

TITULO: EFECTO DE LOS ANALOGOS DE BRASINOESTEROIDES BIOBRAS 6 Y 16 SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DEL ARROZ EN CONDICIONES DE SALINIDAD.

AUTORES: CARMEN MARIÑA DE LA HUERTA
ROSA M. AGUILERA R.
MANUEL NIETO MARTINEZ
PEDRO CASTILLO FONSECA
BRAULIO PEREZ MACHADO.

INSTITUCION: INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS "JORGE DIMITROV". MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGIA Y MEDIO AMBIENTE. BAYAMO, GRANMA.

RESUMEN

Se estudió el efecto de los análogos de brasinoesteroides Biobrás 6 y 16 sobre el rendimiento y sus componentes en condiciones de salinidad. Se utilizó la variedad IACuba-25, cultivada en época de lluvia y seca, en un suelo hidromórfico, débilmente salinizado ($4,4 \text{ dS.m}^{-1}$). Los compuestos se aplicaron en concentraciones de 10, 50 y 100 mg.ha^{-1} del Biobrás 6 y 16 en la época de seca de 1997 y en las de lluvia de 1997 y 1998; concentraciones de 50, 80, 110 y 140 mg.ha^{-1} , más un testigo sin asperjar (To); aplicados en el ahijamiento activo y en el cambio de primordio. En la seca de 1999 se utilizaron: 50; 80 y 110 mg.ha^{-1} del Biobrás-6 y 50 y 110 del Biobrás 16 aplicados sólo en el cambio de primordio, y se compararon con un testigo absoluto (sin fertilizar y sin tratar) y uno relativo (fertilizado con N, P y K). Los resultados mostraron, en ambas épocas, que los dos compuestos resultaron efectivos y como mejor momento de aplicación el cambio de primordio. Las plantas tratadas con las dosis de 80 y 110 mg.ha^{-1} del Biobrás 6 y 16; incrementaron significativamente el rendimiento en granos en más de $0,8 \text{ t.ha}^{-1}$ y el llenado de los granos por panículas. La dosis 110 mg.ha^{-1} del Biobrás 16 ocasionó el mayor rendimiento económico por cada \$100,00 invertidos (1065,3), el mayor beneficio bruto (342,68) y la mayor ganancia (378,18).

ABSTRACT

This experiment evaluated the effect of the application of two brassinosteroids: Biobras 6 and Biobras 16 on rice yields for rice variety IACuba – 25, grown in a hydromorphic and slightly saline soil ($4,4 \text{ dS.m}^{-1}$), during both, the rainy and the dry seasons. The brassinosteroids were applied in concentrations of 10; 50 y 100 mg.ha^{-1} during the dry season of 1997. However, during the rainy seasons of 1997 and 1998 the concentrations used were of 50; 80; 110 and 140 mg.ha^{-1} applied in the active tillering and primordium change stage. During the dry season of 1999, brassinosteroids were applied only in the primordium change stage. Biobras 6 was applied in concentrations of

50; 80 and 110 mg.ha⁻¹, Biobras 16 in concentrations of 110 mg.ha⁻¹. They were compared to an absolute control (without any fertilization or treatment) and to a relative control (fertilized with N, P, K). The results showed that in both seasons the application of brassinosteroids was effective and the best moment for the applications was the primordium change stage. The plants treated with concentrations of 80 and 110 mg.ha⁻¹ of Biobras 6 and Biobras16 increased grain yields in more than 0,8 t.ha⁻¹ as well as the amount of full grains per panicle. The dosage of 119 mg.ha⁻¹ of Biobras 16 rendered the highest economical profit per each hundred of pesos invested (\$ 1065,3), the highest gross margin (\$342,68) and the highest profit (\$378,18).

INTRODUCCION

La salinidad del suelo constituye una problemática en la agricultura mundial (Szabolcs, 1996; Mashali, 1999), de lo cual no está exento nuestro país (Labrada [et al.], 1994), puesto que se estima en un millón de hectáreas de suelos afectados por la salinidad.

La planta de arroz, cultivada bajo condiciones de suelos salinizados disminuye su crecimiento y desarrollo, lo cual repercute negativamente en el rendimiento agrícola (Morales [et al.], 1998).

No obstante, este efecto puede ser contrarrestado mediante la aplicación exógena de biorreguladores del crecimiento vegetal (Stark, 1992; Ahmed, 1995), efecto que se atribuye a las variaciones positivas que ocasionan en los mecanismos fisiológicos de las plantas.

En tal sentido, Katz [et al.], (1978) demostraron que las citocininas influyeron en la resistencia contra la salinidad y sequía; mientras que Stark, (1992) determinó que el biorregulador sintético McBuTTB mejoró la adaptación de las plantas cultivadas en suelos salinos, al incrementar la supervivencia y el rendimiento en grano, no sólo en arroz, sino también en trigo y cebada.

Por otro lado, aplicaciones exógenas de otros compuestos , tales como los brasinoesteroides , que poseen una fuerte actividad promotora del crecimiento vegetal (Sakurai y Fujioka, 1993) han sido utilizados como hormonas antiestrés (Upadhyaya, Davies y Sinkla, 1991) y para estimular el crecimiento y rendimiento de las plantas (Nuñez [et al.], 1995 y 1996).

Mariña [et al.], (1996) estudiaron el efecto de los análogos Biobrás 6 y 16 sobre el crecimiento de plántulas de arroz, mientras que González Cepero, (1998) comprobó que distintas dosis de estos compuestos ocasionaron un efecto marcado sobre la planta en condiciones de estrés por sales.

El conocimiento de los efectos de la aplicación exógena de análogos de brasinoesteroides sobre el crecimiento y productividad proveen una base fundamental para el manejo inteligente del ciclo de vida de la planta; por lo que este trabajo centró su objetivo en determinar el efecto de dosis y momento de aplicación de dos análogos de brasinoesteroides (Biobrás 6 y 16) en suelos afectados por la salinización y/o sodificación.

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron tres experimentos bajo condiciones de campo, en suelo hidromórfico (Instituto de Suelos, 1995), ubicado en áreas del Complejo Agroindustrial Arroceros

de Holguín, débilmente salinizado, con una conductividad eléctrica de $4,4 \text{ dS.m}^{-1}$ determinada en una relación suelo - agua de 1:5 (CE a $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$), bajo en materia orgánica (0,02 %, Walkley - Black), con contenidos de muy bajo y bajo en fósforo y potasio asimilable (8,3 y 11,5 mg.100 g^{-1} de suelo seco, Oniani)

Las siembras se realizaron en época de seca (febrero de 1997 y 1999) y de lluvia (mayo de 1997 y 1998) con la variedad de ciclo corto IACuba - 25.

Las aplicaciones de los brasinoesteroides Biobrás 6 (BB-6) y 16 (BB-16) fueron realizadas con las siguientes dosis: 10, 50 y 100 (seca de 1997) y 50, 80, 110 y 140 mg.ha^{-1} (húmeda de 1997 y 1998) más un testigo sin asperjar (T_0); aplicadas en el ahijamiento activo y en el cambio de primordio. En la siembra de seca de 1999 se utilizaron dosis de: 50; 80 y 110 mg.ha^{-1} del BB-6 y 16, asperjadas en el cambio de primordio y se compararon con un testigo absoluto (sin tratar y sin fertilizar) y uno relativo (fertilizado con N, P y K).

Todos los productos fueron asperjados a las hojas hasta que estuvieron completamente mojadas de acuerdo con la superficie de la unidad experimental mediante una mochila modelo Senior con boquilla cónica, la cual fue previamente calibrada.

La fertilización nitrogenada, fosfórica y potásica se realizó con urea (46 %), superfosfato triple (42,2 %) y cloruro de potasio (62 %), de acuerdo con lo que establece el Instructivo Técnico (Cuba, 1996).

Se utilizó un diseño en franjas; dos en los experimentos de la seca y tres en los de lluvia. Estas contaron de 130 m de largo y 5 m de ancho, y en cada una de las franjas se ubicaron las unidades experimentales (50 m^2), coincidentes con las diferentes combinaciones de cada biorregulador. Se utilizó en cada unidad el método de muestreo aleatorio para evaluar cada tratamiento, el cual consistió en tomar cuatro muestras de 6 m^2 .

Se evaluó el rendimiento en grano, expresado en t.ha^{-1} , ajustado al 14 % de humedad, en muestras de 6 m^2 , así como los componentes que lo determinan: panículas por m^2 ; granos llenos por panícula y peso de 1000 granos, en cinco panículas tomadas al azar, en cada una de las cuatro muestras.

Se realizó un análisis de varianza de clasificación simple y doble sólo en el experimento de la lluvia de 1998, donde un factor lo constituyó la dosis y el otro el momento de aplicación. En caso de diferencias entre las medias, éstas se compararon según el test de Newman Keuls para $P \leq 0,05$. Los datos obtenidos se procesaron a través del paquete estadístico for window (Statsoft, 1993). Se realizó además una evaluación económica entre las mejores dosis de cada compuesto.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las dosis y momentos de aplicación de los análogos de los brasinoesteroides Biobrás 6 y 16 (Tablas 1 y 2) mostraron un efecto significativamente positivo ($p \leq 0,05$) sobre el rendimiento agrícola y granos llenos por panículas respecto al control (T_0) (Tabla 2).

Las plantas asperjadas con el BB-6, en dosis de 50 y 100 mg.ha^{-1} en el ahijamiento activo y de 10 hasta 100 mg en el cambio de primordio lograron el máximo rendimiento, respecto a cuando no se asperjan (T_0) en correspondencia con los granos llenos por panículas, sin diferir entre ambos momentos de aplicación. Sin embargo, las plantas asperjadas con el BB-16 mostraron un incremento mayor con la dosis de 50 y 100 mg.ha^{-1} en el cambio de primordio, aunque no difirió respecto a la de 100 mg.ha^{-1} en el

ahijamiento activo (Tabla 2).

Al analizar la siembra correspondiente a la humedad de 1997 (Tabla 3) se constató el efecto marcado de los brasinoesteroides BB-6 y BB-16 sobre el rendimiento agrícola y el llenado de los granos, respecto a cuando las plantas no se tratan con estos compuestos, al ofrecer esta variante los peores resultados.

Las plantas asperjadas con las dosis de 50; 80; 110 y 140 presentaron mayor rendimiento en granos (Tabla 2), en correspondencia con el mayor número de granos llenos por panículas, en particular en el cambio de primordio, pues no difirieron significativamente de la dosis de 110 mg.ha⁻¹ aplicada en el ahijamiento activo, aunque el rendimiento en grano, por lo general, resultó superior en el cambio de primordio. Sin embargo, el efecto de las dosis de 80; 110 y 140 mg.ha⁻¹ sobre el llenado de los granos fue evidente (Tabla 2).

Tabla 1. Efecto de los análogos de los brasinoesteroides BB-6 y BB-16 sobre la productividad en plantas de arroz. Seca de 1997.

Tratamientos	Rendimiento (t.ha ⁻¹)		Panícula.m ²		Granos llenos por panículas		Peso de 1000 granos (g)	
	BB-6	BB-16	BB-6	BB-16	BB-6	BB-16	BB-6	BB-16
10 mg. ha ⁻¹ AA ¹	1,67b	1,53c	417	385	66,0b	42,6d	25,8	23,5
50 mg. ha ⁻¹ AA	2,82 ^a	1,62c	434	340	76,2a	53,03c	25,3	23,0
100 mg. ha ⁻¹ AA	2,91 ^a	2,56 ab	452	443	77,5a	65,15b	25,9	24,1
10 mg.ha ⁻¹ CP ²	2,75a	1,93 bc	442	435	77,5a	66,85b _b	25,5	24,7
50 mg. ha ⁻¹ CP	2,70 ^a	2,76a	460	447	82,0a	74,83a	26,3	24,5
100 mg. ha ⁻¹ CP	2,97 ^a	2,48ab	450	424	81,6a	75,11a	26,1	24,5
Testigo.	1,52b	1,52c	400	400	44,1c	44,1d	24,7	24,7
ES x	0,11	0,08	13,5	14,7	2,03	2,34	0,18	0,21

^{1,2} Ahijamiento activo y Cambio de primordio

- Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias ($p \leq 0,05$), según el Test de Newman Keuls

Tabla 2. Efecto de los brasinoesteroides BB-6 y BB-16 sobre el rendimiento y sus componentes. Lluvia de 1997.

Tratamientos	Rendimiento (t.ha ⁻¹)		G. Llenos.panícula ⁻¹		Peso 1000 granos(g)	
	BB-6	BB-16	BB-6	BB-16	BB-6	BB-16
50 mg.ha ⁻¹ AA ¹	2,78e	3,28 ^d	94,3c	87.8 ^d	25,7	26,0
80 mg.ha ⁻¹ AA	3,98cd	4,09 ^c	128,0a	96.5 ^d	26,1	26,2
110 mg.ha ⁻¹ AA	4,42bcd	4,85 ^a	129,4a	121.5 ^b	26,2	25,6
140 mg.ha ⁻¹ AA	3,62d	4,33 ^{bc}	106,4b	113.1 ^{bc}	25,1	25,8
50 mg.ha ⁻¹ CP ²	4,80abc	4,53 ^{ab}	113,1b	108.1 ^c	24,9	26,8
80 mg.ha ⁻¹ CP	5,20ab	4,63 ^{ab}	128,0a	135,6 ^a	25,8	27,4
110 mg.ha ⁻¹ CP	5,32ab	4,65 ^{ab}	134,0a	131 ^a	27,4	25,6
140 mg.ha ⁻¹ CP	5,63a	4,88 ^a	126,8a	133,3 ^a	25,9	26,5
Testigo	2,34e	2,34 ^e	91,4c	91,4 ^d	25,3	25,3
Esx	0,10	0,02	1,19	1,14	0,18	0,19

^{1,2}: Ahijamiento activo y Cambio de primordio

- Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias (P<0,05), según el Test de Newman Keuls.

El análisis bifactorial dosis - momento de aplicación, realizado a la siembra correspondiente a la lluvia de 1998 (Tabla 3), permitió corroborar que las mejores dosis resultaron ser 80 y 110 mg.ha⁻¹, aplicadas en el cambio de primordio, lo cual estuvo dado por el mayor incremento en granos así como el mejor llenado de estos.

Tabla 3. Efecto del Biobrás 16 sobre el rendimiento y sus componentes. LLuvia de 1998.

	Rendimiento (t.ha ⁻¹)	G.Llenos.p anícula ⁻¹	Peso de 1000 granos(g)
Dosis			
50 mg.ha ⁻¹	2,24 b	82,3 b	24,6
80 mg.ha ⁻¹	2,85 a	94,2 a	25,3
110 mg.ha ⁻¹	3,16 a	101,0 a	25,5
140 mg.ha ⁻¹	2,35 b	84,5 b	25,5
Esx	0,11	2,26	0,24
Momento de Aplicación			
Ahijamiento Activo	2,16 b	85,4 b	24,8 b
Cambio de Primordio	3,14 a	95,7 a	25,7 a
Esx	0,08	3,01	0,23

-Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias (P≤ 0,05), según el Test de Newman Keuls.

Este resultado corrobora lo obtenido por Socorro [et al.], (1998, 1999), los cuales estudiaron distintas dosis y momentos de aplicación en variedades de arroz de ciclo corto y medio, bajo condiciones de suelos no afectados por la salinidad. Constataron que, para la variedad de ciclo corto Perla, las mejores dosis resultaron ser 50 y 100

mg.ha⁻¹ y como mejor momento de aplicación, el cambio de primordio, en particular, cuando éstas se asperjan días antes del espigamiento. Señalan que este efecto estuvo dado por el aumento del llenado de los granos y el peso de mil granos.

Este comportamiento, en cuanto a un mayor rendimiento de las plantas cuando se asperjan en el cambio de primordio pudiera estar relacionado con una mayor translocación de los fotoasimilados hacia la panícula en formación, así como un incremento en la tolerancia de la planta ante el estrés salino en este período, considerado como uno de los más afectados, inducido por los brasinoesteroides, pues es referido por la literatura que estos actúan como hormona antiestrés (Upadhyaya [et al.], 1993; Nuñez [et al.], 1999).

Al respecto Fuji [et al.], (1991) señalaron, en estudios realizados con ¹⁴C, que las aplicaciones de brasinoesteroides incrementaron el peso de los granos y el porcentaje de granos llenos en las plantas de arroz y que dicho efecto fue atribuido al mejoramiento de la síntesis y translocación.

Nianghui [et al.], (1993) demostraron en plantas de arroz, que la aplicación de un metil éster del ácido jasmónico promovió la absorción de ³²P y ¹⁵N, la fotosíntesis neta en la hoja bandera y la translocación de los asimilados de la hoja bandera a la panícula, lo cual ocasionó que incrementara el rendimiento en un 8,6 % respecto al control.

La tabla 4 muestra el comportamiento del rendimiento en granos en las diferentes dosis, asperjados en el cambio de primordio, correspondiente a la época de seca de 1999. Se comprobó que, las diferentes dosis variaron significativamente respecto al testigo relativo (NPK) y al absoluto (sin fertilizar y sin tratar), lo que reafirma que los dos compuestos ejercieron una marcada influencia sobre el rendimiento en granos y consolida que la mejor dosis del Biobrás 6 y 16 es de 80 y 110 mg.ha⁻¹; constituyendo este resultado una alternativa más para incrementar el rendimiento agrícola bajo condiciones de suelos arroceros débilmente salinizados, que no permite contaminar el medio ambiente ni deteriorar la fertilidad del suelo, por lo que preserva la biodiversidad.

Se constató, además, que el peso de mil granos no fue influenciado por la dosis ni por el momento de aplicación (Tablas 1 y 2); sólo cuando las plantas se trataron con el Biobrás 16 en el cambio de primordio (Tabla 3), aspecto que debe ser dilucidado pues existen resultados contrapuestos (Franco, 1994; Mahadevappa y Murty, 1989).

Al respecto, Mahadevappa y Murty (1989), en estudios sobre el efecto del triacontanol, detectaron incrementos en el rendimiento en granos al asperjar las plantas con dosis de 0,01 y 0,10 ppm; sin embargo la capacidad de ahijamiento no cambió pero el peso de mil granos fue superior con 0,01 ppm; sin embargo, Franco, (1994) señaló que el incremento del rendimiento estuvo asociado con un mejor llenado del grano, así como con el aumento del peso de mil granos al asperjar las plantas con el Biobrás 6.

Tabla 4. Efecto del BB-6 y BB-16 sobre el rendimiento en granos y sus componentes. Seca de 1999.

	Rendimiento (t.ha ⁻¹)		G.Llenos.panícula ⁻¹		Peso de 1000 granos (g)	
	BB - 6	BB- 16	BB -6	BB- 16	BB- 6	BB- 16
Testigo absoluto	3,92 c	3,92 c	76,10 c	76,10 c	26,78	26,78
Testigo relativo	5,08 b	5,08 b	87,2 b	87,2 b	26,89	26,89
50 mg.ha	5,36 b	5,70 b	90,8 b	97,8 b	27,18	26,74
80 mg.ha	6,51 a	-	102,0 a	-	26,99	-
110 mg.ha	5,74 b	6,99 a	85,1 b	111,9 a	26,48	27,91
Esx	0,10	0,14	1,25	1,78	0,19	0,17

-Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias ($P \leq 0,05$), según la prueba de Newman Keuls

El análisis de la evaluación económica de la aplicación de estos compuestos (Tabla 5) permitió definir que es más factible, desde el punto de vista económico, aplicar el Biobrás 16, puesto que el rendimiento económico por cada \$100,00 invertidos resultó superior con la dosis de 110 mg.ha⁻¹ (1065,3), así como el mayor beneficio bruto (342,68) y la mayor ganancia (378,18).

Tabla 5. Evaluación económica de la aplicación del BB-6 y BB-16 en suelos arroceros débilmente salinizados.

	Tratamientos		
	To ¹	T1 ²	T2 ³
Rendimiento agrícola, t.ha ⁻¹	5,08	6,51	6,99
Incremento del rendimiento agrícola, t.ha ⁻¹	-	1,43	1,91
Valor del incremento del rendimiento agrícola, \$.ha ⁻¹	-	283,14	378,18
Costo del biorregulador mas costos del avión, \$.ha ⁻¹	-	34,8	35,5
Beneficio bruto, \$.ha ⁻¹	-	248,34	342,68
Rendimiento económico por cada 100 pesos invertidos.	-	813,62	1065,30

¹ Testigo relativo (fertilización NPK y sin tratar); ² 80 mg.ha⁻¹ BB-6; ³ 110 mg.ha⁻¹; BB-16 .

CONCLUSIONES

- Los análogos de brasinoesteroides Biobrás 6 y 16 resultaron efectivos al incrementar el rendimiento agrícola en más de 0,8 t.ha⁻¹ en condiciones de suelos arroceros débilmente salinizados.
- El mejor momento de aplicación resultó ser el cambio de primordio, respecto a cuando la planta se asperja en el ahijamiento activo.

- Se detectó, en época de seca y de lluvia que la mejor dosis del Biobrás 6 fue de 80 mg.ha⁻¹, mientras que para el Biobrás 16 fueron de 80 y 110 mg.ha⁻¹ en las épocas de lluvia y seca.
- De los componentes del rendimiento, panículas por m², granos llenos por panícula y peso de mil granos, sólo el componente granos llenos por panícula fue influenciado por la aplicación de los dos compuestos.
- La dosis de 110 mg.ha⁻¹ del Biobrás 16 provocó la mayor ganancia (\$378,18), el mayor beneficio bruto (\$342,68) y rendimiento económico por cada \$100,0 invertidos (\$1065,30)

BIBLIOGRAFIA

- Franco, I. Efectividad del brasinoesteroide DAA-6 en el cultivo del arroz. En Resúmenes del X Seminario Científico del INCA, 15 (3):18, 1994.
- Fujii, S., [et al.]. Growth regulating action of brassinolide in rice plants. En: Brasinsteroid, chemistry, bioactivity and applications, 1991. p. 306-311.
- González, L.M., R. Ramírez. La absorción de agua por las semillas de arroz a altas concentraciones salinas, como posible indicador de la tolerancia varietal. Cultivos Tropicales, 20(1):31-34, 1999.
- Instituto de Suelos. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana: Ministerio de la Agricultura, 1995. 82 p.
- Katz, A., [et al.]. Kinetin reverseval of NaCl effects. Plant Phisiol 62: 836-837, 1978.
- Labrada L, J., [et al.]. La salinidad de los suelos del Valle del Cauto. La Habana: Editorial Academia, 1994. 30 p.
- Mahadevappa M., R. A. Murthy. Effect of triacontanol on rice seedling weight and grain yield. Int Rice Res. Newslette 14(2):26, 1989.
- Morales, O., [et al.]. Medidas alternativas para el manejo y explotación de suelos arroceros afectados por salinidad. Primer Encuentro Internacional de Arroz, La Habana, junio, 1998. p: 89-90.
- Nianghui, L., [et al.]. The regulation of Ja - Me on the translocation of assimilates of hybrid rice. Chinesse J. Rice Sci, 7(1):25-29, 1993.
- Núñez, M., [et al.]. Influencia de análogos de brasinoesteroides en el crecimiento y la actividad metabólica de plantas jóvenes de tomate. Cultivos Tropicales 17(3):26-30, 1996.
- Núñez, M. Aplicaciones prácticas de los brasinoesteroides y sus análogos en la agricultura., Cultivos Tropicales, 20(3):63-72, 1999.

- Socorro, M., [et al.]. Efecto de cuatro biorreguladores aplicados al cultivo del arroz de riego. En: Resúmenes del I Encuentro Internacional en el cultivo del arroz. La Habana, 1998. p. 220-221.
- Socorro, M., [et al.]. Empleo de biorreguladores en el cultivo del arroz. Informe final de Proyecto, 1999. 41 p.
- Sukurai, A., S. Fujioka. The current status of physiology and biochemistry of brassinosteroid. A review. *Plant Growth Regul* 13:147-159, 1993.
- Szabolcs, I. An overview of soil salinity and alkalinity in Europe. In: N. Missopolinos and I. Zsabolcs (eds.). *Soil salinization and alkalinization in Europe*, p.1-36, ESSC Editions, Thessaloniki, 1996.
- Stark, C. Adaptation of rice to salt stress as manipulated by a biorregulator. *Beitr. Landwirtsch. Vet. Med* 30(4): 363-372, 1992.
- Upadhyaya, A., T. D. Davies, N. Sankhla. Epibrassinolide does not enhance heat shock tolerance and antioxidant activity in muth bean. *Hort Sci.*, 26:1065-1067, 1991.