

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**Rendimiento de tres variedades de frejol de grano negro  
(*Phaseolus vulgaris* L.) con tutor y sin tutor. Canaán 2735 msnm**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. Deiby Grover Huarancca Aliaga**

**ASESOR:**

**Ing. Eduardo Robles García**

**Ayacucho - Perú**

**2023**

*A Jesucristo Dios altísimo por guiarme íntegramente en mi vida, para alcanzar mis metas, protegerme, cuidarme, elevarme y consolidarme por el camino bueno.*

*A mi hermana, Kelly Jacqueline Huarancca Aliaga quien me animó a seguir y culminar mi profesión y lograr más aspiraciones en la vida.*

*A mis padres Américo Huarancca Sulca y Haydeé Aliaga Quintanilla, por su apoyo firme y constante, por criarme con principios y con ética familiar en la vida.*

*A mis amigos Smith de la Cruz, Sarah Oré, Milagros Pineda, y por ser parte de mi formación.*

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, pilares de mi formación académica.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía, UNSCH.

A los profesores de la apoteósica Escuela Profesional de Agronomía, quienes, con su instrucción, disciplina y ciencia han aportado en mi formación superior.

Al Ingeniero Eduardo Robles García, asesor de la Tesis por proporcionar su apoyo categórico durante todo el proceso de análisis e inspección de la investigación.

A mis colegas, conocidos (as), interior y exterior de la Universidad por su soporte moral.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras.....	viii
Índice de anexos.....	ix
Resumen.....	1
Introducción .....	2
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
1.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL FREJOL.....	4
1.2. DISTRIBUCIÓN, IMPORTANCIA Y SITUACIÓN ACTUAL .....	4
1.3. TAXONOMÍA .....	5
1.4. MORFOLOGÍA .....	6
1.4.1. Raíz.....	6
1.4.2. Tallo.....	7
1.4.3. Ramas y complejos auxiliares .....	7
1.4.4. Hojas.....	8
1.4.5. Inflorescencia.....	8
1.4.6. Flor .....	8
1.4.7. Fruto .....	9
1.4.8. Semilla.....	9
1.5. HABITO DE CRECIMIENTO DEL FREJOL .....	9
1.6. ESTADOS DE DESARROLLO .....	10
1.6.1. Etapas de la fase vegetativa.....	11
1.6.2. Etapas de la fase reproductiva .....	12
1.7. VARIEDADES DE FREJOL DE GRANO NEGRO.....	13
1.8. CULTIVARES UTILIZADOS .....	14
1.9. TUTORADOS (ESPALDERAS).....	15

## **CAPÍTULO II**

<b>METODOLOGÍA</b> .....	16
2.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO .....	16
2.2. ANTECEDENTES DEL TERRENO EXPERIMENTAL .....	16
2.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS .....	16
2.4. FACTORES EN ESTUDIO .....	20
2.4.1. Tratamientos .....	20
2.4.2. Características del campo experimental .....	20
2.5. DISEÑO EXPERIMENTAL .....	21
2.6. MODELO ADITIVO LINEAL .....	22
2.7. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO .....	22
2.7.1. Preparación del terreno .....	22
2.7.2. Surcado y demarcación del terreno .....	22
2.7.3. Siembra .....	23
2.7.4. Desahije .....	23
2.7.5. Riego .....	23
2.7.6. Control de malezas .....	23
2.7.7. Fertilización .....	23
2.7.8. Control fitosanitario .....	23
2.7.9. Cosecha .....	24
2.8. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN .....	24
2.8.1. Precocidad .....	24
2.8.2. De rendimiento .....	25
2.8.3. Mérito económico .....	25

## **CAPÍTULO III**

<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	26
3.1. VARIABLES DE PRECOCIDAD .....	26
3.2. VARIABLES DE RENDIMIENTO .....	27
3.2.1. Altura de planta .....	27
3.2.2. Número de vainas por planta .....	29
3.2.3. Peso de 1000 semillas .....	30
3.2.4. Rendimiento de grano .....	32
3.2.5. Índice de cosecha .....	34

3.2.6. Regresión de longitud de vaina y número de granos.....	35
3.3. MÉRITO ECONÓMICO .....	38
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>39</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>40</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>45</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1.1. Hábito de crecimiento de frejol común .....	10
Tabla 2.1. Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2022-2023. Estación Meteorológica de Canaán INIA Ayacucho .....	18
Tabla 3.1. Análisis descriptivo de la fenología del cultivo de frejol de grano negro en número de días después de la siembra (dds) en los diferentes tratamientos. Canaán 2735 msnm .....	26
Tabla 3.2. Análisis de variancia de la altura de planta del frejol de grano negro. Canaán 2735 msnm .....	27
Tabla 3.3. Análisis de variancia del número de vainas por planta en el frejol de grano negro. Canaán 2735 msnm .....	29
Tabla 3.4. Análisis de variancia del peso de 1000 semillas del frejol de grano negro. Canaán 2735 msnm .....	30
Tabla 3.5. Análisis de variancia del rendimiento de grano del frejol de grano negro al 14 % de humedad. Canaán 2735 msnm .....	32
Tabla 3.6. Costos de producción, rendimiento de grano, valor de venta, utilidad buta e índice de rentabilidad de los tratamientos. Canaán 2735 msnm...	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1.1. Desarrollo vegetativo del frejol grano negro .....	13
Figura 1.2. Dibujo esquemático del hábito de crecimiento III.....	14
Figura 2.1. Diagrama Ombrotérmico: T° vs Pp. y Balance hídrico .....	19
Figura 3.1. Prueba de Tukey de los efectos principales de la altura de planta en los tutorados y los cultivares del frejol grano negro. Canaán 2735 msnm.....	28
Figura 3.2. Prueba de Tukey de los efectos principales del número de vainas por planta en los tutorados y los cultivares del frejol grano negro. Canaán 2735 msnm.....	29
Figura 3.3. Prueba de Tukey de los efectos principales del peso de 1000 semillas en los tutorados y los cultivares del frejol grano negro. Canaán 2735 msnm.....	31
Figura 3.4. Prueba de Tukey de los efectos principales del rendimiento de grano al 14 % en los tutorados y los cultivares del frejol grano negro. Canaán 2735 msnm.....	32
Figura 3.5. Diagrama de caja del índice de cosecha de los cultivares con y sin tutorados. Canaán 2735 msnm.....	34
Figura 3.6. Regresión lineal de la longitud de vaina y el número de granos en el cultivar Ucayali. Canaán 2735 msnm .....	35
Figura 3.7. Regresión lineal de la longitud de vaina y el número de granos en la variedad Lara. Canaán 2735 msnm.....	36
Figura 3.8. Regresión lineal de la longitud de vaina y el número de granos en el cultivar Menita. Canaán 2735 msnm .....	37



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Costo de producción del frejol de grano negro sin tutor. Canaán 2735 msnm.....	46
Anexo 2. Costo de producción de frejol de grano negro tutorado. Canaán 2735 msnm.....	47
Anexo 3. Peso de 1000 semillas del frejol negro en los diferentes tratamientos.....	48
Anexo 4. Altura de planta del frejol negro en los diferentes tratamientos .....	49
Anexo 5. Número de vainas por planta del frejol negro en los diferentes tratamientos .....	50
Anexo 6. Rendimiento de frejol de grano negro en los diferentes tratamientos.....	51
Anexo 7. Índice de cosecha por planta en el frejol de grano negro.....	52
Anexo 8. Panel fotográfico .....	53

## RESUMEN

El trabajo de investigación fue conducido en la campaña 2022 a 2023, en el Centro Experimental Canaán, ubicado en el distrito de Andrés Avelino Dorregaray, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho, a una altitud 2735 msnm. El objetivo principal del experimento fue evaluar el rendimiento y calidad del frejol de grano negro (*Phaseolus vulgaris* L.) incorporando nuevos cultivares, el tutorado y la rentabilidad económica del frejol negro en todos los tratamientos. Utilizando el diseño estadístico de Parcelas Divididas bajo el diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR), con 4 repeticiones y 6 tratamientos. La siembra se efectuó el 07 de octubre del 2022, seguidamente la madurez fisiológica sucedió entre los 90 a 102 dds indicándonos la precocidad de este cultivo. En la altura de planta existe una influencia del tutorado los cultivares de frejol de grano negro, siendo el cultivar Ucayali alcanza una altura de 77.02 cm, el tratamiento con tutor el cultivar Ucayali tiene un valor de 22.00 vainas por planta. En el peso de 1000 semillas nuevamente el cultivar Ucayali tiene un peso promedio de 236.95 g, en lo referente al rendimiento de grano el cultivar Ucayali muestra el mayor valor con 3124.35 kg ha<sup>-1</sup>. En el mérito económico se encuentra como de mejor rentabilidad al cultivar Ucayali sin tutor con un valor de 2.76 y al aplicar el tutorado se tiene un índice de 2.20, pero este tratamiento tiene la mayor rentabilidad bruta de 13 813.00 nuevos soles

**Palabras clave:** Madurez fisiológica, grano negro, tutor y rendimiento.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación de tesis titulado “*Rendimiento de tres variedades de frejol de grano negro (Phaseolus vulgaris L.) con tutor y sin tutor. Canaán 2735 msnm*” surge con la finalidad de alcanzar una alternativa de solución al alto porcentaje de anemia y desnutrición crónica presente en la región de Ayacucho.

El estudio y el análisis del frejol caraota (*Phaseolus vulgaris L.*) tiene como objetivo evaluar el rendimiento y calidad del frejol del grano negro incorporando nuevas variedades y el manejo del tutorado, en consecuencia, profundizar el estudio mediante el cultivo de cultivar Menita, Ucayali y Lara.

La característica principal de esta leguminosa es que posee la más alta rusticidad, y adaptabilidad a las condiciones de los valles interandinos. y cuentan con un potencial de adaptabilidad a un rango amplio de condiciones agroecológicas.

El objetivo principal es lograr variedades de rendimientos superiores, bajo condiciones de manejo intensivo. No obstante, este rubro se cultiva en unidades de producción campesinas no mayores de una hectárea (1 ha).

Los agricultores tradicionalmente utilizan semilla de sus cosechas anteriores o intercambios con los vecinos; es decir, predominan los cultivares locales y nativos que le permiten superar en alguna medida las limitaciones en el campo (Lacruz, 1994).

Por otro lado, la poca investigación y difusión del alto valor nutricional del frejol negro, y el desconocimiento de la población hace que tenga poco interés en su cultivo y no se incorpore a la dieta alimenticia familiar.

La presente investigación está dividido en tres capítulos:

En el capítulo I se habla del marco teórico del frejol.

En el capítulo II se define la metodología de instalación del trabajo en campo.

En el capítulo III se comenta las figuras de los resultados y discusiones obtenidos.

Entonces para lo cual se formularon los objetivos:

**Objetivo general**

Evaluar el rendimiento y calidad del frejol de grano negro en la localidad de Canaán, incorporando nuevas variedades y el manejo del tutorado.

**Objetivos específicos**

1. Determinar el mejor cultivar en rendimiento y calidad del frejol de grano negro.
2. Determinar la calidad y la precocidad por efecto de la utilización del tutorado.
3. Determinar el mérito económico de los tratamientos.

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL FREJOL**

Los frejoles (*Phaseolus vulgaris* L.) tienen su origen en América, específicamente en áreas que se extienden desde México hasta Argentina. En esta región se desarrollaron dos centros de domesticación de gran importancia, lo que subraya su relevancia para América Latina (Valladolid, 1993). De acuerdo con Debouck (1986), se ha establecido su origen en el continente americano a través de evidencia botánica, morfológica, ecológica, arqueológica y, finalmente, bioquímica. Estos estudios indican tres centros de origen específicos: Mesoamérica, que incluye el suroeste de Estados Unidos, México, Guatemala, Costa Rica y el oeste de Panamá; Nor-Andino, que abarca los Andes Orientales de Colombia; y Sur Andino, que comprende Perú, el norte de Chile y Argentina.

#### **1.2. DISTRIBUCIÓN, IMPORTANCIA Y SITUACIÓN ACTUAL**

Según El CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) en 1990 explica que las leguminosas han sido objeto de cultivo desde tiempos prehistóricos, alrededor del 10.000 a.C., y en la actualidad existen una amplia variedad de especies distribuidas en diferentes países. Según Voysest en 1993, el género *Phaseolus* tiene una historia que se remonta al 5300 a.C. e incluye aproximadamente 180 especies, todas originarias del Nuevo Mundo. Camarena (2000) señala que en el Perú, la mayor área de cultivo se encuentra en la región de la sierra (un 6%), seguida de la costa (un 36%) y luego la selva (un 18%). La costa lidera en cuanto a producción (un 7%), principalmente por su alta productividad por unidad de superficie, seguida de la sierra (un 3%). La selva ocupa el tercer lugar con un 18% de la producción nacional, destinando una parte de esta para consumo local, mientras que el resto se envía a los centros urbanos costeros. En el caso de los bosques densos, toda la producción se utiliza para la subsistencia local. Su

importancia nutricional radica en su elevado contenido de proteínas (21,9%) y su alto contenido de carbohidratos (60,9%).

La FAO (1983) indicó que, dentro de las leguminosas que se consideran cereales, el frejol destaca como uno de los más significativos debido a que su contenido de proteínas (20,5%), cuando se combina adecuadamente con cereales, se asemeja a las proteínas de origen animal como la carne. Además, contiene cantidades elevadas de aminoácidos esenciales como la Lisina y el Triptófano. Por lo tanto, se presenta como una opción valiosa para mejorar el estado nutricional de la población.

La producción a nivel nacional ha experimentado un descenso, disminuyendo de 70,382 toneladas métricas en el período de 1999 a 2003 a 52,391 Tm. Durante este período, la provincia de Cajamarca lideró con 12,131 Tm, seguida de cerca por Arequipa con 731 Tm en el año 2003 (León 2006). En términos del rendimiento nacional en el año 2003, se observa una estabilidad prácticamente sin cambios con una ligera mejoría con respecto a años previos. En este aspecto, el departamento de Moquegua se destacó al ocupar el primer lugar con 2,889 kg/ha, seguido de Tacna con 2,250 kg/ha. Es importante destacar que este rendimiento superó el de cultivos anteriores (León 2006).

### **1.3. TAXONOMÍA**

La caraota (*Phaseolus vulgaris* L.), llamada también frejol común, frejol judío, poroto, frejol negro, según la región o país, es una de las leguminosas de grano más importante en el mundo, precedida solamente por la soya (*Glycine max* (L.) Merr.) y el maní (*Arachis hipogea* L.). Este rubro complementa a los cereales y a otros alimentos ricos en carbohidratos, proporcionando así una nutrición adecuada; sobre todo en regiones donde la población tiene un limitado acceso a las proteínas de origen animal (Gaitán et al., 2002; García et al., 2009; Singh, 1999). *P. vulgaris* es una especie autógama, diploide (2n=22 cromosomas) por lo que todos los cultivares comerciales son líneas puras o mezclas de líneas. (Voyses, 2000). Su clasificación botánica, según Strasburger (2004), está representada por:

Reino	: Plantae
Subreino	: Tracheobionta (plantas vasculares)
Subdivisión	: Spermatophytas (plantas con semillas)
División	: Magniliophytas (plantas con flores)
Clase	: Magniliopsida (Dicotiledóneas)
Subclase	: Rosidae
Superorden	: Fabanae
Orden	: Fabales
Familia	: Fabacea (Leguminoseae)
Subfamilia	: Papilionoidae
Género	: <i>Phaseolus</i>
Especie	: <i>Phaseolus vulgaris</i> L.
Nombres Vulgares	: Frejol negro, Karaota,
Número de cromosomas:	diploide de 22 cromosomas

#### **1.4. MORFOLOGÍA**

La planta del frejol presenta una serie de características morfológicas, algunas de las cuales muestran poca influencia del entorno, y que sirven para identificar tanto la especie como las distintas variedades.

##### **1.4.1. Raíz**

Durante las primeras etapas de crecimiento, el sistema de raíces se origina a partir del centro del embrión, evolucionando luego en la raíz primaria o principal. A medida que pasan los días, se observa la aparición de raíces secundarias, seguidas de raíces terciarias y otros apéndices como pelos radiculares en todos los puntos de crecimiento radicular. Aunque las raíces están diferenciadas en su conjunto, el sistema radicular tiende a desarrollarse de forma filamentosa en algunos casos, mostrando incluso una variación considerable incluso dentro de una misma variedad. La mayor concentración de raíces se encuentra en los primeros 2 cm de profundidad del suelo (Valladolid 1993). También se presentan nódulos en las raíces laterales de las partes superior y media del sistema radicular. Estos nódulos tienen una forma poliédrica y albergan bacterias del género *Rhizobium*, las cuales tienen la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico, contribuyendo así a las necesidades de este elemento por parte de las plantas.

### **1.4.2. Tallo**

El tallo, considerado como el eje central de la planta, es de naturaleza herbácea y se compone de una sucesión de nudos y entrenudos. Dependiendo de su patrón de crecimiento, puede ser erecto, inclinado o postrado. Surge del meristemo apical presente en el embrión de la semilla, y desde la germinación, este meristemo muestra una marcada predominancia apical. A medida que se desarrolla, produce nudos que se convierten en puntos de inserción para hojas o cotiledones en el tallo.

Al ascender en la planta, el primer nudo que encontramos corresponde a los cotiledones, los cuales se distinguen por tener dos inserciones opuestas que corresponden a los cotiledones mismos. La sección inicial del tallo entre el punto de inserción de la raíz y el primer nudo se conoce como hipocótilo. El siguiente nudo es el de las hojas principales, situado justo encima. Entre el nudo de los cotiledones y el de las primeras hojas existe un verdadero espacio de crecimiento llamado epicótilo.

En el tallo, en cada nudo, se encuentran otros órganos como hojas, ramas, racimos y flores. También es importante considerar el concepto de guía, que se refiere al tallo o rama que sobresale del conjunto de follaje de la planta (Rosas 2003).

### **1.4.3. Ramas y complejos auxiliares**

Las ramificaciones surgen a partir de un conjunto de tres yemas ubicadas en las axilas de las hojas. Estos agrupamientos axilares se componen de tres brotes conocidos como "tripletes", que pueden clasificarse en tres categorías:

Totalmente vegetativos: Inicialmente, el brote central se desarrolla, lo que da lugar a la ramificación, y generalmente solo uno de los brotes secundarios muestra un crecimiento significativo.

Floración y vegetativo: La yema central da origen a una inflorescencia, mientras que los brotes laterales producen al menos una rama.

Completamente florecido: solo los brotes laterales se transforman en botones florales, mientras que el brote central permanece inactivo. Este patrón de desarrollo se observa específicamente en el nudo terminal de las plantas clasificadas como tipo I.



#### **1.4.4. Hojas**

Las hojas del caqui pueden presentarse de forma simple o compleja y están unidas a los nudos de los tallos y ramas. En condiciones normales, existe una amplia variabilidad en el color y la vellosidad de las hojas, y estas características pueden o no estar vinculadas al color y la vellocidad del tallo. Las discrepancias también están influenciadas por el cultivar, la ubicación de las hojas en la planta y la edad (CIAT 1998).

Las hojas primarias simples, que emergen en el segundo nudo del tallo, se originan en la semilla y se desprenden antes de que la planta alcance su total desarrollo. Por otro lado, las hojas trifoliadas son características de las plantas de guisante, y constan de tres folíolos, un pecíolo y un folíolo (Valladolid, 1993).

#### **1.4.5. Inflorescencia**

Las inflorescencias son terminales o axilares. Desde la botánica, se considera un racimo, es decir, un racimo primario formado por racimos secundarios, derivados de un complejo de tres yemas (tripletes) se encuentran en el axón formado por brácteas primarias y cotiledones. En la inflorescencia se pueden identificar tres componentes principales: el eje de la inflorescencia, constituido por el pecíolo y los cotiledones, las brácteas principales y los botones florales (CIAT 1998).

#### **1.4.6. Flor**

La flor del guisante de mariposa es una flor típica de la familia Fabaceae. Su desarrollo ocurre en dos etapas distintas: la etapa de capullo y la etapa de flor completamente abierta. El botón floral, ya sea que surja de la inserción de un racimo o del desarrollo completo de los botones axilares en su estado original, está rodeado por brácteas ovales o circulares. En su etapa final, la corola, aún cerrada, se eleva por encima y las brácteas solamente cubren el cáliz.

La flor se compone de cuatro partes principales: el cáliz, la corola, el androceo (conjunto de órganos masculinos) y el gineceo (órgano femenino). La morfología de la flor del guisante de mariposa favorece la autopolinización, ya que la antera se encuentra al mismo nivel que el estigma, y, además, ambos órganos quedan completamente protegidos por la antera. Cuando el polen se libera (antipolen), cae directamente sobre el estigma, facilitando la autopolinización (CIAT 1984).

#### **1.4.7. Fruto**

El fruto del frejol es un bivalvo, que deriva del ovario comprimido, que puede ser de varios colores, uniforme o rayado, según la variedad. Aparecen dos suturas en la unión de las valvas: la sutura dorsal, conocida como placenta, y la sutura ventral. Los óvulos, que son futuros guisantes, se intercalan en la sutura placentaria y la presencia de fibras en la sutura y el interior de la válvula determina la ovulación, lo que sirve para ordenar en las distintas variedades. Las vainas fibrosas tienden a partirse a medida que madura la cosecha, sirviendo para secar cultivos de cereales, mientras que las vainas no tienen mucha fibra en los puntos y son muy adecuadas para el consumo en verde. (Valladolid 1993)

#### **1.4.8. Semilla**

La semilla se origina a partir del óvulo fecundado y carece de albúmina, lo que significa que los nutrientes se almacenan en los cotiledones. Puede presentar diversas formas, como ovalada, redonda, cilíndrica o en forma arriñonada; Además, tiene muchas variaciones de color (blanco, crema, rojo, amarillo, marrón, morado), combinación de colores, forma y brillo. La amplia variación en la apariencia de las semillas se toma en cuenta al clasificar variedades y variedades comerciales de habas (CIAT 1998). De la parte exterior de la semilla son: el pericarpio o la cáscara, correspondiente a la capa secundaria del óvulo; hilio, que enlaza la semilla con la placenta; Micropilo, que es una abertura en la tapa cerca del hilio, a través de este orificio se lleva a cabo la absorción de agua; rafe, proviene de la unión del funículo con elementos externos al óvulo. Internamente, se compone del embrión, que consta de plúmula, radícula y cotiledón.

### **1.5. HABITO DE CRECIMIENTO DEL FREJOL**

Valladolid (1993) destacó que este rasgo morfológico-agronómico juega un papel crucial en la conducción del cultivo y en el potencial de rendimiento de la variedad. Según el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), los hábitos de crecimiento se refieren a cómo la planta se expande en el espacio durante su desarrollo, lo cual es el resultado de la interacción entre características internas (genotipos) y factores externos, los cuales están sujetos a cambios en el tiempo y el espacio.

Se distinguen diferentes tipos de hábitos de crecimiento, denominados Tipo I, Tipo II, Tipo III y Tipo IV, siendo los tres primeros comunes en las áreas costeras,

mientras que el Tipo IV es más predominante en zonas montañosas y boscosas. Los hábitos pueden ser clasificados como definidos, si al inicio del período reproductivo los tallos y las ramas culminan en manojos, o indefinidos si terminan en meristemas vegetativos.

**Tabla 1.1**

*Hábito de crecimiento de frejol común*

<b>Habito de crecimiento</b>	<b>Descripción</b>
<b>Tipo I</b>	<b>Habito de crecimiento determinado arbustivo</b> El tallo y las ramas terminan en una inflorescencia desarrollada, bajo número de entrenudos normalmente cortos. Etapa de floración corta y la madurez de todas las vainas ocurre casi al mismo tiempo.
<b>Tipo II</b>	<b>Habito de crecimiento indeterminado arbustivo</b> Tallo erecto sin aptitud para trepar (termina en una guía corta). Pocas ramas y no producen guías. Las plantas continúan creciendo durante la etapa de floración, aunque a un ritmo menor.
<b>Tipo III</b>	<b>Habito de crecimiento determinado postrado</b> Plantas postradas o semipostradas con ramificación desarrollada cuyos entrenudos, tallo y ramas terminan en guías. El tallo y el grado de ramificación originan variaciones en la arquitectura de la planta. Algunas son postradas desde las primeras etapas de la fase vegetativa; otras son arbustivas hasta prefloración y luego son postradas. Pueden presentar aptitud trepadora.
<b>Tipo IV</b>	<b>Habito de crecimiento determinado trepador</b> A partir de la primera hoja trifoliada, el tallo desarrolla capacidad de torsión (habilidad trepadora). La floración es más larga que la de los otros hábitos, de tal manera que en la planta se presentan, a un mismo tiempo, la etapa de floración, formación de las vainas, el llenado de vainas y la maduración.

**Fuente:** Centro Internacional de Agricultura Tropical de Colombia (1986)

## **1.6. ESTADOS DE DESARROLLO**

El CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) en 1984 identificó un total de diez etapas, divididas en dos fases del desarrollo de las leguminosas, marcadas por eventos fisiológicos clave que, en conjunto, constituyen la secuencia de desarrollo de estas plantas. Cada etapa comienza con un evento específico en el desarrollo de la planta

y concluye cuando inicia la siguiente, y así sucesivamente. Para la identificación de cada etapa se utiliza un código compuesto por una letra y un número. La letra indica el inicio de la fase a la que pertenece la etapa en particular (V si corresponde a una etapa vegetativa o R si es una etapa reproductiva), mientras que los números del 0 al 9 indican la posición de la etapa en la secuencia. Es importante resaltar que la cronología de todas estas etapas está influenciada por factores como la variedad de genotipos, el clima, la temperatura y la exposición a la luz durante el desarrollo del frejol común.

### **1.6.1. Etapas de la fase vegetativa**

- **Etapa V0 (Germinación)**

Durante la germinación, las semillas absorben agua, lo que desencadena divisiones celulares y reacciones bioquímicas que liberan nutrientes almacenados en los cotiledones. Posteriormente, la parte de la raíz emerge y se desarrolla, convirtiéndose en la raíz primaria, de la cual surgen raíces secundarias. Mientras tanto, los cotiledones también se desarrollan y permanecen sobre el suelo.

- **Etapa V1 (Emergencia)**

El ciclo comienza cuando los cotiledones emergen del suelo. Estos cotiledones se enderezan y continúan su crecimiento, luego empiezan a separarse, lo que permite que las hojas principales se desplieguen.

- **Etapa V2 (Hojas primarias)**

Las hojas primarias del frejol se refieren a las primeras hojas que se forman en la planta de frejol durante su desarrollo inicial a partir de la semilla.

- **Etapa V3 (Primera hoja trifoliada)**

El proceso inicia cuando la planta tiene en su característica sus primeras tres hojas planas y completamente abiertas. En un cultivo, esta etapa comienza cuando la planta florece su primera hoja.

- **Etapa V4 (Tercera hoja trifoliada)**

La tercera hoja trifoliada del frejol se refiere a la tercera hoja que se desarrolla en la planta de frejol y que tiene una estructura compuesta con tres folíolos. Esta hoja es una etapa importante en el crecimiento de la planta, ya que marca el desarrollo

de un conjunto más complejo de hojas que permitirá una mayor capacidad de fotosíntesis y absorción de nutrientes.

### **1.6.2. Etapas de la fase reproductiva**

- **Etapa R5 (Prefloración)**

El proceso comienza con la aparición de los primeros botones florales. En ciertas variedades, estos primeros brotes se pueden observar en el último nudo del tallo. Sin embargo, en las variedades indeterminadas, se pueden ver en los nudos inferiores.

- **Etapa R6 (Floración)**

La floración inicia cuando la planta florece por vez primera, y en un cultivo, cuando los 50 primeros aparece con este rasgo. La primera flor que inicia abrirse responde al primer capullo que brota. En algunas variedades, la floración principia en el último nudo del tallo y prosigue hacia la parte inferior. Por el contrario, los cultivares indeterminadas, la floración inicia en la parte inferior del tallo y prosigue hacia arriba. Cuando la flor es fertilizada y se abre, la corola se marchita y comienza el desarrollo de la cubierta de la semilla.

- **Etapa R7 (Formación de las vainas)**

Esta fase en las plantas inicia cuando aparece el primer fruto con presencia de la corola caída o dicho de otra forma desprendida, y en condiciones de crecimiento cuando la planta 50 de número muestra este rasgo. Entre los 10 a 15 días posterior a la floración, la mayoría de las vainas se forman verticalmente y las semillas están poco desarrolladas. Cuando el caparazón consigue el tamaño final y el peso máximo, iniciara el llenado del caparazón.

- **Etapa R8 (Llenado de las vainas)**

En esta etapa del cultivo, comienza cuando el 50% de las plantas inician su desarrollo en la primera vaina. En consecuencia, comienza el crecimiento eficaz de las semillas, finalmente, los granos pierden su color característico verde, de esta manera adquieren las características de la misma variedad.

- **Etapa R9 (Maduración)**

Esta etapa marca el punto final en la secuencia de desarrollo, señalando la madurez del cultivo. Se destaca por el proceso de maduración y secado de las vainas. En un cultivo, se reconoce el comienzo de esta fase cuando al menos el 50% de las plantas muestra una vaina que empieza a perder decoloración y secado. A medida que las vainas se deshidratan, pierden su pigmentación; el contenido de agua en las semillas disminuye hasta llegar a un rango entre el 15% y el 20%, momento en el cual exhiben su tonalidad característica.

### 1.7. VARIEDADES DE FREJOL DE GRANO NEGRO

Según Valladolid (1993), los frejoles negros como del tipo III se determinan en Hábito de crecimiento postrado indeterminado. También como plantas postradas o semipostradas, con ramas desarrolladas. Asimismo, el tallo y las ramas finalizan en guías. Los números de nudos y longitud de los entrenudos de la planta son mayores a los de los tipos I y II. Ciertas variaciones de este tipo tienen la capacidad de trepar, ligeramente, en presencia de algún tipo soporte. Cabe destacar que todas las variedades criollas y algunas variedades mejoradas cultivadas en la costa, pertenecen a este tipo de crecimiento.

**Figura 1.1**

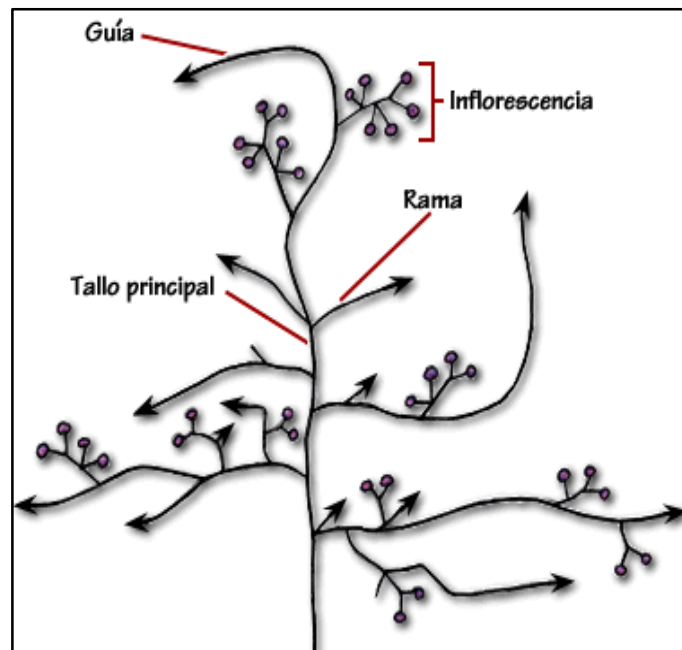
*Desarrollo vegetativo del frejol grano negro*



Fuente: [https://www7.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/legumino/frejol/crecimie.htm](https://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/legumino/frejol/crecimie.htm)

**Figura 1.2**

*Dibujo esquemático del hábito de crecimiento III*



Fuente: [https://www7.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/legumino/frejol/crecimie.htm](https://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/legumino/frejol/crecimie.htm)

## **1.8. CULTIVARES UTILIZADOS**

Los genotipos son cultivares locales que se siembran en la región de Ucayali (Perú) y en diferentes zonas del país de Venezuela

### **V<sub>1</sub> Cultivar Ucayali**

Es un cultivar procedente de la localidad de Ucayali siembra de un agricultor. Es de crecimiento postrado indeterminado, altura de planta promedio de 1.02 m. producción de 2.5 t ha<sup>-1</sup> de grano al 14 % de humedad. Flores de color violáceo. 4 a 5 granos por vaina. Variedad precoz de 110 a 120 días.

### **V<sub>2</sub> Cultivar Lara**

Es un cultivar procedente de Venezuela (Lara) siembra de un agricultor. Es de crecimiento postrado indeterminado, altura de planta promedio de 1.10 m. producción de 2.8 t ha<sup>-1</sup> de grano al 14 % de humedad. Flores de color violáceo. 5 a 6 granos por vaina. Variedad precoz de 120 a 130 días. Es tolerante a la virosis.

### **V<sub>3</sub> Cultivar Menita**

Es un cultivar procedente de Venezuela (Aragua) siembra de un agricultor. Es de crecimiento postrado indeterminado, altura de planta promedio de 1.10 m.

producción de 3.0 t ha<sup>-1</sup> de grano al 14 % de humedad. Flores de color violáceo. 5 a 6 granos por vaina. Variedad precoz de 110 a 120 días. Es un cultivar de vaina negra.

Las variedades V<sub>2</sub> y V<sub>3</sub> a la llegada al Perú fueron almacenadas durante 3 meses y protegidos con un fungicida VITAVAX 400.

### **1.9. TUTORADOS (ESPALDERAS)**

Se utilizaron tutores de ramas de carrizo, este material es abundante en campos de los agricultores de la zona, estas se dispusieron y se colocarán cuando la planta tenía 160 cm de altura en esta medida les salieron las guías a los tallos.

El riego se efectuó en los meses de octubre y noviembre con el sistema de riego por goteo utilizando cintas de riego cada 0.80 m con el sistema presurizado. Ésta cuenta con goteros a cada 30 cm de distancia para distribuir el agua en los meses de diciembre enero y febrero será conducido en el régimen de lluvias.



## **CAPÍTULO II METODOLOGÍA**

### **2.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO**

Esta investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental Canaán, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; Se encuentra geográficamente situado a 13° 08` Latitud Sur y 74° 32` Longitud Oeste, a una altitud de 2735 metros sobre el nivel del mar, en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, que está ubicado en la provincia de Huamanga, en el departamento de Ayacucho.

### **2.2. ANTECEDENTES DEL TERRENO EXPERIMENTAL**

El área donde se llevó a cabo este estudio de investigación ha estado en descanso. Las unidades experimentales recibieron una abonada de fondo según se explica con la extracción del cultivo de frejol (3000 kg grano): 60 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno por ser una leguminosa, 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 100 kg ha<sup>-1</sup> de potasio (Camarena et al, 2009)

### **2.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS**

Para determinar las condiciones climáticas predominantes durante el ciclo del cultivo del frejol de grano negro, se realizó el balance hídrico utilizando los datos registrados de la Estación Meteorológica de Canaán INIA. El Centro Experimental de Canaán, se encuentra en una zona intermedia entre el valle interandino y la región sub andina; de precipitación anual que oscila de 500 mm a 800 mm por año; durante los meses de mayo a octubre los de escasa precipitación, y siendo los meses de diciembre a marzo los tiempos lluviosos. La temperatura promedio anual de Canaán se encuentra aproximadamente de 9.3 °C; presentándose valores extremos que llegan hasta de -2 °C.

En la Tabla 2.1, se detallan las temperaturas promedio tanto máxima, mínima, así como la temperatura media mensuales, las cuales en promedio fueron de 25.1, 9.3 y 17.2 °C respectivamente, la cantidad total de precipitación registrada durante la campaña

alcanzó 439.4 mm. Indicando un año seco.

La temperatura registrada resultó propicia para las diferentes fases fisiológicas del cultivo, manteniéndose dentro del rango óptimo que oscila de 12 y 24 °C de temperatura. Este intervalo es considerado adecuado para para climas fríos y templados, siendo condiciones moderados para el funcionamiento del sistema fisiológico de la planta.

El trabajo experimental, fue iniciado en el mes de octubre y se llevó a cabo bajo riego hasta enero del 2023 con el propósito de evitar situaciones de estrés para la planta.

**Tabla 2.1**

*Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2022-2023. Estación Meteorológica de Canaán INIA Ayacucho*

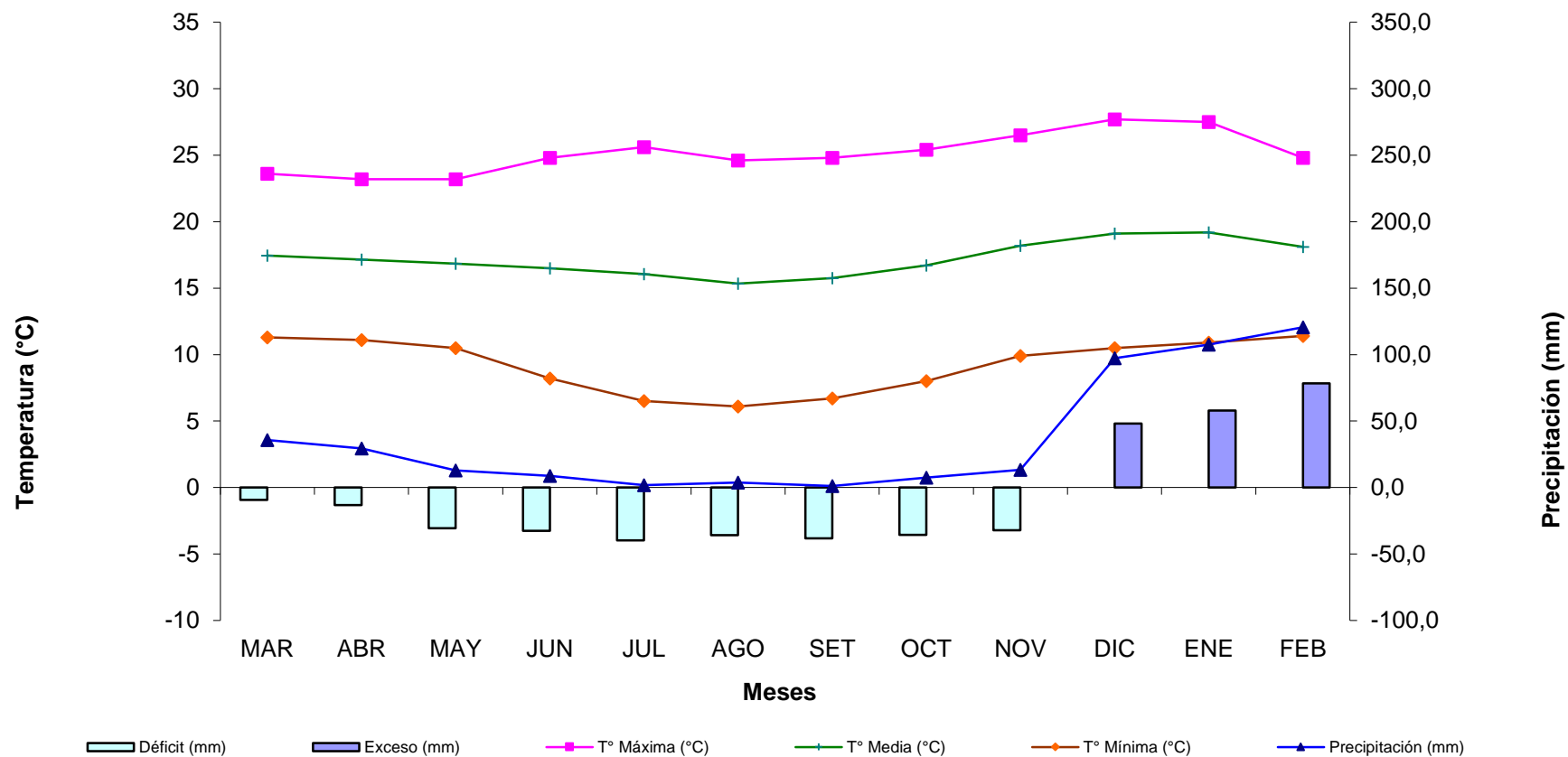
Distrito	: Ayacucho	Altitud	: 2735 msnm
Provincia	: Huamanga	Latitud	: 13° 12' Sur
Dpto.	: Ayacucho	Longitud	: 74° 12' Oeste

MESES	AÑO												Total	Prom
	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB		
T° Máxima (°C)	23.6	23.2	23.2	24.8	25.6	24.6	24.8	25.4	26.5	27.7	27.5	24.8		25.1
T° Mínima (°C)	11.3	11.1	10.5	8.2	6.5	6.1	6.7	8.0	9.9	10.5	10.9	11.4		9.3
T° Media (°C)	17.5	17.2	16.9	16.5	16.1	15.4	15.8	16.7	18.2	19.1	19.2	18.1		17.2
Factor	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.48		
ETP(mm)	86.6	82.3	83.6	79.2	79.6	76.1	75.6	82.8	87.4	94.7	95.2	81.1	1004.2	0.44
Precipitación (mm)	35.8	29.5	12.8	8.7	1.7	3.8	1.1	7.4	13.3	97.3	107.5	120.5	439.4	
ETP Ajust. (mm)	45.0	42.8	43.5	41.2	41.4	39.6	39.3	43.1	45.4	49.3	49.5	42.2		
H del suelo (mm)	-9.2	-13.3	-30.7	-32.5	-39.7	-35.8	-38.2	-35.7	-32.1	48.0	58.0	78.3		
Déficit (mm)	-9.2	-13.3	-30.7	-32.5	-39.7	-35.8	-38.2	-35.7	-32.1					
Exceso (mm)										48.0	58.0	78.3		

Fuente: Estación Meteorológica de Canaán INIA.

**Figura 2.1**

*Diagrama Ombrotérmico: T° vs Pp. y Balance hídrico*



**Fuente:** Estación meteorológica de Canaán INIA

## 2.4. FACTORES EN ESTUDIO

### Factor Cultivares (V)

- Cultivar (v1): Ucayali
- Cultivar (v2): Lara
- Cultivar (v3): Menita

### Factor Tutorado con estacas de carrizo

- Tutor (t1)
- Sin tutor (t2)

#### 2.4.1. Tratamientos

Se tiene 06 tratamientos de la combinación de los cultivares (3) y el tutorado (2)

Las combinaciones se muestran a continuación:

Tratamientos	Tutor	Cultivares
1	Con tutor	Ucayali
2	Con tutor	Lara
3	Con tutor	Menita
4	Sin tutor	Ucayali
5	Sin tutor	Lara
6	Sin tutor	Menita

#### 2.4.2. Características del campo experimental

##### A) Bloques

Número de bloques = 04

Largo de bloques = 20 m

Ancho de bloques = 21 m

##### B) Parcela o unidad experimental

Número de sub parcelas por bloque = 06

Número de parcelas por bloque = 02

Número total de sub parcelas = 24

Largo de sub parcelas = 4.5 m

Ancho de sub parcela = 3.2 m

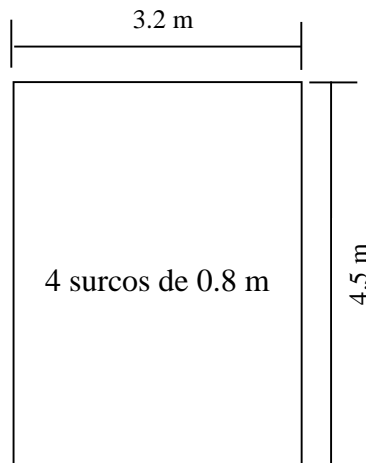
Área de sub parcela = 14.4 m<sup>2</sup>

Distancia entre golpes = 0.30 m (3 semillas por golpe)

**C) Croquis del campo experimental**



**D) Unidad experimental (sub parcela)**



**2.5. DISEÑO EXPERIMENTAL**

El experimento se condujo en el Diseño de Parcelas Divididas, asignando los tutorados en parcelas y las variedades en las sub-parcelas; se establecieron 04 repeticiones

y 06 tratamientos. El total de unidades experimentales fueron de 24. Para determinar los mejores tratamientos se utilizó el análisis de variancia y las pruebas de contraste de Tukey. También se utilizó la técnica de regresión en las variables de asociadas al rendimiento. Para determinar la variabilidad de tratamientos se aplicó diagrama de cajas.

## 2.6. MODELO ADITIVO LINEAL

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \delta_j + (\alpha\delta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

- $\mu$  : Efecto de la media
- $\beta_k$  : Efecto del k-ésimo bloque
- $\alpha_i$  : Efecto del i-ésimo nivel del tutorado que va en parcela
- $\varepsilon_{ik}$  : Efecto del error experimental de parcela
- $\delta_j$  : Efecto del j-ésimo nivel de la variedad
- $(\alpha\delta)_{ij}$  : Efecto de interacción i-ésimo nivel de tutorado, j-ésimo nivel de variedad
- $\varepsilon_{ijk}$  : Error experimental de sub parcela

Alcance de los sub índices:

$$\begin{array}{ll} i = 1, 2 & \alpha_i = 2 \\ j = 1, 2, 3 & \delta_j = 3 \\ k = 1, 2, 3 & r = 3 \end{array}$$

## 2.7. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

### 2.7.1. Preparación del terreno

Se llevó a cabo la preparación del suelo, programado con 10 días de antelación a la siembra. Utilizando una pasada de arado de discos cruzados a una profundidad aproximada de 30 cm; seguidamente se realizó una pasada de rastra con la finalidad de dejar desmenuzado el terreno. Este proceso se completó el 29 de setiembre del 2022.

### 2.7.2. Surcado y demarcación del terreno

Se realizó un día antes de la siembra conjuntamente con el tendido de las cintas de riego, esta operación se realizó con el surcado a 0.80 m, para delimitar las parcelas y sub parcelas para la demarcación se empleó yeso. Labor realizada el 06 de octubre del 2022.

### **2.7.3. Siembra**

El proceso de siembra tubo lugar el 07 de octubre del 2022, y se llevó a cabo de manera manual utilizando usando una herramienta denominada lampa, en cada golpe de siembra se depositó 3 semillas a un distanciamiento entre golpes de 0.30 m en la costilla del surco. Esta distancia se aplicó por los goteros de las cintas de riego.

### **2.7.4. Desahije**

No se efectuó desahijé, ya que durante la siembra se optó por dejar únicamente tres plantas por golpe.

### **2.7.5. Riego**

El riego se utilizó a la necesidad del agua durante los meses de octubre noviembre diciembre y enero cada 15 días, en la localidad se presentó una fuerte sequía en los meses de diciembre y enero por lo que se siguió utilizando el agua de riego, y en el mes de noviembre del 2022 se presentó una helada severa (15 de noviembre 2022); este problema se superó utilizando el abono foliar a todas las plantas.

### **2.7.6. Control de malezas**

Se realizó el control de malezas de manera manual con la finalidad de tener limpio el cultivo, esta operación se realizó en cuatro oportunidades a los 24 dds, 50 dds, 70 dds y a los 90 dds.

### **2.7.7. Fertilización**

La fertilización se llevó a cabo de forma manual con la asistencia de una herramienta llamada lampa. Durante el proceso de la siembra, se aplica fósforo (Fosfato di amónico) y potasio (Cloruro de potasio), en la primera mitad de la siembra se añadió una parte del nitrógeno (Urea) y al momento de realizar el aporque se aplicó la otra parte del nitrógeno (Urea).

### **2.7.8. Control fitosanitario**

El control se llevó a cabo en respuesta a la aparición de plagas y enfermedades comunes en el cultivo de frejol. Se procuró aplicar los productos adecuados, evitando una prolongada presencia de plaga o enfermedad en el cultivo.



### 2.7.9. Cosecha

Se realizó considerando el estado de madurez de cosecha, entre los 115 y 122 días después de la siembra, de manera manual, extrayendo 10 plantas representativas de la parcela de los surcos centrales por cada repetición, en un total de 40 plantas evaluadas para su análisis posterior, Posteriormente se procedió a la cosecha del resto de las plantas del campo con el propósito de determinar el rendimiento. El material cosechado y debidamente codificado fue llevado al Programa de Investigación de Cultivos Alimenticios. Para culminar el proceso la cosecha total del frejol fue secado al aire libre, después de 8 días se realizó la trilla de manera manual y se registrando todos los datos pertinentes.

## 2.8. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

### 2.8.1. Precocidad

La evaluación de esta variable se llevó a contando los días transcurridos en después de la siembra y cuando el 50% de las plantas se encontraban en la fase fonológica indicada o en la cual se quiera evaluar.

- **Emergencia.** Se determinó visualmente cuando más del 50% de las plantas habían emergido en el campo.
- **Formación de hojas unifoliadas.** Se evaluó en el estado cuando la planta tenía las hojas unifoliadas.
- **Primera hoja trifoliada.** La evaluación cuando la planta tuvieron de una a 3 hojas.
- **Inicio de floración.** Cuando el 10% de las flores tenían las flores abiertas.
- **Plena floración.** La evaluación se realizó cuando el 50% de las plantas mostraron flores abiertas.
- **Formación de vainas.** Cuando más del 50 % de plantas se encontraron en este estado de formación de vainas.
- **Formación de grano.** Cuando más del 50 % de vainas tenían granos formados en estado de leche.
- **Madurez fisiológica.** Cuando el 50% se muestra el grano estaban cambiando al color negro característica de esta variedad.
- **Madurez de cosecha.** Cuando los granos tengan aproximadamente 16 a 20% de humedad.

### 2.8.2. De rendimiento

Son variables relacionadas con el rendimiento:

- **Altura de planta.** Se evaluaron se realizó cuando la planta alcanzó su desarrollo máximo, es decir cuando la planta se encontraba esté en el estado de madurez de cosecha.
- **Número de vainas por planta.** Se evaluó a la madurez de cosecha de 10 plantas representativas en cada repetición.
- **Longitud de vainas.** Se precisa la madurez de cosecha observando las vainas formadas en este estado.
- **Número de granos por vaina.** Se diagnosticó cuando las plantas estuvieron en madurez de cosecha, se determina 10 vainas representativas de cada planta por cada una de la repetición.
- **Peso de 1000 semillas.** Se evaluó cuando se realizó el proceso de la cosecha con los granos al 14 % de humedad.
- **Rendimiento.** Se procedió a evaluar el peso de grano al 14 % de humedad en cada unidad experimental y este valor se extrapoló para obtener el rendimiento por hectárea al momento de la cosecha.
- **Índice de cosecha.** Se seleccionaron 10 plantas representativas y se pesó la planta completa en seco y los granos, implantándose una relación de peso seco de granos sobre peso seco total de planta de frejol. Se consignó para cada una de las parcelas experimentales.

$$I.C = \frac{\text{Peso seco del grano}}{\text{Peso seco total}} \times 100$$

### 2.8.3. Mérito económico

Se llevó a cabo tomando en consideración la utilidad neta y los costos de producción de cada tratamiento. El índice de rentabilidad de los tratamientos se determinó con la siguiente fórmula:

$$I.R = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Costo total}} \times 100$$

### CAPÍTULO III

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 3.1. VARIABLES DE PRECOCIDAD

**Tabla 3.1**

*Análisis descriptivo de la fenología del cultivo de frejol de grano negro en número de días después de la siembra (dds) en los diferentes tratamientos. Canaán 2735 msnm*

<b>Tratamientos</b>	<b>Emergencia</b>	<b>Hojas trifoliadas</b>	<b>Plena Floración</b>	<b>Madurez Fisiológica</b>	<b>Cosecha</b>
Tutor Ucayali	8 -10	20-30	55 – 60	90-102	115-122
Tutor Lara	8 -10	20-30	55 – 60	90-102	115-122
Tutor Menita	8 -10	20-30	55 – 60	90-102	115-122
Sin Tutor Ucayali	8 -10	20-30	55 – 60	90-102	115-122
Sin Tutor Lara	8 -10	20-30	55 – 60	90-102	115-122
Sin Tutor Menita	8 -10	20-30	55 – 60	90-102	115-122

La fenología del frejol y otros cultivos guardan la importancia en que se pueda fijar las diversas actividades en el manejo agronómico. En la tabla 3.1 se observa que la madurez fisiológica se da entre los 90 a 102 dds, la cosecha se inició a partir de los 115 días después de la siembra finalizando a los 122 dds esta diferencia se debió por la presencia de lluvias de estos meses.

Como lo afirma, Villanueva (2010) al realizar la prueba en 6 variedades de frejol negro en tres localidades de Guatemala, se observaron muy poca diferencia en los estados fenológicos dentro de las variedades; ocurriendo la formación de las hojas trifoliadas desde la primera hasta la tercera fueron de 14 a 26 dds, además el inicio de floración y fin de la floración se dio entre los 30 a 40 dds, se reporta también la madurez del grano de 82 a 88 dds y la cosecha entre 95 a 100 dds. Estos valores muestran cierta precocidad con los datos obtenidos en el presente experimento, esta diferencia se debe a la temperatura de Guatemala que tiene un promedio de mínima de 12 °C y 16 °C , mientras

que las máximas son de 22 °C y 29 °C (<https://www.guiaviajes.org/guatemala-clima/#>). Estos resultados hacen que los resultados obtenidos en el presente experimento muestren una cierta fenología tardía.

### 3.2. VARIABLES DE RENDIMIENTO

#### 3.2.1. Altura de planta

**Tabla 3.2**

*Análisis de variancia de la altura de planta del frejol de grano negro. Canaán 2735 msnm*

<b>F. Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;Fc</b>
Bloque	3	3.60	1.20	1628.12	<0.0001 **
Tutor (T)	1	87.98	87.98	119288.28	<0.0001 **
Error (a)	3	0.0022			
Cultivares (C)	2	74.67	37.34	71.45	<0.0001 **
Interacción (T x C)	2	0.05	0.02	0.05	0.9556 ns
Error (b)	12	6.27	0.52		
Total	23	172.57			

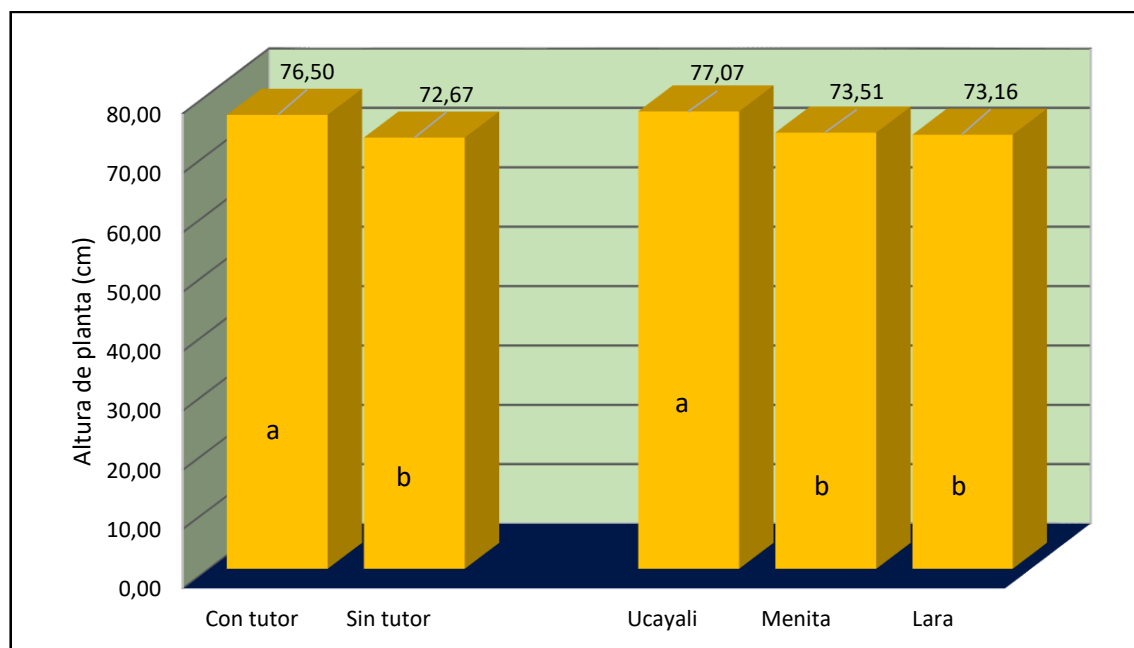
C.V. = 0.97 %

La altura de planta en el frejol de grano negro es de suma importancia y es un indicador de la formación de biomasa que repercutirá en la mayor capacidad fotosintética.

La tabla 3.2 revela alta significación en los bloques justificando el modelo utilizado. Existe alta significación estadística en los efectos principales de tutor y variedades, esto significa respuesta al uso del tutor y las diferentes variedades en estudio. Existe una buena precisión del experimento explicado por el coeficiente de variación.

**Figura 3.1**

*Prueba de Tukey de los efectos principales de la altura de planta en los tutorados y los cultivares del frejol grano negro. Canaán 2735 msnm*



La figura 3.1 demuestra los efectos principales de los tutorados y las variedades en la altura de planta, se observa una respuesta al tutorado que con diferencia estadística de 76.50 cm supera al sin tutor. El cultivar Ucayali es superior en altura de planta con 77.07 cm.

Los frejoles de grano negro mejorados en el Ecuador, como la nueva variedad del frejol arbustivo INIAP 482 Afroandino frejol de habito de crecimiento arbustivo indeterminado tipo III alcanzan alturas de 50 a 60 cm cuando se siembra sin tutor (Peralta et al, 2011) en nuestro experimento alcanzaron altura de plantas mayores de 72 cm esto debido al uso de tutores que modifican en algo estas alturas de planta. Además, estos frejoles presentan guía en la floración de tal manera que se puede justificar el uso de tutores, pero será la parte económica la que justifica su uso.

### 3.2.2. Número de vainas por planta

**Tabla 3.3**

*Análisis de variancia del número de vainas por planta en el frejol de grano negro. Canaán 2735 msnm*

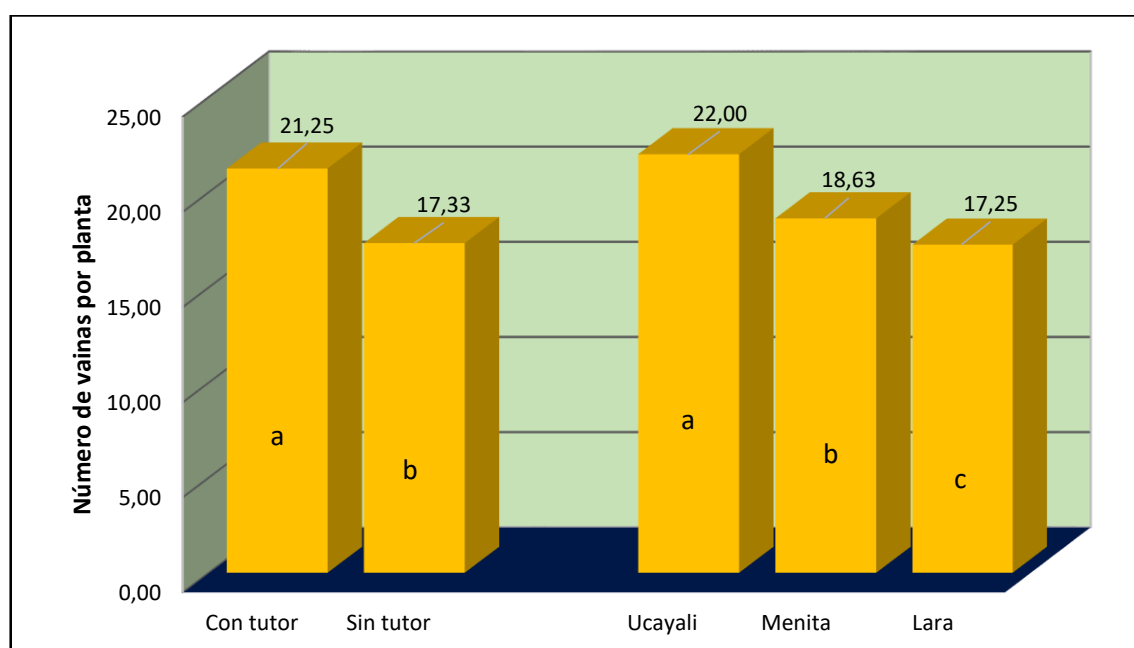
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	53.46	17.82	427.67	0.0002 **
Tutor (T)	1	92.04	92.04	2209.00	<0.0037 **
Error (a)	3	0.12			
Variedades (C)	2	95.58	47.79	70.22	<0.0001 **
Interacción (T x C)	2	7.58	3.79	5.57	0.0194 ns
Error (b)	12	8.17	0.68		
Total	23	256.96			

C,V. = 4.28 %

El número de vainas por planta es un indicador del rendimiento del frejol y las diferentes leguminosas. En la tabla 3.3 se observa alta significación estadística en los efectos principales del tutorado y las diferentes variedades. El coeficiente de variación es una medida de buena precisión que permite tener confianza en la validez de los resultados obtenidos.

**Figura 3.2**

*Prueba de Tukey de los efectos principales del número de vainas por planta en los tutorados y los cultivares del frejol grano negro. Canaán 2735 msnm*



Al ser esta variable muy importante en la predicción del rendimiento del frejol, en la figura 3.2 se observa diferencia estadística a favor del tutorado donde el tratamiento con tutor muestra un valor de 21.25 vainas por planta en promedio de los cultivares, en cuanto a las variedades es el cultivar Ucayali que se muestra superior a las otras con un valor de 22.00.

Los cultivares evaluados se caracterizan por tener un tallo principal y dos ramas, por ello el número de vainas por planta son de un gran valor en esta variable. El número de vainas por planta es una variable cuantitativa del rendimiento que difiere entre los genotipos y es de baja heredabilidad y gobernado por muchos genes, es fuertemente influenciado por las condiciones ambientales (White, 1985). Pueden presentar alta variación dentro de cada variedad. En nuestro experimento se encontró una gran variación de 10 vainas hasta 60 vainas por planta. El tutorado es una actividad que reporta un mayor número de vainas.

Pareja (2011) Reporta en su trabajo de tesis conducido en la estación Experimental de Canaán Ayacucho a 2735 msnm, aplicando dosis de Guano de isla con un abonamiento de fondo de 60-80-60 de NPK, donde el mayor número de vainas por planta se obtuvo con 1.0 t ha<sup>-1</sup> del abono orgánico con un promedio de 39.3 vainas por planta estos valores altos difieren por los obtenidos en el presente experimento, resultado explicado porque el autor mencionado contó este número por unidad de golpe.

### 3.2.3. Peso de 1000 semillas

**Tabla 3.4**

*Análisis de variancia del peso de 1000 semillas del frejol de grano negro. Canaán 2735 msnm*

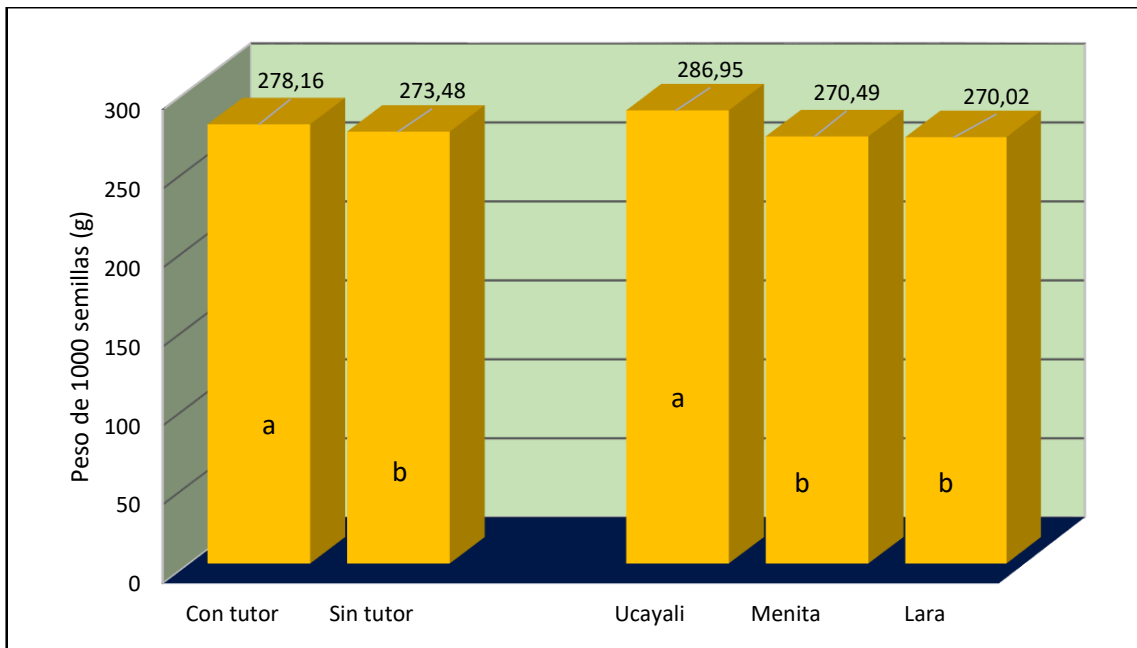
<b>F. Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;Fc</b>
Bloque	3	4.58	1.53	1.78	0.3244 ns
Tutor (T)	1	131.09	131.09	152.39	0.0011 **
Error (a)	3	2.58			
Variedades (C)	2	1486.64	743.32	264.74	<0.0001 **
Interacción (T x C)	2	17.45	8.72	3.11	0.0818 ns
Error (b)	12	33.69	2.81		
Total	23	1676.03			

C,V. = 0.61 %

La tabla 3.4 del análisis de variancia, nos muestra alta significación estadística en los efectos principales del tutorado y los diferentes cultivares evaluadas donde existe alta significación estadística en estos dos efectos principales. Se tiene una alta precisión estadística mostrada en el coeficiente de variación.

**Figura 3.3**

*Prueba de Tukey de los efectos principales del peso de 1000 semillas en los tutorados y los cultivares del frejol grano negro. Canaán 2735 msnm*



La diferencia mediante la prueba de Tukey se observa en la figura 3.3 donde el tutorado responde estadísticamente con superioridad con un peso de 1000 semillas de 278.16 g. En cuanto a los cultivares en promedio del tutorado; el cultivar Ucayali tiene un mayor peso con un valor de 286.95 g.

En este cultivar el peso de 1000 semillas es un valor que va a medir la calidad del grano tanto para la comercialización como para el uso de semillero. Pareja (2011) en su trabajo experimental con el frejol de grano negro en lugar de Canaán -Ayacucho, reporta el peso de 1000 semillas promedios para los niveles de Guano de Isla 0.75 y 1.0 t ha<sup>-1</sup> pesos de 243.7, 240.6 respectivamente. En nuestro experimento se obtuvieron valores ligeramente superiores, respuestas explicadas por la variación del cultivar y el manejo agronómico utilizado.



### 3.2.4. Rendimiento de grano

**Tabla 3.5**

*Análisis de variancia del rendimiento de grano del frejol de grano negro al 14 % de humedad. Canaán 2735 msnm*

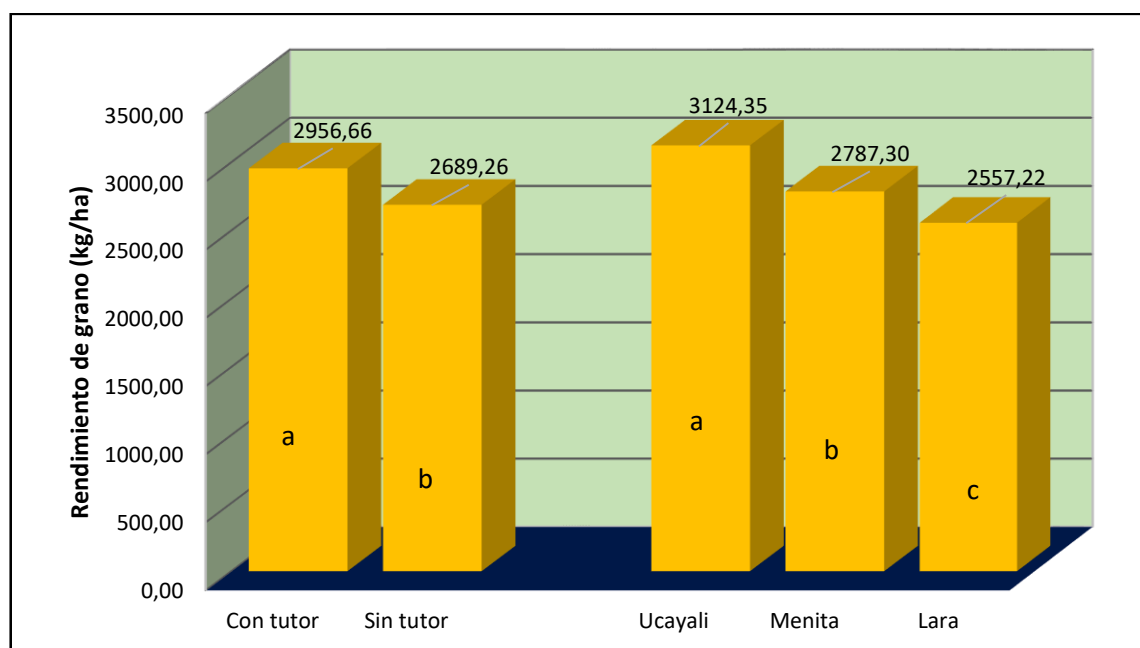
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	30059.02	10019.67	0.99	0.5033 ns
Tutor (T)	1	429008.54	429008.54	42.37	0.0074 **
Error (a)	3	30373.41			
Variedades (V)	2	1301803.24	650901.62	22.03	0.0001 **
Interacción (T x V)	2	100063.35	50031.68	1.69	0.2250 ns
Error (b)	12	354588.00	29549.00		
Total	23	2245895.56			

C.V. = 6.09 %

La tabla 3.5 muestra el análisis de variancia (ANVA) del rendimiento de grano del cultivo de frejol negro, donde existe alta significación estadística en los efectos principales del tutorado y cultivares. Se observa también buena precisión en el coeficiente de variación. Los resultados permiten el análisis en forma independiente estos efectos.

**Figura 3.4**

*Prueba de Tukey de los efectos principales del rendimiento de grano al 14 % en los tutorados y los cultivares del frejol grano negro. Canaán 2735 msnm*



En todo cultivo la variable más importante es el rendimiento, en el cultivo del frejol el rendimiento de grano se expresa al 14 % de humedad. En la siguiente figura 4 se observa que el rendimiento responde al tutorado siendo el tratamiento con tutor en cualquier variedad muestra una productividad de 2956.66 kg ha<sup>-1</sup>. En cuanto a la variedad evaluadas es el cultivar Ucayali con un valor de 3124.6 kg ha<sup>-1</sup> es la de mayor productividad con tutor y sin tutor.

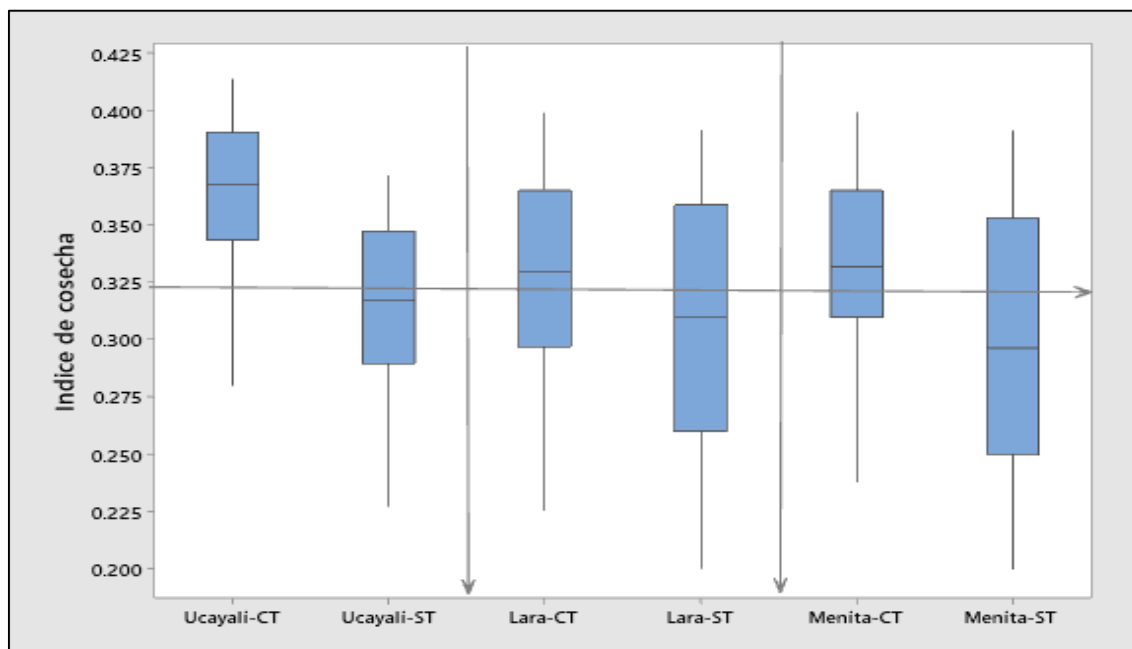
Los resultados obtenidos concuerdan con muchos trabajos experimentales. Sin embargo, es necesario recalcar que el rendimiento está gobernado por muchos genes y esta variable es de baja heredabilidad afectado por el ambiente. Teniendo en cuenta el trabajo experimental de Pareja (2011) afirma al tratamiento que tiene un abonamiento de fondo de 60-80-60 de NPK adicionando 1.0 t ha<sup>-1</sup> de Guano de Isla obtiene 3119.78 kg ha<sup>-1</sup> de grano de frejol de grano negro y con 0.75 t ha<sup>-1</sup> del mismo abono orgánico logró 3010.44 kg ha<sup>-1</sup> de grano de frejol al 14 % de humedad. Los resultados mostrados coinciden con los obtenidos en la variedad Ucayali que muestra un promedio 3124.25 kg ha<sup>-1</sup> como efecto principal con tutor y si tutor.

Araya-Villalobos et al (2022) lanzan la comercialización para los agricultores el cultivar de frejol común mesoamericano de semilla negra "UCR 55". Esta variedad ha sido adaptada a los suelos pobres en P (<10 ppm) y mostrando su resistencia a *C. lindemuthianum*, por lo tanto la hacen una variedad adecuada para la siembra de frejol en zonas con una altitud superior a 1000 msnm en Costa Rica. Además, entre otras características presentan el rendimiento promedio de grano al 14 % de humedad en 8 parcelas de validación en fincas de productores y bajo manejo comercial en Costa Rica un rango de rendimientos desde 856 a 2345 kg ha<sup>-1</sup>. Experimentalmente en nuestro trabajo se alcanzó rendimientos hasta de 3124.35 kg ha<sup>-1</sup>, pero comparativamente no se puede efectuar la comparación de un resultado experimental con el de la siembra comercial. Por tanto, se puede aproximar a un buen rendimiento si en el frejol de grano negro efectuemos un mayor control del ambiente.

### 3.2.5. Índice de cosecha

Figura 3.5

Diagrama de caja del índice de cosecha de los cultivares con y sin tutorados. Canaán 2735 msnm



La figura 3.5 muestra la diferencia existente en el índice de cosecha los cultivares evaluadas, cuando los granos secos al 14 % de humedad y la biomasa en estado seco. En la figura se nota que los cultivares donde se utiliza el tutor muestran un mayor promedio (mediana), y en el cultivar Ucayali con tutor muestra la mayor mediana con un valor de 3.60. los cultivares Lara sin tutor y Menita Sin tutor son lo de mayor dispersión en sus valores pues tienen los mayores rangos. Las variedades con tutor como Ucayali, Lara y Menita muestran mayor respuesta al rendimiento cuando se maneja agronómicamente en forma adecuada con el tutorado, deshierbo y su control sanitario.

A lo indicado, se han utilizado varias medidas de eficiencia de planta en cereales (Barriga, 1972), el índice de cosecha es una de ellas. El término índice de cosecha, fue introducido por Donald (1962), cuantifica el rendimiento económico (granos) en porcentaje del rendimiento biológico (es decir la materia seca total de la parte aérea de la planta a la madurez). El índice de cosecha es una variable que expresa la eficiencia de un cultivo en producir el producto deseado.

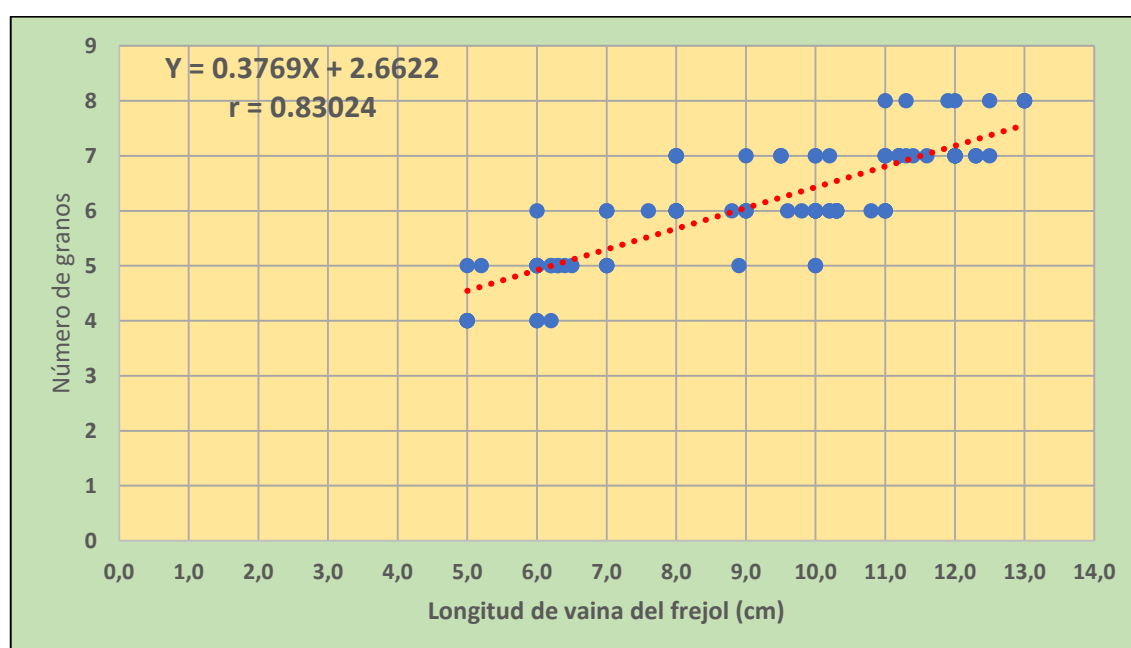
De acuerdo con Davis & García (1983) manifiesta que los cultivares de frejol de hábito de crecimiento indeterminado muestra un mayor Índice de Cosecha en

comparación con los de crecimiento determinado, Esto se debe al tener un mayor ciclo de cultivo, la cantidad de radiación interceptada es mayor, y por consiguiente, se incrementa la producción de foto-asimilados, los cuales al ser distribuidos a los órganos de interés económico contribuyen a incrementar el IC.

### 3.2.6. Regresión de longitud de vaina y número de granos

**Figura 3.6**

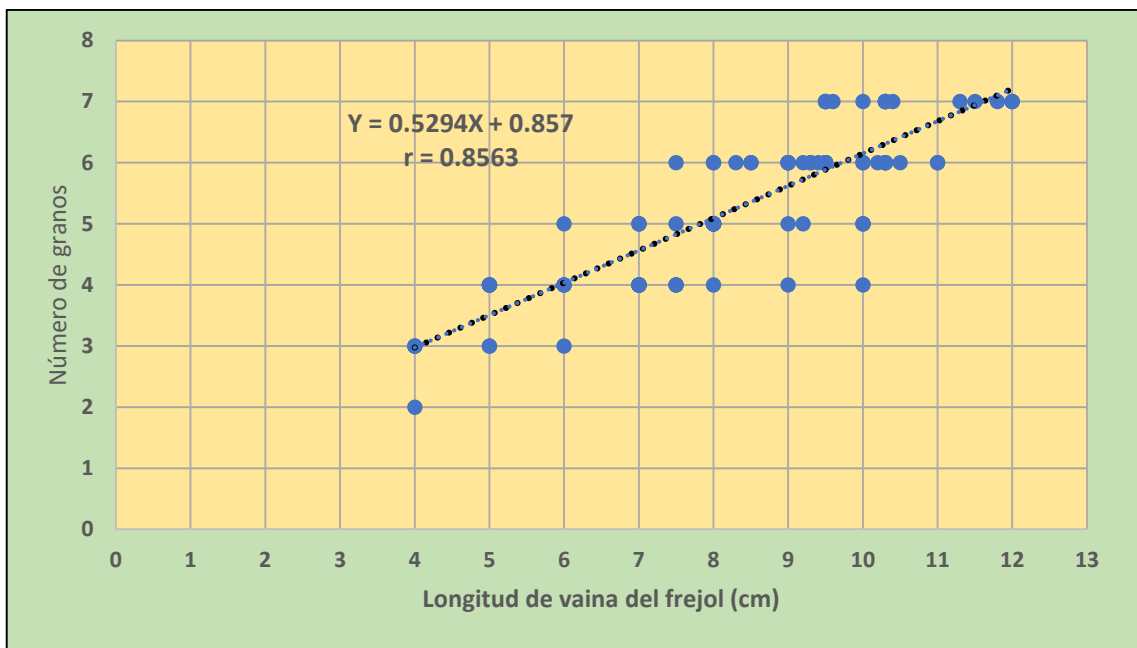
*Regresión lineal de la longitud de vaina y el número de granos en el cultivar Ucayali. Canaán 2735 msnm*



La figura 3.6 demuestra la regresión lineal simple de la longitud de vaina y el número de granos, se observa en el cultivar Ucayali donde se muestra una gran asociación positiva que a medida que se incrementa la longitud de vaina también se acrecienta el número de granos. Al tener una longitud promedio de 9.3 cm se alcanza un número de grano de 6.2. Resultado superior a las dos variedades en evaluación; esta regresión muestra también la gran variabilidad de esta relación producto de la interacción del ambiente con la variable en estudio. La importancia de la regresión es su carácter de predicción, esto indica que la longitud de vaina es la variable que está vinculada y productora del rendimiento de esta variedad.

**Figura 3.7**

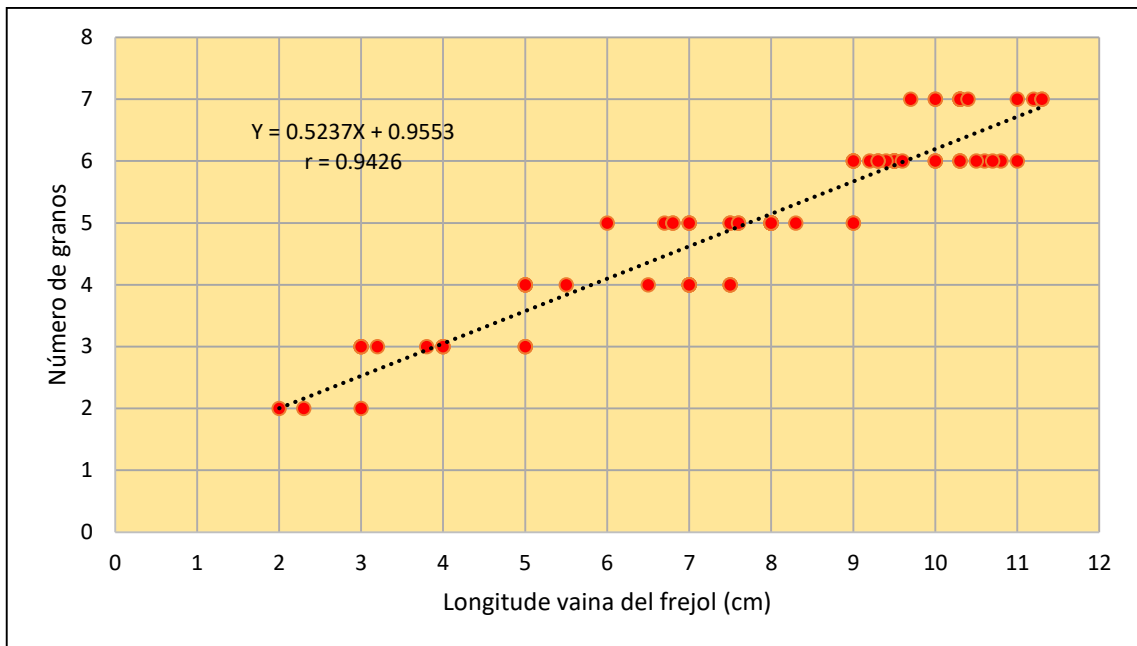
*Regresión lineal de la longitud de vaina y el número de granos en la variedad Lara. Canaán 2735 msnm*



La figura 3.7 muestra la regresión de la longitud de vaina y el número de granos, donde esta variedad alcanzó desde 4 hasta 12 cm de longitud, un máximo de 7 granos. La relación mostrada también muestra alta correlación positiva a mayor longitud existe una mayor repuesta al incremento del número de granos. Se observa también una gran variación en esta variable existen vainas con contenido desde 2 granos hasta 7 granos. Se observa para un promedio de 8.4 cm de longitud existe un valor promedio del número de granos de 5.3, este valor obtenido poca productividad de esta variedad por la poca longitud de vaina alcanzada que refleja un menor número de grano.

**Figura 3.8**

*Regresión lineal de la longitud de vaina y el número de granos en el cultivar Menita. Canaán 2735 msnm*



La figura 3.8 muestra la regresión de la longitud de vaina del frejol y el número de granos, se observa también una alta correlación, además se observa la gran variación de la longitud de vaina que va de un valor de 2.0 cm a 11 cm, del mismo modo el número de granos va desde los 2 hasta los 7. Es también determinar que en esta variedad el promedio de la longitud de vaina es de 7.8 cm para un promedio de granos de 5.0; este valor representa poca productividad en relación al rendimiento de grano del frejol por la poca adaptación a las condiciones de la localidad de Canaán.

### 3.3. MÉRITO ECONÓMICO

**Tabla 3.6**

*Costos de producción, rendimiento de grano, valor de venta, utilidad bruta e índice de rentabilidad de los tratamientos. Canaán 2735 msnm*

<b>Tratamientos</b>	<b>Costo (S/)</b> <b>Producción</b>	<b>Rendimiento</b> <b>grano (kg/ha)</b>	<b>Valor de</b> <b>Venta s/</b>	<b>Utilidad</b> <b>Bruta (S/)</b>	<b>Índice</b> <b>Rentabilidad</b>
Sin tutor Var Ucayali	3634.4	2900.8	14504	10869.6	2.99
Sin tutor Var Lara	3634.4	2712.5	13562.5	9928.1	2.73
<b>Con tutor</b> Var Ucayali	4740.56	3347.9	16739.5	11998.94	2.53
Sin tutor Var Menita	3634.4	2454.5	12272.65	8638.25	2.38
<b>Con tutor</b> Var Lara	4740.56	2862.1	14310.5	9569.94	2.02
<b>Con tutor</b> Var Menita	4740.56	2659.9	13299.5	8558.94	1.81

La tabla 3.6 muestra la mayor rentabilidad se obtiene con el tratamiento, sin tutor con el cultivar Ucayali que reporta un índice de rentabilidad de 2.99, como una segunda opción se encuentra la variedad Lara sin tutor (2.73) y también se puede incluir como una tercera elección en rentabilidad a la variedad Ucayali con tutor (2.53). Es importante también mencionar que la mayor utilidad bruta se obtiene con el tratamiento, con tutor con el cultivar Ucayali con un valor de 11998.94 nuevos soles. Por tanto, se puede mencionar que el tutorado no se justifica económicamente, pero si hay una ligera diferencia en la utilidad bruta, el cultivar Ucayali se comporta como la de mayor rentabilidad y buena utilidad bruta. El precio que se alcanzó por la venta del frejol de grano negro fue de 5.0 kg. Pareja (2011) al llevar a cabo el análisis económico, los que lograron mayor mérito económico, de los siete tratamientos, se determina el tratamiento con una fertilización química de 60-80-60 de NPK, con una utilidad neta de S/. 7075.44, seguida del tratamiento de 1000 kg ha<sup>-1</sup> de guano de islas con una utilidad neta de S/. 6459.18 y finalmente el tratamiento de 750 kg ha<sup>-1</sup> de guano de islas con una utilidad neta de S/. 5792.31. El experimento conducido en Canaán reporta una mayor utilidad por el precio alcanzado en la actualidad.

## CONCLUSIONES

El frejol de grano negro se ofrece como una alternativa en el consumo del poblador de la sierra en la lucha de la desnutrición, este trabajo es un pequeño aporte a la difusión de este cultivo.

1. No se observó variación en la precocidad en la fenología del frejol de grano negro determinado en número de días, la madurez fisiológica se dio entre 90 a 102 dds y la cosecha varió desde los 115 a 122 dds.
2. El número de vainas por planta es la variable muy importante en la predicción del rendimiento del frejol, existe una respuesta al tutorado en el número de vainas por planta que muestra un promedio de 21.25 vainas por planta, en cuanto a las variedades es el cultivar Ucayali que se muestra superior a las otras con un valor de 22.00 vainas.
3. El tutorado responde en el peso de 1000 semillas obteniendo un valor de 278.16 g. En cuanto a las variedades en promedio del tutorado la variedad Ucayali tiene un mayor peso de 286.95 g.
4. En el cultivo del frejol el rendimiento de grano se expresa al 14 % de humedad. responde al tutorado siendo el tratamiento con tutor en cualquier variedad muestra una productividad de 2956.66 kg ha<sup>-1</sup>. En cuanto a la variedad evaluadas es el cultivar Ucayali con un valor de 3124.6 kg ha<sup>-1</sup>es la de mayor productividad.
5. La mayor rentabilidad se obtiene con el tratamiento sin tutor con la variedad Ucayali que reporta un índice de rentabilidad de 2.99, como una segunda opción se encuentra la variedad Lara sin tutor (2.73) y también se puede incluir como una tercera elección a la variedad Ucayali con tutor (2.53) siendo esta con la mayor utilidad bruta de 11998.94 nuevos soles.



## **RECOMENDACIONES**

1. Si se desea tener buenos rendimientos del frejol de grano negro en las zonas de parecido ecológico a la zona de Canaán sembrar la variedad Ucayali sin tutor que reporta mayor rentabilidad.
2. Difundir la información generada en esta investigación es fundamental para que esté al alcance de los agricultores donde se llevó a cabo la investigación. Esto contribuirá a que puedan beneficiarse de los conocimientos y resultados obtenidos, promoviendo así prácticas agrícolas más efectivas y productivas en su comunidad.
3. Recomendar el tutorado de la variedad Ucayali en huertos familiares en vista que responde con una mejor calidad en el grano.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAYA-VILLALOBOS, RODOLFO, CHAVES-BARRANTES, NÉSTOR FELIPE, CHAVES HERNÁNDEZ-FONSECA, JUAN CARLOS, & CORDERO-MORALES, CARLOS. (2022). "UCR 55" Variedad de frejol común Mesoamericano de grano negro. *Agronomía Costarricense*, 46 (1), 77-94. <https://dx.doi.org/10.15517/rac.v46i1.49870>
- BARRIGA, P. 1972. Mejoramiento por idiotipo en maíz. *Turrialba* 22:454-461.
- BLACK, C. 1975. Relaciones suelo – planta. Tomo II. Editorial Hemisferio Sur. México.
- BONILLA, I. 2000. Introducción a la nutrición de las plantas: Los elementos minerales. Fundamentos de fisiología vegetal. 1ra Edición. Mc. Graw-Hill interamericana de España. Barcelona-España. 83-97pp.
- BOX, G. 1951. Empirical Model – Building and Response Surfaces.
- CARLSON, M.S. 1990. Fijación de nitrógeno. Biología de la productividad de los cultivos. Ed. AGT.S.A. México. 45-61pp.
- CAMARENA, F.; HUARINGA, A. y MOSTACERO, E. 2009. Innovación tecnológica para el incremento de la producción de frejol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Ediciones Agrum. UNALM. Primera edición. Auspiciado por CONCYTEC.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, CIAT, (1984). Morfología de la planta de frejol común. Guía de estudio 2da.edic. Cali-Colombia, serie 04SB-09. 47pp.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1980. La fijación del nitrógeno en el frejol. La planta elabora su propio fertilizante. Cali. Colombia. Noti-CIAT- Series AS-6.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. CIAT. 1988. Simbiosis leguminosa - rhizobio. Manual de métodos de evaluación, selección y manejo agronómico. Cali-Colombia. 178 p.
- CRUZ, B.I. 2000. Efecto de la fertilización fosforada con y sin micronutrientes en el rendimiento del cultivo de frejol cv. Cario 2000. Bajo R.L.A.F.:Goteo. Tesis Ing. Agr. UNALM. Lima-Perú
- CUBERO, I. y MORENO, T. 1996. Leguminosas de grano. Edición: Mundi-Prensa, Madrid – España 359p.

- DAVIS JHC, GARCÍA S (1983) Competitive ability and growth habit of indeterminate beans and maize for intercropping. *Field Crops Res.* 6: 59-75.
- DOMÍNGUEZ, F. 1994. Tratado de fertilización. Ed. Mundi Prensa - Madrid, España. 365pp
- DONALD, C.M 1962. En busca del rendimiento. *J. Aust. Inst. agricola Se.* 28: 171-178.
- VILLANUEVA, D.A. 2010 Evaluación de seis variedades de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.), bajo condiciones de cultivo tradicional en localidades de chimaltenango y sololá. Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos Guatemala. Tesis para obtener El título de ingeniero Agrónomo.
- FUENTES, J. 1999. El suelo y los fertilizantes. 5ta. Edición. Madrid – España. Editorial Mundi – Prensa.
- FIRA (2016). «Panorama Agroalimentario, dirección de investigación y evaluación económica y sectorial», Boletín Informativo frejol, Pág. Web:
- GROSS, A. 1981. Abonos. Guía práctica de la fertilización. Ediciones Mundi –Prensa. Madrid – España.
- MARSCHNER, H. 1997. Mineral Nutrition of Higher Plants. 8va. Edition New York – USA.
- MENGEL, K y E. KIRKBY, 1992. Principles of plant nutrition. International Potash institute. Wonblaufen-Bern. Switzerland. 594 p.
- KENNEDY, I.R.; CHOUDHURY, A.T.M. A & KECSKES, M.L. 2004. Non.Symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farmig systems: can their potentiall for plant growth promotion bebetter expoited. *Soil boil. Biochem.* 36: 1229-1244.
- PAREJA, G. (2011). "Niveles de guano de islas en el rendimiento del cultivo de frejol Caraota (*Phaseolus vulgaris* L.), Canaán - 2735 msnm, Ayacucho" Tesis, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1917>
- PÉREZ, D. 1991. Fisiología Vegetal: Nutrición inorgánica. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. Ediciones Joan E.I.R.L. Cusco- Perú.
- PERALTA I, E., MURILLO I, A., MAZÓN, N., Y PINZÓN Z., J. (2011). INIAP-482 Afroandino: Nueva variedad de fréjol arbustivo de grano negro. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Legumiosas y Granos Andinos. (Boletín Divulgativo no. 393.
- REYES, C. & PAREDES, O. (1993). Hardto-cook phenomenon in common beans- a review. *CRC Crit. Rev. Food Sci Nutr.* 33:227-286.

- REYES-MORENO, C. AND PAREDES-LOPEZ, O. (1993) .Hardto-cook phenomenon in comun beans- a review, CRC. Crit. Rev Food. Sci. Nutr. 33-227-286
- RODRÍGUEZ, A. 1996. Principios básicos de nutrición mineral para ser aplicado en hidroponía. Separata de laboratorio del curso de fisiología vegetal. UNALM. Lima Perú. 20p.
- RODRIGUEZ, H. & FRAGA, R. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotechnology Advances. 17: 319-339.
- SIEA 2017. SISTEMA INTEGRADO DE ESTADISTICAS AGRARIAS, Pág. Web: pecuaria-y-avicola-0.
- SALISBURY, F.B. y ROSS, C.W. 1994. Asimilación del nitrógeno y azufre. Fisiología vegetal. Grupo editorial Iberoamericana S.A. California. California. 319-338pp.
- STRASBURGER, E. 2004. Tratado de botánica. 35ª ED. Editorial Omega. Barcelona – España
- THOMPSON, L.M y THOEH, F.G. 1988. Los suelos y su fertilidad. 4ta edición. Editorial reverté S.A. España.
- VALLADOLID, A. 1993. El Cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la costa del Perú. INIA – Proyecto TTA (Transferencia de Tecnología Agropecuaria). Colección INIA. Lima – Perú. 116p.
- VILLAGARCIA, S. y AGUIRRE, Y.G. 1994. Manual uso de Fertilizantes. UNALM. Dpto de suelos y fertilizantes. 142p.
- VOYSEST VOYSEST, O. 2000. Mejoramiento Genético del Frejol (*Phaseolus vulgaris* L): Legado de variedades de América Latina 1930-1999. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali- Colombia, 195 p. Ilus.
- WHITE, R.O y THUMBEL, H.C. 1983. Las leguminosas en la Agricultura. FAO. Estudios Agropecuarios N° 2. [http://www.Microbiología.org.mx/microbios\\_en\\_línea/](http://www.Microbiología.org.mx/microbios_en_línea/).
- WHITE, J. 1985 Conceptos básicos de fisiología del frejol. En: frejol investigación y producción. CIAT. Editorial XYZ Cali, Colombia 43-60 p

## REFERENCIAS WEB

([https://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/03/120307\\_frejol\\_mesoamericano\\_am](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/03/120307_frejol_mesoamericano_am))

<http://www.Microbiología.org.mx/microbios> en línea/.

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200638/Panorama\\_Agroalimentario\\_Frejol\\_2016.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200638/Panorama_Agroalimentario_Frejol_2016.pdf). Consultado 24/6/17.

<http://siea.minag.gob.pe/siea/?q=publicaciones/boletin-estadistico-de-produccionagricola->

# ANEXOS

**Anexo 1.** Costo de producción del frejol de grano negro sin tutor. Canaán 2735 msnm

<b>NPK</b>	<b>60-60-60</b>	<b>Rdto. promedio</b>		<b>2500 kg/ha</b>	
Periodo Vegetativo	90 días	Precio		S/ 4.00	
Componentes	Unidad	Cantidad	P. Unit	sub total	Total
			S/	S/	S/
<b>I COSTOS DIRECTOS</b>					<b>3304.00</b>
<b>1.1 Mano de Obra</b>					
Siembra	Jornal	5	50.0	250.00	<b>2050.00</b>
Abonamiento	Jornal	4	50.0	200.00	
Aporque y deshierbo	Jornal	8	50.0	400.00	
Control fitosanitario	Jornal	2	50.0	100.00	
Segundo deshierbo	Jornal	5	50.0	250.00	
Corte	Jornal	8	50.0	400.00	
Secado	Jornal	2	50.0	100.00	
Trillado	Jornal	4	50.0	200.00	
Venteadado	Jornal	2	50.0	100.00	
Ensacado	Jornal	1	50.0	50.00	
<b>1.2 Insumos</b>					<b>1194.00</b>
Semilla	Kg	50	5	250	
Urea	Kg	70	2.2	154	
Fosfato diamónico	Kg	150	2.2	330	
Cloruro de potasio	Kg	100	2.2	220	
Insecticida	L	1	80	80	
Fungicida	Kg	1	60	60	
Abono foliar	L	1	80	80	
Adherente	L	1	20	20	
<b>1.3 Otros</b>					
Sacos	Unid	20	1	20	<b>60.00</b>
Mochila	Alq/día	4	10	40	
<b>II COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>330.40</b>
Imprevistos	5 % CD			165.2	
Gastos Administrativos	5 % CD			165.2	
Costo de producción					<b>3634.40</b>

**Anexo 2.** Costo de producción de frejol de grano negro tutorado. Canaán 2735 msnm

NPK	60-60-60	Rendimiento promedio	2500 kg/ha		
Periodo Vegetativo	90 días	Precio		S/ 4.00	
Componentes	Unidad	Cantidad	P. Unit	sub total	Total
			S/	S/	S/
<b>I COSTOS DIRECTOS</b>					<b>4309.60</b>
<b>1.1 Mano de Obra</b>					<b>2250.00</b>
Siembra	Jornal	5	50.00	250.00	
Abonamiento	Jornal	4	50.00	200.00	
Aporque y deshierbo	Jornal	8	50.00	400.00	
Control fitosanitario	Jornal	2	50.00	100.00	
Segundo deshierbo	Jornal	5	50.00	250.00	
Corte	Jornal	8	50.00	400.00	
Secado	Jornal	2	50.00	100.00	
Trillado	Jornal	4	50.00	200.00	
Venteadado	Jornal	2	50.00	100.00	
Tutorado	Jornal	4	50.00	200.00	
Ensayado	Jornal	1	50.00	50.00	
<b>1.2 Insumos</b>					<b>1244.00</b>
Semilla	Kg	50	6.00	300.00	
Urea	Kg	70	2.20	154.00	
Fosfato diamónico	Kg	150	2.20	330.00	
Cloruro de potasio	Kg	100	2.20	220.00	
Insecticida	L	1	80.00	80.00	
Fungicida	Kg	1	60.00	60.00	
Abono foliar	L	1	80.00	80.00	
Adherente	L	1	20.00	20.00	
<b>1.3 Otros</b>					
Sacos	Unid.	20	1.00	20.00	<b>815.60</b>
Postes de carrizo(1.5 m)	Unid.	0.2	2778.00	555.60	
Rafia ( kg )	Kg	10	20.00	200.00	
Mochila	Alq/día	4	10.00	40.00	
<b>II COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>430.96</b>
Imprevistos	5 % CD			215.48	
Gastos Administrativos	5 % CD			215.48	
<b>Costo de producción</b>					<b>4740.56</b>



**Anexo 3. Peso de 1000 semillas del frejol negro en los diferentes tratamientos**

<b>Tutorado</b>	<b>Con tutor</b>			<b>Sin Tutor</b>		
<b>Variedades</b>	<b>Ucayali</b>	<b>Lara</b>	<b>Menita</b>	<b>Ucayali</b>	<b>Lara</b>	<b>Menita</b>
I	288.85	265.60	269.20	284.60	261.55	270.52
I	290.56	270.66	272.65	284.67	266.57	270.23
I	296.62	274.33	273.22	284.60	265.40	270.49
I	286.50	275.60	274.60	286.32	271.56	275.62
I	289.60	274.60	269.60	284.62	260.52	266.90
I	292.30	268.90	268.30	287.30	263.52	265.62
I	297.60	272.30	279.30	289.32	266.85	276.51
I	298.78	274.30	277.60	286.60	268.81	274.82
I	289.23	275.60	275.30	258.67	270.09	272.55
I	287.64	278.55	267.80	285.62	265.80	266.58
<b>Promedio</b>	<b>291.77</b>	<b>273.04</b>	<b>272.76</b>	<b>283.23</b>	<b>266.07</b>	<b>270.98</b>
II	289.12	276.30	269.75	289.30	270.77	267.05
II	286.30	280.34	268.34	289.42	270.20	265.66
II	291.62	276.88	271.62	287.32	269.50	268.90
II	290.23	277.63	272.50	274.85	270.30	269.78
II	286.56	278.64	268.33	285.63	270.40	265.65
II	295.60	264.60	268.12	274.82	268.95	266.78
II	284.62	271.23	269.33	286.34	268.99	269.22
II	291.30	272.22	268.30	287.64	266.78	265.62
II	296.54	274.56	268.30	284.60	270.23	268.52
II	298.45	269.65	271.60	284.52	264.26	268.88
<b>Promedio</b>	<b>291.03</b>	<b>274.21</b>	<b>269.62</b>	<b>284.44</b>	<b>269.04</b>	<b>267.61</b>
III	290.30	271.45	270.25	286.64	266.02	267.55
III	290.34	272.64	268.91	287.54	267.19	266.22
III	286.99	274.63	272.33	284.23	269.78	269.25
III	286.85	273.15	272.45	285.64	267.69	269.73
III	287.23	269.20	274.62	274.65	263.82	271.87
III	295.62	268.35	271.34	282.64	263.85	270.12
III	293.56	271.65	269.20	289.23	266.22	266.51
III	284.60	272.60	268.32	285.62	267.15	265.64
III	286.30	268.30	268.74	286.32	262.93	266.05
III	292.62	269.42	272.50	285.90	265.23	271.22
<b>Promedio</b>	<b>289.44</b>	<b>271.14</b>	<b>270.87</b>	<b>284.84</b>	<b>265.99</b>	<b>268.42</b>
IV	291.32	271.54	271.60	279.23	266.11	268.88
IV	290.30	272.36	275.60	280.65	266.91	272.84
IV	285.95	275.54	274.32	280.33	268.95	271.58
IV	286.40	276.33	274.21	282.30	267.50	271.47
IV	290.45	275.21	269.52	285.60	268.95	265.33
IV	287.65	277.33	272.60	287.62	271.78	269.87
IV	289.33	278.60	271.78	274.85	264.70	269.06
IV	287.23	269.30	274.65	287.65	263.91	271.90
IV	286.77	269.78	273.62	289.23	264.38	270.88
IV	277.62	268.42	274.50	287.60	268.90	272.45
<b>Promedio</b>	<b>287.30</b>	<b>273.44</b>	<b>273.24</b>	<b>283.51</b>	<b>267.21</b>	<b>270.43</b>

**Anexo 4.** Altura de planta del frejol negro en los diferentes tratamientos

<b>Tutorado</b>	<b>Con tutor</b>			<b>Sin Tutor</b>		
<b>Variedades</b>	<b>Ucayali</b>	<b>Lara</b>	<b>Menita</b>	<b>Ucayali</b>	<b>Lara</b>	<b>Menita</b>
I	81.70	78.80	71.80	77.62	74.86	68.21
I	78.30	73.60	75.60	74.39	69.92	71.82
I	81.20	73.80	76.70	77.14	70.11	72.87
I	75.80	74.60	75.80	72.01	70.87	72.01
I	72.30	78.00	76.80	68.69	74.10	72.96
I	73.60	75.68	76.20	69.92	71.90	72.39
I	82.60	75.80	75.80	78.47	72.01	72.01
I	81.30	78.60	76.50	77.24	74.67	72.68
I	78.90	78.60	76.50	74.96	74.67	72.68
I	79.30	75.30	75.60	75.34	71.54	71.82
<b>Promedio</b>	<b>78.50</b>	<b>76.28</b>	<b>75.73</b>	<b>74.58</b>	<b>72.46</b>	<b>71.94</b>
II	82.30	76.20	76.80	78.19	72.39	72.96
II	81.60	75.60	74.80	77.52	71.82	71.06
II	78.30	76.30	75.60	74.39	72.49	71.82
II	75.80	72.34	79.00	72.01	68.69	75.05
II	78.30	73.60	75.90	74.39	69.92	72.11
II	79.30	73.60	75.40	75.34	69.92	71.63
II	81.60	75.60	74.50	77.52	71.82	70.78
II	80.60	76.00	74.80	76.57	72.20	71.06
II	82.90	76.20	74.30	78.76	72.39	70.59
II	81.20	73.60	74.30	77.14	69.92	70.59
<b>Promedio</b>	<b>80.19</b>	<b>74.90</b>	<b>75.54</b>	<b>76.18</b>	<b>71.16</b>	<b>71.76</b>
III	76.20	75.60	76.80	72.39	71.82	72.96
III	78.30	72.30	72.50	74.39	68.69	68.88
III	76.30	73.40	74.60	72.49	69.73	70.87
III	82.10	73.50	74.80	78.00	69.83	71.06
III	81.30	73.60	75.30	77.24	69.92	71.54
III	82.30	73.50	75.80	78.19	69.83	72.01
III	83.50	72.60	75.90	79.33	68.97	72.11
III	76.50	72.30	75.60	72.68	68.69	71.82
III	75.80	75.60	74.60	72.01	71.82	70.87
III	75.30	75.40	75.80	71.54	71.63	72.01
<b>Promedio</b>	<b>78.76</b>	<b>73.78</b>	<b>75.17</b>	<b>74.82</b>	<b>70.09</b>	<b>71.41</b>
IV	78.50	74.60	74.80	74.58	70.87	71.06
IV	77.30	75.50	74.60	73.44	71.73	70.87
IV	76.56	74.30	74.80	72.68	70.59	71.06
IV	75.40	74.60	75.60	71.63	70.87	71.82
IV	76.30	73.60	76.20	72.49	69.92	72.39
IV	82.62	78.00	75.30	78.47	74.10	71.54
IV	77.30	75.80	75.30	73.44	72.01	71.54
IV	82.60	79.74	74.60	78.47	75.53	70.87
IV	81.20	72.32	74.60	77.14	68.69	70.87
IV	79.50	73.60	75.80	75.53	69.92	72.01
<b>Promedio</b>	<b>78.73</b>	<b>75.21</b>	<b>75.16</b>	<b>74.78</b>	<b>71.42</b>	<b>71.40</b>

**Anexo 5.** Número de vainas por planta del frejol negro en los diferentes tratamientos

<b>Tutorado</b>	<b>Con tutor</b>			<b>Sin Tutor</b>		
<b>Variedades</b>	<b>Ucayali</b>	<b>Lara</b>	<b>Menita</b>	<b>Ucayali</b>	<b>Lara</b>	<b>Menita</b>
I	30	26	35	28	24	33
I	25	18	23	24	17	22
I	32	23	24	30	22	23
I	40	24	26	38	23	24
I	45	26	16	42	24	15
I	21	31	26	20	20	24
I	22	32	31	21	30	18
I	23	34	32	22	32	30
I	28	36	20	26	15	19
I	40	32	26	38	30	24
<b>Promedio</b>	<b>31</b>	<b>28</b>	<b>26</b>	<b>29</b>	<b>24</b>	<b>23</b>
II	28	45	28	26	42	26
II	54	24	29	51	23	27
II	32	26	32	30	24	30
II	34	28	34	32	18	32
II	42	21	32	39	20	15
II	25	33	35	24	31	25
II	28	34	36	26	32	30
II	35	36	28	33	22	26
II	32	38	19	30	36	18
II	51	25	18	48	24	17
<b>Promedio</b>	<b>36</b>	<b>31</b>	<b>29</b>	<b>34</b>	<b>27</b>	<b>25</b>
III	42	26	33	39	24	31
III	43	28	30	40	26	28
III	40	27	31	38	25	19
III	53	29	32	50	27	26
III	42	23	28	39	22	28
III	45	41	29	42	45	22
III	32	25	20	30	24	19
III	35	32	21	33	19	22
III	34	34	22	32	32	23
III	42	36	27	39	30	25
<b>Promedio</b>	<b>41</b>	<b>30</b>	<b>27</b>	<b>38</b>	<b>27</b>	<b>24</b>
IV	35	26	29	33	34	27
IV	36	27	30	34	28	19
IV	38	28	22	36	26	21
IV	32	23	21	30	32	20
IV	34	28	23	32	15	22
IV	42	26	24	39	28	23
IV	45	27	23	42	15	22
IV	53	26	24	50	24	23
IV	32	29	32	30	27	16
IV	23	10	33	22	25	31
<b>Promedio</b>	<b>37</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>35</b>	<b>25</b>	<b>22</b>

**Anexo 6.** Rendimiento de frejol de grano negro en los diferentes tratamientos

<b>Tutorado</b>	<b>Con tutor</b>			<b>Sin Tutor</b>		
<b>Variedades</b>	<b>Ucayali</b>	<b>Lara</b>	<b>Menita</b>	<b>Ucayali</b>	<b>Lara</b>	<b>Menita</b>
I	3156.54	2956.84	2568.00	3025.64	2678.56	2456.80
II	3356.10	3056.70	2456.80	2856.74	2568.70	2356.78
III	3526.50	2587.60	2856.30	2874.78	2845.87	2345.60
IV	3352.60	2847.32	2758.56	2845.90	2756.80	2658.92
<b>Promedio</b>	<b>3347.94</b>	<b>2862.12</b>	<b>2659.92</b>	<b>2900.77</b>	<b>2712.48</b>	<b>2454.53</b>

**Anexo 7.** Índice de cosecha por planta en el frejol de grano negro

Plantas	Con tutor			Sin Tutor		
	Ucayali	Lara	Menita	Ucayali	Lara	Menita
1	0.41	0.36	0.36	0.31	0.32	0.22
2	0.33	0.23	0.23	0.23	0.33	0.23
3	0.28	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
4	0.36	0.27	0.27	0.35	0.36	0.36
5	0.40	0.31	0.31	0.29	0.32	0.25
6	0.36	0.36	0.36	0.32	0.36	0.36
7	0.37	0.36	0.36	0.31	0.37	0.37
8	0.40	0.37	0.37	0.32	0.40	0.40
9	0.40	0.32	0.32	0.32	0.40	0.40
10	0.40	0.36	0.36	0.36	0.40	0.40
11	0.30	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
12	0.41	0.29	0.32	0.29	0.29	0.29
13	0.38	0.29	0.32	0.29	0.29	0.37
14	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
15	0.35	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
16	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
17	0.39	0.39	0.39	0.33	0.39	0.25
18	0.39	0.39	0.39	0.25	0.39	0.39
19	0.37	0.32	0.33	0.27	0.32	0.32
20	0.34	0.35	0.35	0.24	0.34	0.34
21	0.40	0.35	0.35	0.35	0.38	0.35
22	0.39	0.37	0.37	0.25	0.30	0.39
23	0.31	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31
24	0.40	0.40	0.40	0.32	0.40	0.39
25	0.35	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
26	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
27	0.35	0.31	0.31	0.35	0.35	0.35
28	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
29	0.34	0.26	0.26	0.35	0.36	0.23
30	0.34	0.29	0.29	0.29	0.32	0.29
31	0.38	0.33	0.33	0.32	0.38	0.38
32	0.38	0.34	0.34	0.32	0.38	0.38
33	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
34	0.39	0.29	0.32	0.37	0.39	0.39
35	0.38	0.38	0.38	0.31	0.38	0.25
36	0.36	0.38	0.38	0.34	0.36	0.28
37	0.36	0.35	0.35	0.35	0.36	0.36
38	0.31	0.33	0.33	0.27	0.31	0.30
39	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
40	0.37	0.37	0.37	0.34	0.37	0.27

## Anexo 8. Panel fotográfico



**Foto 1.** Preparación del terreno experimental con el uso del tractor arado y rastreado



**Foto 2.** Tendido de las cintas de riego a 0.80 cm



**Foto 3.** Siembra del frejol y tendido de las manguera de riego



**Foto 4.** Desarrollo de la planta después de los 32 dds



**Foto 5.** Evaluación de del crecimiento de las plantas de frejol



**Foto 6.** Evaluación del frejol de grano negro a los 65 dds





**Foto 7.** Frejol de grano negro en inicio de floración a los 75 dds



**Foto 8.** Plantas de frejol de grano negro en inicio de formación de las Guías a los 80 dds



**Foto 9.** Tendido de los postes y los hilos de rafia entre los tutores



**Foto 12.** Plantas con vainas formadas de la variedad Ucayali



**Foto 13.** Plantas sin tutorado del frejol de grano negro



**Foto 14.** Tutorado de los tratamientos del frejol de grano negro



**Foto 15.** Plantas sin tutorado con las guía sobresalidas



**Foto 16.** Vigorodidad de la variedad Ucayali sin tutor



**Foto 17.** Plantas de frejol de grano negro mostrando el enrame



**Foto 18.** Flor característica del frejol de grano negro



**Foto 19.** Madurez de cosecha del frejol de grano negro variedad Ucayali



**Foto 20.** Madurez de cosecha se observa el número de vainas por planta



**Foto 21.** Frejol de grano negro variedad Ucayali de buen peso de 1000 semillas



**Foto 22.** Frejol negro mostrando su longitud en un escalímetro ( 1 cm)

# **Rendimiento de tres variedades de frejol de grano negro (*Phaseolus vulgaris* L.) con tutor y sin tutor. Canaán 2735 msnm**

Deiby Grover Huarancca Aliaga<sup>1</sup>  
deiby.huarancca.01@unsch.edu.pe<sup>1</sup>

Eduardo Robles García<sup>2</sup>  
eduardo.robles@unsch.edu.pe<sup>2</sup>

Área de Investigación en Biodiversidad  
Línea de investigación en Sistemas de Producción Agrícola  
Facultad de Ciencias Agrarias – UNSCH<sup>1,2</sup>

## **RESUMEN**

El trabajo de investigación fue conducido en la campaña 2022 a 2023, en el Centro Experimental Canaán, ubicado en el distrito de Andrés Avelino Dorregaray, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho, a una altitud 2735 msnm. El objetivo principal del experimento fue evaluar el rendimiento y calidad del frejol de grano negro (*Phaseolus vulgaris* L.) incorporando nuevos cultivares, el tutorado y la rentabilidad económica del frejol negro en todos los tratamientos. Utilizando el diseño estadístico de Parcelas Divididas bajo el diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR), con 4 repeticiones y 6 tratamientos. La siembra se efectuó el 07 de octubre del 2022, seguidamente la madurez fisiológica sucedió entre los 90 a 102 dds indicándonos la precocidad de este cultivo. En la altura de planta existe una influencia del tutorado los cultivares de frejol de grano negro, siendo el cultivar Ucayali alcanza una altura de 77.02 cm, el tratamiento con tutor el cultivar Ucayali tiene un valor de 22.00 vainas por planta. En el peso de 1000 semillas nuevamente el cultivar Ucayali tiene un peso promedio de 236.95 g, en lo referente al rendimiento de grano el cultivar Ucayali muestra el mayor valor con 3124.35 kg ha<sup>-1</sup>. En el mérito económico se encuentra como de mejor rentabilidad al cultivar Ucayali sin tutor con un valor de 2.76 y al aplicar el tutorado se tiene un índice de 2.20, pero este tratamiento tiene la mayor rentabilidad bruta de 13 813.00 nuevos soles

**Palabras clave:** Madurez fisiológica, grano negro, tutor y rendimiento.



## **ABSTRACT**

The research work was conducted in the 2022 to 2023 campaign, at the Canaán Experimental Center, located in the district of Andrés Avelino Dorregaray, province of Huamanga and department of Ayacucho, at an altitude of 2735 meters above sea level. The main objective of the experiment was to evaluate the yield and quality of black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) incorporating new cultivars, staking, and the economic profitability of black bean in all treatments. Using the statistical design of Split Plots under the Randomized Complete Block design (DBCR), with 4 repetitions and 6 treatments. Sowing was carried out on October 7, 2022, then physiological maturity occurred between 90 to 102 days, indicating the precocity of this crop. In plant height there is an influence of staking the black bean cultivars, with the Ucayali cultivar reaching a height of 77.02 cm, the staking treatment of the Ucayali cultivar has a value of 22.00 pods per plant. In the weight of 1000 seeds, the Ucayali cultivar again has an average weight of 236.95 g. Regarding grain yield, the Ucayali cultivar shows the highest value with 3124.35 kg ha<sup>-1</sup>. In economic merit, it is found to have the best profitability when cultivating Ucayali without a tutor with a value of 2.76 and when applying the tutoring there is an index of 2.20, but this treatment has the highest gross profitability of 13,813.00 nuevos soles.

**Keywords:** Physiological maturity, black grain, tutor and yield.

.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación de tesis titulado “*Rendimiento de tres variedades de frejol de grano negro (Phaseolus vulgaris L.) con tutor y sin tutor. Canaán 2735 msnm*” surge con la finalidad de alcanzar una alternativa de solución al alto porcentaje de anemia y desnutrición crónica presente en la región de Ayacucho.

El estudio y el análisis del frejol caraota (*Phaseolus vulgaris L.*) tiene como objetivo evaluar el rendimiento y calidad del frejol del grano negro incorporando nuevas variedades y el manejo del tutorado, en consecuencia, profundizar el estudio mediante el cultivo de cultivar Menita, Ucayali y Lara.

La característica principal de esta leguminosa es que posee la más alta rusticidad, y adaptabilidad a las condiciones de los valles interandinos. y cuentan con un potencial de adaptabilidad a un rango amplio de condiciones agroecológicas.

El objetivo principal es lograr variedades de rendimientos superiores, bajo condiciones de manejo intensivo. No obstante, este rubro se cultiva en unidades de producción campesinas no mayores de una hectárea (1 ha).

Los agricultores tradicionalmente utilizan semilla de sus cosechas anteriores o intercambios con los vecinos; es decir, predominan los cultivares locales y nativos que le permiten superar en alguna medida las limitaciones en el campo.

Por otro lado, la poca investigación y difusión del alto valor nutricional del frejol negro, y el desconocimiento de la población hace que tenga poco interés en su cultivo y no se incorpore a la dieta alimenticia familiar.

La presente investigación está dividido en tres capítulos:

En el capítulo I se habla del marco teórico del frejol.

En el capítulo II se define la metodología de instalación del trabajo en campo.

En el capítulo III se comenta las figuras de los resultados y discusiones obtenidos.

Entonces para lo cual se formularon los objetivos:

### **Objetivo general**

Evaluar el rendimiento y calidad del frejol de grano negro en la localidad de Canaán, incorporando nuevas variedades y el manejo del tutorado.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar el mejor cultivar en rendimiento y calidad del frejol de grano negro.
2. Determinar la calidad y la precocidad por efecto de la utilización del tutorado.
3. Determinar el mérito económico de los tratamientos.

## **METODOLOGÍA**

### **Ubicación del experimento**

Esta investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental Canaán, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; Se encuentra geográficamente situado a 13° 08` Latitud Sur y 74° 32` Longitud Oeste, a una altitud de 2735 metros sobre el nivel del mar, en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, que está ubicado en la provincia de Huamanga, en el departamento de Ayacucho.

### **Antecedentes del terreno experimental**

El área donde se llevó a cabo este estudio de investigación ha estado en descanso. Las unidades experimentales recibieron una abonada de fondo según se explica con la extracción del cultivo de frejol (3000 kg grano): 60 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno por ser una leguminosa, 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 100 kg ha<sup>-1</sup> de potasio (Camarena et al, 2009)

### **Características climáticas**

Para determinar las condiciones climáticas predominantes durante el ciclo del cultivo del frejol de grano negro, se realizó el balance hídrico utilizando los datos registrados de la Estación Meteorológica de Canaán INIA. El Centro Experimental de Canaán, se encuentra en una zona intermedia entre el valle interandino y la región sub andina; de precipitación anual que oscila de 500 mm a 800 mm por año; durante los meses de mayo a octubre los de escasa precipitación, y siendo los meses de diciembre a marzo los tiempos lluviosos. La temperatura promedio anual de Canaán se encuentra aproximadamente de 9.3 °C; presentándose valores extremos que llegan hasta de -2 °C.

### **Factores en estudio**

#### **Factor Cultivares (V)**

- Cultivar (v1): Ucayali
- Cultivar (v2): Lara
- Cultivar (v3): Menita

#### **Factor Tutorado con estacas de carrizo**

- Tutor (t1)
- Sin tutor (t2)

### **Tratamientos**

Se tiene 06 tratamientos de la combinación de los cultivares (3) y el tutorado (2) Las combinaciones se muestran a continuación:

Tratamientos	Tutor	Cultivares
1	Con tutor	Ucayali
2	Con tutor	Lara
3	Con tutor	Menita
4	Sin tutor	Ucayali
5	Sin tutor	Lara
6	Sin tutor	Menita

### Características del campo experimental

#### A) Bloques

Número de bloques = 04

Largo de bloques = 20 m

Ancho de bloques = 21 m

#### B) Parcela o unidad experimental

Número de sub parcelas por bloque = 06

Número de parcelas por bloque = 02

Número total de sub parcelas = 24

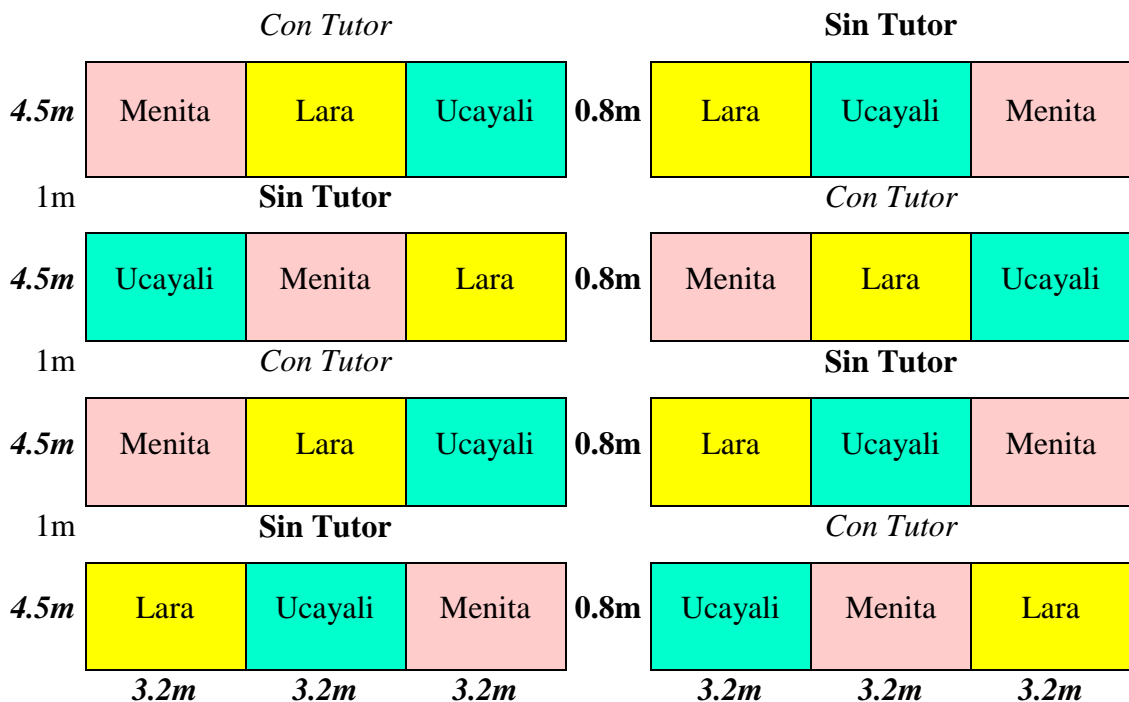
Largo de sub parcelas = 4.5 m

Ancho de sub parcela = 3.2 m

Área de sub parcela = 14.4 m<sup>2</sup>

Distancia entre golpes = 0.30 m (3 semillas por golpe)

#### C) Croquis del campo experimental



## Diseño experimental

El experimento se condujo en el Diseño de Parcelas Divididas, asignando los tutorados en parcelas y las variedades en las sub-parcelas; se establecieron 04 repeticiones y 06 tratamientos. El total de unidades experimentales fueron de 24. Para determinar los mejores tratamientos se utilizó el análisis de variancia y las pruebas de contraste de Tukey. También se utilizó la técnica de regresión en las variables de asociadas al rendimiento. Para determinar la variabilidad de tratamientos se aplicó diagrama de cajas.

## Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \delta_j + (\alpha\delta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

- $\mu$  : Efecto de la media
- $\beta_k$  : Efecto del k-ésimo bloque
- $\alpha_i$  : Efecto del i-ésimo nivel del tutorado que va en parcela
- $\varepsilon_{ik}$  : Efecto del error experimental de parcela
- $\delta_j$  : Efecto del j-ésimo nivel de la variedad
- $(\alpha\delta)_{ij}$  : Efecto de interacción i-ésimo nivel de tutorado, j-ésimo nivel de variedad
- $\varepsilon_{ijk}$  : Error experimental de sub parcela

Alcance de los sub índices:

$$\begin{array}{ll} i = 1, 2 & \alpha_i = 2 \\ j = 1, 2, 3 & \delta_j = 3 \\ k = 1, 2, 3 & r = 3 \end{array}$$

## Parámetros de evaluación

### Precocidad

La evaluación de esta variable se llevó a contando los días transcurridos en después de la siembra y cuando el 50% de las plantas se encontraban en la fase fonológica indicada o en la cual se quiera evaluar.

- **Emergencia.** Se determinó visualmente cuando más del 50% de las plantas habían emergido en el campo.
- **Formación de hojas unifoliadas.** Se evaluó en el estado cuando la planta tenía las hojas unifoliadas.
- **Primera hoja trifoliada.** La evaluación cuando la planta tuvieron de una a 3 hojas.
- **Inicio de floración.** Cuando el 10% de las flores tenían las flores abiertas.
- **Plena floración.** La evaluación se realizó cuando el 50% de las plantas mostraron flores abiertas.

- **Formación de vainas.** Cuando más del 50 % de plantas se encontraron en este estado de formación de vainas.
- **Formación de grano.** Cuando más del 50 % de vainas tenían granos formados en estado de leche.
- **Madurez fisiológica.** Cuando el 50% se muestra el grano estaban cambiando al color negro característica de esta variedad.
- **Madurez de cosecha.** Cuando los granos tengan aproximadamente 16 a 20% de humedad.

### **De rendimiento**

Son variables relacionadas con el rendimiento:

- **Altura de planta.** Se evaluaron se realizó cuando la planta alcanzó su desarrollo máximo, es decir cuando la planta se encontraba esté en el estado de madurez de cosecha.
- **Número de vainas por planta.** Se evaluó a la madurez de cosecha de 10 plantas representativas en cada repetición.
- **Longitud de vainas.** Se precisa la madurez de cosecha observando las vainas formadas en este estado.
- **Número de granos por vaina.** Se diagnosticó cuando las plantas estuvieron en madurez de cosecha, se determina 10 vainas representativas de cada planta por cada una de la repetición.
- **Peso de 1000 semillas.** Se evaluó cuando se realizó el proceso de la cosecha con los granos al 14 % de humedad.
- **Rendimiento.** Se procedió a evaluar el peso de grano al 14 % de humedad en cada unidad experimental y este valor se extrapoló para obtener el rendimiento por hectárea al momento de la cosecha.
- **Índice de cosecha.** Se seleccionaron 10 plantas representativas y se pesó la planta completa en seco y los granos, implantándose una relación de peso seco de granos sobre peso seco total de planta de frejol. Se consignó para cada una de las parcelas experimentales.

$$I.C = \frac{\text{Peso seco del grano}}{\text{Peso seco total}} \times 100$$

### **Mérito económico**

Se llevó a cabo tomando en consideración la utilidad neta y los costos de producción de cada tratamiento. El índice de rentabilidad de los tratamientos se determinó con la siguiente fórmula:

$$I.R = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Costo total}} \times 100$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Variables de precocidad

**Tabla 1**

*Análisis descriptivo de la fenología del cultivo de frejol de grano negro en número de días después de la siembra (dds) en los diferentes tratamientos. Canaán 2735 msnm*

<b>Tratamientos</b>	<b>Emergencia</b>	<b>Hojas trifoliadas</b>	<b>Plena Floración</b>	<b>Madurez Fisiológica</b>	<b>Cosecha</b>
Tutor Ucayali	8 -10	20-30	55 – 60	90-102	115-122
Tutor Lara	8 -10	20-30	55 – 60	90-102	115-122
Tutor Menita	8 -10	20-30	55 – 60	90-102	115-122
Sin Tutor Ucayali	8 -10	20-30	55 – 60	90-102	115-122
Sin Tutor Lara	8 -10	20-30	55 – 60	90-102	115-122
Sin Tutor Menita	8 -10	20-30	55 – 60	90-102	115-122

La fenología del frejol y otros cultivos guardan la importancia en que se pueda fijar las diversas actividades en el manejo agronómico. En la tabla 1 se observa que la madurez fisiológica se da entre los 90 a 102 dds, la cosecha se inició a partir de los 115 días después de la siembra finalizando a los 122 dds esta diferencia se debió por la presencia de lluvias de estos meses.

Como lo afirma, Villanueva (2010) al realizar la prueba en 6 variedades de frejol negro en tres localidades de Guatemala, se observaron muy poca diferencia en los estados fenológicos dentro de las variedades; ocurriendo la formación de las hojas trifoliadas desde la primera hasta la tercera fueron de 14 a 26 dds, además el inicio de floración y fin de la floración se dio entre los 30 a 40 dds, se reporta también la madurez del grano de 82 a 88 dds y la cosecha entre 95 a 100 dds. Estos valores muestran cierta precocidad con los datos obtenidos en el presente experimento, esta diferencia se debe a la temperatura de Guatemala que tiene un promedio de mínima de 12 °C y 16 °C , mientras que las máximas son de 22 °C y 29 °C. Estos resultados hacen que los resultados obtenidos en el presente experimento muestren una cierta fenología tardía.

## Variables de rendimiento

### a) Altura de planta

Tabla 2

Análisis de variancia de la altura de planta del frejol de grano negro. Canaán 2735 msnm

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	3.60	1.20	1628.12	<0.0001 **
Tutor (T)	1	87.98	87.98	119288.28	<0.0001 **
Error (a)	3	0.0022			
Cultivares (C)	2	74.67	37.34	71.45	<0.0001 **
Interacción (T x C)	2	0.05	0.02	0.05	0.9556 ns
Error (b)	12	6.27	0.52		
Total	23	172.57			

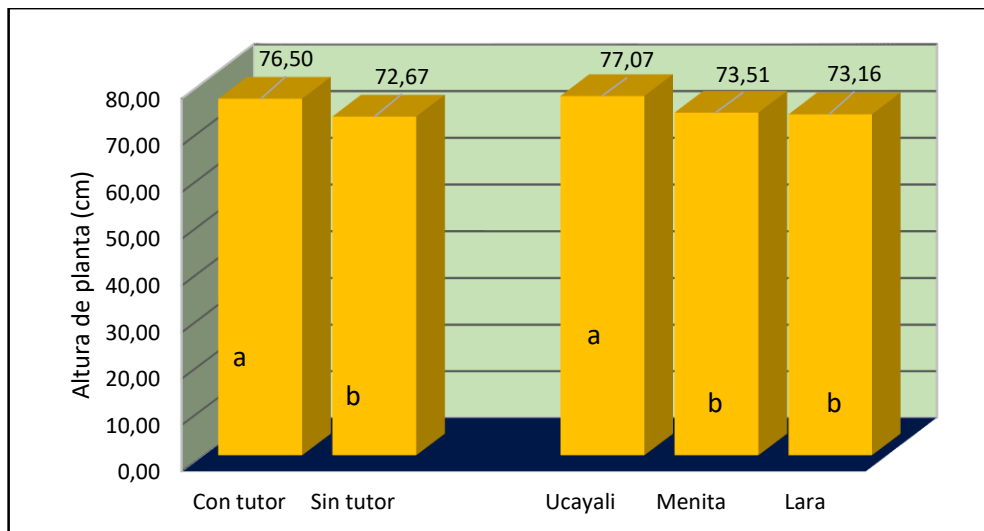
C.V. = 0.97 %

La altura de planta en el frejol de grano negro es de suma importancia y es un indicador de la formación de biomasa que repercutirá en la mayor capacidad fotosintética.

La tabla 2 revela alta significación en los bloques justificando el modelo utilizado. Existe alta significación estadística en los efectos principales de tutor y variedades, esto significa respuesta al uso del tutor y las diferentes variedades en estudio. Existe una buena precisión del experimento explicado por el coeficiente de variación.

Figura 1

Prueba de Tukey de los efectos principales de la altura de planta en los tutorados y los cultivares del frejol grano negro. Canaán 2735 msnm



La figura 1 demuestra los efectos principales de los tutorados y las variedades en la altura de planta, se observa una respuesta al tutorado que con diferencia estadística de 76.50 cm supera al sin tutor. El cultivar Ucayali es superior en altura de planta en 77.07 cm.



Los frejoles de grano negro mejorados en el Ecuador, como la nueva variedad del frejol arbustivo INIAP 482 Afroandino frejol de habito de crecimiento arbustivo indeterminado tipo III alcanzan alturas de 50 a 60 cm cuando se siembra sin tutor (Peralta et al, 2011) en nuestro experimento alcanzaron altura de plantas mayores de 72 cm esto debido al uso de tutores que modifican en algo estas alturas de planta. Además, estos frejoles presentan guía en la floración de tal manera que se puede justificar el uso de tutores, pero será la parte económica la que justifica su uso.

### b) Número de vainas por planta

**Tabla 3**

*Análisis de variancia del número de vainas por planta en frejol grano negro. Canaán 2735 msnm*

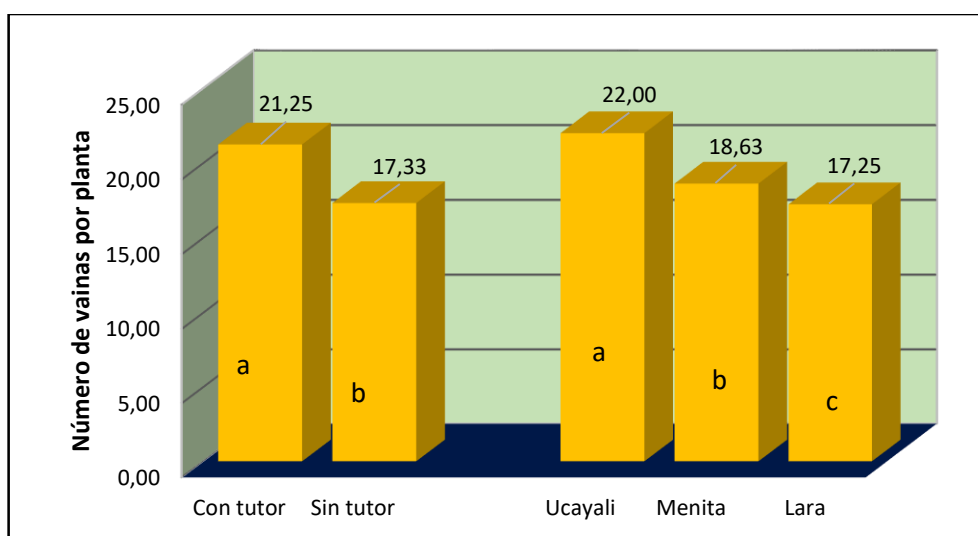
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	53.46	17.82	427.67	0.0002 **
Tutor (T)	1	92.04	92.04	2209.00	<0.0037 **
Error (a)	3	0.12			
Variedades (C)	2	95.58	47.79	70.22	<0.0001 **
Interacción (T x C)	2	7.58	3.79	5.57	0.0194 ns
Error (b)	12	8.17	0.68		
Total	23	256.96			

C,V. = 4.28 %

El número de vainas por planta es un indicador del rendimiento del frejol y las diferentes leguminosas. En la tabla 3 se observa alta significación estadística en efectos principales del tutorado y diferentes variedades. El coeficiente de variación es una medida de buena precisión que permite tener confianza en la validez de los resultados obtenidos.

**Figura 2**

*Prueba de Tukey de los efectos principales del número de vainas por planta en los tutorados y los cultivares del frejol grano negro. Canaán 2735 msnm*



Al ser esta variable muy importante en la predicción del rendimiento del frejol, en la figura 2 se observa diferencia estadística a favor del tutorado donde el tratamiento con tutor muestra un valor de 21.25 vainas por planta en promedio de los cultivares, en cuanto a las variedades es el cultivar Ucayali que se muestra superior a las otras con un valor de 22.00.

Los cultivares evaluados se caracterizan por tener un tallo principal y dos ramas, por ello el número de vainas por planta son de un gran valor en esta variable. El número de vainas por planta es una variable cuantitativa del rendimiento que difiere entre los genotipos y es de baja heredabilidad y gobernado por muchos genes, es fuertemente influenciado por las condiciones ambientales (White, 1985). Pueden presentar alta variación dentro de cada variedad. En nuestro experimento se encontró una gran variación de 10 vainas hasta 60 vainas por planta. El tutorado es una actividad que reporta un mayor número de vainas.

Pareja (2011) Reporta en su trabajo de tesis conducido en la estación Experimental de Canaán Ayacucho a 2735 msnm, aplicando dosis de Guano de isla con un abonamiento de fondo de 60-80-60 de NPK, donde el mayor número de vainas por planta se obtuvo con 1.0 t ha<sup>-1</sup> del abono orgánico con un promedio de 39.3 vainas por planta estos valores altos difieren por los obtenidos en el presente experimento, resultado explicado porque el autor mencionado contó este número por unidad de golpe.

### c) Peso de 1000 semillas

**Tabla 4**

*Análisis de variancia del peso de 1000 semillas del frejol de grano negro. Canaán 2735 msnm*

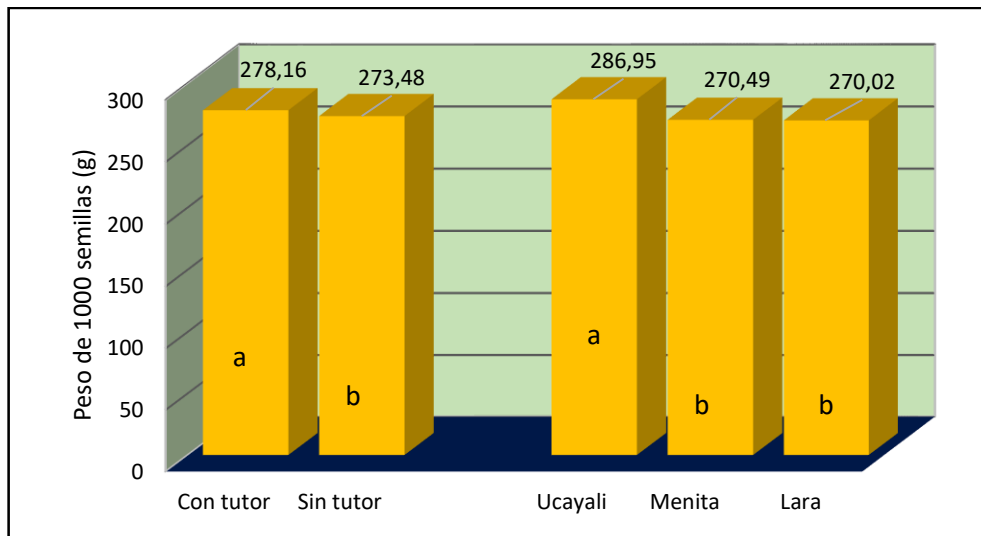
<b>F. Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;Fc</b>
Bloque	3	4.58	1.53	1.78	0.3244 ns
Tutor (T)	1	131.09	131.09	152.39	0.0011 **
Error (a)	3	2.58			
Variedades (C)	2	1486.64	743.32	264.74	<0.0001 **
Interacción (T x C)	2	17.45	8.72	3.11	0.0818 ns
Error (b)	12	33.69	2.81		
Total	23	1676.03			

C.V. = 0.61 %

La tabla 4 del análisis de variancia, nos muestra alta significación estadística en los efectos principales del tutorado y los diferentes cultivares evaluadas donde existe alta significación estadística en estos dos efectos principales. Se tiene una alta precisión estadística mostrada en el coeficiente de variación.

**Figura 3**

*Prueba de Tukey de los efectos principales del peso de 1000 semillas en los tutorados y los cultivares del frejol grano negro. Canaán 2735 msnm*



La diferencia mediante la prueba de Tukey se observa en la figura 3 donde el tutorado responde estadísticamente con superioridad con un peso de 1000 semillas de 278.16 g. En cuanto a los cultivares en promedio del tutorado; el cultivar Ucayali tiene un mayor peso con un valor de 286.95 g.

En este cultivar el peso de 1000 semillas es un valor que va a medir la calidad del grano tanto para la comercialización como para el uso de semillero. Pareja (2011) en su trabajo experimental con el frejol de grano negro en lugar de Canaán -Ayacucho, reporta el peso de 1000 semillas promedios para los niveles de Guano de Isla 0.75 y 1.0 t ha<sup>-1</sup> pesos de 243.7, 240.6 respectivamente. En nuestro experimento se obtuvieron valores ligeramente superiores, respuestas explicadas por la variación del cultivar y el manejo agronómico utilizado.

#### **d) Rendimiento de grano**

**Tabla 5**

*Análisis de variancia del rendimiento de grano del frejol de grano negro al 14 % de humedad. Canaán 2735 msnm*

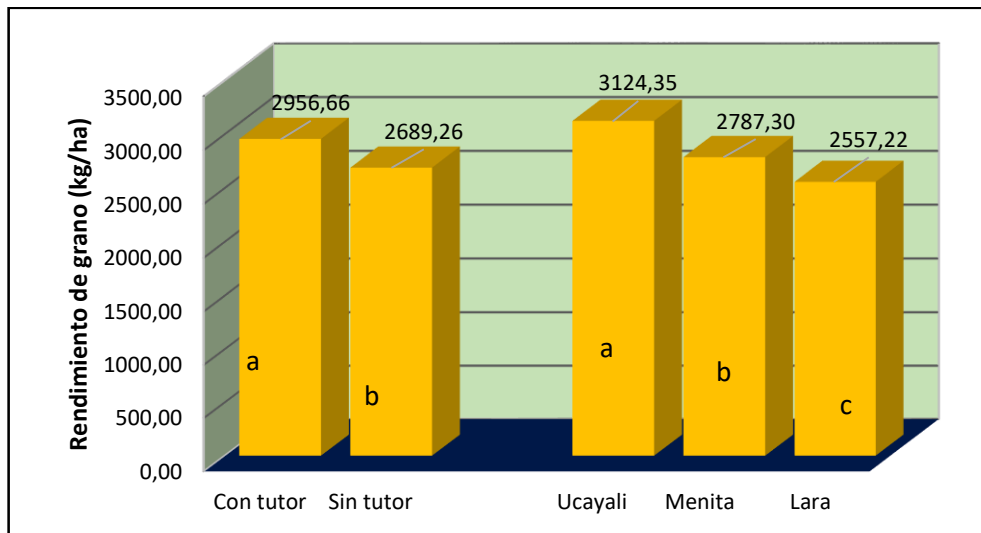
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	30059.02	10019.67	0.99	0.5033 ns
Tutor (T)	1	429008.54	429008.54	42.37	0.0074 **
Error (a)	3	30373.41			
Variedades (V)	2	1301803.24	650901.62	22.03	0.0001 **
Interacción (T x V)	2	100063.35	50031.68	1.69	0.2250 ns
Error (b)	12	354588.00	29549.00		
Total	23	2245895.56			

C.V. = 6.09 %

La tabla 5 muestra el análisis de varianza (ANVA) del rendimiento de grano del cultivo de frejol negro, donde existe alta significación estadística en los efectos principales del tutorado y cultivares. Se observa también buena precisión en el coeficiente de variación. Los resultados permiten el análisis en forma independiente estos efectos.

**Figura 4**

*Prueba de Tukey de los efectos principales del rendimiento de grano al 14 % en los tutorados y los cultivares del frejol grano negro. Canaán 2735 msnm*



En todo cultivo la variable más importante es el rendimiento, en el cultivo del frejol el rendimiento de grano se expresa al 14 % de humedad. En la siguiente figura 4 se observa que el rendimiento responde al tutorado siendo el tratamiento con tutor en cualquier variedad muestra una productividad de 2956.66 kg ha<sup>-1</sup>. En cuanto a la variedad evaluadas es el cultivar Ucayali con un valor de 3124.6 kg ha<sup>-1</sup> es la de mayor productividad con tutor y sin tutor.

Los resultados obtenidos concuerdan con muchos trabajos experimentales. Sin embargo, es necesario recalcar que el rendimiento está gobernado por muchos genes y esta variable es de baja heredabilidad afectado por el ambiente. Teniendo en cuenta el trabajo experimental de Pareja (2011) afirma al tratamiento que tiene un abonamiento de fondo de 60-80-60 de NPK adicionando 1.0 t ha<sup>-1</sup> de Guano de Isla obtiene 3119.78 kg ha<sup>-1</sup> de grano de frejol de grano negro y con 0.75 t ha<sup>-1</sup> del mismo abono orgánico logró 3010.44 kg ha<sup>-1</sup> de grano de frejol al 14 % de humedad. Los resultados mostrados coinciden con los obtenidos en la variedad Ucayali que muestra un promedio 3124.25 kg ha<sup>-1</sup> como efecto principal con tutor y si tutor.

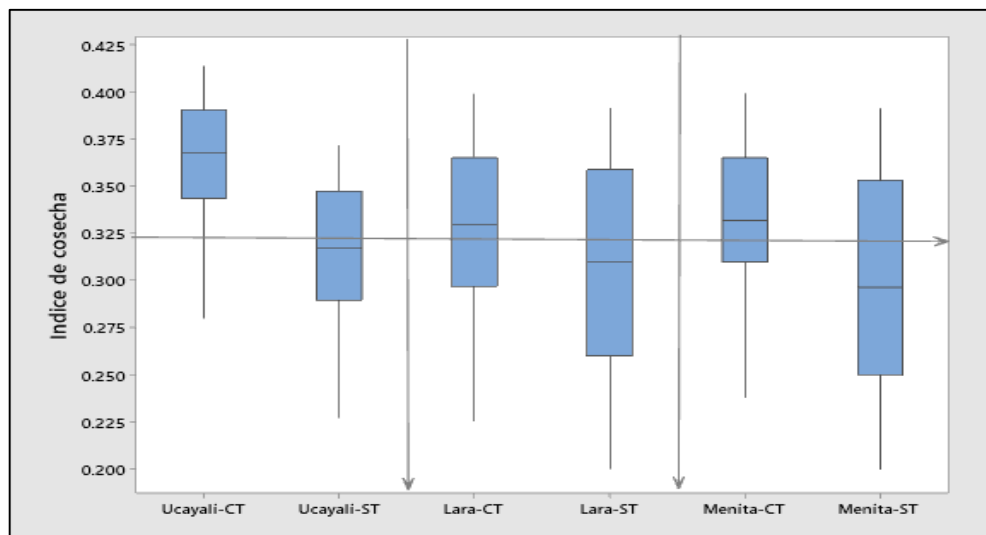
Araya-Villalobos et al (2022) lanzan la comercialización para los agricultores el cultivar de frejol común mesoamericano de semilla negra "UCR 55". Esta variedad ha

sido adaptada a los suelos pobres en P (<10 ppm) y mostrando su resistencia a *C. lindemuthianum*, por lo tanto la hacen una variedad adecuada para la siembra de frejol en zonas con una altitud superior a 1000 msnm en Costa Rica. Además, entre otras características presentan el rendimiento promedio de grano al 14 % de humedad en 8 parcelas de validación en fincas de productores y bajo manejo comercial en Costa Rica un rango de rendimientos desde 856 a 2345 kg ha<sup>-1</sup>. Experimentalmente en nuestro trabajo se alcanzó rendimientos hasta de 3124.35 kg ha<sup>-1</sup>, pero comparativamente no se puede efectuar la comparación de un resultado experimental con el de la siembra comercial. Por tanto, se puede aproximar a un buen rendimiento si en el frejol de grano negro efectuemos un mayor control del ambiente.

### e) Índice de cosecha

**Figura 5**

*Diagrama de caja del índice de cosecha de los cultivares con y sin tutorados. Canaán 2735 msnm*



La figura 5 muestra la diferencia existente en el índice de cosecha los cultivares evaluadas, cuando los granos secos al 14 % de humedad y la biomasa en estado seco. En la figura se nota que los cultivares donde se utiliza el tutor muestran un mayor promedio (mediana), y en el cultivar Ucayali con tutor muestra la mayor mediana con un valor de 3.60. los cultivares Lara sin tutor y Menita Sin tutor son lo de mayor dispersión en sus valores pues tienen los mayores rangos. Las variedades con tutor como Ucayali, Lara y Menita muestran mayor respuesta al rendimiento cuando se maneja agrónomicamente en forma adecuada con el tutorado, deshierbo y su control sanitario.

A lo indicado, se han utilizado varias medidas de eficiencia de planta en cereales (Barriga, 1972), el índice de cosecha es una de ellas. El término índice de cosecha, fue

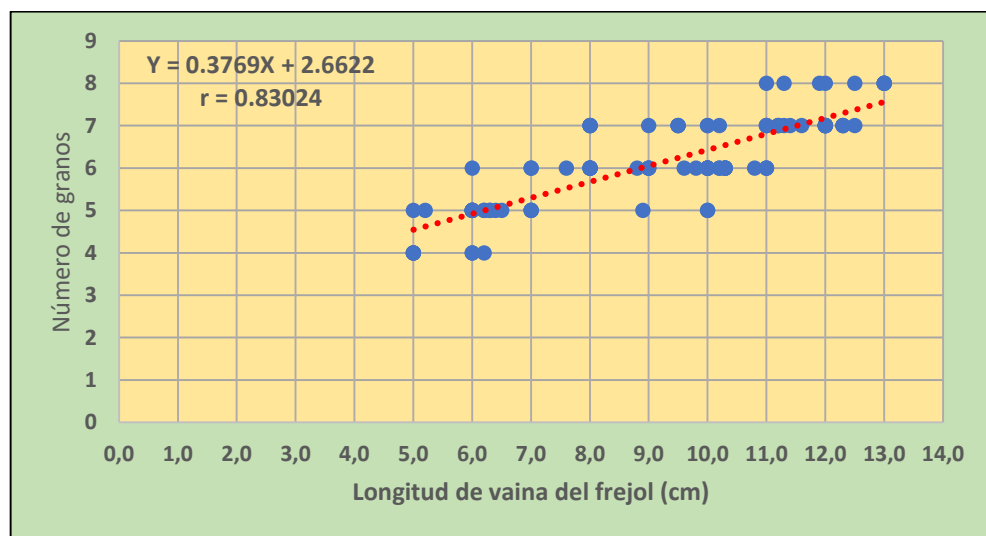
introducido por Donald (1962), cuantifica el rendimiento económico (granos) en porcentaje del rendimiento biológico (es decir la materia seca total de la parte aérea de la planta a la madurez). El índice de cosecha es una variable que expresa la eficiencia de un cultivo en producir el producto deseado.

De acuerdo con Davis & García (1983) manifiesta que los cultivares de frejol de hábito de crecimiento indeterminado muestra un mayor Índice de Cosecha en comparación con los de crecimiento determinado, Esto se debe al tener un mayor ciclo de cultivo, la cantidad de radiación interceptada es mayor, y por consiguiente, se incrementa la producción de foto-asimilados, los cuales al ser distribuidos a los órganos de interés económico contribuyen a incrementar el IC.

#### f) Regresión de longitud de vaina y número de granos

**Figura 6**

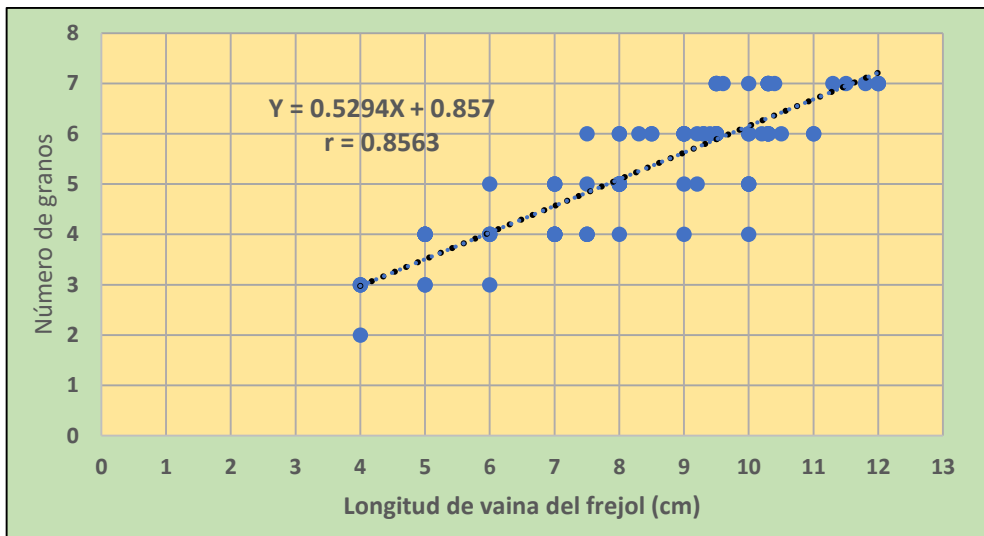
*Regresión lineal de la longitud de vaina y el número de granos en el cultivar Ucayali. Canaán 2735 msnm*



La figura 6 demuestra la regresión lineal simple de la longitud de vaina y el número de granos, se observa en el cultivar Ucayali donde se muestra una gran asociación positiva que a medida que se incrementa la longitud de vaina también se acrecienta el número de granos. Al tener una longitud promedio de 9.3 cm se alcanza un número de grano de 6.2. Resultado superior a las dos variedades en evaluación; esta regresión muestra también la gran variabilidad de esta relación producto de la interacción del ambiente con la variable en estudio. La importancia de la regresión es su carácter de predicción, esto indica que la longitud de vaina es la variable que está vinculada y productora del rendimiento de esta variedad.

**Figura 7**

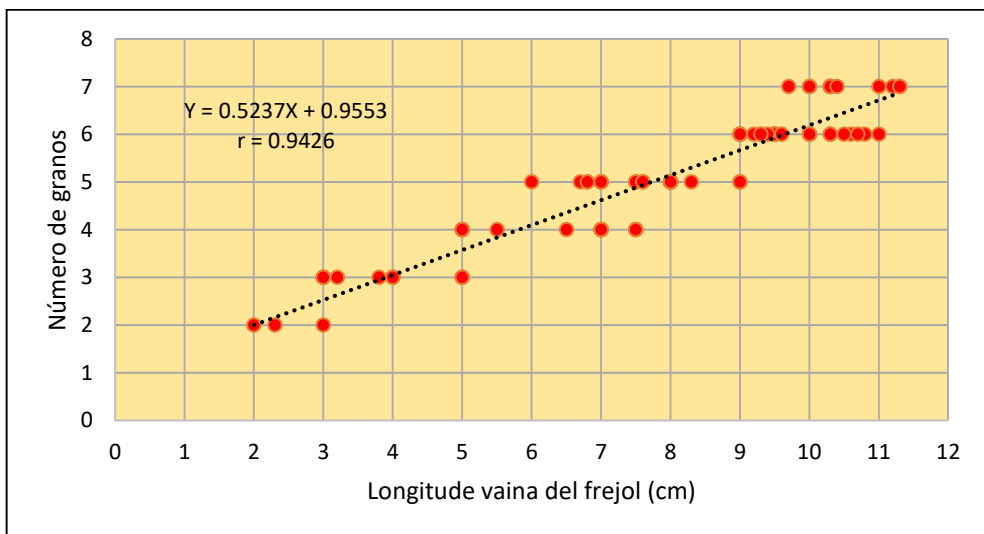
Regresión lineal de la longitud de vaina y el número de granos en la variedad Lara. Canaán 2735 msnm



La figura 7 muestra la regresión de la longitud de vaina y el número de granos, donde esta variedad alcanzó desde 4 hasta 12 cm de longitud, un máximo de 7 granos. La relación mostrada también muestra alta correlación positiva a mayor longitud existe una mayor repuesta al incremento del número de granos. Se observa también una gran variación en esta variable existen vainas con contenido desde 2 granos hasta 7 granos. Se observa para un promedio de 8.4 cm de longitud existe un valor promedio del número de granos de 5.3, este valor obtenido poca productividad de esta variedad por la poca longitud de vaina alcanzada que refleja un menor número de grano.

**Figura 8**

Regresión lineal de la longitud de vaina y el número de granos en el cultivar Menita. Canaán 2735 msnm



La figura 8 muestra la regresión de la longitud de vaina del frejol y el número de granos, se observa también una alta correlación, además se observa la gran variación de la longitud de vaina que va de un valor de 2.0 cm a 11 cm, del mismo modo el número de granos va desde los 2 hasta los 7. Es también determinar que en esta variedad el promedio de la longitud de vaina es de 7.8 cm para un promedio de granos de 5.0; este valor representa poca productividad en relación al rendimiento de grano del frejol por la poca adaptación a las condiciones de la localidad de Canaán.

### Mérito económico

**Tabla 6**

*Costos de producción, rendimiento de grano, valor de venta, utilidad bruta e índice de rentabilidad de los tratamientos. Canaán 2735 msnm*

Tratamientos	Costo (S/) Producción	Rendimiento grano (kg/ha)	Valor de Venta s/	Utilidad Bruta (S/)	Índice Rentabilidad
Sin tutor Var Ucayali	3634.4	2900.8	14504	10869.6	2.99
Sin tutor Var Lara	3634.4	2712.5	13562.5	9928.1	2.73
<b>Con tutor</b> Var Ucayali	4740.56	3347.9	16739.5	11998.94	2.53
Sin tutor Var Menita	3634.4	2454.5	12272.65	8638.25	2.38
<b>Con tutor</b> Var Lara	4740.56	2862.1	14310.5	9569.94	2.02
<b>Con tutor</b> Var Menita	4740.56	2659.9	13299.5	8558.94	1.81

La tabla 6 muestra la mayor rentabilidad se obtiene con el tratamiento, sin tutor con el cultivar Ucayali que reporta un índice de rentabilidad de 2.99, como una segunda opción se encuentra la variedad Lara sin tutor (2.73) y también se puede incluir como una tercera elección en rentabilidad a la variedad Ucayali con tutor (2.53). Es importante también mencionar que la mayor utilidad bruta se obtiene con el tratamiento, con tutor con el cultivar Ucayali con un valor de 11998.94 nuevos soles. Por tanto, se puede mencionar que el tutorado no se justifica económicamente, pero si hay una ligera diferencia en la utilidad bruta, el cultivar Ucayali se comporta como la de mayor rentabilidad y buena utilidad bruta. El precio que se alcanzó por la venta del frejol de grano negro fue de 5.0 kg. Pareja (2011) al llevar a cabo el análisis económico, los que lograron mayor mérito económico, de los siete tratamientos, se determina el tratamiento con una fertilización química de 60-80-60 de NPK, con una utilidad neta de S/. 7075.44, seguida del tratamiento de 1000 kg ha<sup>-1</sup> de guano de islas con una utilidad neta de S/. 6459.18 y finalmente el tratamiento de 750 kg ha<sup>-1</sup> de guano de islas con una utilidad neta de S/. 5792.31. El experimento conducido en Canaán reporta una mayor utilidad por el precio alcanzado en la actualidad.



## CONCLUSIONES

1. No se observó variación en la precocidad en la fenología del frejol de grano negro determinado en número de días, la madurez fisiológica se dio entre 90 a 102 dds y la cosecha varió desde los 115 a 122 dds.
2. El número de vainas por planta es la variable muy importante en la predicción del rendimiento del frejol, existe una respuesta al tutorado en el número de vainas por planta que muestra un promedio de 21.25 vainas por planta, en cuanto a las variedades es el cultivar Ucayali que se muestra superior a las otras con un valor de 22.00 vainas.
3. El tutorado responde en el peso de 1000 semillas obteniendo un valor de 278.16 g. En cuanto a las variedades en promedio del tutorado la variedad Ucayali tiene un mayor peso de 286.95 g.
4. En el cultivo del frejol el rendimiento de grano se expresa al 14 % de humedad. responde al tutorado siendo el tratamiento con tutor en cualquier variedad muestra una productividad de 2956.66 kg ha<sup>-1</sup>. En cuanto a la variedad evaluadas es el cultivar Ucayali con un valor de 3124.6 kg ha<sup>-1</sup>es la de mayor productividad.
5. La mayor rentabilidad se obtiene con el tratamiento sin tutor con la variedad Ucayali que reporta un índice de rentabilidad de 2.99, como una segunda opción se encuentra la variedad Lara sin tutor (2.73) y también se puede incluir como una tercera elección a la variedad Ucayali con tutor (2.53) siendo esta con la mayor utilidad bruta de 11998.94 nuevos soles.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAYA-VILLALOBOS, RODOLFO, CHAVES-BARRANTES, NÉSTOR FELIPE, CHAVES HERNÁNDEZ-FONSECA, JUAN CARLOS, & CORDERO-MORALES, CARLOS. (2022). "UCR 55" Variedad de frejol común Mesoamericano de grano negro. *Agronomía Costarricense*, 46 (1), 77-94. <https://dx.doi.org/10.15517/rac.v46i1.49870>
- BARRIGA, P. (1972). Mejoramiento por idiotipo en maíz. *Turrialba* 22:454-461.
- CAMARENA, F.; HUARINGA, A. y MOSTACERO, E. (2009). Innovación tecnológica para el incremento de la producción de frejol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Ediciones Agrum. UNALM. Primera edición. Auspiciado por CONCYTEC.

- DAVIS JHC, GARCÍA S (1983) Competitive ability and growth habit of indeterminate beans and maize for intercropping. *Field Crops Res.* 6: 59-75.
- DONALD, C.M (1962). En busca del rendimiento. *J. Aust. Inst. agricola* Se. 28: 171-178.
- PAREJA, G. (2011). "Niveles de guano de islas en el rendimiento del cultivo de frejol Caraota (*Phaseolus vulgaris* L.), Canaán - 2735 msnm, Ayacucho" Tesis, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1917>
- PERALTA I., E., MURILLO I., A., MAZÓN, N., Y PINZÓN Z., J. (2011). INIAP-482 Afroandino: Nueva variedad de fréjol arbustivo de grano negro. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. (Boletín Divulgativo no. 393.
- VILLANUEVA, D.A. (2010) Evaluación de seis variedades de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.), bajo condiciones de cultivo tradicional en localidades de chimaltenango y sololá. Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos Guatemala. Tesis para obtener El título de ingeniero Agrónomo.
- WHITE, J. (1985) Conceptos básicos de fisiología del frejol. En: frejol investigación y producción. CIAT. Editorial XYZ Cali, Colombia 43-60 p



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**  
**Bach. DEIBY GROVER HUARANCCA ALIAGA,**

**R.D. N° 310-2023-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho a los veinte días del mes de julio del año dos mil veintitrés, siendo las dieciocho horas con diez minutos, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del señor Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias Dr. Rolando Bautista Gomez, los miembros del jurado conformado por el Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa, Ing. Eduardo Robles García como asesor, Dr. José Antonio Quispe Tenorio e Ing. Jorge Luis Huamancusi Morales; actuando como secretario de actas el Mtro. Ennio Chauca Retamozo, para recibir la sustentación de la Tesis titulada: **Rendimiento de tres variedades de frejol de grano negro (*Phaseolus vulgaris* L.) con tutor y sin tutor. Canaan 2735 msnm.** para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo presentado por el Bachiller **DEIBY GROVER HUARANCCA ALIAGA.**

El señor Decano, previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invitó a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa	14	12	13	13
Ing. Eduardo Robles García	15	15	15	15
Dr. José Antonio Quispe Tenorio	16	14	15	15
Ing. Jorge Luis Huamancusi Morales	15	15	16	15
<b>PROMEDIO GENERAL</b>				<b>15</b>

Acto seguido se invita al sustentante y publico en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.

  
.....  
**Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa**  
*Presidente*

  
.....  
**Ing. Eduardo Robles García**  
*Asesor*

  
.....  
**Dr. José Antonio Quispe Tenorio**  
*Jurado*

  
.....  
**Ing. Jorge Luis Huamancusi Morales**  
*Jurado*

  
.....  
**Mtro. Rodolfo Alca Mendoza**  
*Secretario Docente*



**UNSCH**

FACULTAD DE CIENCIAS  
**AGRARIAS**

## CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativisar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por RR N° 294-2022-UNSCH-R; hace constar que el trabajo titulado;

### **Rendimiento de tres variedades de frejol de grano negro (*Phaseolus vulgaris* L.) con tutor y sin tutor. Canaán 2735 msnm**

Autor : Deiby Grover Huarancca Aliaga

Asesor : Eduardo Robles García

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante la RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de **ventiseis por ciento (26 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

**Nota:** Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2202333199

Ayacucho, 20 de octubre de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA  
Facultad de Ciencias Agrarias  
  
M. Sc. Walter A. Mateu Mateo  
Ppto. Comisión Turnitin - FCA

# Rendimiento de tres variedades de frejol de grano negro (*Phaseolus vulgaris* L.) con tutor y sin tutor. Canaán 2735 msnm

*por* Deiby Grover Huarancca Aliaga

---

**Fecha de entrega:** 20-oct-2023 08:01p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2202333199

**Nombre del archivo:** TESIS\_HUARANCCA\_OCTBRE\_2023.pdf (6.62M)

**Total de palabras:** 14916

**Total de caracteres:** 74065

# Rendimiento de tres variedades de frejol de grano negro (Phaseolus vulgaris L.) con tutor y sin tutor. Canaán 2735 msnm

## INFORME DE ORIGINALIDAD

26%

INDICE DE SIMILITUD

27%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

16%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	10%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	7%
3	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	4%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
5	repositorio.inia.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	docobook.com Fuente de Internet	1%
7	mingaonline.uach.cl Fuente de Internet	<1%
8	www.mag.go.cr Fuente de Internet	<1%

9

[www.redalyc.org](http://www.redalyc.org)

Fuente de Internet

<1 %

---

10

[www.iwmi.cgiar.org](http://www.iwmi.cgiar.org)

Fuente de Internet

<1 %

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo