

Estudio de insectos polinizadores en el frijol, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. y su efecto en el rendimiento.¹

Study of pollinators insects on Cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp and its effect on the yield.

Giancarlo A. Piccirillo²
Atilio Higuera M.³

Resumen

A fin de determinar el efecto de insectos asociados al cultivo del frijol durante su fase reproductiva sobre el rendimiento, se sembró media hectárea del mutante ON-30(5) en una finca del Municipio Mara del Estado Zulia. Mallas de colección aéreas y frascos con acetato de etilo fueron empleados para recolectar los insectos presentes. Se midieron las variables vainas por planta, vainas totales por hilo de siembra, peso de semillas por vainas, peso de semillas por planta y peso de semillas por hilo de siembra, en hileras previamente cubiertas con tul antes de iniciarse la floración, al igual que en hileras descubiertas. Los mayores insectos visitantes y probablemente polinizadores fueron: *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), *Trigona* sp. (Hymenoptera: Apidae) y *Xylocopa* spp. (Hymenoptera: Anthophoridae). Se observaron además, otros insectos pertenecientes al orden Díptera tales como *Palpada* sp. y *Toxomepus politus*. Los porcentajes de visita de esos insectos fueron: 59.01 %, 9.83 %, 11.97 %, 3.7 % y 1.63 %, respectivamente. No se detectaron diferencias significativas entre los hilos cubiertos y descubiertos, para las variables vainas por planta, vainas totales y peso de semillas por vaina. Los hilos cubiertos presentaron un peso de semillas por vainas y por planta significativamente superior ($P < 0.05$) al obtenido en los hilos descubiertos, en un 8 %, posiblemente asociado con la presencia de *Trigona* sp. y *Leptoglossus* sp. Se recomienda medir el peso de 100 semillas y el número de semillas por vainas; así como también aumentar el número de repeticiones, en futuras evaluaciones.

Palabras claves: Insectos, polinizadores, *Vigna unguiculata*, rendimiento.

Recibido el 16-07-1996 ● Aceptado el 04-04-1997

1. Proyecto No. 1038-94. Programa de Leguminosas comestibles, Subvencionado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (CONDES)

2. Museo de Artrópodos, Facultad de Agronomía, La Universidad del Zulia, Apartado 15205, Maracaibo 4005, Estado Zulia, Venezuela.

3. Departamento de Agronomía, Facultad de Agronomía, La Universidad del Zulia.

Abstract

In order to determinate the effect on yield of pollinators insects associated to Cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walp during a period from October through November 1995, an half hectarea was sown with ON-30(5) cowpea mutant in a farm of Mara county (Zulia State, Venezuela). Collection nets and vials with ethyl acetate were used to collect the insects in the crop. Pods per plant, total pods per row, seeds weight per pods, seeds weight per plant and seeds weight per row were measured in both rows covered previously with tulle before flowering, and also in no covered rows. The major insects visitors and probably pollinators were: *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), *Trigona* sp. (Hymenoptera: Apidae) and *Xylocopa* spp. (Hymenoptera: Anthophoridae). Other insects species belonging to order Diptera were also found such as *Palpada* sp. and *Toxomepus politus* (Diptera: Syrphidae). All these insects species were recorded as follows: 59.01 %, 9.83 %, 11.97 %, 3.27 % y 1.63 %, respectively. Pods per plant, total pods and seeds weight per pods did not show statistical differences, between covered and no covered rows. Seeds weight per pods and per plants were significantly superior ($P < 0.05$) in covered rows, perhaps associated to *Trigona* sp. and *Leptoglossus* sp. incidence. It is recommended to measure weight of 100 seeds and the number of seeds per pods in future evaluations and to increase number of replications.

Key words: Insects, pollinators, *Vigna unguiculata*, yield.

Introducción

El frijol *Vigna unguiculata* (L.) Walp. es una leguminosa de grano cultivada desde épocas remotas con fines alimenticios en el trópico occidental africano y en varios países americanos. En Venezuela, el frijol se ha caracterizado por ser un cultivo de subsistencia para la población campesina, pero a consecuencia de la crisis económica que vive el país, se ha visto incrementada su demanda por ser una fuente barata de proteína para los estratos sociales de menores ingresos que viven en las zonas marginales de las grandes ciudades, razón por la cual se requiere incrementar su rendimiento y superficie de siembra.

En la última década la superficie de siembra del frijol se ha mantenido

cercana a las 15.000 ha con rendimientos promedios que oscilan entre 500 y 700 kg/ha, a pesar de la existencia de variedades mejoradas cuyos rendimientos pueden alcanzar los 1000 kg/ha.

Durante la época de desarrollo reproductivo del cultivo de frijol bajo condiciones normales existe un porcentaje de caída de flores considerable, superior al 60 %. Esta abscisión floral pudiera estar influenciada por la presencia de insectos polinizadores que en algunos cultivos incrementan la fecundación por servir de transporte de polen viable. En Venezuela, no se ha reportado incrementos de rendimiento por presencia de insectos que favorezcan la fecundación, tomando en

cuenta que es una planta autógama de polinización cerrada (cleistógama). Sin embargo, la vistosidad y contrastes de colores presentes en la flor al igual que la producción en cantidad y calidad de néctar del frijol atraen una considerable población de insectos (6). Bohart (2) indica que muchos cultivos productores de frutas, legumbres, vegetales y semillas oleaginosas dependen de las abejas para la ayuda en la reproducción. Las abejas son polinizadores eficientes y seguros, aunque algunos otros insectos también realizan visitas a las flores en forma accidental pero en un número reducido. Se calcula que el 80 % de esta polinización es efectuada por la abeja *Apis mellifera* L. (2).

En las leguminosas, tales como *Medicago sativa* L., *Trifolium incarnatum* L., *T. repens* L. y *T.*

pratense L. se requiere la presencia de abejas para su polinización, siendo visitadas libremente (3). Igualmente el *Pisum sativum* L. es bastante atractiva para la polinización con abejas. En otros cultivos como el café, *Coffea arabica* L. (1, 15) y la *Macadamia intergrifolia* (9, 10) se reporta la presencia de la abeja europea *A. mellifera* y otros insectos polinizadores que pueden aumentar la producción en ambos rubros.

Tomando en cuenta estos antecedentes y la no existencia en Venezuela de suficiente información al respecto, se realizó este estudio para reportar las principales especies de insectos visitantes de las flores del frijol y determinar su importancia como agentes polinizadores, así como también su efecto sobre el rendimiento.

Materiales y métodos

Este trabajo se realizó en la granja la Yaguara, situada en el sector Nueva Lucha, Municipio Mara, Estado Zulia, en un área de vegetación de bosque muy seco tropical en las coordenadas 10°38'38" Oeste, Longitud 71°36'27" , con temperatura promedio anual de 32 °C. altitud de 60 msnm y precipitación anual promedio de 500 mm.

El frijol utilizado fue el mutante Ojo Negro - 30(5). El área experimental fue de 5000 m² aproximadamente, constituida por 577.000 plantas a una distancia de siembra de 0.10 m entre plantas y 0.60 m entre hileras. Las observaciones se realizaron durante el período de octubre a diciembre de 1995,

en la fase de mayor floración de las plantas.

Durante todo el ciclo de floración, y a intervalos de 30 min por día, se hizo un recuento de todos los insectos visitantes de las inflorescencias, escogidas al azar en la parcela. Solamente se consideraron como supuestos polinizadores a aquellos insectos que se posaban en las flores y en cuyo cuerpo se observaron granos de polen adheridos. Con la ayuda de una malla entomológica se capturaron los insectos y se identificaron en el Museo de Artrópodos de la Universidad del Zulia. Para el cálculo de la frecuencia de insectos polinizadores, se dividió el total colectado por especie

entre el número total de insectos colectados durante el periodo de floración.

Para la determinación del efecto de la presencia de los insectos polinizadores en la producción del frijol se escogieron, antes de la floración, 640 plantas de tamaño uniforme y distribuidas en 8 hileras de 80 plantas cada una. 4 hileras (320 plantas) fueron cubiertas con mallas de tul, utilizándose para el soporte alambres de 5 mm de espesor y 1.5 m de largo, los cuales fueron colocados perpendicular al hilo de siembra en forma de arco y espaciados cada metro a lo largo del mismo. La estructura antes descrita, permitió la entrada de luz, viento y agua a las flores, pero no la llegada de insectos. Las 4 hileras restantes se marcaron y dejaron expuestas a la visita de los polinizadores.

Para la evaluación de rendimiento de acuerdo a los tratamientos se estudiaron las variables: número de vainas por planta (NVxP), vainas totales por hilo de siembra (NVT), peso de granos por vaina (PGxV), peso de granos por planta (PGxP) y peso de granos por hilo de siembra (PGT).

El ensayo se planificó tomando como base un diseño completamente al azar, con 4 observaciones de hileras de plantas cubiertas y no cubiertas, para medir el efecto de la visita de insectos sobre el rendimiento del frijol. Los datos se analizaron a través del Statistical Analysis System (12) empleando el procedimiento General Linear Model. La interpretación de los resultados se realizó mediante la prueba de mínimos cuadrados con una probabilidad de 5 %.

Resultados y discusión

Los insectos polinizadores más comúnmente encontrados fueron: *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) con un promedio de frecuencia de 59.01 %, mientras que *Trigona* sp. (Hymenoptera: Apidae) y *Xylocopa* spp. (Hymenoptera: Anthophoridae), presentaron valores del 9.83 %, 11.97 %, respectivamente. Se observaron además, otros insectos tales como *Palpada* sp. y *Toxomepus politus* (Diptera: Syrphidae) con una frecuencia de 3.27 % y 1.63 %, respectivamente (figura 1).

Los datos obtenidos concuerdan con Manawadu y Sarah (7) y Martínez (8) quienes reportan una alta población de insectos polinizadores,

tales como la abeja *A. mellifera*, *Trigona* sp. y varias especies de la familia Syrphidae entre los visitantes más frecuentes de las flores del frijol.

Con respecto a la frecuencia de un mayor número de visitas de *A. mellifera* sobre las demás especies visitantes de las flores del frijol, existe la posibilidad de que esto haya ocurrido porque las poblaciones de abejas son altas y el néctar producto de la abscisión floral en las inflorescencia, las mantiene constante en la época de floración del cultivo.

El período de máxima actividad de los insectos visitantes estuvo alrededor de las 9:00 horas hasta aproximadamente las 10:00 horas,

período seleccionado para las colecciones ya que momento después ocurre el cierre de las flores. Sin embargo a las 16:00 horas se observó cierta actividad de los insectos antes mencionados, posiblemente actuando como visitantes atraídos por el cambio de color de las flores de verde a blanco, que en su momento tienen el óvulo receptivo para ser polinizados pero que no llegan a abrir hasta la mañana siguiente por el mecanismo de cleistogamia. En el caso de las abejas, durante la mañana su población siempre se encontró en mayor actividad, con respecto a las otras especies que se caracterizaron por presentar niveles bajos de población.

La superioridad de *A. mellifera* como visitante sobre otras abejas del género *Trigona* sp. puede estribar en una mejor capacidad de comunicación, determinación de la distancia y sentido de dirección entre la colonia y la fuente de alimento, un mayor tamaño corporal y colonias más numerosas (11).

Las inflorescencias protegidas con envoltura de tul presentaron estadísticamente un número similar de vainas totales y por planta cuando se compararon con las no cubiertas y totalmente accesibles a los insectos polinizadores, tal como se indica en el cuadro 1. Estos resultados difieren de

los obtenidos por otros autores en macadamia (9) y en café (1), quienes observaron un mayor tamaño y peso de los frutos cuando estos estaban descubiertos, lo cual pudiese deberse a que son especies que requieren de fecundación cruzada. En el cuadro 1, solo las variables peso total del grano y peso del grano por vaina mostraron diferencias significativas entre tratamientos ($P < .05$), de acuerdo a la prueba de medias por el método de mínimos cuadrados. La diferencia entre los tratamientos fue de un 8.6 % para PGT, 7.8 % para PGP y 5.6 %, 1.6 %, 4.5 % para NVT, NVxP y PGxV, respectivamente.

De acuerdo a estos resultados el menor peso de grano total y por planta en las plantas descubiertas y en presencia de insectos posiblemente se deba a la misma presencia de *Trigona* sp. que causa la caída mecánica de algunas flores y vainas en formación al cortar el punto de inserción de la flor en el pedúnculo floral, quedando una protuberancia formada por varias flores que abortan y dejan como restos unas cavidades denominadas nectarios, por los cuales se sienten atraídos (5). Este señalamiento coincide con los de Stauffer *et al.* (13) quienes señalaron en Venezuela daños

Cuadro 1. Valores promedio para las variables objeto de estudio

| Tratamiento | NVT | % | NVxP | % | PGT | % | PGxP | % | PGxV | % |
|-------------|--------------------|-----|-------------------|-----|--------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|-----|
| | | | | | (g) | | (g) | | (g) | |
| Cubierto | 520.3 ^a | | 6.79 ^a | | 683.3 ^a | | 9.03 ^a | | 1.26 ^a | |
| Descubierto | 491.0 ^a | | 6.68 ^a | | 624.6 ^b | | 8.32 ^b | | 1.32 ^a | |
| Diferencia | | 5.6 | | 1.6 | | 8.6 | | 7.8 | | 4.5 |

a, b: Letras diferentes entre hileras indican diferencias significativas ($P < .05$)

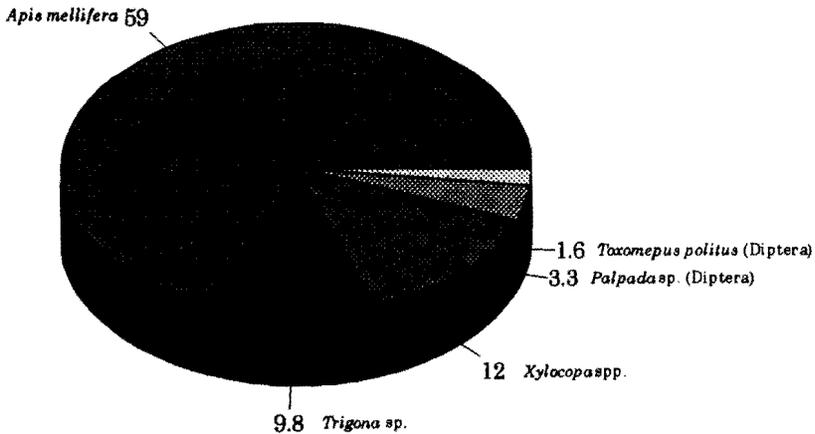


Figura 1. Porcentaje de insectos visitantes del frijol, ON-30, Estado Zulia, Venezuela. 1995.

superficiales producido a las inflorescencias de palma *Livistona chinensis* (Jacq) por adultos de *Trigona amalthea* L. debido a la mordedura de estos insectos tanto en los puntos de ramificación como en los diferentes puntos de las raquillas, habiéndose observado en la mayoría de los casos una paralización de su crecimiento y de las flores, donde a la vez determinaron la presencia de secreción dulce que atraía además de la *Trigona* sp. a otros insectos. Así mismo se pudo observar la presencia de la chinche *Leptoglossus* spp. (Hemiptera: Coreidae) que extrae savia de las vainas recién formadas y produce un manchado del grano y posterior reducción de su peso. Booker (4), Taylor (14) y Martínez (8) describieron la gran pérdida de botones y frutos de la planta de frijol como resultado de daños de insectos, pero esto puede ser reducido por la aplicación adecuada y oportuna de insecticidas apropiados que permita mantener la calidad de la semilla.

La diferencia entre los valores de peso total del grano y el peso por planta en inflorescencias protegidas y no protegidas refleja una alta autofecundación en el mutante de frijol ojo negro ON-30(5), lo cual posiblemente se deba al modo de polinización cerrada de las flores de frijol que garantiza un 100 % de autofecundación en ausencia de insectos que ocasionen daño al grano durante su formación. León (5), indica que el frijol es una leguminosa altamente autógena, aunque se ha registrado hasta un 14 % de alogamia, la cual podría deberse a la presencia de insectos polinizadores.

En cuanto al número de vainas totales por hilo y por planta la no existencia de diferencias significativas ($P < .05$) entre las hileras cubiertas y no cubiertas posiblemente se podría atribuir a que dichas variables son características con alto porcentaje de heredabilidad difícilmente modificable por factores ambientales, como en este caso la presencia o ausencia de insectos polinizadores.

El peso del grano por vaina no mostró diferencias significativas entre las hileras cubiertas y no cubiertas

como resultado de promediar el peso del grano entre un número similar de vainas en ambos tratamientos.

Conclusiones

En el presente estudio los insectos polinizadores que más visitaron las flores del frijol fueron las abejas de la familia Apidae y dentro de éstas, la más importante fue *A. mellifera* y en menor proporción *Trigona* sp. y *Xylocopa* spp.

La cobertura de las inflorescencias del frijol con mallas de tul parece indicar que la presencia de insectos polinizadores no contribuye a una mayor fecundación y formación de vainas que amerite una dependencia de la entomofauna polinizadora durante el proceso reproductivo del cultivo. Sin embargo es importante su conocimiento porque de encontrar germoplasma androestéril de frijol se podría emplear en la producción

comercial de híbridos, dada la eficiencia reportada de la abeja *A. mellifera* como polinizador para realización de cruzamientos, tal como se ha demostrado en plantas dioecias.

Las poblaciones de insectos polinizadores que visitan el cultivo de frijol no son requeridas para favorecer su fecundación, dada su condición de planta autógama. Sin embargo, dada la posibilidad de asociar el cultivo de frijol con otras especies y la alta población de insectos polinizadores atraídos por sus flores, pudiese utilizarse en forma intercalada con cultivos hortícolas que requieren de polinización cruzada, como en el caso de las cucurbitáceas.

Agradecimiento

Nuestra investigación fue realizada gracias al constante apoyo al investigador y al financiamiento otorgado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Univer-

sidad del Zulia (CONDES), bajo el programa de investigación "Leguminosas Comestibles" (Subvención No. 1038-94), por lo cual estamos muy agradecidos.

Literatura citada

1. Badilla, F. y B. Ramírez. 1991. Polinización de café por *Apis mellifera* L. y otros insectos en Costa Rica. Turrialba 41(3): 285-288.
2. Bohart, G. E. 1960. Insect pollination of forage legumes. Bee World 41:57-64, 85-97.
3. Bohart, G. E. and F. E. Todd. 1961. Pollination of seed crops by insects. In Seeds. U.S. Dept. Expt. Agr. Ybk. 240-246 p.
4. Booker, R. 1963. Notes on the pest complex of cowpeas in northern Nigeria. Proc. Ist. Nigeria Grain Legume, Conf. Lamaru. 9-12 pp.

5. León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. San José , Costa Rica. IICA, Colección libro y materiales educativos, 2da. Edición. No. 84. 445 pp.
6. Lopez -Palcios, S. 1986. Catálogo para una flora apícola venezolana. Talleres gráficos Universitarios, Facultad de Farmacia-ULA, Mérida-Venezuela, 211 pp.
7. Manawadu, D. and H. Sharah. 1991. Review of insects associated with cowpea: the case of Maiduguri in the semi arid zone of Nigeria. *Nigerian Journal of Entomology* 11:1-2, 100-111.
8. Martínez, I. 1978. Observaciones sobre la entomofauna en frijol *Vigna unguiculata* (L.) Walp. y lenteja criolla *Vigna radiata* (L) Wilczek en cinco Distritos del Estado Zulia, Venezuela. La Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. Trabajo de Ascenso. 51 p.
9. Masis, C. E. y H. Lezama. 1991. Estudio preliminar de insectos polinizadores de Macadamia en Costa Rica. *Turrialba* 41(4):520-523.
10. McGregor, S. 1976. Macadamia: Insect pollination of cultivated crop plants. *Agriculture Handbook* no. 496. 251-253 p.
11. Roubik, D. W. 1980. Foraging behavior of competing africanized honey bees and stingless bees. *Ecology* 61:836-845.
12. S.A.S. 1985. *SAS User's guide: Statistics Version 5*. De. SAS Institute. INC, Cary, N.C.
13. Stauffer, F., L. Pappaterra y J. Clavijo. 1995. Ataque de *Trigona amalthea* (Hymenóptera: Apidae) a las inflorescencias de *Livistona chinensis* (Jacq). XIV Congreso Venezolano de Entomología, Barquisimeto, Edo. Lara 38 p.
14. Taylor, O. 1969. The field pest problem on cowpeas in Southern Nigeria. *Proc. Ist. Nigeria Grain Legume, Conf. Lamaru*. 1-8 p.
15. Todd F. and S. McGregor. 1960. The use of honeybees in the production of crops. *Annual Review of Entomology* 5:265-278.