

RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) EN RESPUESTA DE LA APLICACIÓN DE NIVELES DE NITRÓGENO

YIELD OF BEAN CULTIVATION (*Phaseolus vulgaris* L.) IN RESPONSE TO THE APPLICATION OF NITROGEN LEVELS

 **Christian Alejandro Durán Mera, Mgtr.**

Universidad de Guayaquil
christian.duranm@ug.edu.ec
Guayaquil, Ecuador

 **Melissa Ariana Aurea Jurado, Ing.**

Investigadora Independiente
melissa.aureaj@ug.edu.ec
Salitre, Ecuador

 **Milton Senen Barcos Arias, Ph. D.**

Universidad de Guayaquil
milton.barcosa@ug.edu.ec
Guayaquil, Ecuador

 **Luis Damiani Sánchez Campoverde, Mgtr.**

Universidad de Guayaquil
luis.sanchezcam@ug.edu.ec
Guayaquil, Ecuador

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Recibido: 25/02/2025
Aceptado: 18/04/2025
Publicado: 30/06/2025

RESUMEN

El fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo importante, debido a su valor nutricional ya que representa la principal fuente de proteínas (20-30%), el rendimiento de este cultivo está relacionado con el requerimiento nutricional más una fertilización adecuada especialmente con el elemento nitrógeno (N) ya que una aplicación inadecuada puede afectar la morfología del cultivo y rendimiento de grano. El objetivo de esta investigación fue determinar el nivel óptimo de nitrógeno para la mejora de las características agronómicas y rendimiento del cultivo de fréjol, variedad "pata de paloma". Esta investigación fue realizada durante los meses de octubre 2024 a enero 2025 en el recinto Bocana de Abajo perteneciente al cantón Salitre, provincia del Guayas-Ecuador. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos (T1: Testigo; T2: N Bajo (60 kg ha⁻¹); T3: N Medio (100 kg ha⁻¹); T4: N Alto (140 kg ha⁻¹)) y cuatro repeticiones. Se evaluaron variables de respuesta agronómica, rendimiento y los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza para determinar las diferencias estadísticas entre las medias de cada tratamiento utilizando la prueba de Tukey al $P \leq 0,05$ de probabilidad. Los resultados obtenidos indicaron que el mejor tratamiento fue con N Bajo (60 kg ha⁻¹) siendo el

nivel óptimo para la mejora de las características agronómicas y de rendimiento ya que se obtuvo un promedio de 2907,98 kg ha⁻¹.

Palabras Clave: nutrición de cultivo, fertilización, producción de grano

ABSTRACT

Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) are an important crop due to their nutritional value, as they represent the main source of protein (20-30%). The yield of this crop is related to its nutritional requirements, plus adequate fertilization, especially with the element nitrogen (N), since an inadequate application can affect crop morphology and grain yield. The objective of this research was to determine the optimal level of nitrogen to improve the agronomic characteristics and yield of the bean crop, variety "pata de paloma". This research was carried out from October 2024 to January 2025 at the Bocana de Abajo site, located in the Salitre canton, Guayas province, Ecuador. A completely randomized block design was used, with four treatments (T1: Control; T2: Low N (60 kg ha⁻¹); T3: Medium N (100 kg ha⁻¹); T4: High N (140 kg ha⁻¹)) and four replications. Agronomic response and yield variables were evaluated, and the results were subjected to analysis of variance to determine statistical differences between the means of each treatment using the Tukey test at a probability of $P \leq 0.05$. The results indicated that the best treatment was Low N (60 kg ha⁻¹), which was the optimal level for improving agronomic and yield characteristics, with an average of 2907.98 kg ha⁻¹.

Keywords: crop nutrition, fertilization, grain production

INTRODUCCIÓN

El fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una leguminosa, perteneciente a la familia Fabaceae, siendo una fuente importante de proteínas (20 - 30%), minerales como: calcio, hierro, fósforo, magnesio, zinc, vitaminas: tiamina, niacina y ácido fólico. La producción de esta leguminosa genera ingresos económicos a pequeños, medianos y grandes productores además de ser un rubro básico de la canasta familiar que contribuye a la seguridad alimentaria de un país (Calero et al., 2018).

Según FAOSTAT (2023) indica que la superficie cosechada de fréjol seco a nivel mundial fue de 37,750,753 ha⁻¹ con una producción de 28,505,529.48 t ha⁻¹, siendo los tres mejores países en producción: India: 6,491,362.24 t ha⁻¹; Brasil: 2,899,043 t ha⁻¹ y Myanmar: 2,683,918.83 t ha⁻¹.

En el Ecuador la superficie total sembrada de fréjol seco sobrepasa las 19,000 ha⁻¹. Mientras que, la producción nacional llegó a las 12,972 t ha⁻¹, generando empleo para más de 59 mil

personas, de quienes, el 59% corresponde a mano de obra familiar. La producción del cultivo de fréjol seco se concentra principalmente en las provincias de la región Sierra, siendo las de mayor importancia Bolívar, Imbabura y Carchi (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2024). Por otro lado, Godoy et al. (2011) manifiesta que existen zonas aptas para el normal desarrollo y producción del cultivo del fréjol como: Milagro, Naranjito y Pedro Carbo en la provincia del Guayas; Babahoyo, Vinces y Quevedo en la provincia de Los Ríos, la mayoría de la superficie sembrada en estas zonas son de pequeños agricultores ya que se debe a la falta de variedades mejoradas y a la deficiente tecnología para el manejo del cultivo.

La producción de fréjol es afectada por muchos factores agronómicos como son: la fertilidad del suelo, suelos con inadecuadas condiciones físicas, químicas y biológicas, presencia de plagas y enfermedades, conservación de la semilla y condiciones climáticas adversa (Calero et al., 2017). A pesar de que el fréjol es una leguminosa, el aporte de nitrógeno proveniente del proceso de fijación biológica de N no es suficiente para satisfacer la demanda de N en las plantas de alto rendimiento (dos Santos Sousa et al., 2022), ante lo mencionado es importante mejorar los planes de fertilización del cultivo ya que con el suministro adecuado y equilibrado de nutrientes puede contribuir a un aumento significativo en la productividad del cultivo (Andrade et al., 2004).

Las aplicaciones excesivas de N y sus efectos negativos en el medio ambiente se han convertido en una preocupación a nivel mundial, por lo que investigadores de todo el mundo, tienen como objetivo desarrollar estrategias como el uso eficiente del N para mejorar los rendimientos sin el aporte excesivo de fertilizantes nitrogenados. El N orgánico e inorgánico absorbidos por las raíces, pueden ser transportados entre los diferentes tejidos de la planta para mantener su crecimiento y rendimiento óptimo (Dong y Lin, 2020).

El nitrógeno es uno de los principales elementos necesarios para el crecimiento de las plantas y suministrar la cantidad correcta puede ayudar a mejorar la calidad del cultivo (Zhu et al., 2017). Un aporte excesivo de nitrógeno puede provocar un desarrollo vegetativo anormal, reducción de la floración y un retraso en la maduración; trayendo como consecuencia un alargamiento del ciclo vegetativo del cultivo (de la Cruz-Cabrera et al., 2021). Diversos estudios en el cultivo de fréjol muestran que hay un incremento en el número de granos y vainas con la aplicación de nitrógeno al suelo además de un mayor contenido proteína en el grano (Delgado et al., 2015; Escalante-Estrada et al., 2021). Así mismo, Escalante-Estrada et al., (2015) mencionan que con la aplicación de N se puede lograr un desarrollo rápido del área foliar, incremento de la cobertura

del suelo e intercepción de la radiación, en consecuencia, incrementa la producción de biomasa total (BT), acumulación de materia seca (MS) y mayor rendimiento del grano.

Ante lo expuesto se considera que el elemento nitrógeno es esencial para el cultivo de fréjol ya que ayuda al crecimiento y rendimiento de grano, por lo tanto, el objetivo de la investigación fue determinar el nivel óptimo de nitrógeno para la mejora de las características agronómicas y rendimiento del cultivo de fréjol.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó durante los meses de octubre 2024 a enero del 2025 en el recinto Bocana de Abajo perteneciente al cantón Salitre, provincia del Guayas-Ecuador, cuyas coordenadas son latitud 1°51'10"S y longitud 79°48'15"W, posee una temperatura que oscilan entre los 20 °C y 33 °C durante todo el año, tiene una humedad relativa de 53% y la clase textural de suelo correspondió a un franco-limoso y su nivel de fertilidad se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1

Análisis de suelo de área experimental

Datos del lote		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
	Rcto.	ug/ml										
Sitio	Bocana	19	39	105	2463	313	66	2,1	15,2	329	80,0	0,90
	de Abajo	B	A	M	A	A	A	M	A	A	A	M

M.O	pH	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ bases	Textura (%)			Clase textural
%	Ac	meq/100ml			meq/100ml	arena	limo	arcilla	
3,20	5,5	4,78	9,57	55,31	15,16	20	56	24	franco-limoso
M		M	M	A					

Nota. Ac = ácido; A = Alto, M = medio, B = bajo. Fuente elaboración propia.

Se utilizó la semilla de fréjol variedad "Pata de paloma" cuyas características agronómicas son: altura de planta (cm) 30 - 70, longitud de vaina (cm) 10 - 11, días a la floración 33 - 35, días a la maduración 69 - 71, vainas por planta 16 - 18, masa de 100 semillas (g) 20 - 21, color de grano rojo, ciclo vegetativo (días) 80 - 82, tolerante a mancha angular; resistente a roya, antracnosis, virus BCMV, rendimiento: 2600 kg ha⁻¹ - 2800 kg ha⁻¹.

El trabajo constó de cuatro tratamientos con cuatro repeticiones, dando un total de 16 unidades experimentales que se distribuyeron en un diseño de bloques completamente al azar (DBCA). Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza y para determinar las diferencias estadísticas entre las medias de cada tratamiento, se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad y se utilizó el software estadístico infoStat 2020.

Tabla 2

Tratamientos evaluados en la investigación con la aplicación de nitrógeno.

Variedad	Tratamientos	Dosis
Pata de paloma	1: Testigo	0
	2: Nitrógeno (Bajo)	60 kg ha ⁻¹
	3: Nitrógeno (Medio)	100 kg ha ⁻¹
	4: Nitrógeno (Alto)	140 kg ha ⁻¹

Nota. Elaboración propia.

Manejo del Experimento

La preparación del terreno se realizó con un pase de arado para remover el terreno. Luego se colocó el estaquillado del área para la identificación de las unidades experimentales con cada uno de sus tratamientos y repeticiones.

Antes de establecer la siembra se trató a la semilla con Thiamethoxam y YaraVita SEEDLIFT compuesto por bioestimulantes de *Ascophyllum nodosum* y nutrientes (N, P₂O₅, Ca, Zn,) ambos en una dosis de 8 cc por 1 kg de semilla, posteriormente se ejecutó la siembra de forma manual con una distancia de 0,60 m entre hilera y 0,25 m entre planta dando un total de 66.666 plantas por hectárea.

El control de malezas fue de forma manual con el uso de un machete, para el control de insectos plagas se aplicó abamectina (0,10 L ha⁻¹) a los 25 días después de la siembra.

La nutrición del cultivo de fréjol se la estableció según las necesidades de elementos en kg ha⁻¹ (Ayala et al., 2021), con un rendimiento meta de 3 t ha⁻¹, tal como se muestra en la siguiente Tabla 3.

Tabla 3

Necesidad de los nutrientes extraídos en kg ha⁻¹ para el rendimiento de 3 t ha⁻¹ del cultivo de fréjol

Nutrientes	Necesidades Kg ha⁻¹
Nitrógeno (N)	140
Fósforo (P ₂ O ₅)	40
Potasio (K ₂ O)	120
Calcio (Ca)	90
Magnesio (Mg)	21

Nota. Elaboración propia

La fertilización se llevó a cabo de acuerdo con el reporte del análisis de suelo, como especifica en la Tabla 1. Así mismo, siguiendo los requerimientos nutricionales reflejados en la Tabla 3. El manejo de la fertilización se implementó debido a la deficiencia de macroelementos (N nivel bajo y K en nivel medio). Como fuentes de fertilizantes se utilizó: Urea y Muriato de potasio y se aplicó de forma manual a continuación se indica como se manejó en la investigación Tabla 4:

Tabla 4

Manejo de la aplicación de fertilizantes y niveles de nitrógeno durante la investigación

Tratamientos	Descripción de la aplicación		Aplicación total de fuentes de fertilizantes kg ha⁻¹ (100%)
	1ra aplicación 15 días después de la siembra (50%)	2da aplicación 25 días después de la siembra (50%)	
T1: Testigo	Sin aplicación de ningún tipo de fertilizante		0
T2: N Bajo (60 kg ha ⁻¹)	44,5 kg ha ⁻¹ de Urea (46% N) + 12,5 kg ha ⁻¹ de Muriato de potasio (60% de K ₂ O)	44,5 kg ha ⁻¹ de Urea (46% N) + 12,5 kg ha ⁻¹ de Muriato de potasio (60% de K ₂ O)	Urea: 89 kg ha ⁻¹ + Muriato de potasio: 25 kg ha ⁻¹
T3: N Medio (100 kg ha ⁻¹)	88 kg ha ⁻¹ de Urea (46% N) + 12,5 kg ha ⁻¹ de Muriato de potasio (60% de K ₂ O)	88 kg ha ⁻¹ de Urea (46% N) + 12,5 kg ha ⁻¹ de Muriato de potasio (60% de K ₂ O)	Urea: 176 kg ha ⁻¹ + Muriato de potasio: 25 kg ha ⁻¹
T4: N Alto (140 kg ha ⁻¹)	131,5 kg ha ⁻¹ de Urea (46% N) + 12,5 kg ha ⁻¹ de Muriato de potasio (60% de K ₂ O)	131,5 kg ha ⁻¹ de Urea (46% N) + 12,5 kg ha ⁻¹ de Muriato de potasio (60% de K ₂ O)	Urea: 263 kg ha ⁻¹ + Muriato de potasio: 25 kg ha ⁻¹

Nota. Elaboración propia

La cosecha se realizó de forma manual a los 80 días después de la siembra, tomando en consideración cambios fisiológicos como coloración de hojas, color de las vainas, caída de hojas y estado seco de las plantas.

Variables Evaluadas

Altura de Planta (cm)

Esta variable se determinó a la cosecha en 10 plantas al azar dentro de cada parcela experimental y con la ayuda de una cinta métrica, midiendo desde el suelo hasta la yema apical.

Altura de Carga (cm)

Se la evaluó desde el cuello de la planta hasta el punto de la inserción de la primera vaina.

Días a la Floración

Se registró desde la fecha de siembra hasta que las plantas presentaron mínimo el 50% de flores abiertas.

Días a la Maduración

Se la determinó una vez que las plantas mostraron un 90% cambios de madurez fisiológica es decir cuando las vainas presentaron un color marrón gris y las plantas un color amarillento.

Número de Ramas por Planta

Se contabilizó en 10 plantas al azar de cada parcela experimental y luego se obtuvo un promedio total de ramas por plantas.

Número de Vaina por Planta

Se tomaron en 10 plantas al azar en cada parcela experimental, donde se llevó a cabo un conteo para calcular el promedio total de vainas por plantas.

Número de Semilla por Vaina

Para esta variable se contabilizó el número total de semillas por vaina en 10 plantas al azar en cada parcela experimental.

Número de Granos por Planta

Se evaluó en 10 plantas al azar y luego se contabilizó el número de granos total por planta.

Masa de 100 Granos (g)

Por cada unidad experimental se escogieron al azar, 100 semillas, las mismas que se pesaron en una balanza digital, para luego promediar por cada tratamiento.

Rendimiento kg ha⁻¹

El rendimiento del cultivo fue determinado al momento de la cosecha, para ello se determinó la masa de los granos de cada área útil (8 m²) del centro de las unidades experimentales, tomando en cuenta la humedad que contenía el grano al momento de la cosecha. Para ello se transformó la masa del fréjol en kg ha⁻¹ y una humedad ajustada al 13%.

Se trabajó con la fórmula que se detalla a continuación:

$$B_{Aj} \left(\frac{kg}{ha} \right) = \frac{B_{ac} * (100 - H_{ac})}{100 - H_d} * \frac{10000m^2}{Área\ útil}$$

Donde:

B Aj = biomasa ajustada,

Bac = biomasa actual,

Hac = humedad actual,

Hd = humedad deseada.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados del análisis de la varianza para las variables: altura de planta (cm) (0,0839^{NS}) indica que no hubo significancia estadística entre los tratamientos, mientras que para: altura de carga (cm) (0,0166*), días a la floración (0,0001**) y días a la maduración (0,0052*) si presentaron significancia estadística entre los tratamientos como se refleja en la Tabla 5.

En cuanto a los resultados de la prueba de Tukey, para la altura de carga (cm) se puede observar que el tratamiento N Bajo (60 kg ha⁻¹) obtuvo el mayor promedio con 27,13 cm, para la variable días a la floración con el tratamiento N Medio (100 kg ha⁻¹) se obtuvo el mayor promedio con 39,38 días mientras que con el tratamiento N Bajo (60 kg ha⁻¹) se obtuvo el menor días a la floración con un promedio de 34,25. Por otro lado para la variable días a la maduración con el tratamiento N Alto (140 kg ha⁻¹) se obtuvo el mayor promedio con 63,44 días y con el tratamiento N Bajo (60 kg ha⁻¹) se obtuvo el menor de días a la maduración con un promedio de 59,10.

Tabla 5

Promedios de las variables de altura de planta (cm), altura de carga (cm), días a la floración, días a la maduración en respuesta de la aplicación de niveles de nitrógeno en el cultivo de fréjol.

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Altura de carga (cm)	Días a la floración	Días a la maduración
Testigo	47,37 a	24,56 ab	34,81 a	61,50 ab
N Bajo (60 kg ha ⁻¹)	44,69 a	27,13 b	34,25 a	59,10 a
N Medio (100 kg ha ⁻¹)	38,51 a	24,27 a	39,38 b	62,75 b
N Alto (140 kg ha ⁻¹)	41,06 a	23,72 a	39,22 b	63,44 b
C.V (%)	7,07	5,00	3,05	2,11
P-valor	0,0839 ^{NS}	0,0166*	0,0001**	0,0052*

Nota. ^{NS} No significativo al 5% de probabilidad del error; * significativo al 5% de probabilidad del error; ** Altamente significativo al 5% de probabilidad del error; Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, de acuerdo con la prueba de Tukey ($P > 0.05$). Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del análisis de la varianza para las variables: número de ramas por planta (<0,0001**), número de vainas por planta (<0,0001**) y número de semillas por vaina (<0,0001**), presentaron alta significancia estadística entre los tratamientos como se refleja en la Tabla 6.

En cuanto a los resultados de la prueba de Tukey, para número de ramas por planta se puede observar que el tratamiento N Bajo (60 kg ha⁻¹) obtuvo el mayor promedio con 9,29 ramas por planta, al igual se obtuvo el mayor número de vainas con un promedio de 8,05 y para el número de semillas por vaina se obtuvo un promedio de 2,65.

Tabla 6

Promedios de las variables número de ramas por planta, número de vainas por planta, número de semillas por vaina en respuesta de la aplicación de nitrógeno en el cultivo de fréjol.

Tratamientos	Número de ramas por planta	Número de vainas por planta	Número de semillas por vaina
Testigo	8,28 a	6,28 ab	2,11 b
N Bajo (60 kg ha ⁻¹)	9,29 c	8,05 c	2,65 c
N Medio (100 kg ha ⁻¹)	7,83 a	6,78 b	1,98 ab
N Alto (140 kg ha ⁻¹)	8,15 ab	6,00 a	1,76 a
C.V (%)	1,92	3,98	6,39
P-valor	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**

Nota. ^{NS} No significativo al 5% de probabilidad del error; * significativo al 5% de probabilidad del error; ** Altamente significativo al 5% de probabilidad del error; Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, de acuerdo con la prueba de Tukey ($P>0.05$). Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del análisis de la varianza para las variables: número de granos por planta ($<0,0001^{**}$), masa de 100 granos (g) ($0,0020^{*}$) y rendimiento kg ha^{-1} ($0,0001^{**}$), presentaron alta significancia estadística entre los tratamientos como se refleja en la Tabla 7.

En cuanto a los resultados de la prueba de Tukey, se puede observar que el tratamiento N Bajo (60 kg ha^{-1}) para la variable número de granos por planta obtuvo el mayor promedio con 166,15, de la misma manera se obtuvo la mayor masa de 100 granos (g) con un promedio de 21,94 al igual con el rendimiento kg ha^{-1} se obtuvo un promedio de 2907,98 kg ha^{-1} .

Tabla 7

Promedios de las variables número de granos por planta, masa de 100 granos (g) Rendimiento kg ha^{-1} en respuesta de la aplicación de nitrógeno en el cultivo de fréjol.

Tratamientos	Número de granos por planta	Masa de 100 granos (g)	Rendimiento kg ha^{-1}
Testigo	131,75 ab	20,16 a	1898,40 a
N Bajo (60 kg ha^{-1})	166,15 c	21,94 b	2907,98 b
N Medio (100 kg ha^{-1})	136,08 b	20,90 ab	2218,20 a
N Alto (140 kg ha^{-1})	126,25 a	20,28 a	2004,58 a
C.V (%)	2,94	2,31	7,33
P-valor	$<0,0001^{**}$	$0,0020^{*}$	$0,0001^{**}$

Nota. ^{NS} No significativo al 5% de probabilidad del error; * significativo al 5% de probabilidad del error; ** Altamente significativo al 5% de probabilidad del error; Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, de acuerdo con la prueba de Tukey ($P>0.05$). Fuente: Elaboración propia.

DISCUSIÓN

La aplicación de los niveles de nitrógeno no influyó de manera significativa en la variable altura de planta (cm) por lo tanto se obtuvo un promedio general de 42,90 cm lo que significa que la variedad de fréjol “Pata de paloma” expresó su rol genético en cuanto a esta característica morfológica, esto concuerda con Godoy et al. (2011) quienes mencionan que la variedad de fréjol “Pata de paloma” representa un promedio entre 30 a 60 cm de altura de planta.

En la altura de carga con la aplicación de N Bajo (60 kg ha^{-1}) se obtuvo 27,13 cm, promedio superior al reportado por Cepeda (2012) quién realizó una evaluación de adaptación y densidad de siembra del fréjol variedad “Jade” en la zona de Babahoyo-Ecuador y con una aplicación 72 kg ha^{-1} de N obtuvo 19,00 cm, lo que conlleva que el elemento nitrógeno interfiera en el desarrollo de la planta. Por otro lado, con el mismo nivel de nitrógeno se obtuvo 34,25 días a la floración, valor aproximado a lo reportado por Lamz et al. (2017) quienes realizaron una evaluación preliminar de líneas de fréjol y con la línea “RBF 14-54” obtuvieron un promedio de 35,33 días a la floración, lo que se considera tomar en cuenta la floración del cultivo para realizar aplicaciones de algunos fertilizantes en este caso con el manejo que se realizó en esta investigación el cultivo de fréjol demostró un buen comportamiento morfológico al igual con días a la maduración se obtuvo un promedio de 59,10 días.

Para el número de ramas por planta con el tratamiento N Bajo (60 kg ha^{-1}) se logró obtener 9,29 ramas por planta este valor es mayor a lo reportado por Yánac (2018) quien realizó una investigación sobre el análisis del crecimiento y rendimiento de tres variedades de fréjol con diferentes dosis nitrogenadas y con la variedad “Canario 2000” con una dosis de N: 100 kg ha^{-1} obtuvo un promedio de 6,50 ramas por planta. Con el mismo nivel de nitrógeno se obtuvo el mayor número de vainas por planta con un promedio de 8,05 este valor es menor a lo reportado por de la Cruz-Cabrera et al. (2021) quienes utilizaron una dosis de NPK (30-60-30) en el fondo del surco al momento de la siembra con fréjol variedad “Velazco Largo” a razón de 300 kg ha^{-1} y obtuvieron un promedio de 11,00 vainas por planta y para el número de semillas por vaina se obtuvo el mayor promedio con 2,65 semillas por vaina con el tratamiento N Bajo (60 kg ha^{-1}) este valor se aproxima a lo reportado por Sucunuta (2023) quien realizó una evaluación de diferentes dosis de fertilización nitrogenada en el cultivo de fréjol “Cuarentón” y con una dosis de 100 kg ha^{-1} de urea aplicado a los 15 y 30 DDS obtuvo un promedio de 3,00 semillas por vaina, lo que se podría decir que el elemento nitrógeno cuando se lo aplica de forma requerida de acuerdo con el material vegetal responde de manera positiva en variables de componentes de rendimiento grano.

Con la aplicación N Bajo (60 kg ha^{-1}) se logró conseguir los mayores promedios dentro de los componentes de rendimiento como: en la variable número de granos por planta se obtuvo un promedio de 166,15 granos por planta este valor supera a la investigación realizada por Estrada et al. (2017) quienes evaluaron el efecto Azofert® 200 mL por cada 50 kg de semilla en el momento de la siembra variedad “CC-25-9R” y obtuvieron un promedio de 93,72 semillas por planta. Para la variable masa de 100 granos (g) se obtuvo un promedio de 21,94 g este valor se

aproxima a lo reportado por Tasinchano (2020) quien realizó una evaluación de la variedad de fréjol “Pata de paloma” y con la aplicación de YaraVera Amidas (200 kg ha⁻¹) + MP (200 kg ha⁻¹) + DAP (160 kg ha⁻¹) + Biotek (1 L ha⁻¹) obtuvo un promedio de 22,25 g, pero es menor a lo reportado por Lapa-Unocc et al. (2024) quienes aplicaron 5 g de nitrógeno por planta con la variedad de fréjol “Canario” en la zona de Lima, Perú y obtuvieron un promedio de 29,83 g y para la variable de rendimiento se obtuvo un promedio de 2907,98 kg ha⁻¹ valor mayor a lo reportado por Cantaro-Segura et al. (2019) quienes realizaron una investigación sobre la efectividad simbiótica de dos cepas de *Rhizobium sp.* inoculado en cuatro variedades de fréjol y con la variedad “Rojo molinero” con una dosis de 100 kg ha⁻¹ de PK granulado en la hilera después de la siembra, obtuvieron un promedio de 1956,40 kg ha⁻¹, lo que significa que durante esta investigación las cepas de bacterias nitrificantes no tuvieron una mayor eficiencia quizás debido a factores ambientales y prácticas de manejo agronómico y, a lo investigado por Menace-Almea et al. (2024) quienes realizaron una investigación sobre la aplicación de ceniza vegetal en la morfología y rendimiento del cultivo de fréjol variedad “EVG-6” y con una dosis de 1250 kg ha⁻¹ de cenizas de madera obtuvieron un promedio de 1259,79 kg ha⁻¹.

CONCLUSIONES

La aplicación de nitrógeno tuvo un efecto positivo en el crecimiento y desarrollo del cultivo que se logró con un nivel de 60 kg ha⁻¹, siendo este el óptimo de nitrógeno para la variedad de fréjol “Pata de paloma”.

Se consiguió un rendimiento promedio de 2,9 t ha⁻¹ de grano de fréjol ajustado al 13% de humedad, con el tratamiento N Bajo (60 kg ha⁻¹) siendo el mejor nivel de nitrógeno para el cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, C. A., Patroni, S. M. S., Clemente, E., & Scapim, C. A. (2004). Produtividade e qualidade nutricional de cultivares de feijão em diferentes adubações. *Ciência e Agrotecnologia*, 28, 1077-1086.
- Ayala Garay, A. V., Acosta Gallegos., J. A., Reyes Muro., L. (2021). El Cultivo del Frijol Presente y Futuro para México, Libro Técnico No. 1. 232 p.
- Calero Hurtado. A., Quintero Rodríguez. E., Olivera Viciedo, D., Yanery Pérez, D., Castro Lizazo, I., Jiménez, J., & López Dávila., E. (2018). Respuesta de dos cultivares de frijol común a la aplicación foliar de microorganismos eficientes. *Cultivos Tropicales*, 39(3): 5-10.

- Calero Hurtado, A., Quintero Rodríguez, E., Pérez Díaz, Y., (2017). Utilización de diferentes bioproductos en la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agrotecnia de Cuba*, 41(1), 17-24.
- Cantaro-Segura, H., Huaranga-Joaquín, A., & Zúñiga-Dávil, D. (2019). Efectividad simbiótica de dos cepas de *Rhizobium* sp. en cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Perú. *Idesia* (Arica), 37(4), 73-81. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292019000400073>
- Cepeda Vargas, J. J. (2012). Adaptación y densidad de siembra del fréjol vainita *phaseolus vulgari* l. de comportamiento erecto variedad jade en la zona de Babahoyo, (Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo). <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/955/T-UTB-FACIAG-AGR-000161.01.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Delgado-Martínez, R., Escalante-Estrada, J. A. S., Morales-Rosales, E. J., López, S. J. A., & Rocandio, R. M. (2015). Producción y rentabilidad del frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) asociado a maíz en función de la densidad y el nitrógeno en clima templado. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 47(2), pp. 15-25.
- Dong, N. Q., & Lin, H. (2020). Higher yield with less nitrogen fertilizer. *Nat. Plants*, 6:1078-1079. <https://doi.org/10.1038/s41477-020-00763-3>.
- de la Cruz-Cabrera, N., Montoya-Ramos, A., Lores-Pérez, I., Arreola-Enríquez, J., & Vera-López, J. (2021). Respuesta productiva de la variedad de frijol Velazco Largo a diferentes estimulantes. *Ciencia y Tecnología*, 25(4), 103-111.
- dos Santos Sousa, W., Soratto, R. P., Peixoto, D. S., Campos, T. S., Da Silva, M. B., Souza, A. G. V., & Gitari, H. I. (2022). Effects of *Rhizobium* inoculum compared with mineral nitrogen fertilizer on nodulation and seed yield of common bean. A meta-analysis. *Agronomy for Sustainable Development*, 42(3), 52.
- Estrada Prado, W., Chávez Suárez, L., Jerez Mompie, E., Nápoles García, M. C., Sosa Rodríguez, A., Cordoví Dominguez, C., & Celeiro Rodríguez, F. (2017). Efecto del Azofert® en el rendimiento de variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de déficit hídrico. *Centro Agrícola*, 44(3), 36-42.
- Escalante-Estrada, J. A., Rodríguez-González, M. T., & Escalante-Estrada, Y. I. (2015). Nitrógeno, distancia entre surcos, rendimiento y productividad del agua en dos cultivares de frijol. *Bioagro*, 27(2), 75-82.

- Escalante-Estrada, J. A. S., Rodríguez-González, M. T., & Escalante-Estrada, Y. I. (2021). Rendimiento de frijol y la aplicación de nitrógeno. *Exploratoris: Revista de la Realidad Global*, 10(1), 106-112.
- FAOSTAT. (2023). Cultivos y productos de ganadería Cantidades de producción de frejol por país. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>
- Godoy Montiel, L., González Osorio, B., Defaz Defaz, E., Díaz Coronel, T. G., & Vásconez Montúfar, G. H. (2011). Evaluación de dos variedades de fréjol durante tres épocas de siembra bajo sistema de cultivo asociado con maíz. *Ciencia y Tecnología*, 4(1), 5-11. <https://doi.org/10.18779/cyt.v4i1.98>
- Lamz Piedra, A., Cárdenas Travieso, R. M., Ortiz Pérez, R., Eladio Alfonso, L., & Sandrino-Himely, A. (2017). Evaluación preliminar de líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) promisorios para siembras tempranas en Melena del Sur. *Cultivos tropicales*, 38(4), 111-118.
- Lapa-Unocc, P. F., Salazar-Paucar, R. E., Saldaña-Barillas, P. I., Laura-Lucas, L. M., Taipei-Cancho, M. H., & Mañuico-Mendoza, R. (2024). Efectividad de diferentes cepas de rizobios sobre el rendimiento del cultivo de frijol canario (*Phaseolus vulgaris* L.) en Perú. *Idesia (Arica)*, 42(3), 55-62.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG]. (2023). Boletín situacional cultivo de frejol. https://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/situacionales/2023/boletin_situacional_frejol_2023.pdf
- Menacé-Almea, M. A., Marín-Cuevas, C. V., Herrera-Feijoo, R. J., Carranza-Patiño, M., & Heredia-Delgado, J. B. (2024). Aplicación de ceniza vegetal en la morfología y rendimiento del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Código Científico Revista De Investigación*, 5(1), 687-709. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/n1/404>
- Sucunuta Palma, M. N. (2023). Evaluación de diferentes dosis de fertilización nitrogenada en el cultivo de frejol cuarentón (*Phaseolus vulgaris* L.), en la zona de la Isla de Bejucal, (Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo). <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13856/PI-UTB-FACIAG-AGRONOMIA-REDISE%c3%91ADA-000013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tasinchano Tite, J. D. (2020). "Evaluación de la variedad de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) pata de paloma a la fertilización edáfica y foliar en el cantón Mocache", (Tesis de Pregrado,

Universidad Técnica Estatal de Quevedo).
<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/5d938a17-231d-4bac-8eb8-00fe3c13bd8a/content>

Yánac Méndez, L. A. (2018). Análisis del crecimiento y rendimiento de tres variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes dosis nitrogenadas, en La Molina, (Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina).
<http://45.231.83.156/bitstream/handle/20.500.12996/3304/yanac-mendez-luis-andre.pdf?sequence=8&isAllowed=y>

Zhu, D., Zhang, H., Guo, B., Xu, K., Dai, Q., Wei, C., & Huo, Z. (2017). Effects of nitrogen level on structure and physicochemical properties of rice starch. *Food Hydrocolloids*, 63, 525-532.