

MANEJO DE NITRÓGENO EN HABA (*Vicia faba* L.): SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO Y RENTABILIDAD^a

NITROGEN MANAGEMENT IN BROAD BEAN (*Vicia faba* L.) ITS EFFECT ON YIELD AND PROFITABILITY

Escalante-Estrada, J.A.S.¹; Aguilar-Carpio, C.^{1*}; Escalante-Estrada, Y.I.²; Apaéz-Barrios, M.³

¹*Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Posgrado de Botánica. Km 36.5 Carretera México-Texcoco. Montecillo, Edo. de México.*

²*Universidad Autónoma del Estado de Guerrero, Chilpancingo, Guerrero, México.*

³*Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Carretera Iguala-Cocula, Km 14.5 Cocula, Guerrero, México.*

* E-mail: aguilar.cid@colpos.mx

Fecha de envío: 20, mayo, 2025

Fecha de publicación: día, mes, año

Resumen:

En San Pablo Ixayoc, Texcoco, Estado de México destaca el cultivo de haba por ser un alimento nutritivo con propiedades medicinales, la producción es destinada principalmente al autoconsumo como grano. La fertilización nitrogenada en haba no es una práctica común de los agricultores. Por lo que, el objetivo del estudio fue determinar el efecto de la fertilización nitrogenada en la rentabilidad, rendimiento y sus componentes en el cultivo de haba, así como el impacto del estudio sobre los productores de la región. Para la siembra realizada el 6 de junio de 2019 se utilizó semilla de haba cultivar Cochinera donde se aplicaron cuatro niveles de nitrógeno 0, 66, 132 y 200 kg ha⁻¹. La mitad del nitrógeno se aplicó a la siembra y el resto 40 días después. Se registró la temperatura media máxima, mínima y la precipitación acumulada durante el desarrollo del cultivo. A partir de la siembra a madurez fisiológica se calculó la acumulación de unidades calor. A la cosecha se registró el rendimiento de grano, número de vainas, número de granos, número de granos por vaina y peso de 50 granos. La fertilización nitrogenada en el cultivo de haba incrementa el número de granos y el rendimiento de grano. El mayor peso de 50 granos y número de vainas se logró con la aplicación de 132 y 200 kg ha⁻¹ de nitrógeno. En el número de granos por vaina con la aplicación de 200 kg ha de nitrógeno se obtuvo los valores más altos, siendo significativo al testigo sin aplicación. Con la fertilización se logra mayor ganancia por peso invertido, no obstante, esta es sujeta a la disponibilidad de recursos económicos para la compra del fertilizante.

Palabras clave: producción, componentes, grano, fertilización.

^a La presente investigación presenta resultados preliminares de una tesis de maestría.

Abstract:

In San Pablo Ixayoc, Texcoco, State of Mexico, broad bean cultivation is prominent as a nutritious food with medicinal properties. Production is primarily intended for personal consumption as a grain. Nitrogen fertilization of broad beans is not a common practice among farmers. Therefore, the objective of the study was to determine the effect of nitrogen fertilization on profitability, yield, and their components in broad bean crop. For the planting carried out on June 6, 2019, broad bean cultivar Cochinera seeds were used, with four nitrogen levels: 0, 66, 132, and 200 kg ha⁻¹. Half of the nitrogen was applied at planting and the remainder 40 days later. The average maximum and minimum temperatures and accumulated precipitation were recorded during crop development. From sowing to physiological maturity, the accumulation of heat units was calculated. At harvest, grain yield, number of pods, number of grains, number of grains per pod, and 50-grain weight were recorded. Nitrogen fertilization in broad bean crops increases grain number and grain yield. The highest 50-grain weight and pod count were achieved with applications of 132 and 200 kg ha⁻¹ of nitrogen. The highest values for grain number per pod were obtained with the application of 200 kg ha⁻¹ of nitrogen, with the control without application being significantly higher. Fertilization achieves a higher yield per pound invested; however, this depends on the availability of funds to purchase the fertilizer.

Keywords: production, components, grain, fertilization.

INTRODUCCIÓN

En México el haba (*Vicia faba* L.) es de gran importancia social y económica en vaina verde y grano seco, principalmente en la región de los “Valles altos” (regiones con altitud superior a 1,800 msnm, FAOSTAT, 2010). A nivel nacional se siembra una superficie de 16,906 ha con una producción de 28,262 t de haba para grano. Dentro de los principales productores el Estado de México ocupa en quinto lugar con una producción de 509 t y un rendimiento promedio es de 1.98 y 6.54 t ha⁻¹ para grano seco y vaina verde, respectivamente (SIAP, 2023), el cual se considera bajo, siendo una de las limitantes la escasa información en las prácticas agronómicas más apropiadas para cada zona de producción, dentro de estas, el manejo óptimo de la fertilización permitirá una mayor eficiencia de los recursos básicos para el crecimiento y rendimiento de la planta (Escalante et al., 2015; Morales-Morales et al., 2019). Se ha demostrado que un suministro apropiado de nitrógeno incrementa distintos componentes del rendimiento de haba, y por lo tanto la producción de semilla es más alta (Pichardo et al., 2007; Escalante y Rodríguez, 2015). En San Pablo Ixayoc el área total con usos agropecuarios y forestales es de 1,634 ha, donde cerca del 30% se dedica a actividades agrícolas,

principalmente con cultivos básicos; de los cuales destaca el haba, destinada principalmente al autoconsumo como grano (Flores-Sánchez, 2012). Por otra parte, el manejo de la fertilización en la producción de haba cuyo consumo en verde y grano es importante por sus propiedades nutricionales y medicinales (es una fuente natural de L-Dopa sustancia para el manejo del mal del Parkinson) no es frecuente. Por lo que, el objetivo del estudio fue determinar el efecto de la fertilización nitrogenada en la rentabilidad, rendimiento y sus componentes en el cultivo de haba, así como el impacto del estudio sobre los productores de la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localidad de estudio

El estudio se realizó con agricultores cooperantes durante la estación de lluvias en San Pablo Ixayoc, Texcoco, Estado de México (19° 33' N, 98°47' O, a 2600 m de altitud), de clima templado, con lluvias en verano, temperatura media anual de 14.7 °C y 609 mm de precipitación (Cw, García, 2005). La siembra del cultivo de haba (*Vicia faba* L.) cultivar Cochinera fue el 6 de junio del 2019, a la densidad de siembra fue de 4.2 plantas m⁻² (80 x 30 cm). El suelo presentó un contenido de nitrógeno total de 0.12%.

Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos consistieron en la fertilización con 0, 66, 132 y 200 kg ha⁻¹ de nitrógeno (N), aplicando la mitad del N al momento de la siembra y el restante 40 días después. La fuente de nitrógeno utilizada fue urea (46%). La unidad experimental estuvo conformada de cinco surcos por 5 m de longitud (20 m²). El tamaño de la parcela experimental fue de 320 m². El diseño experimental fue bloques completos al azar con 4 repeticiones.

Variables en estudio

La temperatura media máxima, mínima (°C); y la precipitación (Pp, mm) acumulada se registró durante el desarrollo del cultivo. A partir de la siembra a madurez fisiológica se calculó la acumulación de unidades calor (UC, °C) mediante el método residual, utilizando la siguiente ecuación (Snyder, 1985): $UC = [(T_{m\acute{a}x} + T_{m\acute{i}n}) / 2] - TB$, donde: $T_{m\acute{a}x}$ = temperatura máxima diaria (°C), $T_{m\acute{i}n}$ = temperatura mínima diaria (°C), TB = temperatura base o umbral de 0 °C para el

haba (Qi et al.,1999). Las etapas fenológicas del cultivo de haba también fueron registradas; emergencia (E), floración (R4) y madurez fisiológica (MF). A la cosecha final se evaluó el rendimiento de grano seco (RG, g m⁻²), número de vainas (NV, m²), y el número de granos (NG, m²), número de granos por vaina (GV) y peso de 50 granos (PCG).

Para evaluar el impacto del estudio sobre los productores, se midió mediante la aplicación de estas prácticas de manejo en predios de San Pablo Ixayoc, Texcoco en los dos años subsecuentes al establecimiento del estudio, se hizo un muestreo de 40 parcelas por año, en donde se entrevistó a productores propietarios de superficies entre 0.25 y 0.5 ha y así saber si están implementando prácticas de fertilización derivado de la presente investigación.

Análisis estadístico

A las variables en estudios se les aplicó un análisis de varianza (ANDEVA) mediante el paquete SAS (2002) y a las que resultaron con diferencias significativas la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$).

Análisis económico

El análisis económico se realizó para determinar la rentabilidad de cada tratamiento, tomando en cuenta el costo total (CT) y el ingreso total (IT), que servirán de base para determinar el ingreso neto (IN) y la ganancia por peso invertido (GPI); con las siguientes ecuaciones (Aguilar *et al.*, 2023):

Costo Total (CT). Es la suma de los costos fijos (CF) y variables (CV).

$$CT = (CF + CV)$$

Ingresos totales (IT) se deriva de la venta total del producto y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$IT = Py Y$$

Dónde: Py= Precio del producto; Y= Producción ha⁻¹.

Ingreso neto (IN) es el monto en efectivo (ganancias) obtenido; se determinó de la diferencia entre el Costo total (CT) y el ingreso total (IT).

$$IN = (IT - CT)$$



Ganancia por peso invertido (GPI) permite determinar la rentabilidad de los tratamientos evaluados. Se obtuvo dividiendo el Ingreso neto (IN) entre el Costo total (CT).

$$GPI = (IN / CT)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fenología y elementos del clima

La ocurrencia de las etapas fenológicas fue similar entre tratamientos de nitrógeno. Así, la emergencia ocurrió a los 8 días de la siembra, el inicio de floración (R4) a los 71 días y la madurez fisiológica a los 140 días. La temperatura media máxima y mínima durante el desarrollo del cultivo fue de 26 y 9 °C; la precipitación total fue de 268 mm y las UC fueron de 2644 °C días.

Rendimiento y componentes

El ANDEVA mostró cambios significativos en el RG y sus componentes por efecto del N. El RG más alto se encontró con 200 kg ha⁻¹ de N y fue resultado de un mayor NG, NV y GV (Cuadro 1). Tendencias semejantes han sido reportadas también en haba cv Cochinera por Pichardo et al. (2007) y Escalante y Rodríguez (2011). Estos resultados indican que, en haba el nitrógeno incrementa el RG, mediante aumentos en sus componentes, particularmente NV y NG, los cuáles presentan una relación alta con el RG.

Cuadro 1. Rendimiento y componentes en haba con suministro de nitrógeno. Verano 2019.

Table 1. Yield and components in broad beans with nitrogen supply. Sumer 2019.

Nitrógeno (kg ha ⁻¹)	GV	NV (m ²)	NG (m ²)	PCG (g)	RG (g m ⁻²)
0	1.8 b ^z	143 b	257 b	28 b	72 b
66	2.1 ab	205 ab	430 a	30 b	129 a
132	2.0 ab	229 a	458 a	38 a	174 a
200	2.3 a	233 a	535 a	37 a	198 a
Promedio	2.1	201	418	32	262
DSH _{0.05}	0.5	60	110	5	55

^zValores con letra similar dentro de cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo con Tukey ($\alpha=0.05$). GV = granos por vaina; NV = número de vainas; NG = número de granos; PCG = peso de 50 granos; RG = rendimiento en grano.

En cuanto al rendimiento (Figura 1), la aplicación de 200 kg ha⁻¹ de N generó los valores más altos. El rendimiento se incrementó en función del aumento de la dosis de nitrógeno. Dichos incrementos en los niveles de nitrógeno se ajustaron a un modelo cuadrático, en donde se percibe que la tasa de incremento en RG fue de 10.2 kg ha⁻¹ por kg de N aplicado.

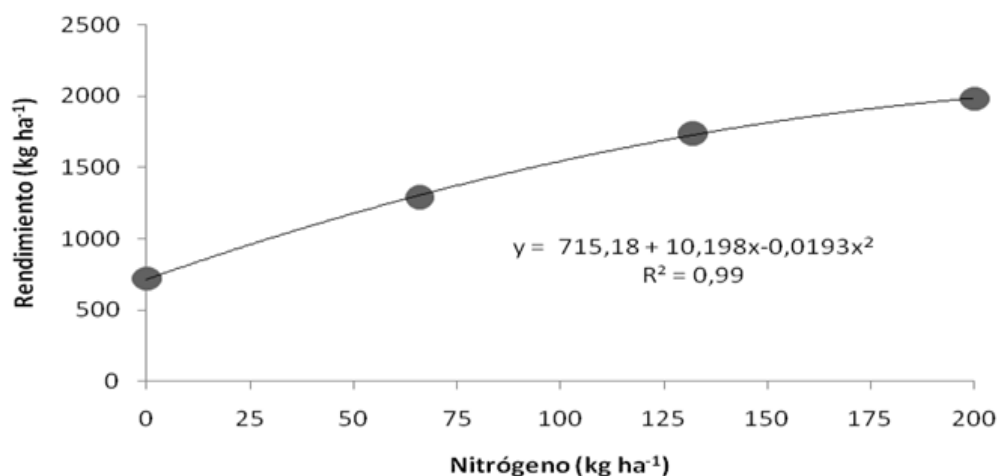


Figura 1. Rendimiento de haba (*Vicia faba* L.) cv. Cochinera en función de la fertilización con nitrógeno. Verano 2019

Figure 1. Yield of broad bean (*Vicia faba* L.) cv. Cochinera as a function of nitrogen fertilization. Summer 2019.

Rentabilidad

En el Cuadro 2 se observa que la mayor rentabilidad del cultivo fue con la aplicación de 200 kg ha⁻¹ de N. En donde se obtuvo el mayor ingreso neto y GPI. Es decir que por cada peso invertido se obtuvo \$ 5.20 de retorno. No obstante, puede considerarse el tratamiento con 132 kg ha⁻¹ de N, que por cada peso se gana \$ 4.70, con este tratamiento se pueden reducir los costos de producción y el cultivo sigue siendo rentable.

Cuadro 2. Rentabilidad en el cultivo de haba con suministros de nitrógeno. Verano 2019.

Table 2. Profitability in broad bean cultivation with nitrogen supplies. Summer 2019.

Nitrógeno (kg ha ⁻¹)	Costo total (\$)	Ingreso total (\$)	Ingreso neto (\$)	GPI (\$)
0	22,840.00	63,360.00	40,520.00	1.80
66	25,549.78	113,520.00	87,970.22	3.40
132	26,763.79	153,120.00	126,356.21	4.70
200	28,015.87	174,240.00	146,224.13	5.20

GPI = Ganancia por peso invertido. Precio kg de haba \$ 88.00.

Impacto del estudio

De las 80 parcelas observadas, se encontró que el 50% de los productores cercanos a donde se realizaron los estudios, implementaron el fertilizante nitrogenado en haba, la adquisición de insumos de alto costo como los fertilizantes han dificultado que esta práctica sea común.

CONCLUSIÓN

La fertilización nitrogenada en el cultivo de haba incrementa el número de granos y el rendimiento de grano. El mayor peso de 50 granos y número de vainas se logró con la aplicación de 132 y 200 kg ha⁻¹ de N, siendo significativos a la nula fertilización. En el número de granos por vaina, con la aplicación de 200 kg ha⁻¹ de N se obtuvieron los valores más altos, siendo significativo al testigo sin aplicación. Con la fertilización se logra mayor ganancia por peso invertido, no obstante, esta es sujeta a la disponibilidad de recursos económicos para la compra del fertilizante. La práctica de fertilización nitrogenada fue adoptada por el 50% de los productores entrevistados.

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Carpio, C., Escalante-Estrada, J. A. S. & Pérez-Ramírez, A. (2023). Efecto de la nutrición química y biológica sobre el rendimiento y rentabilidad en maíz ancho. *Ciencia Agronómica Aplicada y Biotecnología*, 3, 25–30.
- Escalante E. J. A. S. & Rodríguez. M. T. (2011). Biomasa y rendimiento en haba en función de la densidad de población, nitrógeno y fósforo. *Ciencias Agrícolas Informa*, 20(1), 16 – 25.

- Escalante, E. J. A. S., Rodríguez, G. M. T. & Escalante, E. Y. I. (2015). Nitrógeno, distancia entre surcos, rendimiento y productividad del agua en dos cultivares de frijol. *Bioagro*, 27(2), 75-82.
- FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database). (2010). Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>. (Consulta: Septiembre, 2012).
- Flores-Sánchez, D., Navarro-Garza, H., Carballo-Carballo, A. & Pérez-Olvera, M. A. (2012). Sistemas de cultivo y biodiversidad periurbana. Estudio de caso en la cuenca del río Texcoco. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 9(2), 209-223.
- García, E. L. (2005). Modificación al sistema de clasificación climática de Koppen. Cuarta edición. UNAM. D.F, México. 217 p.
- Morales-Morales, E. J., Rubí-Arriaga, M., López-Sandoval, J. A., Martínez-Campos, A. R. & Morales-Rosales, E. J. (2019). Urea (NBPT) una alternativa en la fertilización nitrogenada de cultivos anuales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(8), 1875-1886.
- Pichardo, R. J. C., Escalante J. A, Rodríguez M. T. & Sánchez, P. (2007). Aplicación dividida y eficiencia agronómica del nitrógeno, uso de agua y radiación, y rendimiento de haba. *Terra Latinoamericana*, 25(2), 145–154.
- Qi, A., Wheeler, J., Keatinge, D. H., Ellis, E. R., Summerfield, H. J. & Craufurd P. Q. (1991). Modelling the effects of temperature on the rates of seedling emergence and leaf appearance in legume cover crops. *Exp. Agric*, 35, 327-344.
- SAS, 2002. Statistical Analysis System Institute. SAS Proceeding Guide, Versión 9.0. SAS Institute.Cary, NC. USA.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2023. Producción agrícola. México. Consultado en https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/ Fecha de consulta 10 Diciembre 2024.
- Snyder, R. L. 1985. Hand calculating degree days. *Agriculture Forest Meteorology*, 35, 353-358.

