

## EMPLEO DE IMÁGENES DIGITALES EN LA CUANTIFICACIÓN DEL DAÑO POR *Spodoptera frugiperda* EN MAZORCAS DE MAÍZ

Orlando Ramírez-Valle<sup>1</sup>, Juan Luis Jacobo-Cuellar<sup>1</sup> y Luis Enrique García-Domínguez<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Av. Hidalgo N°. 1213, Colonia Centro Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua México. CP: 31500.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Ext. Cuauhtémoc, Chih. Av. Presa de La Amistad No. 2015, Cuauhtémoc, Chih. C. P. 31510. México.

✉ Correo: jacobojuan@inifap.gob.mx.

---

**RESUMEN.** Con base en la precisión requerida para la estimación del daño causado por *Spodoptera frugiperda* en la mazorca, se propone un método fiable para cuantificar de manera oportuna, diferentes grados de severidad del daño empleando imágenes digitales y el software AutoCad que permite importar y digitalizar imágenes de manera práctica. Las imágenes capturadas se realizaron perpendicularmente a la mazorca con el objetivo de prevenir la distorsión en el tamaño por efecto del ángulo de toma, para cuantificar el daño fue necesario importar la imagen y posteriormente realizar la digitalización de la mazorca y el área dañada, con dicho proceso se logró obtener el porcentaje de área correspondiente a la parte afectada a partir de los dibujos. Este método resultó ser apto para determinar los diferentes grados de daño que van desde el 5 % hasta el 52 %. Las imágenes procesadas con el software AutoCad, son una herramienta útil para la cuantificación del daño por *S frugiperda* y con gran posibilidad de utilizar esta metodología en la cuantificación de daños causados por diferentes enfermedades y fitófagos en diversas especies de plantas.

**Palabras clave:** Precisión, AutoCad, Digitalización.

### Digital images use on the damage quantification due to *Spodoptera frugiperda* on corn cob

**ABSTRACT.** Based on the precision required for the estimation of damage due to *Spodoptera frugiperda* on the corn cob, it is proposed a reliable method to quantify on a ready manner different degrees of severity of damage by using digital images and AutoCad software, which allows importing and digitalizing images on a practical way. Images used were taken on a perpendicular way in relation to the corn cob to prevent image distortion by size due to angle used when image was taken. In order to quantify damage, it was required to import the image, following the corn cob image digitalization and the damaged area on it. When using this process, it was possible to obtain the percentage of the corresponding damaged area based on the drawings. This method showed to be able to determine the different degrees of damage which goes from 5% and up to 52%. Processed images by using AutoCad software are a useful tool to quantify *S frugiperda* damage and also have a great possibility of being used as a methodology to quantify damage due to different diseases and phytophags in diverse plant species.

**Key words:** Precision, AutoCad, Digitalization

---

## INTRODUCCIÓN

La agricultura es parte fundamental en la producción de alimentos ante la creciente demanda poblacional. En la zona agrícola de Cuauhtémoc, Chihuahua se siembra una superficie del orden de las 47,000 ha de maíz bajo condiciones de riego (SEMARNAT-CONAGUA, 2012). Durante el establecimiento y desarrollo de los cultivos existen diversas plagas y enfermedades que afectan el potencial de producción propiciando pérdidas económicas; bajo esta premisa, la cuantificación del daño causado por plagas de manera precisa es de gran importancia.

Anteriormente se han desarrollado escalas de medición para contabilizar el daño por *Spodoptera frugiperda*. Fernández y Expósito (2000) desarrollaron un método visual para correlacionar el daño foliar con el grado de infestación de larvas, esta metodología propone cinco clasificaciones que permiten evaluar el daño foliar y el grado de infestación a través de una regresión lineal.

Una de las ventajas del método visual es su aplicación de manera simple. Sin embargo, Bock *et al.* (2010), mencionaron las siguientes desventajas: los evaluadores pueden cansarse y perder concentración, por lo que es necesario entrenamiento constante para mantener la calidad en la medición, los evaluadores pueden ser propensos a diversas ilusiones ópticas como por ejemplo, el número de daños y el área afectada.

Aunado a las desventajas descritas anteriormente, esta problemática se acentúa, cuando los daños ocasionados por una misma plaga se presentan en diversas partes de la planta (raíces, hoja y frutos), por lo que darle seguimiento resulta una tarea difícil. Existen numerosas razones por las que se requiere la cuantificación de daños causados por insectos, ya que estos pueden afectar de manera directa el rendimiento. El objetivo del presente trabajo fue describir una metodología para la cuantificación del daño, empleando imágenes digitales y el *software* AutoCad, con lo cual se permitió la digitalización y obtención del área afectada.

## MATERIALES Y MÉTODO

La adquisición de las imágenes es el primer paso para cualquier sistema de visión artificial, la captura de imágenes se realizó bajo condiciones de iluminación uniforme, con el fin de asegurar los mejores resultados, de tal manera que las mazorcas no generen ninguna sombra que pudiera perjudicar el proceso de la digitalización, estas condiciones se pueden lograr en ambientes de laboratorio en donde se puede tener el control de luminosidad.

La fotografía debe ser capturada perpendicularmente a la mazorca, esta condición tiene como objetivo prevenir la distorsión en el tamaño debido a la perspectiva del ángulo de toma, esta situación fue posible utilizando un tripie y cámara con disparo remoto.

Con una cámara Sony Cyber-shot DSC-HX300, configurada para una resolución de 8 Megapíxeles, se tomaron 400 imágenes de mazorcas, con diferente daño por *Spodoptera frugiperda*. Las imágenes se almacenaron en formato JPEG.

Para visualizar y procesar las imágenes en el software AutoCad se sigue el siguiente procedimiento: en el menú insertar, seleccionar referencia de imágenes raster, direccionar la carpeta de archivos y seleccionar la imagen de interés, al insertar la imagen precisaremos la escala, una vez dimensionadas las imágenes, se procede a digitalizar cada imagen con el comando poli-línea, asegurando cubrir el área total y el área dañada por *Spodoptera frugiperda*.

Una vez contabilizada el área total y área dañada en centímetros cuadrados se obtiene el cociente entre el área dañada y el área total del órgano vegetal (mazorca) multiplicado por 100, esto permite conocer el área dañada en porcentaje en relación al tamaño.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proceso de la digitalización de las imágenes permitió cuantificar de manera oportuna y precisa los daños causados por *Spodoptera frugiperda* en las mazorcas, mientras que el análisis digital de los daños en mazorcas de diferentes tamaños permitió conocer el porcentaje de área afectada de manera confiable; ya que con anterioridad se han utilizado diagramas estándar, donde el evaluador compara los diagramas con los diferentes grados de daños en los órganos de las plantas permitiendo colocar el grado de infestación en la categoría más similar a los representados en los diagramas (Cobb, 1892).

Una de las desventajas que pueden presentar los diagramas estándar, es no contar con el diagrama original, lo que ocasiona la pérdida de resolución poco perceptible para el ojo humano, sin embargo, la propuesta de utilizar imágenes digitales para contabilizar el daño por *S. frugiperda* en mazorca es factible, ya que se pueden abordar partiendo de una cámara digital estándar y con un paquete computacional de fácil acceso, permitiendo obtener imágenes con buena resolución y la estimación de áreas de manera automática (Figura 1).

En la figura 1A, se puede apreciar el daño ocasionado por la introducción del gusano cogollero (*S. frugiperda*) junto con el daño por hongos (con alta correlación y difícil de separar), en las mazorcas de dos tamaños diferentes, la mazorca mediana (lado izquierdo) presenta un daño de 23 %, mientras que la mazorca grande (lado derecho) presenta un daño del 14 % aunque a simple vista se aprecia una pérdida de grano en el área circundante al daño. En la imagen 1B, se aprecian las figuras digitalizadas de ambas mazorcas, representando el daño en polígonos irregulares con tramas diagonales, es preciso mencionar que el daño por cogollero se asocia con otros agentes, que pueden ocasionar mayor lesión en la mazorca. Con esta metodología propuesta, se puede disminuir el error relativo al evaluar los daños causados por insectos empleando diagramas estandarizados, dicho error puede ser más grave en los niveles bajos de afectación por los insectos (Beresford y Royle, 1991).

Los diagramas de evaluación estándar, en la mayoría de los casos, presentan diferencias en la distribución del daño real y la distribución del daño representado en el diagrama, propiciando pérdida en la precisión de la estimación.

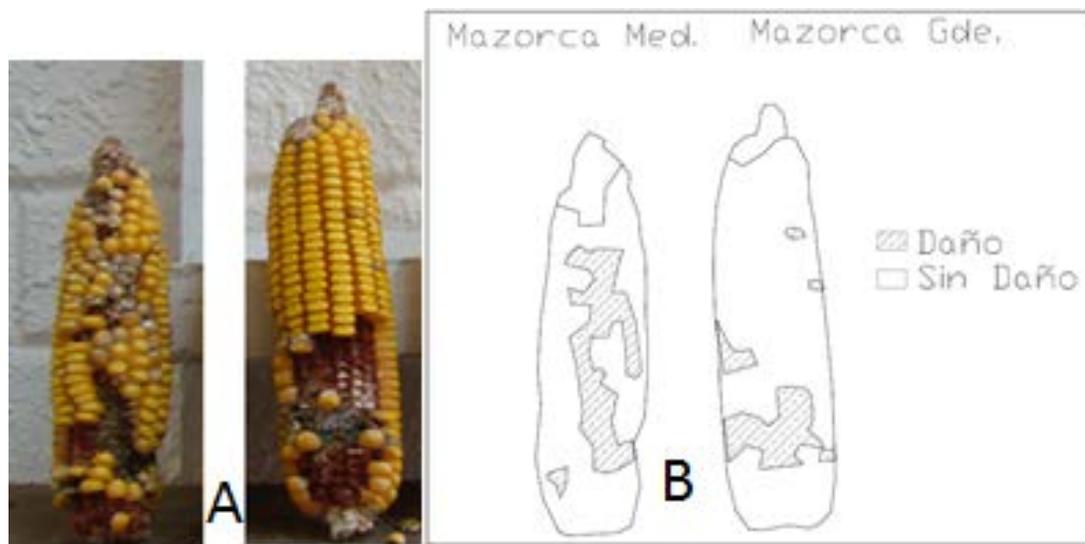


Figura 1. A) Fotografía de mazorcas mediana y grande; B) imagen digitalizada.

En la figura 2 se puede apreciar el daño por *S. frugiperda* y hongos asociados, en mazorcas de tamaño pequeño con diferente grado de infestación. En la figura 2A, mazorca del lado izquierdo, se aprecia el daño en la parte central que avanza hacia la parte superior de la mazorca, mientras que en la figura 2A del lado derecho, el daño se focaliza en la parte central de la mazorca. En la figura 2B se aprecia la digitalización de ambas mazorcas con daños de 52 % (lado izquierdo) y 30 % (lado derecho). Con esta metodología se pueden suplir resultados de clasificación subjetivos que solo se han reportado como escalas de severidad de las afectaciones

en clases muy generales como: leve, moderado o grave, con aplicación muy limitada para el evaluador por la falta de definición cuantitativa (Nutter *et al.*, 2006).

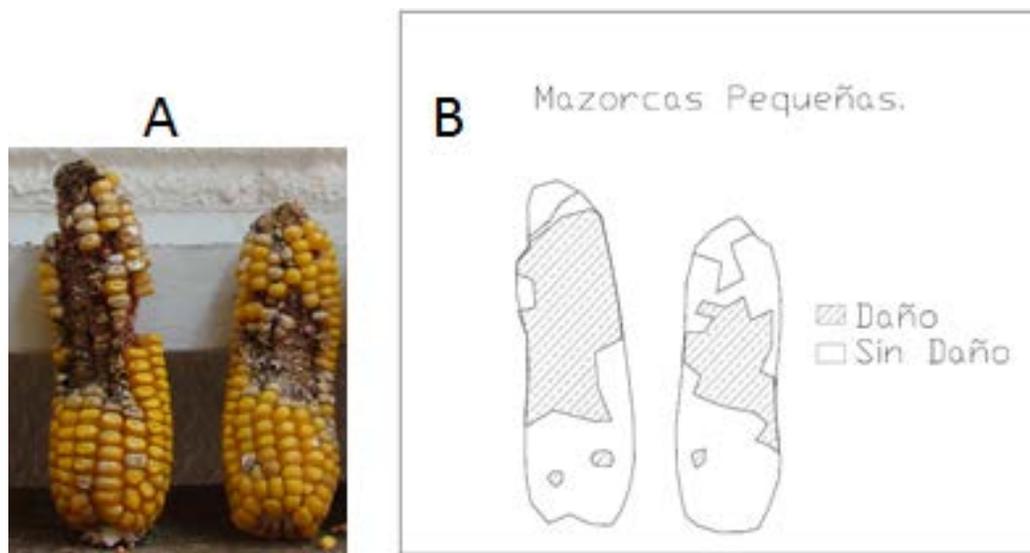


Figura 2. A) Fotografía de mazorcas pequeñas, B) imagen digitalizada.

Este estudio permitió generar una herramienta de apoyo para la cuantificación del daño por *S. frugiperda* y organismos asociados en la mazorca de maíz, mediante el empleo de imágenes digitales y *software* AutoCad que requiere poco entrenamiento para este fin. Este método se puede aplicar a un conjunto de mazorcas o bien por unidad, tomando en cuenta la escala real de las dimensiones de cada una de las imágenes a procesar. Permitiendo que la estimación sea más precisa que el método visual, por lo tanto, este método proporciona mediciones más precisas de los daños causados por los insectos plaga con la posibilidad de emplearse en la cuantificación de los daños en la mayoría de los órganos vegetales susceptibles de ataque por insectos.

## CONCLUSIÓN

El presente escrito exploró una técnica para el procesamiento de imágenes digitales para cuantificar el daño en mazorca causado por *Spodoptera frugiperda*, durante el desarrollo del trabajo se abordó el procedimiento para importar y digitalizar las imágenes con poco grado de entrenamiento en el manejo del *Software*, con la metodología propuesta la evaluación se realiza de manera más rápida en comparación con las evaluaciones visuales.

Además se encontró que el uso de imágenes digitales es una herramienta con amplia gama de usos potenciales, principalmente en la evaluación y cuantificación del daño ocasionado por insectos plaga, disminuyendo los efectos de las fuentes comunes de error que se han identificado en la clasificación visual.

## AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Produce Chihuahua por el financiamiento del proyecto sobre sustentabilidad de la producción de maíz en el estado de Chihuahua.

**LITERATURA CITADA**

- Bock, C.H., G. H. Poole, P.E. Parker, and T.R. Gottwald. 2010. Plant disease severity estimated visually, by digital photography and image analysis, and by hyperspectral imaging. *Critical Rev Plant Sci.*, 29(2): 59–107.
- Beresford, R. M. and D. J. Royle. 1991. The assessment of infectious disease for brown rust (*Puccinia hordei*) of barley. *Plant Path.* 40: 374–381.
- Cobb, N. A. 1892. Contribution to an economic knowledge of the Australian rusts (*Uredinae*). *Agric. Gazt. (NSW)* 3: 60.
- Fernández, J. L. y I. E. Expósito. 2000. Nuevo método para el muestreo de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) en el cultivo de maíz en Cuba. *Centro Agrícola*, 27: 32-38.
- Nutter, F.W. Jr., P. D. Esker and R. A. Coelho N. 2006. Disease assessment concepts in plant pathology. *Euro. J. Plant Path.*, 115: 95–103.
- SEMARNAT-CONAGUA. 2012. Avance del plan integral para el uso sustentable del agua del acuífero de Cuauhtémoc, Chihuahua.