

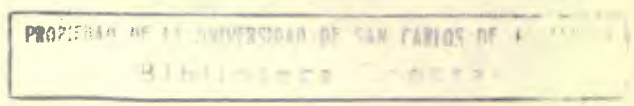
DL  
01  
+(908)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

“TOLERANCIA DE LA PLANTA DE MAIZ A LA  
DISMINUCION DE SU AREA FOLIAR”



**INGENIERO AGRONOMO**



Guatemala, julio de 1976.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**BIBLIOTECA**  
**DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA**

Recd. Guate. 19.7.76

RECTOR DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Dr. Roberto Valdeavellano Pinot

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD  
DE AGRONOMIA

Decano a.i.	Ing. Agr. Mario Molina Llardén
Secretario	Ing. Agr. Oswaldo Porres Grajeda
Vocal 1o.	Ing. Agr. Salvador Castillo Orellana
Vocal 3o.	Ing Agr. Carlos G. Aldana G.
Vocal 4o.	P.A. Julio Romeo Alvarez
Vocal 5o.	P.A Víctor Manuel De León

TRIBUNAL QUE EFECTUO EL  
EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano	Ing. Agr. Edgar Leonel Ibarra. A.
Examinador	Ing. Agr. Carlos Aguirre Castillo
Examinador	Ing. Agr. Marco Atonio Aguilar Cumes
Examinador	Ing. Agr. Guillermo Padilla Muñoz
Secretario	Ing. Agr. Oswaldo Porres Grajeda.

Guatemala, 28 de junio de 1976.

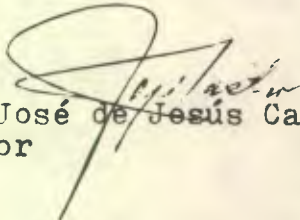
Señor Decano de la  
Facultad de Agronomía  
Presente.

Señor Decano:

Adjunto a la presente, atentamente envío a usted la tesis intitulada "TOLERANCIA DE LA PLANTA DE MAIZ A DISMINUCION DE SU AREA FOLIAR" preparada por Emilio Enrique Conde Goicolea, como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Considero que el citado trabajo constituye una importante aportación al conocimiento, en bien de la Agricultura Nacional.

Atentamente

  
Dr. José de Jesús Castro Umaña  
Asesor

## AGRADECIMIENTO

Quiero manifestar mi sincero agradecimiento a las siguientes personas que colaboraron en la realización de esta tesis:

Dr. José de Jesús Castro, en la asesoría de la investigación.

Ing. Agr. Edgar L. Ibarra en la asesoría sobre análisis estadístico.

Lic. Rebeca Conde G. y Lic. Marcia Samayoa y Sociólogo Dave Neilsen por su ayuda en la realización de los tratamientos de que constó el experimento.

Sr. Rodrigo Cabrera L. por su colaboración en los trabajos de campo, toma de datos y cosecha.

## INTRODUCCION

En la literatura agronómica se encuentra poca información acerca del efecto de daños de diferente índole en el rendimiento de los cultivos.

Sin embargo se considera importante contar con información de este tipo, ya que solamente conociendo la relación entre el daño en el cultivo y la calidad o cantidad del producto cosechado, se podrá considerar si es económico evitar dicho daño.

En las plantaciones de maíz es dable observar en forma generalizada el follaje comido por larvas de insectos, y debido a la falta de datos experimentales que relacionen este daño con el rendimiento, es común que se suponga que las consecuencias del mismo sean mayores de lo que en realidad puedan ser.

Con el presente estudio se espera determinar experimentalmente la relación entre la pérdida de área foliar de la planta de maíz y su rendimiento.

Siendo el maíz cultivado en gran escala en Guatemala, se espera que los resultados de este trabajo sean de gran utilidad para los agricultores, quienes contarán con un dato de valor permanente que los ayudará a ser mas eficientes en su actividad y a hacer un uso racional de productos químicos biocidas.

## REVISION DE LITERATURA

### A) Hábitos de crecimiento de la planta de maíz.

Estractado de Aldrich y Leng (1).

Una vez afianzada, después de la germinación la planta de maíz inicia la formación del sistema radicular y de la estructura foliar que utilizará posteriormente para producir la inflorescencia y el grano.

Todas las hojas de la planta se forman durante las primeras cuatro o cinco semanas de su crecimiento.

Las hojas nuevas se producen en un único punto de crecimiento, situado en el ápice del tallo. En realidad, durante gran parte de las tres o cuatro primeras semanas posteriores a la siembra, esta parte (el ápice del tallo) se encuentra bajo la superficie del suelo o muy cerca de ella. A medida que la planta crece, y hasta poco antes del surgimiento de la panoja, aparecen hojas "nuevas" que se han formado dentro de la planta durante el período de crecimiento vegetativo.

De cinco hojas embrionarias en la semilla, una planta de maíz normal produce entre 20 y 30 hojas. Todas ellas se forman en el punto de crecimiento antes de comenzar el desarrollo de la panoja, el que también queda finalizado a las cuatro semanas de haber germinado, estando el ápice del tallo aún bajo la superficie del suelo.

Aunque es conveniente lograr un buen desarrollo, en general la etapa de crecimiento vegetativo no es tan importante como las anteriores o posteriores para determinar el rendimiento. El aspecto mas importante de dicho período es su relación con la fecha de maduración de la planta. Las diferencias entre variedades, o las diferencias que se derivan de la temperatura u otros factores ambientales, inciden más en la prolongación de este período que en cualquier otra etapa del crecimiento y del

desarrollo. Si el primer crecimiento es lento, se retrasará la salida de la panoja, la floración y la maduración del grano.

En la etapa de crecimiento vegetativo es muy frecuente que se presenten síntomas de falta de varios nutrimentos, especialmente fósforo, potasio y cinc. Es también importante el efecto de los insectos, el clima húmedo, el granizo y otros factores. A pesar de los daños que pueda sufrir en esta etapa, la planta de maíz tiene una asombrosa capacidad de recuperación, siempre que las condiciones posteriores sean favorables.

**Iniciación de la panoja y la espiga:** Cuando la planta ha completado la diferenciación del número total de hojas, la función del punto de crecimiento sufre un cambio fundamental y repentino. En condiciones normales de crecimiento esto ocurre unos 30 días después de la siembra (pocas veces antes de los 25 o después de los 35). En este momento, la altura de la planta (de las hojas) alcanza a la rodilla de una persona. El punto de crecimiento se encuentra en el nivel del suelo. Exteriormente se podrán observar de ocho a diez hojas, si ninguna de ellas ha muerto o se ha roto.

El punto de crecimiento, que hasta este momento ha presentado forma circular o hemisférica se alarga hasta formar un cilindro de ápice redondeado. Esta transición, que demora solo dos o tres días, se continúa con la aparición de bultos diminutos a los costados del punto de crecimiento. En pocos días, la panoja embrionaria se ha desarrollado lo suficiente como para ser reconocible. A esta altura, los entrenudos inferiores del tallo comienzan una etapa de crecimiento vertical extremadamente veloz que exige al sistema radical una gran actividad para suministrar agua y sustancias nutritivas.

Extractado de Hayward (10).

La hoja del maíz consiste en una vaina, una lígula en forma de cuello y una lámina. Todos los nervios principales son paralelos y hay nerviecillos que los conectan **transversalmente** (subrayado nuestro), lo cual permite la circulación de la savia lateralmente.

El mesófilo está compuesto del clorénquima, relativamente compacto, con pocos espacios intercelulares y no hay diferenciación en tejido en empalizada y tejido esponjoso. Los haces conductores colaterales son de dos tamaños y el tipo más grande se asemeja al haz caulinar, salvo en dos aspectos: El tejido mecánico, en vez de rodear completamente al haz consiste en una zona de elementos de paredes gruesas, situadas por arriba y por debajo. Este tejido termina en la epidermis superior e inferior y junto con los elementos mecánicos del nervio medio, sirve de sostén principal de la hoja.

**B) Importancia relativa de las hojas de la planta de sorgo y efecto de la defoliación en el rendimiento. Extractado de Pauli y Stickler (14).**

Pauli y Stickler estudiaron el efecto de diferentes intensidades de defoliación sobre el rendimiento del sorgo. Los datos se presentan en el cuadro siguiente:

**LA CONTRIBUCION DE HOJAS INDIVIDUALES, NUMERADAS EN ORDEN DESCENDENTE, AL RENDIMIENTO**

Hoja eliminada	Rendimiento kg/Ha	Area foliar cm <sup>2</sup> /planta	Rendimiento/cm <sup>2</sup> de area foliar kg/ Ha/cm <sup>2</sup>
Ninguna	4,000	2,680	1.49
Hojas alternas	2,787	1,365	2.04
Todas	202	-----	-----
Todas menos 1a.	710	185	4.18
Todas menos 2a.	1,530	395	4.25
Todas menos 5a.	1,430	360	3.76
Todas menos 7a.	880	260	3.26
Todas menos 9a.	470	165	3.13

Se puede notar claramente en la última columna que las dos hojas superiores fueron las más eficientes en cuanto al rendimiento producido; también se puede notar que esta



eficiencia disminuyó a medida que las hojas aumentaron de edad. Cuando las hojas fueron eliminadas en forma alterna, la eficiencia promedio de las hojas aumentó. El mayor rendimiento de grano por  $\text{cm}^2$  de área foliar se obtuvo cuando la planta se dejó con una sola hoja. Este mayor rendimiento pudo haberse debido a una mayor disponibilidad de luz para la hoja que quedó en la planta, o a una mayor eficiencia en la producción de materia seca.

Es probable que haya existido una mayor eficiencia en la producción de materia seca.

En una segunda serie de experimentos, Pauli y Stickler encontraron que la eliminación de  $1/3$ ,  $1/2$  y  $2/3$  de las hojas del sorgo provocó pérdidas en los rendimientos de materia seca de 23, 29 y 40o/o; en lugar de 23, 35 y 47o/o como teóricamente se esperaba. Esto indica un pequeño, pero apreciable, aumento en la eficiencia del 15–20o/o como resultado de la defoliación en los tratamientos más severos. Además, las vainas de las hojas contribuyen a la producción de grano en las plantas defoliadas; sin embargo, en plantas normales su contribución es muy poca o nula.

Los resultados obtenidos en estudios de defoliación por la compañía DeKalb indican que aunque las 3 hojas superiores del sorgo contienen menos de la mitad del área foliar de los híbridos, su contribución al rendimiento de grano es del 70o/o. Los investigadores de DeKalb también encontraron que los rendimientos aumentaron 11.6o/o cuando las hojas inferiores se asperjaron con pintura plateada que reflejaba la luz hacia las hojas superiores.

**C) Trabajos relacionados con el presente tema publicados en revistas de entomología.**

Descripción de Poblaciones de Insectos. Extractado de Henson y Stark (11).

Efecto del insecto en el hospedero: Hay dos criterios que deben considerarse.

Primero: Debería ser posible ponerle límites al daño económicamente tolerable de los insectos. Si estos límites se fijaran, las poblaciones podrían expresarse de acuerdo a los números requeridos para producir un mínimo de daño tolerable. Sin embargo como los valores económicos cambian este sistema económico sería inestable y poco realista.

El segundo criterio posible sería el balance biológico entre la productividad del hospedero y el daño causado por el insecto. Allee et al (1949) señalan que en un sentido los animales son simbióticos en sus relaciones con el reino de las plantas "se alimentan de su surplus sin hacerles daño vital".

Esto tiene algo de cierto como se evidencia por la continuada coexistencia de plantas y animales. Empero por lo menos en un nivel local si se hace daño vital a las plantas como resultado de las actividades de los insectos.

Clark (1927) señaló que los árboles producen más hojas y más tejidos de los necesarios para su crecimiento, supervivencia y reproducción en condiciones ordinarias. Si el daño del insecto está limitado al consumo de este surplus no se hará ningún daño al hospedero. Una población de insectos que limita sus depredaciones al consumo del surplus sería solamente de importancia mayor o por el nivel del daño que causa.

El dato más útil para este estudio es ese nivel de población que balancea el surplus biológico de la productividad del hospedero. Ese nivel de población sería específico para cada especie y también característico según el cultivo en investigación.

Se distinguen tres categorías principales de poblaciones.

1) Las poblaciones que no utilizan todo el exceso de la productividad biológica del hospedero. Estas poblaciones pueden llamarse "tolerables".

2) Poblaciones que utilizan más del exceso de la productividad biológica del hospedero pero menor de la productividad total.

Estas pueden llamarse poblaciones "críticas". Estas implican una situación temporal ya que afectan al hospedero a través de la reducción de su producción anual. Si estas poblaciones se mantienen durante un período de tiempo la productividad del hospedero declina.

3) Las poblaciones que agotan al hospedero en una tasa mayor que la de producción. Si la población se mantiene constante, el daño destruye al hospedero. Estas poblaciones pueden llamarse "intolerables, representan situaciones autodestructivas en las que es inevitable la muerte del hospedero si las poblaciones se mantienen constantes. Un caso especial de niveles de población intolerable se da cuando una población alcanza un nivel tan alto que el substrato se agota o queda exhausto en menos de una generación. En este caso los insectos se mueren de hambre. En algunos casos especiales como en el de los defoliadores de árboles de hoja ancha las consecuencias de estas poblaciones son relativamente favorables desde el punto de vista del hospedero porque las poblaciones de insectos se reducen por hambre mientras que el hospedero puede recuperarse de los efectos de una defoliación.

**Poblaciones tolerables:** Hay estudios hechos sobre poblaciones del minador del pino. Árboles sanos producen aproximadamente 75 agujas por año en cada terminal de la corona superior. Como el muestreo se basa en puntas de rama que han crecido cinco años, el tamaño de la unidad de substrato es de 365 agujas. Una población "tolerable" sería como de 10 larvas por punta. Tal población efectúa una defoliación del 100/0 en un período de años. No se ha demostrado efecto en el crecimiento normal de los árboles con tales poblaciones.

**Poblaciones críticas:** Serían de 10 a 60 larvas por punta. En estos niveles una defoliación constante se alcanza y se mantiene. La productividad de este árbol se reduce por el ataque. Cuando esto pasa el tamaño de la población que mantendría una defoliación constante haría más y más efecto en el árbol hasta que sus depredaciones excedan la productividad reducida del árbol.

Poblaciones intolerables: Serían de más de 60 larvas por punta. En estos niveles las depredaciones anuales de los insectos excederían la productividad total del hospedero. En una población de 150 por punta, el follaje del árbol quedaría exhausto antes de que el desarrollo se complete.

Si un sujeto ha mantenido poblaciones críticas o intolerables en los años anteriores al desarrollo de estas enormes poblaciones, menos de 150 larvas por punta se morirían de hambre agotando las reducidas reservas de los árboles dañados previamente.

Control químico de un áfido en el Sorgo y efectos de la infestación en el rendimiento. Extractado de Harvey y Hackerott (9).

Efecto de los áfidos en el rendimiento: La tabla siguiente muestra datos de los daños en las plantas, obtenidos de terrenos tratados y no tratados para control de áfidos en tres pruebas de campo.

No. de prueba y estado de desarrollo	Tratamiento	No. (*) de áfi- dos <sub>2</sub> x'10 <sup>2</sup>	No. de hojas muertas	peso de semillas g/100 sem.	Grano cosecha- do/acre	Incre- mento bu/acre
1) grano lechoso	asperjado	3	4.6	1.68	3290	27.0
	no asperjado	894	8.6	1.21	1811	
2) Previo a la emergencia de la panoja	asperjado	24	2.3	2.05	4105	4.8
	no asperjado	336	3.3	1.89	3835	
3) grano pastoso	asperjado	1	3.1	2.10	4152	1.4
	no asperjado	199	4.2	2.03	406.8	

(\*) Número promedio de áfidos por planta en 3 fechas posteriores a los tratamientos, multiplicados por el número de días de infestación.

En la prueba No. 1 los áfidos se observaron por primera vez en el área el 26 de julio y las poblaciones tenían un promedio

de cerca 6000 áfidos por planta el 11 de agosto cuando los insecticidas se aplicaron a plantas en floración. Aunque el control con malathion fue de casi 100o/o hubo daños en el lote de control antes de que fueran tratados.

Las infestaciones en los lotes de control fueron más altas diez días después de la aplicación. Solamente algunos vestigios de dichas poblaciones fueron encontrados después de 22 días. Aunque las plantas estaban completamente floreadas con semilla en estado lechoso la infestación fue suficiente para causar daños serios como queda indicado por los números de hojas muertas en los lotes de control (8.6) comparado con los lotes tratados (4.6). El tratamiento con insecticida dió como resultado un aumento significativo en la producción de grano (27 bushel/acre) y en el peso de la semilla (0.47 gramos/100 semillas).

En la prueba número 2 los áfidos se observaron por primera vez en el área de prueba el 30 de julio y las poblaciones en promedio eran de 1700 áfidos por planta el 12 de agosto cuando se aplicaron insecticidas a las plantas en el estado previo a la emergencia de la panoja. La población llegó a su máximo 3 días después del tratamiento y declinó a números insignificativos en el rendimiento 15 días después del tratamiento. Aumentos significativos en el rendimiento del grano (4.8 bu/acre) y en el peso de la semilla (0.16 gr/100 semillas) resultó del control del áfido. Pero no se presentan aumentos significativos para el porcentaje de plantas en anthesis (28--44o/o), y altura de la planta (45 a 48 pulgadas) como resultado de la asperción.

La prueba número 3 consistió en una aplicación de parathion a plantas floreadas en el estado de grano pastoso el 15 de agosto. El campo no fue observado antes del tratamiento pero los áfidos promediaban 3000 por planta en lotes no asperjados, un día después de la aplicación de insecticida. Las poblaciones declinaron a cerca de 200 por planta en 10 días y a vestigios 17 días después de la aplicación. Los números de hojas muertas en lotes tratados indican que el máximo de población ocurrió antes que el parathion se aplicara. Aunque las plantas no tratadas tenían muchas más hojas muertas (4.2. a 3.1), los aumentos en el

peso de las semillas y en el rendimiento como resultado del tratamiento no fueron significativos.

El estado de desarrollo de la planta durante el tiempo de la infestación y la intensidad de la infestación son factores que afectan el rendimiento. Extensas pérdidas en la producción de grano pueden resultar de las infestaciones ocurridas después de la floración de las plantas. El efecto del estado de desarrollo de las plantas durante la infestación fue más evidente en las pruebas 2 y 3 donde la pérdida de hojas causada por las picaduras de los áfidos fue comparable. La reducción significativa en rendimiento en la prueba 2, estado previo a la emergencia de la panoja, y no en la prueba 3, estado de grano pastoso, puede ser atribuido a diferencias de desarrollo durante la infestación.

Los experimentos con defoliación artificial nos indican que los áfidos pueden afectar adversamente la fisiología de la planta, de otra forma que simplemente quitando área fotosintética de la hoja. Por ejemplo: La reducción en el rendimiento, del 45o/o, cuando las plantas perdieron 2/3 de sus hojas en el estado lechoso se compara con un 25o/o de pérdida inflijida por una defoliación artificial completa en plantas de sorgo en el mismo estado de desarrollo (Li y Liu 1953). Aunque Stickler y Pauli (1961) reportaron un 43o/o de disminución de rendimiento después de la remoción de 2/3 de las hojas, sus plantas fueron defoliadas en un estado de desarrollo anterior. Sin embargo nuestro 45o/o de pérdida es probablemente muy conservador, porque está basado en testigos que fueron dañados por los áfidos antes del tratamiento.

El control químico no puede siempre justificarse en plantas floreadas. Sin embargo, el uso de insecticidas para prevenir la pérdida de varias hojas en plantas floreadas o aún en estado vegetativo es económicamente posible.

Determinación de los daños económicos causados por insectos en relación a los niveles de infestación y control. Extractado de Enkerlin (8).

En cualquier ecosistema existe una estrecha relación entre las comunidades, animales y plantas, que siguen determinadas curvas de población influidas por diversos factores climáticos y biológicos.

El rompimiento de estas relaciones puede producir una gran explosión de la población y, si se trata de una especie de insectos que se alimentan de productos utilizados por el hombre en sus diversas formas, entonces decimos que esta especie es una plaga.

Sin embargo, lo difícil es establecer la cantidad de alimento que un organismo tiene que ingerir o la intensidad de la destrucción para que la especie produzca daños económicos. Para ello, es necesario determinar lo que todos conocemos como la línea del nivel de significancia económica. Esta línea puede variar por diversos factores:

a) De especie a especie, por la variación en la necesidad o cantidad de alimento que cada una consume o la variación en el ataque y daño que causa.

b) De cultivo a cultivo, para una misma especie de "plaga", pues la importancia económica del daño varía, como por ejemplo en el ataque de *Heliothis zea* al maíz, a algodón y al tomate.

c) De región a región, ya que el valor económico, y/o la producción de cada cultivo, depende a su vez del clima, suelo, etc. así, un cultivo bajo condiciones óptimas, bien desarrollado, puede soportar una infestación más alta de ciertos organismos que uno poco desarrollado. En el algodón, por ejemplo, una planta grande según estimaciones recientes, puede soportar de 1.5 a 2.5 larvas de *Heliothis zea* pero, en una planta que alcance poco desarrollo, este promedio de larvas destruye prácticamente a la posible cosecha.

Además, debe considerarse la inversión hecha por el agricultor en cada región pues, por ejemplo, por conceptos de

riego únicamente, en ciertas regiones semi-áridas un productor de algodón en México invierte entre 2 a 3,000 pesos mientras que en una zona con suficiente precipitación no tiene egreso alguno por este concepto.

d) **De año en año**, En una misma zona, los factores climáticos y biológicos sufren cambios que influyen sobre los cultivos y las plagas. Así, se ha determinado a través de estudios por más de una década que, en años húmedos, el algodonoero de temporal resiste una infestación de *Anthonomus grandis* en botones florales hasta de 40o/o antes de que sea costeable la aplicación de insecticidas, mientras que en años secos, éstas deben iniciarse cuando dicha infestación alcanza el 20o/o (Arkansas, U.S.A.).

e) **Según el vigor o la tolerancia en el lugar**, pues es bien conocido el hecho de que variedades más vigorosas resisten mayor infestación que variedades menos vigorosas. Por ejemplo las variedades de maíz que tienen un sistema radicular abundante sufren una reducción en rendimiento mucho menor por daño de larvas de *Diabrotica* que las variedades cuyo sistema radicular es menos desarrollado, aún cuando ambas estén expuestas a la misma cantidad de estas larvas.

f) Podemos encontrar más factores o condiciones que determinan la "línea del nivel de significancia económica" pero, sólo como último aspecto, mencionaremos la diferencia que existe entre países: cuanto más civilizados, mayor calidad del producto agrícola exige el consumidor y consecuentemente, la "línea" baja su nivel. En nuestros mercados, por lo general, aceptamos frutos con cicatrices de daño causados por algún insecto sin que se castigue el precio, mientras que en otros la depreciación es considerable.

Estos ejemplos ilustran el enorme trabajo que es necesario desarrollar para determinar los niveles económicos de infestación de cada plaga, en cada cultivo, cada región, cada período etc. Con este tipo de estudios y la educación adecuada del agricultor, mucho avanzaríamos al eliminar la aplicación irracional de



insecticidas. Así, además, se evitaría el excesivo envenenamiento del medio y la destrucción del balance biológico.

Antes de la iniciación de un programa de control, nuestra curva de población debería alcanzar un nivel de significancia económica para lo cual haría falta la determinación cuidadosa del crecimiento del nivel de población de una especie dada. Entonces también se puede establecer con toda confianza el Control Integral y evitar la introducción de un factor catastrófico para el biosistema como la aplicación de insecticidas.

Se debe considerar la dinámica de la población pues, como es sabido, muchas especies de insectos dañinos aparecen como núcleos en el cultivo del cual, a través de generaciones sucesivas, estas especies se dispersan en círculos concéntricos, o a veces excentricos, si son acarreados por el viento.

Si estos núcleos de infestación son detectados en el momento oportuno, una aplicación localizada de insecticida y otro medio de control puede reducir esta infestación incipiente evitando, además, la necesidad de control posterior durante el ciclo del cultivo y todas las desventajas que acarrea la aplicación extensiva de compuestos biocidas.

#### **D. Métodos para evaluar pérdidas debidas a insectos o enfermedades. Extractado de Cramer, H.H. (4)**

##### **a) Definiciones y forma de calcularlas:**

En la agricultura agrícola mundial se encuentran datos sobre aumentos en rendimientos debidos al comabte de plagas y enfermedades, así como sobre las pérdidas ocasionadas por dichos factores bióticos. Sin embargo, los autores generalmente ponen énfasis en la dificultad de determinar los valores numéricos correspondientes. En seguida nos referiremos a tales dificultades.

1. Los datos sobre la tendencia de los rendimientos, juntamente con datos sobre los gastos incurridos en prácticas de

protección de cultivos, no son del todo confiables, porque no se puede deducir de ellos que porcentaje del aumento de rendimiento se debe a otras prácticas de cultivo, como fertilización, riego, mejores variedades, control de malezas etc.

2. Los datos sobre pérdidas de cosecha se expresan ya sea en términos de valor monetario o de cantidad de producto no cosechado. La expresión en términos de cantidad de producto tiene la ventaja de proveer un valor exacto independiente de la situación del mercado, y que además permanece inalterable en el transcurso del tiempo, sin ser afectado por cambios en el valor de la moneda. Sin embargo, tiene la desventaja de no tomar en cuenta la reducción en calidad. Tales reducciones en calidad si se toman en cuenta cuando la pérdida se expresa en dinero, pero en este caso la evaluación se complica por las variantes en el precio y en el valor de la moneda.

Ordish (1952) sugiere que las pérdidas se evalúen en términos de terreno cultivado sin provecho. Esta sugerencia es útil siempre que el cálculo se haga tomando en cuenta el rendimiento actual en relación al rendimiento potencial y así mismo la reducción en calidad. Pero este método también tiene la desventaja de que se refiere únicamente a un tiempo fijo y a una región o zona determinada. Por ejemplo, en el cuadro que sigue se comparan varios rendimientos de trigo expresados en quintales métricos (100 kg) por hectárea.

	Período 1948/49 a 1952/53	Período 1964/65
Holanda	36.4	47.1
Estados Unidos	11.2	17.7
India	6.6	7.3

Una pérdida de 660 kg por Ha, por lo tanto, sería equivalente a la producción obtenida de:

1.0	Ha en la India en	1948/49 — 1952/53
0.9	Ha en la India en	1964/65
0.6	Ha en E.U.A en	1948/49 — 1952/53
0.4	Ha en E.U.A. en	1964/65
0.2	Ha en Holanda en	1948/49 — 1952/53
01.	Ha en Holanda en	1964/65

Por lo tanto, al referirse al “Área de terreno cultivado sin provecho” hay que indicar el rendimiento, el año y el lugar a que se refiere.

3. Al expresar las pérdidas en tanto por ciento es necesario referirse a la cantidad que sirve de base al cálculo. Esta cantidad puede ser el rendimiento actual o el rendimiento potencial. Por ejemplo, el rendimiento fue de 2,400 kg por hectárea. La pérdida fue de 600 kg por hectárea.

Es permitido calcular como pérdida  $600/2,400 = 25\%$ ; o bien  $600/2,400 + 600 = 20\%$ ; sin embargo, el segundo método, o sea el cálculo sobre el rendimiento potencial, es el preferido.

4. Las estimaciones de pérdidas de cosechas deben ser valores promedios, lo cual toma en cuenta las fluctuaciones en diferentes años. Sin embargo, se presenta la dificultad de que para rendimientos que muestran continuo aumento, los valores promedio se calculan sobre una serie de rendimientos que exhiben una tendencia unilateral. Este caso es más grande mientras más largo sea el período a que se refiera el promedio; y a la vez el error es más fortuitamente aplicable cuando se evalúan pérdidas causadas por insectos, cuyas poblaciones varían mucho de un año a otro, por ejemplo la langosta migratoria.

b) Estadísticas sobre pérdidas de cosechas:

Las mejores estadísticas sobre pérdidas de cosechas son actualmente las publicadas en los Estados Unidos, las cuales año con año van siendo más completas. Las estadísticas en E.U.A. se obtienen por medio de inspectores de tiempo completo, destacados por todo el país quienes visitan un número considerable de fincas de idénticas o variadas condiciones y envían sus datos a oficinas centrales donde son compilados y analizados. Los valores así obtenidos son estimaciones muy aproximadas del valor real de las pérdidas.

Cuando se presenta una plaga nueva en algún lugar es posible evaluar sus daños al comparar los rendimientos obtenidos en las áreas infestadas con los obtenidos en áreas cercanas libres de la plaga y los obtenidos en años posteriores.

La evaluación de daños bajo condiciones experimentales es útil, aunque los datos son generalmente aplicables solo a pequeñas áreas. Además es corriente hacer tales experimentos bajo condiciones de alta infestación de la plaga, de modo que los valores del daño son más altos que el promedio.

Es casi imposible estimar el valor de las pérdidas ocasionadas indirectamente por plagas y enfermedades de las plantas. Estas incluyen, por ejemplo, las restricciones al cultivo resultante de medidas de cuarentena. Por ejemplo en Inglaterra es prohibido cultivar papas en la costa, con el fin de impedir la introducción de la tortuguilla de la papa, **Leptinotarsa decemlineata**. En algunas partes del Sudán hace poco estaba prohibido cultivar algodón para evitar la dispersión de un insecto del género **Diparopsis**. En el nordeste de los Estados Unidos está prohibido el cultivo de la papa como una medida contra el nemátodo dorado. **Heterodera Rostochiensis**. También hay pérdidas indirectas si los finqueros se abstienen de sembrar plantas de cultivo intensivo cuando se sabe que son muy infestadas por plagas.

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo experimental se llevó a cabo en la finca Monte Grande, del municipio de Coatepeque, departamento de Quezaltenango (latitud  $14^{\circ} 42'$ , longitud  $91^{\circ} 51'$ ) a 498 msnm, con una temperatura media anual de  $24^{\circ}\text{C}$ . y una precipitación de 388.6 mm durante su realización.

Se preparó el terreno mediante un paso de arado y uno de rastra. Se utilizó el híbrido X-306 B, sembrándose el 7 de septiembre de 1975, a mano, a distancia de 1 m entre surcos con posturas cada 0.5 m sobre el surco con tres granos cada una. Previamente a la siembra se aplicó en forma localizada una mezcla de Phoxim granulado (50 kg por hectárea de volatón granulado) y fertilizante de la fórmula 16-20-0 a razón de 130 kg por hectárea. La población se ajustó a 40,000 plantas por hectárea, dejando dos plantas por postura.

Posteriormente a la siembra se hizo una aplicación preemergente de atrazina (2.6 kg/Ha de Gesaprim 80) con la que se obtuvo un satisfactorio control de malezas durante el ciclo de cultivo.

Se hizo una aplicación de urea (46o/o de N) a los treinta días de la siembra, a razón de 65 kg de nitrógeno por Ha.

Con el objeto de mantener la plantación libre de daños por insectos se efectuaron aspersiones semanales de insecticidas. La primera aplicación con phoxim líquido (volatón 500 e.c. a una dilución de 0.2o/o del producto en agua), posteriormente se usó endrín en la misma dosis. Estas aplicaciones preventivas se hicieron hasta los sesenta días después de la siembra.

La parcela experimental costo de 50m cuadrados, es decir, cinco surcos de diez metros de largo.

El diseño experimental fue en bloques al azar, con tratamientos consistentes en las combiaaciones factoriales de

altura de la planta, porcentaje de área foliar eliminada y porcentaje de plantas dañadas.

Los tratamientos se realizaron de la siguiente forma: Se redujo el área foliar de plantas de maíz en 50/o, 150/o, 250/o y 1000/o mediante agujeros hechos con perforador para papel y complementados con cortes con tijera cuando el área a eliminar era mayor. El área foliar se calculó pesando el follaje de una planta y relacionándolo con el peso de una área conocida del mismo.

El daño se realizó en el 200/o, 400/o y 700/o de la población de plantas.

Los tratamientos se hicieron a plantas de 25 cm de altura: el 27 de septiembre, veinte días después de la siembra.

A plantas de 40 cm de altura: el 9 de octubre, treintidos días después de la siembra, y

A plantas de 60 cm de altura: el 15 de octubre, treintiocho días después de la siembra.

En las ilustraciones siguientes se puede apreciar la forma en que quedaron las plantas después de los tratamientos.



15% de daño





5% de daño

100% de daño



## RESULTADOS EXPERIMENTALES

En el cuadro siguiente se presentan los datos de número de mazorcas y peso de maíz desgranado, en libras, obtenidos en cada parcela experimental.

Altura	o/o Daño	o/o plantas dañadas	1a. repetición		2a. repetición		3a. repetición		TOTAL PFSOS lbs.	TOTAL MAZORCAS
			mazorcas	peso lbs.	mazorcas	peso lbs.	mazorcas	peso lbs.		
25 cm	5	20	106	16.44	105	18.44	170	26.86	61.74	381
		40	93	15.50	130	26.27	98	19.00	61.77	321
		70	100	15.19	116	18.75	122	11.44	45.38	338
	15	20	130	13.00	180	29.81	130	21.82	64.63	440
		40	143	21.82	99	18.31	139	14.92	55.05	381
		70	137	24.76	125	20.12	123	27.17	72.05	385
	25	20	102	17.75	100	25.12	112	23.00	65.87	314
		40	129	13.06	155	19.73	170	17.75	49.94	454
		70	148	14.98	123	26.12	161	38.24	79.34	432
	100	20	170	22.92	93	14.13	109	23.06	60.11	372
		40	171	33.87	132	19.42	107	5.07	58.36	410
		70	67	9.01	115	16.00	100	13.12	38.13	282
40 cm	5	20	130	21.23	113	22.19	127	27.14	70.56	370
		40	174	24.54	136	28.74	148	34.49	87.77	458
		70	152	29.60	105	15.31	96	21.44	66.35	353
	15	20	150	30.38	90	16.12	100	21.44	67.94	340
		40	155	17.79	152	24.30	112	24.19	66.28	419
		70	105	22.12	96	18.12	140	41.78	82.02	341
	25	20	159	18.87	176	32.86	126	18.05	69.78	461
		40	107	11.31	137	23.82	160	15.00	50.13	404
		70	118	13.52	127	26.25	160	26.66	66.43	405
	100	20	134	15.04	130	28.03	105	25.31	68.38	369
		40	128	10.28	180	36.42	155	25.45	72.15	463
		70	150	30.19	100	16.18	113	27.16	73.53	363
60 cm	5	20	108	18.00	170	26.86	117	14.44	59.30	395
		40	163	25.74	91	14.12	102	24.56	64.42	356
		70	153	24.19	135	30.12	119	18.24	72.55	407
	15	20	128	15.25	118	23.32	106	24.95	63.52	352
		40	154	16.58	123	25.18	135	20.70	62.46	412
		70	162	29.88	100	20.06	92	18.06	68.00	354
	25	20	111	20.12	117	23.44	111	23.40	66.96	339
		40	126	20.06	136	28.38	93	10.06	58.50	355
		70	150	15.19	163	21.36	128	23.00	59.55	441
	100	20	150	33.19	119	24.06	137	18.71	75.96	406
		40	114	21.88	158	24.01	135	17.21	63.10	407
		70	106	26.73	86	42.24	149	26.29	95.26	341
		TESTIGOS	100	18.20	105	20.12	141	40.00	78.32	346
		TESTIGOS	175	26.25	96	20.06	138	21.89	68.20	409
		TESTIGOS	107	20.25	107	24.06	100	15.06	59.62	314
		TESTIGOS	140	55.12	107	23.19	142	26.42	104.73	389
		Sumatoria	5,305	851.05	4,946	931.14	5,028	891.95	2,674.14	15,279

Los datos de rendimiento se analizaron estadísticamente, cada tratamiento independientemente y además sus combinaciones factoriales.

A continuación se presenta un cuadro con los valores calculados de F para los tratamientos y sus combinaciones.

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	
Total	119	6,494.63	54.58	0.96	N. S.
Repeticiones	2	80.19	40.10	0.70	N.S.
Tratamientos	39	1,963.62	50.35	0.88	N. S.
Factorial	35	1,406.05	40.17	0.70	N. S.
Altura	2	250.79	125.39	2.19	N. S.
Daño (D)	3	33.96	11.32	0.20	N. S.
o/o plantas dañadas (I)	2	67.51	33.76	0.59	N. S.
A X D	6	58.06	9.68	0.17	N. S.
A X I	4	65.68	16.42	0.29	N. S.
D X I	6	234.68	39.11	0.68	N. S.
A X D X I	12	695.37	57.95	1.01	N. S.
Testigos	3	382.71	127.57	2.23	N. S.
Facotiral vs. testigos	1	174.86	174.86	3.06	N. S.
Error experimental	78	4,450.82	57.06		

N. S. = No significativo a probabilidad de 0.05.

### ANALISIS DE COVARIANZA, RENDIMIENTO (y) y POBLACION (x)

Fuente	G.L.	S C y	S C x	S P xy	SC y ajust.	G.L.	CM y	"F"
Total	119	6,494.63	74,550.32	8,951.82				
Reps.	2	80.19	1,769.45	-360.79				
Trat.	39	1,963.62	25,945.66	1,171.70	1,179.90	39		
Error	78	4,450.82	46,835.21	8,140.91	3,035.80	77	39.42	
Trat + Error	117	6,414.44	72,780.87		5,222.90	116	-----	
			Tratamientos		2,187.10	39	56.08	1.42 N.S.

Coefficiente de correlación  $r_{xy} = 0.56$  (\*)

Coefficiente de regresión  $b_{xy} = 0.17$  (\*)

(\*) Significativo al 5o/o de probabilidad

N. S.: No significativo.

Además de los datos de rendimiento y población, se realizaron observaciones sobre el desarrollo de la planta bajo cada tratamiento, sin haberse apreciado diferencias en el vigor de la planta, ni en el grosor del tallo.

Así mismo se observó la floración en cada parcela experimental, sin haberse notado diferencia en la época de emergencia de la inflorescencia masculina, la cual se notó en un 50o/o a los 45 días después de la siembra.

## DISCUSION DE RESULTADOS

De acuerdo al análisis estadístico de los resultados de este experimento, la planta de maíz cuando ha alcanzado una altura entre los 25 y los 60 centímetros puede perder hasta el 100o/o de su área foliar sin por ello disminuir su rendimiento en forma estadísticamente significativa.

La importancia de este dato resalta cuando se relaciona con el tipo de daño que causan larvas de lepidópteros devoradores de hojas como por ejemplo de las especies **Spodoptera frugiperda** (gusano cozallero del maíz) y **Mocis latipes** (gusano medidor de la hoja).

Las larvas de **Spodoptera frugiperda**, cuyas piezas bucales están conformadas para morder y masticar los alimentos (5), se alojan en la porción central de las plantas de maíz y se alimentan del tejido foliar sin causar necrosis colateral ni caída de las hojas.

Hay insectos, principalmente de aparato bucal chupador, y ácaros que al alimentarse producen ciertos desórdenes destructivos en las plantas. Entre los insectos que producen destrucción de área foliar, acompañada de necrosis o caída de la hoja se pueden mencionar las chicharritas (familia Cicadellidae), que causan la quemadura de la punta de la papa y transmiten el virus destructivo chino de la remolacha (Curly top). La chicharrita de la vid, (**Erythroneura comes**) que puede reducir la cosecha de fruta en un 30o/o y disminuir su calidad grandemente, el daño se manifiesta en forma de manchas blanquecinas muy pequeñas en las hojas de la vid, las que después se vuelven café y arrugadas. La hoja entera se vuelve de color amarillo pálido, las guías muestran muy poco vigor y el follaje presenta una apariencia enfermiza general. La arañuela Roja Europea de los Frutales (**Panonichus ulmi**): En los árboles dañados, si la infestación es fuerte, el follaje es de apariencia bronceada y a corta distancia tiene el aspecto de haber sido cubierto con polvo. Muchas de las hojas dañadas caen. La fruta

resulta pequeña y pobre en su calidad y color y las yemas frutales son muy débiles o no alcanzan a formarse. La Arañuela Café (*Bryobia arborea*): el follaje de los manzanos infestados resulta punteado, y toma una apariencia amarillenta, y durante una sequía prolongada muchas de las hojas caen (7). La Chinche Opaca de las Plantas (*Lygus lineolaris*) está provista de un aparato bucal picador-chupador que es el que toma la savia de una gran variedad de plantas. A medida que este insecto se alimenta, introduce a la planta una saliva tóxica, su alimentación ocasiona varias clases de daño: las hojas pueden resultar deformadas como en la remolacha de raíz o en la de hojas, los tallos o los peciolos de las hojas resultan cicatrizados y cambiados de color como en la "juntura del apio" o las yemas o las frutas en desarrollo enanas o con huecos como en el caso del frijol, la fresa, los duraznos y las peras.

Cuando la planta de maíz está en la etapa posterior a su germinación y afianzamiento, es decir, en la etapa de desarrollo vegetativo, es cuando el daño del gusano cogollero es más notorio debido al tamaño relativamente grande de la larva respecto a la plantita. Si las condiciones de crecimiento son favorables, es decir, que su crecimiento no se vea afectado por algún factor externo como la sequía, por ejemplo, se puede deducir según los resultados del presente trabajo, que no se afectará el rendimiento de la plantación.

Como ya dijimos, y volvemos a repetir, cuando la planta de maíz (de las hojas) alcanza la altura de la rodilla de una persona (55 cm) la planta ya ha completado la diferenciación del número total de hojas y la función del punto de crecimiento sufre un cambio fundamental y repentino. En condiciones normales esto ocurre a los 30 días de la siembra. En este momento el punto de crecimiento se encuentra al nivel del suelo. Exteriormente se podrán observar de ocho a diez hojas, ni ninguna de ellas ha muerto o se ha roto. A esta altura los entrenudos inferiores del tallo comienzan a alargarse con mucha rapidez. La planta comienza una etapa de crecimiento vertical extremadamente veloz (1).

En base a lo anterior y a los resultados del tratamiento efectuado a plantas de 60 cm de altura, se puede deducir que el daño del gusano cogollero a plantas en esa etapa de su desarrollo tampoco afectará el rendimiento y además, que la larva no podrá dañar el punto de crecimiento que aún se encuentra al nivel del suelo.

El hecho de que la planta de maíz no baje su rendimiento ante un daño de esta naturaleza puede deberse entre otras razones a que las hojas perforadas corresponden a las hojas inferiores en la planta adulta y las hojas superiores o nuevas van siendo las más importantes para el desarrollo y llenado de la mazorca debido a que tienen una área mayor y están más expuestas a la radiación solar. Además, a pesar de que los vasos conductores principales en la hoja del maíz son paralelos a lo largo de la hoja, hay niervillos que los conectan transversalmente, por lo tanto en el tramo entre la perforación hecha por la larva y la punta de la hoja se sigue realizando la translocación de nutrientes y de los productos de la actividad fotosintética.

En cuanto a la cantidad o proporción de área foliar por planta normalmente destruida por el gusano cogollero, García de Daccarett (6) encontró que dicha área foliar destruida en comparación con el área total de la planta adulta, en su experimento no sobrepasó el 1.48 por ciento, lo cual puede considerarse muy pequeño. García de Daccarett trabajando con infestaciones naturales de *Spodoptera frugiperda* tampoco encontró diferencias significativas en el rendimiento de plantas infestadas en comparación con testigos.

En muchas publicaciones se refieren al daño que ocasiona el gusano cogollero, pero desafortunadamente lo han hecho usando términos vagos y no dan ninguna explicación de como han evaluado las pérdidas que pretenden atribuir a este insecto.

En algunas de ellas se refieren al gusano cogollero de la siguiente manera:

Es el principal problema entomológico del cultivo del maíz, provocando cuantiosas pérdidas económicas todos los años. (9).

Es la plaga más importante del maíz en México. Las pérdidas que se han podido comprobar de esta planta llegan a más de 2 toneladas por Ha, (10) (idos toneladas por Ha es practicamente 2/3 de un rendimiento ya considerado alto! ).

El gusano cogollero causa grandes “destrozos” en los maizales. Cuando aparece en “grandes proporciones” atacando las plantaciones, es capaz de “destruirlas”, de “barrerlas”. (11)

Los resultados de varios años de estudio demuestran que la “pérdida principal” (y talvés la única) debida **Spodoptera** es “mayor” si la planta joven está sometida al mismo tiempo a un estrés adicional como la sequía. (13)



## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se llevó a cabo el experimento quedó demostrado que la planta de maíz, cuando tiene una altura comprendida entre los 25 y los 60 centímetros, puede perder toda la lámina de sus hojas sin afectar su rendimiento.

## BIBLIOGRAFIA

1. ALDRICH, SAMUEL y LENG, EARL R. Producción Moderna del Maíz. Trad. por: Oscar Martínez Terneiro y Patricia Leguisamon. México, RTAC/AID. 1974. 308 p.
2. APONTE, OMAR A. Principales problemas entomológicos del maíz en Venezuela. En: Conferencia sobre Protección Vegetal en Maíz. Palmira, Colombia. CIAT-CIMMYT, febrero 19-23, 1973. 's.p.c.'
3. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Informe Anual, 1974. Cali, Colombia, CIAT, 1974. 218 p.
4. CRAMER, H. H. Plant Protection and World Crop Production. Pflanzenschutz Leverkusen. "Bayer" 20/1967, 1. pp 27-31.
5. CHIESA, MOLINARI, O. Las plagas de la agricultura. Manual práctico de procedimientos modernos para combatirlas. Buenos Aires, El Ateneo. 1948. pp 7-8.
6. DACCARETT, EDDA GARCIA DE. Evaluación del daño causado por el Gusano Cogollero *Spodoptera Frugiperda* en el maíz. Guatemala, Universidad de San Carlos, Fac. de Agronomía, 1975. 55 p. (Tesis Ing. Agr.).
7. ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS. The Year Book of Agriculture, 1952. México. Centro Regional de Ayuda Técnica y Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) 1963. 1046 p.
8. ENKERLIN, DIETER. 1964. Determinación de los Daños Económicos Causados por Insectos en relación a

Los Niveles de Infestación y Control. VI Reunión Latinoamericana de Fitotecnia. Actas (tomo 1). (Lima Perú) pp. 104--106.

9. HARVEY, T. L. and HACKEROTT H. L. 1970. Chemical Control of a Greenbug in Sorghum and Infestation Effects on Yield. *Journal of Economic Entomology*. 63(5): 1536--1539.
10. HAYWARD, HERMAN E. Estructura de las Plantas Utiles. Buenos Aires, Argentina, Editorial ACME. 1953. 667 p.
11. HENSON, W. R. and STARK R. W. 1959. The Description on Insect Numbers. *Journal of Economic Entomology*. 63(5): 847--850.
12. LEON GARRE, ANICETO. Técnica de la producción vegetal e industrias fitógenas: Herbicultura. En: Manual de Agricultura. Barcelona, Salvat, 1954. 1533 pp. Tomo III.
13. SIFUENTES A., J. ANTONIO. Pérdidas causadas por algunas plagas de importancia económica en México. En: *Agricultura Técnica en México*. Vol III: 86--88. Julio 1971.
14. STICKLER, F. C. and PAULI, A. W. 1961. 'Leaf removal in grain sorghum, I, *Agronomy Journal*. 53, 99.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA  
Ciudad Universitaria, Zona 12  
Apartado Postal No. 1545  
GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia .....
Asunto .....

IMPRIMASE:

ING. MARIO MOLINA LLARDEN  
DECANO a.i.



PROCESO DE REGISTRO  
DE LOS TITULOS  
DE AGRONOMIA