

Evaluación de genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) almacenado al ataque del gorgojo *Zabrotes subfasciatus* (Boheman)

Dunia Tatiana Escobar Vados

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
Noviembre, 2016

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Evaluación de genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) almacenado al ataque del gorgojo *Zabrotes subfasciatus* (Boheman)

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniera en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Dunia Tatiana Escobar Vados

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2016

Evaluación de materiales genéticos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) almacenado al ataque del gorgojo *Zabrotes subfasciatus* (Boheman)

Dunia Tatiana Escobar Vados

Resumen. El ataque de *Zabrotes subfasciatus* causa pérdidas entre el 15-20% en frijol almacenado. El objetivo del estudio fue evaluar diez genotipos de frijol común durante el almacenamiento al ataque de *Z. subfasciatus*. El ensayo se realizó en las instalaciones del Programa de Investigaciones de Frijol de la Escuela Agrícola Panamericana, bajo condiciones de temperatura de 27 ± 3 °C y humedad relativa de $72 \pm 7.5\%$, usando un DCA con cinco repeticiones. Cada unidad experimental fue infestada con 10 parejas de adultos de *Z. subfasciatus*. 23 días después de la infestación se cuantificaron los huevos ovopositados en la testa de la semilla. Se midió el número de huevos totales, el promedio de huevos/hembra, la proporción de hembras, el número de adultos emergidos, porcentaje de pérdida de peso del grano, número total de perforaciones y semilla dañada. El análisis de los datos se realizó a través de un ANDEVA, separación de medias DUNCAN, y un análisis de correlación usando el programa SAS[®] 9.4. Los genotipos más susceptibles fueron Surú, con un 87% de daños en las semillas y Honduras Nutritivo con 58%; las líneas que mostraron menor daño fueron SEF 70, BFS 10, CENTA EAC, PR 1429-3, PR 1429-4, Amadeus 77, Lenca Precoz y XRAV 40-4. El número total de perforaciones, porcentaje de semilla dañada y número de huevos fueron variables altamente correlacionadas en todos los genotipos. Se recomienda evaluar estos genotipos para definir si hay presencia de arcelina y confirmar el valor de esta proteína en la resistencia a *Z. subfasciatus*.

Palabras clave: Infestación, líneas resistentes, ovoposición.

Abstract. The attack of *Zabrotes subfasciatus* causes losses in stored beans between 15-20%. The objective of the study was to evaluate during storage ten genotypes of common bean to the attack of *Z. subfasciatus*. The experiment was conducted in the facilities of Bean Research Program of the Escuela Agrícola Panamericana, under a temperature of 27 ± 3 °C and a relative humidity of $72 \pm 7.5\%$, using a CRD with five replicates. Each experimental unit was infested with 10 couples of *Z. subfasciatus*. 23 days after the infestation the oviposited eggs in the seed coat of the bean were quantified. The total number of eggs, the average of eggs per female, the number of emerged adults, grain weight loss, number of perforations and seed damage were measured. The data analysis was done through an ANOVA, a mean separation with DUNCAN test, and a correlation analysis was done. The most susceptible genotype was Surú with 87% damage in seeds and Honduras Nutritivo with 58%; the genotypes with less damages were SEF 70, BFS 10, CENTA EAC, PR 1429-4, PR 1429-3, Amadeus 77, Lenca Precoz and XRAV 40-4. The total number of perforation, seed damaged percentage and number of eggs were variables highly correlate in all genotypes. It is recommended to evaluate these genotypes to define the presence of arceline and confirm the resistance of these protein to *Z. subfasciatus*.

Key words: Infestation, oviposition, resistant lines.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4. CONCLUSIONES	14
5. RECOMENDACIONES	15
6. LITERATURA CITADA.....	16
7. ANEXOS	18

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Diferencias en la tasa de ovoposición expresada en número totales de huevos y huevos/hembra en líneas de frijol común infestados con <i>Zabrotes subfasciatus</i> , Zamorano, Honduras, 2016.	9
2. Diferencia en la tasa de emergencia de adultos expresada en hembras, machos y número total de emergidos en líneas de frijol común infestados con <i>Zabrotes subfasciatus</i> , Zamorano, Honduras, 2016.	9
3. Diferencias en el porcentaje de emergencia de adultos y número de perforaciones en líneas de frijol común infestados con <i>Zabrotes subfasciatus</i> , Zamorano, Honduras, 2016.	10
4. Diferencias en el porcentaje de pérdida de peso y semilla dañada en líneas de frijol común infestados con <i>Zabrotes subfasciatus</i> , Zamorano, Honduras, 2016.	11
5. Diferencias en proporción de hembras en líneas de frijol común infestados con <i>Zabrotes subfasciatus</i> , Zamorano, Honduras, 2016.	12
Anexos	Página
1. Correlación entre las variables evaluadas de la línea SEF 70.	18
2. Correlación entre las variables evaluadas de la línea CENTA EAC.	19
3. Correlación entre las variables evaluadas de la línea Honduras Nutritivo.	20
4. Correlación entre las variables evaluadas de la línea BFS 10.	21
5. Correlación entre las variables evaluadas de la línea Amadeus 77.	22
6. Correlación entre las variables evaluadas de la línea Surú.	23
7. Correlación entre las variables evaluadas de la línea XRAV 40-4.	24
8. Correlación entre las variables evaluadas de la línea PR 1429-4.	25
9. Correlación entre las variables evaluadas de la línea Lenca Precoz.	26
10. Correlación entre las variables evaluadas de la línea PR 1429-3.	27

1. INTRODUCCIÓN

En Honduras el frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*), es considerado una de las leguminosas más importantes en la dieta diaria de la población. Dentro de los granos básicos ocupa el segundo lugar después del maíz, tanto por la superficie sembrada, como por la cantidad que consume la población. Se siembran un promedio de 150 mil manzanas que generan una producción de 1.8 millones de quintales (Escoto 2004). América Latina es la zona de mayor producción y consumo, se estima que más del 45% de la producción mundial proviene de esta región, donde es considerado como uno de los productos básicos de la economía campesina (Fenalce 2010).

El frijol tiene un alto contenido proteico y en menor medida aporta carbohidratos, vitaminas y minerales, ubicándose en una posición de gran ventaja en comparación con otros alimentos de origen vegetal (Ulloa *et al.* 2011). El consumo anual *per cápita* de frijol en Honduras es de 9-20 kg/persona/año, fundamentalmente en áreas rurales, pero con un consumo en incremento en las áreas urbanas (Abrego 2015). La mayoría del frijol en Honduras es producido por el agricultor de subsistencia y es consumido por su familia. El excedente del cultivo usualmente es vendido a bajos precios a intermediarios después de cosechado (Espinal *et al.* 1993).

La conservación y protección de este grano en el almacenamiento constituye una necesidad alimenticia, social y económica. Se estima que del 5 a 10% de la producción mundial se pierde a causa de insectos de almacén, lo que equivale a la cantidad de granos necesaria para alimentar a 130 millones de personas anualmente (FAO 1999). Los programas de mejoramiento genético nacionales e internacionales han puesto sus esfuerzos para lograr el incremento de la producción de granos, la falta de conocimientos de los productores sobre sistemas de manejo pos cosecha conduce a una pérdida mayor, reflejado en la pérdida parcial o total del alimento producido al finalizar la época de almacenamiento (Borja 2011).

El Programa Regional de Pos cosecha (1995), establece que un almacenamiento inadecuado ocasiona pérdidas en calidad, peso, contenido nutricional, porcentaje de germinación, alimento y consecuentemente pérdida monetaria. Estas pérdidas son ocasionadas por el ataque de microorganismos biológicos como hongos, insectos y roedores, que pueden llegar a consumir hasta un 30% del total de grano almacenado. Debido a las altas pérdidas estimadas, las agencias bilaterales y multilaterales, y gobiernos nacionales, han sido estimuladas para invertir más recursos económicos en la prevención de las pérdidas de alimentos (Espinal *et al.* 1993).

Los coleópteros designados como gorgojos causan pérdidas económicas alrededor de un 20% en el frijol almacenado. Pero si la cosecha de frijol es tardía y se trae del campo con

infestación alta, las pérdidas en almacén pueden ser hasta del 100%. Las pérdidas ocasionadas por estos insectos en frijol almacenado son irreparables, debido a que provocan daños directos a la semilla (Permuy *et al.* 2008). La especie que causa mayor daño al frijol almacenado es *Zabrotes subfasciatus* (Boheman), considerada una de las plagas más importantes del frijol almacenado en África y América Latina. Se estima que las pérdidas ocasionadas por esta plaga en América Latina son de alrededor de 15% (Schoonhoven *et al.* 1988).

El deterioro directo del grano de frijol como consecuencia del ataque de este insecto, sucede cuando sus larvas se alimentan exclusivamente de semillas, causando daños considerables al atacar los cotiledones, los granos están cubiertos de huevos y presentan muchas perforaciones que corresponden a las cámaras de alimentación de los insectos, lo que causa pérdida de peso y menor cantidad de nutrientes (Permuy *et al.* 2008).

El control de insectos mediante el empleo de variedades de granos resistentes a su ataque representa un método seguro y económico. Se considera a una variedad resistente la que, bajo condiciones iguales y gracias a su constitución genotípica, se daña en menor intensidad por el ataque de un determinado insecto en comparación con otra variedad m. La resistencia del frijol a los gorgojos se debe a un mecanismo de antibiosis, es decir, a un efecto deletéreo muy significativo ocasionado por la planta sobre la biología de los insectos y su supervivencia (Valencia 2006).

Los efectos antibióticos pueden ser de orden letal, los cuales afectan huevos e instares muy tempranos, o crónicos que conducen a mortalidad de instares más avanzados e incluso pupas y adultos. La antibiosis se manifiesta de las siguientes maneras: muerte temprana de inmaduros, tasas de crecimiento anormales, emergencia de adultos muy pequeños o malformados, fecundidad y fertilidad reducida y conducta anormal (Cardona 1997). Las proteínas conocidas como arcelinas (Arc1, Arc2, Arc3 y Arc4) presentes en las semillas de frijol, se consideran como uno de los mecanismos de la antibiosis de las variedades de frijol a los bruchidos que atacan las semillas (Miranda *et al.* 2002).

El uso de variedades resistentes permite una disminución del costo del control del insecto, proporcionando un producto de buena calidad sin la presencia de insecticidas (Valencia 2006). Las variedades resistentes para el control del gorgojo son una estrategia muy apropiada para pequeños agricultores quienes se encuentran desprovistos de recursos económicos y conocimientos técnicos de tecnologías modernas en el almacenamiento de grano (Espinal *et al.* 1993).

En el estudio se evaluó la resistencia de 10 variedades de frijol común al ataque de *Z. subfasciatus*. Los objetivos planteados para el estudio fueron:

- Evaluar la resistencia de 10 genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) al ataque del gorgojo *Zabrotes subfasciatus*.
- Caracterizar daños físicos causados por el ataque de *Zabrotes subfasciatus* en genotipos de frijol mediante la medición de variables reproductivas y de desarrollo del insecto.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El presente estudio se llevó a cabo en los meses de Mayo a Septiembre del 2016 en el Banco de Germoplasma del Programa de Investigación del Frijol (PIF), en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada a 30 km sur de Tegucigalpa, municipio de San Antonio de Oriente en el departamento de Francisco Morazán, Honduras.

Diseño Experimental. En el estudio se evaluaron 10 tratamientos conformados por genotipos de frijol, incluyendo variedades y líneas mejoradas del Programa de Investigación del Frijol (PIF), usando un Diseño Completamente al Azar con 5 repeticiones. Los genotipos evaluados se describen a continuación.

Amadeus 77. Es una variedad de grano rojo mejorado, desarrollada en Honduras por la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, de la cruce simple de Tío Canela 75 con DICTA 105. Se adapta al calor y a condiciones variables de fertilidad del suelo, por lo que se recomienda para zonas costeras.

Surú. Es una variedad de grano blanco, desarrollada en Honduras por la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, de la cruce simple de PAN68 CON Bribri. Posee un alto potencial de rendimiento, calidad de grano y de resistencia intermedia a los principales patógenos. Fue liberada en el 2009 en Costa Rica por el programa PITTA-Frijol, su nombre significa blanco en la lengua Cabécar.

Azabache 40. También conocida como XRAV 40-4, es una variedad de grano negro, desarrollada en Honduras por la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano y la UPR. Posee resistencia a tres virus, el virus del mosaico dorado amarillo (VMDAF), el virus del mosaico común (VCMF), y al virus del mosaico común necrótico del frijol (VMCNF).

PR 1429-3 y PR 1429-4. Son líneas desarrolladas por la UPR con resistencia al gorgojo del frijol común, derivadas de la cruce de AO1012-29-3 con XRAV 40-4. AO1012-29-3 es una línea derivada de Rojo*3/SMARC 2-PN-1// ICA Pijao*2 / G40199.

Honduras Nutritivo. Es una variedad de frijol rojo liberada por el PIF/Zamorano y DICTA/SAG en el 2016. Es resistente a los virus del mosaico común (VCMF) y mosaico

dorado amarillo (VMDAF), y posee un mayor contenido de hierro que las variedades tradicionales.

Lenca Precoz. Es una variedad de frijol negro desarrollada por el PIF/Zamorano y la UPR. Liberada en Honduras en el 2016. Posee resistencia a tres virus del mosaico dorado amarillo (VMDAF), el virus del mosaico común (VCMF), y al virus del mosaico común necrótico del frijol (VMCNF).

BFS 10. Es una línea promisorio del grano rojo desarrollada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el PIF/Zamorano. Posee resistencia a los virus del mosaico común (VCMF) y mosaico dorado amarillo (VMDAF) y tolerancia de sequía. Se encuentra actualmente en proceso de validación en finca de agricultores.

SEF 70. Es una línea promisorio de grano rojo desarrollada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el PIF/Zamorano. Posee resistencia a los virus del mosaico común (VCMF) y mosaico dorado amarillo (VMDAF), tolerancia a sequía, y mayor contenido de hierro a variedades tradicionales. Se encuentra actualmente en proceso de validación en finca de agricultores.

CENTA EAC. Es una variedad de grano rojo liberada por el PIF/Zamorano y el CENTA en el Salvador. Posee resistencia a los virus del mosaico común (VCMF) y mosaico dorado amarillo (VMDAF), tolerancia a sequía y a las altas temperaturas. Se encuentra actualmente en proceso de validación en finca de agricultores.

Unidades experimentales. Las unidades experimentales se infestaron en frascos cilíndricos de vidrio de ocho centímetros de altura con dos centímetros de diámetro, en el que se colocaron 20 semillas. A cada una de las tapas de cada frasco de frijol infestado se le realizó una perforación circular de 3 cm de diámetro y se le colocó una malla de 40 mesh que permitió la aireación y evito el escape de los gorgojos. La cuantificación de las semillas se realizó por medio de un contador de semillas Seedburo 900 AG Grain Grading Scale y se realizó la medición de la humedad con el Burrows Moisture Tester DMC550.

Cría de *Zabrotes subfasciatus*. Se colocaron 500 g de semillas de frijol de la variedad Seda que es susceptible al ataque de los gorgojos. Se utilizaron frascos de vidrio marca Mason de 946 ml con tapa de rosca y malla metálica para facilitar la aireación y evitar que los gorgojos se escapen. Los gorgojos son sexados y se colocan 100 parejas en el frasco. A los 15-18 días de haberse infestado las semillas, se retiraron los adultos mediante cernido usando una malla metálica de 3-4 mm, este proceso se repitió dos días después hasta remover todos los gorgojos presentes en los frascos conteniendo los granos de frijol. Para continuar con el proceso de crianza se debe dejar otras 100 parejas de gorgojos de la

bandeja en un nuevo frasco con semillas de frijol, realizando el mismo procedimiento antes descrito (CIAT 1988).

Infestación. Los tratamientos fueron infestados con 10 parejas sexadas de *Z. subfasciatus* provenientes de los frascos de crianza y se separaron utilizando un tamiz Tyler Equivalent® No. 12. Las parejas se colocaron en las unidades experimentales conformadas por frascos cilíndricos de vidrio de ocho centímetros de altura con dos centímetros de diámetro conteniendo las 20 semillas de cada variedad de frijol. Para el manejo de los gorgojos durante la infestación, estos fueron introducidos a un ambiente frío de 8 °C por 2 minutos; debido a que las bajas temperaturas reducen su metabolismo y movilidad (CIAT 1988).

Diseño experimental. Se usó un diseño completamente al azar con 10 tratamientos (genotipos de frijol), con cinco repeticiones de cada uno, para un total de 50 unidades experimentales. El estudio de la evaluación del ataque del gorgojo *Z. subfasciatus* en semillas de variedades de frijol se realizó bajo condiciones ambientales de 27 ± 3 °C y humedad relativa de $72 \pm 7.5\%$. En el ensayo se utilizaron frascos pequeños de vidrio con 20 semillas de frijol de los 10 genotipos de frijol para medir la resistencia a *Z. subfasciatus*.

Variables medidas. En el estudio se midieron las variables de ovoposición (número de huevos totales y número de huevos por hembra), número de adultos emergidos y porcentaje de emergencia de adultos, porcentaje de hembras emergidas, número total de perforaciones, porcentaje de semilla dañada y porcentaje de pérdida de peso de las semillas, como se describe a continuación.

Ovoposición. Para determinar esta variable se contó el número de huevos ovopositados en la testa de cada semilla de frijol, utilizando una lupa marca Maped® debido a que el tamaño de los huevos dificultaba su observación; también se utilizó una pinza BioQuip N°2 A con puntas planas redondeadas para evitar el daño en los huevos. El conteo se realizó 23 días después de la infestación.

Ovoposición por hembra de *Zabrotes subfasciatus*. Esta variable se midió dividiendo el número total de huevos ovopositados en la testa del frijol entre el número total de hembras utilizadas en la infestación.

Total de adultos emergidos. Es la cuantificación total del número de gorgojos adultos que salieron en su primer ciclo. Se realizaron observaciones cada tres días desde los 34 DDI; observando el primer gorgojo emergido a los 37 DDI en la línea de frijol común Surú, los últimos emergidos fueron a los 71 DDI en las líneas CENTA EAC, Honduras Nutritivo, Amadeus 77, Surú, XRAV 40-4, PR 1429-4 y PR 1429-3.

Porcentaje de emergencia de adultos. Esta variable indica la cantidad de gorgojos emergidos con relación a la cantidad de huevos totales, se dividió el total de adultos emergidos entre el total de huevos producidos usando la ecuación 1 (Moreira 1994).

$$PEA(\%) = \frac{TAE}{TH} \times 100 \quad [1]$$

Donde:

PEA: Porcentaje de emergencia de adultos.

TAE: Total de adultos emergidos.

TH: Total de huevos (ovoposición).

Proporción de hembras de *Zabrotes subfasciatus*. Al finalizar la emergencia de todos los adultos de gorgojos estos son sexados y cuantificados. Para obtener la proporción de hembras, se usa la cantidad total de hembras emergidas entre el total de adultos emergidos (ecuación 2).

$$PH = \frac{The}{TAE} \quad [2]$$

Donde:

PH: Proporción de hembras.

The: Total de hembras emergidas.

TAE: Total de adultos emergidos.

Porcentaje de semilla dañada. Esta variable se midió al día 71 cuando finalizó la emergencia del último gorgojo *Z. subfasciatus*, cuantificando el número de semillas perforadas, mediante la división del número total de semillas utilizadas y este valor se multiplicó para 100, utilizando la ecuación 3.

$$SD(\%) = \frac{TSD}{TS} \times 100 \quad [3]$$

Donde:

SD: Porcentaje de semilla dañada.

TSD: Número de semillas perforadas.

TS: Número de semillas utilizadas.

Número total de perforaciones en las líneas de frijol. Esta variable se midió sumando las perforaciones observadas al final del ciclo en cada una de las unidades experimentales evaluadas.

Porcentaje de pérdida de peso de semilla. Esta variable indica el porcentaje de pérdida de peso de cada línea de frijol. Se obtuvo el peso inicial de las unidades experimentales de 20 semillas; a los 71 días después de infestación, que fue la última emergencia de adultos y se obtuvo el peso final del grano en una balanza de marca Seedburo 900 AG, en una escala en granos. La diferencia de peso se consideró como peso perdido ocasionado por el gorgojo *Zabrotes subfasciatus*, para el cálculo de esta variable se utilizó la ecuación 4:

$$PP(\%) = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100 \quad [4]$$

Donde:

PP: Porcentaje de pérdida de peso.

Pi: Peso inicial.

Pf: Peso final.

Análisis estadísticos. Los datos obtenidos se analizaron a través de un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de medias por el método DUNCAN. Además, se realizó un análisis de correlación. Para llevar a cabo estos análisis se usó el programa Statistical Analysis System (SAS[®] 9.4).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ovoposición. Los resultados obtenidos del conteo del número de huevos totales y el promedio de huevo por hembra del gorgojo del frijol *Zabrotes subfasciatus* indican que la mayor tasa de ovoposición se presentó en las líneas PR 1429-3, Surú, PR 1429-4 y Lenca Precoz con tasas >15 huevos/hembra; y la menor ovoposición fue en las líneas BFS 10, Amadeus 77 y CENTA EAC con tasas <12 huevos/hembra (Cuadro 1). La ovoposición si presento diferencias significativas ($P<0.05$) para las variedades de frijol evaluadas. Por lo que si existió preferencia por parte del gorgojo para la ovoposición en determinada variedad. Las posibles características de resistencia o tolerancia de alguna de las variedades de frijol evaluadas no se reflejarían en la ovoposición de las hembras (Pleites 2014).

Ovoposición por hembra de *Z. subfasciatus*. Los resultados obtenidos en el total de huevos por hembra de *Z. subfasciatus* presentaron diferencias significativas ($P<0.05$) entre los tratamientos (Cuadro 1). El rango del total de huevos por hembra fue de 4.3 huevos/hembra en la variedad Amadeus 77 a 34.4 huevos/hembra para PR 1429-3. Estos resultados se encontraron por debajo a los mencionados por Gonzales et al. (1984) quienes obtuvieron valores promedios entre 20 y 40 huevos por hembra. Un posible factor que influyó en los valores obtenidos para esta variable fue el tipo de frasco utilizado, ya que las superficies lisas del vidrio estimulan la ovoposición de *Z. subfasciatus* (Valencia 2006), evitando concentrar el total de las posturas en las semillas.

Emergencia de adultos. Los análisis de los datos expresados en hembras, machos y total de adultos emergidos presentaron diferencias significativas, observándose en general mayores tasas de emergencia de hembras (>12), machos (>5) y total adultos emergidos (>15) en genotipos de frijol como Surú, PR 1429-3 y Honduras Nutritivo. De manera contrastante, los valores más bajos de hembras (<4), machos (<3) y total adultos emergidos (<6) en genotipos de frijol como SEF 70, Amadeus 77 y PR 1429-4 (Cuadro 2). El efecto antibiótico generado por la proteína arcelina en *Z. subfasciatus* causa una prolongación en el ciclo de vida, un descenso de la emergencia de adultos, reducción del peso y tamaño de la progenie (Cardona et al. 1990).

Cuadro 1. Diferencias en la tasa de ovoposición expresada en número totales de huevos y huevos/hembra en líneas de frijol común infestados con *Zabrotes subfasciatus*, Zamorano, Honduras, 2016.

Genotipos	N° Total	Huevo/hembra
PR 1429-3	344 A	34.4 A
Surú	257 AB	25.7 AB
PR 1429-4	173 BC	17.3 BC
Lenca Precoz	154 BC	15.4 BC
Honduras Nutritivo	134 C	13.4 C
XRAV 40-4	116 C	11.6 C
CENTA EAC	80 C	8.0 C
SEF 70	70 C	7.0 C
BFS 10	63 C	6.3 C
Amadeus 77	43 C	4.3 C
CV (%)	61.6	61.6

A-C: Valores con letras diferentes en la misma columna son estadísticamente diferentes (P<0.05).

CV= Coeficiente de variación.

Cuadro 2. Diferencia en la tasa de emergencia de adultos expresada en hembras, machos y número total de emergidos en líneas de frijol común infestados con *Zabrotes subfasciatus*, Zamorano, Honduras, 2016.

Genotipos	Hembras	Machos	Total
Surú	21.6 A	19.8 A	41.4 A
Honduras Nutritivo	11.8 B	4.6 B	16.4 B
Lenca Precoz	7.8 BC	5.6 B	13.4 B
PR 1429-3	6.8 BC	8.4 B	15.2 B
XRAV 40-4	4.6 BC	4.0 B	8.6 B
CENTA EAC	4.0 C	2.4 B	6.4 B
BFS 10	3.4 C	2.8 B	6.2 B
Amadeus 77	2.4 C	2.6 B	5.0 B
SEF 70	1.6 C	1.2 B	2.8 B
PR 1429-4	1.6 C	1.4 B	3.0 B
CV (%)	81.5	92.2	80.9

A-C: Valores con letras diferentes en la misma columna son estadísticamente diferentes (P<0.05).

CV= Coeficiente de variación.

Porcentaje de emergencia de adultos. De la relación de las tasas de ovoposición y la emergencia de adultos, se observó que el mayor porcentaje de adultos emergidos se presentó en Surú y Honduras Nutritivo mientras que los porcentajes más bajos observados fueron en Amadeus 77, PR 1429-4 y CENTA EAC (Cuadro 3). Este dato debe considerarse cuidadosamente ya que no se relaciona directamente con los daños y

pérdidas de peso causados por el ataque de *Z. subfasciatus* a semillas de las líneas de frijol (Pleites 2014).

Número total de perforaciones en las líneas de frijol. Los resultados obtenidos en el número total de perforaciones registradas en líneas de frijol infestadas con *Z. subfasciatus*, presentaron diferencias significativas ($P<0.05$) (Cuadro 3). Las líneas con mayor número total de perforaciones fueron Surú, Honduras Nutritivo y PR 1429-3; las que presentaron menor número total de perforaciones fueron las líneas SEF 70, Amadeus 77 y CENTA EAC. Los polipéptidos de la arcelina 4 son resistentes a la digestión de las proteasas del intestino de *Z. subfasciatus*, esto puede constituir una razón de su carácter anti metabólico. Mientras que altos niveles de polipéptidos de arcelina 2 están correlacionados con resistencia (Minney *et al* 1990).

Cuadro 3. Diferencias en el porcentaje de emergencia de adultos y número de perforaciones en líneas de frijol común infestados con *Zabrotes subfasciatus*, Zamorano, Honduras, 2016

Genotipos	Emergencia (%)	Número de perforaciones
Surú	26.4 A	64.8 A
Honduras Nutritivo	15.8 B	22.4 B
BFS 10	12.0 BC	4.6 B
SEF 70	9.9 BC	4.0 B
PR 1429-3	8.0 BC	20.4 B
Lenca Precoz	7.2 BC	13.0 B
XRAV 40-4	7.0 BC	8.4 B
Amadeus 77	5.9 C	8.4 B
CENTA EAC	5.8 C	7.6 B
PR 1429-4	4.7 C	5.8 B
CV (%)	64.8	80.2

A-C: Valores con letras diferentes en la misma columna son estadísticamente diferentes ($P<0.05$).

CV= Coeficiente de variación.

Pérdida de peso de la semilla. Este valor indica el porcentaje de pérdida de peso debido al ataque del gorgojo *Z. subfasciatus* con relación al peso inicial del grano. Las variedades de frijol evaluadas presentaron diferencias significativas ($P<0.05$) en el porcentaje de pérdida de peso sufrido por los granos después del ataque de *Z. subfasciatus* (Cuadro 4). Las variedades que presentaron menor porcentaje de pérdida de peso fueron Amadeus 77 y PR 1429-4 con un 2.6% respectivamente, seguidos de la variedad PR 1429-3 con un 2.8%: las demás variedades presentaron un porcentaje mayor a 4%. Aunque las diferencias de las variedades BFS 10, PR 1429-3, PR 1429-4 y Amadeus 77 sean bajas, estas pueden tener un gran impacto principalmente en agricultores de subsistencia en el almacenamiento de frijol (Montoya 2001). El promedio de las pérdidas de frijol

almacenado por productores de subsistencia y mediana escala son de un 4.7y 5.6%, estos porcentajes indican una pérdida de alimento de un mes ya que una familia consume aproximadamente 2.2 kg de frijol por semana (Abrego 2015).

Porcentaje de semilla dañada. Estos datos se calcularon después de los 71 DDI, cuando ocurrió la emergencia del último adulto de *Z. subfasciatus*, cuantificándose el número de semillas perforadas que presentaban por los menos una perforación o agujero. Los mayores porcentajes de daños de las semillas fueron en las variedades Surú, Honduras Nutritivo y PR 1429-3 (>48%) y los menores en las líneas BFS 10, SEF 70, XRAV 40-4 y PR 1429-4 (<25%) (Cuadro 4). Los daños causados por *Z. subfasciatus* pueden causar pérdidas ya sea por calidad que sería granos contaminados de excremento o de cuerpos de los mismos insectos y daños por cantidad que sería el número de semillas o porciones de ella consumidas directamente por los insectos. Estas pérdidas, tanto en cantidad como en calidad, pueden incrementarse debido al ataque secundario de microorganismos como hongos y bacterias (CIAT 1988). Las pérdidas económicas pueden llegar a ser considerables ya que el deterioro del grano de frijol causado por el ataque de *Z. subfasciatus* es inaceptable en el mercado.

Cuadro 4. Diferencias en el porcentaje de pérdida de peso y semilla dañada en líneas de frijol común infestados con *Zabrotes subfasciatus*, Zamorano, Honduras, 2016.

Genotipos	Pérdida de peso (%)	Semilla dañada (%)
Surú	0.09 A	87.05 A
Lenca Precoz	0.07 AB	38.45 BCD
SEF 70	0.05 AB	18.00 CD
XRAV 40-4	0.05 AB	24.62 BCD
Honduras Nutritivo	0.05 AB	58.00 AB
CENTA EAC	0.04 B	24.00 CD
BFS 10	0.03 B	12.00 D
PR 1429-3	0.03 B	48.38 BC
PR 1429-4	0.03 B	25.00 BCD
Amadeus 77	0.03 B	30.00 BCD
CV (%)	80.6	63.41

A-D: Valores con letras diferentes en la misma columna son estadísticamente diferentes (P<0.05).

CV= Coeficiente de variación.

Proporción de hembras de *Zabrotes subfasciatus*. La mayor proporción de hembras se presentó en las líneas Honduras Nutritivo, SEF 70, Lenca Precoz y PR 1429-4 (>59%). Las líneas CENTA EAC, XRAV 40-4 y Amadeus 77 presentaron una proporción menor de hembras (<45%) (Cuadro 5), lo que indica menores tasas de ovoposición y daños a las semillas en el siguiente ciclo de *Z. subfasciatus*. La importancia en la proporción sexual de *Z. subfasciatus* radica en que al disminuir el número de hembras en relación al total de

la población, implicaría una disminución en el número de ovoposición y por lo tanto el daño sería menor (Decheco y Ortiz 1987).

Cuadro 5. Diferencias en proporción de hembras en líneas de frijol común infestados con *Zabrotes subfasciatus*, Zamorano, Honduras, 2016.

Genotipo	Proporción hembras (%)
Honduras Nutritivo	71.0 A
SEF 70	64.0 A
Lenca Precoz	60.2 A
PR 1429-4	53.9 A
BFS 10	51.6 A
PR 1429-3	49.6 A
Surú	43.3 A
Amadeus 77	38.7 A
XRAV 40-4	36.5 A
CENTA EAC	32.6 A
CV (%)	47.5

Valores con letras diferentes en la misma columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

CV= Coeficiente de variación.

Análisis de correlación. En la línea SEF 70 el porcentaje de pérdida de peso tuvo una alta correlación entre el número total de perforaciones, porcentaje de semilla dañada y número de huevos (>90%). El número total de perforaciones tuvo una correlación mayor a 92% entre el porcentaje de semilla dañada y el número de huevos. Mientras que el porcentaje de semilla dañada tuvo una correlación de 92% con el número de huevos. En la línea CENTA EAC la variable de porcentaje de peso tuvo una correlación mayor a 84% con el número de perforaciones, porcentaje de semilla dañada y proporción de hembras. La variable de adultos emergidos tuvo correlación mayor a 84% con el número de perforaciones y el porcentaje de semilla dañada. La variable de número total de perforaciones tuvo correlación con el porcentaje de semilla dañada de 99.5%.

En la línea Honduras Nutritivo la variable de número total de perforaciones tuvo una correlación de 95% con el porcentaje de semilla dañada. En la línea BFS 10 el porcentaje de pérdida de peso tuvo correlación con adultos emergidos de 84%. El número total de perforaciones tuvo una correlación mayor a 88% con el porcentaje de semilla dañada y el número de huevos. Y el porcentaje de semilla dañada tuvo una correlación de 89% con el número de huevos. En la línea Amadeus 77 el porcentaje de pérdida de peso tuvo una correlación mayor a 87% con el número total de perforaciones y el porcentaje de semilla dañada. La variable de adultos emergidos tuvo una correlación de 96% con la proporción de hembras. El número de perforaciones tuvo una correlación mayor a 90% con el porcentaje de semilla dañada y el número de huevos. Y el porcentaje de semillas dañadas tuvo una correlación de 91% con el número de huevos.

En la línea Surú el porcentaje de pérdida de peso tuvo una correlación de 84% con el número total de perforaciones y la variable de adultos emergidos tuvo una correlación de 84% con el número de huevos. En la línea XRAV 40-4 el porcentaje de pérdida de peso tuvo una correlación mayor a 90% con los adultos emergidos y el porcentaje de semilla dañada. La variable de adultos emergidos tuvo una correlación mayor de 88% con el número total de perforaciones, el porcentaje de semilla dañada y el número de huevos. El número total de perforaciones tuvo una correlación mayor al 92% con el porcentaje de semilla dañada, el número de huevos y la proporción de hembras. Y el porcentaje de semilla dañada tuvo una correlación del 92% con el número de huevos.

En la línea PR 1429-4 el porcentaje de pérdida de pesos tuvo una correlación mayor a 90% con el número total de perforaciones y porcentaje de semilla dañada. Y la variable de número total de perforaciones tuvo una correlación de 99% con el porcentaje de semilla dañada. En la línea Lenca Precoz el número total de perforaciones tuvo una correlación de 89% con el porcentaje de semilla dañada. Y el porcentaje de semilla dañada tuvo una correlación de 88% con el número de huevos. En la línea PR 14293 el número total de perforaciones tuvo una correlación mayor a 95% con el porcentaje de semilla dañada y el número de huevos.

4. CONCLUSIONES

- Los genotipos que mostraron mayor incidencia de daño al *Zabrotes subfasciatus* fueron las líneas Surú y Honduras Nutritivo.
- Los genotipos SEF 70, BFS 10, CENTA EAC, Amadeus 77, Lenca Precoz, XRAV 40-4, PR 1429-3 y PR 1429-4 mostraron menores incidencias de daño al ataque de *Zabrotes subfasciatus*.
- Los daños obtenidos en los genotipos SEF 70, BFS 10, CENTA EAC, Amadeus 77, Lenca Precoz, XRAV 40-4, PR 1429-3 y PR 1429-4 sugieren la presencia de antibiosis como un factor de resistencia.

5. RECOMENDACIONES

- Evaluar un segundo ciclo de infestación de *Zabrotes subfasciatus* en las variedades que mostraron menor incidencia de daño.
- Evaluar la resistencia de los genotipos de frijol utilizadas en el estudio al ataque *Acanthoscelides obtectus* (Say).
- En futuros estudios utilizar sitios donde se pueda controlar factores como la temperatura, horas luz y humedad relativa.
- Continuar evaluando estos genotipos para definir si hay presencia de arcelina y confirmar el valor de esa proteína en la resistencia de *Zabrotes subfasciatus*.

6. LITERATURA CITADA

Abrego A. 2015. Evaluación de la resistencia de materiales genéticos al ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) almacenado [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 26 p.

Base SAS® 9.4 TS1M2. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Borja M. 2001. Evaluación de pérdidas físicas “monetarias en dos sistemas de almacenamiento de frijol en la región Centro-Oriental, Honduras [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 38 p.

Cardona C. 1997. Resistencia Varietal a Insectos. Universidad Nacional de Colombia. Palmira (Colombia). 86 p

Cardona C, Kornegay J, Posso C, Morales F y Ramírez H. 1990. Comparative value of four arcelin variants in the development of dry bean lines resistant to the Mexican bean weevil. *Entomología Experimentalis et Applicata* 56(2):197-206.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1988. Principales insectos que atacan el grano de frijol almacenado y su control: Guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audio-tutorial sobre el mismo tema. 3ª ed. Cali (Colombia): Publicaciones de CIAT; [consultado 2016 jun 15]. <https://books.google.com.co/books?id=ztRIE6HO56UC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Decheco A y Ortiz M. 1987. Influencia de la temperatura sobre el “gorgojo del frijol” *Zabrotes subfasciatus*. *Revista Peruana de Entomología* 30:42-44.

Escoto N. 2004. Manual cultivo de Frijol [internet]. Tegucigalpa: Secretaria de Agricultura y Ganadería. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). [Consultado 2016 ago 23]. <http://www.dicta.hn/files/Manual-cultivo-de-FRIJOL-2004.pdf>

Espinal R, Higgins R y Wright V. 1993. Economic Losses Associated with *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) and *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) Infestations of Stored Dry Red Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in Southern Honduras). *Ceiba* 45(2):107-119.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1999. Manual de manejo pos cosecha de granos a nivel rural [internet]. Roma (Italia); [consultado 2016 oct 09]. <http://www.fao.org/docrep/x5027s/x5027s0h.htm>

Fenalce (Federación Nacional de cultivadores de Cereales). 2010. El cultivo del frijol, historia e importancia [internet]. Colombia; [Consultado 2016 de oct 09]. http://www.fenalce.org/arch_public/frijol93.pdf

González V, Roche R, y Simanca M. 1984. Ciclo de vida de *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae), plagas de granos almacenados. Ciencia de la Agricultura 21:25-30.

Minney P, Dobie P, Dendy J, Cardona C, Gatehouse J y Gatehouse A. 1990. Biochemical bases of seed resistance to *Zabrotes subfasciatus* (Been Weevil) in *Phaseolus vulgaris* (common bean); a mechanism for arcelin toxicity. J. Insect Physiol 36(10):757-767.

Miranda J, Toscano L y Fernández M. 2002. Evaluación de resistencia de diferentes genotipos de *Phaseolus vulgaris* a *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae). Sanidad Vegetal, Plagas 28: 571-576.

Montoya G. 2001. Evaluación de pérdidas físicas y monetarias en dos sistemas de almacenamiento de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en El Paraíso, Honduras. [Tesis] Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 39 p.

Moreira V. 1994. Ciclo de vida de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) en genotipos locales de frijol común en Honduras. [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 84 p.

Permuy N, Chaveco O, Gonzáles J, García E y Hidalgo F. 2008. Pérdida de grano de frijol común en un sistema de almacenamiento tradicional. Agricultura técnica en México 34(1):91-100.

Pleites, O. 2014. Evaluación de la resistencia de variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) al ataque del gorgojo del frijol *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano- Honduras. 24 p.

Programa Regional de Poscosecha.1995. Recomendaciones para almacenamiento. Tegucigalpa (Honduras). Litografía Lopez. 14 p.

Schoonhoven A, Cardona C, García J. 1988. Principales insectos que atacan el grano de frijol almacenado y su control. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 3a ed. Cali (Colombia): Publicaciones CIAT. 44 p.

Ulloa J, Rosas P, Ramírez J y Ulloa B. 2011. El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fotoquímicos. Revista Fuente 3(8):5-9.

Valencia, S. 2006. Efectos subletales de resistencia antibiótica a inmaduros en la demografía de adultos de los gorgojos del frijol *Acanthoscelides obtectus* (Say) y *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). Palmira. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. 152 p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Correlación entre las variables evaluadas de la línea SEF 70.

Pearson Correlation Coefficients, N = 5						
Prob > r under H0: Rho=0						
	Pérdida de peso (%)	Adultos emergidos	N. total de perforaciones	Semilla dañada (%)	Huevos	Proporción hembras
Pérdida de peso (%)	1	-0.37404 0.5351	0.95784 0.0103	0.97631 0.0044	0.9064 0.0339	-0.15349 0.8053
Adultos emergidos	-0.37404 0.5351	1	-0.4687 0.4259	-0.4251 0.4755	-0.72727 0.1638	-0.84703 0.0701
N. total de perforaciones	0.95784 0.0103	-0.4687 0.4259	1	0.98553 0.0021	0.91652 0.0286	0 1
Semilla dañada (%)	0.97631 0.0044	-0.4251 0.4755	0.98553 0.0021	1	0.91814 0.0278	-0.08104 0.8969
Huevos	0.9064 0.0339	-0.72727 0.1638	0.91652 0.0286	0.91814 0.0278	1	0.26245 0.6697
Proporción de hembras	-0.15349 0.8053	-0.84703 0.0701	0 1	-0.08104 0.8969	0.26245 0.6697	1

Anexo 2. Correlación entre las variables evaluadas de la línea CENTA EAC.

Pearson Correlation Coefficients, N = 5						
Prob > r under H0: Rho=0						
	Pérdida de peso (%)	Adultos emergidos	N. total de perforaciones	Semilla dañada (%)	Huevos	Proporción de hembras
Pérdida de peso (%)	1	0.8113 0.0956	0.95025 0.0132	0.97576 0.0045	0.37543 0.5335	0.84282 0.073
Adultos emergidos	0.8113 0.0956	1	0.83821 0.0762	0.83972 0.0752	0.45425 0.4422	0.62047 0.2641
N. total de perforaciones	0.95025 0.0132	0.83821 0.0762	1	0.99503 0.0004	0.14858 0.8115	0.68307 0.2037
Semilla dañada (%)	0.97576 0.0045	0.83972 0.0752	0.99503 0.0004	1	0.22952 0.7103	0.74853 0.1455
Huevos	0.37543 0.5335	0.45425 0.4422	0.14858 0.8115	0.22952 0.7103	1	0.71938 0.1707
Proporción de hembras	0.84282 0.073	0.62047 0.2641	0.68307 0.2037	0.74853 0.1455	0.71938 0.1707	1

Anexo 3. Correlación entre las variables evaluadas de la línea Honduras Nutritivo.

Pearson Correlation Coefficients, N = 5						
Prob > r under H0: Rho=0						
	Pérdida de peso (%)	Adultos emergidos	N. total de perforaciones	Semilla dañada (%)	Huevos	Proporción de hembras
Pérdida de peso (%)	1	-0.69374 0.1938	0.66442 0.2212	0.65849 0.2269	0.13817 0.8246	0.66222 0.2233
Adultos emergidos	-0.69374 0.1938	1	-0.75451 0.1405	-0.84608 0.0708	-0.58224 0.303	-0.16969 0.785
N. total de perforaciones	0.66442 0.2212	-0.75451 0.1405	1	0.94866 0.0139	0.76737 0.1299	0.5414 0.346
Semilla dañada (%)	0.65849 0.2269	-0.84608 0.0708	0.94866 0.0139	1	0.66998 0.216	0.52904 0.3593
Huevos	0.13817 0.8246	-0.58224 0.303	0.76737 0.1299	0.66998 0.216	1	-0.06959 0.9115
Proporción de hembras	0.66222 0.2233	-0.16969 0.785	0.5414 0.346	0.52904 0.3593	-0.06959 0.9115	1

Anexo 4. Correlación entre las variables evaluadas de la línea BFS 10.

Pearson Correlation Coefficients, N = 5						
Prob > r under H0: Rho=0						
	Pérdida de peso (%)	Adultos emergidos	N. total de perforaciones	Semilla dañada (%)	Huevos	Proporción de hembras
Pérdida de peso (%)	1	0.83825 0.0762	0.61655 0.268	0.59438 0.2905	0.25886 0.6741	0.08881 0.8871
Adultos emergidos	0.83825 0.0762	1	0.34499 0.5696	0.30313 0.62	-0.1392 0.8233	-0.33813 0.5778
N. total de perforaciones	0.61655 0.268	0.34499 0.5696	1	0.99091 0.001	0.87876 0.0497	0.02477 0.9685
Semilla dañada (%)	0.59438 0.2905	0.30313 0.62	0.99091 0.001	1	0.89073 0.0426	-0.00679 0.9914
Huevos	0.25886 0.6741	-0.1392 0.8233	0.87876 0.0497	0.89073 0.0426	1	0.25857 0.6745
Proporción de hembras	0.08881 0.8871	-0.33813 0.5778	0.02477 0.9685	-0.00679 0.9914	0.25857 0.6745	1

Anexo 5. Correlación entre las variables evaluadas de la línea Amadeus 77.

Pearson Correlation Coefficients, N = 5						
Prob > r under H0: Rho=0						
	Pérdida de peso (%)	Adultos emergidos	N. total de perforaciones	Semilla dañada (%)	Huevos	Proporción de hembras
Pérdida de peso (%)	1	0.73361 0.1583	0.88511 0.0459	0.86644 0.0574	0.58407 0.3011	0.70359 0.1849
Adultos emergidos	0.73361 0.1583	1	0.68768 0.1994	0.73509 0.157	0.58634 0.2988	0.96372 0.0082
N. total de perforaciones	0.88511 0.0459	0.68768 0.1994	1	0.99566 0.0003	0.88936 0.0434	0.53665 0.3511
Semilla dañada (%)	0.86644 0.0574	0.73509 0.157	0.99566 0.0003	1	0.91132 0.0313	0.57862 0.3067
Huevos	0.58407 0.3011	0.58634 0.2988	0.88936 0.0434	0.91132 0.0313	1	0.35639 0.556
Proporción de hembras	0.70359 0.1849	0.96372 0.0082	0.53665 0.3511	0.57862 0.3067	0.35639 0.556	1

Anexo 6. Correlación entre las variables evaluadas de la línea Surú.

Pearson Correlation Coefficients, N = 5						
Prob > r under H0: Rho=0						
	Pérdida de peso (%)	Adultos emergidos	N. total de perforaciones	Semilla dañada (%)	Huevos	Proporción de hembras
Pérdida de peso (%)	1	0.39643 0.5088	0.83743 0.0767	0.79424 0.1085	0.43752 0.4613	0.78404 0.1165
Adultos emergidos	0.39643 0.5088	1	0.5643 0.3217	0.6607 0.2248	0.83836 0.0761	0.074 0.9059
N. total de perforaciones	0.83743 0.0767	0.5643 0.3217	1	0.99017 0.0012	0.3314 0.5859	0.56952 0.3162
Semilla dañada (%)	0.79424 0.1085	0.6607 0.2248	0.99017 0.0012	1	0.3927 0.5132	0.53182 0.3563
Huevos	0.43752 0.4613	0.83836 0.0761	0.3314 0.5859	0.3927 0.5132	1	0.01632 0.9792
Proporción de hembras	0.78404 0.1165	0.074 0.9059	0.56952 0.3162	0.53182 0.3563	0.01632 0.9792	1

Anexo 7. Correlación entre las variables evaluadas de la línea XRAV 40-4.

Pearson Correlation Coefficients, N = 5						
Prob > r under H0: Rho=0						
	Pérdida de peso (%)	Adultos emergidos	N. total de perforaciones	Semilla dañada (%)	Huevos	Proporción de hembras
Pérdida de peso (%)	1	0.94551 0.0151	0.81745 0.091	0.89555 0.0399	0.8167 0.0916	0.54105 0.3464
Adultos emergidos	0.94551 0.0151	1	0.88336 0.047	0.90678 0.0337	0.94172 0.0167	0.68653 0.2005
N. total de perforaciones	0.81745 0.091	0.88336 0.047	1	0.96709 0.0071	0.92509 0.0243	0.92091 0.0264
Semilla dañada (%)	0.89555 0.0399	0.90678 0.0337	0.96709 0.0071	1	0.92088 0.0264	0.83829 0.0761
Huevos	0.8167 0.0916	0.94172 0.0167	0.92509 0.0243	0.92088 0.0264	1	0.85274 0.0663
Proporción de hembras	0.54105 0.3464	0.68653 0.2005	0.92091 0.0264	0.83829 0.0761	0.85274 0.0663	1

Anexo 8. Correlación entre las variables evaluadas de la línea PR 1429-4.

Pearson Correlation Coefficients, N = 5						
Prob > r under H0: Rho=0						
	Pérdida de peso (%)	Adultos emergidos	N. total de perforaciones	Semilla dañada (%)	Huevos	Proporción de hembras
Pérdida de peso (%)	1	-0.01301 0.9834	0.93391 0.0202	0.90019 0.0373	0.29469 0.6303	0.62132 0.2633
Adultos emergidos	-0.01301 0.9834	1	-0.14919 0.8108	-0.24301 0.6937	-0.73293 0.1589	0.59212 0.2928
N. total de perforaciones	0.93391 0.0202	-0.14919 0.8108	1	0.99384 0.0006	0.39757 0.5075	0.3319 0.5853
Semilla dañada (%)	0.90019 0.0373	-0.24301 0.6937	0.99384 0.0006	1	0.4772 0.4163	0.23618 0.7021
Huevos	0.29469 0.6303	-0.73293 0.1589	0.39757 0.5075	0.4772 0.4163	1	-0.27371 0.6559
Proporción de hembras	0.62132 0.2633	0.59212 0.2928	0.3319 0.5853	0.23618 0.7021	-0.27371 0.6559	1

Anexo 9. Correlación entre las variables evaluadas de la línea Lenca Precoz.

Pearson Correlation Coefficients, N = 5						
Prob > r under H0: Rho=0						
	Pérdida de peso (%)	Adultos emergidos	N. total de perforaciones	Semilla dañada (%)	Huevos	Proporción de hembras
Pérdida de peso (%)	1	0.28112 0.6468	0.6361 0.2486	0.43111 0.4686	0.18437 0.7666	0.23283 0.7063
Adultos emergidos	0.28112 0.6468	1	0.86136 0.0607	0.80931 0.0971	0.56676 0.3191	-0.57789 0.3075
N. total de perforaciones	0.6361 0.2486	0.86136 0.0607	1	0.88877 0.0438	0.71813 0.1718	-0.12729 0.8384
Semilla dañada (%)	0.43111 0.4686	0.80931 0.0971	0.88877 0.0438	1	0.87882 0.0497	-0.23296 0.7061
Huevos	0.18437 0.7666	0.56676 0.3191	0.71813 0.1718	0.87882 0.0497	1	0.098 0.8754
Proporción de hembras	0.23283 0.7063	-0.57789 0.3075	-0.12729 0.8384	-0.23296 0.7061	0.098 0.8754	1

Anexo 10. . Correlación entre las variables evaluadas de la línea PR 1429-3.

Pearson Correlation Coefficients, N = 5						
Prob > r under H0: Rho=0						
	Pérdida de peso (%)	Adultos emergidos	N. total de perforaciones	Semilla dañada (%)	Huevos	Proporción de hembras
Pérdida de peso (%)	1	0.47976 0.4135	0.20724 0.738	0.15561 0.8027	- 0.00482 0.9939	-0.63858 0.2462
Adultos emergidos	0.47976 0.4135	1	-0.11253 0.857	- 0.26479 0.6668	- 0.10373 0.8682	-0.3491 0.5647
N. total de perforaciones	0.20724 0.738	-0.11253 0.857	1	0.95102 0.0129	0.95044 0.0131	-0.75555 0.1396
Semilla dañada (%)	0.15561 0.8027	-0.26479 0.6668	0.95102 0.0129	1	0.84145 0.074	-0.56553 0.3204
Huevos	- 0.00482 0.9939	-0.10373 0.8682	0.95044 0.0131	0.84145 0.074	1	-0.71665 0.1732
Proporción de hembras	- 0.63858 0.2462	-0.3491 0.5647	-0.75555 0.1396	- 0.56553 0.3204	- 0.71665 0.1732	1