa al estar en la formación profesional.

Al M.C Roberto Rafael Santiago Ruiz por sus enseñanzas, consejos y paciencia, durante el tiempo que se llevó a cabo este trabajo. Especialmente por brindarme su amistad y confianza desde el primer día que empezamos a evaluar en campo.

A mi asesor interno Dr. Esaú Ruiz Sánchez y mi asesor externo Dr. Horacio Salomón Ballina Gómez, por sus enseñanzas, tiempo y paciencia por cada duda que surgía durante la fase en campo y redacción de este trabajo.

A mis compañeros Israel Martin Pech y Jorge Joaquín León Rodríguez, por su apoyo incondicional en las evaluaciones de variables realizadas en campo.

## RESUMEN

Los daños causados por insectos fitófagos interfieren de manera negativa en el crecimiento vegetativo y reproductivo de los cultivos agrícolas del estado de Yucatán y de todo el mundo. El objetivo de este trabajo fue evaluar los niveles de fitofagia y características foliares relacionados a la defensa vegetal en accesiones criollas de calabazas y de frijol ib, y determinar la entomofauna asociada al cultivo de calabaza. Se estableció un diseño experimental con tres bloques completamente al azar para ambos cultivos. En donde se evaluó las siguientes variables en la lámina foliar; porcentaje de daño, grosor, dureza y AFE (área foliar específica). Las variables de dureza y AFE (área foliar) presentaron diferencias entre accesiones ( $p < 0.05$ ) en el cultivo de calabazas, no siendo el caso del frijol ib. Para el caso de la entomofauna en el cultivo de calabaza, los órdenes de mayor abundancia, fueron; Hemíptera y Díptera. Las accesiones menos susceptibles al daño y con mayores características foliares pueden ser de interés para el mejoramiento del cultivo en el estado de Yucatán.

## ABSTRACT

The damage caused by phytophagous insects interferes in a negative way in the vegetative and reproductive growth of agricultural crops in the Yucatan's state and around the world. The objective of this work was evaluate phytophagia's levels and foliar characteristics related to plant defense in creole accessions of pumpkins and ib beans, and determined the entomofauna associate to the pumpkin's cultivation. Was establishing an experimental design with three blocks completely random for both crops, where was evaluate the next variables in the leaf blade; damage's percentage, thickness, hardness and SLA (specific leaf area). The hardness variables and SLA (specific leaf area) presented differences between accessions ( $p < 0.05$ ) in the pumpkin's cultivation, not being the case of the ib beans. For the entomofauna's case in the pumpkin's cultivation, the orders of greatest abundance, was; Hemiptera and Diptera. The accessions less damage's susceptible and with more foliar characteristics can be interesting for the cultivation's improvement in Yucatan's Satate.

## INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	10
OBJETIVOS E HIPOTESIS.....	13
General.....	13
Específicos .....	13
Hipótesis .....	13
FUNDAMENTO TEÓRICO .....	14
Importancia del cultivo de calabaza y frijol ib en el sistema milpa maya de Yucatán .....	14
Insectos fitófagos de importancia en la calabaza y frijol ib.....	14
DESARROLLO DEL PROYECTO .....	16
Sitio de estudio.....	16
Diseño experimental .....	16
Evaluación de daño causado por fitófagos.....	16
Evaluación de rasgos morfológicos foliares relacionados a la defensa vegetal.....	17
Evaluación de ordenes taxonómicos en cultivo de calabaza .....	17
Análisis de datos .....	18
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	19
Daño foliar .....	19
Rasgos morfológicos foliares relacionados a la defensa vegetal .....	21
Abundancia de ordenes taxonómicos de insectos.....	23

DISCUSIÓN .....	23
Daño foliar en accesiones de calabaza y frijol ib.....	23
Rasgos morfológicos foliares.....	24
Abundancia de insectos en el cultivo de calabaza .....	25
CONCLUSIÓN.....	27
BIBLIOGRAFÍA .....	28

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

	Página
Tabla 1. Daño foliar (% área foliar removida) en accesiones de calabazas evaluado en diferentes periodos después de la emergencia.	18
Tabla 2. Daño foliar (% área foliar removida) en accesiones de frijol ib evaluado en 2 periodos después de la emergencia.	19
Tabla 3. Rasgos morfológicos foliares (grosor, dureza, área foliar específica) relacionados a la defensa vegetal en accesiones de calabaza.	20
Tabla 4. Rasgos morfológicos foliares (grosor, dureza, área foliar específica) relacionados a la defensa vegetal en accesiones de frijol ib.	21
Figura 1. Escala porcentual de daño foliar en hojas evaluadas de calabaza.	18
Figura 2. Escala porcentual de daño foliar en hojas evaluadas de frijol ib.	19
Figura 3. Curva de Whitaker de abundancia de ordenes taxonómicos en cultivo de calabaza, en la etapa de floración (30 días después de la emergencia).	22

## INTRODUCCIÓN

La milpa en el estado de Yucatán, surge desde épocas prehispánicas como el principal sistema agrícola para la producción de los alimentos básicos de la familia maya. La actividad milpera involucra el cultivo de algunas especies vegetales tales como; maíz, calabaza y frijol. Siendo este método sumamente importante como sistema agrícola en el estado y su productividad se ha declinado por el deterioro de las condiciones de producción, provocando la reducción de rendimientos en las variedades manejadas por los productores. Las calabazas pertenecen a la familia Cucurbitaceae, son plantas anuales con flores unisexuales y de características rastreras o trepadoras (Carnide & Barroso, 2006), pero su importancia biológica en la milpa, es la de retener la humedad del suelo y ser territorial evitando el crecimiento de las plantas herbáceas. El frijol pertenece a la familia Fabaceae de crecimiento trepador o rastrero, es de importancia biológica por la interacción que tiene con las bacterias fijadoras de nitrógeno del género *Rhizobium*, lo cual es aprovechado por los otros dos componentes de la milpa. Por otro lado, cabe destacar que la importancia de las variedades criollas tiene un alto potencial de producción de forraje, tamaño, número de hojas y entre otras características vegetativas e incluso en el rendimiento a diferencias de las variedades genéticamente modificadas (Elizondo & Boschini, 2002).

La calabaza y el frijol sirven como unidad de conservación de la agrobiodiversidad en Yucatán, pero también los establecimientos de policultivos de variedades locales cultivadas, se usan para fines de alimentación, intercambio y conservación de las especies. Bayona et al. (2021) señala que los insectos plaga son los que causan mayores daños directos a los cultivos agrícolas, mencionando que estos hacen más notoria su actividad en los cultivos por los tipos de daños que ocasionan, tales como; raspadores, minadores, chupadores y defoliadores; un ejemplo claro es la *Diabrotica* sp., siendo este el atacante primario en todo el desarrollo de la planta y *Diaphania nitidalis* (gusano

del melón) haciendo presente su daño en la etapa de floración y fructificación mayormente en la familia de las Cucurbitaceae. Los daños causan pérdidas de hasta un 80% en relación al rendimiento, de los cuales solo se puede obtener solución alguna con métodos químicos o biológicos (Velazquez et al., 2004). La diversidad y abundancia de estos insectos dependerá mucho de la especie del cultivo y del tipo de crecimiento vegetativo (Lawton, 1983). Es por ello que durante años las plantas han evolucionado para subsistir en el medio terrestre, creando sus propios métodos de defensa vegetal (Dawkins & Krebs, 1979), sin la necesidad de la intervención del hombre. Las continuas adaptaciones entre plantas y herbívoros han llevado al desarrollo de un arsenal de defensas vegetales (Bennett & Wallsgrave, 1994), ya que las plantas crean múltiples estrategias para defenderse, tales como el grosor foliar, área foliar y aumento de biomasa (Mesa et al., 2019). De igual manera Thaler y Karban (1977) mencionan que además que las plantas han desarrollado otros métodos de defensa como lo son las características físicas como, por ejemplo, la dureza de las hojas, tricomas, películas de cera, resinas y cristales, además de características químicas que confieren resistencia contra la herbivoría. Los daños causados por insectos fitófagos interfieren de manera negativa en el crecimiento vegetativo de las plantas. Entre las principales afectaciones causadas por los insectos fitófagos, están los rendimientos ya que en esta etapa existe un elevado número de individuos (Blanco & Leyva, 2013). Entre los insectos fitófagos más comunes que se alimentan del frijol y calabaza se encuentran la mosca blanca, araña roja, mayate rayado (Reyes et al., 2019), y el gusano del melón que afecta la etapa de floración y fructificación de la calabaza (Posada & Gonzales, 1992). Hoy en día por los avances en la ciencia, se han descubierto métodos para el control de los insectos fitófagos como los agroquímicos, parasitoidismo y la revalorización de las especies resistentes para el mejoramiento de los cultivos. Así como se presenta en investigaciones de Clemente et al. (2002), en donde demostraron la

resistencia de *Pisum fulvum* resistente a *Bruchus pisorum* y la resistencia de *Vigna umbellata* a *Callosobruchus chinensis* (Somta et al., 2008). Se considera que las accesiones criollas de calabaza y frijol ib tienen enorme potencial para integrarse y conservarse como especies vegetales de importancia en la alimentación de áreas rurales de Yucatán. Sin embargo, el cultivo de estas especies se puede ver afectada por plagas que disminuyen la producción y demeritan la calidad de los productos cosechados. Partimos de la hipótesis que se puede considerar que la evaluación de accesiones criollas permite no sólo la valoración productiva, sino la resistencia de estos materiales a los insectos fitófagos. De tal forma, el objetivo de este trabajo fue evaluar los porcentajes de daño y las características foliares relacionados a la defensa vegetal en las accesiones de calabaza y frijol ib, así como determinar la entomofauna asociada específicamente al cultivo de calabaza.

## **OBJETIVOS E HIPOTESIS**

### **General**

Evaluar los niveles de fitofagia y características foliares relacionados a la defensa vegetal en accesiones criollas de calabazas y de frijol ib, y determinar la entomofauna asociada al cultivo de calabaza.

### **Específicos**

Evaluar el daño por insectos fitófagos en el follaje de accesiones criollas de calabaza y frijol ib en diferentes etapas de desarrollo vegetativo.

Evaluar los rasgos morfológicos foliares relacionados a la defensa vegetal (grosor, dureza y área foliar específica) en accesiones criollas de calabaza y frijol ib.

Determinar la abundancia de los órdenes taxonómicos de insectos asociados al cultivo de calabaza.

### **Hipótesis**

Las accesiones evaluadas tendrán una respuesta diferencial al daño, esta respuesta puede estar mediada a las características morfológicas foliares de las plantas, en términos de mayor dureza, grosor y área foliar específica (AFE). Las accesiones criollas de calabaza tendrán una alta abundancia de órdenes taxonómicos de insectos. Esta caracterización nos permitirá seleccionar algunas accesiones con un potencial de resistencia a plagas para el mejoramiento de estos cultivos.

## FUNDAMENTO TEÓRICO

### **Importancia del cultivo de calabaza y frijol ib en el sistema milpa maya de Yucatán**

La milpa maya es un sistema tradicional de cultivo itinerante, el cual hace un uso eficiente de los recursos naturales vitales para la agricultura entre los que se encuentran el agua, la radiación solar, el suelo, los nutrientes y el espacio. Este mismo consta de tres cultivos de origen común, tal como; el maíz (*Zea mays*) es perteneciente a la familia de las gramíneas o Poaceas, que incluye también a importantes cultivos agrícolas como el trigo, arroz, avena, sorgo, cebada y caña de azúcar (Doebley & Itis, 1980). El frijol perteneciente al grupo de las leguminosas, que es de hábito trepador con hojas trifoliadas, y una de sus principales características es que son fijadoras de nitrógeno en asociación con bacterias del género *Rhizobium*, además son una fuente de alimentos para las familias indígenas por ser rico en proteínas. Las calabazas o calabacitas son plantas anuales que pertenecen al género *Cucurbita* de la familia Cucurbitaceae, son de hábito rastrero o trepador con flores unisexuales o bisexuales (Lira et al., 1998).

### **Insectos fitófagos de importancia en la calabaza y frijol ib**

Las plagas de la calabaza incluyen principalmente insectos que atacan el follaje como las diabroticas (*Diabrotica vittata* y *D. undecimpunctata*), la cual es una de las plagas que más daño le hace a la familia de las Cucurbitáceas. Este daño consiste en masticar las hojas y los brotes tiernos, ya sea parcial o total. Otra plaga es el pulgón (*Aphis gossii*), el cual chupa la savia de las hojas, debilitando a la planta y reduciendo tanto la cantidad como la calidad del fruto, estos pulgones pequeños en su mayoría están aglomerados y de color amarillo, verde y negro (Arrechu, 1999). Una tercera especie plaga de importancia es el gusano del fruto (*Diaphania nitidalis* y *D. hyalinata*), los cuales perforan el fruto del lado más cercano al suelo, pero especialmente

consumen lámina foliar y perforan flores y tallos (Amstrong, 2012). Las plagas del frijol incluyen insectos y ácaros, como los minadores (*Liriomyza huidobronsis*), los cuales atacan durante todo el período del cultivo y con mayor intensidad en las siembras de junio a agosto (Valladolid, 1993). El ácaro conocido como araña roja (*Tetranychus urticae*) se hospeda en el envés de las hojas formando colonias. Allí raspan el tejido y se alimentan de la savia (Tamayo & Londoño, 2001). La mosca blanca (*Bemisia tabaci*) es una plaga muy dañina que forma colonias en el envés de las hojas, donde se alimentan chupando la savia (Jiménez, 2009).

## **DESARROLLO DEL PROYECTO**

### **Sitio de estudio**

El presente trabajo se estableció en la parcela experimental del Tecnológico Nacional de México, Campus Conkal, ubicada en el km 16.3 de la antigua carretera Mérida-Motul, en el municipio de Conkal, Yucatán (21° 04'N y 81° 31' W). Se emplearon cinco accesiones de calabaza y 10 de frijol ib, las cuales fueron donadas por el banco de germoplasma del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY).

### **Diseño experimental**

Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar en calabaza, donde el factor de variabilidad fue cada accesión. Se establecieron tres bloques de 420 m<sup>2</sup> cada uno, en la que se incluyeron cinco surcos de 12 m de longitud y 5 m de separación entre ellos por cada bloque. Se utilizó un sistema de riego por goteo. La siembra se realizó de manera directa colocando dos semillas por poceta y 60 cm de separación entre plantas, dando un total de 20 individuos por accesión. Para el caso del cultivo de frijol ib también se usó un diseño experimental de bloques completos al azar, donde el factor de variabilidad fue cada accesión. Se establecieron tres bloques de 200 m<sup>2</sup>, en la que se incluyeron 10 surcos de 10 m de longitud y 1 m de separación entre ellos.

### **Evaluación de daño causado por fitófagos**

Se evaluaron los niveles de fitofagia de manera visual conforme a la cantidad de área consumida en las accesiones de calabaza según la escala de daño de Domínguez y Dirzo (1995) (Figura 1). Para ello, se seleccionaron cinco plantas por accesión correspondientes a cada uno de los bloques establecidos. Se colectaron dos hojas por planta, dando un total de 30 hojas por accesión. Las

evaluaciones se realizaron durante 45 días, dando un total de tres evaluaciones realizadas a los 15, 30 y 45 días después de la emergencia (DDE). Para el cultivo de frijol ib también se evaluó el porcentaje en cinco plantas por accesión y dos hojas trifoliadas por casa individuo, dando un total de 10 hojas trifoliadas por accesión; los muestreos se realizaron a los 15 y 30 DDE.

### **Evaluación de rasgos morfológicos foliares relacionados a la defensa vegetal**

La evaluación se realizó a los 15, 30 y 45 días después de la emergencia (DDE) para el caso de las accesiones de calabaza. Se tomaron cinco plantas por accesión correspondientes a cada uno de los bloques establecidos en campo, en las que se colectaron dos hojas por planta, obteniendo un total de 30 hojas. En ellas, se evaluaron los rasgos morfológicos, grosor (Mitutoyo Micrómetro digital H-2780-Mitutoyo) y dureza foliar (Penetrómetro de bolsillo PE001Gisiberica). Así mismo se tomaron fotografías de las hojas evaluadas para la medición del área foliar mediante el programa ImageJ. Las hojas colectadas se secaron en un horno casero a una temperatura de 50 °C, para obtener el peso seco de cada una y posteriormente obtener el área foliar específica mediante la fórmula;  $AFE = \text{área foliar} / \text{peso seco}$  (Cano et al., 1996). Para el caso del frijol ib, se evaluaron los mismos rasgos morfológicos en los días 15 y 30 DDE, en cinco plantas por accesión, colectando dos hojas trifoliadas para un total de 10 hojas trifoliadas.

### **Evaluación de ordenes taxonómicos en cultivo de calabaza**

Se realizó un muestreo directo de insectos de manera general en el cultivo usando aspiradores, para ello, se muestrearon 10 plantas al azar por bloque, en donde se colectó todo insecto posado en la planta. Los insectos colectados fueron colocados en frascos con alcohol al 70% para su conservación y posterior identificación en laboratorio a nivel orden mediante guías entomológicas (Zumbado & Azofeifa, 2018) y estereoscopios Velab-S1.

## **Análisis de datos**

Para ello, se generó una base de datos en el programa Excel, en la cual se agrupó categóricamente por variable evaluada y por fecha de evaluación, en la que se realizó un análisis de varianza de una vía (ANOVA). Posteriormente, se aplicaron pruebas de agrupación jerárquica de medias Scott-Knott para visualizar diferencias en las características morfológicas relacionadas a la defensa vegetal, los grados de daño de fitófagos en las accesiones. Asimismo, se usaron curvas de rango-abundancia de Whitaker con los datos transformados a logaritmo natural, para la agrupación de ordenes taxonómicos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Daño foliar

El análisis de varianza mostró que no hubo diferencias significativas en el daño foliar entre las accesiones ( $p>0.05$ ), ni en los periodos evaluados (Tabla 1). Se observó que el nivel de daño a los 15 después de la emergencia (DDE) estuvo entre 3.33 y 7.83%, a los 30 DDE estuvo entre 4.5 y 7.17%, y a los 45 DDE entre 1.33 y 5.17%; los porcentajes no mayores a 50% fueron escasos en las hojas evaluadas (Figura 1).

Tabla 1. *Daño foliar (% área foliar removida) en accesiones de calabazas evaluado en diferentes periodos después de la emergencia.*

Accesión	15 (DDE)	30 (DDE)	45 (DDE)
V2	7.83 ± 3.53	6.5 ± 5.44	5.17 ± 3.93
V4	6.17 ± 6.44	7.17 ± 5.18	2 ± 2.52
V5	3.33 ± 3.25	7 ± 2.31	1.33 ± 1.97
V6	8 ± 7.07	4.5 ± 2.69	4.17 ± 2.41
V8	5.33 ± 4.82	6.33 ± 1.37	3 ± 3.65

Se indican los valores promedios ± error estándar, DDE (días después de la emergencia) y ausencia de letras no presentan diferencias.

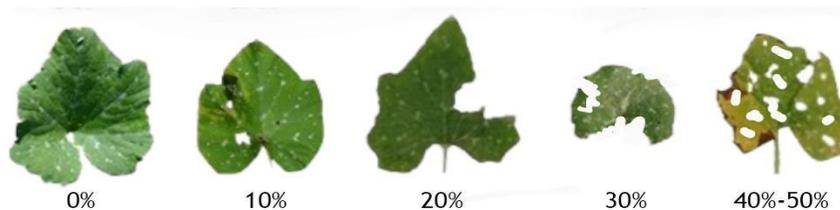


Figura 1. *Escala porcentual de daño foliar en hojas evaluadas de calabaza (Domínguez y Dirzo, 1995).*

Por otro lado, el análisis estadístico en accesiones de frijol ib con relación al daño foliar no se presentó diferencias significativas ( $p>0.05$ ) en ninguno de los periodos evaluados (Tabla 2). Los

rangos promedios de daño registrados a los 15 DDE fueron de 17.5 a 42.5%, mientras que en 30 DDE de 5 a 22.25%. Sin embargo, los daños mayores al 70% si se observaron, pero en baja frecuencia en las hojas evaluadas (Figura 2).

Tabla 2. *Daño foliar (% área foliar removida) en accesiones de frijol ib evaluado en 2 periodos después de la emergencia.*

<b>Accesiones</b>	<b>15 (DDE)</b>	<b>30 (DDE)</b>
4	30 ± 7.07	8 ± 4.95
10	34.25 ± 9.18	4 ± 6.36
16	17.5 ± 8.29	5.5 ± 8.38
20	33.75 ± 10.83	5.25 ± 5.63
27	40 ± 12.25	1.5 ± 0.87
28	37.5 ± 25.86	20.25 ± 20.98
29	31.25 ± 24.08	22.25 ± 28.07
38	18.75 ± 13.4	9.25 ± 10.89
44	22.5 ± 10.9	7.5 ± 7.5
47	42.5 ± 21.65	5 ± 0

Se indican los valores promedios ± error estándar, DDE (días después de la emergencia) y ausencia de letras no presentan diferencias

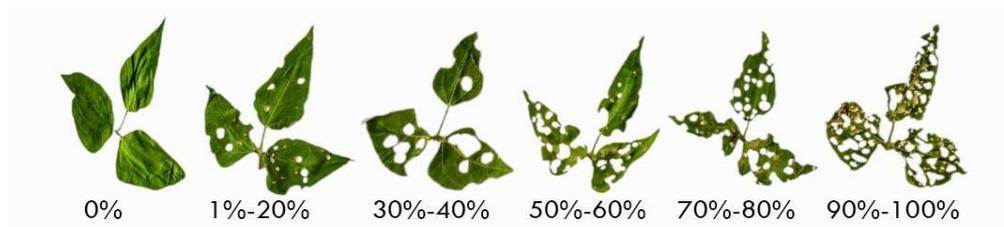


Figura 2. *Escala porcentual de daño foliar en hojas evaluadas de frijol ib (Domínguez, y Dirzo, 1995).*

### Rasgos morfológicos foliares relacionados a la defensa vegetal

Se observó que no hubo diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en la variable de grosor a los 15, 30 y 45 DDE, aunque sí en la dureza foliar ( $p < 0.05$ ) a los 30 DDE siendo las accesiones v5, v6, v8 las que presentaron valores promedio más altos. También, en el área foliar específica se obtuvieron efectos significativos ( $p < 0.05$ ) al día 45 DDE, las accesiones v2, v5, v6 presentaron los mayores valores de AFE (Tabla 3).

Tabla 3. Rasgos morfológicos foliares (grosor, dureza, área foliar específica) relacionados a la defensa vegetal en accesiones de calabaza.

15 (DDE)			
Accesión	Grosor	Dureza	AFE(cm <sup>2</sup> )
V2	0.39 ± 0.07	0.35 ± 0.11	203.36 ± 263.68
V4	0.29 ± 0.03	0.28 ± 0.02	290.48 ± 94.65
V5	0.33 ± 0.07	0.35 ± 0.11	216.46 ± 95.46
V6	0.37 ± 0.08	0.32 ± 0.08	238.18 ± 275.73
V8	0.34 ± 0.04	0.27 ± 0.02	293.73 ± 234.69
30 (DDE)			
V2	0.31 ± 0.06	0.30 ± 0.07 a	101.47 ± 42.9
V4	0.28 ± 0.03	0.33 ± 0.06 a	136.73 ± 70.73
V5	0.32 ± 0.06	0.43 ± 0.07 b	145.55 ± 50.8
V6	0.36 ± 0.08	0.40 ± 0.1 b	105.17 ± 42.84
V8	0.32 ± 0.06	0.41 ± 0.1 b	98.31 ± 33.18
45 (DDE)			
V2	0.35 ± 0.05	0.45 ± 0.04	103.93 ± 53.74 b
V4	0.32 ± 0.05	0.48 ± 0.04	67.84 ± 12.54 a
V5	0.32 ± 0.06	0.48 ± 0.04	125.82 ± 34.07 b
V6	0.36 ± 0.17	0.48 ± 0.11	95.01 ± 20.24 b
V8	0.42 ± 0.08	0.54 ± 0.06	65.09 ± 15.51 a

Se indican los valores promedios ± error estándar, DDE (días después de la emergencia) y ausencia de letras no presentan diferencias.

En las accesiones de frijol ib, de igual manera no hubo diferencias significativas ( $p>0.05$ ) en las variables evaluadas, solo se observaron diferencias marginales entre accesiones para ambos periodos de evaluación (Tabla 4).

Tabla 4. Rasgos *morfológicos foliares* (*grosor, dureza, área foliar específica*) relacionados a la *defensa vegetal* en *accesiones de frijol ib*.

<b>15 (DDE)</b>			
<b>Accesiones</b>	<b>Grosor</b>	<b>Dureza</b>	<b>AFE</b>
4	0.24 ± 0.05	0.4 ± 0.07	11.41 ± 5.04
10	0.31 ± 0.1	0.43 ± 0.11	17.49 ± 3.38
16	0.25 ± 0.01	0.43 ± 0.04	13.24 ± 8.1
20	0.28 ± 0.07	0.48 ± 0.04	14.46 ± 7.57
27	0.22 ± 0.02	0.45 ± 0.15	16.35 ± 2.8
28	0.32 ± 0.05	0.38 ± 0.04	14.25 ± 1.45
29	0.29 ± 0.04	0.53 ± 0.04	15.76 ± 7.57
38	0.25 ± 0.06	0.35 ± 0.11	21.35 ± 7.88
44	0.25 ± 0.02	0.43 ± 0.04	14.27 ± 4.48
47	0.4 ± 0.11	0.38 ± 0.11	10.43 ± 3.98
<b>30 (DDE)</b>			
4	0.39 ± 0.18	0.33 ± 0.08	4.16 ± 1.29
10	0.41 ± 0.15	0.4 ± 0.07	8.2 ± 6.55
16	0.45 ± 0.15	0.43 ± 0.08	4.03 ± 1.61
20	0.38 ± 0.19	0.45 ± 0.05	3.92 ± 0.83
27	0.29 ± 0.09	0.3 ± 0.07	5.08 ± 2.36
28	0.43 ± 0.21	0.33 ± 0.13	4.62 ± 2.08
29	0.37 ± 0.1	0.38 ± 0.04	3.69 ± 0.84
38	0.27 ± 0.09	0.5 ± 0.07	6.31 ± 1.74
44	0.39 ± 0.13	0.48 ± 0.11	4.02 ± 2.12
47	0.32 ± 0.09	0.43 ± 0.08	3.68 ± 1.36

Se indican los valores promedios ± error estándar, DDE (días después de la emergencia) y ausencia de letras no

presentan diferencias.

## Abundancia de ordenes taxonómicos de insectos

Se registraron cinco órdenes en el cultivo de calabaza, Hemíptera (21 ejemplares), Díptera (19 ejemplares), Coleóptera (10 ejemplares), Himenóptera (8 ejemplares), Orthoptera (7 ejemplares) (Figura 3).

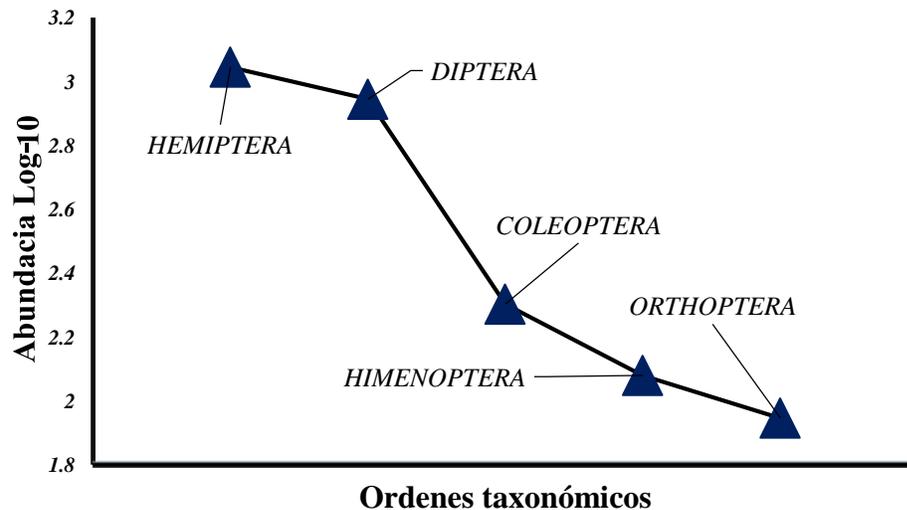


Figura 3. Curva de Whitaker de abundancia de ordenes taxonómicos en cultivo de calabaza, en la etapa de floración (30 días después de la emergencia).

## DISCUSIÓN

### Daño foliar en accesiones de calabaza y frijol ib

En general, se registró una escasa variación en el daño en las accesiones de calabaza y frijol ib, lo cual nos sugiere que las accesiones criollas tienen el mismo grado de susceptibilidad al daño. En este sentido la efectividad de las plantas para resistir el daño causado por las plagas dependerá de múltiples mecanismos de defensa que van desde características morfológicas, fisiológicas e

incluso climáticas (Bonte et al., 2010). Para ciertos casos la función de los mecanismos de defensa, no representan tener un efecto en la disminución de los daños (Vandemeer, 1998). En este trabajo los daños aumentaron de manera constante, obteniendo un nivel de significancia  $p < 0.05$  entre las fechas de evaluación. Sin embargo, en comparación a otros estudios, se puede determinar que los daños causados por insectos fitófagos podrían ser temporales. Siendo el caso que se reporta en Yucatán, en la que se obtuvo respuestas diferenciales en los daños en accesiones similares de frijol ib (Ruiz et al., 2021). Estudios realizados por otros autores, presentan que hubo una variación diferencial de daños entre grupos de germoplasma de la familia Cucurbitaceae ante los daños causados por fitófagos (Torres et al., 2004). En nuestro estudio, esto no fue posible para ambos cultivos debido a que la presión de los herbívoros fue alta en todas las accesiones, por lo que nuestro estudio se basó en la selección de accesiones con mayores rasgos morfológicos foliares relacionados a la defensa.

### **Rasgos morfológicos foliares**

En caso de los rasgos foliares de defensa, se sabe que tienen un rol activo en la interacción con los herbívoros (Underwood & Rausher, 2002), dado que perciben los daños y pueden utilizar mecanismos de defensas para evitar o reducir la preferencia y desempeño de los insectos (resistencia), como también para minimizar los efectos negativos una vez que el daño se ha producido (Agrawal, 2011). En este estudio la evaluación de los rasgos foliares relacionados con la defensa vegetal a insectos fitófagos, mostró claras diferencias en las accesiones de calabazas con las variables de dureza y área foliar específica (AFE); mientras que en las accesiones de frijol ib, no hubo diferencias. Las diferencias de variables entre accesiones o grupos de germoplasma pueden ser el inicio para selección de poblaciones con características de defensa deseables (Dos

santos et al., 2020). La importancia de las características que mostraron diferencias (dureza y área foliar específica) son de gran interés para la selección de plantas menos susceptibles al daño y para el mejoramiento del cultivo de calabaza (Maag et al., 2015). En nuestro estudio las accesiones que presentaron mayor dureza y área foliar específica (AFE), en respuesta al daño causado por fitófagos fueron v5 y v6, las cuales pueden ser consideradas como importancia para el mejoramiento de cultivo.

### **Abundancia de insectos en el cultivo de calabaza**

La abundancia de la entomofauna en los cultivos agrícolas es de gran importancia que no se debe dejar de ser percibido por las funciones que estas llevan a cabo (Guzmán et al., 2016). Existen órdenes taxonómicos de insectos que son de gran importancia económica y agrícola, los cuales deben ser conocidos por la función que realizan en los cultivos (Martínez & Montoya, 2002). La abundancia de órdenes taxonómicos de la entomofauna asociada al cultivo de calabaza presentes en este estudio cumplen funciones benéficas y perjudiciales, y que mientras más abundante sean en el cultivo, la probabilidad que se vuelvan perjudiciales es mayor (Hernández y Trujillo, 1982). Sin embargo, otros estudios indican que la orden hemíptera y díptera presentes en mayor abundancia en este estudio cumplen funciones importantes en las plantas. El orden hemíptera comprende insectos benéficos y perjudiciales (Silva et al., 2003). Siendo el caso de las chinches, los cuales controlan la población de insectos (Anthocoridae, Lygaeidae, Pentatomidae) y por otro lado la abundancia de ejemplares de este orden, pueden ser perjudiciales como el caso de *Leptoglossus* (Hernández y Trujillo, 1982), siendo vectores de virosis en la familia Cucurbitaceae. El orden díptero comprende un extenso número de ejemplares benéficos en los cultivos para el control biológico de insectos plaga, siendo el caso de la familia Tachinidae (Godfray, 1994). Sin

embargo, un ejemplo que afecta a las Cucurbitáceas es *Liriomyza sativae* (Zumbado & Azofeifa, 2018). Los órdenes de mayor abundancia registrados para el presente estudio, pueden ser de suma importancia para posteriores trabajos a nivel familia y especie, para ser catalogados como riqueza de especies en el cultivo de calabazas criollas del estado de Yucatán.

## CONCLUSIÓN

Las accesiones criollas de calabaza y frijol ib no presentaron diferencias al daño causado por insectos fitófagos, indicando que los insectos fitófagos afectaron de manera similar en ambos cultivos. Sin embargo, los rasgos morfológicos foliares relacionados a la defensa vegetal presentaron variación en dureza y área foliar específica en accesiones de calabaza, no así para el frijol ib. Por otro lado, los órdenes de mayor abundancia en el cultivo de calabaza indican que distintas familias y especies de insectos interactúan en este cultivo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agrawal, A. A. (2011). Tendencias actuales en la ecología evolutiva de la defensa vegetal. *Ecología funcional*, Vol. 25(2). Pág. 420-432.
- Armstrong, A. (2012). "Insectos y otras plagas. Conjunto Tecnológico para la Producción de Calabaza. Pág-3-17.
- Arrechu, J. C. (1999). Plagas y enfermedades en la calabacita (*Cucurbita pepo*). Tesis de ingeniero agrónomo. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pág. 37-60.
- Bayona, E. D., Iglesias, O. S., Calderon, C. P. (2021). Identificación de insectos plaga, predadores y hongos fitopatógenos de *Cucurbita moschata* (Cucurbitaceae) "lonche". *Amaldoa*. Vol. (28). Pág. 431-440.
- Bennett, R. N. & Wallsgrove, R. M. (1994). Secondary metabolites in plant defence mechanisms. *Vol. 127(4)*. Pág. 617-633.
- Blanco, Y. & Leyva, A. (2013). Las arvenses y su entomofauna asociada en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) posterior al periodo crítico de competencia. *Vol. 7*. Pág. 51-65.
- Bonte, D., De Roissart, A., Vandegehuchte, M. L., Ballhorn, D. J., Van Leeuwen, T., Peña, E. (2010). Local adaptation of aboveground herbivores towards plant phenotypes induced by soil biota. *PLoS One*. Vol. 5. Pág. 34-89.
- Carnide, V. & Barroso, M. R. (2006). Las cucurbitáceas: bases para su mejora genética. *Vol. 53*. Pág. 15-21.

- Clemente, S.L., Hardie, D. C., Elberson, L. R. (2002). Variación entre accesiones de *Pisum fulvum* para la resistencia al picudo del guisante. *Ciencia de cultivos*. Vol. 42. Pág. 21672173.
- Cano, E. E., Velázquez, A., Vargas, J. J., Rodríguez, C., Fierros, A. M. (1996). Área foliar específica en *Pinus patula*: efecto del tamaño del árbol, edad del follaje y posición en la copa. Vol. 30. Pág. 117-122.
- Dawkins, R. & Krebs, J. R. (1979). Carreras armamentistas entre y dentro de las especies. Actas de la Royal Society de Londres. *Ciencias Biológicas*. Vol. 205. Pág. 489-511.
- Doebley, J. F. & Iltis, H. H. (1980). Taxonomía de *Zea* (Gramineae). I. Una clasificación subgenérica con clave de taxones. *Revista americana de botánica*. Vol. 67. Pág. 982-993.
- Dos santos, L. F. C., Ruiz, E., Andueza, R. H., Garruña, R., Latournerie, L., Mijangos, J. O. (2020). Daño foliar por *Spodoptera frugiperda* JE Smith (Lepidoptera: Noctuidae) y su relación con los rasgos morfológicos de la hoja en variedades locales de maíz y cultivares comerciales. *Revista de enfermedades y protección de las plantas*. Vol. 127(1). Pág. 103-109.
- Elizondo, J. & Boschini, C. (2002). Producción de forraje con maíz criollo y maíz híbrida. Vol. 13. Pág. 13-17.
- Guzmán, M, R., Calzontzi, M. J., Salas, M. D., Martínez, R. J. (2016). La riqueza biológica de los insectos: análisis de su importancia multidimensional. Vol. 32(3). Pág. 370-379.
- Godfray, H. C. (1994). Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology. *Princeton University Press*. Vol. 67. Pág. 5-17.

- Hernández, M. R., & Trujillo, A. J. (1982). Pérdida en el maíz mediante daños: inducido, simulado y natural de *Macroductylus spp.* Pág. 54-60.
- Jiménez, J. C. (2009). "Principales plagas del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*). *Agro costarricense*. Pág.1-18.
- Lira, R., Jiménez, C. R., Alvarado, J. L., Rodríguez, I., Castrejon, J., Mariani, A. D. (1998). Diversidad e importancia de la familia Cucurbitaceae en México. *Acta Botánica Mexicana*. Vol. 42. Pág. 43-77.
- Lawton, J. H. (1983). Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. Anaval review of entomology. Vol. 28. Pág. 32-39.
- Mesa, A. M., Marin, A., Calle, J. (2019). Metabolitos secundarios en *Trichoderma spp.* y sus aplicaciones biotecnológicas agrícolas. *Actualidades Biológicas*. Vol. 41. Pág. 32-44.
- Maag, D., Erb, M., Bernal, J.S., Wolfender, J. L, Turlings, T. C., Glauser, G. (2015). Domesticación del maíz y defensas anti herbívoros: dinámicas específicas de las hojas durante la ontogenia temprana del maíz y sus ancestros silvestres. *PloS uno*. Vol. 10(8). Pág. 1-10.
- Martínez, J. F. & Montoya, M. E. (2002). Desechos de hormiga arriera (*Atta mexicana*), un abono orgánico para la producción hortícola. Vol. 20(2). Pág. 153-160.
- Posada, F. & Gonzales, F. (1992). Ciclo de vida, consumo foliar y daño en frutos del melón por *Dhiaphania hyalinata* (Lepidoptera: pyralidae). *Revista colombiana de entomología*. Vol. 18. Pág. 26-31.

- Reyes, N. C., Delgado, A., Mirabal, L., González, C. (2019). Estructura, abundancia y frecuencia relativa de la comunidad de insectos fitófagos asociada al cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en dos fechas de siembra. *Vol. 25*. Pág. 1-11.
- Ruiz, R. R., Ballina, H. S, Ruiz. E., Martínez, J., Garruña, R., Andueza, R. H. (2021). Determinación de rasgos relevantes para la selección de accesiones de razas locales de *Phaseolus lunatus* L. para resistencia a insectos. *Peer J. Vol. 9*. Pág. 1-12.
- Silva, A. M., Castro, A. E., León, J. L., Ishiki, M. (2003). Entomofauna asociada a maíz de temporal con diferentes manejos de malezas en Chiapas, México. Pág. 10-25.
- Somta, P., Kaga, A., Tomooka, N., Isemura, T., Vaughan, D. A., Srinives, P. (2008). Mapeo de loci de rasgos cuantitativos para una nueva fuente de resistencia a los brúquidos en la especie silvestre *Vigna nepalensis*, *Tateishi & Maxted* (*Vigna* subgénero; *Ceratotropis*). *Genética teórica y aplicada. Vol. 117*. Pág. 621-628.
- Thaler, J. S. & Karban, R. (1997). Una reconstrucción filogenética de la resistencia constitutiva e inducida en *Gossypium*. *El naturalista americano. Vol. 149*. Pág. 1139-1146.
- Tamayo, P. J. & Londoño, M. E. (2001). Manejo integrado de enfermedades y plagas del frijol: manual de campo para su reconocimiento y control. Pág. 12-45.
- Torres, L. W., Soto, B. A., Tórrez, N. R. (2004). Comportamiento de 17 variedades de sandía *Citrullus lanatus* (Cucurbitáceas), en el municipio de Tonalá, Departamento de Chinandega. Pág. 5-15.

- Underwood, N., & Rausher, M. (2002). Comparing the consequences of induced and constitutive plant resistance for herbivore population dynamics. *The American Naturalist*, Vol. 160. Pág. 20-30.
- Velázquez, E. P., Ravelo, H. G., Hurtado, I. D., Díaz, J. J. (2004). Niveles de daño, umbral económico y señalización de *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera; Pyralidae) en calabaza *Cucurbita moschata* Duchesne, variedades Cuba-Cueto 8574 y RG-2000. Vol. 31. Pág. 70- 89.
- Valladolid, A. (1993). El cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la costa del Perú. Instituto Nacional de Investigación Agraria, Lima (Perú). *Dirección General de Investigación Agraria; Proyecto Transformación de la Tecnología Agropecuaria (TTA), Lima (Perú)*. Pág. 10- 35.
- Vandermeer, J. (1998). Policultivos: La teoría y la incidencia de su efectividad. *Rev. Agric. Org.* Vol. 4(2). Pág. 12-22.
- Zumbado, M. A. & Azofeifa, D. (2018). Insectos de importancia agrícola. *Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO)*. Pág. 5-45.