



CONTROL DEL GORGOJO CON DOSIS DE POLVO DE RUDA EN GRANOS ALMACENADOS DE MAÍZ

MANAGEMENT OF MAIZE WEEVIL USING RUE POWDER IN STORED MAIZE GRAINS

Lisa María Vera Gonzalez¹, Hugo Nicasio Rodríguez Espinola¹, Ruth Ester Pistilli Fariña^{1*} 

¹ Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias, Concepción, Paraguay.

*Autor por correspondencia: ruthpistilliagro@gmail.com

RESUMEN

Esta investigación tuvo por objetivo estudiar el efecto del polvo de hoja de ruda (*Ruta graveolens*), para el control de gorgojo (*Sitophilus zeamais*) en granos almacenados de diferentes variedades de maíz. El experimento se realizó en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Concepción (Concepción, Paraguay), entre los meses de julio a septiembre del 2016, en un diseño de bloques completos al azar dispuesto en un arreglo factorial de 3×4 con 4 repeticiones, evaluándose tres variedades de maíz (Karape Pytã, Pororó y Chipa) con las dosis de 0, 2, 4 y 6 gramos del polvo por cada 100 gramos de grano. Las determinaciones estudiadas fueron: porcentaje de emergencia de gorgojos, porcentaje de infestación de granos almacenados y porcentaje de pérdida de peso de los granos. Los datos se sometieron a análisis de varianza mediante el test de Fischer al 5 %, comparación de medias entre sí mediante el test de Tukey al 5 % y un análisis de regresión entre las dosis utilizadas y las determinaciones realizadas. Se concluye que: entre las variedades, el Pororó logró menor porcentaje de emergencia; mientras que las dosis influyeron tanto en el porcentaje de emergencia, infestación y pérdida de peso con relación al testigo, lográndose con la dosis de 4 g menor emergencia e infestación; en cuanto a la pérdida de peso, el maíz Pororó presentó mayor porcentaje de pérdida, esto debido a su tamaño pequeño y menor cantidad de reserva por lo que es consumida más rápidamente y al llevarla al cálculo porcentual se traduce en mayores valores.

Palabras clave: *Sitophilus zeamais*, *Ruta graveolens*, polvo, control.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of rue (*Ruta graveolens*) leaf powder on the control of maize weevil (*Sitophilus zeamais*) in stored grains of different maize varieties. The experiment was conducted at the Entomology Laboratory of the Faculty of Agricultural Sciences at the National University of Concepción (Concepción, Paraguay) from July to September 2016, using a randomized complete block design arranged in a 3×4 factorial scheme with four replicates. Three maize varieties (Karape Pytã, Pororó, and Chipa) were evaluated with powder doses of 0, 2, 4, and 6 grams per 100 grams of grain. The variables analyzed were the percentage of weevil emergence, percentage of infestation in stored grains, and percentage of grain weight loss. Data were subjected to analysis of variance using Fisher's test at a 5% significance level, mean comparisons using Tukey's test at 5%, and regression analysis between the applied doses and the measured parameters. The study concluded that among the maize varieties, Pororó had the lowest weevil emergence rate. The applied doses influenced emergence, infestation, and weight loss compared to the control, with the 4 g dose resulting in the lowest emergence and infestation rates. Regarding weight loss, Pororó maize showed the highest percentage due to its smaller size and lower nutrient reserves, which led to faster consumption and higher percentage values when calculated.

Keywords: *Ruta graveolens*, *Sitophilus zeamais*, powder, control.

INTRODUCCIÓN

Los granos como el poroto, el maní, el maíz, el sésamo y otros son muy utilizados en la alimentación de la población rural en el Paraguay. La producción de estos, se realiza normalmente en el verano y lo cosechado se debe almacenar para su uso durante todo el año hasta la siguiente zafra.

Durante este proceso, los mismos son atacados por diversas plagas que se agrupan bajo el nombre genérico de gorgojos, y como estos granos se emplean en forma directa, para el control de dichos insectos no se pueden emplear productos químicos que de alguna forma puedan afectar la salud humana y animal.

Es por ello que se han realizado diversos estudios buscando alternativas al uso de productos químicos para el control de insectos en el almacenamiento de granos, destacándose los polvos de hojas de vegetales diversos como tabaco, eucaliptos, menta y otros, con resultados promisorios, pero no concluyentes.

En tal sentido, esta línea de investigación presenta una amplia apertura, pudiendo ampliarse las especies de plantas que puedan ser empleadas para el control de gorgojos, debiendo darse preferencia a aquellas que producen fuertes aromas que puedan actuar como repelentes, y entre estos uno de los más destacados es la ruda.

Los estudios en esta área, en la mayoría de los casos, se han enfocado en el control del gorgojo en el maíz, pero evaluándose siempre un solo cultivar, sin estudiar la probabilidad de un efecto diferenciado para otros cultivares, lo cual podría presentarse, debido a que los granos de maíz de diferentes cultivares presentan composiciones químicas variadas.

Con relación a lo expuesto, este trabajo fue desarrollado con la finalidad de estudiar el efecto de polvo de hoja de ruda, para el control del gorgojo en granos almacenados de diferentes variedades de maíz, considerándose

los siguientes objetivos específicos: Determinar el efecto del polvo de hoja de ruda en diferentes dosis sobre el porcentaje de emergencia del gorgojo, determinar el porcentaje de infestación del gorgojo por efecto de los tratamientos, evaluar el efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de pérdida de peso de granos de maíz e identificar la mejor combinación dosis-variedad para el control del gorgojo en estudio

MATERIALES Y MÉTODOS

El tipo de estudio realizado fue de carácter experimental mixto cuali-cuantitativo. El experimento fue realizado en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Concepción, ubicado en el km 2 de la Ruta V General Bernardino Caballero, ubicado a los 43° 41' 01" S latitud y 57° 41' 24" W longitud en el Departamento de Concepción. El periodo del experimento fue desde julio hasta septiembre del 2016.

Según Silva et al. (2005), para las condiciones de cría del *S. zeamais* se requieren una temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, 60% de humedad. El experimento se realizó bajo las condiciones ambientales del Laboratorio de Entomología.

Se estableció el experimento en un diseño de bloques completos al azar, dispuesto en un arreglo factorial de 3×4 , consistente en tres variedades de maíz [Karapé pytã (Guaraní V312), Pororó (Guaraní V36) y Chipa (Guaraní V2)] y cuatro dosis de polvo de ruda (0, 2, 4 y 6 g por cada 100 g de grano), con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental (UE) fue constituida por frascos de PVC traslucidos (Silva et al., 2005) de 200 cm^3 , totalizando 48 UE. Los factores cuyas combinaciones fueron utilizadas como tratamientos en el experimento se describen en la Tabla 1.

Para el proceso de cría de insectos se adquirieron granos del Mercado municipal de la ciudad de Concepción, mientras que los

Tabla 1. Factores cuyas combinaciones fueron utilizadas como tratamientos para el control de gorgojo en granos almacenados de maíz. FCA-UNC. Concepción, Paraguay, 2016.

Factor	Concepto	Nivel	
		Denominación	Unidad
Factor 1	Variedad	Karapé pytã (Guaraní V312)	100 g
		Pororó (Guaraní V 36)	100 g
		Chipa (Guaraní V2)	100 g
		0	$\text{g.}100\text{ g}^{-1}$ de grano*
Factor 2	Dosis de polvo de ruda	2	$\text{g.}100\text{ g}^{-1}$ de grano
		4	$\text{g.}100\text{ g}^{-1}$ de grano
		6	$\text{g.}100\text{ g}^{-1}$ de grano

*Gramos por cada 100 gramos de grano

gorgojos utilizados se obtuvieron de la colonia permanente del Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Concepción.

Con la finalidad de obtener insectos con edades iguales y en cantidad suficiente para establecer el experimento los granos mezclados con los gorgojos adultos se colocaron en diferentes recipientes (bolsas, baldes) a temperatura ambiente a modo que se alimenten y ovipositen. Transcurridos 15 días, fueron extraídos del frasco todos los gorgojos adultos, de manera a obtener nuevos gorgojos con idénticas edades, y aquellos gorgojos emergidos fueron utilizados para establecer el experimento.

La ruda se colectó en la localidad de “Potrerito” del distrito de Concepción, empleándose las hojas de color verde, que fueron secadas en una estufa a temperatura de 40 °C durante 48 hs. Posteriormente fueron trituradas en forma manual eliminando las partículas más grandes u otro material indeseado hasta obtener un polvo fino que se pasó por un tamiz de 60 mesh y luego fueron conservados en frascos hasta su utilización. Para la selección de la especie se tomó en cuenta la propuesta de Silva et al. (2003), quienes señalan que las plantas deben ser conocidas por los agricultores ya sea por ser malezas, ornamentales, medicinales o por poseer propiedades insecticidas previamente probadas en otras plagas.

Para establecer el experimento se utilizaron tres variedades de maíz (Karapé pytã (Guaraní V 312), Pororó (Guaraní V 36) y Chipa Guaraní V 2), provenientes del Instituto Paraguayo de Tecnología Agrícola (IPTA), Choré, San Pedro. Dos kilogramos de cada variedad de estos granos fueron colocados en la heladera a temperatura de -5°C para la desinfestación por una semana. Posteriormente se prepararon las UE desinfectando los frascos con alcohol al 70 %, siendo colocado en cada frasco 100 g de granos de maíz desinfestados mezclado con las dosis del polvo de ruda conforme a cada tratamiento y 10 gorgojos no sexados provenientes de la cría, manteniéndose los mismos bajo observación por un periodo de 55 días, donde se realizaron las siguientes evaluaciones:

Porcentaje de emergencia de gorgojos: Para determinar el porcentaje de emergencia, 15 días después de la infestación (DDI) fueron retirados de los frascos correspondientes a cada tratamiento, los 10 gorgojos colocados inicialmente, dejando los granos con el polvo

hasta los 55 días luego fueron retirados de los frascos los nuevos gorgojos emergidos con ayuda de pinceles de cerda fina, y fueron cuantificados. El porcentaje de emergencia fue calculado mediante la siguiente fórmula, presentada por Silva et al. (2003):

$$E = (Etr / Ete) * 100$$

Donde:

E: Porcentaje de emergencia

Etr: Emergencia en el tratamiento

Ete: Emergencia en el testigo absoluto

Porcentaje de infestación de granos almacenados: Para determinar el porcentaje de infestación fueron considerados los granos dañados, es decir los que presentaron perforaciones en su superficie. Se determinó mediante la fórmula adaptada de Gallo et al (1988) y que se describe a continuación:

$$PI = (GD / TG) \times 100$$

Donde:

PI: porcentaje de infestación.

GD: número de granos dañados.

TG: total de granos.

Porcentaje de pérdida de peso de los granos: Se tomaron 20 granos íntegros y 20 granos dañados de cada tratamiento, calculando el porcentaje de pérdida de peso mediante la fórmula adaptada de Gallo et al (1988):

$$PPP = [1 - (PGD / PGI)] \times 100$$

Donde:

PPP: porcentaje de pérdida de peso.

PGD: peso de granos dañados (g).

PGI: peso de granos íntegros (g).

Fueron considerados como granos íntegros aquellos que no presentaron daños en su superficie.

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza mediante el Test de Fischer al 5% y las medias fueron comparadas entre sí mediante el Test de Tukey al 5%. También se realizó un análisis de regresión entre las dosis de polvo de ruda utilizadas y cada una de las determinaciones realizadas, cuando se registraron efectos significativos.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Porcentaje de emergencia de gorgojo

Las medias del porcentaje de emergencia de gorgojos para los factores por separado y los resultados del Test de Tukey al 5 % efectuado se pueden ver en la Tabla 2. Se detectó diferencia significativa para las variedades de maíz y para las dosis de polvo de ruda empleados, así como para la interacción de los factores.

Tabla 2. Medias del porcentaje de emergencia de gorgojos por efecto de los factores variedad y dosis de polvo de ruda. FCA-UNC. Concepción, Paraguay, 2018.

Dosis de polvo de ruda (g.100 g de grano ⁻¹)	Variedad			Dosis de polvo de hoja (Individual)
	Karape pytã (Guaraní V312)	Pororó (Guaraní V36)	Chipa (Guaraní V2)	
0	100 Da	100 Da	100 Ba	100 D
2	73 Bb	41 Aa	84 Ac	66 B
4	42 Aa	61 Bb	82 Ac	62 A
6	82 Cb	71 Ca	85 Ab	79 C
Variedad (Individual)	74 b	68a	87 c	
CV (%): 4,29				

Medias seguidas por la misma letra mayúscula para columnas y minúsculas para filas no difieren entre sí por el Test de Tukey al 5 % de probabilidad de error. CV: Coeficiente de variación.

Al considerar en primer lugar el efecto para el factor variedad en forma individual, se puede apreciar que las variedades de maíz son diferentes estadísticamente entre sí en cuanto a la emergencia de los gorgojos. Así, la menor emergencia se observó en maíz Pororó con una media de 68 %, seguida del Karape Pytã con 74 % y por último el maíz Chipa con 87 %, es decir con esta última variedad se obtuvo 19 % más de emergencia. Esto es debido a que esta variedad presenta un mayor contenido de reservas que las otras, lo que se traduce a una mayor fuente de alimentación para los gorgojos, dando por ende una mayor reproducción de los mismos, al estar mejor alimentados.

En cuanto a las dosis por separado, se puede apreciar en la Tabla 2 que la dosis de 4 g de polvo de ruda fue la que indujo menor emergencia con relación al testigo (0 g), con una media de 62 %, seguido de la dosis de 2 g con 66 % de emergencia, mientras que con 6 g se registró un aumento en la emergencia en relación a las 2 dosis ya mencionadas. Esto indica que se produce una disminución en la emergencia hasta los 4 g de polvo de ruda, y al aumentar la dosis ya se favorece de nuevo la emergencia.

En cuanto a la interacción de los factores, se puede indicar que para la variedad Karape Pytã, la mejor dosis fue la de 4 g de polvo de ruda, para la variedad Pororó, la menor emergencia se obtuvo con 2 g de polvo de ruda y para el maíz Chipa, el uso del polvo de ruda disminuyó la emergencia con relación al testigo (0 g), pero no se registraron diferencias entre las dosis de 2, 4 y 6 g. La mejor combinación es el uso de la dosis de 2 g con la variedad Pororó.

Frutos (2008), registró 41,66 % de emergencia de gorgojos en maíz chipa, 25% para Karape pytã y 16,66 % para el maíz Pororó usando polvo del género *Chenopodium*,

mientras que en este trabajo utilizando polvo de ruda también se obtuvo un menor porcentaje de emergencia.

Porcentaje de infestación de granos almacenados

En la Tabla 3 se presentan las medias del porcentaje de infestación de los granos de maíz, junto con los resultados del Test de Tukey al 5 % practicado. Al analizar el efecto de las variedades en forma individual se puede apreciar que la menor infestación se registró en la variedad Pororó con 4 %, seguido de la variedad Karape Pytã con 8 % y la mayor infestación se registró con maíz Chipa con una media de 56 %.

Este comportamiento también se explica por la diferencia de acumulación de reservas entre las variedades: el maíz Chipa presenta mayor nivel de reservas, lo que se traduce en una mayor fuente de alimentación para los gorgojos, y que se refleja en una mayor infestación.

Para las dosis en forma individual, la dosis de 4 g de polvo de ruda fue la que indujo menor infestación, con una media de 18 %, seguida de la dosis de 2 g que llegó 21 % de infestación, mientras que con 0 g (testigo) la infestación fue del 28 % de los granos.

En relación al efecto de la interacción de factores, se puede ver que para la variedad Karape Pytã la menor infestación se logró con las dosis de 2 y 4 g, con una media de 6 % de granos infestados. En el maíz Pororó no se observaron efectos significativos de las dosis, llegando a una media de 4 % de granos infestados y para el maíz Chipa, la mejor dosis fue la de 4 g, con una media de 46 %. La mejor combinación fue el uso de maíz Pororó con cualquiera de las dosis.

Tabla 3. Medias del porcentaje de infestación de granos de maíz por los gorgojos en respuesta a los factores variedad y dosis de polvo de ruda. FCA-UNC. Concepción, Paraguay, 2018.

Dosis de polvo de ruda (g.100 g de grano ⁻¹)	Variedad			Dosis de polvo de hoja (Individual)
	Karape pytã (Guaraní V 312)	Pororó (Guaraní V 36)	Chipa (Guaraní V 2)	
0	13 Bb	4 Aa	68 Cc	28 C
2	6 Aa	3 Aa	55 Bb	21 AB
4	6 Aa	4 Aa	46 Ab	18 A
6	9 ABa	5 Aa	55 Bb	23 B
Variedad (Individual)	8 b	4 a	56 c	
CV (%):13,93				

Medias seguidas por la misma letra mayúscula para columnas y minúsculas para filas no difieren entre sí por el Test de Tukey al 5 % de probabilidad de error. CV: Coeficiente de variación.

Porcentaje de pérdida de peso de los granos almacenados

La Tabla 4 contiene las medias de la pérdida de peso de los granos por efecto de los factores en estudio. También en la misma tabla se resumen los resultados del Test de Tukey al 5 % llevado a cabo.

Las variedades de maíz presentaron porcentajes de pérdidas de peso diferenciadas por acción de los gorgojos, con menor pérdida de peso para las variedades Karape Pytã y Chipa con una media de 12 %, mientras en el Pororó presentó una pérdida de peso del 22 %. Esto se explica por el tamaño de los granos del maíz Pororó: los mismos son más pequeños que los de las otras 2 variedades y por ende presenta una menor masa, que más rápidamente es consumida por los gorgojos, y que al llevarla al cálculo de pérdida porcentual de peso se traduce en mayores valores.

Para el factor dosis de polvo de ruda por separado, se puede apreciar que la menor pérdida de peso se registró con la dosis de 4 g de polvo, con una media del 11 %, mientras que con 0 y 2 g, la pérdida de peso fue superior con una media de 18,5 %.

En cuanto a la interacción de factores, la menor pérdida de peso en las variedades Karape Pytã y Chipa se observaron con la dosis de 4 g de polvo, con medias de 8 %, respectivamente, correspondiendo estas a la mejor combinación. Mientras que, para Pororó, las mejores dosis fueron las de 4 y 6 g, con una media de pérdida de peso de 14,5 %.

Lagunes (1994), indica que todas las plantas con efecto insectistático son preventivas más que curativas, pues una vez que el insecto penetra en el grano cualquier polvo vegetal de prueba eficacia protectora carece de efectos.

Tabla 4. Medias del porcentaje de pérdida de peso de los granos de maíz por acción de los gorgojos en respuesta a los factores variedad y dosis de polvo de ruda. FCA-UNC. Concepción, Paraguay, 2018.

Dosis de polvo de ruda (g.100 g de grano ⁻¹)	Variedad			Dosis de polvo de hoja (Individual)
	Karape pytã (Guaraní V312)	Pororó (Guaraní V36)	Chipa (Guaraní V2)	
0	12 ABa	26 Bc	16 Cb	18 C
2	13 Ba	33 Cb	11 ABa	19 C
4	8 Aa	16 Ab	8 Aa	11 A
6	17 Cc	13 Aa	14 BCab	14 B
Variedad (Individual)	12 a	22 b	12 a	
CV (%): 11,75				

Medias seguidas por la misma letra mayúscula para columnas y minúsculas para filas no difieren entre sí por el Test de Tukey al 5 % de probabilidad de error. CV: Coeficiente de variación.

CONCLUSIONES

Las dosis de polvo de hoja de ruda aplicadas, fueron estadísticamente diferentes entre sí, afectaron el porcentaje de infestación del gorgojo, influyeron en el porcentaje de emergencia, la dosis 4 g.100g⁻¹ obtuvo el menor porcentaje de emergencia.

El menor porcentaje de infestación se obtuvo con 4 g de polvo de ruda.

En el porcentaje de pérdida de peso el factor variedad presentó porcentajes diferenciados por acción de gorgojos, resultando con menor porcentaje las variedades Karape pytã y Chipa, mientras que Pororó presentó mayor pérdida de peso debido a que los granos son más pequeños.

En cuanto a la interacción de los factores la mejor combinación es el uso de la dosis de 4 g con la variedad Pororó

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Frutos, V. (2008). *Control de Sitophilus zeamais Motschulsky con hojas de tabaco en granos almacenados de tres tipos de maíz* (Tesis para obtención de título). San Pedro, Paraguay. 65 p.
- Gallo, D., Nakano, O., Silveira Neto, S., Carvalho, R. P. L., De Baptista, G. C., Berti Filho, E., Parra, J. R. P., Zucchi, R., Alves, S. B., & Vendramin, J. D. (1988). *Manual de entomología agrícola* (2ª ed.). São Paulo, BR: 649 p.
- Lagunes, A. (1994). *Extractos de polvos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia*. México: Colegio de Posgraduados/USAID/CONACYT/BO RUCONSA. 35 p.
- Silva, G., Kiger, R., Hepp, R., & Tapia, M. (2005). Control de *Sitophilus zeamais* con polvos vegetales de tres especies del género *Chenopodium*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 30(10), pp. 30. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005001000002>
- Silva, G., Lagunes, A., & Rodríguez, J. C. (2003). Evaluación de polvos vegetales solos y en mezcla con carbonato de calcio para el control de *Sitophilus zeamais* (Coleóptera: Curculionidae) en maíz almacenado. *Ciencia e Investigación Agraria (Chile)*, 30, 153–160.