

APLICACIONES DE LOS ANÁLOGOS DE BRASINOESTEROIDES BIOBRAS-16 Y SI-7, Y DE LA BACTERIA AZOTOBACTER CHROOCOCCUM EN TOMATE HÍBRIDO FA-180 BAJO CULTIVO PROTEGIDO.

Margarita Alfonso Hernández*, Manuel Méndez, Yamilé Bernardo**, Janet Rodríguez*, María Elena Álvarez*, Yannín Lorenzo*, Rubén Fernández* y Viviana Rodríguez*.**

**Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT)*

***Facultad de Química de la Universidad de la Habana.*

INTRODUCCION.

Desde la obtención de los primeros análogos de brasinoesteroides, se ha demostrado su efectividad en el aumento del rendimiento de cultivos hortícolas (Núñez, M. , 1999). Por otra parte, se ha evidenciado la acción estimuladora de los preparados a base de la bacteria *Azotobacter chroococum* en diferentes hortalizas en campo y cultivos protegidos (Dibut, B. y col., 2003). Dado que dicho sistema productivo ofrece a las plantas todos los nutrientes necesarios para su desarrollo, se ha cuestionado si los bioestimuladores son necesarios para incrementar los rendimientos más allá de ciertos límites o si pueden mejorar otras cualidades en la cosecha, por lo que el objetivo de este trabajo fue realizar experimentos en diferentes localidades para ajustar dosis y momentos de aplicación de los análogos de brasinoesteroides Biobras-16 y SI-7, sintetizados por la Facultad de Química, y de la bacteria *A. chroococum* producida en el INIFAT, solos y en aplicaciones conjuntas por primera vez, sobre tomate híbrido FA-180 en instalaciones de cultivo protegido.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Primer experimento (Universidad de la Habana)

El ensayo se realizó en casa de cultivo tipo túnel, sobre un suelo Pardo Carbonatado, en el municipio Cotorro. El híbrido FA-180 se sembró el 5-11-01, y se trasplantó el 27-11-01. Se estableció un control sin aplicar y dos tratamientos con 12 réplicas consistentes en los brasinoesteroides Biobras-16 y SI-7 a la concentración de 0.1 mg/L. Las aplicaciones foliares se realizaron a los 15 días después del trasplante, al inicio de la floración y en lo adelante según fueron apareciendo los racimos florales hasta un total de 5 aplicaciones. Se usó un modelo de cuadrado latino, evaluando el peso de los frutos recolectados por planta (en Kg) marcada al azar.

Segundo experimento (Universidad de la Habana).

El ensayo se realizó en una casa de cultivo del Organopónico Vivero Alamar, en el período junio-agosto del 2002, con el objetivo de evaluar la influencia del brasinoesteroide SI-7 sobre plantas sometidas a condiciones extremas de temperatura en esta época del año. Las plantas se trasplantaron el 28-05-02 y recibieron en las dosis y momentos necesarios el fertirriego correspondiente. El experimento se inició el 10-06-02 y concluyó el 26-08-02. La dosis aplicada fue

de 0.1 mg/L del SI-7 en el volumen final de agua suficiente para asperjar correctamente el área seleccionada para el experimento. Las aplicaciones se realizaron a los 15 y 30 días después del trasplante. Se seleccionaron 50 plantas como control que no tuvieron ningún tratamiento adicional con ninguna hormona reguladora del cuaje, y 50 aplicadas que fueron escogidas aleatoriamente de la zona central de la casa, evaluando el número de flores cerradas y abiertas, número de racimos, número de frutos cuajados y peso total al cosechar los frutos. Se realizaron dos evaluaciones, cada una dos semanas después de cada aplicación.

Tercer experimento (INIFAT).

Los experimentos se llevaron a cabo en una casa de cultivo protegido española tipo diente de sierra con dimensiones de 125X41 m, situada en áreas del INIFAT, sobre suelo Ferralítico Rojo Compactado, mejorado con estiércol vacuno a razón de 40 t/ha, durante el período óptimo de siembra 2003 – 2004. El manejo del cultivo se realizó según el Manual de Casas de Cultivo (1997). El trasplante de las posturas se efectuó el 23-12-03. Se empleó un diseño de parcelas divididas con 2 réplicas de 10 plantas cada una. Los tratamientos utilizados fueron los siguientes:

Tratamiento 1: Biobras –16

Tratamiento 2: Biobras –16 + Azotobacter

Tratamiento 3: SI –7

Tratamiento 4: SI –7 + Azotobacter

Tratamiento 5: Azotobacter

Tratamiento 6: Testigo aplicado con agua.

La primera aplicación de los bioestimuladores tuvo lugar el 12-01-04, el Biobras –16 y el SI –7 se aplicaron foliarmente con mochila a una concentración de 0.06 mg/L, mientras que *Azotobacter* se aplicó al suelo con regadera, a una concentración de 10^{10} células/ml, a razón de 5 L/ha. La segunda aplicación conjunta se hizo el 29-01-04 al inicio de la floración y de aquí en adelante se emplearon solamente los brasinoesteroides según fueron apareciendo los racimos florales, en intervalos de aproximadamente 15 días, hasta un total de 5 aplicaciones (2 conjuntas y 3 de brasinoesteroides solos). En la etapa inicial de floración-fructificación se midió la altura de las plantas a los 20 y a los 37 días después del trasplante (DDT); el número de flores y el número de frutos cuajados una vez a la semana antes de la cosecha.

La primera cosecha se realizó el 15-03-04. En total se evaluaron 12 cosechas hasta el 26-04-04, en cada una se contabilizó el número de frutos por planta y el diámetro, altura y peso de cada fruto para todos los tratamientos. Además, los frutos se clasificaron por categorías de calidad según el diámetro de acuerdo al criterio establecido comercialmente.

Se determinó el rendimiento en Kg/m² para cada uno de los tratamientos. Los datos se evaluaron estadísticamente mediante análisis de varianza completamente aleatorizado, balanceado, utilizando el programa estadístico STAT-ITCF versión 4.0

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Primer experimento.

Tabla 1. Aplicación de brasinoesteroides en tomate FA-180.

Tratamiento	Medias (Kg/planta)	Diferencia	% de incremento
P1 (SI – 7)	4.011	a	28.20 %
P2 (Biobras-16)	3.890	b	24.34 %
Control	3.129	c	-

Los dos productos provocaron un incremento en el peso de los frutos con diferencias significativas respecto al control. El SI-7 fue significativamente superior con respecto al Biobras -16.

Segundo experimento.

Tabla 2. Primera evaluación de la aplicación del SI-7

Tratamientos - Parámetros	Flores Abiertas	Flores Cerradas	No. total Racimos	Frutos Cuajados	Racimos con frutos cuajados
Aplicadas Con SI-7	123	152	63	80	25
Sin aplicar Con SI-7	98	146	54	100	28
% de incremento	25.5	4.1	16.7	-20	-10.7

Tabla 3. Segunda evaluación de la aplicación del SI-7

Tratamientos - Parámetros	Flores Abiertas	Flores Cerradas	No. total Racimos	Frutos Cuajados	Racimos con Frutos cuajados
Aplicadas Con SI-7	236	129	56	254	81
Sin aplicar Con SI-7	203	122	59	244	82
% de incremento	14	6	-5	4	-1

Como puede apreciarse en las tablas, el número total de flores abiertas y cerradas es superior en ambas evaluaciones en las plantas aplicadas con el SI-7, mientras que el número de frutos en cuaje aumentó en aproximadamente 3 veces de una evaluación a la otra en las plantas tratadas con SI-7. No hubo diferencia en el número de racimos.

Como se deduce de la Tabla 4 a continuación, el resultado final respecto a la cantidad en Kg cosechada fue el siguiente:

Con SI -7: **164.1 Kg**
Sin SI -7: 151.5 Kg

Diferencia: **12.6 Kg**
Incremento del rendimiento: **8.3 %**

Tabla 4. Resultados obtenidos por cosechas en la totalidad de las plantas.

Cosechas	Peso total de Frutos con SI-7 (Kg)	Peso total de Frutos sin SI-7 (Kg)
1ra.	14.5	13.5
2da.	17.7	16.4
3ra.	30.8	26.0
4ta.	25.5	21.4
5ta.	19.5	23.6
6ta.	18.3	15.0
7ma.	14.7	14.7
8va.	13.2	10.5
9na.	9.6	10.6

En 6 de las 9 cosechas realizadas los resultados fueron superiores en los canteros que recibieron la aplicación del SI -7, lo que implica un incremento final de un 8.3% sobre las plantas control cosechadas.

Tercer experimento.

A los 20 DDT solamente el tratamiento con el análogo SI- 7 produjo un aumento en la altura de las plantas con respecto al testigo, los demás no se diferencian, pero a los 37 días DDT, además de mantenerse la superioridad del SI -7 y su combinación con *Azotobacter*, también el *Azotobacter* solo y combinado con Biobras -16 producen un efecto significativo. La variante con menor altura resultó ser el Biobras -16 solo, aunque sin diferencias con el testigo. En general, el uso de los bioestimuladores SI -7, *Azotobacter* y la combinación de éstos produjo un incremento entre 10 y 20% de altura en las plantas de tomate.

Con respecto al número de flores, la influencia de los bioestimuladores no fue tan marcada, pues exceptuando el tratamiento con *Azotobacter*, los demás están por debajo del testigo.

Tabla 3. Evaluación del número de frutos cuajados.

Variantes	X Frutos/planta	Signif. Duncan 5%	Varianza	Desv. Estandar	C.V. %
SI -7 + Azot.	47.0	a	75.0994	8.6659	19.76
SI -7	46.11	a	61.2222	7.8245	16.97
Biobras -16 + <i>Azotobacter</i>	33.85	b	112.871	10.6241	31.38
Testigo	29.85	bc	47.0816	6.8616	22.99
<i>Azotobacter</i>	29.25	bc	33.4181	5.7808	19.76
Biobras -16	28.45	c	77.2079	8.7868	30.88

En el número de frutos cuajados (Tabla 3), vuelven a destacarse los tratamientos con el SI -7, y se mantiene el Biobras -16 solo como el más desfavorable, resultados semejantes obtuvieron Yamilé Bernardo y col. (2002) al comparar estos dos análogos aplicados a varias especies hortícolas en la fase de semillero, donde el SI -7 siempre fue superior al Biobras -16, aunque en nuestro caso debe destacarse que la aplicación conjunta con *Azotobacter* mejora el desempeño del mismo.

Tabla 4. Análisis del rendimiento. Calidad Primera

Variantes	X g/planta	Signif. Duncan 5%	Varianza	Desv. Estandar	C.V. %
Azotobacter	726.25	a	161931.0	402.407	55.41
SI -7	665.75	ab	64292.8	253.56	38.09
SI -7 + Azot.	559.40	abc	119929.0	346.308	61.91
Testigo	538.75	bc	68594.4	261.905	48.61
Biobras -16	465.79	c	61161.8	247.309	53.09
Biobras -16 + Azotobacter	427.00	c	59372.1	243.664	57.06

Tabla 5. Análisis del rendimiento. Calidad Segunda.

Variantes	X g/planta	Signif. Duncan 5%	Varianza	Desv. Estandar	C.V. %
SI -7 + Azot.	636.75	a	67221.8	259.272	40.72
Azotobacter	570.55	ab	62172.9	249.345	43.70
Biobras -16 + Azotobacter	518.75	ab	76431.3	276.462	53.29
SI -7	500.75	ab	21858.6	147.847	29.52
Biobras -16	500.50	ab	30799.7	175.499	35.06
Testigo	460.00	b	63286.1	251.567	54.69

Tabla 6. Análisis del rendimiento. Calidad Tercera.

Variantes	X g/planta	Signif. Duncan 5%	Varianza	Desv. Estandar	C.V. %
Biobras -16	231.58	a	8433.48	91.834	39.66
SI -7 + Azot.	194.41	ab	9237.13	96.11	49.44
Biobras -16 + Azotobacter	187.5	ab	12780.0	113.049	60.29
SI -7	168.95	bc	5032.16	70.937	41.99
Testigo	152.08	bc	12038.4	109.72	72.14
Azotobacter	103.00	c	2490.0	49.899	48.45

Tabla 7. Híbrido FA-180. Resumen del experimento (cosecha).

Trat.	No. total Frutos	No. total Selecta	No. total Primera	No. total Segunda	No. total Tercera	No. Frutos/ Planta	Peso total (kg)	Kg/m ²
5	288	44	106	119	19	14.4	35.37	8.8
3	318	35	85	134	64	15.9	33.97	8.5
4	306	33	100	114	59	15.3	32.83	8.5
2	276	23	67	110	76	13.8	27.58	6.9
1	249	19	66	113	51	12.5	25.53	6.4
6	230	23	79	95	33	11.5	25.87	6.5

Cuando se analizan los resultados de la cosecha (Tablas 4 a la 7) se aprecia que al igual que en la etapa de floración-fructificación, los mejores tratamientos siguen siendo el Azotobacter (5), SI-7 (3) y SI -7 + Azotobacter (4), los cuales produjeron una mayor cantidad de frutos de calidad Selecta, Primera y Segunda, con mayor número de frutos y peso de los mismos respecto al testigo. El Biobras -16 en algunas ocasiones quedó por debajo del testigo o lo iguala. Los tres mejores tratamientos produjeron incrementos del rendimiento entre 23 y 26% (Tabla 7).

CONCLUSIONES.

Los resultados obtenidos en las tres localidades y diferente época del año justifican el uso de *A. chroococcum* y los análogos de brasinoesteroides SI-7 y Biobras-16 para optimizar el potencial productivo del híbrido FA-180 en las instalaciones de cultivo protegido

REFERENCIAS.

Bernardo, Yamilé Deysma Coll, F. Coll, E. Bernardo y M.A. Salcines . (2002): Efecto en el crecimiento de varias especies hortícolas de 2 nuevos análogos de brasinoesteroides con actividad como reguladores del crecimiento vegetal. XIII Seminario Científico INCA. Memorias. II Taller de productos Bioactivos. CD-Rom.

Dibut, B., R. Martínez, Marisel Ortega, Rosa García, Grisel Tejeda, Janet Rodríguez y L. Fey (2003): DIMARGON-M, nueva variante de producción de biofertilizantes y bioestimuladores a base de *Azotobacter chroococcum*. En: Programa y Resúmenes del V Encuentro de Agricultura Orgánica, 27-30 de mayo, La Habana, 28 pp.

Núñez, Miriam (1999): Aplicaciones prácticas de los brasinoesteroides y sus análogos en la agricultura. *Cult. Trop.* 20 (3): 63-72