

# **Mecanismos de Resistencia en Frijol al Ataque del Picudo del Ejote *Apion godmani* Wagner**

**Ramón Garza García**

*Entomología de frijol Campo Experimental  
Valle de México, Chapingo, México*

## **RESUMEN**

Para el estudio se utilizaron 9 genotipos de frijol reistentes al picudo del ejote y 3 materiales susceptibles, en dos fechas de siembra en la localidad de Santa Lucía de Prías, Méx., la primera fecha fue del 14 de mayo de 1996 y la segunda del 28 de mayo; en ambas fecha se utilizó frijol en unicultivo y asociado con maíz. Una vez que cada material empezó a tener ejotes en la etapa de R7a, con una longitud de 3 cm, se tomaron muestras de ejotes y se contabilizó el número de punciones hechas por el picudo, los huevecillos (sanos y encapsulados), larvas de primer estadio (sanas y encapsuladas), larvas de 2o y 3er. instaryprepupas; de acuerdo a los valores de punciones observadas en cada material, se determinó la presencia del mecanismo de no-preferencia (antixenosis) para oviposición o alimentación, mientras que con los porcentajes de encapsulamiento de huevos y larvas de primer estadio se determinó la expresión del mecanismo de hipersensibilidad denominado "encapsulación por cicatrización". Al final del ciclo se colectaron seis muestras de 30 vainas cada una, para cuantificar el porcentaje de granos dañados por picudo del ejote y calificar la respuesta de resistencia y/o susceptibilidad de cada material. Se estableció otro experimento similar en la localidad de La Aguanaja. Tlaxcala.

Los resultados obtenidos mostraron que los testigos susceptibles Canario-107, Jamapa, y Zacatecas-45, mostraron altos porcentajes de granos dañados por picudo del ejote ¡mientras que los genotipos J-117, Hidalgo-84, México-332, Hidalgo-58, Pinto-168, Amarillo-154, Amañillo-155, Amarillo-169 y Puebla-36, mostraron una buena expresión de antixenosis y del fenómeno de

encapsulación por cicatrización del tejido alrededor del huevo; esta reacción se presentó en porcentajes mayores al 40 por ciento en los genotipos resistentes J-117, Pinto-168, Tlaxcala-62, Amarillo-155, Hidalgo-58 y México-332. Mientras que APN-18, resistente en localidades de Centroamérica, mostró altos porcentajes de granos dañados en la localidad de Santa Lucía de Prías, Méx.. De la misma forma que en evaluaciones anteriores, se observó que los mayores porcentajes de granos dañados se tuvieron cuando los genotipos se sembraron en asociación con maíz. En la localidad de La Aguanaja, Tlax. los mayores porcentajes de encapsulamiento general que se obtuvieron fueron de 33 y 43.8 por ciento, en los genotipos J-117 y Amarillo-169 respectivamente.

## **INTRODUCCION**

Los programas de mejoramiento para desarrollar variedades resistentes a algún organismo dañino, requieren ser abastecidos con fuentes de resistencia para incluirlas en el grupo de progenitores que son utilizados en los cruzamientos. La característica de resistencia a los insectos fitófagos, puede estar constituida por uno o varios componentes, los cuales se han clasificado como antibiosis, antixenosis (preferencia- no preferencia) y tolerancia, los cuales deben ser definidos para cada fuente de resistencia seleccionada. Esta caracterización de los componentes de la resistencia es importante, porque da la pauta para saber qué carácter es el que se trata de incorporar en las futuras variedades. En el pasado los genotipos resistentes a insectos se desarrollaron sin conocer los mecanismos de

resistencia ni el modo de herencia de la resistencia; en la actualidad se ha observado que conocer los mecanismos involucrados en la resistencia y el modo de herencia, facilitaría la selección de plantas que tienen defensas al ataque de insectos (Ortega et al., 1980).

Un caso especial de los mecanismos de resistencia es la respuesta inducida de hipersensibilidad, la cual se ha definido como la muerte rápida de las células infectadas con lo cual se restringe la dispersión de patógenos obligados (Russell, 1978), que provocan una muerte prematura o necrosis del tejido infectado y la inactivación y localización del agente infeccioso (Agrios, 1978). El concepto de hipersensibilidad ha sido reconocido como un importante mecanismo de defensa de las plantas contra virus, bacterias y hongos (Russell, 1978; Fernandes, 1990). En el caso de insectos se ha señalado la existencia de algunos factores de interacción planta-insecto, donde se incluye la hipersensibilidad de las células de las plantas atacadas, como causas de la resistencia (Painter, 1951). También se describe la existencia de una necrosis como un tipo de hipersensibilidad, durante el desarrollo del insecto (van Emden y Way, 1973, citados por Hannover, 1980). En ninguno de estos casos se le ubica dentro de algún mecanismo de resistencia; solo la Academia Nacional de Ciencias (Anónimo, 1978) y Smith (1989) han incluido la hipersensibilidad dentro del mecanismo de antibiosis, debido a barreras morfológicas y físicas de las plantas. En base en lo anterior se está realizando un proyecto de investigación que tiene el objetivo de: determinar los mecanismos de resistencia que poseen algunas fuentes de resistencia al picudo del ejote *Apion godmani* Wagner.

### **MATERIALES Y METODOS**

Durante el ciclo Primavera-Verano 1996 (P-V 1996) en la localidad de Santa Lucía de Prías, Edo. de México, se realizaron dos fechas de siembra, 14 y 28 de mayo, las cuales se establecieron en dos sistemas de cultivo: unicultivo y asociado con maíz. Los materiales de frijol que se utilizaron en ambas fechas fueron: Amarillo-155, J-117, Pinto-

168, Pinto Texcoco, México-332, Puebla-36, Tlaxcala-62, Hidalgo-58yAPN-18, como genotipos resistentes y como susceptibles Canario-107, Jamapa y Zacatecas-45.

Ambos ensayos se fertilizaron con la fórmula 40-40-0 al momento de la siembra; se utilizó una distancia entre surcos de 0.92 m; la parcela experimental fue de un surco de 10 y 6 metros de longitud, en la 1ª y 2ª fecha de siembra respectivamente, con seis repeticiones, las cuales se colocaron bajo un diseño de bloques completos al azar.

Se realizó control manual de la conchuela del frijol (*Epilachna varivestis* Mulsant), ya que se ha observado que al aplicar insecticidas contra este coccinélido se afectan las poblaciones de adulto de picudo del ejote, por lo que se tienen resultados con menor daño de picudo que en otros lotes donde no se hacen aspersiones de insecticidas.

Una vez que aparecieron los primeros ejotes con una longitud de aproximadamente 3 cm, se hicieron colectas de un promedio de 45 ejotes, de etapas R7a y R8, y se procedió a realizar lo siguiente: a través de un microscopio estereoscópico, se visualizaban y contabilizaban las punciones hechas por adultos de picudo del ejote. Después, con la ayuda de un bisturí se hacía un corte para levantar la parte del pericarpio donde se ubicaban cada una de las punciones y se trataba de localizar huevecillos, anotándose los que estuvieran encapsulados y los que estaban sanos. Si ya no se encontraba el huevecillo, se trató de localizar larvas de primer estadio y se anotaban las que estuvieran encapsuladas y las sanas. Una vez terminado lo anterior se procedía a abrir los ejotes, pasando el bisturí por la sutura placentar y en cada valva se determinaba el número de larvas, de segundo y/o tercer estadio, prepupas y pupas presentes. De acuerdo al número total de punciones se determinaba la presencia del mecanismo de antixenosis para oviposición, considerando que los materiales que tenían los menores valores de este parámetro poseen el mecanismo de antixenosis para ovipositar y de acuerdo a los porcentajes

de huevecillos y larvas de primer estadio encapsuladas, se estimaba la existencia del mecanismo de antibiosis, por medio de una reacción de hipersensibilidad, la cual se le ha estado denominando "cicatrización-encapsulación".

Para evaluar el grado de resistencia o susceptibilidad, al final del ciclo se tomaron seis muestras de 30 vainas cada una, para cuantificar el porcentaje de granos dañados por picudo del ejote. De acuerdo a unas escalas de calificación, que toma como base de comparación el porcentaje de granos dañados en el testigo más susceptible, en cada una de las fechas de siembra, y para el caso de la resistencia alta se considera como límite superior de daño el 25 por ciento del porcentaje de granos dañados en el testigo más susceptible para resistencia intermedia, valores entre 25.1 y 50 % y para los susceptibles valores superiores al 50%.

En esta localidad de La Aguanaja, Tlaxcala se sembraron sólo siete genotipos el 9 de junio de 1996, en surcos espaciados a 0.85 m, los cuales se fertilizaron con la fórmula 40-40-0 al momento de la siembra. Los genotipos utilizados fueron: Zacatecas-46, Tlaxcala-62, Jamapa, J-117, Amarillo-154, Zacatecas-45 y Amarillo-169. La parcela experimental fue de un surco de 10 m de largo, con cuatro repeticiones bajo el sistema de unicultivo; se tomaron muestras de ejotes, en etapa R7a y R8, los cuales se analizaron de la misma forma en que se describió para la localidad de Santa Lucía de Prías, Méx. y al final del ciclo se tomaron cuatro muestras de 30 vainas por tratamiento para calificar la respuesta al ataque del picudo del ejote, de acuerdo a la escala que considera el porcentaje de granos dañados en el testigo más susceptible.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

### *Santa Lucía de Prías*

En las muestras de ejotes que se analizaron en el microscopio, se observó que en la siembra de unicultivo de la primera fecha, los genotipos resistentes al picudo del ejote tuvieron en el parámetro de punciones por ejote, valores entre

4.8 en el genotipo Hidalgo-58 y 8.5 en el APN-18, mientras que en los materiales susceptibles el número de punciones fue más alto, con valores de 15.7 en Jamapa, 17.9 en Zacatecas-45 y 19.9 en el Canario-107 (Cuadro 1). En el caso de los huevecillos detectados vivos, los mayores valores promedio se ubicaron en los genotipos APN-18, Zacatecas-45, Canario-107 y Jamapa, con promedios entre 1.5 y 3 huevecillos por ejote, mientras que en el resto de los genotipos los valores oscilaron entre 0.3 y 0.54. En el parámetro de larvas vivas en primer instar, se tuvieron los valores más altos en los materiales susceptibles, en tanto que los valores más bajos se detectaron en el J-117 (0.06), Pinto-168 (0.12) y Puebla-36 (0.23). Al contabilizar el número de larvas vivas de segundo y tercer instar, prepupas y pupas, se detectó que al igual que en otros parámetros, los testigos susceptibles mostraron los valores más altos (entre 1.8 y 3.4 por ejote), mientras que en algunos materiales resistentes, como J-117 y Tlaxcala-62, no se detectaron especímenes en estos instares. Al analizar los parámetros de huevecillos y larvas de primer instar encapsuladas, se detectó que los más altos porcentajes de encapsulamiento total (de huevecillos y larvas de primer estadio) ocurrieron en los genotipos J-117, con 67.7%; Pinto-168, con 54.5 y en el Tlaxcala-62, con 42.2%, mientras que los valores más bajos se observaron en los testigos susceptibles Zacatecas-45 (2.4) y Canario-107 (2.2). Este evento de encapsulamiento ocurre debido a una reacción hipersensitiva en los tejidos del mesocarpio aledaños a la oviposición, los cuales se empiezan a necrosar hasta que terminan formando una cicatriz que mantiene atrapado al huevecillo y a las larvas que emergen, produciendo la muerte del espécimen por encapsulamiento. En el caso de los genotipos susceptibles, Canario-107, Jamapa y Zacatecas-45, al igual que APN-18 (reportado como resistente en Centroamérica) se da una reacción hipersensitiva más lenta y en baja proporción, la cual ocurre al cicatrizar el tejido aledaño al túnel por donde las larvas de primer estadio se dirigen a la cámara donde se desarrolla el grano de frijol. Esta reacción provoca que algunas larvas mueran al final del túnel por efecto de alguna sustancia que se encuentran en ese tejido

mesocárpico del ejote, y a la vez que se muere la larva, se termina de necrosar todo el tejido que circunda ese túnel. Esta reacción hipersensitiva es una forma del mecanismo de antibiosis.

En el caso del frijol en asociación, de esta primera fecha, se observó que los valores de punciones y huevecillos vivos, por ejote fueron muy similares en número y tendencia, a los detec-

tados en unicultivo (Cuadro 1); para el caso de los porcentajes generales de encapsulamiento, se observó que también J-117 presentó el valor más alto, con 65.2, seguido por Hidalgo-58 (43.7%), Amarillo-155 (40.2%) y Pinto-168 (40.1%). Los genotipos resistentes que mostraron, bajos porcentajes generales de encapsulamiento en ambos sistemas de cultivo, fueron México-332, Puebla-36, Pinto Texcoco y APN-18.

Cuadro 1. Resultados promedio por Ejote, obtenidos en las muestras de la primera fecha de siembra. Ciclo P-V 1996 Santa Lucía de Prías, Edo. de Méx. UNICULTIVO.

TRATAMIENTO	PUNO/ EJOTE	HUEVO VIVO	HUE. ENCAP.	% ENCAP	L1 VIVA	L1 ENCAP	% ENC	LARVAS vivas	%ENCAP TOTAL
Resistentes									
1 AMARILLO-155 (61)	7.7	0.40	0.60	58.7	0.50	0.13	21.0	0.90	29.0
3 J-117 (47)	4.9	0.15	0.34	69.5	0.06	0.11	62.5	0.00	67.7
4 MEXICO-332 (74)	7.3	0.54	0.39	42.0	0.37	0.11	22.2	0.27	29.6
5 PUEBLA-36 (70)	4.9	0.30	0.04	12.5	0.23	0.10	30.4	0.31	14.5
7a TLAXCALA-62 (40)	6.3	0.50	0.60	53.3	0.40	0.07	15.8	0.00	42.2
8 HIDALGO-58 (70)	4.8	0.40	0.30	44.2	0.30	0.04	12.5	0.37	25.5
9 PINTO-168 (74)	7.0	0.16	0.62	79.3	0.12	0.20	62.5	0.40	54.5
11 PINTO TEXCOCO (83)	7.1	0.54	0.20	27.4	0.44	0.07	13.9	0.81	13.4
7b APN-18 (70)	8.5	1.56	0.05	3.1	0.58	0.21	26.5	0.8	37.9
Susceptibles									
2 ZACATECAS-45 (87)	17.9	3.00	0.04	1.5	1.70	0.11	6.4	1.80	2.4
6 CANARIO-107 (80)	19.9	1.50	0.00	0.0	1.70	0.15	8.2	3.40	2.2
6b JAMAPA (99)	15.7	2.00	0.07	3.4	1.80	0.49	21.6	2.00	8.8
				ASO	C I A C	I O N			
TRATAMIENTO	PUNO/ EJOTE	HUEVO VIVO	HUE. ENCAP.	% ENCAP	L1 VIVA	L1 ENCAP	% ENC	LARVAS vivas	%ENCAP TOTAL
Resistentes									
1 AMARILLO-155 (78)	7.50	0.38	0.62	62.0	0.45	0.27	37.5	0.50	40.2
3 J-117 (42)	6.14	0.29	0.55	65.7	0.09	0.17	63.6	0.00	65.2
4 MEXICO-332 (65)	8.05	0.71	0.48	40.2	0.52	0.14	20.9	0.52	26.0
5 PUEBLA-36 (72)	4.00	0.25	0.18	41.9	0.32	0.08	20.7	0.33	22.6
7a TLAXCALA-62 (40)	6.65	0.20	0.70	77.8	0.32	0.05	13.3	0.45	21.4
8 HIDALGO-58 (82)	5.72	0.52	0.56	51.7	0.26	0.16	38.2	0.15	43.7
9 PINTO-168 (65)	8.70	0.37	0.83	69.2	0.48	0.14	22.5	0.60	40.1
11 PINTO TEXCOCO (81)	8.80	0.90	0.13	12.9	0.36	0.27	43.1	1.07	14.8
7b APN-18 (107)	9.20	1.80	0.06	3.5	0.63	0.27	29.9	0.86	9.3
Susceptibles									
2 ZACATECAS-45 (81)	20.3	4.40	0.07	1.6	1.97	0.10	4.8	1.83	2.1
6 CANARIO-107 (85)	19.7	2.18	0.06	2.6	2.74	0.13	4.5	3.55	2.2
6b JAMAPA (99)	14.9	2.30	0.09	3.8	0.77	0.49	39.2	1.90	10.5

Al cuantificar los valores de daño ocasionado por picudo del ejote en los genotipos establecidos en la primera fecha de siembra, se detectó que en unicultivo ocho de ellos se catalogaron con resistencia alta (R) con valores de granos dañados entre 4.8 y 12.2 por ciento (Cuadro 2), destacándose J-117, Tlaxcala-62, Hidalgo-58 y Pinto-168 con los más bajos porcentajes de daño; como susceptibles (S) se calificaron Canario-107 y Jamapa, con porcentajes de grano dañado de 84.3 y 68 respectivamente. En el caso de la respuesta observada en la asociación con maíz, se detectó que sólo cuatro genotipos se catalogaron con resistencia alta (R), como Amarillo-155, J-117, Tlaxcala-62 e Hidalgo-58, con valores entre 11.6 y 20.8 por ciento de granos dañados (Cuadro 2); con resis-

encia intermedia (I) se ubicaron México-332, Puebla-36, Pinto-168, Pinto Texcoco y APN-18 mientras que los genotipos Zacatecas-45, Canario-107 y Jamapa se ubicaron en la categoría de susceptibles, con valores de daño entre 64.7 y 87.3 por ciento de granos dañados. Al comparar los resultados de daño observado y los valores de encapsulamiento, se puede comentar que los menores valores de grano dañado se dieron, en la mayoría de los casos, en los genotipos resistentes que mostraron los más altos porcentajes generales de encapsulamiento, con valores entre 40 y 68 por ciento, aunque en el caso del Pinto-168, en el sistema de asociación, mostró una respuesta muy peculiar, ya que tuvo un alto porcentaje de encapsulamiento, pero se catalogó con resistencia intermedia,

Cuadro 2. Porcentaje de encapsulamiento y de granos daños detectados en los genotipos incluidos en la priemra fecha de siembra. Ciclo P-V 1996, Santa Lucia de Prías, Edo. de México.

TRATAMIENTO	% HUEVO ENCAP UNICULTIVI	% HUEVO ENCAP ASOCIAC	% L1 ENCAP. UNICULTI	%L1 ENCAO ASOCIAC	% ENCAP TOTAL UNICULTI	% ENCAP TOTAL ASOCIAC	"/GRANO DAÑADO UNICULTIVO	"/GRANO DAÑADO ASOC
<b>Resistentes</b>								
1 AMARILLO-155	58.7	62.0	21.0	37.5	29.0	40.2	9.0 R	20.8 R
3 J-117	69.5	65.7	62.5	63.6	67.7	65.2	4.8 R	11.6 R
4 MEXICO-332	42.0	40.2	22.2	20.9	29.6	26.0	11.0 R	22.5 I
5 PUEBLA-36	12.5	41.9	30.4	20.7	14.5	22.6	12.2 R	26.8 I
7ª TLAXCALA-62	53.3	77.8	15.8	13.3	42.2	43.5	5.0 R	12.2 R
8 HIDALGO-58	44.2	51.7	12.5	38.2	25.5	43.7	7.5 R	16.4 R
9 PINTO-168	79.3	69.2	62.5	22.5	54.5	40.1	7.8 R	26.6 I
11 PINTO TEXCOCO	27.4	12.9	13.9	43.1	13.4	14.8	18.1 R	35.2 I
7b APN-18	3.1	3.52	6.52	9.9	7.9	9.3	32.6 I	40.8 I
<b>Susceptibles</b>								
2 ZACATECAS-45	1.5	1.6	6.4	4.8	2.4	2.1	36.3 I	64.7 S
6 CANARIO-107	0.0	2.6	8.2	4.5	2.2	2.2	84.3 S	87.3 S
6b JAMAPA	3.4	3.8	21.6	39.2	8.8	10.5	68.0 S	65.1 S

Valores de resistencia/susceptibilidad del frijol en unicultivo:

Resistencia alta (R)= Valores 21.1 % grano dañado o menos.

Resistencia intermedia (I)= Valores entre 21.2 y 42.1 % granos dañado.

Susceptibles (S)= Valores de 42.2 % grano dañado o más.

Valores de resistencia/susceptibilidad del frijol en asociación:

Resistencia alta (R)= Valores 21.8 % grano dañado o menos.

Resistencia intermedia (I)= Valores entre 21.9 y 43.6 % granos dañado.

Susceptibles (S)= Valores de 43.7 % grano dañado o más.

con un valor de granos dañados de 26.6 por ciento.

En Santa Lucía de Prías en la segunda fecha de siembra se analizó un número menor de ejotes que los que se muestrearon en la primera fecha (Cuadro 3), observándose, en el sistema de unicultivo, que los más bajos valores del número de punciones por ejote, se tuvieron en los genotipos J-117 (0.8), Pinto-168 (1.2) y Puebla-36(1.4), en tanto que los mayores valores se tuvieron en el Jamapa (10.9 ) y Canario-107 (16.4) y un caso interesante ocurrió en APN-18, genotipo resistente en Centroamérica, que tuvo valores similares a Zacatecas-45 (genotipo susceptible). En el parámetro de huevecillos sin encapsular, se detectó que la mayoría de los genotipos resistentes no tuvieron huevecillos, excepto APN-18 que tuvo uno de los valores más altos, con 2.7 huevecillos por ejote, valor muy similar al de los testigos susceptibles Canario-107 y Jamapa. En los porcentajes generales de encapsulamiento, se

tuvieron los valores más altos en J-117 y Tlaxcala-62, con 100 y 60 por ciento, aunque cabe mencionar que en el caso del J-117 resultó de un sólo huevecillo que estaba encapsulado; otro caso especial resultó Puebla-36, donde no se detectaron huevecillos ni larvas en las muestras analizadas.

En las muestras colectadas en la asociación se tuvo mayor incidencia de varios estadios de desarrollo del picudo del ejote (Cuadro 3) y al igual que en unicultivo, APN-18 mostró valores altos de punciones (promedio por ejote), incluso superiores a los detectados en el testigo susceptible Zacatecas-45. En este sistema de cultivo se observaron altos porcentajes generales de encapsulamiento en los genotipos Pinto-168 (77.8), México-332 (70) y J-117 (66.7), aunque cabe mencionar que los valores de incidencia de picudo del ejote, en las muestras analizadas en esta segunda fecha, resultaron un poco bajas, posiblemente por la poca cantidad de muestras analizadas.

Cuadro 3. Resultados promedio por ejote, obtenidos en las muestras de la primera fecha de siembra. Ciclo P-V 1996 Santa Lucía de Prías, Edo. de Méx. UNICULTIVO.

TRATAMIENTO	PUNC/ EJOTE	HUEVO VIVO	HUE. ENCAP.	% ENCAP	L1 VIVA	L1 ENCAP	% ENC	LARVAS vivas	%ENCAP TOTAL
Resistentes									
1 AMARILLO-155 (31)	3.8	0.68	0.30	30.0	0.13	0.00	0.0	0.0	26.5
3 J-117 (26)	0.8	0.00	0.04	100	0.00	0.00	-	0.0	100
4 MEXICO-332 (23)	2.4	0.00	0.00	-	0.04	0.00	0.0	0.0	0.0
5 PUEBLA-36 (26)	1.4	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	0.0	-
7ª TLAXCALA-62 (40)	2.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.23	100	0.15	60.0
8 HIDALGO-58 (24)	2.0	0.00	0.00	-	0.08	0.08	50.0	0.08	33.3
9 PINTO-168 (24)	1.2	0.30	0.08	22.2	0.00	0.00	-	0.08	18.2
11 PINTO TEXCOCO (24)	2.5	0.42	0.08	16.7	0.00	0.04	100	0.21	16.7
7b APN-18 (56)	8.7	2.70	0.03	3.0	0.70	0.12	15.9	0.18	4.4
Susceptibles									
2 ZACATECAS-45 (36)	8.8	0.22	0.00	0.0	0.17	0.00	0.0	0.53	0.0
6 CANARIO-107 (89)	16.4	2.73	0.01	0.4	1.17	0.11	8.8	3.70	1.6
6b JAMAPA (40)	<b>10.9</b>	2.90	0.00	0.0	0.25	0.00	0.0	0.22	0.0
				ASO	C 1 A C	I O N			
TRATAMIENTO	PUNC/ EJOTE	HUEVO VIVO	HUE. ENCAP.	% ENCAP	L1 VIVA	L1 ENCAP	% ENC	LARVAS vivas	%ENCAP TOTAL
Resistentes									
1 AMARILLO-155 (33)	2.8	0.20	0.15	41.7	0.20	0.20	50.0	0.00	46.1
3 J-117 (27)	2.0	0.15	0.37	71.4	0.00	0.00	0.0	0.40	66.7

4 MEXICO-332 (24)	4.2	0.08	0.21	71.4	0.04	0.08	66.7	0.00	70.0
5 PUEBLA-36 (11)	1.8	0.50	0.10	14.3	0.00	0.00	0.0	0.00	14.3
7ª TLAXCALA-62 (22)	6.6	0.73	0.00	0.0	0.30	0.04	12.5	0.54	2.8
8 HIDALGO-58 (25)	3.0	0.00	0.00	—	0.00	0.16	100	0.40	28.6
9 RMTO-168 (23)	2.2	0.00	0.30	100	0.00	0.00	0.0	0.09	77.8
11 PINTO TEXCOCO (25)	7.7	0.90	0.00	0.0	0.04	0.04	50.0	0.70	2.4
7b APN-18 (61)	12.9	1.51	0.02	1.1	0.51	0.69	57.5	1.40	16.9
Susceptibles									
2 ZACATECAS-45 (29)	9.0	1.9	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.07	0.0
6 CANARIO-107 (86)	19.0	2.1	0.01	0.5	1.5	0.1	6.5	4.7	1.4
6b JAMAPA (43)	17.3	3.6	0.16	4.3	0.21	0.53	71.9	3.07	9.2

Al analizar los porcentajes de daño en esta segunda fecha de siembra, se observó que ocho genotipos se catalogaron con resistencia alta en el sistema de unicultivo, con valores entre 6.7 y 14.2 por ciento de granos dañados (Cuadro 4); en la categoría de susceptible se ubicaron APN-18, Jamapa y Canario-107, con valores promedio entre 46.8 y

91.1 por ciento de granos dañados. En el sistema de asociación con maíz, se calificaron con resistencia alta siete genotipos, destacándose con menores daños el J-117 y México-332 (Cuadro 4); Jamapa y Canario-107 se catalogaron como susceptibles (S), con valores de 58.2 y 96.4 por ciento de granos dañados, respectivamente.

Cuadro 4. Porcentajes de encapsulamiento y de granos dañados detectados en los genotipos incluidos en la segunda fecha de siembra. Ciclo P-V 1996, Santa Lucía de Prías, Edo. de México.

TREATAMIENTO	% HUEVO ENCAP UNICUL	% HUEVO ENCAP ASOCIAC	%L1 ENCAP UMCULT1	%L1 ENCAO ASOCIAC	% ENCAP TOTAL UNICUL	% ENCAP TOTAL ASOCIAC	%GRANO DAÑADO UNICULTIVO	% GRANO DAÑADO ASOC.
Resistentes								
1 AMARILLO-155	30.0	41.7	0.0	50.0	26.5	46.1	12.8 R	16.3 R
3 J-117	<b>100</b>	71.4	-	0.0	-	66.7	6.7 R	9.5 R
4 MEXICO-332	-	71.4	0.0	66.7	0.0	70.0	9.2 R	10.1 R
5 PUEBLA-36	-	14.3	-	0.0	-	14.3	12.1 R	18.0 R
7ª TLAXCALA-62	0.0	0.0	<b>100</b>	12.5	60.0	2.8	14.2 R	17.0 R
8 HIDALGO-58	-	-	50.0	100	33.3	28.6	11.4 R	18.3 R
9 PINTO-168	22.2	<b>100</b>	-	0.0	18.2	77.8	13.1 R	15.3 R
11 RNT0 TEXCOCO	16.7	0.0	<b>100</b>	50.0	16.7	2.4	10.5 R	25.0 I
7b APN-18	3.0	1.1	15.9	57.5	4.4	16.9	46.8 S	39.3 I
Susceptibles								
2 ZACATECAS-45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.6 I	41.9 I
6 CANARIO-107	0.4	0.5	8.8	6.5	1.6	1.4	91.1 S	<b>96.4 S</b>
<b>6b JAMAPA</b>	0.0	4.3	0.0	71.9	0.0	<b>9.2</b>	<b>62.6 S</b>	<b>58.2 S</b>

Valores de resistencia/susceptibilidad del frijol en unicultivo:

Resistencia alta (R)= Valores 22.8 % grano dañado o menos.

Resistencia intermedia (I)= Valores entre 22.9 y 45.5 % granos dañado.

Susceptibles (S)= Valores de 45.6 % grano dañado o más.

Valores de resistencia/susceptibilidad del frijol en asociación:

Resistencia alta (R)= Valores 24.1 % grano dañado o menos.

Resistencia intermedia (I)= Valores entre 24.2 y 48.2 % granos dañado.

Susceptibles (S)= Valores de 48.3 % grano dañado o más.

***La Agua naja, Tlaxcala***

Los resultados obtenidos en esta localidad mostraron que los testigos susceptibles tuvieron los más altos valores de número de punciones promedio por ejote (Cuadro 5), con valores de 7.2 en Zacatecas-45 y 13.8 en Jamapa, mientras que los testigos resistentes no rebasaron el 3.7 de Amarillo-169. En los parámetros de huevecillos y larvas vivas se detectó la misma tendencia que en las punciones; en los porcentajes promedio de encapsulamiento de huevecillos y larvas de primer estadio se observaron valores más altos de sólo 42.8 y 33.3 por ciento en el Amarillo-169 y J-117, respectivamente.

En el parámetro de porcentaje de granos dañado, en esta localidad de Tlaxcala, se observó que los testigos Jamapa y Zacatecas-45 se

catalogaron como susceptibles (S), con valores de 59.2 y 37 por ciento de granos dañados (Cuadro 6), mientras que los cinco genotipos restantes se tipificaron con resistencia alta (R), con valores entre 2.9 y 12.8 por ciento de granos dañados, destacándose como los mejores el Amarillo-154 y el J-117. Al comparar los datos de daño con los porcentajes generales de encapsulamiento (de huevecillo y larvas de primer instar) y con la cantidad de huevecillos sanos que se detectaron en las muestras analizadas, se puede afirmar que en el caso de los genotipos J-117, Amarillo-169 y Tlaxcala-62, se da una relación muy estrecha entre poca oviposición, alto porcentaje de encapsulamiento y bajo porcentaje de daño. En Zacatecas-46 y Amarillo-154 el porcentaje de encapsulamiento juega un papel menos importante, que el parámetro de menos oviposiciones, en su relación con los bajos porcentajes de daño detectados en estos genotipos.

Cuadro 5. Resultados promedio por ejote, obtenidos en las muestras de La Aguanaja, Tlaxcala.

TRATAMIENTO	PUNC/ EJOTE	HUEVO VIVO	HUE. ENCAP.	% ENCAP	L1 VIVA	L1 ENCAP	% ENC	LARVAS vivas	%ENCAP TOTAL
Resistentes									
1 ZACATECAS-46 (52)	3.27	0.04	0.06	60.0	0.04	0.00	0.00	0.36	11.5
2 TLAXCALA-62 (48)	3.19	0.12	0.08	40.0	0.00	0.06	100	0.27	26.9
4 J-117 (47)	2.17	0.02	0.04	66.7	0.00	0.00	0.00	0.06	33.3
5 AMARILLO-154 (73)	2.04	0.08	0.04	33.3	0.07	0.00	0.00	0.05	16.7
7 AMARILLO-169 (76)	3.74	0.12	0.17	59.1	0.05	0.03	33.3	0.09	42.8
Susceptibles									
3 JAMAPA (78)	13.80	2.10	0.0	0.0	0.37	0.09	19.4	21.3	1.9
6 ZACATECAS-45 (63)	7.20	0.95	0.0	0.0	0.13	0.01	11.1	0.65	0.9

Cuadro 6. Porcentaje de encapsulamiento y de granos dañados detectados en los genotipos incluidos en La Aguanaja, Tlaxcala.

TRATAMIENTO	PUNC/ EJOTE	HUEVO VIVO	HUE. ENCAP.	% L1 ENCAP	% ENCAP TOTAL	% DE GRANO DAÑADO	
Resistentes							
1 ZACATECAS-46 (52)	3.27	0.04	60.0	0.0	11.5	12.8	R
2 TLAXCALA-62 (48)	3.19	0.12	40.0	100	26.9	7.2	R
4 J-117 (47)	2.17	0.02	66.7	0.0	33.3	4.2	R
5 AMARILLO-154 (73)	2.04	0.08	33.3	0.0	16.7	2.9	R
7 AMARILLO-169 (76)	3.74	0.12	59.1	33.3	42.8	11.9	R
Susceptibles							
3 JAMAPA (78)	13.80	2.10	0.0	19.4	1.95	9.2	S
6 ZACATECAS-45 (63)	7.20	0.95	0.0	11.1	0.93	7.0	S

Valores de resistencia/susceptibilidad en La Aguanaja, Tlax:

Resistencia alta (R)= Valores 14.8 % grano dañado o menos.

Resistencia intermedia (I)= Valores entre 14.9 y 29.6 % granos dañado.

Susceptibles (S)= Valores de 29.7 % grano dañado o más.

Tomando en cuenta los datos generales obtenidos en los dos experimentos de Santa Lucía y el de La Aguanaja, se observa en el parámetro de punciones por ejote que los genotipos resistentes, Amarillo-155, J-117, México-332, Puebla-36, Tlaxcala-62, Pinto-168, Amañillo-169, Zacatecas-46 y Pinto Texcoco tuvieron los menores valores, destacándose la respuesta de Puebla-36 y J-117, genotipos que tuvieron los menores números de punciones por ejote. Estos valores observados nos indican que todos estos genotipos poseen mecanismos de antixenosis para oviposición.

Al observar los porcentajes de encapsulamiento (de huevecillos y larvas de primer estadio) se detecta que los mayores valores se tuvieron en los **genotipos** J-117, Tlaxcala-62, Amarillo-155, Hidalgo-58, México-332, Pinto-168 y Amarillo-169. Al comparar estos valores de encapsulamiento con los porcentajes de grano dañado se detecta una relación muy estrecha, lo cual nos da un indicio de que este mecanismo de antibiosis, por una reacción hipersensitiva es un buen medio

de defensa de estos genotipos. Debido a que los materiales Puebla-36, Zacatecas-46 y Pinto Texcoco no mostraron en ningún momento un alto porcentaje de encapsulamientos, pero si mostraron buena respuesta en lo que respecta al parámetro de granos dañados, nos hace suponer que estos tres genotipos tienen como principal mecanismo de defensa la antixenosis, mientras que los genotipos J-117, Tlaxcala-62, Amarillo-155, Hidalgo-58, México-332, Pinto-168 y Amarillo-169, combinan los mecanismos de antixenosis y de antibiosis para expresar su resistencia a este insecto. El genotipo APN-18, que se comporta como resistente a picudo del ejote en Centroamérica, tuvo una respuesta diferente en este trabajo, ya que mostró altos valores promedio de punciones por ejote, bajos porcentajes de encapsulamiento y en general nunca tuvo una respuesta de resistencia alta al picudo del ejote esto nos hace suponer que hay factores de mala adaptación que están condicionando la expresión de su característica de resistencia.

## **CONCLUSIONES**

Tomando en cuenta la información obtenida en estos experimentos se pueden plantear las siguientes conclusiones.

1. Se detectó la presencia de dos mecanismos de resistencia al picudo del ejote: antixenosis para oviposición y antibiosis por medio de una reacción de hipersensibilidad. La reacción hipersensitiva alrededor del sitio de oviposición se denominó cicatrización-encapsulación.
2. Los genotipos Amarillo-155, J-117, México-332, Puebla-36, Tlaxcala-62, Pinto-168, Amarillo-169, Zacatecas-46 y Pinto Texcoco, mostraron el mecanismo de antixenosis, para oviposición.
3. Los genotipos J-117, Tlaxcala-62, Amarillo-155, Hidalgo-58, México-332, Pinto-168 y Amarillo-169, tuvieron una alta expresión del mecanismo de antibiosis.
4. Los frijoles Puebla-36, Zacatecas-46 y Pinto Texcoco deben su resistencia al picudo del ejote, principalmente al mecanismo de antixenosis.
5. Los genotipos J-117, Tlaxcala-62, Amarillo-155, Hidalgo-58, México-332, Pinto-168 y Amarillo-169, combinan ambos mecanismos de antixenosis y antibiosis, para expresar su resistencia al picudo del ejote.
6. El genotipo APN-18 resistente en Centroamérica, mostró una disminución de esta característica en la localidad de México donde se evaluó.
7. Los materiales resistentes al picudo del ejote tuvieron mayores porcentajes de granos dañados, al evaluarlos en el sistema de asociación con maíz, que al sembrarlos en unicultivo.

## **LITERATURA CITADA**

1. Agrios, G.N. 1978. Plant pathology. 2nd. ed. Academic Press. Nueva York, E.U.A. 703 p.
2. Anónimo. 1978. Control de plagas y animales. Vol. 3. Manejo y control de plagas de insectos. National Academy of Sciences. 1a. ed. Limusa, México. 522 p.
3. Fernandes, G.W. 1990. Hypersensitivity: A neglected 'plant resistance mechanism against insect herbivores. Environ. Entomol. 19(5): 1173-1182.
4. Hannover.J.W. 1980. Breeding forest trees resistant to insects. In: Breeding plants resistant to insects.
5. Maxwell, F.G. and P.R. Jennings (eds.). John Wiley & Sons. Nueva York, E.U.A. p. 487-512.

6. Kogan, M. 1982. Plant resistance in insect management. In: Introduction to insect pest management. Metcalf, R.L. and W.H. Luckman (eds). 2nd. ed. John Wiley and Sons. Nueva York, E.U.A. p. 93-134.
7. Ortega, A., S.K. Vasal, J. Mihm and C. Hershey. 1980. Breeding for insect resistance in maize. In: Breeding plants resistant to insects. Maxwell, F.G. and P.R. Jennings (eds.) John Wiley & Sons. Nueva York, E.U.A. p. 371-419.
8. Painter R.H. 1951. Insect resistance in crop plants. McMillan. Nueva York, E.U.A. 520 p.
9. Russell, G.E. 1978. Plant Breeding for pest and disease resistance. Butterworth, Boston, E.U.A. 485 p.
10. Smith.C.M. 1989. Plant resistance to insects: A fundamental approach. Wiley. Nueva York. E.U.A. 286 p.