

Desarrollo y reproducción de *Bemisia tabaci* “B” (Hemiptera: Aleyrodidae) sobre genotipos de yuca (*Manihot esculenta*)

Development and reproduction of *Bemisia tabaci* “B” (Hemiptera: Aleyrodidae) on cassava (*Manihot esculenta*) genotypes

ARTURO CARABALÍ^{1,2}, JAMES MONTOYA-LERMA², ANTHONY C. BELLOTTI³

Resumen: Los geminivirus del mosaico de la yuca (CMGs) (Geminiviridae, *Begomovirus*) y su vector la mosca blanca, *Bemisia tabaci*, ocasionan las mayores pérdidas en el rendimiento de raíces a cultivos de yuca en África y Asia. Evidencias recientes sugieren que *B. tabaci* representa un complejo de poblaciones indistinguibles morfológicamente con numerosos biotipos. En las Américas, aunque la yuca parece no ser un hospedero conveniente para el polífago biotipo B, se ha postulado que la ausencia de CMGs y daño mecánico están relacionados con la inhabilidad de este biotipo para colonizar eficientemente este cultivo. No obstante, resultados previos han demostrado que su adaptación a yuca, vía hospederos alternos, es un riesgo que debe tenerse siempre en mente. Este estudio tuvo como objetivo principal evaluar el desarrollo y la reproducción del biotipo B de *B. tabaci* al alimentarse sobre tres genotipos de *M. esculenta* (MEcu72, CG489-34 y CMC-40). A través de bioensayos bajo condiciones controladas ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, 70 ± 5 HR, 12L:12O) se evaluó longevidad, fecundidad, supervivencia y parámetros demográficos, mediante tablas de vida. Aunque las longevidades medias para MEcu72, CG489-34 y CMC-40 fueron similares (6,3, 5,07 y 3,9 días, respectivamente), CMC-40 presentó la tasa de oviposición más baja (0,49 huevos/hembra/2días) comparada con MEcu72 (0,89) y CG489-34 (0,86). Con una tasa de supervivencia muy baja (0,03) MEcu72 fue el único genotipo donde el biotipo B completó su desarrollo de huevo a adulto, necesitando 55,1 días. Los resultados son discutidos evaluando el potencial de adaptación de *B. tabaci* en Sur América sobre genotipos comerciales de yuca.

Palabras clave: Tablas de vida. Moscas blancas. Supervivencia.

Abstract: The geminiviruses of cassava mosaic virus (CMGs) (Geminiviridae, *Begomovirus*) and their whitefly vector, *Bemisia tabaci*, produce the major losses in root yield of cassava crops in Asia and Africa. Recent evidence suggests that *B. tabaci* represents a complex of morphologically indistinguishable populations with numerous biotypes. In the Americas, although cassava seems not to be a suitable host for the polyphagous biotype B, it has been postulated that the absence of CMGs and the mechanical damage are related with incapability of this biotype to colonize efficiently this crop. However, previous studies have demonstrated that their adaptation to cassava, via alternate hosts, is a risk that must always be kept in mind. The main objective of this study was to evaluate the development and reproduction of *B. tabaci* biotype B feeding on three genotypes of *M. esculenta* (MEcu72, CG489-34 and CMC-40). Bioassays, carried out under controlled conditions ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, 70 ± 5 RH; 12:12 LD), were used to evaluate longevity, fecundity, reproduction and demographic parameters through life tables. Although mean values for longevity were similar in MEcu72, CG489-34 and CMC-40 (6.3, 5.07, and 3.9 days, respectively) CMC-40 showed the lowest oviposition rate (0.49 eggs/female/2days) compared with MEcu72 (0.89) and CG489-34 (0.86). With a very low survival rate (0.03), MEcu72 was the only genotype where the biotype B was able to complete its development from egg to adult, requiring 55.1 days. Results are discussed in terms of evaluating the potential adaptation of *B. tabaci* on commercial cassava genotypes.

Key words: Life tables. Whiteflies. Survival.

Introducción

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz, 1766) contribuye significativamente a la nutrición y calidad de vida de más de 500 millones de personas, miles de procesadores y comerciantes alrededor del mundo (Balagopalan 2002). La yuca es originaria del Neotrópico aunque su centro de origen es aun motivo de discusión (Allem 2002), este hecho es consistente con la gran diversidad de artrópodos plaga que atacan este cultivo (Bellotti *et al.* 1994). Las moscas blancas, como plagas de alimentación directa y vectores de virus, constituyen el mayor problema para la producción de yuca en África, Neotrópicos y en menor grado Asia (Bellotti 2002). En el neotrópico, el complejo más grande de especies lo incluyen *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889), *B. tuberculata* (Bondar, 1923) y *Trialeurodes variabilis* (Quaintance, 1900). *B. tabaci* tiene una distribución pantropical, y en África se alimenta de yuca y

transmite la enfermedad del virus del mosaico de la yuca (CMD), un complejo de ocho especies de geminivirus (CMGs) (*Geminiviridae*, *Begomovirus*) (Legg *et al.* 1994; CIAT 2004).

Hasta el momento, en África, el daño de *B. tabaci* se documenta, principalmente, por su importancia como vector de CMD pero sus poblaciones, que se han incrementado en la parte oriental y central (Uganda, Tanzania, Ruanda y República del Congo) causan, además, daño físico directo a los cultivos de yuca. Las pérdidas en rendimiento han sido estimadas en más del 50%, incluyendo variedades con reconocida resistencia exclusiva a CMD (CIAT 2004). Estos resultados indican que cultivares de yuca con esta característica podrían no ser los más adecuados para evitar las pérdidas por daño debido a la alimentación directa de altas poblaciones de *B. tabaci*.

En el Neotrópico, las medidas de control en cultivos de yuca, expuestos durante un largo periodo (8-24 meses) a la presión de poblaciones de mosca blanca, se han basado en el

¹ Ingeniero agrónomo. Entomología de yuca, CIAT, Cali. Colombia. artcamo@univalle.edu.co.

² Biólogo. Grupo de Investigaciones Entomológicas. Departamento de Biología, Universidad del Valle. jamesmon@univalle.edu.co.

³ Agrónomo, Ph. D. Proyecto Entomología de yuca, CIAT, Cali. Colombia. a.bellotti@cgiar.org.

uso de costosos insecticidas, haciendo poco rentable su producción. Adicionalmente, el hecho que yuca sea tradicionalmente sembrado en suelos marginales y pobres en nutrientes expone el cultivo a estrés e incrementa la susceptibilidad al ataque de *B. tabaci* (Palumbo *et al.* 2001; Calatayud *et al.* 2002).

Recientes evidencias sugieren que *B. tabaci* representa un complejo de poblaciones morfológicamente indistinguibles, con numerosos biotipos (Perring 2001). A pesar de la naturaleza polífaga del complejo de poblaciones de *B. tabaci* (Mound 1983) se conoce, además, de la existencia de poblaciones mono y oligofagas, como es el caso de los biotipos *Jatropha* (Brown *et al.* 1995), yuca (Abdullahi *et al.* 2003) y el biotipo B de las Américas. Esto ha sido nuevamente resaltado en estudios de transferencia de hospederos, los cuales corroboraron que el desarrollo y reproducción de poblaciones del biotipo-yuca está restringido a *M. esculenta*, *M. glaziovii* Muell.-Arg, berenjena (*Solanum melongena* L.) y *S. aethiopicum* L. (Legg *et al.* 1994). Así mismo, experimentos de laboratorio han mostrado que es capaz de reproducirse sobre *Nicotiana debneyi* Domin (Thompson 2003), *Lycopersicon esculentum* Mill. y *Vigna unguiculata* (L.) Walp (Omondi *et al.* 2005). En contraste, las poblaciones del biotipo no-yuca pueden colonizar un amplio rango de malezas y cultivos, a excepción de yuca. Dado que, en las Américas, yuca parece ser un hospedero inadecuado para el polífago biotipo B (reconocido por algunos investigadores como *B. argentifolii* Bellows y Perring) (Bellows *et al.* 1994), se ha postulado que la ausencia de CMGs y daño mecánico están relacionados con la inhabilidad de este biotipo para colonizar eficientemente este cultivo. No obstante, *B. tabaci* fue encontrada alimentándose de yuca en República Dominicana y Cuba (Brown *et al.* 1995; Vásquez *et al.* 1995), Ecuador y Colombia (Anderson *et al.* 2005). Además que, estudios recientes, sugieren la posibilidad de que desarrolle poblaciones sobre este cultivo, cuando se utiliza un modelo de adaptación gradual sobre una serie de hospederos filogenéticamente relacionados con *Manihot* (Carabali *et al.* 2005). Estos antecedentes dan base a la hipótesis que poblaciones polífagas de *B. tabaci* (biotipo B) podrían desarrollarse y reproducirse sobre genotipos de yuca.

Ante el riesgo potencial que constituye la colonización de altas poblaciones de *B. tabaci* y CMD para la producción de yuca en las Américas, más aún, si se tiene en cuenta que los cultivares más tradicionales son altamente susceptibles a la enfermedad, se planteó el presente trabajo, el cual tuvo como propósito evaluar el desarrollo, reproducción y los parámetros demográficos del biotipo B de *B. tabaci* sobre tres genotipos de yuca (MEcu72, CG489-34 y CMC-40).

Materiales y Métodos

Biología de *B. tabaci* sobre genotipos de *M. esculenta*

Moscas blancas y plantas. Los individuos del biotipo B fueron obtenidos de una colonia previamente establecida sobre *J. gossypifolia* L. (25 ± 2°C, 70 ± 5% H. R., 12 horas de fotoperiodo) a partir de la cual, se obtuvo una cría de *B. tabaci* en *M. carthaginensis* Mueller von Arg. (Carabali *et al.* 2005) que fue mantenida durante cinco generaciones en jaulas de tul y madera (1 x 1 x 1 m) bajo iguales condiciones controladas. La cepa del biotipo B de *B. tabaci* fue confirmada periódicamente en adultos con el análisis RAPD-PCR (Quintero *et al.*

2001). 20 plantas de CMC-40, MEcu72 y GC 489-34, fueron suministradas por la Unidad de Recursos genéticos del CIAT y en los experimentos se utilizaron plantas de 30 - 40 días de siembra, las cuales se multiplicaron a partir de estacas, utilizando materas plásticas de 15 cm de profundidad con capacidad aproximada para un 1 kg de suelo. Las plantas se ubicaron en una casa malla, sobre mesas de 1m de altura.

Longevidad y fecundidad de hembras. Cuarenta parejas de machos y hembras de *B. tabaci*, recién emergidas y previamente sexadas, provenientes de la cría sobre *M. carthaginensis* se separaron en jaulas pinza (diámetro = 2,5 cm; profundidad = 2 cm). Los insectos se colocaron sobre el envés de las hojas de los genotipos MEcu72, CG489-34 y CMC-40. Cada 48 h los adultos se removieron a una nueva área de la hoja hasta la muerte natural de las hembras. Los machos se reemplazaron por otros en la medida que morían antes que su pareja. El área de la hoja bajo cada jaula pinza se marcó y observó bajo estereomicroscopio binocular (40X) para el conteo del número de huevos. La fecundidad se estimó como el número de huevos colocados por hembra cada 48 horas y la longevidad, como el máximo número de días que una hembra vive.

Tiempo de desarrollo, tasa de supervivencia y proporción de hembras. Cincuenta adultos no sexados de *B. tabaci*, de dos días, se tomaron de hojas apicales de plantas de *M. carthaginensis*, con la ayuda de un aspirador bucal y posteriormente fueron colocados en jaulas pinza (diámetro = 2,5 cm; profundidad = 2 cm) sobre el envés de las hojas de los genotipos MEcu72, CG489-34 y CMC-40. Los adultos y las jaulas pinza se retiraron transcurridas seis horas. Con la ayuda de un estereoscopio binocular (40X), se seleccionaron al azar 200 huevos. El área demarcada con los 200 huevos fue observada diariamente para registrar el tiempo de desarrollo de huevo-adulto. La tasa de supervivencia de los estados inmaduros fue estimada, como el número de huevos iniciales que llegan adultos y la proporción de hembras emergidas.

Parámetros demográficos. Los datos del tiempo de desarrollo, tasa de supervivencia y proporción de hembras fueron combinados con los datos experimentales de la reproducción 'l_x-m_x' para producir tablas de vida. Para cada experimento se calcularon los siguientes parámetros demográficos (Price 1975): 1) Tasa de reproducción neta (*R*_n) definida como el número de hijas que en promedio una hembra deja durante una generación; 2) Tiempo generacional (T), equivalente al periodo comprendido entre el nacimiento de los padres y el de la progenie y 3) Tasa intrínseca de crecimiento de la población (*r*_m), la cual representa la contribución diaria de cada individuo al desarrollo poblacional. La tasa intrínseca de crecimiento de la población (*r*_m) fue estimada mediante la ecuación:

$$\sum \exp(-r_m x) l_x m_x = 1$$

donde: *x*, es la edad de la hembra
l_x, edad de supervivencia específica
m_x, la proporción de hembras de la progenie de una hembra con edad *x*.

En el cálculo del valor de (*r*_m), se utilizó la edad corregida *X* + 0,5 y la ecuación $\ln 2/r_m$ para estimar los días necesarios para duplicar en número la población (Carey 1993).

Tabla 1. Longevidad (días), fecundidad media (huevos) y tasa de oviposición (huevos/hembra/2días) del biotipo B de *B. tabaci* en tres genotipos de *M. esculenta* (n = 40).

Parámetro	MEcu72	CG489-34	CMC40
Longevidad media	6,3 (2-20) a	5,07 (2-16) a	3,9 (2-8) a
Fecundidad media	5,61 (1-40) a	4,35 (1-24) a	1,89 (1-12) b
Tasa de oviposición	0,89 (0,25-3,8) a	0,86 (0,25-1,56) a	0,49 (0,25-2,75) b

Promedios seguidos por diferentes letras entre las columnas difieren significativamente, (Kruskal-Wallis $P < 0,0001$, seguido por Student-Newman-Keuls $P < 0,05$). Números entre paréntesis representan los rangos.

Análisis estadístico

Los valores de la longevidad, fecundidad, tasa de oviposición y tiempo de desarrollo del biotipo B de *B. tabaci* en cada genotipo de *M. esculenta* se analizaron mediante la prueba de Kruskal -Wallis la cual permite comparar las medias de dos o más distribuciones sin el supuesto de que los términos del error se distribuyen normalmente. Cuando fue requerido, se realizaron pruebas de comparación múltiple, utilizando el método de Student-Newman-Keuls.

Resultados y Discusión

Biología de *B. tabaci* sobre genotipos de *M. esculenta*

Longevidad y fecundidad de hembras. La longevidad de las hembras en los tres genotipos no fue significativamente diferente (Tabla 1). Sin embargo, las hembras vivieron entre uno y dos días más sobre MEc 72 en comparación con CG489-3 y CMC-40, respectivamente. Así mismo, el rango de longevidad más amplio (dos a 20 días) se presentó en MEcu 72 (Tabla 1). En contraste, las hembras vivieron menos tiempo (3,9 días) en CMC-40. Estas diferencias se pueden observar en las curvas de supervivencia (Fig. 1) donde, al sexto día la proporción de hembras vivas se redujo 60, 70 y 85% en MEcu72, CG 489-34 y CMC-40, respectivamente.

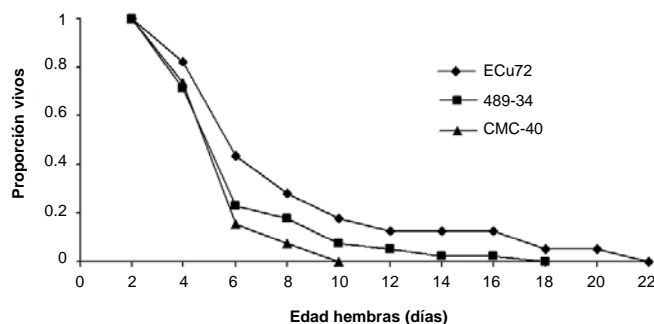
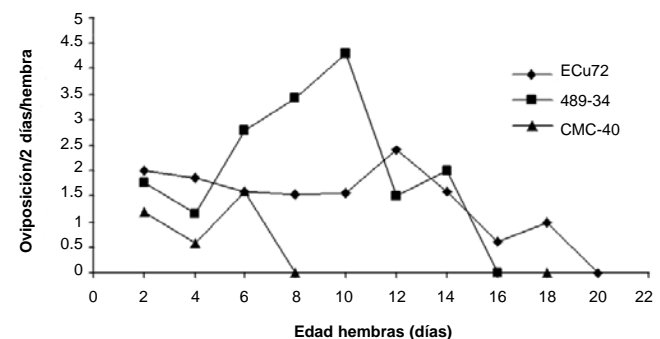
La fecundidad media del biotipo B sobre los genotipos MEcu72 y CG489-34 fue similar entre si, pero significativamente dife-

rentes al ser comparados con CMC-40 (Kruskal-Wallis, $P < 0,0001$) (Student-Newman-Keuls, $P < 0,05$) (Tabla 2). La más alta fecundidad (5,6 huevos) se observó en MEc72, y fue el triple al compararse con CMC-40 (Tabla 1). Además, fue en MEc 72 donde las hembras presentaron el rango más amplio de oviposición (uno a 40 huevos).

Se presentó sincronía al inicio de la oviposición (48 h) sobre los tres genotipos, sin embargo al sexto día, sobre CMC-40 las hembras ya habían ovipositado el 100% de los huevos, mientras, en MEcu72 y CG 489-34, alcanzaron el 75,8 y 75,3%, respectivamente (Fig. 2). La distribución de la secuencia de la aparente conveniencia de los genotipos en la variable fecundidad fue MEcu72 > CG489-34 > CMC-40, concordante con los del análisis de longevidad.

Los promedios de las tasas de oviposición de MEcu72 y CG489-34 fueron similares entre si (Tabla 1), siendo ligeramente superiores en el primer genotipo, pero significativamente diferentes al ser comparados con CMC-40 (Kruskal-Wallis $P < 0,0001$) (Student-Newman-Keuls, $P < 0,05$). Las diferencias en las tasas de oviposición media para cada genotipo se pueden observar en la figura 2, las cuales permiten predecir, en forma limitada, qué tan adecuado puede resultar cada uno de los hospederos para el posterior desarrollo de los estados ninfales. Al comparar las tasas de oviposición entre MEcu72 y CG489-34 fue evidente que no presentaron diferencias significativas, pero si al compararse con CMC-40.

Las diferencias en la oviposición de *B. tabaci* en cada genotipo obtenidos en este estudio concuerdan con los resultados reportados por Heather *et al.* (1991), quienes encontra-

**Figura 1.** Supervivencia del biotipo B de *B. tabaci* en tres genotipos de *Manihot esculenta*.**Figura 2.** Curvas de reproducción del biotipo B de *B. tabaci* en tres genotipos de *Manihot esculenta*.

ron que cuando se confina *B. tabaci* a un hospedero en particular (*Gossypium hirsutum* L., *Cucumis maxima* Duchense, *C. pepo* L., *C. melo* L., *Lactuca sativa* L., *Lycopersicon esculentum* Mill.), no deposita igual número de huevos sobre todos los hospederos. Adicionalmente, confirman que no existe una correlación directa entre el número de huevos depositados y las tasas de supervivencia. Estos resultados sugieren que las hembras de *B. tabaci* antes de la oviposición sobre los genotipos de *M. esculenta* (MEcu72, CG489-34 y CMC-40) pueden no ser capaces de identificar la potencial conveniencia del hospedero.

Tiempo de desarrollo, tasa de supervivencia y proporción de hembras. Aunque con una tasa de supervivencia de los estados inmaduros baja (3%), MEcu72 fue el único hospedero donde el biotipo B pudo completar su desarrollo, necesitando 55,1 días para llevarlo a cabo (Tabla 2). Tanto en el genotipo CG489-34 como en CMC-40, los mayores porcentajes de mortalidad ocurrieron en el primer instar. Los sobrevivientes se desarrollaron hasta segundo y tercer instar en CG489-34 y solo hasta el segundo en CMC-40. En cada caso, las ninfas entraron en un estado de latencia sin alcanzar el estado adulto.

Los resultados de este estudio difieren a lo reportado por Costa y Russell (1975), quienes en ensayos con diferentes variedades de yuca, registraron una mortalidad del 100% de los insectos en los tres primeros días, dando soporte a que *B. tabaci* no se alimenta ni se reproduce sobre *M. esculenta* en las Américas. A diferencia de estos autores, en nuestros experimentos *B. tabaci* se reprodujo sobre MEcu 72 y en CG489-34 y CMC-40 este porcentaje de mortalidad se presentó en un rango de ocho a 20 días. La proporción de hembras fue afectada cuando *B. tabaci* se alimentó sobre MEcu72, resultado de la baja tasa de supervivencia alcanzada por la mosca blanca sobre este genotipo (Tabla 2).

Parámetros demográficos. Como resultado de una tasa de supervivencia negativa de los estados inmaduros de *B. tabaci* sobre CG489-34 y CMC-40, no se pudo calcular los parámetros demográficos sobre estos hospederos. No obstante, el efecto del hospedero sobre la tasa reproductiva neta de la mosca blanca permitió estimar que, en promedio, al cabo de una generación (58,3 días), las poblaciones del biotipo B sobre MEcu72 podrían multiplicarse 5,61 veces (individuo/individuo). Así mismo, la tasa intrínseca de la población sobre MEcu72 fue baja (0,0296), siendo su potencial de crecimiento inferior en un 84%, al compararla con la tasa de crecimiento registrada por Musa y Ren (2005), sobre un hospedero conveniente como soya (*Glycine max* (L.)). Estos valores se reflejan en el tiempo requerido por *B. tabaci* para duplicar en número su población sobre MEcu72, el cual fue de 23,4 días.

Es importante anotar que, en África, las poblaciones de *B. tabaci* asociadas a yuca han sido reportadas como monófagas (Storey y Nichols 1938; Abdullahi *et al.* 2003) aunque han sido detectadas también sobre plantas de Fabaceae (*Centrosema molle* Mart. ex Benth.) (Legg 1996), Solanaceae (*Solanum nigrum* L.; *S. aethiopicum* L.; *S. melongena* L.) (Burban *et al.* 1992), Verbenaceae (*Lantana camara* L.) (Legg 1996) y *E. heterophylla* (Miq.) Miers (Thompson 2003). Más recientemente se ha demostrado que las poblaciones de *B. tabaci*, tipo Ug1 (Uganda 1) consideradas específicas para yuca (Sseruwagi *et al.* 2006) no lo son, dada su capacidad de colonizar otras plantas, entre ellas: *Aspilia africana* pers. Adams, *Abelmoschus esculentus* L., *Manihot glaziovii* Muell. Arg., *J.*

gossypifolia L. y *Euphorbia heterophylla* L. Así mismo, estudios anteriores en Uganda mostraron que ciertas poblaciones de *B. tabaci* que colonizan yuca, fueron capaces de sobrevivir sobre algodón (*G. hirsutum* L.) y batata (*Ipomea batatas* L.) aunque dichas poblaciones al ser transferidas a yuca no sobrevivieron (Legg 1996).

Estos hechos sugieren, que las poblaciones de *B. tabaci* asociadas a yuca en África podrían estar ampliando su rango de hospederos y, en consecuencia, generando una reestructuración de su monofagia. En forma similar, en las Américas, el biotipo B, conocido por su asociación a más de 600 especies de plantas hospederas (Mound y Halsey 1978; Secker *et al.* 1998) podría estar ampliando su rango de hospederos y entre ellos, yuca. Aunque difícil de establecer el inicio de este proceso, es posible que se opere desde 1990 cuando se observó *B. tabaci* colonizando yuca en República Dominicana (Brown *et al.* 1995) y luego, en 1993, se registró como predominante en la misma especie en Cuba (Vázquez *et al.* 1995) y, más reciente, en Colombia y Ecuador (Quintero *et al.* 1998; Anderson *et al.* 2005). A pesar que las poblaciones de *B. tabaci* presentaron un bajo potencial de desarrollo sobre el genotipo de *M. esculenta* MEcu72, se constituye en uno de los primeros registros experimentales en el cual el biotipo B se desarrolló sobre un genotipo comercial de *M. esculenta*. En consecuencia y aunque preliminares, nuestros resultados permiten sugerir que *M. esculenta* puede ser un hospedero potencial para el biotipo B de *B. tabaci* en las Américas.

Tabla 2. Tiempo de desarrollo, supervivencia y proporción de hembras de individuos del biotipo B de *B. tabaci* en MEcu72 (n = 200).

Parámetro	MEcu72	CG489-34	CMC40
Tiempo de desarrollo (días)	55,1	0	0
Número de insectos	6	0	0
Tasa de supervivencia (%)	3	0	0
Número de insectos	200	200	200
Proporción de hembras (%)	33	0	0
Número de insectos	6	0	0

Agradecimientos

A los evaluadores anónimos quienes a través de su revisión crítica, hicieron aportes significativos y valiosos al manuscrito.

Literatura citada

- ALLEM, A. C. 2002. The origins and taxonomy of cassava, pp. 209-235. En: Hillocks, R. J.; Thresh, J. M.; Bellotti, A. C. (eds.). Cassava biology, production and utilization. CAB International, Oxon, Reino Unido.
- ABDULLAHI, I.; WINTER, S.; ATIRI, G. I.; THOTTAPPILLY, G. 2003. Molecular characterization of whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) populations infesting cassava. Bulletin Entomological Research 93: 97-106.
- ANDERSON, P. K.; HAMON, A. B.; HERNÁNDEZ P. M. del P.; MARTIN, J. 2005. Whiteflies as vectors of viruses in legume and vegetable mixed cropping systems in the tropical lowlands of Central America, Mexico and the Caribbean. Reproductive crop hosts of *Bemisia tabaci* (Gennadius) in Latin America and

- the Caribbean. pp. 243-250. In: Anderson, P. K.; Morales, F. J. (eds.). Whitefly and whitefly-borne viruses in the tropics: Building a knowledge base for global action. CIAT (International Center of Tropical Agriculture), Cali, Colombia. 351 p.
- BALAGOPALAN, C. 2002. Cassava utilization in food, feed and industry, pp. 209-235. En: Hillocks, R. J.; Thresh, J. M.; Bellotti, A. C. (eds.). Cassava biology, production and utilization. CAB International, Oxon, Reino Unido.
- BELLOTTI, A. C. 2002. Arthropod pest, pp. 209-235. En: Hillocks, R. J.; Thresh, J. M.; Bellotti, A. C. (eds.). Cassava biology, production and utilization. CAB Internacional, Oxon, Reino Unido.
- BELLOTTI, A. C.; BRAUN, A. R.; ARIAS, B.; CASTILLO, J. A.; GUERRERO, J. M. 1994. Origin and management of Neotropical cassava arthropod pests. *African Crop Science Journal* 2 (4): 407-417.
- BELLOWS, T. S. Jr.; PERRING, T. M.; GILL, R. J.; HEADRICK, D. H. 1994. Description of a species of *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae). *Annals of the Entomological Society of America* 87: 195-206.
- BROWN, J. K.; FROHLINCH, D. R.; ROSELL, R. C. 1995. The sweetpotato or silverleaf whiteflies: Biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex? *Annual Review of Entomology* 40: 511-34.
- BURBAN, C.; FISHPOOL, L. D. C.; FANGUET, C.; FARGETTE D.; THROUVENEL, J. C. 1992. Host associated biotypes within West African populations of the whitefly *Bemisia tabaci* (Genn) (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Applied Entomology* 113: 416-23.
- CALATAYUD, P. A.; POLANIA, M. A.; SELIGMANN, C. D.; BELLOTTI, A. C. 2002. Influences of water-stressed cassava on *Phenacoccus herreni* and their associated parasitoids. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 102: 163-175.
- CARABALI, A.; BELLOTTI, A. C.; MONTOYA-LERMA, J.; CUELLAR, M. E. 2005. Adaptation of *Bemisia tabaci* biotype B (Gennadius) to cassava, *Manihot esculenta* (Crantz). *Crop Protection* 24: 643-649.
- CAREY, J. R. 1993. Applied demography for biologist. Nueva York. Oxford University Press. 206 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2004. Sustainable integrated management of whiteflies through host plant resistance: Annual Report, Project NZAID. Cali, CO. 77 p.
- COSTA, A. S.; RUSSELL, L. M. 1975. Failure of *Bemisia tabaci* to breed on cassava plants in Brazil (Hom: Aleyrodidae). *Ciencia e Cultura, São Paulo* 27: 388-390.
- HEATHER, S. C.; BROWN, J. K.; BYRNE, D. N. 1991. Life history traits of the whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on six virus-infected or healthy plant species. *Environmental Entomology* 20 (4): 1102-1107.
- LEGG, J. P.; GIBSON, R. W.; OTIM-NAPE, G. W. 1994. Genetic polymorphism amongst Uganda populations of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae), vector de African cassava mosaic geminivirus. *Tropical Science* 34: 73-81.
- LEGG, J. P. 1996. Host associated strains within Ugandan populations of the whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hom: Aleyrodidae). *Journal of Applied Entomology* 120: 523-527.
- MOUND, L. A. 1983. Biology and identity of whitefly vectors of plant pathogen, pp. 305-313. En: Plumb, R. T.; Thresh, J. M. (eds.). *Plant virus epidemiology. The spread and control of insect-borne viruses*. Oxford, Blackwell.
- MOUND, L. A.; HALSEY, S. H. 1978. Whiteflies of the world. British Museum of Natural History and Wiley, New York, NY, 340 p.
- MUSA, D. P.; REN, S. X. 2005. Development and reproduction of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on three bean species. *Insect Science* 12: 25-30.
- PALUMBO, J. C.; HOROWITZ, A. R.; PRABHAKER, N. 2001. Insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*. *Crop Protection* 20: 739-765.
- PERRING, T. M. 2001. The *Bemisia tabaci* species complex. *Crop Protection* 20: 725-737.
- OMONDI, A. B.; OBENG-OFORT, D.; KYEREMATEN, R. A.; DANQUAH, E. Y. 2005. Host preference and suitability of some selected crops for two biotypes of *Bemisia tabaci* in Ghana. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 115: 393-400.
- PRICE, P. 1975. Insect ecology. John Wiley and Sons, Nueva York. 514 p.
- QUINTERO, C.; CARDONA, C.; RAMÍREZ, D.; JIMÉNEZ, N. 1998. Primer registro del biotipo B de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 24: 23-28.
- QUINTERO, C.; RENDÓN, F.; GARCÍA, J.; CARDONA, C.; LÓPEZ-ÁVILA, A.; HERNÁNDEZ, P. 2001. Especies y biotipos de moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en cultivos semestrales de Colombia y Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología* 27 (1-2): 27-31.
- SECKER, A. E.; BEDFORD, I. D.; MARKHAM, P. G.; De COURCY-WILLIAMS, M. E. 1998. Squash, a reliable field indicator for the presence of the B biotype tobacco whitefly, *Bemisia tabaci*. *Br. Crop Protection Council Brighton Conference* 3: 837-842.
- SSERUWAGI, P.; MARUTHI, M. N.; COLVIN, J.; REY, M. E. C.; BROWN, J. K.; LEGG, J. P. 2006. Colonization of non-cassava plant species by cassava whiteflies (*Bemisia tabaci*) in Uganda. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 119: 145-153.
- STOREY, H. H.; NICHOLS, R. F. W. 1938. Studies of the mosaic diseases of cassava. *Annals of Applied Biology* 25: 790-806.
- THOMPSON, W. M. O. 2003. A new host plant species for the cassava biotype of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hom., Aleyrodidae). *Journal of Applied Entomology* 127: 374-376.
- VÁSQUEZ, L. L.; JIMÉNEZ, R.; IGLESIA, M.; MATEO, A.; LÓPEZ, D.; VERA, E. R. 1995. Moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) detectadas en los principales cultivos agrícolas de Cuba. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 36: 18-21.

Recibido: 16-ene-2006 • Aceptado: 2-abr-2008