
Análisis estadístico de la producción de un biocontrolador de la mosca blanca en plantas de frijol bajo invernadero

Statistical Analysis of the Production of a Biocontroller of Whiteflies in Greenhouse Bean Plants

Marco Antonio Díaz^a
U7500071@unimilitar.edu.co

Fernando Cantor^b
fernando.cantor@unimilitar.edu.co

Daniel Rodríguez^c
U7500061@unimilitar.edu.co

Resumen

La mosca blanca de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum* es una de las plagas agrícolas de mayor importancia en la sabana de Bogotá. Para su manejo se han implementado diferentes estrategias de control, como el uso de enemigos naturales, siendo esta una alternativa ecológica. La avispa parasitoidea *Encarsia formosa* se ha reconocido como controlador natural de esta plaga y su uso ha sido documentado mundialmente como uno de los casos exitosos de control biológico más reconocidos. En los últimos años la Universidad Militar Nueva Granada ha establecido una cría semi-comercial de este controlador con fines de distribución y venta agrícola en la sabana de Bogotá. Con el fin de optimizar el proceso de producción de la cría, se realizó un análisis estadístico recopilando los datos de producción de los meses de agosto a diciembre del 2010. Se estableció el nivel máximo, mínimo y el promedio de producción a partir de la información recolectada. Posteriormente, se realizó una fase experimental para encontrar la relación entre el área foliar de una planta de frijol atacada y el porcentaje de infestación de la plaga, la preferencia de oviposición de *E. formosa* en la hoja de frijol infestada con *T. vaporariorum* y la relación entre el número de avispas usadas en la cría con el número de avispas producidas. Se encontró que no existe una relación entre el área foliar con el número de individuos de la plaga pero sí una preferencia de alimentación hacia la zona central de la hoja. Finalmente se ajustó una regresión

^aEstudiante. Maestría en Biología Aplicada, Laboratorio de Control Biológico, Facultad de Ciencias, Universidad Militar Nueva Granada.

^bDocente. Programa Biología Aplicada, Laboratorio de Control Biológico, Facultad de Ciencias, Universidad Militar Nueva Granada.

^cDocente. Programa Biología Aplicada, Laboratorio de Control Biológico, Facultad de Ciencias, Universidad Militar Nueva Granada.

polinomial entre la eficiencia de parasitación de la avispa con la población de la misma. Se concluye que para mejorar la producción es necesario liberar una cantidad menor de avispas de las establecidas originalmente.

Palabras clave: *encarsia formosa*, *trialeurodes vaporariorum*, cría masiva, regresión polinomial, ANOVA, control biológico.

Abstract

The greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum*, is one of the major crop pests in Colombia. Several strategies have been used in order to control this pest, being one of them the use of natural enemies, which is an environmentally friendly strategy. The parasitic wasp *Encarsia formosa* acts as a natural enemy of whiteflies and it has been documented as one of the most successful cases of biological control around the world. In the last years, the Nueva Granada Military University has established a half-commercial production unit of this wasp with purpose of commercial and agricultural distribution in the savannah of Bogotá. In order to optimize the mass rearing process, a statistical analysis was performed using the production data between August and December of 2010. Using this information, the maximum, minimum and mean level of production was established. Later, an experimental phase was performed in order to find the relation of the leaf area of a bean plant attacked and the proportion of pest infestation, the oviposition preference of *E. formosa* in a bean leaf infested with *T. vaporariorum* and the relation of the number of wasp used in the mass rearing process and the number of wasp produced. The data were processed using the statistical package *SAS INSTITUTE INC* (2008). There isn't a relation between the leaf area and the number of whiteflies in a leaf but there is a feeding preference towards the center of the leaf. Finally, regression analysis was made between the wasp parasitization efficiency and the population density of the wasp. In order to improve the production it is necessary to release a lower number of wasps rather than the originally established.

Key words: *Encarsia formosa*, *Trialeurodes vaporariorum*, mass-rearing, polynomial regression, ANOVA, biological control.

1. Introducción

Las plagas agrícolas siempre han sido una constante en cualquier cultivo, ya sea en campo o en invernadero. Esto se debe al desequilibrio causado, por implementar un sistema de diversidad reducida, en un ambiente natural. En nuestro país, el manejo de estas plagas se realiza normalmente con productos químicos, que a pesar de su eficacia, traen consecuencias graves a corto y largo plazo sobre el medio ambiente.

En un país como Colombia, catalogado como uno de los países megadiversos, la importancia de reducir el uso de productos químicos es muy alta. Sin embargo, el uso indiscriminado de estos productos, se ha convertido en un común denominador entre los agricultores de nuestro país, casi llegando a ser algo tradicional entre ellos.

Por esta razón, es necesario el estudio de otras alternativas de control de plagas como lo son las biológicas, las cuales no generan un impacto ambiental nocivo.

La Universidad Militar Nueva Granada (UMNG) lleva más de 6 años investigando en el campo del control biológico aplicado a la agricultura colombiana. Se han realizado varios proyectos de investigación que permiten a los investigadores de la UMNG consolidarse como pioneros en el uso de alternativas naturales para el control de plagas en diferentes cultivos de la sabana de Bogotá. Dentro de estos proyectos de investigación está el caso de la avispa parasitoide *Encarsia formosa* Gahan, icono del control biológico moderno en el mundo (Van Lenteren & Tommasini 2003). Gracias a los diferentes estudios realizados por investigadores de la Facultad de Ciencias Básicas, se creó una unidad de producción masiva de este parasitoide, con el fin de ofrecerla comercialmente como una alternativa efectiva y económica en el control de la mosca blanca de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum*, plaga de diferentes cultivos de gran importancia económica en Colombia (Quintero et al. 2001).

El mercado de bio-controladores es todavía una zona de la economía en proceso de desarrollo y expansión (Parra et al. 2002). Actualmente en el país no son muchas las empresas que se dedican a la producción a gran escala de enemigos naturales y la gran mayoría de las empresas emergentes, están direccionadas al campo de los bio-plaguicidas de origen microbiano. Esto se debe a que su producción se realiza con métodos muy parecidos a los empleados en la industria de insecticidas químicos (Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) 2010).

El proceso general de la cría de *E. formosa* se basa en las investigaciones realizadas a nivel de control biológico entre las especies involucradas: planta, plaga y enemigo natural. Debido a esto, el estudio de la producción comercial de esta avispa puede realizarse bajo una perspectiva de un sistema tri-trófico (Mills & Gutiérrez 1999). Cada una de las especies en el sistema ocupa un nivel trófico en el proceso de producción. En el primer nivel se encuentra el organismo productor, que en este caso, son plantas de frijol *Phaseolus Vulgaris* L, utilizado para albergar a la plaga y en donde ocurre la interacción plaga - controlador. En el segundo nivel se encuentra el consumidor primario *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae), plaga de gran importancia agrícola del cultivo de frijol. El último nivel está ocupado por el consumidor secundario, que es el caso de la avispa parasitoide *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae), enemigo natural de *T. vaporariorum* y objetivo del proceso de producción.

En este trabajo se determinó realizar un análisis de producción del parasitoide *Encarsia formosa* en la cría mantenida bajo invernadero del Consultorio de la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Militar Nueva Granada (UMNG), con el fin de establecer, por medio de diferentes herramientas estadísticas, los niveles óptimos de producción así como también los parámetros biológicos necesarios para el correcto funcionamiento de la cría.

2. Materiales y métodos

Este trabajo se realizó en la estación experimental Hacienda Riogrande de la Universidad Militar Nueva Granada, ubicada en el municipio de Cajicá (4° 56'N, 74° W) a una altitud de 2580 msnm, con temperatura media anual de 14°C, humedad relativa de 76 % y precipitación promedio registrada de 1300 mm, bajo condiciones de laboratorio e invernadero, durante los meses de agosto a diciembre del año 2010. Durante este periodo se registraron los datos de producción como el número de avispas producidas diariamente en cada lote y el número de avispas liberadas en cada lote de producción.

Se cultivaron plantas de frijol de la variedad bola roja, con el fin de realizar los diferentes experimentos para establecer las relaciones entre parámetros biológicos como el área foliar, las densidades de la plaga y de la avispa, la preferencia de oviposición en la hoja y la relación entre el número de avispas liberadas y el número de avispas producidas. Las plantas provenían de la unidad de propagación de la cría, teniendo estas las mismas condiciones de producción y la misma edad de manera tal que se evitara la variabilidad causada por estos factores.

Durante todo el proceso de la cría del parasitoide, se registraron los datos de producción haciendo conteos diarios de los individuos de *E. formosa* originados. El registro de datos se realizó por medio de un formato en donde se relacionaban los lotes producidos semanalmente, con las fechas de siembra, trasplante, infestación, parasitación, porcentaje de infestación, cantidad de adultos del parasitoide liberados y cantidad de adultos producidos semanalmente.

Posteriormente, estos datos fueron analizados con el fin de generar estadísticos de producción, así como también para construir gráficas de producción diaria, semanal y mensual de individuos de *E. formosa*.

2.1. Diseño experimental

Determinación del área foliar

Se midió el área foliar de cada una de las hojas de las plantas utilizadas con el fin de analizar la variación de este dato entre las unidades muestrales. Una unidad de muestra consistía de una planta de frijol sembrada en matera, con dos hojas primarias desarrolladas. Se estableció un tamaño de muestra de 10 plantas de un lote de cría de 40 plantas en total con el fin de calcular el promedio de área foliar.

Relación del área foliar y la densidad de la plaga

Cuando un número de individuos adultos de mosca blanca cubren la totalidad del área de la hoja, se dice que se tiene un porcentaje de infestación alto o cercano al 100 %. Estos adultos son entre machos y hembras que depositan huevos que completan su desarrollo alimentándose de la hoja. Todas las hojas de las unidades experimentales del ensayo se infestaron con este criterio, liberando dentro de una cámara de infestación individuos adultos de mosca blanca hasta alcanzar la

cobertura total de la hoja. Se permitió una interacción entre la planta y la plaga por 24 horas.

Las plantas infestadas se trasladaron a una jaula de madera recubierta con velo suizo y sellado con velcro con el fin de evitar que las unidades experimentales sufrieran variaciones en los datos debido a infestaciones realizadas posteriormente por otros individuos de mosca blanca ajenos al experimento. La jaula se mantuvo en las mismas condiciones ambientales y espaciales en las que se mantienen los lotes de producción de la cría. Al cabo de tres semanas se realizó un conteo de individuos inmaduros de la plaga presentes en cada hoja de cada planta. Para realizar este conteo se dividió la hoja en seis partes, las cuales estaban delimitadas por la presencia de las nervaduras principales de la siguiente forma: la nervadura principal divide la hoja en la mitad estableciendo lado izquierdo (1) y lado derecho (2) de la misma. Las nervaduras secundarias dividen cada lado de la hoja en tres partes: Borde (A), Medio (B), Centro (C). El conteo de ninfas se hizo en cada una de estas partes y se utilizó un ANOVA para determinar si existe alguna preferencia de oviposición por parte de la mosca blanca en la hoja. El diseño consistió en un DCA usando cada parte de la hoja como un tratamiento y cada hoja de la planta como una repetición. En total se contó con 3 tratamientos y 10 repeticiones para un total de 27 grados de libertad de error experimental. También se consideró cada lado de la hoja como un tratamiento y se realizó un ANOVA para establecer alguna diferencia entre los dos lados. Se realizó una regresión lineal entre el área foliar y el número de ninfas contadas en cada hoja con el fin de encontrar una relación entre estos dos factores.

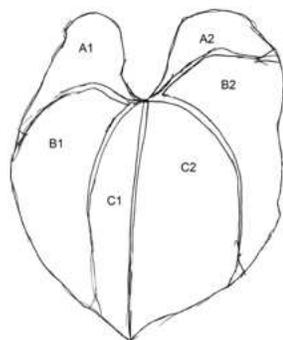


Figura 1: Esquema de una hoja primaria de frijol visto por el envés. A = Borde, B = Medio, C = Centro. 1 = Izquierda, 2 = Derecha.

Relación entre el porcentaje de parasitación y el número de individuos de la plaga y el enemigo natural

Se calculó en cada una de las hojas de las plantas del experimento anterior, la cantidad de individuos de *E. formosa* que se debían liberar para cumplir con una relación de 1:17 (1 adulto del parasitoide por cada 17 individuos inmaduros de

la plaga). Esta proporción es la recomendada en la literatura y con la cual se obtiene un máximo de parasitación del 85 %. Después de establecer el número de individuos de *E. formosa* según la proporción 1:17, se liberaron las avispas en las hojas de frijol infestadas con mosca blanca. Al cabo de dos semanas se contaron los individuos inmaduros de mosca que habían sido controlados por la avispa.

Utilizando los datos obtenidos en los lotes de producción durante el tiempo en que se desarrolló el trabajo, se calculó la eficiencia de producción como el número de individuos de la avispa generados a partir de individuos usados, es decir, cuántas nuevas avispas se producen por cada parental usada en la cría. Se realizó un análisis de regresión entre la eficiencia de producción y el número de avispas liberadas.

3. Resultados y discusión

3.1. Relación entre el área foliar y el número de individuos inmaduros de la plaga

La tabla 1 muestra los valores de área foliar de cada una de las hojas de las plantas analizadas, el número de ninfas de tercer instar registrado en cada una de las hojas, el total de individuos por planta y el número de individuos por cm^2 .

Tabla 1: *Datos registrados en el experimento de infestación y promedios calculados de cada parámetro.*

Planta	Hoja	Área Foliar cm^2	No. Individuos	Individuos por cm^2	Total indvs. en la planta
1	Hoja 1	130,25	2885	22,15	6910
	Hoja 2	135,10	4025	29,79	
2	Hoja 1	133,11	5246	39,41	10630
	Hoja 2	108,64	5384	49,55	
3	Hoja 1	99,40	1240	12,47	3928
	Hoja 2	148,37	2668	18,12	
4	Hoja 1	102,40	2626	25,64	5232
	Hoja 2	115,46	2606	22,57	
5	Hoja 1	105,79	2578	24,37	5732
	Hoja 2	101,91	3154	30,95	
N = 10	Media	118	3243	27,5	6486

La media del área foliar registrada en el experimento fue de $118 cm^2$. La media del conteo de ninfas de tercer instar de *T. vaporariorum* por hoja fue de 3243. La media de individuos por área fue de 27,5 ninfas de tercer instar por cm^2 .

Los datos del área foliar y el número de ninfas de tercer instar se analizaron en un modelo de regresión lineal simple por medio del paquete estadístico SAS v. 9.2 (SAS INSTITUTE INC 2008) utilizando el procedimiento REG especificando un modelo de número de individuos contra área foliar. El valor de $Pr > F$ de la

regresión fue de 0,3961 dando a entender que no hay una relación entre el tamaño del área foliar y le número de individuos.

En la tabla 2 se muestran algunos parámetros estadísticos de las variables de área foliar, la cantidad de individuos por hoja y los individuos por cm^2 .

Tabla 2: *Medidas de dispersión de las variables de Área foliar, Individuos por cm^2 y Total Individuos por hoja.*

	Área foliar cm^2	Indiv. cm^{-2}	Indiv.hoja $^{-1}$
Media	118,044	27,50323533	3243,2
Error típico	5,460792014	3,37548109	406,778886
Desv. Estándar	17,26854059	10,67420844	1286,34778
Varianza	298,2024942	113,9387259	1654690,62
Mínimo	99,399	12,4749746	1240
Máximo	148,368	49,55498081	5384
Suma	1180,44	275,0323533	32432
N	10	10	10
Coef. Variación	0,146289016	0,388107374	0,39662919

Teniendo en cuenta el coeficiente de variación se puede determinar que entre las hojas utilizadas en el experimento, la variabilidad del dato de área foliar fue de alrededor de 15 %. Sin embargo, para las mismas hojas, el coeficiente de variación entre los individuos y el total de individuos en una hoja superó ese valor, siendo de 39 % y 40 % respectivamente. A pesar de que la consideración general es que a mayor área foliar habrá un mayor número de individuos, según los resultados encontrados en este trabajo no se puede hacer una relación entre estos dos parámetros.

3.2. Diferencias de infestación entre zonas de la hoja

Durante el experimento de infestación se registró el número de individuos inmaduros de la plaga que se encontraban en cada una de las seis secciones de la hoja. Se calculó la media de cada uno de los sectores tomando como tamaño de la muestra las 10 hojas que se midieron del experimento.

En la figura 2 se comparan los promedios del número de individuos en cada zona de la hoja. Como se puede observar, la zona correspondiente al borde de la hoja tiene un promedio de individuos bastante menor en comparación a las zonas más internas. Es posible que la plaga prefiera las zonas internas de la hoja debido a causas alimenticias o de protección.

Se realizaron pruebas de análisis de varianza para cada uno de los siguientes diseños experimentales: primero tomando como tratamientos los lados de la hoja (Izquierdo 1, Derecho 2); segundo tomando como tratamientos cada sección de la hoja (A1, A2, B1, B2...); y por último tomando como tratamientos las zonas simétricas de la hoja borde, medio y centro (A, B y C).

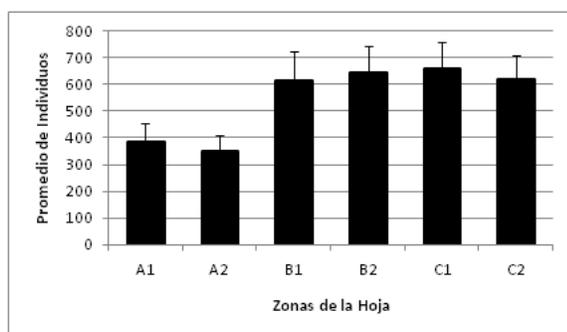


Figura 2: Comparativa del promedio de individuos en cada zona de la hoja.

El análisis de varianza entre el lado izquierdo y derecho de la hoja dio un valor de $Pr > F$ de 0,8822 demostrando que no existe una preferencia de oviposición en alguno de estos lados de la hoja (tabla 3).

Tabla 3: Análisis de varianza para la oviposición de *T. vaporariorum* en cada lado de la hoja. Coef. Var. 56,71%.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	4752,600	4752,600	0,05	0,8222
Error	58	5411727,800	93305,652		
Total corregido	59	5416480,400			

Como se puede observar en la tabla 4, los promedios de individuos en cada lado de la hoja fueron muy parecidos, dando a entender que cuando se infesta una hoja con una cobertura del 100% del área, con individuos adultos de mosca blanca, el comportamiento de oviposición es parecido en los dos lados de la hoja.

Tabla 4: Prueba de Agrupamiento de medias de Tukey para Lado 1 Izq. Lado 2 Der.

Tukey			
Agrupamiento	Media	N	Lado
A	547,50	30	Lado1
A			
A	529,70	30	Lado2

Cuando se realizó el análisis de varianza (tabla 5) tomando como tratamiento las zonas Borde (A), Medio (B) y Centro (C) se encontró que existe una diferencia significativa entre las medias de éstas. Según la tabla 6, la prueba de Tukey agrupó las zonas Centro y Medio en un solo grupo dejando la zona Borde en otro grupo aparte. Se puede concluir que existe una tendencia de oviposición de *T.*

vaporariorum hacia el centro de la hoja. Xu (1985) expone que esta tendencia se debe a la preferencia alimenticia de los adultos por buscar las venaciones, en donde se encuentran altas fuentes de nitrógeno.

Tabla 5: *Análisis de varianza de las medias de cada zona de la planta. Borde, Medio y Centro.*

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo 2	2	1036482,30	518241,150	6,75	0,0023
Error	57	4377370,55	76795,975		
Total corregido	59	5413852,85			

Tabla 6: *Prueba de Agrupamiento de medias de Tukey para las zonas A=Borde, B=Medio y C= Centro.*

Tukey				
Agrupamiento	Media	N	Lado	
A	634,60	20	C	
A				
A	629,35	20	B	
B	353,20	20	A	

En la tabla 7, el análisis de varianza para cada sector de la hoja (A1, A2, B1, B2) muestra que hay diferencia en algunos de estos tratamientos. Sin embargo, el valor de P fue muy cercano a 0,05 por lo cual la prueba de Tukey (no mostrada) agrupó todos los tratamientos en uno solo.

Tabla 7: *Análisis de varianza de las medias de cada sector de la planta. Seis sectores en total.*

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	985589,950	197117,990	2,39	0,0496
Error	54	4450955,300	82425,098		
Total corregido	59	5436545,250			

3.3. Relación entre el porcentaje de parasitación y el número de individuos de la plaga y el enemigo natural

En la tabla 8 se resume la producción de total de la cría en los meses de agosto a diciembre. Como se puede observar, el valor más alto de producción se obtuvo en la semana de cosecha número 43. La relación de parasitoides liberados por el número de individuos producidos para este lote fue de 6,3. La relación máxima de producidos por liberados fue 8,9 nuevos individuos por cada parasitoide liberado.

Tabla 8: *Producción Semanal de individuos (momias + adultos) durante agosto - diciembre 2010.*

Número del lote	Semana siembra	Semana cosecha	Avispas liberadas	Individuos producidos	Relación Prod/Libera
276-280	24	34	24,000	42,936	1,8
281-285	25	35	22,600	33,062	1,5
286-290	26	36	26,400	41,338	1,6
291-295	27	37	22,700	70,496	3,1
296-300	28	38	16,000	58,829	3,7
301-305	29	39	10,507	66,584	6,3
306-310	30	40	13,772	65,674	4,8
311-315	31	41	11,759	62,299	5,3
316-320	32	42	23,606	68,084	2,9
321-325	33	43	16,471	104,048	6,3
326-330	34	44	7,156	63,638	8,9
331-335	35	45	12,611	92,003	7,3
336-340	36	46	21,400	66,845	3,1
341-345	37	47	23,131	98,619	4,3
346-350	38	48	26,122	62,856	2,4
351-356	39	49	57,059	59,490	1,0
357-361	40	50	27,730	71,800	2,6
362-365	41	51	29,482	59,000	2,0

Aragón (2007) reportó que en plantas de tomate cuando se obtenía un porcentaje de control del 77% de una población de mosca blanca, la relación de individuos controlados por avispas liberadas era de 12,9. Sin embargo, en ese mismo trabajo se encontró un valor máximo de la relación entre ninfas controladas de 23,5 cuando el número de avispas liberadas era el menor, pero a su vez el porcentaje de parasitación también disminuía. Aparentemente esto se debe a un efecto de interferencia entre las avispas. Teniendo en cuenta esto, se realizó un análisis de regresión (figura 3) de la relación entre el número de individuos que se producen por cada avispa liberada, en función de las densidades de la avispa que se usó para producirlas.

En la figura 3 se muestra una tendencia en la cuál el número de individuos que se producen por cada parasitoide liberado (producidos/liberados) disminuye cuando las densidades del parasitoide son más altas. Esto confirma el posible efecto de interferencia que se produce en cada lote cuando se liberan altas poblaciones de la avispa (Hoddle et al. 1998). Se recomienda usar menos avispas para la producción de la cría, lo cual se traduce también en una reducción en los costos de producción y en un aumento de la ventas, como también en una eficiencia en los procesos productivos. El modelo fue generado por el paquete estadístico SAS v. 9.2 (SAS INSTITUTE INC 2008) y sus resultados se observan en la figura 4.

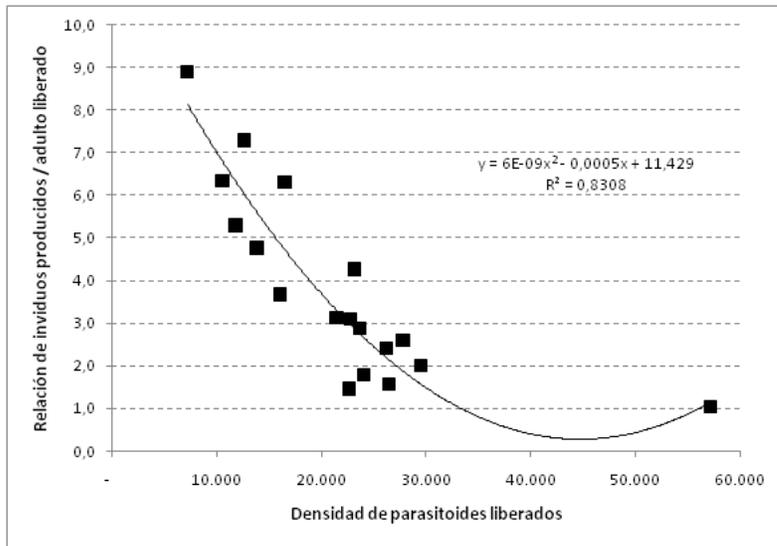


Figura 3: Relación del número de individuos producidos por individuo liberado de *E. formosa* en función de la densidad de individuos liberados.

Análisis de la varianza					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	2	70.43699	35.21850	37.15	<.0001
Error	15	14.21912	0.94794		
Total corregido	17	84.65611			
Raíz MSE		0.97362	R-cuadrado	0.8320	
Media dependiente		3.82778	Adj R-Sq	0.8096	
Var Coef		25.43572			
Estimadores de parámetros					
Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	11.40490	1.01921	11.19	<.0001
liberadas	1	-0.00049719	0.00007434	-6.69	<.0001
liberadassq	1	5.542918E-9	1.148762E-9	4.83	0.0002
Tests para normalidad					
Test	-Estadístico--		----P-valor-----		
Shapiro-Wilk	W	0.967374	Pr < W	0.7471	
Kolmogorov-Smirnov	D	0.093901	Pr > D	>0.1500	
Cramer-von Mises	W-Sq	0.024576	Pr > W-Sq	>0.2500	
Anderson-Darling	A-Sq	0.193856	Pr > A-Sq	>0.2500	

Figura 4: Estadísticas del modelo de regresión ajustado.

4. Conclusiones

El análisis de regresión lineal demostró que no hay una relación entre el área foliar de la hoja y el número de individuos de la plaga que se encuentra en ella, a pesar de que la concepción original es que entre más grande sea una hoja mayor número de individuos tendrá. Esto se debe a que la biología de la plaga no tiene en cuenta el área de la hoja sino la calidad del alimento. Este mismo factor hace que la plaga tenga una preferencia marcada para alimentarse al interior de la hoja, como lo demostró el análisis de varianza. Gracias al análisis de regresión se pudo demostrar estadísticamente la teoría biológica según la cual se establece que existe un efecto de competencia entre individuos de la avispa cuando se liberan grandes cantidades de estas para el control de la plaga. Como se pudo visualizar en este trabajo, el análisis estadístico es una herramienta esencial en los procesos de producción, la cual no sólo permite resolver dudas acerca de la situación biológica de la especie involucradas, sino también encontrar y resolver problemas durante los procesos de producción.

Recibido: 8 de marzo de 2011

Aceptado: 1 de septiembre de 2011

Referencias

- Aragón, S. (2007), Criterios de liberación y evaluación de la efectividad de *Encarsia formosa* Gahan (*Hymenoptera: Aphelinidae*) para el control de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (westwood) (*hemiptera: Aleyrodidae*) en cultivos comerciales de tomate bajo invernadero, Tesis de maestría, Facultad de Ciencias Básicas. Universidad Militar Nueva Granada.
- Hoddle, M. S., van Driesche, R. G. & Sanderson, J. P. (1998), 'Biology and use of the whitefly parasitoid *Encarsia formosa*', *Annual Review of Entomology* **43**, 645–669.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)* (2010), Listado de empresas registradas de bioinsumos y extractos vegetales a diciembre de 2010.
- Mills, N. J. & Gutiérrez, A. P. (1999), *Biological control of insect pests: a tritrophic perspective*, In: *Theoretical Approaches to Biological Control*, Hawkins, B. A.; Cornell, H. V (Ed.) Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 89–102.
- Parra, J., Botelho, P. S., Bento, B. & Bento, B. (2002), 'Controle biológico no brasil: Parasitóides e predadores', *Manole* **1**.
- 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**, 27–31.

SAS INSTITUTE INC (2008), SAS® system for Microsoft® Windows®, v. 9.2 (TSMO).

Van Lenteren, J. & Tommasini, M. (2003), *Mass Production, Storage, Shipment and Release of Natural Enemies. 181-189. in van Lenteren J.C. et al. Quality Control and Production of Biological Control Agents. Theory and Testing Procedurs*, CABI International.

Xu, R.-M. (1985), 'Dynamics of within-leaf spatial distribution patterns of greenhouse whiteflies and the biological interpretations', *Journal Applied Ecology* **22**, 63-72.