

TITULO: Aplicación de dos productos análogos de brasinoesteroides ante condiciones climáticas adversas en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.).

TITLE: Application of Two Similar Brassinosteroids Products for the Cultivation of Potato (*Solanum Tuberosum* L.) under Adverse Weather Conditions

AUTORES:

Ing. Ledaleys Góngora Cuenca.

Lic. Damara Calzadilla Meriño. Profesor asistente.

Lic. Gerardo F. Durán Martínez. Profesor Asistente.

Lic. Graciela Pérez Rivas. Profesora Instructor.

PAÍS: Cuba

RESUMEN:

Se evalúa el efecto de dos productos análogos de los brasinoesteroides (BB-16 y MI-1) en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.), sembrado en la Granja Estatal "Luis Marcano Álvarez" del poblado de Velasco, Municipio Gibara, provincia Holguín en el período de diciembre a marzo del año 2004. Se analizaron 6 variables agro productivas efectuándose 3 aplicaciones de forma foliar con mochila Matabi con una dosis de 10ml/ha, en un área producción de 0.03ha. El Diseño empleado fue de Bloque al azar. Las plantas tratadas fueron menos perjudicadas que el testigo por las condiciones climáticas adversas del período.

PALABRAS CLAVES: PAPA, BRASINOESTEROIDES, PRODUCTOS BIOACTIVOS, PESO, RENDIMIENTO, CONDICIONES CLIMATICAS

ABSTRACT:

This work is an assessment on the effects of two analogues of brassinosteroids (BB-16 and MI-1) in the cultivation of potato (*Solanum tuberosum* L.) planted in the State Farm "Luis Marcano Álvarez" located in the town of Velasco, municipality of Gibara, province of Holguin, during the period of December to March, 2004. Six agro-productive variables were analyzed, having done three applications of the brassinosteroids in a foliar manner, with a Matabi backpack and a dose of 10ml/ha in a production area of 0.03ha. The design used was the Random Blocks Design. The treated plants were less affected by the adverse weather conditions of that period.

KEY WORDS: POTATO, BRASSINOSTEROIDS, BIOACTIVE PRODUCTS, WEIGTH, TURNOVER, WEATHER CONDITIONS

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, tienen importancia y cada vez creciente las investigaciones en el sector agropecuario. La necesidad de incrementar los rendimientos por unidad de área exige de conocimientos y de la aplicación de métodos con vista a lograr resultados en cuanto a cultivos agrícolas se refiere.

El estudio intensivo de brasinoesteroides y la demostración a través de múltiples investigaciones, de su capacidad para activar a muy bajas concentraciones los procesos metabólicos y el crecimiento vegetal (Khripach, Zhabinskii y Livinovskaya, (1991); Núñez et al (1994) citados por García D. et al (1997), abre nuevas perspectivas en su utilización como sustitutos de las hormonas de crecimiento en los diferentes procesos biológicos. Teniendo en cuenta estos elementos y basados en los resultados favorables que han obtenido otros autores con la aplicación de análogos de brasinoesteroides y que la papa es el cultivo más importante de las siembras de invierno en Cuba, además de constituir una fuente alimenticia considerable, sus tubérculos pueden ser almacenados a diferencia del resto de las viandas (Font, 1999), y que la provincia Holguín presenta condiciones climáticas adversas que afecta la producción de cultivos, se incluye dentro del Programa de Desarrollo en la agricultura la búsqueda de alternativas que incrementen los rendimientos agrícolas por unidad de área de este cultivo, por lo que el objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de los productos bioactivos BB-16 y MI-1 en las variables del rendimiento agrícola del cultivo de la papa ante condiciones climáticas adversas.

MATERIALES Y METODOS.

Para lograr el objetivo propuesto se desarrolló un experimento en la Granja Estatal Luis Marcano Álvarez, ubicada en el poblado de Velasco, municipio Gibara en la provincia Holguín, utilizándose la especie (*Solanum tuberosum* L.), variedad Ajiba en el período de diciembre a marzo en el año 2004 y el suelo seleccionado fue Pardo con Carbonato.

Los tratamientos consistieron en la aplicación de los análogos de brasinoesteroides BB-16 y MI-1 con una dosis de 10ml/ha y un testigo sin aplicación, utilizándose mochila Matabi de 16lts de capacidad. Para la investigación se seleccionó un área de producción de 0.03ha, teniendo cada réplica 0.0034ha.

Los datos climáticos que se observaron durante el período del experimento se obtuvieron de la carpeta roja perteneciente a la Estación de Velasco. Se realizaron 3 aplicaciones, la primera se realizó el 7 de enero, a los 25 días de sembrado el cultivo. La segunda aplicación se realizó el 23 de enero, a los 15 días después de la 1ra aplicación, coincidiendo con el momento de la formación del tubérculo y la 3ra fue el 17 de febrero, a los 25 días de la 2da aplicación, siendo este el momento de plena tuberización.

Aplicación de dos productos análogos de brasinoesteroides ante condiciones climáticas adversas en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.).

A los 10 días después de la 1ra aplicación se evaluaron los siguientes parámetros fisiológicos:

- Altura de planta, utilizando una cinta métrica.
- Grosor del tallo principal, con tela y regla graduada.
- Número de tallos/planta.
- Diámetro de la copa con una cinta métrica.

El 1ro de marzo se efectuó la cosecha a las 90 plantas seleccionadas durante el experimento, donde se evaluaron las siguientes variables agrícolas:

- Número de tubérculos/planta.
- Número de tubérculos comerciales/planta.
- Número de tubérculos no comerciales/planta.
- Peso de tubérculos /planta.
- Peso de los tubérculos comerciales/planta.

Para las mismas se utilizó una pesa comercial, diferenciando los tubérculos comerciales y los no comerciales con un pie de Rey.

Para definir los tubérculos comerciales se tomaron en cuenta aquellos que median más de 35mm.

Los datos se procesaron utilizando el paquete estadístico STATISTICA versión 6.0 de Window 98, realizando una prueba MDS.

RESULTADOS DEL TRABAJO

Exigencias ecológicas del cultivo de la papa.

TEMPERATURA

La influencia de la temperatura sobre el desarrollo del follaje y los tubérculos es muy marcada.

La información existente indica que la temperatura óptima para la formación y desarrollo de los tubérculos (en la mayoría de las variedades) está entre 18 y 22°C. Las temperaturas demasiado altas (más de 25°C) afectan a este cultivo, y el follaje puede sufrir quemaduras solares. Los daños aparecen generalmente cuando a períodos lluviosos y nublados suceden días soleados y de elevadas temperaturas. Las temperaturas superiores a 25°C resultan poco propicias para la formación de tubérculos.

Sin llegar a los casos extremos de daños por altas y bajas temperaturas estas pueden influir en el tipo de crecimiento de la planta y, por consiguiente, en el rendimiento y la calidad de la cosecha (López M et al, 1995).

HUMEDAD

La sequía prolongada impide el desarrollo del tubérculo. Esto sucede particularmente en el período que va desde un mes después de la brotación hasta el engrosamiento del tubérculo.

En general, las lluvias bien repetidas (600 a 800mm anuales) redundan en mejores rendimientos de la papa. Si la cantidad de precipitaciones es menor, la gran sensibilidad de este cultivo se hace notar fácilmente frente a las sequías.

Si bien la papa puede resistir y aún producirse en condiciones muy diferentes de clima, los rendimientos grandes son propios de regiones templadas, suficientemente frescas, de lluvias bien distribuidas (pero no excesivas ni muy frecuentes), con vientos de velocidad media, días largos durante el período vegetativo y temperaturas que no sean muy elevadas (López M et al, 1995).

VIENTOS

El viento es un factor climático de importancia, ya que puede provocar una transpiración anormal a causa de reapertura de los estomas. Además provoca el acamado de las plantas, lo que impide que estas puedan realizar a plenitud todas las funciones metabólicas, con la consiguiente merma en sus rendimientos (López M et al, 1995).

EFFECTO DE LOS BRASINOESTEROIDES EN LOS CULTIVOS:

- Promueven el desarrollo de las plantas acelerando la elongación y división celular.
- Incrementan entre 10 y 30% el rendimiento de diferentes cultivos de gran importancia económica, tales como: la papa, trigo, maíz, arroz y el tabaco.
- Mejoran la calidad de las cosechas y aumentan la producción de la biomasa.
- Permiten el desarrollo de las plantas bajo condiciones de estrés (hídrico, de temperatura y el efecto negativo de las diferentes plagas).
- Aumentan la tolerancia a la salinidad.
- Regulan el metabolismo de los ácidos nucleicos.
- Aumentan el nivel de proteínas solubles y azúcares reductores.
- No afectan el nivel de las peroxidases y oxidasas de polifenoles, indicando que actúan en la síntesis de proteínas.
- Aumentan la fijación de dióxido de carbono.

Según Núñez, 1999 al comparar los efectos de los brasinoesteroides con los de otras sustancias reguladoras del crecimiento vegetal, se deben de destacar las siguientes características:

- Son activos a concentraciones extremadamente bajas, generalmente soluciones de 0.1 - 0.001ppm, que es un rango 100 veces inferior que el de los otros reguladores del crecimiento vegetal.
- Estimulan el crecimiento de la raíz.
- No causan deformaciones en las plantas.
- El efecto en el crecimiento vegetal se observa principalmente en condiciones de crecimiento adversas (temperatura subóptima, salinidad) por lo que los brasinoesteroides pueden ser llamados "hormonas del estrés".
- Tienen baja toxicidad vide post. (Núñez, 1999).
- Los brasinoesteroides naturales resultan muy efectivos pero son muy caros para que puedan ser aplicados a escala productiva, sin embargo el desarrollo de análogos más asequibles que resulten ecológicamente inocuos como el Biobras-16, de procedencia cubana, es muy alentador porque permitirá la inclusión rápida de esta nueva familia de compuestos en la agricultura. (Núñez, 1999)

Tabla 1: Datos climáticos en la zona de Velasco en los meses de diciembre/2003 – marzo/2004.

Meses	T/Min (°c)	T/Máx (°c)	T/Media(°c)	Hr (%)	Precip. (mm)	Viento (Km/ha)
Dic	20.3	28.0	23.7	81	207.2	16.0
Enero	18.4	28.0	22.6	80	21.5	13.6
Feb	19.6	30.3	24.2	77	15.7	16.2
marzo	20.7	29.7	24.3	76	52.2	23.3

En la Tabla anterior se puede observar que durante el desarrollo del ciclo del cultivo, las condiciones climáticas no fueron favorables para el mismo, las temperaturas máximas oscilaron entre 28-30(°c), las cuales comparándolas con la temperatura óptima del cultivo (18-22°C) son muy altas e incluso superiores a los 25 (°c). Según López M et al, 1995 las temperaturas superiores a 25 (°c) resultan poco propicias para la formación de tubérculos, disminuyendo su crecimiento y ocasiona la degeneración de la papa. Con la temperatura de 30 (°c) y superior, el crecimiento de los tubérculos cesa.

Se aprecia además que ocurrieron escasas precipitaciones, después de diciembre no sobrepasaron los 21mm, lo que propició prestar gran atención a la aplicación de riegos, ya que este cultivo es muy sensible a la prolongada sequía.

Tabla 2: Resultados obtenidos en las variables número de tallos y número de tubérculos.

Tratamientos	Número de tallos/planta	Número de tubérculos/planta
MI-1	2.57 ^a	5.77 ^a
BB-16	2.50 ^a	5.70 ^a
Testigo	2.30 ^a	4.63 ^b
CV(%)	0.22	0.32
ES	0.11	0.28

En la Tabla 2. se observa que en la variable número de tallos/planta no existe diferencia significativa entre los tratamientos, ni de estos respecto al testigo, con tendencia a que las plantas tratadas con MI-1 poseen mayor número de tallos/planta, seguidas las del BB-16 y por último las del testigo.

Con respecto a la variable número de tubérculos/planta existe diferencia significativa de los tratamientos con respecto al testigo, aunque no existe diferencia entre ellos, el MI-1 es de mejores resultados.

Entre estas dos variables hay gran interrelación. Según López M et al, 1995 es un hecho comprobado que las plantas con pocos tallos producen escasos tubérculos, y que lo contrario ocurre cuando poseen cinco o seis tallos aéreos por pie de planta; observándose claramente en la tabla que el de mayor cantidad de tubérculos corresponde al tratamiento con MI-1, ya que a su vez corresponde con el mayor número de tallos y el de menor cantidad de

tubérculos es el testigo con menor número de tallos/planta corroborándose lo planteado por el autor.

Tabla 3. Resultados obtenidos en la variable número de tubérculos comerciales y no comerciales/planta.

Tratamientos	Número de tubérculos comerciales/planta	Número de tubérculos no comerciales/planta.
MI-1	5.00a	0.70 ^a
BB-16	5.40 ^a	0.37b
Testigo	3.67b	0.97c
CV(%)	0.23	0.58
ES	0.30	0.16

En la Tabla 3. existe diferencia significativa de los tratamientos con respecto al testigo en la variable número de tubérculos comerciales/planta, aunque no existe diferencia entre los tratamientos el BB-16 posee mejores resultados con mayor número de tubérculos comerciales. Este resultado se corresponde con los alcanzados por Núñez y Torres, 1997 citados por Núñez y Arsuaga, 1999 que plantearon que con la aplicación del BB-16 estimularon el número de tubérculos comerciales en el cultivo de la papa en la variedad Desiree y por consiguiente incrementaron el rendimiento de los tubérculos comerciales entre 9 y 34%, cuando fue aplicado una sola vez con dosis de 0.5 y 1.0mg/L⁻¹ a los 30 y 45 días después de la plantación respectivamente.

En cuanto al número de los tubérculos no comerciales/planta se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos y de estos respecto al testigo, existiendo menor número de tubérculos no comerciales en las plantas tratadas con BB-16.

Señalando los parámetros que afectan los rendimientos en este cultivo la cantidad de tubérculos no comerciales es el más importante, ya que al incrementarse, disminuye el número de tubérculos comerciales y por ende los rendimientos, como se puede analizar en la tabla al tratamiento de mayor número de tubérculos corresponde el de menor número de tubérculos no comerciales, por lo que sus rendimientos deben incrementarse con respecto al otro tratamiento y al testigo.

Tabla 4. Resultados obtenidos en el peso de los tubérculos totales/planta y peso de los tubérculos comerciales/planta.

Tratamientos	Peso de tubérculos totales/planta (t/ha)	Peso de tubérculos comerciales/planta (t/ha)
MI-1	28.9b	0.008a
BB-16	42.3 ^a	0.009a
Testigo	25.8b	0.005b
CV(%)	1.54	0.1
ES	3.58	0.2

En la Tabla 4. se aprecia que en la variable peso de los tubérculos totales/planta no existe diferencia significativa entre el tratamiento MI-1 y el

testigo. Con respecto al tratamiento BB-16, existe diferencia significativa de este con el MI-1 y el testigo.

Este resultado se corresponde con los de otros autores como Khripach, Zhabinskii y Litvinovskaya (1991) citados por Núñez y Robaina (2000), los cuales informaron los buenos resultados de aplicaciones de brasinoesteroides en papa, y en dependencia del momento en que se efectúe al tratamiento, los incrementos en rendimientos oscilaron entre 11 y 34%.

En la variable peso de los tubérculos comerciales/planta se observa que existe diferencia significativa altamente significativa de los tratamientos con respecto al testigo, aunque ente ellos no existe diferencia el tratamiento con BB-16 alcanza un resultado superior.

Estos resultados se confirman con los planteados por Núñez y Torres (1995) citados por Núñez y Arsuaga, 1999, los cuales informaron la influencia positiva que la aspersión foliar del análogo de brasinoesteroides DAA-6 ejerció en la masa fresca de los tubérculos comerciales y totales en la variedad Desireé. Esta respuesta de la planta de papa a la aplicación exógena de estos tipos de compuestos ha sido encontrada también en otros cultivos. Por citar un ejemplo, Pita et al 1996 citado por Almenares J. C, 1999 estudiaron 3 dosis y 3 momentos de aplicación del BB-16 en el cultivo del tabaco, logrando incrementos en los rendimientos por capa de exportación. Resultados similares alcanzaron Marquardt, V y G Adam, 1991 en este mismo cultivo con dosis y momentos diferentes.

Tabla 5. Valoración económica.

Tratamientos	Rendimiento (t/ha)	Diferencia	Incremento (%)	Ganancia (\$)
Testigo	25.7	-	-	7 474.6
MI-1	28.9	3.2	11.2	8 405.3
BB-16	42.3	16.6	16.5	12 302.5

La Tabla 5 muestra la valoración económica, presentando el MI-1 rendimientos de 28.9 t/ha, el BB-16 42.3 t/ha y el testigo 25.7 t/ha, obteniéndose incrementos de 11.2 y 16.5% del MI-1 y el BB-16 respectivamente. Estos resultados se corresponden con los que plantean diferentes autores como Núñez, 1999, los cuales señalan que los brasinoesteroides estimulan los rendimientos en varios cultivos de importancia económica. Se obtuvieron ganancias de \$ 8 405.3 con la aplicación del MI-1 y \$ 12 302.5 con la aplicación del BB-16.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la investigación realizada en el cultivo de la papa variedad Ajiba se arribó a las siguientes conclusiones:

- Ambos productos mostraron efectos positivos con respecto al testigo en el número de tubérculos comerciales/planta y en el peso de los mismos, aunque el BB-16 fue superior al MI-1 y al testigo.
- Ambos productos superaron al testigo en el peso de los tubérculos totales/planta.
- Las plantas tratadas en comparación con el testigo fueron menos perjudicadas por las condiciones climáticas adversas imperantes en el período del experimento, reflejándose esto en los resultados de las variables agrícolas evaluadas.
- Por las condiciones climáticas adversas que han afectado a la provincia Holguín y los resultados que se han obtenido con estos productos, se abre nuevas perspectivas para la agricultura cubana y holguinera como tal; constituyendo una alternativa de solución para el aumento de rendimientos agrícolas, mejorando la oferta de cultivos a la población.

BIBLIOGRAFÍA

1. Almenares J. C... [et al.]. Influencia de diferentes dosis y momentos de aplicación del biobras-16 en el cultivo del maíz. **Revista Cultivos Tropicales** (La Habana) 18(3): 77-81, 1999.
2. Font Caridad. Detección de Phytophthora infestans (Mont.) de bary mediante la técnica Elisa. **Revista Fitosanidad** (La Habana) 3(1): 5-7, 1999.
3. García D. et al. Efecto cualitativo de análogos de brasinoesteroides como sustitutos hormonales en callogénesis de café var. Robusta. **Revista Cultivo Tropicales** (La Habana), 18(3): 44-46, 1997.
4. Marquardt, V.; G. Adam. Recent advances in brassinosteroid research. **Chem. Plant Prot.** (USA) 7(2): 103-109, 1991.
5. Núñez Miriam. Aplicaciones prácticas de los brasinoesteroides y sus análogos en la agricultura. **Revista Cultivos Tropicales** (La Habana), 20(1): 63-72, 1999.
6. Núñez Miriam. Brasinoesteroides: nuevos reguladores del crecimiento vegetal con amplias perspectivas para la agricultura / Miriam Núñez, Caridad Robaina. La Habana; Instituto Agronómico (IAC), 2000. 82 h.
7. Núñez Miriam. Los Brasinoesteroides y su actividad biológica. La Habana: INCA, 1996. 35p.
8. Raíces y tubérculos / M. López... [et al.]. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1995. 312 p.
9. Taller Nacional de producción de papas en los Trópicos. (3.: 1999: La Habana). Influencia de análogos de brasinoesteroides cubanos en el rendimiento de diferentes variedades de papa en condiciones de producción / Miriam Núñez, J. Arsuaga. La Habana; INCA, 1999. 17 h.

Aplicación de dos productos análogos de brasinoesteroides ante condiciones climáticas adversas en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.).

Recibido: 9 noviembre 2009

Aprobado en su forma definitiva: 12 enero 2010

DATOS DE LOS AUTORES

Nombre:

Ing. Ledaleys Góngora Cuenca.

Lic. Damara Calzadilla Meriño. Profesor asistente.

Lic. Gerardo F. Durán Martínez. Profesor Asistente.

Lic. Graciela Pérez Rivas. Profesora Instructor.

Correo:

1. ledaleys.gongora@hlg.insmet.cu

2. damara.calzadilla@hlg.insmet.cu

3. gerardo.duran@hlg.insmet.cu

4. graciela.perez@hlg.insmet.cu

Centro de trabajo:

Centro Meteorológico Provincial de Holguín. Calle 18, entre 1ra y esquina Maceo. Reparto El Llano. Holguín. Cuba

© Centro de Información y Gestión Tecnológica (CIGET), 1995. Todos los derechos reservados Última actualización:
29 de Marzo del 2010