



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGRONOMÍA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo de Integración Curricular, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

“Evaluación de diferentes dosis de fertilización nitrogenada en el cultivo de frejol cuarentón (*Phaseolus vulgaris L.*), en la zona de la Isla de Bejucal”.

AUTORA:

Malena Naovi Sucunuta Palma

TUTOR:

Ing. Agr. Carlos Alejandro Barros Veas, Msc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2023

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	iv
ABSTRACT	v
CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN.	1
1.1. Contextualización de la situación problemática.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos de investigación.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Hipótesis.....	4
CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes.....	6
2.2. Bases teóricas.....	7
2.2.1. Generalidades del cultivo de fréjol	7
2.2.2. Importancia de la fertilización nitrogenada.....	7
CAPÍTULO III.- METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	14
3.2. Operacionalización de variables.....	14
• Vainas por planta	14
• Semillas por vaina.....	14
3.3. Población y muestra de investigación.....	15
3.3.1. Población.....	15
3.3.2. Muestra.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de medición.....	15
3.4.1. Técnicas.....	15
3.4.2. Instrumentos.....	19
3.5. Procesamiento de datos.....	20
3.5.1. Diseño experimental.....	20
3.5.2. Análisis de varianza	20
3.6. Aspectos éticos.....	21
CAPÍTULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1. Resultados.....	22
4.1.1. Altura de planta	22
4.1.2. Vainas por planta	22

4.1.3.	Semillas por vaina	22
4.1.4.	Peso de 100 semillas	26
4.1.5.	Rendimiento por hectárea	26
4.1.6.	Análisis económico	26
4.1.7.	Eficiencia agronómica	27
4.2.	Discusión	32
CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.		33
5.1.	Conclusiones	33
5.2.	Recomendaciones	33
REFERENCIAS		34
ANEXOS		38
	Análisis de varianza	38
	Fotografías	40

RESUMEN

El presente trabajo experimental se desarrolló en los predios del Sr. Cornelio de Jesús Arana Echeverría, ubicado en la parroquia Isla de Bejucal cantón Baba. Como material de siembra se utilizó semillas de Frejol Cuarentón. En el manejo de ensayo se efectuaron las siguientes labores: preparación de suelo, desinfección del terreno, siembra, control de malezas, control fitosanitario, riego, fertilización y cosecha. Las conclusiones determinaron que la variable altura de planta no obtuvo diferencias significativas en sus promedios; el mayor número de vainas por planta y granos por vaina se vieron influenciados positivamente en todos sus tratamientos ante la aplicación de urea en diferentes dosis, a diferencia del testigo absoluto que reportó los menores valores; En lo referente al peso de 100 granos, rendimiento y análisis económico, se mostraron los mejores resultados con el empleo de urea en dosis de 90 kg/ha y la eficiencia agronómica obtuvo promedios iguales con el empleo de urea en dosis de 80 y 90 kg/ha. Las recomendaciones se planteadas son aplicar 90 kg/ha de urea como fuente de fertilización química en el cultivo de frejol cuarentón; replicar la misma investigación bajo otras condiciones agroecológicas y promover ante los agricultores los beneficios del uso del nitrógeno en las leguminosas, para incrementar rendimientos.

Palabras claves: nitrógeno, rendimiento, leguminosas.

ABSTRACT

The present experimental work was developed in the properties of Mr. Cornelio de Jesús Arana Echeverría, located in the parish of Isla de Bejucal canton Baba. As planting material, Cuarentón Bean seeds were used. In the trial management, the following tasks were carried out: soil preparation, soil disinfection, planting, weed control, phytosanitary control, irrigation, fertilization and harvest. The conclusions determined that the plant height variable did not obtain significant differences in their averages; the highest number of pods per plant and grains per pod were positively influenced in all their treatments by the application of urea in different doses, unlike the absolute control that reported the lowest values; Regarding the weight of 100 grains, yield and economic analysis, the best results were shown with the use of urea in doses of 90 kg/ha and the agronomic efficiency obtained equal averages with the use of urea in doses of 80 and 90 kg. /ha. The recommendations raised are to apply 90 kg/ha of urea as a source of chemical fertilization in the forty-year-old bean crop; replicate the same research under other agroecological conditions and promote to farmers the benefits of using nitrogen in legumes to increase yields.

Keywords: nitrogen, yield, legumes.

CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN.

1.1. Contextualización de la situación problemática

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa de grano más importante del mundo ya que representa el 87% de las leguminosas consumidas a nivel mundial. En Latinoamérica, este cultivo es parte principal de la dieta diaria de personas, donde tiene la más alta producción y consumo debido a que reúne buenas cualidades agronómicas (precocidad, buen potencial de rendimiento, buena adaptación para la costa y valles interandinos cálidos, utilidad en programas de rotación, mejorador de suelos por su propiedad de fijar nitrógeno mediante la simbiosis con *Rhizobium*) y nutricionales (22-28% de proteínas, 59-60% de carbohidratos, vitaminas, minerales y fibras solubles) (Cantaro *et al.* 2019).

El frijol es una leguminosa altamente consumida por la población ecuatoriana, entre los 22 productos del agro más comercializado en el país, fundamentalmente por personas con escasos ingresos. Se consume en sopas y combinado con otros alimentos como harinas, arroz y tubérculos, su valor nutritivo es comparado con la carne roja. Existen en el país diversas variedades de esta leguminosa, la misma se caracteriza por tener un alto contenido en proteínas y aminoácidos, de 20 a 46 % en grano seco, además de carbohidratos, minerales y fibras, lo que determina su valor e importancia en la alimentación (Moya *et al.* 2019)

La fertilización de los suelos, es una práctica necesaria para obtener altos rendimientos en las cosechas y con el abonamiento orgánico no siempre se logra obtenerlos, debido fundamentalmente a que los suelos del trópico son ácidos y, por lo general, deficientes en uno o más de los nutrientes esenciales para el crecimiento normal de las plantas (Jácome *et al.* 2013).

La fertilización es una práctica de importancia para la producción de frijol en suelos pobres y erosionados. Una adecuada fertilización proporciona los

nutrientes necesarios para obtener un buen crecimiento, desarrollo y producción del cultivo. En los últimos años y por tradición se ha fertilizado el cultivo para cubrir requerimientos de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K), y en muchos casos solamente para los dos primeros, lo cual es producto de los resultados de experimentación en fincas de agricultores (Guerrero 2017).

Además, el mismo autor menciona que antes de utilizar cualquier fertilizante en el cultivo se recomienda hacer un análisis de suelo, para posteriormente determinar el tipo de fertilizante y la cantidad que necesita para el cultivo, pero si esto no es posible realizarlo, se recomienda, en términos generales, 2 qq de N-P-K/ha, aplicado al momento de la siembra, en siembras en ladera se recomienda hacerlo al momento de la emergencia o nacimiento de la planta (Guerrero 2017).

Por lo antes expuesto se desarrolló la presente investigación, sobre aplicaciones de nitrógeno en el cultivo de fréjol cuarentón.

1.2. Planteamiento del problema

La deficiencia nutricional en los cultivos es un factor importante donde muchos los agricultores no cuenta con el conocimiento técnico que ayude de manera eficiente del sembrío, siendo este solo el conocimiento empírico, lo que pueda afectar a los organismos vivos del suelo y al de la planta al momento de tomar de decisiones al realizar los trabajos culturales para que el cultivo de fréjol pueda desarrollarse de manera óptima y alcanzar una mayor productividad; estas falencias de nutrición conlleva a que el cultivo pueda reflejar un bajo rendimiento, lo que ocasiona pérdidas económicas para el productor.

La falta de N es la carencia nutricional más frecuente y difundida en los cereales de grano pequeño. A causa de una falla en la producción de clorofila, las plantas que sufren esa carencia son pálidas en comparación con las plantas sanas. Los síntomas específicos de la carencia de N aparecen primero (como en el caso de las carencias de P y K) en las hojas más viejas que se vuelven pálidas

mientras las hojas nuevas permanecen relativamente verdes. Las hojas más viejas presentan clorosis (amarillamiento muy marcado), que comienza en el ápice y gradualmente se torna de color verde claro al bajar por la hoja. A medida que la clorosis se propaga a otras hojas, las hojas más viejas se vuelven totalmente cloróticas y su color cambia de amarillo a casi blanco (Solís 2019).

El control nutricional del cultivo se debe de tener en cuenta porque es de importancia la plata ya que esto nos ayudará a que su rendimiento sea bueno, por lo consideración hay que tener en cuenta que esta no compita por nutrientes agua, luz, para su desarrollo vegetativo y se aproveche eficientemente las condiciones agroclimáticas excepcionales que ofrecen la Costa, así como otras zonas de producción.

1.3. Justificación.

Una agricultura se basa en la biodiversidad nutricional de las plantas, estas pueden ser más rentables cuando se evalúan de manera oportuna en la agricultura convencional en su totalidad. Una mayor diversidad biológica le otorga estabilidad al agro ecosistema a través del ciclo de producción y año tras año. Contrariamente a lo que se hacer creer, es que la agricultura es altamente sofisticada que requiere un alto grado de conocimiento especializado (nutricionista). Dentro de esa biodiversidad, la variedad genética ofrece una mayor estabilidad agronómica y económica al productor local.

La aplicación de fertilizantes radiculares dentro de un cierto período de tiempo permitirá que el agricultor aumente su productividad y calidad del grano esto aumentará los costos la producción y reducirá las pérdidas del producto.

En Ecuador, la mayoría de los agricultores comprometidos con el cultivo de frejol son pequeños productores que desconocen la diversidad de fertilizantes que se encuentran disponibles en el mercado para su efectividad. Un buen manejo de estos beneficia al desarrollo y crecimiento de los cultivos porque ahí se reduce la absorción de nutrientes por las raíces.

Los fertilizantes nitrogenados son necesarios, ya que gracias a ellos se mejora la producción de los cultivos. Después del agua y la temperatura se considera como el tercer factor en importancia en la producción de alimentos de origen vegetal (Morales *et al.* 2019).

La finalidad de este proyecto dió a conocer que una fertilización oportuna en el cultivo de fréjol cuarentón, puede incrementar su rendimiento y calidad, por eso se busca como alternativa productos químicos y dosis sean de uso eficiente para el productor.

Este trabajo evaluó la efectividad de los fertilizantes para mejorar la productividad del cultivo de fréjol cuarentón.

1.4. Objetivos de investigación.

1.4.1. Objetivo general.

Evaluar dosis de fertilizantes nitrogenados en el cultivo de frejol cuarentón (*Phaseolus vulgaris L*) en la zona de la Isla de Bejucal.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Determinar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre el desarrollo del cultivo en la zona de la Isla de Bejucal.
- Identificar la dosis más influyente de nitrógeno sobre la producción de frejol cuarentón.
- Analizar económicamente los tratamientos estudiados.

1.5. Hipótesis.

Ho = La aplicación de fertilizantes nitrogenados no generara mayor producción de fréjol cuarentón.

H_a = La aplicación de fertilizantes nitrogenados genera mayor producción de fréjol cuarentón.

1.6. Líneas de investigación.

Dominio: Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología.

Línea: Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable.

Sublínea: Fisiología y nutrición vegetal.

CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes.

El frijol común es la leguminosa de grano más importante del mundo ya que representa el 87% de las leguminosas consumidas a nivel mundial. En Latinoamérica, este cultivo es parte principal de la dieta diaria de personas pobres, donde tiene la más alta producción y consumo debido a que reúne buenas cualidades agronómicas (precocidad, buen potencial de rendimiento, buena adaptación para la costa y valles interandinos, utilidad en programas de rotación, mejorador de suelos por su propiedad de fijar nitrógeno mediante la simbiosis con *Rhizobium* y nutricionales (22-28% de proteínas, 59-60% de carbohidratos, vitaminas, minerales y fibras solubles) (Cantaro *et al.* 2019).

Según los datos de la FAO a nivel mundial se utilizarán 200 millones de toneladas de fertilizantes de síntesis, la mayor parte como fuentes nitrogenadas, lo cual tiene relevancia al aportar aproximadamente 100 millones de toneladas de N por año en los diferentes agroecosistemas, no obstante, la eficiencia de éstas no supera el 33%. Esta baja eficiencia de N es causada por prácticas agronómicas como la fertilización excesiva, compactación del suelo y riego por gravedad, que favorecen las pérdidas de este nutriente por erosión, lixiviación y volatilización (Sosa *et al.* 2019).

La fertilización nitrogenada adquiere un rol importante para incrementar y/o estabilizar el rendimiento y optimizar la calidad del grano. Ajustar la dosis y el momento de aplicación para cubrir los requerimientos de rendimiento y el contenido proteico constituyen factores que pueden resultar antagónicos (Dillchneider *et al.* 2019).

2.2. Bases teóricas.

2.2.1. Generalidades del cultivo de fréjol

El fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la especie leguminosa más cultivada y consumida en Ecuador, que junto con las otras leguminosas están presentes en los principales sistemas de producción (monocultivo, asociado o en rotación de cultivos) en la Sierra y Costa. El fréjol se consume en vainas inmaduras y como grano seco, debido a su alto contenido proteico (22%) se considera un componente básico de la canasta familiar ecuatoriana (Cargua *et al.* 2019).

El cultivo del frijol común está influenciado por un grupo de factores climáticos, edáficos y bióticos entre los cuales pueden producirse complejas interacciones. Los efectos del estrés hídrico son directos sobre la nodulación y la fijación biológica del nitrógeno, pues las condiciones de sequía provocan la muerte de las bacterias y la posibilidad de lograr una nodulación apropiada. Otros aspectos importantes son la aireación del suelo, una adecuada rotación y fertilización del cultivo (Hernández y Salido 2019).

2.2.2. Importancia de la fertilización nitrogenada

El Nitrógeno (N) es el elemento químico que influye directamente en la producción agrícola en forma cuantitativa y cualitativa. Aumenta el área foliar, expansión foliar, grosor de hojas y tasa de fotosíntesis. El suministro de N mejora el proceso fotosintético y en consecuencia, se incrementa la duración del área foliar, tasa de asimilación neta, producción de biomasa y rendimiento. Las deficiencias de este elemento reducen la producción de materia seca porque disminuye la radiación interceptada por el dosel vegetal y la eficiencia de conversión de esta energía en biomasa (Morales *et al.* 2019).

Normalmente, los fertilizantes nitrogenados son aplicados sobre la superficie del suelo. En estas condiciones, las fuentes de N que contienen urea, pueden resultar menos eficientes debido a las pérdidas por volatilización bajo la forma de amoníaco (NH_3) (Bonelli *et al.* 2018).

El impacto negativo del cambio climático sobre la fertilidad del suelo y el exceso de la fertilización mineral de los cultivos han tenido serias afectaciones en la seguridad alimentaria de los países subdesarrollados, las consecuencias de la adición de nutrientes para el rendimiento del cultivo, no se limitan necesariamente a la estimulación del crecimiento y rendimiento posterior, no obstante, el nitrógeno (N) es uno de los 16 elementos esenciales de la planta como macro-nutriente y que el 50% de lo aplicado al suelo se pierde por volatilización o por lixiviación (Aquino y Gómez 2019).

El N es absorbido por las plantas principalmente en forma de iones nitrato (NO_3^-) o amonio (NH_4^+). Las plantas utilizan estas dos formas en sus procesos de crecimiento. Casi todo el N que absorben se halla en forma de nitrato. Existen dos razones: la primera, el nitrato es móvil en el suelo y se desplaza en el agua hacia las raíces de las plantas, donde es absorbido. Además, el amonio está ligado a la superficie de las partículas del suelo y no se puede mover hacia las raíces. La segunda, en condiciones adecuadas de temperatura, aireación, humedad y pH del suelo, los microorganismos transforman todas las formas de nitrógeno del suelo en nitrato (Morales *et al.* 2019).

La aplicación de N debe hacerse en el momento oportuno para asegurar la absorción por parte del cultivo, con aplicaciones tempranas se tiende a incrementar el rendimiento, y con aplicaciones tardías a aumentar el contenido de N en grano. La respuesta a la fertilización en cuanto a dosis y momento depende tanto de la disponibilidad hídrica como de la fertilidad del suelo (Dillchneider *et al.* 2019).

El nitrógeno (N) es el nutriente más importante para la producción de

cultivos, no obstante, su disponibilidad en el suelo en muchas ocasiones es limitante para las reacciones bioquímicas y fisiológicas necesarias en el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas (Sosa *et al.* 2019).

Los micronutrientes son también tan importantes en la nutrición de las plantas, la deficiencia de micronutrientes se considera una de las principales causas de disminución de la productividad, afectando el crecimiento de las plantas en suelos deficientes en micronutrientes, incluso, el uso de N, este macronutriente es necesario en grandes cantidades; en cereales el N, es el factor limitante, factor de impacto más importante en el crecimiento y desarrollo (Aquino y Gómez 2019).

El nitrógeno (N) es un elemento esencial, considerado un macronutriente, para todos los seres vivos. Bajo condiciones naturales, el 98 % de nitrógeno se encuentra en las rocas, 2 % en la atmósfera y < 1 % en el suelo y agua. La transformación del N molecular (N₂) atmosférico en moléculas de nitrógeno presente en el suelo utilizable potencialmente por las plantas, se debe al ciclo global del nitrógeno, el cual está constituido por las distintas interacciones de las formas de N presentes tanto en el suelo, organismos y la atmósfera (Morales 2019).

Altas dosis de fertilizantes a la siembra no es una estrategia eficiente para mejorar el contenido de proteína y la calidad del grano. Las aplicaciones postergadas son efectivas cuando la aplicación de base es adecuada y hay buena disponibilidad hídrica en macollaje (Dillchneider *et al.* 2019).

El N orgánico e inorgánico absorbidos por las raíces, pueden ser transportados entre los diferentes tejidos de la planta para optimizar la eficiencia de uso del nitrógeno (UEN) durante su desarrollo, y mantener su crecimiento y rendimiento óptimo (Muñoz *et al.* 2022).

El N es esencial para la utilización de los carbohidratos, además de estimular el desarrollo y crecimiento de la planta; el P tiene su efecto más importante en la fotosíntesis, floración, fructificación, formación de semilla,

maduración del fruto y desarrollo de raíces (Bueno *et al.* 2005).

La demanda nutricional en frijol es alta si se toma en cuenta la cantidad de nutrientes que son extraídos en la cosecha. Los requerimientos nutricionales del cultivo para producir 2.5 ton/ha por cosecha en kg/ha/cosecha son del siguiente orden 105 de N, 10 de P₂O₅, 120 de K₂O y 10 de MgO, por lo que anualmente debe restituirse al suelo las cantidades que son extraídas más una cantidad adicional para compensar otras pérdidas en el suelo y la que se utiliza para el crecimiento vegetativo continuo (Gaviria y Ordoñez 2019).

Las transformaciones de N, están involucradas las formas orgánicas e inorgánicas, la conversión de N₂ (gas) a formas utilizables por las plantas se produce principalmente a través del proceso de fijación biológica. Las formas orgánicas son convertidas a formas inorgánicas (NH₄⁺ o NO₃⁻) por mineralización. El NO₃⁻, puede volver a la atmósfera por desnitrificación en forma de N₂ o perderse por lixiviación. Las formas inorgánicas pueden ser absorbidas por las raíces de las plantas o por los diferentes microorganismos presentes en el suelo. La Figura 1 muestra un esquema del ciclo del nitrógeno con las distintas fracciones y transformaciones que las relacionan dentro de un ecosistema agrícola (Morales 2019).

La aplicación de N en el sistema gramínea-leguminosa puede favorecer el crecimiento acelerado de la gramínea, generando una fuerte competencia sobre la leguminosa. Aplicaciones excesivas de N en la gramínea, pueden ser perjudiciales para la fijación del N atmosférico por parte de las leguminosas, mientras que con bajas dosis de fertilizante nitrogenado se pueden inducir deficiencias nutrimentales en la gramínea (Apáez *et al.* 2013).

La aplicación de nitrógeno en dosis de 20 kg/ha⁻¹, mejora la conducta simbiótica de la cepa introducida, que se traduce en un mayor peso total de los nódulos indicativos de la actividad fijadora de nitrógeno. La fijación biológica del nitrógeno se tradujo en un mejor crecimiento de las plantas cultivadas, mayor peso de los granos por planta y rendimiento, sin diferir de la fertilización mineral (Hernández y Salido 2019).

En condiciones naturales, el N entra al suelo como resultado de la fijación biológica y/o de la descomposición de residuos animales y vegetales. La mayor parte del N en los suelos esta contenida en la materia orgánica (> 90%), en forma relativamente estable que no es directamente disponible para las plantas. Una porción del N en el material orgánico se toma disponible por mineralización promovida por los microorganismos del suelo (Below 2002).

La misma fuente indica que las cantidades liberadas varían y dependen de las prácticas de manejo y de las condiciones ambientales. Sin embargo, la liberación es normalmente muy lenta para satisfacer las necesidades de un cultivo en crecimiento (solamente 2-3% de N del N total se convierte a formas disponibles cada año). Como resultado, se requiere añadir N a través de fertilizantes para optimizar el crecimiento y el rendimiento de los cultivos (Below 2002).

Los cultivos bajo siembra directa requieren frecuentemente mayores dosis de nitrógeno para alcanzar los máximos rendimientos, la fertilización nitrogenada permitió reducir las diferencias en crecimiento y rendimiento entre sistemas de labranza, poniendo en evidencia que la disponibilidad de nitrógeno es el factor limitante más importante en cultivos bajo siembra directa, a pesar de la aparente degradación física del suelo (Malla 2018).

Es común observar síntomas evidentes de la deficiencia de N en lotes comerciales de cultivos jóvenes que presentan plantas de color verde amarillento de poco crecimiento. En plantas adultas, la deficiencia de N se presenta en las hojas maduras que pierden su color natural desde la punta hacia el limbo formando una "V" invertida de color amarillento, mientras que los márgenes de las hojas mantienen su color verde. A medida que la deficiencia se hace más severa se produce el secamiento de todas las hojas adultas afectando seriamente la producción final de grano. Un paso fundamental de un programa de manejo eficiente de N es el reconocer, durante el ciclo de crecimiento, si el cultivo presenta exceso o déficit de este nutriente (García y Espinosa 2008).

El frejol es un cultivo de ciclo corto, para el caso del clima frío moderado dura 6 meses, se ha encontrado que la fertilización puede hacerse una sola vez y al momento de la siembra. De esta manera se logra que los nutrientes estén disponibles cuando la planta está en condiciones de absorberlos a través de las raíces y en las etapas de mayor demanda. Además, se utilizan fertilizantes compuestos que son de lenta solubilidad en el suelo (Sacoto 2022).

El cultivo de frijol requiere una aplicación de macronutrientes tales como nitrógeno, fósforo y potasio. En cuanto al nitrógeno, normalmente tiene un mayor efecto en el crecimiento, rendimiento y calidad del cultivo que cualquier otro nutriente. Pero está claro que su uso excesivo puede ser un derroche económico y dar lugar a problemas (Gaviria y Ordoñez 2019).

La mayoría de los suelos, en donde se cultiva fréjol, demandan de la incorporación de fertilizantes químicos y/o abonos orgánicos para alcanzar una buena cosecha. Además, proponen que la fertilización se base en la recomendación del análisis de suelo del lote (Sacoto 2022).

Para incrementar los rendimientos se ha recurrido al manejo de las prácticas agrícolas como son las estrategias para incrementar la productividad del frijol, la reducción de la distancia entre surcos o la siembra en surcos a doble hilera y el suministro apropiado de nitrógeno, el cual es determinante para lograr un rápido establecimiento del área foliar, mayor cobertura del suelo e intercepción de la radiación y en consecuencia mayor producción de materia seca y productividad del agua (Escalante *et al.* 2015).

La principal función del nitrógeno en el frejol es estimular el crecimiento, especialmente en la etapa inicial de crecimiento vegetativo, generando un alto índice de área foliar y prolongando el periodo útil de las hojas a través del tiempo. El nitrógeno, además, incrementa el número de ejes durante la floración, el número de flores y peso de la vaina, aumentando por lo tanto el rendimiento, además regula la cantidad de hormonas dentro de la planta (Sacoto 2022).

La fertilización aporta al cultivo de fréjol elementos nutritivos que afectan positiva o negativamente el crecimiento y desarrollo de las plantas debido a que modifican el comportamiento del cultivo alterando los componentes de rendimiento como: longitud de tallo principal, número de ramas, número de vainas por planta cosechada y el número de granos por vaina, lo cual afecta el rendimiento del grano y el peso de la semilla (Luna *et al.* 2023).

Estudios demuestran que la fertilización con 150 kg/ha-1 de nitrógeno en el agrosistema de frijol, incrementa el índice y duración de área foliar, tasa de crecimiento de cultivo, la biomasa total, el número de vainas, número de granos y el rendimiento de grano. La aplicación de nitrógeno no afectó la distribución de materia seca en las diferentes estructuras de la planta. En el cultivo de frijol ayocote la mayor rentabilidad se obtuvo con la aplicación de 150 kg/ha-1 de nitrógeno (Rojas *et al.* 2023).

Estudios demuestran que la reducción de la distancia entre surcos de siembra y la fertilización nitrogenada en frijol elevan la productividad del agua, radiación interceptada, biomasa, extracción de nitrógeno, rendimiento en grano y de proteína. Además, el número de vainas y número de granos son los componentes de mayor relación con el rendimiento en grano (Escalante *et al.* 2015).

CAPÍTULO III.- METODOLOGÍA.

3.1. Tipo y diseño de investigación.

La investigación se realizó en fase de campo, con estadística inferencial descriptiva.

3.2. Operacionalización de variables.

Tabla 1. Operacionalización de las variables en el ensayo: "Evaluación de diferentes dosis de fertilización nitrogenada en el cultivo de frejol cuarentón (*Phaseolus vulgaris* L.), en la zona de la Isla de Bejucal". FACIAG, 2023.

Tipo de variable	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de medición	Instrumentos de medición
Independiente: Dosis de fertilizantes nitrogenados.	Obtención de resultados de la toma de datos en las unidades experimentales.	Fertilizantes nitrogenados para incrementar la producción del cultivo de fréjol cuarentón.	<ul style="list-style-type: none"> • Fertilizantes nitrogenados • Dosis 	Cuantitativo	<ul style="list-style-type: none"> • Datos de comparación
Dependiente: Producción del cultivo de Frejol Cuarentón	Mejora en el rendimiento del cultivo de fréjol cuarentón	Influencia de los fertilizantes nitrogenados en diferentes dosis.	<ul style="list-style-type: none"> • Altura de planta • Vainas por planta • Semillas por vaina. • Peso de 100 semillas • Rendimiento por hectárea • Eficiencia agronómica 	Cuantitativo	<ul style="list-style-type: none"> • Observación directa • Tabla de datos

3.3. Población y muestra de investigación.

3.3.1. Población.

La población estuvo constituida por las plantas que estuvieron dentro de la parcela experimental, cuyas características se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2. Característica del área experimental en el ensayo: “Evaluación de diferentes dosis de fertilización nitrogenada en el cultivo de frejol cuarentón (*Phaseolus vulgaris* L.), en la zona de la Isla de Bejucal”. FACIAG, 2023.

Descripción	Dimensión
Ancho de parcela	3,0 m
Longitud de parcela	1,5 m
Área de parcela	4,5 m ²
Área total del experimento	387,5 m ²

3.3.2. Muestra.

Para determinar los resultados de cada una de las variables, se muestrearon 10 plantas por cada unidad experimental.

3.4. Técnicas e instrumentos de medición.

3.4.1. Técnicas

3.4.1.1. Ubicación y descripción de sitio experimental

El presente trabajo experimental se desarrolló en los predios del Sr. Cornelio de Jesús Arana Echeverría, ubicado en la parroquia Isla de Bejucal cantón Baba.

3.4.1.2. Material de siembra

Como material de siembra se utilizó semillas de Frejol Cuarentón cuyas características son:

Días de Floración: 32-36 días

Días de cosecha: 60-65 días

Altura de planta (cm): 33-50

3.4.1.3. Implementos utilizados

- Espeque
- Flexometro
- Estacas
- Bomba de mochila
- Manguera
- Machete
- Gramera

3.4.1.4. Métodos

En la ejecución del trabajo se empleó los métodos: Deductivo-Inductivo, Inductivo- Deductivo e Experimental

3.4.1.5. Manejo de ensayo

3.4.1.5.1. Preparación de suelo

Se realizó en forma manual, utilizando machetes y rastrillos, con una limpieza de malezas, dejando limpio el terreno donde se realizó el cultivo.

3.4.1.5.2. Desinfección del terreno

Se realizó una vez que estaba limpio el suelo aplicando cal agrícola a razón de 100 gr/m², luego procedió al trazado de parcelas.

3.4.1.5.3. Siembra

La siembra fue directa de forma manual con la ayuda de un espeque depositando 2 semillas por sitio, la distancia fue de 40 cm entre hileras y 40 cm entre plantas. La semilla se desinfectó con Caldo Bordeles dosis de 1 g/kg de semilla.

3.4.1.5.4. Control de malezas

Para el control de malezas se realizaron deshierbas manuales a fin de mantener el cultivo libre de malezas a los 10 y 25 días después de la siembra.

3.4.1.5.5. Control fitosanitario

Para el control de plagas aplicó Cypermetrina en dosis de 250 cc/ha a los 18 días después de la siembra.

No existió la presencia de enfermedades.

3.4.1.5.6. Riego

El cultivo se sembró en épocas de lluvias, por lo tanto, no fue necesario aplicaciones de riego.

3.4.1.5.7. Fertilización

El programa de fertilización estuvo de acuerdo a los diferentes tratamientos que se emplearon en el ensayo, utilizando como fuente nitrogenada Urea, la misma que se aplicó al momento de la siembra con la ayuda de un espeque.

3.4.1.5.8. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual cuando las plantas presentaron madurez fisiológica en cada uno de los tratamientos.

3.4.1.6. Datos evaluados

3.4.1.6.1. Altura de planta

Se tomó la altura de planta con un flexómetro, en 10 plantas al azar por cada unidad experimental. Se midió desde el suelo hasta la última hoja emergida, y su resultado se expresó en centímetros.

3.4.1.6.2. Vainas por planta

Se contaron las vainas de 10 plantas tomadas al azar en cada parcela experimental y luego se calculó el promedio.

3.4.1.6.3. Semillas por vaina.

En esta variable se tomaron 10 vainas al azar por planta, se contaron los granos por vaina. Estos datos se tomaron en 10 plantas al azar en cada parcela.

3.4.1.6.4. Peso de 100 semillas

Se tomó 100 semillas de cada tratamiento y se procedió a pesar en una balanza de precisión, sus resultados se expresaron en gramos.

3.4.1.6.5. Rendimiento por hectárea

Se cosecho la parcela experimental y se transformó sus resultados en Kg/ha. La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$Ps = (Pa(100-ha)) / ((100-hd))$$

Dónde:

Ps = Peso seco

Pa = Peso actual

hd = Humedad deseada

ha = Humedad actual

3.4.1.6.6. Análisis económico

El análisis económico se realizará en función del costo de producción de cada uno de los tratamientos.

3.4.1.6.7. Eficiencia agronómica

Estuvo fundamentada en la proporción de nutrientes necesarios para producir una tonelada de producto final con relación al testigo sin tratar. Se valoró con la siguiente ecuación:

$$EA = (R - R_0) / D$$

Dónde:

EA = Eficiencia agronómica

R= Rendimiento de la porción cosechada del cultivo con el nutriente

R0= Rendimiento de la porción cosechada del cultivo sin el nutriente

D= Cantidad de la nutriente aplicada.

3.4.2. Instrumentos

3.4.2.1. Tratamientos estudiados

Los tratamientos estudiados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3. Tratamientos estudiados en el ensayo: “Evaluación de diferentes dosis de fertilización nitrogenada en el cultivo de frejol cuarentón (*Phaseolus vulgaris* L.), en la zona de la Isla de Bejucal”. FACIAG, 2023.

N°	Tratamiento	Dosis kg/ha	Época de aplicación d.d.s.
T1	Urea	60	15-30

T2	Urea		70	15-30
T3	Urea		80	15-30
T4	Urea		90	15-30
T5	Urea		100	15-30
T6	Urea		110	15-30
T7	Urea		120	15-30
T8	Tratamiento	testigo	0	0
	(deshierbas manuales)			

3.5. Procesamiento de datos.

3.5.1. Diseño experimental

Para la realización de la investigación de campo se empleó el diseño experimental de bloques completamente al azar “DBCA” con 8 tratamientos y tres repeticiones.

Para realizar la evaluación de los medios de los tratamientos, se utilizó la prueba de Tukey al 95% de probabilidad, los cuales fueron tabulados mediante el software estadístico Infostat.

3.5.2. Análisis de varianza

El análisis de varianza se desarrolló bajo el siguiente esquema:

Tabla 4. Análisis de varianza en el ensayo: “Evaluación de diferentes dosis de fertilización nitrogenada en el cultivo de frejol cuarentón (*Phaseolus vulgaris* L.), en la zona de la Isla de Bejucal”. FACIAG, 2023.

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	7
Repeticiones	2
Error experimental	14
Total	23

3.6. Aspectos éticos.

En el contexto de la investigación científica, el plagio consiste en utilizar ideas o contenidos ajenos como si fueran propios. Es plagio, tanto si obedece a un acto deliberado como a un error. La práctica de aspectos éticos, se garantiza de conformidad en lo establecido en el Código de Ética de la UTB.

Para la aprobación de la UIC, se generará un reporte del software anti-plagio, para garantizar la aplicación de aspectos éticos, con los que el estudiante demostrará honestidad académica, principalmente al momento de redactar su trabajo de investigación. Los docentes actuarán de conformidad a lo establecido en el Código de Ética de la UTB, y demostrarán honestidad académica, principalmente al momento de orientar a sus estudiantes en el desarrollo de la UIC.

Artículo 25.- Criterios de Similitud en la Unidad de Integración Curricular. En la aplicación del Software anti-plagio se deberá respetar los siguientes criterios:

Porcentaje de 0 al 15%: Muy baja similitud (TEXTO APROBADO).

Porcentaje de 16 al 20%: Baja similitud (Se comunica al autor para corrección).

Porcentaje de 21 al 40%: Alta similitud (Se comunica al autor para revisión con el tutor y corrección).

Porcentaje Mayor del 40%: Muy Alta Similitud (TEXTO REPROBADO).

CAPÍTULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Resultados

4.1.1. Altura de planta

En la tabla 5, se registran los promedios de altura de planta. El análisis de varianza no reportó diferencias significativas, el promedio general fue 27,7 cm y el coeficiente de variación 10,78 %.

La mayor altura de planta la registró la aplicación de urea en dosis de 90 kg/ha con 30,3 cm, y el menor valor correspondió al testigo sin aplicación de fertilizante nitrogenado con 25,3 cm.

4.1.2. Vainas por planta

Los promedios de vainas por planta se observan en la tabla 6. El análisis de varianza no reportó diferencias significativas, el promedio general fue 24 vainas por planta y el coeficiente de variación 8,31 %.

Las aplicaciones de 80 y 90 kg/ha presentaron un promedio de 26 vainas por planta y el menor valor lo registró el tratamiento testigo con 21 vainas.

4.1.3. Semillas por vaina.

En la variable semillas por vaina, la aplicación de 90 kg/ha de urea presentó el mayor promedio (4 semillas) y el menor valor el tratamiento testigo (2 semillas por vainas).

El promedio general fue 3 semillas y el coeficiente de variación 27,30 %. No se reportaron diferencias significativas según el análisis de varianza (Tabla 7).

Tabla 5. Altura de planta, en el ensayo: “Evaluación de diferentes dosis de fertilización nitrogenada en el cultivo de frejol cuarentón (*Phaseolus vulgaris* L.), en la zona de la Isla de Bejuca”. FACIAG, 2023.

N°	Tratamiento	Dosis kg/ha	Época de aplicación d.d.s.	Altura de planta (cm)
T1	Urea	60	15-30	28,1
T2	Urea	70	15-30	27,7
T3	Urea	80	15-30	29,7
T4	Urea	90	15-30	30,3
T5	Urea	100	15-30	26,8
T6	Urea	110	15-30	26,5
T7	Urea	120	15-30	26,8
T8	Tratamiento testigo (deshierbas manuales)	0	0	25,3
Promedio general				27,7
Significancia estadística				ns
Coeficiente de variación (%)				10,78

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey.

Ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Tabla 6. Vainas por planta, en el ensayo: “Evaluación de diferentes dosis de fertilización nitrogenada en el cultivo de frejol cuarentón (*Phaseolus vulgaris* L.), en la zona de la Isla de Bejuca”. FACIAG, 2023.

N°	Tratamiento	Dosis kg/ha	Época de aplicación d.d.s.	Vainas por planta
T1	Urea	60	15-30	25
T2	Urea	70	15-30	24
T3	Urea	80	15-30	26
T4	Urea	90	15-30	26
T5	Urea	100	15-30	24
T6	Urea	110	15-30	24
T7	Urea	120	15-30	24
T8	Tratamiento testigo (deshierbas manuales)	0	0	21
Promedio general				24
Significancia estadística				ns
Coeficiente de variación (%)				8,31

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey.

Ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Tabla 7. Semillas por vainas, en el ensayo: “Evaluación de diferentes dosis de fertilización nitrogenada en el cultivo de frejol cuarentón (*Phaseolus vulgaris* L.), en la zona de la Isla de Bejucal”. FACIAG, 2023.

N°	Tratamiento	Dosis kg/ha	Época de aplicación d.d.s.	Semillas por vainas
T1	Urea	60	15-30	3
T2	Urea	70	15-30	3
T3	Urea	80	15-30	3
T4	Urea	90	15-30	4
T5	Urea	100	15-30	3
T6	Urea	110	15-30	3
T7	Urea	120	15-30	3
T8	Tratamiento (deshierbas manuales)	testigo 0	0	2
Promedio general				3
Significancia estadística				ns
Coeficiente de variación (%)				27,30

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey.

Ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.1.4. Peso de 100 semillas

El análisis de varianza detectó diferencias significativas en la variable peso de 100 semillas, el promedio general fue 20,8 g y el coeficiente de variación 3,66 %, lo que se observa en la tabla 8.

El mayor promedio lo presentó el tratamiento que se aplicó urea en dosis de 90 kg/ha (21,6 g), estadísticamente igual a los demás tratamientos, y superiores estadísticamente al tratamiento testigo (19,1 g).

4.1.5. Rendimiento por hectárea

En la tabla 9 se presentan los promedios de la variable rendimiento. El análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas, el promedio general fue 2275,4 kg/ha y el coeficiente de variación 4,95 %.

El mayor rendimiento se reflejó en el tratamiento que se aplicó urea en dosis de 90 kg/ha con 2877,0 kg/ha, estadísticamente igual al tratamiento que se usó urea en dosis de 60, 70, 80, 100 y 110 kg/ha y estadísticamente superior al tratamiento testigo sin aplicación de urea con 980,3 kg/ha.

4.1.6. Análisis económico

En el análisis económico, tabla 10 y 11, se pudo observar que el mayor

beneficio neto lo alcanzó el tratamiento que se aplicó 90 kg/ha de nitrógeno con \$ 1842,52

4.1.7. Eficiencia agronómica

En el gráfico 1 se muestra la eficiencia agronómica de la aplicación de urea en diferentes dosis en kg/ha, donde se observa que el empleo de nitrógeno en dosis de 90 kg/ha obtuvo el mayor valor, con 10,9 kg/ha de eficiencia agronómica.

Tabla 8. Peso de 100 semillas, en el ensayo: “Evaluación de diferentes dosis de fertilización nitrogenada en el cultivo de frejol cuarentón (*Phaseolus vulgaris* L.), en la zona de la Isla de Bejuca”. FACIAG, 2023.

N°	Tratamiento	Dosis kg/ha	Época de aplicación d.d.s.	Peso de 100 semillas (g)
T1	Urea	60	15-30	21,1 ab
T2	Urea	70	15-30	21,0 ab
T3	Urea	80	15-30	21,2 ab
T4	Urea	90	15-30	21,6 a
T5	Urea	100	15-30	20,9 ab
T6	Urea	110	15-30	20,8 ab
T7	Urea	120	15-30	20,3 ab
T8	Tratamiento testigo (deshierbas manuales)	0	0	19,1 b
Promedio general				20,8
Significancia estadística				*
Coeficiente de variación (%)				3,66

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey.

Ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Tabla 9. Rendimiento, en el ensayo: “Evaluación de diferentes dosis de fertilización nitrogenada en el cultivo de frejol cuarentón (*Phaseolus vulgaris* L.), en la zona de la Isla de Bejuca”. FACIAG, 2023.

N°	Tratamiento	Dosis kg/ha	Época de aplicación d.d.s.	Rendimiento (kg/ha)
T1	Urea	60	15-30	2556,9 ab
T2	Urea	70	15-30	2369,2 ab
T3	Urea	80	15-30	2839,4 a
T4	Urea	90	15-30	2877,0 a
T5	Urea	100	15-30	2367,8 ab
T6	Urea	110	15-30	2278,1 ab
T7	Urea	120	15-30	1934,3 b
T8	Tratamiento (deshierbas manuales)	testigo 0	0	980,3 c
Promedio general				2275,4
Significancia estadística				**
Coeficiente de variación (%)				4,95

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey.

Ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Tabla 10. Costos fijos/ha, en el ensayo: “Evaluación de diferentes dosis de fertilización nitrogenada en el cultivo de frejol cuarentón (*Phaseolus vulgaris* L.), en la zona de la Isla de Bejucal”. FACIAG, 2023.

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario	Valor Total
Alquiler de terreno	Ha	1	200,00	200,00
Compra de materiales		varios	50,00	50,00
Preparación de suelo				
Mano de obra	jornales	6	12,00	72,00
Siembra				
Semilla	saco	1	84,00	84,00
Siembra manual	jornales	4	12,00	48,00
Caldo bordeles	g	1	14,00	14,00
Control de malezas				
Manual	jornales	6	12,00	72,00
Control fitosanitario				
Cypermctrina (250 cc)	frasco	1	4,80	4,80
Aplicaciones	jornales	3	12,00	36,00
Cosecha	Tarea	10	12,00	120,00
Subtotal				700,80
Administración (5%)				35,04
Total Costo Fijo				735,84

Tabla 11. Análisis económico/ha, en el ensayo: “Evaluación de diferentes dosis de fertilización nitrogenada en el cultivo de frejol cuarentón (*Phaseolus vulgaris* L.), en la zona de la Isla de Bejuca”. FACIAG, 2023.

N°	Tratamiento	Dosis kg/ha	Época de aplicación d.d.s.	Rend. kg/ha	sacas/ha	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)			Beneficio neto (USD)	
							Fijos	Variables			
							Costo de productos	Jornales para tratamientos	Total		
T1	Urea	60	15-30	2556,90	28,1	2390,7	735,84	26,40	72,00	834,24	1556,46
T2	Urea	70	15-30	2369,23	26,1	2215,2	735,84	30,80	72,00	838,64	1376,59
T3	Urea	80	15-30	2839,37	31,2	2654,8	735,84	35,20	72,00	843,04	1811,77
T4	Urea	90	15-30	2876,97	31,6	2690,0	735,84	39,60	72,00	847,44	1842,52
T5	Urea	100	15-30	2367,77	26,0	2213,9	735,84	44,00	72,00	851,84	1362,02
T6	Urea	110	15-30	2278,10	25,1	2130,0	735,84	48,40	72,00	856,24	1273,78
T7	Urea	120	15-30	1934,27	21,3	1808,5	735,84	52,80	72,00	860,64	947,90
T8	Tratamiento (deshierbas manuales)			980,27	10,8	916,5	735,84	0,00	0,00	735,84	180,71
Costo de productos:							Jornal = \$ 12,00				
Urea = \$ 22,00 (saco de 50 kg)							Costo Saca de 200 lb= \$ 85,0				



Gráfico 1. Eficiencia agronómica, en el ensayo: “Evaluación de diferentes dosis de fertilización nitrogenada en el cultivo de frejol cuarentón (*Phaseolus vulgaris* L.), en la zona de la Isla de Bejucal”. FACIAG, 2023.

4.2. Discusión

De acuerdo a lo anterior se determina que:

Las variables altura de planta, número de vainas por planta y semillas por vainas no reflejaron diferencias significativas en sus promedios, especialmente en los tratamientos que se aplicó urea como fuente de fertilización nitrogenada, tal como demuestra Luna *et al.* (2013), que la fertilización con nitrógeno aporta al crecimiento y desarrollo del cultivo, en los diferentes parámetros como número de vainas por planta cosechada y número de granos por vaina.

En el peso de 100 granos y rendimiento, el empleo de urea en dosis de 90 kg/ha sobresalió en sus promedios, es decir que el fréjol requiere de macronutrientes para la producción del cultivo, especialmente nitrógeno que es el principal componente que aporta al rendimiento y producción (Gaviria y Ordoñez, 2019).

CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones

Las conclusiones son las siguientes:

- La variable altura de planta no obtuvo diferencias significativas en sus promedios.
- El mayor número de vainas por planta y granos por vaina se vieron influenciados positivamente en todos sus tratamientos ante la aplicación de urea en diferentes dosis, a diferencia del testigo absoluto que reportó los menores valores.
- En lo referente al peso de 100 granos, rendimiento y análisis económico, se mostraron los mejores resultados con el empleo de urea en dosis de 90 kg/ha.
- La eficiencia agronómica obtuvo el mejor promedio el empleo de urea en dosis de 90 kg/ha.

5.2. Recomendaciones

Por lo expuesto se recomienda:

- Aplicar 90 kg/ha de urea como fuente de fertilización química en el cultivo de frejol cuarentón.
- Replicar la misma investigación bajo otras condiciones agroecológicas.
- Promover ante los agricultores los beneficios del uso del nitrógeno en las leguminosas, para incrementar rendimientos.

REFERENCIAS

- Apáez Barrios, Patricio, Escalante Estrada, José Alberto Salvador, Ramírez Vallejo, Porfirio, Koch Olt, Stephen Douglas, Sosa Montes, Eliseo, & Olalde Gutiérrez, Víctor Manuel. 2013. Eficiencia agronómica de nitrógeno y fósforo en la producción de frijol chino en espaldera de maíz. *Terra Latinoamericana*, 31(4), 285-293. Recuperado en 01 de mayo de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792013000500285&lng=es&tlng=es
- Aquino Zacarías, Vidal César, & Gómez Villanes, Narcizo Isidoro. 2019. Triticale (x Triticosecale Wittmack): bioestimulantes orgánicos y fertilización nitrogenada sobre los componentes de rendimiento forrajero en campaña chica-Valle del Mantaro. *Scientia Agropecuaria*, 10(4), 469-477. <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.03>
- Below, F. E. 2002. Fisiología, nutrición y fertilización nitrogenada de maíz. *Informaciones agronómicas*, 54, 3-9. Disponible en [http://www.ipni.net/publication/ia-la hp.nsf/0/D757CEE6B1516328852579A30074B16B/\\$FILE/Fisiologia,%20nutrici%C3%B3n%20y%20fertilizaci%C3%B3n%20nigrogenada%20del%20ma%C3%ADz.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-la hp.nsf/0/D757CEE6B1516328852579A30074B16B/$FILE/Fisiologia,%20nutrici%C3%B3n%20y%20fertilizaci%C3%B3n%20nigrogenada%20del%20ma%C3%ADz.pdf)
- Bonelli, Lucas Emmanuel, Sainz Rozas, Hernán René, Echeverría, Hernán Eduardo, & Barbieri, Pablo Andres. 2018. Fuente y momento de aplicación de nitrógeno en maíz bajo siembra directa en Balcarce. *Ciencia del suelo*, 36(1), 88-98. Recuperado en 30 de abril de 2023, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672018000100009&lng=es&tlng=es.
- Bueno-Jáquez, J. Emilio; Alonso-López, Alejandro; Volke-Haller, Víctor; Gallardo-López, Felipe; Ojeda-Ramírez, M. Miguel; Mosqueda-Vázquez, Raúl. Respuesta del papayo a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en un luvisol *Terra Latinoamericana*, vol. 23, núm. 3, julio-septiembre, 2005, pp. 409-415 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/573/57311101013.pdf>
- Cantaro-Segura, Héctor, Huaranga-Joaquín, Amelia, & Zúñiga-Dávil, Doris. 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. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292019000400073>
- Cargua Chávez, J., Orellana Castro, G., Cuenca Tinoco, A., Cedeño García, G. 2019. Eficacia de bioestimulantes sobre el crecimiento inicial de plantas de fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista ESPAMCIENCIA ISSN 1390-8103*, 10(1), 14-22.
- Dillchneider, A., Frasier, I., Funaro, D., Fernández, R., & Quiroga, A. 2019. Estrategias de fertilización nitrogenada para incrementar el rendimiento y proteína de trigo en la región semiárida pampeana. *Semiárida*, 29(1), 53-62.
- Escalante-Estrada, José A, Rodríguez-González, María T, & Escalante-Estrada, Yolanda I. 2015. Nitrógeno, distancia entre surcos, rendimiento y productividad del agua en dos cultivares De frijol. *Bioagro*, 27(2), 75-82. Recuperado en 30 de abril de 2023, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612015000200003&lng=es&tlng=es.
- García, J. P., & Espinosa, J. 2008. Relación del índice de verdor con la aplicación de nitrógeno en diez híbridos de maíz. *Informaciones Agronómicas*, (71), 9-14. Disponible en [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/DAB76F79D9433396852579A0006BE5AF/\\$FILE/Inf-Agro%2071.pdf#page=9](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/DAB76F79D9433396852579A0006BE5AF/$FILE/Inf-Agro%2071.pdf#page=9)
- Gaviria Hernandez, Y. A., Ordoñez Osorio, J. A. 2019. Evaluación de cuatro niveles de macronutrientes (NPK) en la producción de dos variedades nuevas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) en dos ambientes diferentes de cultivo del Departamento de Risaralda.
- Guerrero Mendieta, W. D. 2017. Efecto de la fertilización nitrogenada, completa y balanceada sobre dos variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*) sembradas en época seca, sector el Paraíso la 14 (Bachelor's thesis, Quevedo-UTEQ). Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3360/1/T-UTEQ-0021.pdf>
- Hernández Salido, L., & Salido García, Y. 2019. Influencia de la aplicación de Azofert inoculante a base *Rhizobium* en el cultivo del fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.) VAR. Delicias 364 en finca Juan Sáez.

Manatí. *Caribeña de Ciencias Sociales*, (enero).

- Jácome V., Andrés R.; Peñarete M., Waldemar; Daza T., Martha Constanza. 2013. Fertilización orgánica e inorgánica en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en suelo inceptisol con propiedades ándicas. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, núm. 12, enero-diciembre, 2013, pp. 59-67 Universidad del Valle Cali, Colombia
- Luna Modesto, G. L., Machuca Fajardo, L., Cisneros López, H. C., & Jiménez Hernández, Y. J. 2023. Evaluación de componentes de rendimiento en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Junio León producido con diferentes tratamientos de fertilización orgánica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 7092-7101. Disponible en <https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/4946/7514>
- Malla Lema, J. G. 2018. Evaluación del rendimiento de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) INIAP 484 Centenario, en siembra directa bajo fertilización química, orgánica más Rhizobiumsp (Bachelor's thesis, Quito: UCE). Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15389/1/T-UCE-0004-A85-2018.pdf>
- Morales Galeas, C. E. 2019. Evaluación de la respuesta del cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.) a la aplicación de dos niveles de nitrógeno y potasio por fertirrigación (Bachelor's thesis, Quito: UCE). Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/20457/1/T-UCE-0004-CAG-209.pdf>
- Morales-Morales, Edgar Javier, Rubí-Arriaga, Martín, López-Sandoval, José Antonio, Martínez-Campos, Ángel Roberto, & Morales-Rosales, Edgar Jesús. 2019. Urea (NBPT) una alternativa en la fertilización nitrogenada de cultivos anuales. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(8), 1875-1886. Epub 05 de febrero de 2021. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i8.1732>
- Moya, Carlos, Elena-Mesa, María, Vizcaino, María, León, Mónica, & Guevara, Sandra. 2019. Comparación de seis variedades de frijol en el rendimiento y sus componentes en Chaltura, Imbabura, Ecuador. *Cultivos Tropicales*, 40(4), e01. Epub 01 de diciembre de 2019. Recuperado en 30 de abril de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-

59362019000400001&lng=es&tlng=es.

- Muñoz-Márquez, Ezequiel, Soto-Parra, Juan Manuel, Pérez-Leal, Ramona, Yáñez-Muñoz, Rosa María, Noperi-Mosqueda, Linda Citlalli, & Sánchez-Chávez, Esteban. 2022. Aplicación de nanomolibdeno en frijol y su impacto sobre la eficiencia del nitrógeno. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(spe28), 319-329. Epub 13 de enero de 2023. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i28.3286>
- Rojas-Victoria, N. J., Escalante-Estrada, J. A. S., & Aguilar-Carpio, C. 2023. ANÁLISIS DE CRECIMIENTO, RENDIMIENTO DE FRIJOL AYOCOTE (*Phaseolus coccineus* L.) EN UN SISTEMA DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 26, 012.
- Sacoto Moreno K. 2022. Evaluación de la fertilización química en la producción del frejol (*Phaseolus vulgaris*), Milagro-Guayas. Universidad Agraria del Ecuador. Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SACOTO%20MORENO%20KILVRYN%20ROBERTO.pdf>
- Solis Santistevan, V. A. 2019. “El nitrógeno como base de la producción agrícola en cultivos de ciclo corto” (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2019). Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6011/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000127.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sosa-Rodriguez, Breno Augusto, Sánchez-de-Prager, Marina, García-Vivas, Yuly Samanta, Espinoza-Guardiola, Marden Daniel, Rodríguez, Jesús Alexis, & Sosa-Rodríguez, Glauco Miguel. 2019. Dinámica de nitrógeno del suelo en agroecosistemas bajo el efecto de abonos verdes. *Acta Agronómica*, 68(4), 257-264. <https://doi.org/10.15446/acag.v68n4.71963>

ANEXOS

Análisis de varianza

Altura planta

Variable N R² R² Aj CV
Altura planta 24 0,49 0,17 10,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	120,61	9	13,40	1,51	0,2370
Tratamiento	58,86	7	8,41	0,95	0,5037
Repeticion	61,75	2	30,87	3,47	0,0596
Error	124,49	14	8,89		
<u>Total</u>	<u>245,10</u>	<u>23</u>			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=8,59158

Error: 8,8923 gl: 14

Tratamiento Medias n E.E.

T4	30,27	3	1,72	A
T3	29,70	3	1,72	A
T1	28,13	3	1,72	A
T2	27,73	3	1,72	A
T7	26,77	3	1,72	A
T5	26,77	3	1,72	A
T6	26,53	3	1,72	A
<u>T8</u>	<u>25,30</u>	<u>3</u>	<u>1,72</u>	<u>A</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Vainas por planta

Variable N R² R² Aj CV
Vainas por planta 24 0,54 0,24 8,31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	65,96	9	7,33	1,80	0,1564
Tratamiento	59,63	7	8,52	2,09	0,1136
Repeticion	6,33	2	3,17	0,78	0,4783
Error	57,00	14	4,07		
<u>Total</u>	<u>122,96</u>	<u>23</u>			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,81351

Error: 4,0714 gl: 14

Tratamiento Medias n E.E.

T4	26,33	3	1,16	A
T3	25,67	3	1,16	A
T1	25,00	3	1,16	A
T5	24,33	3	1,16	A
T2	24,33	3	1,16	A
T7	24,00	3	1,16	A

T6	24,00	3	1,16	A
T8	20,67	3	1,16	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Semillas por vainas

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Semillas por vainas	24	0,28	0,00	27,30	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,92	9	0,44	0,61	0,7665
Tratamiento	3,83	7	0,55	0,77	0,6194
Repeticion	0,08	2	0,04	0,06	0,9431
Error	9,92	14	0,71		
Total	13,83	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,42485

Error: 0,7083 gl: 14

Tratamiento Medias n E.E.

T4	3,67	3	0,49	A
T1	3,33	3	0,49	A
T3	3,33	3	0,49	A
T2	3,33	3	0,49	A
T6	3,00	3	0,49	A
T5	3,00	3	0,49	A
T7	2,67	3	0,49	A
T8	2,33	3	0,49	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Peso de 100 semillas

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Peso de 100 semillas	24	0,64	0,42	3,66	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14,65	9	1,63	2,82	0,0402
Tratamiento	12,51	7	1,79	3,09	0,0342
Repeticion	2,14	2	1,07	1,85	0,1932
Error	8,09	14	0,58		
Total	22,74	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,18959

Error: 0,5776 gl: 14

Tratamiento Medias n E.E.

T4	21,63	3	0,44	A
T3	21,23	3	0,44	A B
T1	21,13	3	0,44	A B
T2	21,00	3	0,44	A B
T5	20,90	3	0,44	A B
T6	20,77	3	0,44	A B
T7	20,30	3	0,44	A B
T8	19,10	3	0,44	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Rend

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rend	24	0,92	0,87	4,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7811432,99	9	867937,00	17,56	<0,0001
Tratamiento	7710806,94	7	1101543,85	22,29	<0,0001
Repetición	100626,06	2	50313,03	1,02	0,3865
Error	691807,50	14	49414,82		
Total	8503240,50	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=640,46286

Error: 49414,8217 gl: 14

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T4	2556,90	3	128,34 A
T3	2369,23	3	128,34 A
T1	2839,37	3	128,34 A B
T2	2876,97	3	128,34 A B
T5	2367,77	3	128,34 A B
T6	2278,10	3	128,34 A B
T7	1934,27	3	128,34 B
T8	980,27	3	128,34 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fotografías

Preparación del terreno.





Cercar terreno.



Siembra de las plantas.





Germinación.



Fertilización.



Sembrío.



Floración.



Medición de altura.

