

Evaluación de la aplicación de un bioestimulante (Biostan) en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* Lin.)

Ramón Liriano González (1), Pedro Sánchez Llanes (1), Silvia Lima Díaz (1), Rigoberto Cruz Álvarez (1), Carlos M. López Ceballos, (1), Rolando León Aguilar (1) y Tania Martín Domínguez (2)

(1) Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Matanzas, Cuba

(2) Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, Matanzas, Cuba

RESUMEN. El objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto de la aplicación de un bioestimulante (Biostan) en el crecimiento y desarrollo del cultivo del frijol, para lo cual se montó un diseño de bloques al azar con 14 variantes y cuatro repeticiones, se estudiaron siete variedades: Turrialba 4, Porrillo sintético, Güira 12, Ica pijao, BAT 304, BAT 448 y CIAP 7247 y dos tratamientos Testigo y Biostan, el cual se aplicó en dos momentos a los 10 y 30 días después de la siembra, a una concentración de 6 mg/L y una solución final de 150 y 300 L/ha. Se definieron ocho variables de estudio: longitud y grosor del tallo, número de hojas, así como el rendimiento y sus componentes, además de realizarse un análisis de los componentes principales. Los resultados obtenidos reflejan un efecto favorable del bioestimulante en todas las variables evaluadas, destacándose las variedades Porrillo sintético, CIAP 7247 e Ica pijao con un rendimiento de 1,57, 1,17 y 1,15 t/ha, respectivamente.

Palabras clave: bioestimulante, Biostan, frijol, variedades.

ABSTRACT. The objective of the present work is to evaluate the application of a biostimulating (Biostan) in the growth and development of the cultivation of the bean, for that which you mounts a block design at random with 14 variants and four repetitions, seven varieties were studied: Turrialba 4, Synthetic Porrillo, Güira 12, Ica pijao, BAT 304, BAT 448 and CIAP 7247, two treatments: witness and Biostan, which you applies in two moments in 10 and 30 days after the sowing to a concentration of 6 mg/L and final solution of 150 and 300 L/ha, they were defined eight study variables: longitude and thickness of the shaft, number of leaves, as well as the yield and their components, besides being carried out an analysis of the main components. The obtained results reflect a favourable effect of the biostimulating in all the evaluated variables highlighting the variety Synthetic Porrillo, CIAP 7247 and Ica pijao with a yield of 1, 57, 1, 17 and 1, 15 t/ha respectively.

Key words: biostimulating, Biostan, bean, varieties.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años más del 50 % del crecimiento de la productividad de los principales cultivos en países en vías de desarrollo se debió al uso de los fertilizantes lo que ha provocando graves consecuencias, a veces catastróficas, debido a la contaminación del aire, del agua, los suelos y los propios alimentos. Otro aspecto preocupante es el alto costo de los fertilizantes y la cantidad de ellos que no se aprovecha (Hamdi, 1985), todo lo cual propicia el estudio y evaluación de nuevos productos que estimulen el desarrollo de los cultivos y no afecten el medio ambiente.

El frijol constituye una fuente importante de alimentación habitual para nuestra población de alto contenido proteico. Contiene alrededor de

un 20 % de proteínas de alta digestibilidad, constituidas por varios aminoácidos esenciales para el metabolismo humano. Además puede considerarse también como un alimento de alto valor energético, ya que contiene de 45 a 70 % de carbohidratos totales. Por otra parte, aporta cantidades importantes de minerales (Socorro y Martín, 1998).

Este cultivo tradicionalmente se ha sembrado en nuestro país en pequeñas explotaciones campesinas, lo que se mantiene hasta nuestros días, aunque con la estructura actual de tenencia de la tierra se ha extendido a áreas de autoconsumo de organismos estatales de todo tipo. El rendimiento promedio es relativamente bajo (0,63 t/ha) comparado con Chile, Perú y Argentina aunque similar o superior a otros países de la región (Quintero, 2000).

Una de las vías para obtener rendimientos satisfactorios en la producción agrícola es la obtención de productos naturales que estén en perfecta armonía con el medio ambiente sin ocasionar contaminación química, entre los cuales ocupan un lugar importante los bioestimulantes.

Teniendo presente lo anteriormente planteado se desarrolló este trabajo con el objetivo de evaluar la aplicación de un bioestimulante (Biostan) en el crecimiento y desarrollo del cultivo del frijol.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en áreas de la CPA "Roberto Fernández Pérez", municipio Cárdenas, provincia de Matanzas, el experimento se montó en octubre de 2001, sobre un suelo ferralítico rojo y bajo condiciones de riego, se estudiaron siete variedades y dos tratamientos que fueron los siguientes:

Variedades

- 1- Turrialba 4
- 2- Porrillo sintético
- 3- Güira 12
- 4- Ica pijao
- 5- BAT 304
- 6- BAT 448
- 7- CIAP 7247

Tratamientos

- T1 = Testigo
 T2 = Biostan, se aplicó en dos momentos a los 10 y 30 días después de la siembra, a una concentración de 6 mg/L y una solución final de 150 y 300 L/ha, respectivamente.

El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar con 14 variantes y cuatro repeticiones, el área total del experimento fue de 3508, 8 m², con 56 parcelas de 10 m de largo, 4, 90 m de ancho y 1m de separación entre parcelas.

Se definieron ocho variables de estudio:

- 1- Longitud del tallo (cm)
- 2- Grosor del tallo (mm)

- 3- Número de hojas
- 4- Vainas por planta
- 5- Granos por vaina
- 6- Peso de 100 granos (g)
- 7- Biomasa total (Kg)
- 8- Rendimiento (t/ha)

Las evaluaciones se realizaron a partir de una muestra de 30 plantas determinadas al azar, en los surcos centrales de cada parcela, efectuándose las observaciones con un intervalo de siete días, teniendo como inicio el brote de las hojas verdaderas.

Los datos compilados se procesaron a través de un análisis de varianza multifactorial y la Prueba Tukey, además de realizar un análisis de los componentes principales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza multifactorial para cada variable de estudio muestra diferencia significativa entre tratamientos y entre variedades presentándose interacción significativa en todos los casos, a excepción del número de hojas, aplicándose la Prueba Tukey a las 14 variantes de estudio.

Como se observa, en el comportamiento de la longitud del tallo presentaron diferencias significativas las variedades 1, 2, 3, 4, 5, y 6 cuando fueron tratadas, mientras que la variedad 7 muestra una longitud de tallo inferior en ambos tratamientos. Los mayores valores de la media se obtienen con la aplicación de Biostan.

Por otra parte la variedad 4 (Ica Pijao) presenta el mayor grosor del tallo, siendo significativamente diferente al resto de las variedades, cuando se aplicó Biostan.

La variable número de hojas en su análisis de varianza no presenta diferencia significativa en la interacción por lo que se analizan los factores independientemente.

Tabla 1. Resultados de los análisis de varianza para las variables en estudio comparando sus respuestas cuando fueron tratadas con Biostan

Variedades	Variables Tratamientos	Long Tallo (cm)	Grosor tallo (mm)	Vainas por planta	Granos por vaina	Peso 100 semillas (g)	Biomasa (kg)	Rendimiento (t/ha)
		1	1	90,14 ^{bcd}	11,36 ^{abc}	28,00 ^f	6,09 ^{def}	23,12 ^{ab}
	2	94,15 ^a	11,24 ^{bc}	31,87 ^e	6,79 ^a	23,13 ^{ab}	0,76 ^{abcd}	1,06 ^b
2	1	81,79 ^b	11,77 ^{abcd}	34,10 ^d	5,90 ^g	21,54 ^{abcd}	0,76 ^{abcd}	0,86 ^c
	2	88,32 ^{abc}	12,01 ^{abcd}	39,19 ^{ab}	6,23 ^{abc}	23,52 ^a	0,81 ^b	1,57 ^a
3	1	89,10 ^{abcd}	10,42 ^e	27,12 ^f	6,29 ^{cd}	21,51 ^{abcd}	0,53 ^g	0,75 ^c
	2	92,62 ^{ab}	12,41 ^b	37,81 ^{bc}	6,43 ^{bc}	21,60 ^{abcd}	0,99 ^a	1,05 ^b
4	1	80,74 ^b	11,85 ^{abcd}	24,12 ^g	5,80 ^h	21,56 ^{abcd}	0,56 ^g	0,76 ^c
	2	92,78 ^{ab}	13,81 ^a	34,10 ^d	6,59 ^{ab}	23,02 ^{ab}	0,73 ^{abcd}	1,15 ^b
5	1	87,92 ^{bc}	10,77 ^e	27,47 ^f	5,57 ⁱ	19,56 ^{de}	0,63 ^{ef}	0,78 ^c
	2	92,36 ^{ab}	12,36 ^b	35,04 ^d	6,05 ^{ef}	23,02 ^{ab}	0,58 ^g	1,08 ^b
6	1	84,61 ^{ef}	11,37 ^{abc}	33,66 ^d	5,55 ^j	20,38 ^{cd}	0,68 ^{de}	0,73 ^c
	2	91,65 ^{abc}	12,30 ^{bc}	36,67 ^c	6,12 ^{def}	21,35 ^{bcd}	0,70 ^{cd}	1,05 ^b
7	1	78,43 ^g	11,78 ^{abcd}	26,69 ^f	5,63 ^{hi}	18,31 ^e	0,79 ^{bc}	0,78 ^c
	2	81,77 ^g	12,37 ^b	39,79 ^a	6,55 ^b	21,84 ^{abc}	0,80 ^b	1,17 ^b
	Σ x	0,0188	0,0570	0,0350	0,0250	0,0432	0,0556	0,1239
	P	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Analizado verticalmente (variables)

Variedad	X
1	23,4688 ^{ef}
2	24,9688 ^{cd}
3	24,1750 ^{de}
4	26,2125 ^{ab}
5	26,9375 ^a
6	22,7063 ^f
7	25,5813 ^{bc}

Las variedades 4 (Ica Pijao) y 5 (BAT 304) presentan mayor número de hojas, no mostrando diferencia significativa entre ellas pero sí con el resto de las variedades.

En cuanto a los tratamientos se obtienen los siguientes resultados:

Tratamientos	X
Testigo	23,8482 ^b
Biostan	25,8804 ^a

El mayor número de hojas se obtiene en las plantas tratadas.

Estos resultados evidencian el efecto beneficioso del bioestimulante en el crecimiento y desarrollo del cultivo, coincidiendo con Garcés (2000), quien señala que el producto presenta una alta actividad biológica a bajas concentraciones facilitando el desarrollo radical de las plantas, el crecimiento del tallo y las hojas y el desarrollo de mayor floración con una

fructificación acentuada, que dan por resultado plantas más saludables y vigorosas que ofrecen una mayor producción total y más rendimiento por área de cultivo.

Al analizar los componentes del rendimiento, se aprecia que en el número de vainas por planta el mejor comportamiento se manifiesta en las variedades 2 (Porrillo sintético) y 7 (CIAP 7247) tratadas con Biostan con medias de 39,19 y 39,79, respectivamente, no resultando diferentes entre ellas y sí con el resto de las variedades, exceptuando la variedad 2 (Porrillo sintético) con la variedad 3 (Güira 12) tratada, que no presentaron diferencias significativas.

Las variedades que presentan mayor número de granos por vaina son la 1 (Turrialba 4), la 4 (Ica pijao) y la 7 (CIAP 7247) con 6, 79, 6, 59 y 6, 55, respectivamente, tratadas con Biostan, siendo significativamente diferente la variedad 1 (Turrialba 4) del resto de las variedades, a excepción de la variedad 4 (Ica pijao) con la cual no difiere, resultado que coincide con Garcés (2000) quien obtuvo un aumento en la producción de granos de un 20 a un 35 % cuando aplicó Biostan.

El peso de 100 semillas se comporta bastante uniforme entre todas las variedades en estudio, observándose los más bajos resultados en la variedad 6 (BAT 448) tratada con Biostan con un valor de 21, 35 g y en las variedades 5 (BAT304),

6 (BAT 448) y 7 (CIAP7247), no tratadas, con valores de 19, 56, 20, 38 y 18, 31, respectivamente.

Por otra parte el promedio más alto de biomasa se muestra en la variedad 3 (Güira 12) tratada, con un valor de 0,99, presentando diferencia significativa con el resto de las variantes.

En cuanto al rendimiento la variedad Porrillo sintético presenta los valores más altos de la media (1,57 t/ha) y difiere significativamente del resto de las variedades, continuando en orden la CIAP 7247 e Ica Pijao con 1,17 y 1,15 t/ha, respectivamente, en todos los casos las variedades tratadas con Biostan muestran un incremento en el rendimiento.

En general, las variedades estudiadas muestran un comportamiento superior en los componentes del rendimiento cuando son tratadas con Biostan, al compararlas con ellas mismas sin tratamiento, lo cual está relacionado con las diferentes sustancias que componen el bioesti-mulante y que influyen favorablemente en el desarrollo del cultivo y el rendimiento final a obtener, coincidiendo con Garcés (2000) quien plantea que el Biostan está constituido por un concentrado de sustancias inorgánicas de 14 elementos esenciales al metabolismo de las plantas, sustancias orgánicas de carácter proteínico que complementan los

procesos de síntesis, sustancias orgánicas de carácter hormonal vegetal que combinadas armónica-mente favorecen y estimulan el desarrollo de la planta y sustancias humificadas de baja masa molar que además de tener acción biológica directa sirven de transporte de los metales al formar complejos y quelatos, todas las cuales provocan un crecimiento acelerado, mayor floración, fructificación y mayores rendimientos.

Análisis de los componentes principales

En este proceso se encontró el menor número de combinaciones lineales para las ocho variables iniciales trabajadas, que en este caso fueron dos, ya que el 90,264 % de la variabilidad de los datos originales fueron provocados por ellas. Juntos provocan el 100 % de la variabilidad de los datos (tabla 2).

Esto indica que en lugar de trabajar con las ocho variables iniciales se puede a partir de ahora hacer cualquier tipo de inferencia de los datos a partir de los dos componentes, teniendo siempre en cuenta que la primera componente en este caso es casi dos veces más importante que la segunda.

Los vectores propios para los dos componentes principales se presentan en la tabla 3.

Tabla 2. Análisis de los componentes.

Componentes	Valor propio	% de la variación total	Porcentaje acumulado
1	36,2350	60,028	60,028
2	18,2513	30,236	90,264
3	4,2408	7,025	97,290
4	1,2483	2,068	99,358
5	0,2909	0,482	99,840
6	0,0720	0,119	99,959
7	0,0187	0,031	99,990
8	0,0061	0,010	100,00

Tabla 3. Vectores propios para componentes principales

Variabes	Componente 1	Componente 2
Biomasa total	0,00692239	0,0108256
Grosor del tallo	0,0611844	0,0750855
Granos por vaina	0,0429248	- 0,00918749
Longitud del tallo	0,720714	- 0,666642
Número de hojas	0,0518665	0,144738
Peso de 100 semillas	0,160612	- 0,0857995
Rendimiento	0,0260974	0,019678
Vainas por planta	0,66766	0,721839

De ahí que componentes queden expresadas por las siguientes ecuaciones:

$$Y_1 = 0,00692239(1) + 0,0611844(2) + 0,00429248(3) + 0,720714(4) + 0,0518665(5) + 0,160612(6) + 0,0260974(7) + 0,66766(8)$$

$$Y_2 = 0,0108256(1) + 0,0750855(2) - 0,00918749(3) - 0,666642(4) + 0,144738(5) - 0,0857995(6) + 0,019678(7) + 0,721839(8)$$

Como quiera que las componentes son variables ficticias se hace necesario darles un sentido biológico a partir de su relación con las variables iniciales. Esta relación se busca a partir de la correlación de las variables iniciales con los componentes. La correlación nos indicará cuales variables caracterizan la componente (tabla 4).

Tabla 4. Correlación entre variables iniciales y los dos primeros componentes

Variables	Componentes	
	Y ₁	Y ₂
Biomasa total	0,3525	0,3912
Grosor del tallo	0,4444	0,3870
Granos por vaina	0,6576	-0,0999
Longitud del tallo	0,8349	-0,5481
Número de hojas	0,1500	0,2970
Peso de 100 semillas	0,6309	-0,2392
Rendimiento	0,6392	0,3421
Vainas por planta	0,7918	0,6075

Como se observa la componente 1 está caracterizada fundamentalmente por el comportamiento de las 14 variantes en estudio, en cuanto a las variables granos por vaina, longitud del tallo, peso de 100 semillas, rendimiento y vainas por planta y la segunda componente está caracterizada por las variables longitud del tallo y vainas por planta, todas las cuales están estrechamente relacionadas, debido al crecimiento y desarrollo que provoca una mayor longitud del tallo, del número de nudos, del número de inflorescencias y de las vainas por planta, creándose un adecuado balance follaje-fructificación que garantiza granos de mayor tamaño y peso, lo cual eleva los rendimientos. (Denis y Adams, citados por Socorro y Martín, 1998) obtuvieron resultados similares y plantean que el aumento en el rendimiento debe buscarse fundamentalmente

en el aumento del número de nudos y órganos reproductivos.

Observando los valores de las componentes en las 14 variantes, tabla 5, la primera componente contrapone las variantes 2,4,6,8,10,12 y 14 de las restantes en cuanto a los valores más altos de granos por vaina, longitud del tallo, peso de 100 semillas, rendimiento y vainas por planta de las restantes variantes, coincidiendo el comportamiento de las siete variedades estudiadas con el tratamiento 2 (Biostan).

Tabla 5. Coordenadas de cada variante en cada componente

Variante	Componente 1	Componente 2
1	89,5376	-37,7440
2	94,8636	-37,8675
3	87,4210	-27,4261
4	94,2335	-29,7414
5	88,1414	-37,7629
6	97,8681	-31,6877
7	88,0740	-38,7372
8	95,6342	-34,1344
9	86,4843	-38,3230
10	96,1530	-33,3131
11	88,7833	-29,9705
12	98,3043	-30,4287
13	79,5808	-30,1215
14	91,4454	-22,9826

El hecho de que las variables granos por vaina, longitud del tallo, peso de 100 semillas, rendimiento y vainas por planta estén en una misma componente nos indica que están estrechamente relacionadas.

CONCLUSIONES

1. El bioestimulante (Biostan) ejerce un efecto positivo sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo del frijol.
2. Los mayores rendimientos se obtienen con la aplicación de Biostan, destacando las variedades Porrillo sintético, CIAP 7247 e Ica Pijao con 1, 57, 1, 17 y 1, 15 t/ha, respectivamente.
3. Las variables estudiadas que caracterizan el efecto del bioestimulante evaluado fueron: longitud del tallo, vainas por planta, granos

por vaina, peso de 100 semillas y rendimiento.

BIBLIOGRAFÍA

Garcés Pérez, N. (2000): Biostan. Bioestimulante Agrícola Natural. UNAH, Facultad de Agronomía, La Habana, Cuba. pp. 1-5.

Hamdi, Y. A. (1985): "La fijación del nitrógeno en la explotación de los suelos". *Boletín de suelos de la FAO*, Roma, Italia 49 (1): 1-90.

Quintero, F. E. (2000): Monografía. Manejo agrotécnico del frijol en Cuba. CIAP. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UCLV, 31 pp.

_____ (1998): Manejo de la diversidad varietal en la conducción agrotécnica del frijol común (*Phaseolus vulgaris* Lin.). II Congreso sobre Agricultura Orgánica y III Taller sobre Extensión Rural y Desarrollo Sostenible. (AGRONAT 98), Cienfuegos, Cuba.

Socorro, M. A. y D. Martín (1998): *Granos*. Impreso Talleres Gráficos de la Dirección de Publicaciones y Materiales Educativos, Instituto Politécnico Nacional, México, D.F. pp. 1-53.

