

# Escala para estimar el daño de insectos en el maíz almacenado

Gonzalo Silva A.<sup>1</sup>  
Ángel Lagunes T.<sup>2</sup>  
J. Concepción Rodríguez<sup>3</sup>  
Daniel Rodríguez L.<sup>4</sup>

**RESUMEN.** Los métodos utilizados tradicionalmente para estimar el porcentaje de grano dañado por insectos suelen ubicar el estado del grano en dos categorías únicamente: sano y dañado. Esto conduce, con frecuencia, a que se sobreestime el nivel real de daño al igualar en condición un grano que presenta horadaciones en un 1% de su volumen con uno que lo hace en un 50%. Con el fin de estimar con mayor confiabilidad el estado real de la calidad del grano, se propone el uso de una metodología de evaluación que toma en cuenta el nivel de daño del grano y lo relaciona con su calidad alimenticia. Dicha metodología involucra el uso de una escala con cinco índices de daño; en cada índice se presenta una descripción detallada del porcentaje de daño y el aspecto del grano, así como de su calidad como alimento y semilla. Esta metodología de evaluación refleja con mayor precisión el nivel real de daño en el grano.

**Palabras clave:** Granos almacenados, plagas, evaluación, muestreo.

**ABSTRACT.** A scale to estimate damage by insects in stored grain corn. The methods traditionally used to estimate the percentage of grain damaged by insects usually classify grain quality into two distinct categories: damaged and undamaged, thus overestimating the grain damage. A grain that shows holes in 1% of its volume cannot be in the same category as a grain with holes in 50% of its volume. This paper suggests a new methodology to estimate the real damage caused by insects in the grain. The proposed methodology takes into account the level of damage and relates it to alimentary quality. This methodology involves the use of a scale with five indexes of damage, each index containing a detailed description of the aspect and level of damage, as well as of the quality of the grain as food and seed. We believe that this methodology is more accurate than those presently available.

**Key words:** Stored grains, pests, evaluation, sampling.

## Introducción

Aunque los cereales constituyen una parte fundamental de la dieta de los seres humanos, se estima que anualmente se pierde entre un 9 y un 50% de las cosechas almacenadas en el mundo (Sinha 1995). Los factores más comúnmente evaluados para determinar el impacto de los insectos plaga en los granos almacenados son la pérdida de peso y el porcentaje de grano dañado. Lamentablemente, dichos parámetros no sue-

len ser confiables (Hagstrum y Flinn 1992). En consecuencia, se hace necesaria una metodología más precisa para la estimación del porcentaje de grano dañado. En este trabajo, se propone una escala para determinar el impacto de los insectos plaga sobre la calidad del grano. No se pretende imponer un criterio rígido y definitivo, sino un punto de partida que puede, y debe, ser adaptado y mejorado según las condiciones lo ameriten.

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía. Universidad de Concepción. Casilla 537. Chillán, Chile. gosilva@udec.cl

<sup>2</sup> Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. CP 56230. Texcoco, México. alagunes@colpos.colpos.mx

<sup>3</sup> Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. CP 56230. Texcoco, México. concho@colpos.colpos.mx

<sup>4</sup> Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana. CP 94500. Córdoba, México. darola@correoweb.com

## Materiales y métodos

### Descripción de los niveles de la escala

Para la elaboración de los diferentes niveles de la escala, se tomaron como puntos de referencia los umbrales máximos de daño por insectos permitidos en México y Estados Unidos. En ambos países se utilizan varios umbrales de daño, pero la mayoría de ellos no cuantifica directamente el número de insectos, sino que considera medidas indirectas, tales como granos dañados por insectos, fragmentos de insectos en harina o granos consumidos (Hagstrum y Flinn 1992). En trigo, el umbral utilizado en la exportación es de dos o más insectos vivos de una especie considerada como

dañina por kg de producto (Hagstrum y Flinn 1996). En este mismo cereal, también se considera como límite de aceptabilidad 32 granos dañados por insectos en 100 g de muestra (Hagstrum y Flinn 1992). Considerando que en 100 g de trigo hay aproximadamente 3 000 granos, este límite corresponde aproximadamente al 1%. Cabe destacar que estos umbrales también se pueden utilizar como criterio discriminatorio para maíz almacenado<sup>5</sup>. En México, se considera como apto para consumo humano aquel maíz que presente un porcentaje de granos dañados por insectos menor o igual al 5,5% (González 1995).

### Nivel 0 (grano completamente sano):

#### Características

- No se observan granos dañados por insectos (Fig. 1a).
- No se advierte la presencia de insectos adultos.
- Los granos no presentan horadaciones.
- El grano soporta la presión de los dedos sin sufrir daños (Fig. 1b).
- No se observa polvo (harina) en el fondo de los recipientes de almacenamiento o en el piso de las bodegas o silos (Fig. 1c).

#### Grado de aceptabilidad

Excelente. Apto para consumo humano, animal, y como semilla.



**Figura 1.** Nivel 0. A. Aspecto general del grano (0% de grano dañado). B. El grano soporta la presión de los dedos. C. No se observa presencia de polvo en el recipiente o lugar de almacenaje.

<sup>5</sup> Dr. Frank Arthur. 2000. US Grain Marketing Research Laboratory. Agricultural Research Service. US Department of Agriculture. (Comunicación personal) Kansas, EUA.

### ***Nivel 1 (grano ligeramente dañado):***

#### *Características*

- Se observa menos de un 5% de granos dañados por insectos (Fig. 2a).
- Se encuentran menos de 2 insectos plaga adultos vivos por kilogramo de grano.
- Menos del 5% de los granos de la muestra presenta horadaciones menores al 5% del volumen del grano.
- El grano soporta la presión de los dedos sin sufrir daños (Fig. 2b).
- No se observa polvo (harina) en el fondo de los recipientes de almacenamiento o en el piso de las bodegas o silos (Fig. 2c).

#### *Grado de aceptabilidad*

Acceptable para consumo humano, animal y como semilla.



**Figura 2.** Nivel 1. A. aspecto general del grano (menos del 1% de daño). B. El grano soporta la presión de los dedos. C. No se observa la presencia de polvo en el recipiente o lugar de almacenaje.

### ***Nivel 2 (grano medianamente dañado):***

#### *Características*

- Se observa a simple vista entre un 5-10% de granos dañados por insectos (Fig. 3a).
- Se encuentran más de 2 insectos plaga adultos vivos por kilogramo de grano.
- Más del 5% pero menos de un 10% de los granos de la muestra presenta horadaciones menores al 20% del volumen del grano.
- El grano soporta la presión de los dedos sin sufrir daños (Fig. 3b).
- Se observa polvo (harina) en un volumen menor al 10% del recipiente de almacenaje o silo (Fig. 3c).

#### *Grado de aceptabilidad*

Inaceptable para el consumo humano. Apto para el consumo animal y como semilla.



**Figura 3.** Nivel 2. A. Aspecto general del grano (menos de un 5% de daño). B. El grano soporta la presión de los dedos. C. Se observa la presencia de polvo en una concentración menor al 1% del recipiente o lugar de almacenaje.

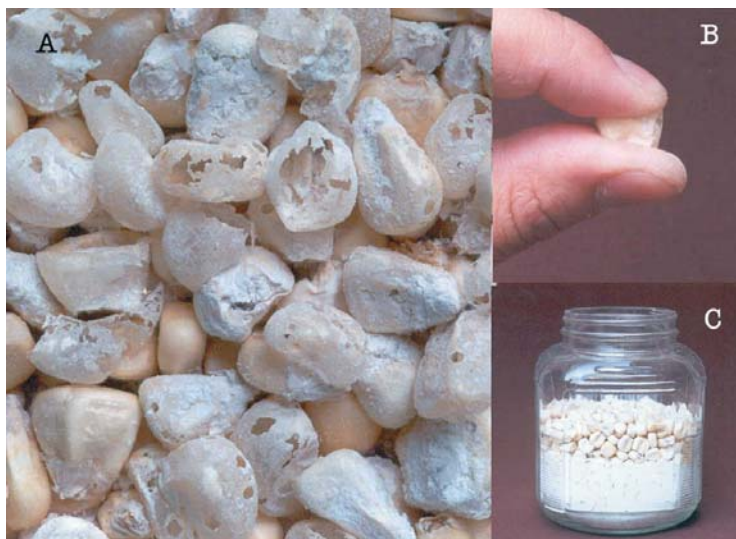
### ***Nivel 3 (grano muy dañado):***

#### *Características*

- Se observa a simple vista entre un 11 y un 50% de granos dañados por insectos (Fig. 4a).
- Se encuentran más de 2 insectos plaga adultos vivos por kilogramo de grano.
- Más de un 10% pero menos de un 50% de los granos presenta horadaciones de hasta un 50% del volumen del grano.
- Los granos no soportan la presión de los dedos sin sufrir daños (Fig. 4b).
- Se observa polvo (harina) en un volumen entre un 10 y un 20% del recipiente de almacenaje, bodega o silo (Fig. 4c).

#### *Grado de aceptabilidad*

Inaceptable para el consumo humano. Apto para el consumo animal. Inaceptable como semilla.



**Figura 4.** Nivel 3. A. Aspecto general del grano (hasta un 20% de daño). B. El grano no soporta la presión de los dedos. C. Se observa la presencia de polvo en una concentración entre un 10-20% del recipiente o lugar de almacenaje.



#### Nivel 4 (grano completamente dañado)

##### Características

- Se observa a simple vista más de un 50% de los granos dañados por insectos (Fig. 5a).
- Se encuentran más de 2 insectos plaga adultos vivos por kilogramo de grano.
- Más del 50% de los granos presenta horadaciones mayores al 50% del volumen del grano.
- Los granos quedan destruidos al presionarlos con los dedos (Fig. 5b).
- El volumen de polvo (harina) supera el 20% del recipiente de almacenaje, bodega o silo (Fig. 5c).

##### Grado de aceptabilidad

Inaceptable para el consumo humano. Apto para el consumo animal. Inaceptable como semilla.



**Figura 5.** Nivel 4. A. Aspecto general del grano (más de un 50% de daño). B. El grano no soporta la presión de los dedos. C. Se observa la presencia de polvo en una concentración mayor al 20% del recipiente o lugar de almacenaje.

#### Aplicación práctica de la escala

##### Cálculo del porcentaje de daño

Cuando se realiza una inspección de granos almacenados mediante un proceso de muestreo compuesto de varias submuestras, no necesariamente todas las muestras van a pertenecer al mismo índice. En consecuencia, se debe utilizar la ecuación (1) para obtener un valor único que refleje la condición real del grano:

$$P = \left[ \frac{\sum(nt)}{5N} \right] \times 100 \quad (1)$$

Donde:

P: Porcentaje de daño

n: Número de submuestras en cada categoría

t: Valor numérico de cada categoría según la escala

N: Número total de submuestras en la muestra

El valor que se obtenga mediante este procedimiento se diferencia del de otras metodologías que consideran los niveles de daño como criterio de calidad. A pesar de ello, se reconoce la existencia de otros criterios de calidad ajenos a la que resulta de la interacción del grano con los insectos. Una vez aplicada la ecuación (1), el valor de porcentaje obtenido deberá ser ubicado en una de las categorías indicadas, para así juzgar la condición total del grano que es objeto de muestreo.

##### Validación

Para la validación de la escala propuesta, se compararon los valores con los obtenidos mediante la fórmula más comúnmente utilizada (2) para evaluar este parámetro (Sample *et al.* 1992). Los datos tomados como base corresponden a cuatro tratamientos más el testigo

de Silva (2001), quien evaluó diferentes vegetales pulverizados solos y en mezcla con inertes minerales para el control del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* M).

$$\text{Porcentaje grano dañado: } \frac{\text{Número granos dañados}}{\text{Número total de granos}} \times 100 \quad (2)$$

## Resultados y discusión

En los cuadros 1 y 2 se resumen los valores obtenidos por el método de Sample *et al.* (1992) y con la escala propuesta, respectivamente. Se puede observar que los valores obtenidos por la escala propuesta son menores a los estimados por el método tradicional. Si consideramos el umbral de 5,5%, el límite máximo de daño por insectos permitido en México para considerar un grano como apto para consumo, la situación cambia diametralmente. De acuerdo con este criterio, en el método tradicional únicamente las muestras correspondientes al tratamiento con *Peumus boldus* se

encuentran bajo este umbral, mientras que el resto lo supera por bastante. En cambio, la escala propuesta muestra que únicamente *Citrus sinensis* y el testigo superan este umbral. Consideramos que esto último se ajusta mucho más a la realidad, porque discrimina o clasifica el aspecto del grano con base en diferentes niveles de daño. Esto último se debe a que el método tradicional sólo presenta dos niveles de discriminación en relación con el daño (sano o dañado), por lo que no considera niveles intermedios, conduciendo así a la sobreestimación del daño. En realidad, en ningún caso un grano con 1% de daño es equivalente a otro con 50% de daño. En este sentido, consideramos que la escala propuesta es superior a la que tradicionalmente se utiliza; además, beneficia al agricultor que vende su grano.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Sr. Raymundo Alvarado y al M. Sc. Jorge Valdez Carrasco por su ayuda en la toma y procesamiento de las fotografías.

**Cuadro 1.** Estimación del porcentaje de grano dañado por el método de Sample *et al.* (1992).

Tratamiento	Granos sanos*	Granos dañados*	Total de granos*	Porcentaje de grano dañado (%)
Testigo	340	213	553	38,5
<i>Azadirachta indica</i>	347	124	471	26,32
<i>Peumus boldus</i>	561	4	565	0,71
<i>Citrus sinensis</i>	317	176	493	35,69
Inertes minerales	483	52	535	9,71

\* Se considera el número total de granos de tres repeticiones.

**Cuadro 2.** Estimación del porcentaje de grano dañado por la escala propuesta.

Tratamiento	Número de granos*					Porcentaje de grano dañado (%)
	0	1	2	3	4	
Testigo	1019	256	229	154	0	14,18
<i>Azadirachta indica</i>	1039	223	104	44	0	5,26
<i>Peumus boldus</i>	1684	13	0	0	0	0,15
<i>Citrus sinensis</i>	951	80	184	264	0	15,44
Inertes minerales	1449	79	59	19	0	3,16

\* Se considera el número total de granos de tres repeticiones.

## Literatura citada

- González, AU. 1995. El maíz y su conservación. México, DF. Editorial Trillas. 399 p.
- Hagstrum, D; Flinn, P. 1992. Integrated pest Management of Stored-Grain insects. *In* Sauer DB. ed. Storage of cereal grains and their products. St. Paul, Minnesota. American Association of Cereal Chemists, INC. p. 535-562.
- Hagstrum, D; Flinn, P. 1996. Integrated pest management *In* Subramanyam, B; Hagstrum, D. eds. Integrated Management of insects in stored products. Marcel Dekker. p. 399-408.
- Sample, RL; Hicks, PA; Lozare, JV; Castemans, A. (eds). 1992. Towards integrated commodity and pests management in grain storage. (En línea). Revisado el 22 Noviembre del 2000. Disponible en <http://www.fao.org/inpho/vlibrary-/x0048e/x0048E00.htm#Contents>.
- Silva, G. 2001. Evaluación de polvos vegetales solos y en mezcla con inertes minerales para el combate de *Sitophilus zeamais* en maíz almacenado. Tesis M. Sc. Texcoco, México. Colegio de Postgraduados. 75 p.
- Sinha, R. 1995. The Stored-Grain Ecosystem. *In* Jayas,D; White, N.; Muir, W. eds. Stored-Grain Ecosystems. Marcel Dekker. p. 1-32.