

RENDIMIENTO DE HABILLA (*Phaseolus vulgaris* L.) INFLUENCIADO POR LA APLICACIÓN FOLIAR DE DOSIS DE BIOFERTILIZANTE ¹

Milciades Villa Villalba ²

José Quinto Paredes Fernández ³

ABSTRACT

In the town of 25 de Abril, located to 25 Km. of the Horqueta city, department of Concepción, this experiment was carried out in a soil of texture frank sand with the objective of evaluating the yield of bean grains (*Phaseolus vulgaris* L.) in function to the application to foliate of different biofertilizer dose. The experimental arrangement was at random of blocks with three repetitions using the doses of 0; 2; 4; 8 and 16% of biofertilizer, also 200 kg/ha of NPK using 4 – 16 – 8 fertilizer. Each experimental unit was represented by an area of 24 m², where the bean was sowed in a spacing of 0,50 m between arrays and 0,20 m among plants. From the equation generated in function to the yields obtained with the different treatments the maximum physical efficiency it was determined ($\bar{y}_{max}$), 3.868,67 kg/ha that was obtained with the dose of 6,96% of biofertilizer, and the recommended dose was of 2,15% of biofertilizer to obtain 90% of the maximum production (3.481,80 kg/ha).

Key words: Bean, yield, biofertilizer, foliar fertilization.

RESUMEN

En la localidad de 25 de abril, localizada a 25 Km. de la ciudad de Horqueta, departamento de Concepción, fue realizado este experimento en un suelo de textura areno franco con el objetivo de evaluar el rendimiento de granos de habilla en función a la aplicación foliar de diferentes dosis de biofertilizante. El diseño experimental fue de Bloques al azar con tres repeticiones siendo las dosis de 0; 2; 4; 8 y 16% de biofertilizante, además de la fertilización básica con 200 kg/ha de NPK utilizando como fuente 4 – 16 – 8 aplicando en surco corrido. Cada unidad experimental fue representada por un área de 24 m², en donde la habilla fue sembrada en un espaciamiento de 0,50 m entre hileras y 0,20 m entre plantas. A partir de la ecuación generada en función a los rendimientos obtenidos con los diferentes tratamientos se determinó la máxima eficiencia física ($\bar{y}_{max}$), 3.868,67 kg/ha que se obtuvo con la dosis de 6,96 % de biofertilizante, y la dosis recomendada que fue de 2,15% de biofertilizante para obtener el 90% de la producción máxima (3.481,80 kg/ha).

Palabras clave: Habilla, rendimiento, biofertilizante.

¹ Parte de la Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agrarias para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, Orientación Producción Agrícola.

² Egresado de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción.

³ Ingeniero Agrónomo, MSc, Docente Investigador de la FCA-UNA. Departamento de Producción Agrícola.

INTRODUCCIÓN

La habilla (*Phaseolus vulgaris* L.) es una planta anual herbácea, pudiendo ser trepadora o no, pertenece a la familia de la leguminosa actualmente se conoce como Fabaceae, sub familia Papilionidae, genero Phaseolus (Zimmermann et al., 1988).

La habilla al igual que otras plantas alimenticias tuvo su origen en el «nuevo mundo», siendo llevado a sus respectivos países por los colonizadores como plantas ornamentales luego del descubrimiento de América (IICA, 1989).

Debido al sistema radicular que posee, prefiere suelo suelto, leve, de textura areno arcilloso, más o menos profundos, ricos en materia orgánica y en elementos nutricionales. Los suelos arenosos y permeables de aluviación son los preferidos; tiene preferencia por suelos cuyo pH varia entre 6,5 y 7,0. En suelos muy ácidos, deberán ser corregidos por medio del encalado en lo mínimo un mes de antelación a la siembra (Zimmermann et al., 1988).

Las exigencias climáticas para cultivar comercialmente la habilla con éxito, las selecciones de las áreas donde serán hecha el cultivo es de importancia fundamental. Por eso se debe preferir áreas que tengan otoño y primaveras más o menos largos, es suficiente para completar el ciclo de la habilla si hubiera lluvias con una precipitación pluvial de más o menos 100 mm. en la época de siembra y crecimiento de la habilla, mejor aun para el cultivo. La temperatura ideal para la planta se sitúa entre 10 a 25 grados Celsius (Sebastião et al., 1987).

El sistema radicular de la habilla consta de una raíz principal pivotante de la cual parten ramificaciones que exploran una camada de suelo no muy profundo. La parte aérea consta de un tallo principal ramificado, erecto o no; las hojas están compuestas de tres foliolos deltoides, acuminadas, más o menos pubescentes, siendo uno terminal, los dos otros laterales y opuestos. Las flores presentan un cáliz verde gamosépalo, protegidos por brácteas persistentes. El fruto es una vaina de longitud variable de 10 a 20 cm.; recurvada o no, terminada en punta prominente y de lados convexos; cuando madura presenta generalmente un color amarillo, pudiendo todavía presentar otros colores. Las semillas pueden ser elípticas, cilíndricas, ovoides, esteroides o uniformes, de tamaño y color variable de acuerdo con las variedades (Sebastião et al., 1987).

La aplicación de biofertilizante en el cultivo de habilla obedece a que la mayoría de los suelos de la zona de Horqueta, son degradados y pobres en materia orgánica, situación que implica la necesidad de aplicar fertilizantes para obtener mejores rendimientos. Además se tendrá importantes informaciones sobre el cultivo de habilla en función a la aplicación foliar del biofertilizante,

sin encarecer el costo de producción; y dentro de una línea de trabajo que va ganando mayor atención a nivel mundial.

Este experimento tuvo como objetivo general estudiar el rendimiento de granos de habilla en función a la aplicación foliar de diferentes dosis de biofertilizante.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue realizado en la localidad de 25 de Abril, situado a 25 Km. de la ciudad de Horqueta, departamento Concepción.

El suelo utilizado para el efecto es de textura areno franco, de la que se extrajo muestra para análisis en el Departamento de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, sede Pedro Juan Caballero, cuyo resultado se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Características físicas y químicas del suelo utilizado en el experimento en la localidad de 25 Abril (Horqueta).

Extractores: pH= Agua; P y K= Mehlich-I; Ca + Mg y Al+++ = KCl 1 Mol/L; aF= areno franco

Profundidad (cm)	pH agua	M.O. dag/kg	Al+++ ---cmol/dm ³ ---	Ca + Mg	P -mg/kg ⁻¹ -	K	Textur a Tacto
0 - 25	6,2	1,0	0	5,5	10	46	aF

La preparación del mismo consistió en una arada y una rastreada, la siembra fue el 28 de abril del 2005, el espaciamiento utilizado fue 0,50 m entre hileras y 2 semillas cada 0,20 m., totalizando 100.000 plantas por hectárea, se utilizó la variedad «negra». La fuente de NPK fue la formulación básica de 4 - 16 - 8, el mismo se aplicó en surcos corridos a una distancia de 10 cm de la línea de siembra y a 10cm de profundidad, aplicado en el momento de la siembra, en dosis correspondientes a 200 kg.ha⁻¹.

El diseño experimental fue en bloques completamente al azar, con 6 tratamientos que consistió en la aplicación vía foliar de cuatro dosis: 2, 4, 8 y 16% de biofertilizante, además de dos testigos: fertilización edáfica básica y sin fertilización, todos con tres repeticiones. Cada unidad experimental estuvo representada por un área de 24 m² (6 m x 4 m) separada por una distancia de un metro entre bloques y un metro entre parcelas, totalizando así 18 unidades experimentales y completando de esa manera 736 m² de área experimental.

El biofertilizante, utilizado un abono orgánico líquido, proveniente de un proceso de descomposición de la materia orgánica (vegetal o animal) por medio una fermentación anaeróbica en medio líquido; el resultado de la fermentación fue un residuo líquido cuyo resultado se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados de análisis de biofertilizante obtenido por fermentación anaeróbica de estiércol bovino, mezcla 1 : 3 y agua respectivamente.

N	P	K	Ca	Mg	S	pH	Cu	Fe	Mn	Zn	B
%							ppm				
1,83	0,86	2,38	2,51	0,77	0,41	7,6	163	587	210	122	200

mezcla 1 : 3 y agua respectivamente.

Cada dosis de biofertilizante fue aplicado en tres etapas, primero: en la etapa de crecimiento (25 días después de la siembra), segundo antes de la floración a los 40 días después de la siembra y la última en la formación de vainas 15 días después de la segunda. Para el mismo se utilizó un pulverizador manual a mochilla con capacidad para 20 litros de solución nutritiva.

Los cuidados culturales, como controles de malezas se realizaron en forma manual con azada, la primera limpieza se efectuó a los 25 días después de la siembra y el segundo a los 20 días después del segundo. Las malezas predominantes fueron Kapiat) (*Cenchrus echinatus*), Kapiuna (*Bidens pilosa*), Ka'arurupe (*Amaranthus sp.*), y otros. También se hicieron aporque a los 25 días después de la siembra, justo con el control de maleza.

La cosecha fue realizada en forma manual 90 días después de la siembra, la trilla fue realizada en forma manual, a los tres días después de la cosecha.

Para la evaluación se utilizó cuatro metros cuadrados de cada unidad experimental, totalizando un área de 72 m². Se procedió al pesaje para evaluar el rendimiento con una balanza de precisión, en la Facultad de Ciencias Agrarias, sede Pedro Juan Caballero.

Con los datos de rendimiento de granos obtenido en función a la aplicación de los diferentes tratamientos se realizó el análisis de varianza (ANAVA), para verificar diferencias entre los tratamientos comparados, y posteriormente, se procedió al ajuste del modelo de regresión, teniendo a los rendimientos como variables dependientes de las dosis de Biofertilizante aplicados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de habilla, en función a dosis de biofertilizante aplicado vía foliar.

En la Tabla 3 se presentan los datos del análisis de varianza donde se puede observar que hubo diferencia altamente significativas entre los tratamientos. El CV fue de 1,52 valor considerado bajo para un trabajo desarrollado a campo, que denota la pequeña variación de los

Tabla 3. Resumen del cuadro de ANAVA, para rendimiento de habilla negra con diferentes dosis de biofertilizante.

FV	GL	SC	CM	F
Bloques	2	2808,7395	1404,3698	0.57 NS
Tratamientos	5	4613851,989	922770,3979	374,75**
Error	10	24623,8544	2462,3854	

(NS) no significativo, (**) altamente significativo según el test de F. CV=1,52

Para poder categorizar a los tratamientos utilizados mediante la aplicación de las diferentes dosis de biofertilizante, fue realizado el test de Tukey, el cual determinó que la diferencia mínima significativa fue de 140,669 kg/há¹.

El rendimiento promedio de habilla se vio incrementado en las diferentes dosis de biofertilizante, lo cual se visualiza en la figura 1.

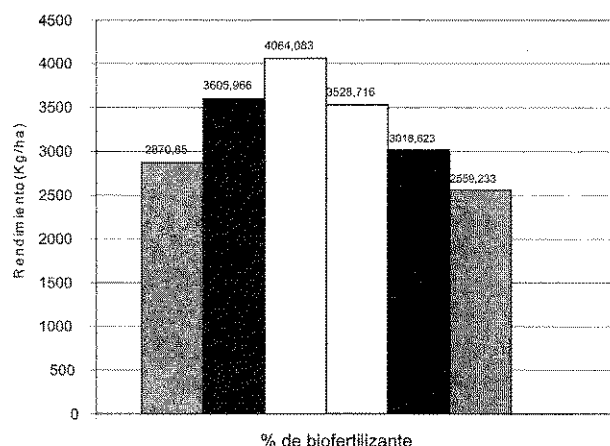


Figura 1. Rendimiento promedio de habilla negra afectado por dosis de biofertilizante aplicado vía foliar.

Medias seguidas de la misma letra mayúscula no difieren significativamente entre sí, por el test de Tukey al 5 % de probabilidad.

Según la comparación de medias de rendimiento, la dosis de 4% presentó un rendimiento superior a los demás con un promedio de 4.064 kg/ha, seguido del 2% y 5%, que son similares entre sí, estadísticamente, con un rendimiento promedio de 3.605 y 3.528 kg/ha, inferior al 4% y superior a las demás dosis, sigue la aplicación de NPK con un rendimiento promedio de 3.018 kg/ha que superó solamente al testigo absoluto con 2.870 kg/ha y a la aplicación de 16% de biofertilizante con 2.559 kg/ha, por ultimo, esta el testigo absoluto con un rendimiento promedio de 2.870 kg/ha, es inferior a las dosis ya mencionado, pero a la vez superior al 16%, que presentó el menor rendimiento promedio 2.559 kg/ha. Por otro lado, es interesante considerar que con la aplicación de

las dosis de 4% de biofertilizante se logra la máxima producción y con la reducción del 50% en la dosis (2% de biofertilizante), solamente se observa una disminución de 454,117 kg/ha de granos de habilla.

Tabla 4. Ecuación de regresión ajustada con los datos de rendimiento de habilla (kg/ha) en función a dosis de biofertilizante vía foliar, dosis para obtener la máxima eficiencia física (DMFS), producción máxima (Y_{max}), dosis recomendado (DR) para obtener el 90% de y_{max} y coeficiente de determinación (R²).

Dosis de biofertilizante (%)	Ecuación	DMEF de biofertilizante (%)	y _{max} x (kg/ha)	DR de Biofertilizante (%)	R ²
0 2 4 8 16 NPK	$y = 3057,9 + 23x - 16,724x^2$	6,96	386 8,67	2,15	0,82

D.M.E.F.= Dosis para la máxima eficiencia física; y_{max}= máxima eficiencia física; D.R.= Dosis recomendada

Partiendo del análisis de regresión se ajusta a la ecuación del modelo cuadrático, con la cual se determinó la máxima eficiencia física (y_{max}) 3.868 kg/ha; que se obtuvo con 6,96 % de biofertilizante por hectárea y la dosis para la obtención del 90 % de la producción máxima (3.481 kg/ha) fue de 2,15%.

Los resultados alcanzados por Bonhomme (2004), trabajando en suelo franco arcilloso y aplicando diferentes dosis de fósforo, con la aplicación de 71,26 kg/ha de fósforo obtuvo un rendimiento promedio de 3374 kg/ha de granos de habilla, tal resultado en término de rendimiento es semejante a lo logrado en este ensayo con la aplicación 2,15 % de biofertilizante, equivalente a 430 cc para cada 20 litros de agua; o sea se necesita 4300 cc de biofertilizante para pulverizar una hectárea de habilla en cada aplicación considerado muy significativo.

Según Miranda et al., (2000) los resultados obtenidos en la producción de granos de habilla muestra un aumento con la fertilización fosfatada, en un suelo clasificado como Latosol rojo-Oscuro, arcilloso en un experimento repetido durante cuatro años, con la aplicación de 62,34 kg/ha se llegó el rendimiento en media a 3.520 kg/ha, este resultado es similar a lo alcanzado en este trabajo.

Rodríguez (1997), en trabajo de evaluación de la respuesta de lechuga a la fertilización orgánica, ha encontrado que el compuesto orgánico promovió mayores tenores de nutrientes en el sustrato orgánico que el fertilizante mineral, siendo el potasio y el sodio, proporcionalmente mayores que el calcio, magnesio y el fós-

foro. Esto se debe a que el potasio y el sodio están fácilmente disponibles en abonos orgánicos, pues no dependen de la mineralización para volverse soluble.

Según Sheiner (1999), la adición del compuesto orgánico proporcionó mayores tenores de fósforo disponible que la fertilización mineral; en el mismo trabajo confirma, que en varias investigaciones los abonos orgánicos aumentan la eficiencia de utilización de fósforo por las plantas, y este parece ser uno de los factores que más contribuyó para las altas respuestas de las hortalizas a este insumo.

CONCLUSIONES

En las condiciones en que fue realizado el presente experimento se puede concluir:

La máxima eficiencia física fue de 3868,67 kg/ha de grano, que se obtuvo con la dosis de 6,96 % de biofertilizante por hectárea aplicado vía foliar.

La dosis recomendada para la obtención del 90% de la producción máxima de habilla (3.481 kg/ha) fue de 2,15% de biofertilizante por hectárea aplicado vía foliar.

La fertilización básica superó solamente al testigo absoluto y al tratamiento que recibió 16% de biofertilizante.

LITERATURA CITADA

- BONHOME M., J.E.CH. 2004. Efectos de fertilización fosfatada en el rendimiento del cultivo de habilla. Tesis (Ing. Agr.) Pedro Juan Caballero, Py. Carrera de Ingeniería agronómica. F.C.A.U.N.A. 21P.
- IICA. 1989. Volumen II Editado por el Instituto interamericano de Cooperación para la Agricultura y Ministerio de Asuntos Extranjeros de Francia. San José – Costa Rica. p108-120 .
- RODRIGUEZ, M., Ma DE LA N. 1997. Fertilización foliar en el cultivo de tomate en condiciones de invernadero. Tesis Doctoral. EDAF-IRENAT-CP. Montecillo, Méx.. consultado el 10 Mayo 2004. Disponible en <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art247-255.pdf>.
- SEBASTIÃO, M.; GODOY, P.; VICENTE CANECHO FILHO, JOSE ANTONIO 1987. Principales Culturas II. 2ª ed. Campinas. Instituto Campesino de Encino Agrícola. Impreso no Brasil. 401 p.
- SCHEINER, J.; GUTIERREZ BOEM, F.; LAVADO, R. 1999. Experiencias de fertilización de soja en el centro-norte de Buenos Aires. En: Jornada de Actualización Técnica para Profesionales Fertilización de soja 1999», INPOFOS Cono Sur: pp. 22-24.
- ZIMMERMANN, M. J.; ROCHA, M.; YAMADA, T. 1988. Cultura do Feijoeiro. Ed. Piracicaba - SP. 589 p.