

VALIDACIÓN TECNOLÓGICA DE TRES BIOESTIMULADORES DEL CRECIMIENTO EN EL CUTIVO DEL TOMATE

Elio R. de la Torre; Oscar L. Morffy; Nelso Companioni y Venecius da Silva*

***Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT)
Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuaria, (IPA)****

eliodelatorre@gmail.com

Resumen

Validar la efectividad agronómica de tres bioestimuladores del crecimiento en casas de cultivos protegidos para la producción de tomate, fue el objetivo central del trabajo realizado en áreas experimentales del INIFAT. Se utilizó un método estadístico que en el caso que nos ocupa puede ser más específico, al compararse con los métodos clásicos de análisis de varianza asociados a procesos inferenciales, como las denominadas Ecuaciones de Estimación Generalizadas para datos con valores esperados y de varianza, siguiendo una distribución normal con enlace de identidad para las variables del rendimiento tales como: gr/frutos; frutos/plantas; kg/plantas; ton/trat; kg/trat/mes y ton/ha. El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado (n=600) adaptado para parcelas demostrativas utilizando estaciones de muestreo permanentes con alcance de 150 plantas/tratamiento. Se evaluaron 4 tratamientos, T1: testigo, T2: Enerplant, T3 Bayfolan y T4: Hortifol los que fueron aplicados según las orientaciones técnicas de cada fabricante. El tratamiento que arrojó valores más estables y de mejor enlace de identidad entre las variables del rendimiento fue T2, correspondiente a 3 aplicaciones de Enerplant a razón de 1,3 ml/ha disueltos en 200 L de agua/ha. Los tratamientos también T3 y T4 respondieron de forma positiva frente a T1. Finalmente las variables que más afectaron el rendimiento agrícola fue el incremento en peso promedio de frutos y plantas, efecto que puede estar asociado a las características de la variedad y manejo agronómico, potenciados por la aplicación de los bioestimuladores, específicamente Enerplant que superó de forma significativa las variables del rendimiento así como al resto de los productos testados, entregando mayor cantidad de frutos sin detrimento de la calidad.

Palabras claves: bioestimuladores del crecimiento, validación tecnológica, ecuación de estimación generalizada

Introducción

Durante los últimos 15 años el uso de bioestimuladores del crecimiento ha logrado insertarse como tecnología alternativa en la producción eficiente de hortalizas y especialmente en casas de cultivos protegidos y semiprotegidos. Sin embargo, en muchos casos no se ha valorado el efecto de la heterogeneidad de la plantación como tampoco el efecto sinérgico que esta aplicación trae entre los componentes del rendimiento a la hora de su validación tecnológica. En estudios realizados, amén de valorar las variables de interés, se ha descuidado la distribución que siguen algunas de estas y en el caso del tomate cultivado en casas de cultivos protegidos se consideran datos de conteos y proporciones, medidos en el tiempo e acuerdo a las cosechas que se realizan. Ensayos de validación tecnológica recomiendan la utilización del método de Ecuaciones de Estimación Generalizada de Zeger and Liang, (1988); teniendo en cuenta que estos ensayos en la mayoría de los casos adolecen de no cumplir los principios básicos de normalidad, aditividad e independencia. El objetivo central del trabajo es evaluar el efecto bioestimulante de diferentes productos (Bayfolan, Enerplant y Hortifol) en el cultivo del tomate bajo de casas de cultivo protegido. Se aplicaron métodos estadísticos asociados a procesos inferenciales, que en el caso que nos ocupa puede ser más específico al compararse con los métodos clásicos de análisis de varianza.

Materiales y métodos:

El estudio se realizó en las áreas experimentales del INIFAT en la casa de cultivo protegido no 3: Tipología 1, Diente de Sierra Carisombra con 7 gabletes. El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado ($n= 600$) adaptado para parcelas demostrativas utilizando estaciones de muestreo permanentes con alcance de 150 plantas/tratamiento, las que se manejaron como experimentos inferenciales entre si. Se evaluaron 4 tratamientos, T1: testigo absoluto, T2: Enerplant, T3 Bayfolan y T4: Hortifol los que se aplicaron según las orientaciones técnicas de cada fabricante. El tipo de suelo se ubica como Ferralítico Rojo Típico compactado, según la Segunda Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. La variedad de tomate evaluada fue HA 3118, híbrido de ensalada globoso. Las atenciones culturales fueron seguidas según el instructivo técnico vigente. El análisis estadístico realizado fue determinado por ecuaciones de estimación generalizadas para datos con valores esperados y de varianza, siguiendo una distribución normal con enlace de identidad para las variables del rendimiento tales como: gr/frutos; kg/plantas; ton/trat; kg/trat/mes y ton/ha. El procesamiento de la información se realizó utilizando el programa estadístico R de distribución libre, SAS VERSIÓN 8,1 y STEWISE para el ajuste de las ecuaciones de acuerdo los coeficientes generados por cada tratamiento y sus variables asociadas.

Resultados y discusión

De las variables medidas en el experimento las correspondientes a gr/fruto y kg/planta mostraron efecto significativo entre tratamientos ($p=0,05$) representados por T2 y T4 los que mostraron mayor peso promedio en ambas variables, no siendo así para el número de frutos (fr/planta) que a pesar de tener mayor valor numérico frente a T1 no se destacó en el análisis estadístico, cuadro 1. Este efecto parece estar asociado a la acción sinérgica inducida por los productos, que en el caso particular de Enerplant actúa a nivel molecular en complejos procesos metabólicos, como por ejemplo la nutrición, al tener la capacidad de explorar por las raíces y movilizar a través de los haces vasculares mayor cantidad de nutrimentos presentes en los tejidos de reserva, siempre

orientados hacia la zona de mayor actividad biológica, priorizando aquellos nutrientes esenciales propios de cada proceso bioquímico (R. de la Torre, et al 2001).

Cuadro 1: Efecto de los tratamientos sobre las variables asociadas al rendimiento.

Tratamientos	gr/fruto	frutos/planta	Kg/planta	t/trat
Testigo (T1)	- 55.3	30.0	- 1.66	3.98
Enerplant (T2)	+ + 60.2	32.0	+ + 1.93	4.62
Hortifol (T3)	+ - 58.2	31.0	+ - 1.80	4.33
Bayfolan (T4)	+ - 58.7	31.0	+ - 1.82	4.37

+ +: Altamente significativo, + -: significativo; - NS

Para el caso de la evolución de la plantación en el tiempo se empleó una ecuación de estimación generalizada. Esta ecuación estimó modelos de series lineales de tiempo usando cuadrados mínimos de generalización viable (Stata Reference Manual, 2001; Zeger y Liang, 1988). Los resultados se expresaron con intervalos de confianza de 95%. Destacándose los tratamientos con bioestimuladores que manifestaron crecimiento en la medida que envejecía la plantación por las cosechas sucesivas, a pesar de la disminución de la humedad del suelo, aumento de la compactación y posibles afectaciones de organismos patógenos, los tratamientos con bioestimuladores lograron romper el stress al que están sometidas las plantas alcanzando una mayor y estable respuesta en niveles de rendimiento. Resultados similares obtuvo R. de la Torre et al, 2001, en el cultivo de la caña de azúcar al aplicar Enerplant en cepas de planta y socas distribuidas en los suelos mas representativos y alcanzar respuestas crecientes de incrementos de producción en la medida que sucedían las cosechas.

Cuadro 2: Efecto de los tratamientos sobre la evolución de la plantación en el tiempo

Tratamientos	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Total (kg/trat)	t/ha
Testigo (T1)	197.0	-- 191.0	-- 629.0	-- 223.0	-- 1240.0	31.0
Enerplant (T2)	249.0	+ + 252.0	+ + 924.0	+ + 255.0	+ + 1680.0	+ + 42.0
Hortifol (T3)	224.0	+ - 234.0	+ + 962.0	+ - 213.0	+ - 1633.0	+ + 40.8
Bayfolan (T4)	218.0	+ - 240.0	+ + 914.0	+ - 224.0	+ - 1596.0	+ + 39.9

Se observa que los parámetros de las ecuaciones estimativas corroboran los resultados descritos anteriormente, ya que los coeficientes obtenidos para cada tratamiento varían en función de su propia relación. Los índices relacionales obtenidos en cada ecuación presentaron desviaciones notables en los valores de cada coeficiente cuando fueron comparados entre si. Sin embargo cuando los coeficientes se desviaron entre tratamientos las variables de dispersión no registraron cambios notables entre si.

Cuadro 3: Ecuaciones de estimación generalizada por tratamientos.

Tratamientos	Ecuación Estimativa Generalizada	S	CV
Testigo (T1)	$B = - 21,3 + 0,084 \text{ gr/fr} - 20,1 \text{ fr/pt} + 27,00 \text{ kg/pt}$	336.0	0.8
Enerplant (T2)	$B = + 42,1 + 0,684 \text{ gr/fr} - 28,4 \text{ fr/pt} + 47,48 \text{ kg/pt}$	369.3	0.9
Hortifol (T3)	$B = + 34,7 + 0,498 \text{ gr/fr} - 23,9 \text{ fr/pt} + 27,22 \text{ kg/pt}$	343.5	0.9
Bayfolan (T4)	$B = + 32,1 + 0,384 \text{ gr/fr} - 23,1 \text{ fr/pt} + 27,02 \text{ kg/pt}$	213.1	0.7

Conclusiones

1. Es factible la aplicación de ecuaciones de estimación generalizadas para conocer con mayor precisión la distribución y asociación que siguen las variables del rendimiento para casos específicos de validación tecnológica de bioestimuladores.
2. Todas las parcelas que recibieron aplicaciones de los bioestimuladores respondieron de forma positiva en cada una de las variables asociadas al rendimiento.
3. El tratamiento mas constante y de mejores resultados en los componentes productivos fue T2, correspondiente a la aplicación de Enerplant a razón de 1,3 ml/ha disueltos en 200 L de agua aplicados en 3 momentos de la plantación.
4. La variable que mas afecto el rendimiento fue el incremento de kg del fruto por plantas, lo cual asociado a la no diferencia del numero de frutos y toneladas por tratamientos, indicó que los tratamientos con bioestimuladores y específicamente Enerplant incrementaron de forma significativa el peso del fruto sin perder cantidad de frutas por planta, logrando una mayor cosecha sin detrimento de la calidad.

Referencias

1. R. de la Torre, E; Cuellar, I y Garcia, E. 2001: Biomodulador Enerplant: más azúcar, menos costos, mayor protección al medio ambiente. La Habana, Cuba, 30 pp.
2. Zeger, S.L.; & Liang. P. 1988. Models for longitudinal data: a generalized estimating equation approach. Biometrics 44: 1049-1060