

EFFECTOS DE LA FERTILIZACIÓN E IRRIGACION SOBRE LAS INTERACCIONES ENTRE EL GUSANO COGOLLERO Y EL MAÍZ

✉ Raúl Omar Real-Santillán¹, Ek del Val de Gortari¹, Ana Mabel Martínez-Castillo², Norma Zamora-Avilés², Trevor Williams³ y John Larsen¹.

¹Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM, Antigua Carretera a Pátzcuaro 8701 Col. Ex-hacienda de San José de La Huerta, CP. 58190 Morelia, Michoacán.

²Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la UMSNH, Km 9.5 Carretera Morelia-Zinapécuaro S/N, CP. 58880 Tarimbaro, Michoacán.

³Instituto de Ecología, carretera antigua a Coatepec 351, CP. 91070, El Haya, Xalapa, Veracruz.

✉ Correo: raul_omar@cieco.unam.mx

RESUMEN. Efectos de la fertilización y la irrigación sobre las interacciones entre maíz (*Zea mays* L.) y el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) fue evaluada en condiciones de invernadero. El experimento tuvo un diseño factorial con tres factores: 1) Fertilización mineral (Con y sin NPK), 2) Irrigación (40 y 85% de la capacidad de campo (CC)) y 3) Larvas de *Spodoptera frugiperda* (Con y sin larvas). En la cosecha 8 semanas después de la siembra, las plantas fertilizadas tuvieron un desarrollo mayor en términos de biomasa seco y contenido de nitrógeno. El desarrollo larvaria fue mayor en larvas alimentadas con plantas fertilizadas. Finalmente, el daño relativo causado por herbivoría de *S. frugiperda* fue menor en plantas sin fertilización en combinación con irrigación (85% de la CC). Se concluye que ambos factores, fertilización e irrigación influyen en las interacciones entre *S. frugiperda* y el maíz.

Palabras clave: Agroecología, fertilización, irrigación, gusano cogollero, maíz

Effects of fertilization and irrigation on the interactions between the fall armyworm and maize

ABSTRACT. Effects of fertilization and irrigation on the interactions between maize (*Zea mays* L.) and the fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) were examined under greenhouse conditions. The experiment had a factorial design with three factors: 1) Mineral fertilization (with and without), 2) Irrigation (40 and 85% of the water holding capacity (WHC) and 3) *S. frugiperda* larvae (with and without). At harvest 8 weeks after sowing fertilized plants presented the highest development in terms of dry biomass and nitrogen content. Larval development was highest in larvae feeding on fertilized plants. Finally, the relative damage from *S. frugiperda* herbivory was lowest in plants without fertilization combined with 85 % (WHC) irrigation. In conclusion, both factors fertilization and irrigation affect the outcome of the interactions between *S. frugiperda* and maize.

Key words: Agroecology, fertilization, irrigation, Fall Armyworm, maize

INTRODUCCIÓN

El maíz, *Zea mays* L. es el cultivo de cereal más importante para la alimentación de los mexicanos por ser una fuente básica de carbohidratos. Un ejemplo de ello es la tortilla, que posiblemente es el principal alimento de la población mexicana (Arámbula *et al.* 2004).

Sin embargo, este cultivo se ve amenazado por diversas plagas de insectos herbívoros y enfermedades que lo atacan, reduciendo los rendimientos y la calidad del grano que impacta

fuertemente la economía de los productores. Figueroa (2002) observó que entre las diversas plagas de maíz, el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith L. (Lepidoptera: Noctuidae) es la principal plaga de maíz en México, así como en otros países del continente.

Los nutrientes que constituyen a las plantas tienen un efecto directo sobre las comunidades de insectos que se alimentan de ellas. El nitrógeno forma parte de los aminoácidos que conforman las proteínas, y de los nucleótidos que constituyen los ácidos nucleídos, también es muy importante para el exoesqueleto de los insectos en forma de quitina (Osuna 1995). Schoonhoven *et al.* (2005) indicaron que el nitrógeno es uno de los elementos que más importante para los herbívoros y a todos los animales porque es uno de los mayores componentes de los seres vivos.

El agua es el factor que más comúnmente limita la producción de maíz en las zonas tropicales, llega a reducir los rendimientos de este cultivo (Palacios 2010). Esto trae consigo respuestas fisiológicas de la planta, como el retraso en el desarrollo por la dificultad de que los nutrientes lleguen a todas las zonas de la planta estresándose.

Nuestro objetivo es examinar los efectos de la fertilización y la irrigación sobre las interacciones entre maíz y el gusano cogollero.

MATERIALES Y MÉTODO

Diseño experimental

El experimento tuvo un diseño factorial con tres factores: 1) Fertilización mineral (Con y sin NPK), 2) Irrigación (40 y 85% de la capacidad de campo (CC)) y 3) Larvas de *S. frugiperda* (Con y sin larvas). Cada tratamiento tuvo seis repeticiones con un total de 48 unidades experimentales.

Establecimiento del experimento

Se sembraron tres semillas del genotipo NB9 en macetas con capacidad de 1 L con 800 g de suelo tipo vertisol y arena de río en proporción 1:1. Antes de la siembra se aplicó fertilización básica completa (nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes) a los tratamientos con fertilización. El nitrógeno (30 mg de N como nitrato de amonio) se les añadió semanalmente durante todo el experimento. Todos los días durante diez días cada planta se regó al 65% de la capacidad de campo calculado para ese sustrato. A cada planta se le aplicó a los diez días de sembradas su respectivo nivel de irrigación.

*Exposición de *S. frugiperda* a los tratamientos*

Seis semanas después de la siembra, se colocó en la planta una malla de tela de tergal francés que cubriera toda la planta desde la base hasta la punta de las hojas esto para evitar el escape de las larvas (Figura 1b). Posteriormente, se colocaron lo más cercano posible al cogollo así como en las hojas adyacentes, seis larvas de *S. frugiperda* de segundo estadio recién mudadas (L₂).

Colecta del insecto

A las dos semanas de que se colocó el insecto en las plantas de su respectivo tratamiento se retiraron las larvas que se encontraron, se pesaron en una balanza analítica y medidas en su longitud y se registró su estadio larval. A continuación se regresaron a la planta de procedencia para continuar con su desarrollo.

También se cuantificó el porcentaje de herbivoría por planta. Este se obtuvo mediante el uso de categorías de daño. Ello consistía en dividir los daños de cada planta en seis categorías de menor a mayor pérdida de material vegetal usando la metodología propuesta por Dirzo y Domínguez (1995). Las pupas ya pesadas y medidas se incorporaron a la cría del insecto.

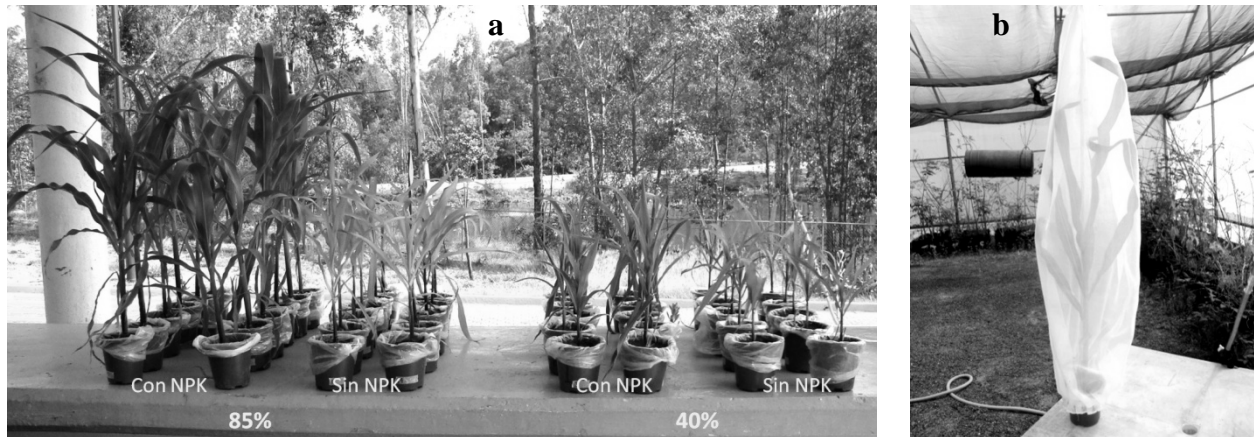


Figura 1. a) Efecto de los tratamientos a las seis semanas, antes de la aplicación de *S. frugiperda*. Se muestran los factores de irrigación y fertilización. b) Colocación de la malla de tela de tergal francés conteniendo las larvas de *S. frugiperda* recién eclosionadas.

Cosecha

Ocho semanas después de la siembra se realizó la cosecha. Las plantas fueron separadas de su parte aérea y raíz y secadas por 48 horas a 70 °C para obtener el peso seco de la parte aérea y raíz.

Cuantificación de nitrógeno

La cuantificación del nitrógeno total de la parte aérea de las plantas, se llevó a cabo por el método Micro-Kjeldahl propuesto por Murphy y Riley (1962).

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron analizados con ANOVA múltiple. Antes del ANOVA se realizó la prueba de Bartlett para verificación de homogeneidad de varianza. En el peso seco de la parte aérea, el test de homogeneidad de varianza indicó que esta no era uniforme, por lo tanto se aplicó la prueba H de Kruskal-Wallis.

Las diferencias entre tratamientos fueron determinados con LSD (diferencias mínimas significativas) de rangos múltiples. Se usó una alfa de 0.05 alcanzando así el 95% de confianza. Se usó el programa Statgraphic Centurion XV de la empresa Statpoint®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso seco de la parte aérea

Se observaron diferencias significativas entre el peso seco de la parte aérea y la fertilización ($P < 0.0001$) donde el tratamiento con 85% de nivel de irrigación y con fertilización mineral, tuvo un desarrollo mayor que los demás (Figura 2a). También se logró observar que en los tratamientos con NPK y 40% de la capacidad de campo, hubo diferencias entre los

tratamientos con y sin insecto, pudo ser debido a que las plantas sean muy pequeñas y los insectos comieron relativamente más de esas plantas.

Nitrógeno total

Las plantas al 40% de irrigación, concentraron más nitrógeno, tanto la irrigación como el factor de la fertilización mostraron diferencias significativas ($P < 0.0001$). En los tratamientos sin fertilización con el 85% de irrigación, se observó clorosis (hojas de color amarillento y traslucido), lo cual coincide con lo observado por Hopkins y Hüner (2004) quienes mencionaron que cuando las plantas tienen déficit de nitrógeno, llegan a presentar clorosis. También se observó que los tratamientos que contenían la fertilización mineral, tuvieron un mayor crecimiento que las no fertilizadas, (Figura 2b).

Se observó una interacción significativa entre los dos factores ($P < 0.0001$). La fertilización hacia que el contenido de nitrógeno en el follaje, aumentara al pasar de los tratamientos sin fertilización a los que llevaban NPK, aunque al 40% de la capacidad de campo fue más elevada el contenido de nitrógeno.

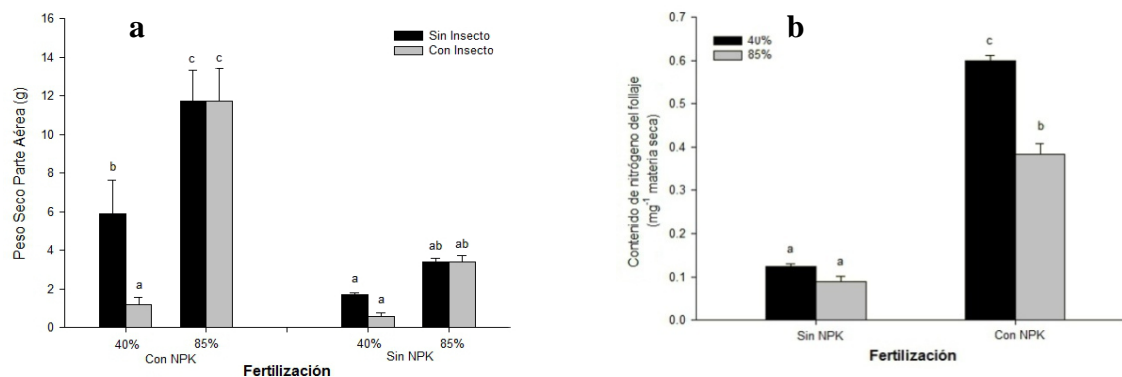


Figura 2. a) Promedios y LSD de: a) peso seco de la parte aérea, b) contenido de nitrógeno total.

Es conocido que cuando las plantas están limitadas por agua tienden a aumentar sus niveles de nitrógeno y fósforo en sus tejidos en forma de proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos (pueden llegar a representar 10% del nitrógeno disponible), fenoles, alcaloides y otros metabolitos secundarios (White 1984, Slansky y Rodríguez 1987).

Peso y longitud larvaria

El desarrollo larvaria en términos del peso y longitud de las larvas mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. Las larvas alimentadas en plantas con fertilización mineral tuvieron un mayor peso ($P < 0.0001$), independientemente del factor de irrigación (Figura 3a). Diversos estudios con fertilización (NPK) en insectos, encontraron que el nitrógeno por sí mismo tiene fuertes efectos en el desempeño y rendimiento de insectos herbívoros, existiendo una correlación positiva entre la cantidad de nitrógeno adicionado a las plantas y la eficiencia de los insectos para convertir el material de la planta en tejidos de su cuerpo (peso y longitud), y por el contrario, bajos contenidos de nitrógeno en plantas hospederas resultan con bajo desempeño (Chen *et al.* 2008).

Categorías de daño

Se observó interacciones significativas entre los factores fertilización e irrigación ($P=0.0191$ Figura 3b) en relación al daño por la herbivoría. Plantas sin fertilización con alto nivel de irrigación (85% de la capacidad de campo) tuvo un daño relativo, menor.

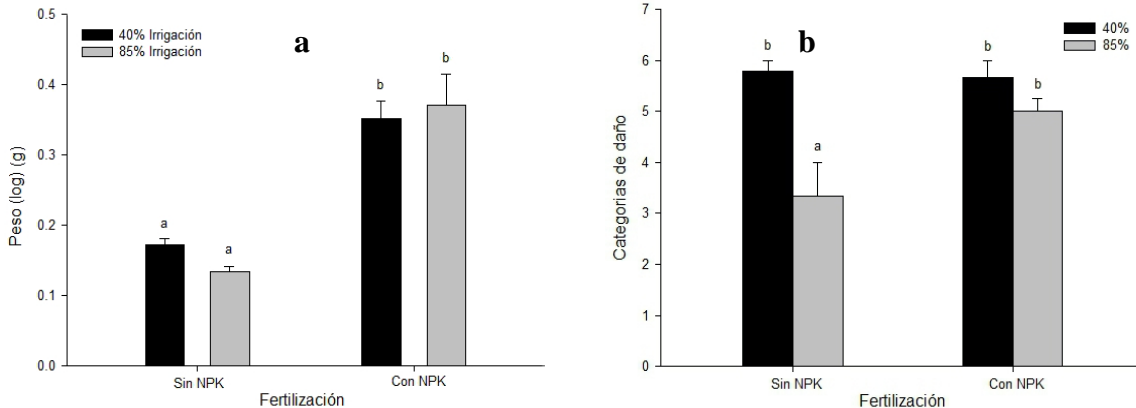


Figura 3. Promedios y LSD de: a) peso larvario, b) categorías de daño.

CONCLUSIONES

Se concluye que ambos factores, fertilización e irrigación influyen en las interacciones entre el gusano cogollero así como el maíz. Mientras las larvas del gusano cogollero se desarrollaron más con plantas fertilizadas, se hicieron menos daño relativo por herbívora en plantas con alta nivel de irrigación.

LITERATURA CITADA

- Arámbula, V. G., Méndez, A. A., González, H. J., Gutiérrez, A. E. y Moreno, M. E. 2004. Evaluación de una metodología para determinar características de textura de tortilla de maíz (*Zea mays* L.). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 54(2): 216-222
- Chen, Y. Ruberson J. R. y Olson, D. M. 2008. Nitrogen fertilization rate affects feeding, larval performance, and oviposition preference of the beet armyworm, *Spodoptera exigua* on cotton. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 126(3): 244-255
- Dirzo, R. y Domínguez, C. A. 1995. Plant-herbivore interactions in Mesoamerican tropical dry forest. En: Bullock, S. H., Mooney H. A. y Medina, E. (Eds.). *Seasonally Dry Tropical Forest*. Cambridge University Press. pp. 304-325
- Figueroa, B. R. 2002. Evaluación de extractos vegetales contra el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz. *Tesis para obtener el Título de Maestro en Ciencias*. Facultad de Ciencias, División de estudios de Posgrado, Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 94
- Hopkins, W. G. y Hüner, N. P. A. 2004b. Plants and inorganic nutrients. En: (Hopkins, W. G. y Hüner, N. P. A. (Eds.). *Introduction to plant physiology*. Wiley pp. 241-257
- Murphy, J. y Riley, J. P. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta* 27:31-36

- Osuna, A. E. 1995. El cuerpo de los insectos: la pared del cuerpo. En: Osuna, A. E. (Ed.). *Morfología del exoesqueleto de los insectos*. Universidad central de Venezuela pp. 73-76
- Palacios, V. E. 2010. La importancia del riego en la producción de maíz en México. El maíz y sus usos estratégicos. En: De León, C. y Rodríguez, M. R. (Eds.). *El cultivo del maíz - Temas selectos II*. Colegio de Postgraduados pp. 175-190
- Schoonhoven, L. M., Van Loon, J. J. A. y Dicke, M. 2006. Plant as insect food: not the ideal. En: Schoonhoven, L. M., Van Loon, J. J. A. y Dicke, M. (Eds.). *Insect-Plant Biology*. Oxford Academic Press pp. 99-127
- Slansky, F. I. y Rodríguez, J. G. 1987. Nutritional ecology of grass foliage-chewing insects. En: Slansky, F. I. y Rodríguez, J. G. (Eds.). *Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates*. Wiley Interscience. pp. 147-176
- White, T. C. R. 1984. The abundance of vertebrate herbivores in relation to the availability of nitrogen in stressed food plants. *Oecologia* 63: 90-105