

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS:

**Características productivas y culinarias de cuatro cultivares
de frijol reventón (*Phaseolus vulgaris* L.), Canaán, 2735
msnm, Ayacucho, 2022**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

Bach. Jean Marco ARAMBURU PRETEL

ASESOR:

Dr. Lurquín Marino ZAMBRANO OCHOA

CO-ASESORA:

Ing. Ana María ALTAMIRANO PÉREZ

AYACUCHO - PERÚ

2024

A Dios, por brindarme la vida y salud para concretizar cada uno de mis sueños.

Con arduo amor y gratitud a mis padres Teodor Aramburú Contreras y Eugenia Pretel Avalos; a mi hermano Robert Aramburú Pretel; a mis abuelos: Marina y Cirilo.

A mis compañeros (as) y excelentísimos docentes que, con su sacrificada labor en el campo y salón, comparten su sabiduría con los agricultores la dulce tarea de producir los sagrados alimentos para el bienestar de nuestro país.

JEAN M. ARAMBURÚ P.

AGRADECIMIENTO

A mi Alma Mater, la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, a la facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela Profesional de Agronomía, por brindarme la oportunidad de formarme como profesional y ciudadano.

A los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía, por brindarme todos los conocimientos e instrucciones que contribuyeron mi formación profesional, quienes supieron brindarme las orientaciones teóricas y científicas para adquirir nuevos conocimientos y ser un profesional competente.

Quiero Expresar mi profundo reconocimiento y agradecimiento a Programa Nacional de Investigación en Cereales, Granos Andinos y Leguminosas de la Estación Experimental Agraria de Canaán, INIA – Ayacucho.

Al Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa, por su sutil colaboración, orientación y asesoramiento del presente trabajo de investigación.

A la Ing. Ana María Altamirano Pérez, por su valiosa colaboración, orientación y sugerencias en el presente trabajo de investigación.

A mis padres por su apoyo incondicional para su concretización del presente trabajo.

A toda mi familia, amigos y aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en la materialización de la presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Origen y distribución geográfica	4
1.3. Clasificación taxonómica del frijol	4
1.4. Descripción del frijol reventón.....	5
1.5. Importancia del frijol reventón.....	5
1.6. Morfología de la planta del frijol	6
1.6.1. Raíz	6
1.6.2. Tallo.....	7
1.6.3. Ramas y complejos axilares	7
1.6.4. Hojas.....	8
1.6.5. Inflorescencia	8
1.6.6. Flor	9
1.6.7. Fruto	9
1.6.8. Semilla	9
1.7. Hábito de crecimiento	10
1.7.1. Hábito de crecimiento determinado	11
1.7.2. Hábito de crecimiento indeterminado	12
1.8. Descripción general de las etapas de desarrollo de la planta de frijol.....	13
1.8.1. Fase vegetativa.....	13
1.8.2. Fase reproductiva.....	13
1.9. Etapas del desarrollo del frijol.....	14
1.10. Factores que influyen en la duración de las etapas	15

1.11. Etapas de la fase vegetativa.....	16
1.11.1. Etapa V0: Germinación.....	16
1.11.2. Etapa V1: Emergencia.....	16
1.11.3. Etapa V2: Aparición de hojas primarias.....	16
1.11.4. Etapa V3: Primera hoja trifoliada	16
1.11.5. Etapa V4: Tercera hoja trifoliada	17
1.12. Etapas de la fase reproductiva	17
1.12.1. Etapa R5: Prefloración	17
1.12.2. Etapa R6: Floración.....	18
1.12.3. Etapa R7: Formación de las vainas	18
1.12.4. Etapa R8: Llenado de las vainas.....	19
1.12.5. Etapa R9: Maduración	19
1.13. Requerimientos agroecológicos del cultivo frijol	19
1.13.1. Factores climáticos	19
1.13.2. Factor edáfico	20
1.14. Manejo agronómico.....	21
1.14.1. Pre siembra	21
1.14.2. Siembra.....	21
1.14.3. Manejo del cultivo	23
1.14.4. Manejo integrado de plagas.....	24
1.14.5. Manejo integrado de enfermedades	26
1.14.6. Cosecha	28
1.14.7. Almacenamiento	28
1.15. Valor nutricional del frijol reventón.....	29
CAPÍTULO II.....	30
METODOLOGÍA.....	30
2.1. Ubicación del campo experimental	30
2.1.1. Ubicación política	30
2.1.2. Ubicación geográfica	30
2.1.3. Ubicación ecológica	30
2.2. Historial del terreno.....	30
2.3. Características edáficas	31
2.4. Condiciones climáticas.....	31
2.5. Material vegetal.....	34

2.6.	Diseño experimental.....	34
2.7.	Descripción del campo experimental	35
2.7.1.	<i>Croquis del campo experimental</i>	36
2.7.2.	<i>Croquis de la unidad experimental</i>	36
2.7.3.	<i>Datos y características de la instalación</i>	37
2.8.	Instalación y conducción del experimento	37
2.8.1.	<i>Roturación y rastrado</i>	37
2.8.2.	<i>Delimitación de campo experimental</i>	37
2.8.3.	<i>Selección y desinfección de la semilla</i>	37
2.8.4.	<i>Abonamiento</i>	38
2.8.5.	<i>Siembra</i>	38
2.8.6.	<i>Riego</i>	38
2.8.7.	<i>Control de malezas</i>	38
2.8.8.	<i>Guiado y colocación de tutores</i>	38
2.8.9.	<i>Aporque</i>	39
2.8.10.	<i>Control fitosanitario</i>	39
2.8.11.	<i>Cosecha y recolección de datos</i>	39
2.9.	Criterios de evaluación.....	39
2.9.1.	<i>Precocidad del cultivo</i>	39
2.9.2.	<i>Características de productividad</i>	40
2.9.3.	<i>Características de calidad de grano tostado</i>	41
CAPÍTULO III.....		43
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		43
3.1.	Precocidad del cultivo	43
3.1.1.	<i>Días a la emergencia</i>	44
3.1.2.	<i>Días a la floración</i>	45
3.1.3.	<i>Días a la formación de vainas</i>	46
3.1.4.	<i>Días a la madurez fisiológica</i>	47
3.1.5.	<i>Días a la madurez de cosecha</i>	48
3.2.	Características de productividad	49
3.2.1.	<i>Altura de planta</i>	49
3.2.2.	<i>Número de vainas por planta</i>	51
3.2.3.	<i>Longitud de vaina</i>	52
3.2.4.	<i>Número de granos por vaina</i>	54

3.2.5. <i>Peso de 1000 semillas</i>	55
3.2.6. <i>Rendimiento de grano por hectárea</i>	56
3.3. Características de calidad de grano tostado	58
3.3.1. <i>Índice de expandido de grano</i>	58
3.3.2. <i>Porcentaje de reventado de grano</i>	59
3.3.3. <i>Porcentaje de expandido de grano</i>	61
3.3.4. <i>Tiempo de reventado de grano</i>	62
CONCLUSIONES	64
RECOMENDACIONES.....	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
ANEXOS	69

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1 <i>Etapas de desarrollo de un cultivo de frijol</i>	15
Tabla 2.1 <i>Resultados e interpretación del análisis de caracterización del suelo. EEA Canaán 2735msnm</i>	31
Tabla 2.2 <i>Temperaturas (máxima, mínima y media), precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2022 – 2023 de la Estación Meteorológica de Canaán – INIA</i>	32
Tabla 2.3 <i>Procedencia de los cultivares de frijol reventón estudiados en el experimento</i>	34
Tabla 3.1 <i>Promedios generales de los días transcurridos de la precocidad de los cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm</i>	43
Tabla 3.2 <i>Cuadrados medios (CM) del análisis de varianza (ANVA) de precocidad de cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm</i>	44
Tabla 3.3 <i>Análisis de varianza de altura de planta (cm) de cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm</i>	50
Tabla 3.4 <i>Análisis de varianza de número de vainas por planta de cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm</i>	51
Tabla 3.5 <i>Análisis de varianza de longitud de vaina (cm) de cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm</i>	53
Tabla 3.6 <i>Análisis de varianza de número de granos por vaina de cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm</i>	54
Tabla 3.7 <i>Análisis de varianza de peso de 1000 semillas (gr) de cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm</i>	55
Tabla 3.8 <i>Análisis de varianza de rendimiento de grano por hectárea (kg/ha) de cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm</i>	57
Tabla 3.9 <i>Análisis de varianza de índice de expandido de grano (%) de cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm</i>	58
Tabla 3.10 <i>Análisis de varianza de porcentaje de reventado de grano (%) de cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm</i>	60
Tabla 3.11 <i>Análisis de varianza de porcentaje de expandido de grano (%) de cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm</i>	61
Tabla 3.12 <i>Análisis de varianza de tiempo de reventado de grano (min) de cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm</i>	62

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 <i>Etapas del desarrollo de planta de frijol, adaptados de Valladolid, 1993</i>	14
Figura 2.1 <i>Temperaturas (máxima, mínima y media), precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2022 – 2023 de la Estación Meteorológica de Canaán – INIA.</i>	33
Figura 2.2 <i>Croquis del campo experimental</i>	36
Figura 2.3 <i>Croquis de la unidad experimental</i>	36
Figura 3.1 <i>Prueba de Tukey de los días a la emergencia de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm</i>	45
Figura 3.2 <i>Prueba de Tukey de los días a la floración de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm</i>	46
Figura 3.3 <i>Prueba de Tukey de los días a la formación de vainas de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm</i>	47
Figura 3.4 <i>Prueba de Tukey de los días a la madurez fisiológica de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm</i>	48
Figura 3.5 <i>Prueba de Tukey de los días a la madurez de cosecha de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm</i>	49
Figura 3.6 <i>Prueba de Tukey de altura de planta de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm</i>	50
Figura 3.7 <i>Prueba de Tukey de número de vainas por planta de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm</i>	52
Figura 3.8 <i>Prueba de Tukey de longitud de vaina (cm) de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm</i>	53
Figura 3.9 <i>Prueba de Tukey de Número de granos por vaina de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm</i>	55
Figura 3.10 <i>Prueba de Tukey de peso de 1000 semillas (gr) de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm</i>	56
Figura 3.11 <i>Prueba de Tukey de rendimiento de grano por hectárea (kg/ha) de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm.....</i>	57
Figura 3.12 <i>Prueba de Tukey índice de expandido de grano (%) de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm</i>	59
Figura 3.13 <i>Prueba de Tukey de porcentaje de reventado de grano (%) de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm.....</i>	60

Figura 3.14	<i>Prueba de Tukey de porcentaje de expandido de grano (%) de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm.....</i>	62
Figura 3.15	<i>Prueba de Tukey de tiempo de reventado de grano (min) de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm.....</i>	63

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. <i>Promedios generales de días después de la siembra de las variables de precocidad de los cultivares de frijol reventón (Phaseolus vulgaris L.), Canaán, 2735 msnm, Ayacucho, 2022</i>	70
Anexo 2. <i>Promedios generales de las variables de características de productividad de los cultivares de frijol reventón (Phaseolus vulgaris L.), Canaán, 2735 msnm, Ayacucho, 2022</i>	70
Anexo 3. <i>Promedios generales de las variables de características de calidad de grano tostado de los cultivares de frijol reventón (Phaseolus vulgaris L.), Canaán, 2735 msnm, Ayacucho, 2022</i>	70
Anexo 4. <i>Datos de los días después de la siembra de las variables de precocidad de los cultivares de frijol reventón (Phaseolus vulgaris L.), Canaán, 2735 msnm, Ayacucho, 2022</i>	71
Anexo 5. <i>Datos de las variables de características de productividad de los cultivares de frijol reventón (Phaseolus vulgaris L.), Canaán, 2735 msnm, Ayacucho, 2022</i>	71
Anexo 6. <i>Datos de las variables de características de calidad de grano tostado de los cultivares de frijol reventón (Phaseolus vulgaris L.), Canaán, 2735 msnm, Ayacucho, 2022</i>	72
Anexo 7. <i>Escala y formula para determinar el índice expandido según protocolo de la Biologa Mirihan Gamarra Flores</i>	73
Anexo 8. <i>Análisis de caracterización del suelo experimental, Canaán 2735 msnm, Ayacucho 2022</i>	74
Anexo 9. <i>Panel fotográfico</i>	75

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental Agraria Canaán, INIA – Ayacucho, con el objetivo de evaluar las características productivas y culinarias de cuatro cultivares de frijol reventón (*Phaseolus vulgaris* L.), Ayacucho 2022. Se utilizó Diseño Bloques Completos Randomizados (DBCR) con 4 cultivares de frijol reventón y un cultivar arbustivo como testigo, con tres repeticiones, siendo en total 15 unidades experimentales. Se evaluaron la precocidad, productividad y calidad de grano tostado. Como resultado, el cultivar CFA-007 fue la más precoz en llegar a la madurez fisiológica, con un promedio de 193 dds, mientras el cultivar que se comporta como tardía fue la CFA-026 con 203.33 dds. El cultivar CFA-026 presentó mayor altura de planta, alcanzando 237.93 cm., sin diferenciarse significativamente de los demás cultivares. En referencia al número de vainas por planta el cultivar CFA-007 presentó el mayor número (104.03) de vainas. En relación al peso de 1000 semillas varían de 432.95 a 640.59 gramos, lo cual corresponde a CFA-007 y CFA-005 respectivamente. Rendimiento superior en grano se consiguió con el cultivar CFA-007, alcanzó 5700.74 kg.ha⁻¹, mientras CFA-005 tuvo un peso menor, con 4622.84 kg.ha⁻¹. El cultivar que obtuvo la mayor calidad de grano tostado, de acuerdo al índice de expandido alcanzado fue la CFA-026, cuyo promedio es de 80.07 %, mientras el cultivar CFA-012 obtuvo menos calidad de grano al tostado, con 47.48 % de índice expandido.

Palabras clave: Características productivas, culinarias, cultivar y frijol reventón.

INTRODUCCIÓN

La ñuña o frijol reventón es oriundo de la región central de los Andes, de gran relevancia en la dieta nutricional de las comunidades rurales andinas, además de ser utilizado en la industria de la panificación y la repostería, con mayor contenido de proteínas (aproximadamente de 20%), también ayuda mejorando los suelos, gracias a su aptitud de fijar nitrógeno. Morfológicamente, es similar al frijol común, aunque se distingue por su aptitud de expandir o reventar al ser tostado solo o en aceite (Cruz et al., 2009).

El frijol constituye una de las especies más importantes de la Familia de las Leguminosas que se cultiva para su aprovechamiento como grano seco (menestra) y como vainas verdes con las semillas inmaduras (legumbre), contribuyendo considerablemente en la dieta de la alimentación de la población (Ulloa et al., 2011).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2018), en Perú se cultiva dentro de la costa, sierra y selva. Los departamentos que resaltan en términos de producción son Cajamarca, Huánuco, Amazonas, Arequipa y Huancavelica; en cuanto a la superficie cultivada los que más resaltan son Cajamarca, Amazonas, Piura y Huánuco. El frijol reventón se produce en las zonas agroecológicas de yunga y quechua de los valles de Cajamarca, La Libertad, Huánuco, Áncash, Cusco, Apurímac, entre otros.

El frijol reventón muestra una gran diversidad genética y presenta rangos de adaptación muy específicos, resultado de la intensa interacción de las variedades con su entorno. Dentro de esta variabilidad, se encuentran genotipos que ofrecen altos rendimientos, precoces y con buena calidad de reventado (Otálora et al., 2006).

La fibra del frijol como fitoquímico, hace efecto hipocolesterolémico, es decir, disminuye hasta un 10% el colesterol en la sangre, por otro lado, las lectinas presentes en los granos del frijol reducen el crecimiento de linfomas no-Hodgking, un tipo de cáncer que afecta, incluyendo los ganglios linfáticos, el bazo y demás órganos del sistema inmunitario (Ulloa et al., 2011).

No obstante, el potencial de este tipo de frijol sigue siendo poco investigado, ya que no se le ha otorgado la relevancia que merece como producto innovador en la economía tradicional de las comunidades andinas. Actualmente, se cultiva principalmente en terrenos fraccionados en las zonas de nuestro país, así como en el país vecino (Bolivia). Por lo tanto, la importancia de fomentar y desarrollar variedades de tipo IV en diversas extensiones y con nuevas tecnologías impulsa a mayor producción, sin dejar al lado la investigación y transferencia en múltiples regiones de los andes americanos (Otálora et al., 2006).

Por todo ello la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga y la Estación Experimental Agraria Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria, dentro del Programa Nacional de Investigación en Cereales, Granos Andinos y Leguminosas, viene realizando estudios referentes a maximizar su potencial agronómico de varios cultivares de frijol ñuña, que fue recolectado en diferentes lugares de nuestra región, con lo cual, después de años de trabajo de investigación; para el presente estudio se seleccionaron cuatro cultivares (CFA-007, CFA-005, CFA-012 y CFA-026), con los siguientes objetivos:

Objetivo general

Conocer las características productivas y culinarias de cuatro cultivares de frijol reventón (*Phaseolus vulgaris* L.), bajo las condiciones de Canaán, 2735 msnm, Ayacucho, 2022.

Objetivos específicos

1. Evaluar las características productivas de cuatro cultivares de frijol reventón (*Phaseolus vulgaris* L.).
2. Evaluar las características culinarias de cuatro cultivares de frijol reventón (*Phaseolus vulgaris* L.).

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Infante (2012) en la investigación titulada: “Evaluación y selección de cultivares de frijol Ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) - Canaán 2735 msnm Ayacucho”, con el objetivo de evaluar los caracteres de precocidad, caracteres de rendimiento y caracteres de calidad de grano tostado. Se empleó un DBCR con 27 tratamientos y 3 repeticiones, constituida por 81 parcelas en total. Efectuando el ANVA, se logró los siguientes resultados: a) Los más precoces fueron el cultivar CFA-008 y CFA-002, con 162 días después de la siembra, el más tardío fue el cultivar CFA-026 con 193 días después de la siembra; b) el mayor rendimiento en grano se consiguió con el cultivar CFA-014, que alcanzó 8,074 kg.ha⁻¹, mientras el de menor rendimiento fue CFA-008 con 1,122 kg.ha⁻¹; c) el que obtuvo la mayor calidad de grano al tostado, de acuerdo a la variable de índice expandido alcanzado fue la CFA-026, cuyo promedio es de 87.9, en cambio el cultivar CFA-031, con 17 % de índice expandido muestra menor calidad al tostado, y d) los cultivares seleccionados para el presente trabajo de investigación, de acuerdo al índice de expandido, que garantiza una mejor aptitud agroindustrial de los frijoles ñuña, son: CFA-026, CFA-005, CFA-007, CFA-012, CFA-028, CFA-017, CFA011, CFA-029, CFA-019, CFA-006, CFA-003, CFA-009, CFA-023, CFA032, CFA-018 y CFA-016; cuyo índice de expandido es mayor al 30 %, mientras que los cultivares a descartarse en el presente experimento, cuyo índice de expandido son menores al 30%, son: CFA-031, CFA-004, CFA-024, CFA-010, CFA-027, CFA-008, CFA-021, CFA-001, CFA-002, CFA-014 y CFA-013 (p. 111).

Otálora et al. (2006), evaluaron 29 cultivares de fríjol reventón provenientes de Perú y Bolivia, analizando sus características agronómicas, la composición química del grano y sus propiedades funcionales de reventamiento. El objetivo fue correlacionar y seleccionar las variables más relevantes para la caracterización. Los datos obtenidos permitieron agrupar las accesiones en dos conglomerados en un dendrograma. Las

variables que aportan más información fueron la precocidad y el rendimiento, seguidas de aquellas relacionadas con la calidad nutricional y el porcentaje de expansión. Las variables que más resaltaron fue el color de las alas, de limbo y de las vainas, así como también la forma de la semilla.

1.2. Origen y distribución geográfica

En general todas las familias dentro del género *Phaseolus* surgen en la América Tropical, exactamente en México, Guatemala y Perú. Para demostrar su origen, fundamentalmente es la diversidad genética de los materiales que existen en esta región, además hallazgos que demuestra la antigüedad de su cultivo en Perú y México (Ospina, 1980). Sin embargo México fue aceptado como el más probable centro de origen, o al menos, como el centro de diversificación primaria (Debouck & Hidalgo, 1985).

El origen en América después de tantas dudas por mucho tiempo, fue probado de acuerdo a su hallazgo de granos de esta especie en tumbas antiguas cercanas a Lima, Perú. En el valle de Nazca se encontraron restos con aproximadamente 2500 años de antigüedad, y en Huaca Prieta se dataron en unos 2000 años. En los callejones de Huaylas, se encontraron frijoles de varios colores y varias formas como: alargados, planos y arriñonados (FAO, 2018).

El frijol reventón es oriundo de los Andes Centrales (Cruz et al., 2009). En los valles andinos hay muchas variedades locales conocidas por denominaciones típicas, sin embargo, solamente en Bolivia y en la sierra del Perú se encuentra un tipo de frijol reventón denominado ñuña, lo cual se consume tostado (Voysest, 1983).

1.3. Clasificación taxonómica del frijol

La clasificación taxonómica del frijol reventón del género *Phaseolus* y nombre científico *Phaseolus Vulgaris* L. asignado por Linneo en 1753, según Debouck y Hidalgo (1985) es lo siguiente:

División	: Fanerógamas
Sub división	: Angiospermas
Clase	: Dicotiledóneas
Orden	: Rosales
Familia	: Leguminosae

Sub familia	: Papilionoidae
Tribu	: Phaseolae
Sub tribu	: Phaseolinae
Género	: Phaseolus
Especie	: <i>Phaseolus vulgaris</i> L.
Nombre común	: Numia, Ñuña, Poroto, Frijol y Pava.

1.4. Descripción del frijol reventón

Es una planta herbácea anual, con un periodo de seis a ocho meses, dependiendo del lugar donde se siembra, y puede crecer hasta cuatro metros de altura. Su crecimiento es de tipo IV, indeterminado y trepador, por lo que se recomienda realizar un tutorado, especialmente al asociarse con maíz en zonas diferentes, a altitudes de 1800 a 2900 msnm. Cuenta con un sistema radicular superficial que establece nódulos simbióticos con las bacterias del género *Rhizobium*. El Tallo, que es herbáceo y pubescente, está compuesto por una serie de nudos y entrenudos, volviéndose semileñoso al momento de la cosecha. En las axilas se encuentra un triada que al desarrollarse puede ser una vegetativa o floral. Presenta hojas simples y compuestas, y las flores, son hermafroditas y se auto fecundan, se agrupan en inflorescencias en racimo. El fruto es una vaina desarrollada a partir del ovario, que tiene dos suturas que conectan sus válvulas. Las semillas presentan una gran variabilidad en color y están rodeadas por una cubierta protectora exterior conocida como epispermo, que corresponde a la capa secundaria del ovulo (FAO, 2018).

1.5. Importancia del frijol reventón

La ñuña es una leguminosa de suma importancia, se siembra desde años antiguos, morfológicamente es parecido al frijol común; los habitantes de los Andes incluyen regularmente en su dieta debido al contenido proteico de 20 %, su aporte en carbohidratos y su presencia de vitaminas que se encuentran dentro del complejo B, así como nutrientes en mismas cantidades a la de frijol común; sin embargo, se distingue por su capacidad de reventar al ser tostada, siendo la más común para su consumo. La ñuña es ideal, ya que contribuye altamente en la alimentación de los niños, así mismo para madres gestantes (Agronoticias, 2019); por otro lado, supera al frijol común en el contenido de cobre, siendo bajo en hierro, fosforo y boro (Van Beem et al., 1992).

Se han identificado 50 Ecotipos de numia en las regiones de Ancash, Cajamarca y Huánuco, siendo los principales lugares de producción en Perú. Se encuentra colores habituales de gris y blanco jaspeado, rojo claro, azul oscuro y plomo, tiene mínima variación de gusto entre los Ecotipos (Agronoticias, 2019). Sin Embargo, la numia contiene lectinas, que es un componente anti alimentarios, cuya concentración disminuye al realizar el tostado (Van Beem et al., 1992); no obstante, se ha comprobado que las lectinas vegetales tienen actividad antitumoral, lo que resalta su importancia para futuras investigaciones contra el cáncer (Castillo & Abdullaev, 2005). Así mismo, los frijoles son ricos en compuestos fenólicos que actúan como antioxidantes (Pérez et al., 2019), impidiendo radicales libres; lo que podría tener un efecto muy positivo en la prevención de enfermedades y retraso del vejez (Lin et al., 2008).

Además de lo mencionado anteriormente, es importante mencionar sobre el contenido de fibra, lo que beneficia la fisiología digestiva de las personas. Esta leguminosa es muy versátil, ya que se puede consumir tostada o sancochada, también es adecuada para la producción de snacks, bocaditos, harinas de panificación y repostería, lo que la convierte en un cultivo con gran potencial para la agroindustria (Santa Cruz & Vásquez, 2021).

En las zonas andinas de América del Sur se cultivan tradicionalmente y se consumen como refrigerio después de un rápido proceso de tostado. Un análisis exhaustivo de su valor nutritivo revela que las ñuñas tienen un mayor contenido de almidón, amilosa y cobre que cuatro variedades de frijol seco. La textura y el sabor únicos de las ñuñas pueden estar relacionados con su alto contenido de almidón. Los factores antinutricionales como las lectinas son mayores en las muestras de ñuña cruda y hervida que las ñuñas tostadas, mientras que los niveles de taninos se mantienen en crudos y tostados (Van Beem et al., 1992).

1.6. Morfología de la planta del frijol

1.6.1. Raíz

En la etapa inicial del desarrollo, el sistema radical está compuesto por la radícula del embrión, que luego se transforma en la raíz principal. Esta raíz, la primera identificable, permite que, pocos días después de su emergencia, se puede observar raíces secundarias que surgen en la parte superior o cuello de la raíz principal. Se les llama

secundarias por que se desarrollan a partir de la raíz principal y tienen un diámetro menor, a partir de estas raíces, se forman raíces terciarias y otras subdivisiones como los pelos absorbentes que se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz. Por otro lado, la raíz primaria suele ser fasciculada y fibrosa en algunos casos, presentando una gran variabilidad incluso dentro de una misma variedad, mientras el tipo pivotante autentico es poco común. Como parte de la subfamilia Papilionoideae, en las raíces laterales muestra nódulos de forma poliédrica, exactamente en la parte superior y media del sistema radical con un diámetro de aproximadamente 2 a 5 mm, son colonizados por bacterias del género *Rhizobium* que fijan nitrógeno atmosférico, contribuyendo así las necesidades de nitrógeno en la planta (Debouck & Hidalgo, 1985).

1.6.2. Tallo

Es el eje central de la planta, lo cual está formado por varios nudos y entrenudos, dicha cantidad está relacionada con el hábito de crecimiento. Se origina a partir del meristema apical del embrión de la semilla, desde la primera etapa (germinación), dicho meristemo tiene mayor dominancia apical, y durante su proceso de desarrollo genera nudos. En cada nudo se genera un ángulo entre la prolongación de tallo y el peciolo de la hoja, a dicho ángulo se denomina axila, lo cual está formado por tres yemas denominada triada, de los cuales se pueden formar ramas y/o inflorescencias, así también, el tallo es el resultado de un proceso dinámico de construcción por parte de un grupo de células situadas en su parte apical, llamada meristemo terminal, en proceso de división activa desde sus primeros estados de crecimiento. Este proceso de construcción incluye así mismo, la formación de otros órganos en los nudos y la de los entrenudos. Por otro lado, cuando la planta es de hábito de crecimiento determinado, normalmente el tallo tiene un bajo número de nudos y termina en la inserción de la última hoja trifoliada. En las plantas de hábito indeterminado, la cantidad de nudos del tallo es mayor a comparación de plantas de tipo I, ya que en la fase reproductiva, el tallo continúa creciendo (Debouck & Hidalgo, 1985).

1.6.3. Ramas y complejos axilares

Llamado triada, dicha denominación es porque suele estar formado por tres yemas que se pueden observar desde el comienzo de su desarrollo. Existen tres casos en donde se puede apreciar ramas vegetativas o inflorescencias, lo cual esta influenciado de acuerdo al hábito de crecimiento de cada variedad; se nombra vegetativa cuando las tres yemas

formas solamente ramas; mixta, es decir vegetativa y floral, siempre y cuando la yema central forma inflorescencia y las otras yemas forman ramas; y floral, cuando las tres yemas forman inflorescencia. La morfología y el desarrollo de la triada en cada inserción de la inflorescencia es igual. Por cada racimo en el raquis puede haber superior a dos inserciones florales y, en cada inserción vainas hasta más de dos (FAO, 2018).

También Debouck e Hidalgo (1985), señala a estas tres yemas que forman un complejo axilar llamado triada, las cuales son los siguientes:

1. Desarrollo completamente vegetativo.
2. Desarrollo floral y vegetativo.
3. Desarrollo completamente floral.

La posición del complejo axilar en la planta va determinar el tipo de desarrollo.

1.6.4. Hojas

Según FAO (2018), las hojas del frijol se clasifican en dos tipos: simples y compuestas, y se encuentran en cada nudo del tallo y las ramas, y se puede apreciar en cada nudo de forma triangular, denominada estipulas, lo cual cumple un rasgo fundamental en la morfología de las leguminosas. En el primer estadio se aprecia las primeras hojas que se caracterizan por lo siguiente: son simples, opuestas, unifoliadas, auriculadas, cordiformes y acuminadas, A partir del tercer nudo, aparecen las hojas compuestas, las cuales son alternas, trifoliadas, con peciolos y raquis acanalados. Los foliolos son de forma ovalada a triangular y enteros, principalmente cordiformes y no tienen aurículas. Son glabros o sub glabros.

En condiciones normales muestran mayor variación respecto al color y pilosidad de las hojas, dicha característica está relacionada con la variedad, con la posición de la hoja en el tallo y la edad de la planta; sin embargo, dichos caracteres pueden o no tener relación respecto al color y la pilosidad del tallo y de las ramas (Debouck & Hidalgo, 1985).

1.6.5. Inflorescencia

Con base en Debouck e Hidalgo (1985), se considera una inflorescencia que puede desarrollarse en la parte axilar o terminal, botánicamente se denomina racimos de

racimos, lo cual indica que, un racimo principal está conformado por racimos secundarios, estos se desarrollan a partir de una triada floral, ubicadas en la axilas formadas por las brácteas primarias y secuencias de raquis. La inflorescencia tiene tres partes primordiales: el eje de la inflorescencia que se compone de pedúnculo y de raquis, las brácteas primarias y los botones florales; antes de abrir las primeras flores, el pedúnculo de la inflorescencia se alarga rápidamente; el raquis es una sucesión de nudos, para diferenciar un nudo debe existir las brácteas primarias.

1.6.6. Flor

Las flores son hermafroditas y auto fecundables, se desarrolla en una inflorescencia en forma de racimo. Esta inflorescencia puede ser terminal, como ocurre en las variedades de habito determinado, o lateral, como en las indeterminadas. Está compuesto por un pedúnculo, raquis, brácteas y botones florales, que se forman en las axilas de las brácteas. En su etapa inicial los botones están cubiertos por bractéolas de forma ovalada o redonda, y en su fase final, la corola, que permanece cerrada, sobresale, mientras las bractéolas solo cubren el cáliz. La flor presenta un androceo y un gineceo contenidos en una quilla excepcionalmente enrollada, y pueden ser de colores blanco, crema, rosado o malva (FAO, 2018).

1.6.7. Fruto

Se desarrolla a partir del ovario y tiene forma de vaina, lo que une las válvulas es la sutura dorsal y ventral. Las semillas se disponen alternadamente a lo largo de la sutura placentar. Generalmente, las vainas son glabras o sub glabras, con pelos muy pequeños, y pueden presentar una variedad de colores, ya sean uniformes o con rayas, existe diferencias notables entre las vainas jóvenes, las maduras y las completamente secas. Las vainas de textura pergaminosa contienen fibras fuertes y están diseñadas para abrirse con facilidad al madurar, mientras que las de tipo coriáceo se separan ligeramente en las suturas sin que haya una separación total de valvas. (FAO, 2018).

1.6.8. Semilla

La semilla carece de albumen, por lo que las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones y se origina de un óvulo campilótropo. Puede presentar una amplia variedad de colores, brillo y formas. Externamente tiene una cubierta que protege,

conocida como epispermo. El punto donde el ovulo se pega al funículo mayormente queda en la semilla haciendo una cicatriz que se llama hilum. (FAO, 2018).

De acuerdo a Debouck e Hidalgo (1985), las partes externas de la semilla son:

1. La testa o cubierta, que pertenece a la capa secundina del óvulo.
2. El hilum, o cicatriz dejada por el funículo, el cual conecta la semilla con la placenta.
3. El micrópilo que es una abertura en la cubierta de la semilla cerca del hilum, por dicha abertura se realiza la absorción del agua.
4. El rafe, proveniente de la soldadura del funículo con los tegumentos externos del óvulo campilótropo.

En cuanto a la posición de la semilla en la vaina, los micropilos están dispuestos en la dirección del ápice de la vaina y las rafe en la dirección del pedicelo; por dentro la semilla está conformado únicamente por el embrión, formado por la plúmula, las dos hojas primarias, el hipocótilo, los dos cotiledones y la radícula (Debouck & Hidalgo, 1985).

1.7. Hábito de crecimiento

Es una característica morfo agronómico clave, debido a que está vinculado al manejo de cultivo y al potencial de rendimiento de la variedad (Valladolid, 1993).

Según Voysest (2000), probablemente es una de las características más importantes para clasificar las variedades; sin embargo, existe varias clasificaciones empíricas que se sobreponen unas a otras, se mencionan frijoles arbustivos, volubles, erectos y postrados; morfológicamente los frijoles son clasificados como determinados o indeterminados de acuerdo al meristemo terminal, que puede ser reproductivo o vegetativo, este carácter es controlada genéticamente, y con base en ello y en el modo de desarrollo de la planta.

Teniendo en cuenta a López et al. (1985), estas características que determinan el hábito de crecimiento son:

1. El tipo de desarrollo del ápice del tallo: determinado o indeterminado.
2. La cantidad de nudos.

3. La longitud de los entrenudos y, en consecuencia, la altura de la planta.
4. La aptitud para trepar.
5. El grado y el tipo de ramificación. Es necesario incluir el concepto de guía definido como la parte del tallo y/o las ramas que sobresalen por encima del follaje del cultivo.

Según CIAT (1985, como se citó en López et al., 1985), se denomina cuatro tipos de hábitos de crecimiento:

- Tipo I: Arbustivo determinado
- Tipo II: Arbustivo indeterminado
- Tipo III: Postrado indeterminado
- Tipo IV: Indeterminado trepador

En la costa se encuentra generalmente el tipo I, II y III; en cambio el tipo IV mayormente en la sierra y la selva, debido a la asociación de cultivos, principalmente con maíz (Valladolid, 1993). Es importante dar énfasis a los factores ambientales que pueden modificar la expresión morfológica de una cierta variedad, es decir, en un ambiente diferente puede mostrar diferentes expresiones de hábito de crecimiento (Debouck & Hidalgo, 1985).

1.7.1. Hábito de crecimiento determinado

Tipo I: Hábito de crecimiento arbustivo determinado. Según Debouck e Hidalgo (1985), muestra cuatro particularidades:

1. El tallo y las ramas terminan en una inflorescencia, cuando esta llega a formarse se detiene el desarrollo del tallo y ramas.
2. El tallo es fuerte, con menor número de nudos (5 a 10), generalmente cortos.
3. La altura varía entre 25 y 50 cm.
4. La fase de floración, es corta y la madurez de todas las vainas ocurre casi al mismo tiempo.

Las variedades más comunes que se cultivan en la costa central son de tipo I como: Canario Molinero, Canario Chinchano, Canario Molinero, Canario Barranquino, Canario Huaralino y Canario Divex 8120 (Valladolid, 1993).

1.7.2. Hábito de crecimiento indeterminado

Tipo II: Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo. Según Debouck e Hidalgo (1985) son de tipo II, los frijoles con las siguientes características:

1. Tallo erecto sin aptitud para trepar, aunque termina en una guía corta. Las ramas no producen guías.
2. Pocas ramas, pero en número superior al tipo I y tallos generalmente cortos.
3. El número de nudos del tallo es superior al del tipo I; generalmente más de 12.
4. Continúan creciendo durante la etapa de floración, aunque a un ritmo menor.

Las únicas variedades pertenecientes al tipo II, que se puede encontrar en la costa son: Blanco Larán, Larán Mejorado INIAA y Panamito Molinero, poseen rendimientos altos a comparación que las variedades de tipo I. Existen cultivares, de grano amarillo, blanco y bayo, con resistencia a enfermedades, que a futuro estarán disponibles, como nuevas variedades (Valladolid, 1993).

Tipo III: Hábito de crecimiento indeterminado postrado. De acuerdo con Debouck e Hidalgo (1985), las características de las plantas de hábito de crecimiento tipo III, son:

1. Plantas postradas o semipostradas con ramificación bien desarrollada.
2. Mayor altura a comparación de plantas de tipo I y II, generalmente mayor de 80 cm.
3. Número de nudos del tallo y de las ramas es superior al de los tipos I y II; así mismo, la longitud de los entrenudos es mayor respecto a los hábitos anteriormente descritos.
4. El tallo como las ramas terminan en guías.
5. El desarrollo del tallo y el grado de ramificación originan variaciones en la arquitectura del tipo III; algunas plantas son postradas desde las primeras etapas de la fase vegetativa; otras son arbustivas hasta prefloración y luego son postradas. Dentro de estas variaciones puede presentarse con aptitud trepadora siempre en cuando exista un tutor, con lo cual se le denomina semitrepadoras.

Tipo IV: Hábito de crecimiento indeterminado trepador. Según Debouck e Hidalgo (1985), las plantas de tipo IV, son las del típico frijol trepador, por lo general se encuentra en asociación con maíz y se caracteriza por:

1. Habilidad trepadora por desarrollar la doble capacidad de torsión a partir de la primera hoja trifoliada.
2. Generalmente ramas muy poco desarrolladas debido a la dominancia apical.
3. El tallo puede tener de 20 a 30 nudos, alcanzando más de dos metros de altura con un tutor adecuado.
4. La etapa de floración es significativamente más larga a comparación de los demás hábitos, por lo cual en la planta no se presentan a un mismo tiempo las etapas de floración, formación de las vainas, llenado de las vainas y maduración.

En este tipo de habito se realizan subdivisiones de acuerdo a la distribución de las vainas en la planta, cuando las vainas se encuentran uniformemente a lo largo de la planta, se denomina IVa, si se concentra en la parte superior se denomina IVb (López et al., 1985).

1.8. Descripción general de las etapas de desarrollo de la planta de frijol

La planta de frijol presenta un ciclo biológico que se conforma dos fases seguidas: siendo primero la fase vegetativa, luego la fase reproductiva (Rosas, 2003).

1.8.1. Fase vegetativa

La fase vegetativa se inicia cuando las semillas encuentran las condiciones favorables para iniciar la germinación; y termina cuando aparecen los primeros botones florales en las variedades de hábito de crecimiento determinado, o los primeros racimos en las variedades de hábito de crecimiento indeterminado. En esta fase se desarrolla la estructura vegetativa necesaria para iniciar la actividad reproductiva de la planta. En la fase vegetativa, el desarrollo de los meristemas terminales del tallo y de las ramas produce nudos en los cuales se forman complejos axilares sujetos a un desarrollo posterior (Rosas, 2003).

1.8.2. Fase reproductiva

La fase reproductiva se da desde la aparición de los botones florales o los racimos hasta la madurez de cosecha. En las variedades de crecimiento indeterminado la fase reproductiva se da en paralelo a la fase vegetativa, debido a que continua formando

órganos vegetativos una vez terminado la fase vegetativa, es decir, se va produciendo simultáneamente hojas, ramas, tallos, flores y vainas (Rosas, 2003).

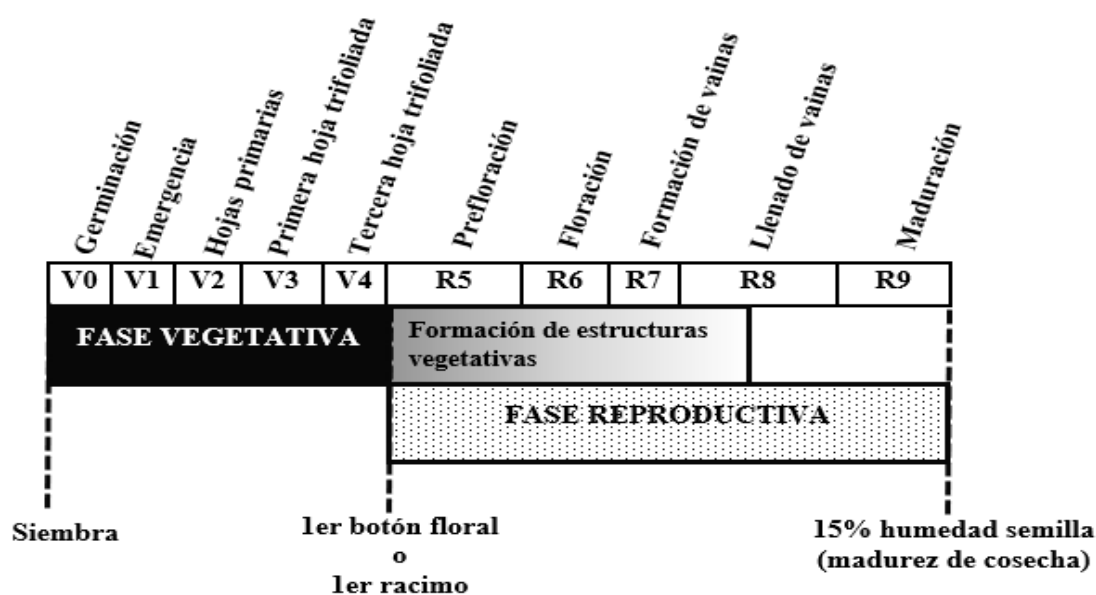
1.9. Etapas del desarrollo del frijol

Tal como Fernández et al. (1976), indican que, “en el desarrollo de la planta de frijol se han identificado 10 etapas las cuales están delimitadas por eventos fisiológicos importantes” (p. 62).

Según Fernández et al. (1986), muestra que, a lo largo de las fases vegetativa y reproductiva se han identificado diez etapas bien definidas de desarrollo, las cuales conforman la escala, como se observa en la figura 1.1.

Figura 1.1

Etapas del desarrollo de planta de frijol, adaptados de Valladolid, 1993



Para realizar la identificación de cada etapa fenológica es de acuerdo a un código que este asignado por una letra mayúscula y un número. La letra asignada hace referencia a la inicial de la fase, lo cual quiere decir, la V si la etapa pertenece a la fase vegetativa, R si pertenece a la reproductiva. El número va del 0 al 9, indicando la posición de la etapa en la escala (Rosas, 2003).

Tabla 1.1*Etapas de desarrollo de un cultivo de frijol*

Fase	Etapas		Evento con que se inicia cada etapa
	Código	Nombre	
Vegetativa	V0	Germinación	La semilla está en condiciones favorables para iniciar la germinación.
	V1	Emergencia	Los cotiledones del 50% de las plantas aparecen al nivel del suelo
	V2	Hojas primarias	Las hojas primarias del 50% de las plantas están desplegadas.
	V3	Primera hoja trifoliada	La primera hoja trifoliada del 50% de las plantas está desplegada.
	V4	Tercera hoja trifoliada	La tercera hoja trifoliada del 50% de las plantas está desplegada.
Reproductiva	R5	Prefloración	Los primeros botones o racimos han aparecido en el 50% de las plantas.
	R6	Floración	Se ha abierto la primera flor en el 50% de las plantas.
	R7	Formación de vainas	Al marchitarse la corola, en el 50% de las plantas aparece por lo menos una vaina.
	R8	Llenado de vainas	Llenado de frijoles en la primera vaina en el 50% de las plantas.
	R9	Maduración	Cambio de color en por lo menos una vaina en el 50% de las plantas (del verde al amarillo uniforme o pigmentado).

Fuente: Fernández et al. (1986), Centro Internacional de Agricultura Tropical de Colombia

1.10. Factores que influyen en la duración de las etapas

Los principales factores que influyen en la duración de las etapas de desarrollo del frijol son el genotipo, que puede presentar distintas características, hábitos de crecimiento y variación de precocidad, así como el clima. Además hay otros elementos como las condiciones de fertilidad, las propiedades físicas del suelo, la sequía y la cantidad de luz, que provocan la variación (Fernández et al., 1976). En las plantas de habito determinado, las etapas suelen durar menos a comparación de plantas de habito de crecimiento indeterminado, por otro lado existe variación en la duración del ciclo entre plantas del mismo habito debido a las diferencias en el periodo vegetativo (Valladolid, 1993). De igual manera, cada etapa de desarrollo está relacionada con alteraciones fisiológicas como variaciones de tamaño, morfología, composición química y hormonal. Dichos cambios

influyen de varias maneras sobre la respuesta a los factores ambientales como sequía, fertilización, defoliación, enfermedades y otros (FAO, 2018).

1.11. Etapas de la fase vegetativa

Con base en Fernández et al. (1976), contempla cinco primeras fases fenológicas con características morfológicas peculiares en cuanto al cultivo de frijol.

1.11.1. Etapa V0: Germinación

La etapa comienza cuando la semilla alcanza el nivel adecuado de humedad para iniciar la germinación, lo cual sucede desde el momento de la siembra, en donde en primera instancia la semilla se embebe de agua, para luego salga la radícula que va ser la raíz principal, del mismo modo el hipocótilo va creciendo hasta que los cotiledones salgan a la superficie del suelo, marcando así el final de la germinación (Valladolid, 1993).

1.11.2. Etapa V1: Emergencia

Comienza una vez que a nivel del suelo se observa los cotiledones; en el cultivo de frijol se considera dicha etapa, una vez que el 50 % de semillas sembradas presenta los cotiledones al nivel del suelo. Tras la emergencia, el hipocótilo se endereza y continúa creciendo hasta alcanzar su tamaño máximo, luego de estar completamente erguido, los cotiledones empiezan a separarse y se observa el desarrollo del epicotilo (Rosas, 2003).

1.11.3. Etapa V2: Aparición de hojas primarias

Comienza cuando el 50 % de la población ha desplegado sus hojas primarias; estas hojas son simples y opuestas, ubicadas en el mismo nudo, que es el segundo del tallo principal. Una vez completamente desplegadas, suelen posicionarse de manera horizontal, Al inicio de esta fase, es posible distinguir la yema terminal del tallo principal entre las dos hojas primarias (Fernández et al., 1986).

1.11.4. Etapa V3: Primera hoja trifoliada

Empieza al desplegarse dicha hoja en el 50% de las plantas del cultivo, el entrenudo entre las hojas primarias y la primera hoja trifoliada como el pecíolo de esta última son aún cortos; al inicio de ella, la primera hoja trifoliada se localiza debajo de las hojas primarias; así mismo, a un tamaño reducido se observa la siguiente hoja trifoliada (2da hoja), en esta etapa los cotiledones logran secarse, generalmente se han caído. A

partir de la yema de la primera hoja trifoliada se inicia a formar la primera rama (Fernández et al., 1986).

1.11.5. Etapa V4: Tercera hoja trifoliada

Empieza cuando la tercera hoja trifoliada se muestra desplegada, lo cual se considera cuando el 50 % de las plantas muestran esta característica. Como desplegada se considera cuando las láminas de los folíolos se hallan en un solo plano; se puede observar que la hoja se encuentra aún debajo de la primera hoja trifoliada (Fernández et al., 1976).

Desde esta fase se hacen notorio las diferencias de algunas estructuras vegetativas, tales como el tallo, las ramas, y otras hojas trifoliadas que se originan desde las triadas de yemas situadas en las axilas de las hojas de la planta, incluso de las hojas primarias y de los cotiledones. Las yemas de los nudos inferiores de la planta suelen desarrollarse en ramas. La forma en que se ramifican, así como la cantidad y longitud de las ramas, depende de varios factores, incluyendo el genotipo y las condiciones del cultivo. La primera rama mayormente inicia a formarse cuando la planta alcanza la etapa V3, es decir, cuando tiene la primera hoja trifoliada completamente desplegada. Una vez que en el tallo principal hay un promedio de tres o cuatro hojas trifoliadas, la primera rama habrá desarrollado su primer nudo con una hoja trifoliada, así, el crecimiento de otras ramas y hojas trifoliadas continúan. (Rosas, 2003).

1.12. Etapas de la fase reproductiva

Durante esta fase se llevan a cabo las etapas de prefloración, floración, formación de vainas, llenado de vainas y maduración. En las plantas de tipo II, III y IV, el desarrollo de estructuras vegetativas sigue, lo que significa que continua produciendo nuevos órganos de la planta, en cambio, en las plantas de tipo I, una vez que inicia la fase reproductiva, se detiene la formación de nuevas estructuras vegetativas (Fernández et al., 1986).

1.12.1. Etapa R5: Prefloración

La etapa R5, que marca el inicio de la fase reproductiva, comienza cuando el 50 % de las plantas presentan los primeros botones florales o racimos, dependiendo del tipo de crecimiento. En las variedades de crecimiento indeterminado, los racimos florales

surgen en la axila de una de las hojas trifoliadas inferiores del tallo principal o de las ramas. En las variedades determinadas, los primeros botones florales suelen aparecer en el nudo superior del tallo principal, dicha aparición del primer botón floral esta influenciado por factores como el genotipo, la temperatura y el fotoperiodo, entre otros. Al concluir la fase de prefloración, los pedúnculos de los racimos se alargan y la corola se desarrolla entre las bractéolas, adquiriendo una pigmentación clásica de la variedad (Fernández et al., 1986).

1.12.2. Etapa R6: Floración

La etapa R6 comienza cuando la planta presenta la primera flor abierta y, en un cultivo cuando el 50 % de las plantas muestran dicha característica. Esta primera flor abierta corresponde al primer botón floral que se forma. En las variedades de tipo I, la floración inicia en el último nudo del tallo o de las ramas y avanza en forma descendente. En contraste, en las variedades de crecimiento indeterminado, la floración comienza en la parte baja del tallo y se desarrolla en forma creciente (Rosas, 2003).

Después que la flor haya sido fecundada y se encuentra abierta, la corola se marchita y la vaina comienza su crecimiento; dicho efecto causa el desprendimiento de la corola (Fernández et al., 1986).

1.12.3. Etapa R7: Formación de las vainas

La R7 “se inicia cuando el 50 % de plantas de un cultivo presentan la primera vaina con la corola de la flor colgada o recientemente desprendida” (Valladolid, 1993, p. 25).

En las plantas de tipo I, las primeras vainas se encuentran en la parte superior del tallo y las ramas, mientras que las demás surgen de manera descendente, en cambio en las de habito de crecimiento indeterminado las vainas aparecen en la parte basal y las demás vainas aparecen en forma ascendente (Rosas, 2003). La longitud de vaina es de 2 a 2,5 cm cuando la corola se desprende, su crecimiento longitudinal continua por unos 10 a 15 días con menor crecimiento de las semillas; una vez que las valvas alcanzan su tamaño y peso máximo, comienza el llenado de las vainas (Valladolid, 1993).

1.12.4. Etapa R8: Llenado de las vainas

El proceso empieza una vez que el cincuenta por ciento de la población comienza a llenar la primera vaina, marcando el comienzo del crecimiento activo de las semillas. Las vainas muestran hinchazones, lo cual es debido al crecimiento de las semillas, del mismo modo va aumentando el peso del grano hasta alcanzar su máximo tamaño. Terminando la fase, los granos cambian de color y comienza adquirir los caracteres propios de acuerdo a la genética. La caída de hojas comienza de la parte inferior, mostrando clorosis; el inicio de la caída de hojas se presenta de acuerdo a la variedad (Fernández et al., 1976). De acuerdo al genotipo se presenta la pigmentación de las valvas que puede ser uniforme, en rayas u otra, por lo general se muestra después del inicio de la pigmentación de las semillas (Rosas, 2003).

1.12.5. Etapa R9: Maduración

Se toma en cuenta como la última etapa de desarrollo, debido a que se da la maduración, en donde las plantas comienzan con el secado de vainas y decoloración. En un cultivo se comienza esta fase una vez que la primera vaina se seca y cambia de color, en un 50 % de plantas. En cuanto a la coloración, se torna amarillento, también sucede la defoliación y generalmente todos los órganos de la planta se secan; ante el secado las vainas pierden su pigmentación. Las semillas disminuyen su humedad hasta un 15 %, en donde adquiere su coloración característico, pudiendo cambiar durante el almacenamiento de acuerdo a la variedad, de esa forma el cultivo se encuentra listo para la cosecha (Fernández et al., 1986).

1.13. Requerimientos agroecológicos del cultivo frijol

1.13.1. Factores climáticos

a) Temperatura

El frijol tiene buen crecimiento en temperaturas promedio de 15 a 27 °C, pero es fundamental conocer que existe un rango de tolerancia entre distintas variedades; pero vale notar que los extremos generan problemas adicionales como: falta de floración o problemas de esterilidad. Una planta puede soportar temperaturas extremas (5 °C o 40 °C) por cortos períodos, mientras por un tiempo prolongado, ocurren daños irreversibles (White, 1985).

Según FAO (2018), el cultivo de frijol tiene buena producción y buen desarrollo a temperaturas entre 18 y 24 °C, sin embargo, hay ciertas variedades que producen en sitios más fríos y más calurosos; las mínimas temperaturas para mejor desarrollo están vinculados con las fases del cultivo, para germinación de 8 °C a 10 °C, para la floración 15 °C, para la madurez de 18 °C a 20 °C. En general las mínimas temperaturas retrasan el crecimiento y las altas temperaturas aceleran. En zonas calurosos la producción es buena, teniendo en cuenta que las temperaturas nocturnas no sean muy altas, debido a que las noches calientes generalmente fomentan la caída de flores.

b) Luz

El rol fundamental de la luz es en la fotosíntesis; sin embargo, influye en la fenología y morfología de una planta mediante reacciones de fotoperiodo y etiolación, y a mayor intensidad altera la temperatura de la planta. El sol tiene una radiación de 290 mm hasta 3000 mm de largo, sin embargo, el color verde capta 380 a 740 mm de ondas, hace referencia a la mitad de energía total que toma la planta. Una eficacia de convertir a una energía química es aproximadamente 12 %, dicha eficiencia puede ser reducida aún más en un cultivo sin limitaciones de agua ni de nutrientes, es decir, las hojas superiores por lo general reciben más luz de la que pueden utilizar, mientras que adentro las hojas inferiores están bajo sombra (White, 1985). Según FAO (2018), *Phaseus vulgaris* es de días cortos, mientras los largos retrasan la floración y la madurez, es decir, 1 hora más que pasa en un día hace que se retrase entre dos a seis días la maduración..

c) Agua

Es un recurso muy importante para la sobrevivencia de cualquier vegetal, además es la base fundamental para el crecimiento y rendimiento de un cultivo de frijol. Una de las funciones más importantes del agua es en la intervención de la fotosíntesis, elemento estructural, medio de transporte y regulador de temperatura, sin embargo, se calcula que en la actualidad existe superior a 60 % de cultivos de frijol que sufren por estrés hídrico a consecuencia de la escases de agua (White, 1985).

1.13.2. Factor edáfico

a) Suelo

Teniendo en cuenta a FAO (2018), el cultivo de frijol tolera diversos suelos con distintas características. Se desarrolla a una altitud de 200 a 2900 msnm. Es necesario

identificar terrenos con suelos de buena profundidad, por lo menos de 35 a 40 cm, de manera que las raíces puedan tener mejor desarrollo y crecimiento con suficiente humedad y nutrientes. Es mejor que la textura sea franco limoso para un mejor movimiento del agua y mayor oxigenación, que garantice el buen desarrollo y de los microorganismos simbióticos. No tolera la alta acidez del suelo, más aún cuando se encuentra concentraciones de Al y Mn. El rango ideal de pH es de 6 a 7.5, además es importante mencionar que no se desarrolla en suelos salinos.

1.14. Manejo agronómico

1.14.1. Pre siembra

a) Selección del terreno

Para elegir el terreno es necesario considerar los requerimientos del cultivo como: clima, buena calidad de agua, suelo, disponibilidad de mano de obra y acceso al lugar de sembrío; la planta de frijol no tolera las condiciones extremas; exceso o falta de humedad, por ende se debe cultivar en suelos de textura ligera y bien drenados (Escoto, 2004).

b) Preparación del suelo

Para realizar la preparación del suelo se debe considerar la pendiente del terreno, tamaño de parcela disponible y también la economía del productor. En terrenos de área grande se realiza en forma mecanizada, mientras en terrenos irregulares como en la sierra se realiza a cola de buey; en otras condiciones de suelo también se practica labranza cero (FAO, 2018). Con tractor agrícola debe realizarse la labranza de 20 cm de profundidad, mediante arado de disco, después se da labranza secundaria con una rastra, con la finalidad de dejar un suelo mullido y suelto (Rosas, 2003). Una buena germinación va depender de un buen suelo preparado y por consiguiente mejor desarrollo con un excelente vigor, que garantizara una buena producción (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2009).

1.14.2. Siembra

a) Época de siembra

La siembra se debe realizar en la época donde el cultivo sembrado tenga óptimas condiciones climáticas para su crecimiento y desarrollo, además es importante que la cosecha no debe coincidir con la lluvia, con la finalidad de proteger los granos (Escoto, 2004). Por ende, se siembra generalmente dependiendo de la época de lluvia, en diversas

zonas va relacionado con la siembra de otros cultivos de ciclo más largo. El frijol reventón principalmente requiere asociaciones con maíz por su tipo de crecimiento, lo cual puede ser directo o en secuencia luego de otros cultivos, siendo estos sistemas que determinan la época de siembra (Rosas, 2003).

b) Selección de semillas

La selección es importante ya que permite obtener semillas de calidad, con buena forma y color uniforme, sin daños por plagas y enfermedades. Existen trabajos de investigación que mencionan que al usar semillas de buena calidad, incrementan en un 30 % los rendimientos (IICA, 2009).

c) Desinfección de la semilla

En primer lugar se debe tratar la semilla, por conveniente antes de la siembra, con la finalidad de obtener una mejor y mayor germinación; para lo cual es necesario utilizar una mezcla de dos productos, un fungicida y un insecticida (Vitavax + Vencetho), la proporción es 5 gramos de cada producto para 1 kg de semilla, esto se realiza para contrarrestar daños por hongos y gusanos de tierra (Valladolid, 1993).

d) Densidad de siembra

La cantidad de plantas en una área determinada va depender de la variedad, sistema de siembra, calidad de la semilla, condiciones edáficas, así como las condiciones climáticas a partir de la siembra. En monocultivo, las distancias entre hileras varia de 0.60 metros hasta 0.30 metros y entre golpes de 0.25 hasta 0.20 metros, haciendo un total de 200,000 hasta 800,000 plantas por hectárea (Henríquez et al., 1995).

e) Sistemas de siembra

El sistema va depender del tipo de crecimiento de cada variedad, existe dos formas de siembra, en surcos simples y mellizos, los frijoles de tipo I y II pueden ser cultivados en ambos, mientras el de tipo III es necesario cultivar solamente en surcos simples, el distanciamiento depende de la variedad, entres surcos de 0.50 a 0.70 metros; entre surcos mellizos considerar 0.80 metros y entre surcos pares a 0.40 metros (Valladolid, 1993).

1.14.3. Manejo del cultivo

a) Fertilización

Se debe fertilizar suelos con baja cantidad de macronutrientes, lo cual es adecuado de acuerdo al análisis de suelo, esto muestra el estado nutricional, por consiguiente se determina la dosificación correcta de acuerdo al requerimiento del cultivo (Valladolid, 1993). Es necesario y esencial para la planta proporcionar los macros y micro nutrientes que son indispensables, a pesar de tener un suelo con características físicas óptimas. Por lo general el estado nutricional de los suelos es de bajo a medio, lo cual no posee la totalidad de nutrientes esenciales en cantidades suficientes para un crecimiento y desarrollo adecuado, los que más efectos tienen sobre la producción son los macronutrientes (Rosas, 2003).

b) Riego

El frijol se cultiva generalmente en las épocas de lluvia. El riego permite alcanzar altos rendimientos y buena calidad del grano, el cultivo de frijol requiere aproximadamente 300 a 350 mm de agua distribuida durante el periodo del cultivo. La mayor adsorción diario ocurre durante el llenado de las vainas, llegando hasta 8 mm por día. El consumo de agua se eleva en zonas de altas temperaturas y mucho viento (Rosas, 2003). Así mismo, es importante considerar, el sistema de riego, los factores de riego, dentro de los cuales está el tiempo, ciclo y frecuencia de riego (Valladolid, 1993).

Esta labor no es habitual en la producción de frijol, por ello la implementación del sistema de riego sofisticado y tecnificado en algunos lugares de nuestro país, ha demostrado la sostenibilidad del cultivo, siendo una alternativa para exportación como grano seco y producción de semillas (Escoto, 2004).

c) Manejo integrado de malezas

El daño que ocasiona las malezas en el cultivo de frijol es significativo, a pesar de generar competencia por agua, nutrientes y luz, generan otros problemas, siendo hospederos de plagas y enfermedades; perjudican las labores de cosecha y afectan la producción y calidad del grano. Para combatir las malezas es necesario elegir un adecuado método de control, siendo manual o en últimas instancias químicamente; sin embargo, es importante considerar las condiciones en que se desarrolla el cultivo para optimizar el costo de producción y no alterar el medio ambiente (Escoto, 2004).

De acuerdo con (IICA, 2009) existe formas para el control de las malezas, para lo cual menciona:

- **Control mecánico:** Para este método de control se utiliza machete, evitando algún daño posible al cultivo, por ende, requiere inducción hacia el personal que realiza dicha labor.
- **Control químico:** Para controlar gramíneas y hoja ancha, los agricultores hacen una combinación entre los productos de Fusilade, Flex y Herbalax, para lo cual es necesario conocer la época de crecimiento del cultivo, lo ideal es cuando la planta tenga una altura de 5 a 10 centímetros, es prohibido realizar aplicaciones de productos químicos cuando inicie la floración.

1.14.4. Manejo integrado de plagas

Las plagas son agentes bióticos que disminuyen el rendimiento, esto debido a que, ocasionan daños en cualquier parte de la planta durante la etapa de crecimiento y desarrollo, generando daños directos en asociación con agentes patógenos. Para el control es necesario un programa de manejo integrado de plagas, que consiste en la selección, integración e implementación de tácticas de control cultural, mecánico, biológico, legal y químico (Escoto, 2004).

a) Gusanos cortadores (*Feltia experta*, *Agrotis ipsilon*, *Euxoa sp.*, *Spodoptera frugiperda*)

Se diferencian por cortar el cuello de las plántulas recién salidas a la superficie del suelo, se identifica realizando un tacto y en respuesta se enroscan, en los campos de cultivo se observa en focos. Generalmente ocasionan daños hasta la primera hoja trifoliada, como método de control se debe realizar un riego controlado y eficiente, y como prevención realizar una buena labranza del suelo (Valladolid, 1993).

b) Gusano picador o barrenador del tallo (*Elasmopalpus lignosellus*)

Los daños que ocasiona generan la muerte de la planta, empieza afectando desde la germinación. Realiza perforación del cuello de la planta, exactamente debajo de la superficie del suelo, a partir de allí barrena en forma ascendente y descendente. Son de color verde azulado y tienen un raudo movimiento al contacto. Están presentes en conjunto que si no se toma medidas de control aumenta rápidamente su incidencia. Una

forma de control es mediante el riego, de lo contrario en situaciones excepcionales químicamente (Valladolid, 1993).

c) Gusano pegador de hoja (*Omiodes indicata*)

Tal como Valladolid (1993) menciona, “es una larva de color verde y algo transparente que se alimenta del parénquima de las hojas. Se caracteriza por el hábito de doblar las hojas, pegarlas o entrelazarlas y habita en el interior de las cámaras que forma” (p. 67).

d) Mosca minadora (*Liriomyza huidobronsis*)

Es una plaga que afecta en todo el ciclo del cultivo, más aún en las siembras de campaña chica; no obstante, en el cultivo de frijol predomina mayormente en las hojas compuestas a comparación que en las hojas simples. En el estadio adulto son de color negro, y las larvas blanco amarillento, viven en las minas que ocasionan en las hojas (Valladolid, 1993).

e) Arañita roja (*Tetranychus urticae*)

Es una plaga que forma colonia en el envés, se alimentan de la savia raspando el tejido. Los síntomas se observan como puntos blancos y en mayor incidencia muestran un aspecto mohoso con presencia de telarañas. Aparece mayormente en épocas de escasas hídrica, alta temperaturas y cuando se aplica con mayor frecuencia insecticidas fosforados. La arañita roja empieza en estados casi finales del cultivo (Valladolid, 1993).

f) Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

La mosca blanca “es un insecto chupador de color blanco y muy pequeño, sus formas inmaduras viven en el reverso de las hojas, donde se alimentan chupando la savia” (Valladolid, 1993, p. 69).

Según Escoto (2004), esta plaga es muy complejo para poder controlar su incidencia, por ello es necesario realizar un manejo integrado, incorporando diversos métodos con el objetivo de minimizar la población de la mosca blanca, así también evitar la transmisión de virus. Las formas de control se mencionan en lo siguiente:

- La resistencia de variedades de frijol

- La aplicación de aceite vegetal (10 cc por litro de agua) en combinación con jabón de barra (base de hidróxido de sodio) disuelto en agua.
- Evitar sembrar en época seca cuando las poblaciones de la plaga son altas.
- Elimine las plantas viróticas al presentar los primeros síntomas.
- Cultivar barreras vivas de maíz, sorgo y otros, ubicadas en sentido perpendicular a la dirección del viento.
- Eliminar las malezas hospederas de la mosca blanca y virus en y alrededor del cultivo
- Realizar un mejor plan de fertilización.
- El control químico eventualmente puede formar parte, pero no es indispensable en un programa de manejo integrado de plagas. En caso de necesidad, los insecticidas deberán complementar otros métodos de manejo de la mosca blanca y no reemplazarlos.

g) Barrenador de brotes (*Epinotia aporema*)

Se considera importante ya que ocasiona daños en toda la etapa del cultivo, generalmente afecta tallos, brotes, flores y vainas, en estado de larva afectan los brotes, por lo cual cesa el crecimiento, además se encuentra excremento de color negro en los lugares de daño. Son pequeñas mariposas que se diferencian por presentar la forma de un ojo en el lado externo del ala. Para combatir se puede utilizar Carbaryl al 1.5 % (Valladolid, 1993).

h) Barrenador de las vainas (*Laspeyresia leguminis*)

Es una plaga que se alimentan de los granos, para lo cual perforan las vainas verdes, por otro lado, estas generan el ingreso para la mosca *Silba sp*, lo cual genera daños al grano ocasionando pudrición. Así mismo afecta al grano seco, para poder controlar se debe aplicar Carbaryl. Se recomienda realizar cosechas oportunas (Valladolid, 1993).

1.14.5. Manejo integrado de enfermedades

Para realizar el control debe ser preventivo, para lo cual se debe priorizar una semilla certificada, variedades tolerantes, labores agronómicas adecuadas y oportunas que contribuye las buenas prácticas agrícolas (IICA, 2009).

a) Pudriciones radicales

También se le conoce como el complejo de pudriciones de la raíz, afectan actuando solos o en grupo, va depender del manejo de suelo, localidad, variedad y tipo del suelo, entre los más comunes esta la *Rhizoctonia solani* y *Fusarium solani*; estos hongos generan podriciones de la semilla, raíz y tallo de las plantas tiernas y adultas, ocasionándoles la muerte (Valladolid, 1993).

b) Virus del mosaico común (BCMV)

El virus se transmite mecánicamente por semilla y a través de las plagas como los áfidos, generan enanismo, hojas deformes, enrolladas hacia abajo, muestra colores típicos, verde claro y verde oscuro entre las nervaduras. Un buen control, siendo las más económica es utilizando variedades resistentes para obtener buenos rendimientos (Valladolid, 1993).

c) Roya (*Uromyces appendiculatus*)

La roya afecta a cualquier parte aérea de la planta, siendo habitual en las dos partes de la hoja (haz y envés), es una enfermedad de gran importancia, inicia como pequeños puntillos de color blanco amarillento levantados, que luego se incrementan y rompen la epidermis creando una pústula de aproximadamente un diámetro de un milímetro. Al madurar liberan una cantidad de polvillo color rojizo, lo cual corresponde a las esporas del hongo. Aparecen en periodos prolongados de 10 a 18 horas de alta humedad relativa por encima de 90% y temperaturas moderadas de 17 a 27°C; químicamente el control requiere mayor economía y recomienda usar variedades resistentes (Escoto, 2004).

d) Nematodos del nudo de la raíz (*Meloidogyne incognita*)

Genera daños a nivel de la raíz en forma de agallas inhibiendo la capacidad de absorber agua y nutrientes del suelo. Los síntomas que muestran son hojas amarillas con bordes quemadas. Las condiciones que favorece para su desarrollo son suelos francos, temperaturas de leves a altas, estrés de la planta por escases hídrica y nutriente. Se debe priorizar el uso de variedades resistentes como método de control (Valladolid, 1993).

e) Oidium (*Erysiphe polygoni*)

Al comienzo son manchas negras y moteadas, posteriormente ocupa un micelio blanco de forma polvosa, es posible que cubra toda la planta y deformar las vainas, como

método de control se debe realizar siembras oportunas y para evitar el ataque no someter a condiciones de sequía (Valladolid, 1993).

f) Esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Al inicio ocasiona daños acuosos generando la proliferación de un moho blanquecino, algodonoso tapando las partes dañadas, posteriormente marchitez del follaje, se distribuye mediante estructuras oscuras denominadas esclerosios que se originan en las lesiones. Aparece en épocas gélidas y alta humedad en el suelo (Valladolid, 1993).

g) Botritis (*Botritis sp*)

También se le denomina podredumbre gris, crea zonas acuosas, se le atribuye por presentar una coloración grisácea y verdosa del hongo que coloniza los daños, se desarrolla siempre en cuando las vainas están en contacto con el suelo (Valladolid, 1993).

1.14.6. Cosecha

La cosecha empieza luego de finalizar la madurez fisiológica, un indicador es cuando la mayor parte de sus hojas hayan caído y mayor número de vainas hayan secado. Se debe arrancar las plantas y amontonar para el respectivo secado, esto para tener facilidad en la trilla, teniendo los granos con 14 % de humedad aproximadamente, esta labor debe coincidir en épocas secas (Rosas, 2003). Así mismo se puede realizar a mano una vez que la vaina cambie de verde a amarillo, lo cual debe ser de manera oportuna para tener granos de calidad. Los frijoles de tipo I y II presentan una cosecha única; mientras, el tipo III de manera escalonada y el tipo IV, se cosecha manualmente cuando las vainas alcanzan la madurez (FAO, 2018).

1.14.7. Almacenamiento

El grano cosechado se almacena en sacos en un lugar definido y apropiado hasta la venta o consumo, para lo cual el grano debe presentar una humedad de 12 a 13 %, con la finalidad de garantizar su buen almacenamiento, esto se puede conseguir simplemente durante los días de sol si las condiciones son aptas; una cosecha ideal es cuando coincida con periodos secos (Rosas, 2003).

1.15. Valor nutricional del frijol reventón

Contribuye en la alimentación nutricional del ser humano, posee fuente de carbohidratos y proteínas, vitaminas, minerales y fibra. El frijol reventón ocupa un rol importante en la alimentación humana, más aún se consume en diferentes formas culinarias contribuyendo al consumo diferente y delicioso, correctamente balanceada que complementa los requerimientos nutricionales del ser humano (Ulloa et al., 2011).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del campo experimental

El trabajo de investigación se realizó en los terrenos de la Estación Experimental Agraria Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria, dentro del área de Programa Nacional de Investigación en Cereales, Granos Andinos y Leguminosas.

2.1.1. Ubicación política

Distrito	: Andrés Avelino Cáceres
Provincia	: Huamanga
Región	: Ayacucho

2.1.2. Ubicación geográfica

Latitud Sur	: 13°10'09"
Longitud Oeste	: 74°32'82"
Altitud	: 2,735 m.s.n.m.

2.1.3. Ubicación ecológica

Pertenece al Bosque Seco - Montano Bajo Subtropical (bs –MBS) (ONERN, 1986).

2.2. Historial del terreno

En la última siembra se sembró kiwicha, aplicando una fertilización de 60-80-40 kg de NPK, se aplicó por golpe; y 05 kg por bloque como abono base de Guano de las Islas, por ende, el terreno destinado para el presente ensayo estuvo en constante producción. Los suelos de la EEA Canaán tienen una profundidad menor a 0.40 m y presenta un relieve casi plano con un pendiente del 1 al 2 %, lo cual facilita la implementación de riegos superficiales.

2.3. Características edáficas

Para identificar las propiedades del suelo, se hizo un muestreo de suelo, empleando el método zig zag, las sub muestras tomadas fue de 20 cm de la capa arable de varios puntos del terreno, con el fin de lograr un buen resultado. Dicha muestra se llevó al Laboratorio de Suelos y Aguas del Programa de Pastos y Ganadería, los resultados del análisis de caracterización, se observan en la tabla 2.1.

Tabla 2.1

Resultados e interpretación del analisis de caracterización del suelo. EEA Canaán 2735msnm.

Características	Unidad	Valor	Método	Interpretación
Análisis físico				
Arena	%	49.6	Hidrómetro	Franco arena arcilloso
Limo	%	25.3		
Arcilla	%	25.1		
Clase textural		Fr-Ar-Ao	Triangulo textural	
Análisis químico				
pH 1:2:5	-	8.23	Potenciómetro	Moderadamente alcalino
CE 1:1	dS/m	1.28		Muy ligeramente salino
CaCO₃	%	2.0		Medio
Materia orgánica	%	2.42	Walkey Black	Medio
N total	%	0.12	Kjeldahl	Medio
P disponible	Ppm	14.5	Bray-Kurtz	Medio
K disponible	Ppm	164.6	Turbidimétrico	Medio
CIC	Cmol(+)/kg	23.2	Acetato de amonio	Alto

Nota. Tomado de Laboratorio de Suelos y Aguas del PIPG-FCA.

2.4. Condiciones climáticas

De acuerdo a la metodología propuesta por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), se realizó el cálculo del balance hídrico, para conocer los periodos de déficit y excesos hídricos durante la campaña agrícola 2022-2023, para lo cual es necesario obtener los datos de temperatura, humedad relativa y precipitación. Estos datos se consiguieron del SENAMHI, Estación meteorológica situada en la EEA Canaán. Se aprecia que de octubre a diciembre del 2022 y abril a setiembre existe déficit de humedad, dichos resultados están representado en la tabla 2.2 y Figura 2.1.

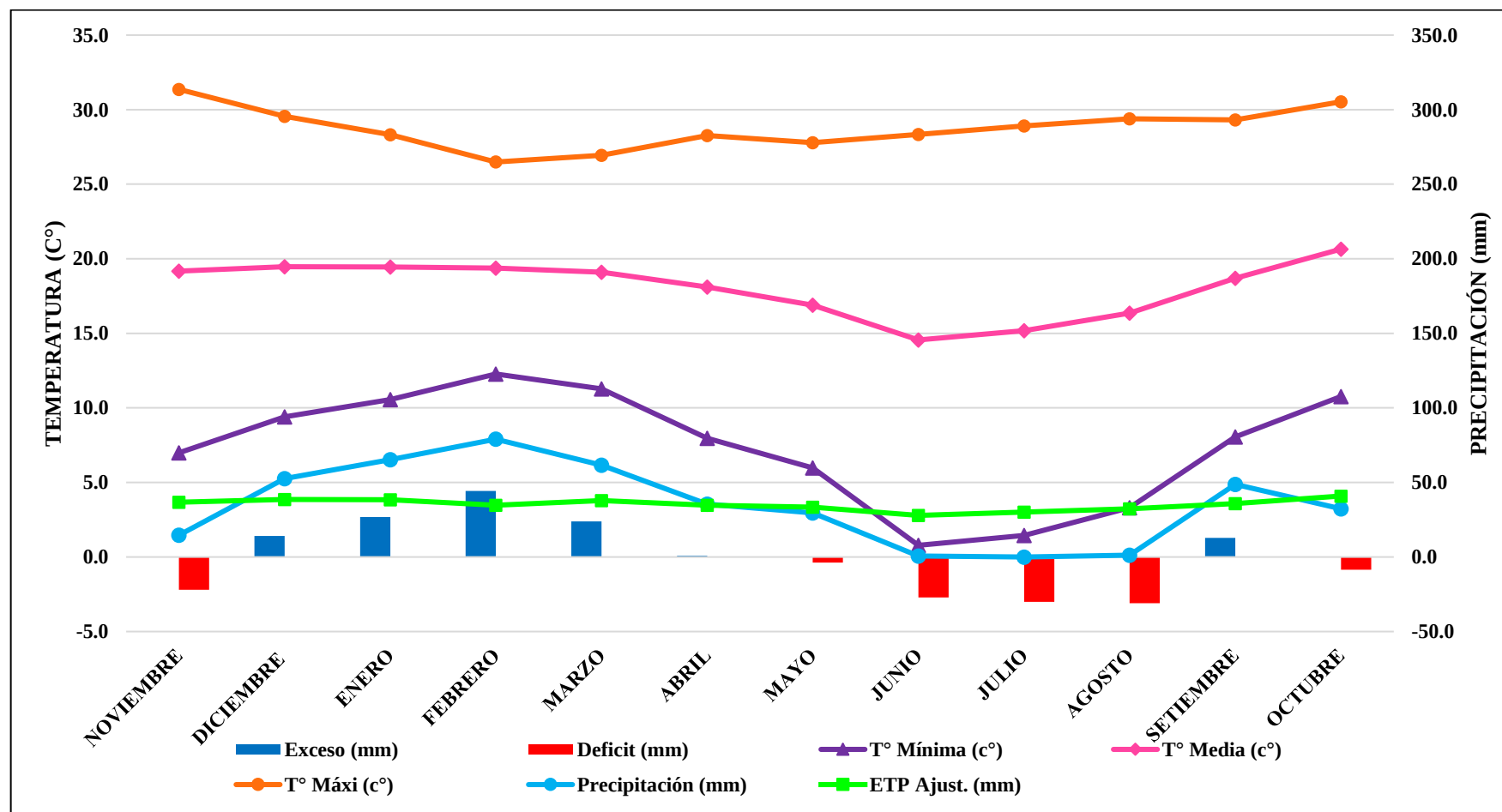
Tabla 2.2

Temperaturas (máxima, mínima y media), precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2022 – 2023 de la Estación Meteorológica de Canaán – INIA

AÑO	2022		2023										TOTAL	PROM
MESES	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	ANUAL	
T° Máxima (c°)	31.4	29.5	28.3	26.5	26.9	28.3	27.8	28.3	28.9	29.4	29.3	30.5		28.8
T° Mínima (c°)	7.0	9.4	10.6	12.3	11.3	8.0	6.0	0.8	1.4	3.3	8.1	10.8		7.4
T° Media (c°)	19.2	19.5	19.4	19.4	19.1	18.1	16.9	14.6	15.2	16.4	18.7	20.6		18.1
Factor	4.8	4.96	4.96	4.48	4.96	4.8	4.96	4.8	4.96	4.96	4.8	4.96		
ETP (mm)	92.0	96.6	96.4	86.8	94.8	86.9	83.7	69.9	75.3	81.1	89.7	102.4	1055.6	
Precipitación (mm)	14.7	52.6	65.3	79.0	61.6	35.5	29.6	0.7	0.0	1.3	48.7	32.4	421.4	
ETP Ajust. (mm)	36.7	38.5	38.5	34.7	37.8	34.7	33.4	27.9	30.1	32.4	35.8	40.9		
H del suelo (mm)	-22.0	14.1	26.8	44.3	23.8	0.8	-3.8	-27.2	-30.1	-31.1	12.9	-8.5		
Déficit (mm)	-22.0						-3.8	-27.2	-30.1	-31.1		-8.5		
Exceso (mm)		14.1	26.8	44.3	23.8	0.8					12.9			

Figura 2.1

Temperaturas (máxima, mínima y media), precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2022 – 2023 de la Estación Meteorológica de Canaán – INIA.



2.5. Material vegetal

Se emplearon 4 accesiones de frijol reventón y un cultivar de frijol común, recolectadas de diferentes provincias de la región Ayacucho (Tabla 2.3). La colección de respectivos cultivares fueron realizadas por Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), a través del Programa Nacional de Investigación en Cereales, Granos Andinos y Leguminosas. Estos cultivares vienen siendo seleccionadas desde hace varios años atrás, por ello fue necesario determinar los objetivos establecidos.

Tabla 2.3

Procedencia de los cultivares de frijol reventón estudiados en el experimento

Tratamiento	Código	Procedencia		
		Localidad	Distrito	Provincia
T1	CFA – 007	Iguain	Iguain	Huanta
T2	CFA – 005	Accopuquio	Cangallo	Cangallo
T3	CFA – 012	Ichupata	Huamanguilla	Huanta
T4	CFA – 026	Quillca	Colca	Víctor Fajardo
T5	TESTIGO	Canaán	Andrés Avelino C.	Huamanga

Fuente: Elaboración propia

2.6. Diseño experimental

El trabajo de investigación se instaló utilizando el Diseño Bloques Completos Randomizados (DBCR) con 4 cultivares de frijol reventón y un testigo de tipo I arbustivo, con 3 repeticiones, siendo en total 15 unidades experimentales. Cada unidad experimental (UE) fue integrado por 56 golpes con 3 semillas por golpe, distribuidos en 4 surcos, con 14 golpes en cada surco.

Modelo aditivo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} : Observación cualquiera del i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque

μ : Promedio de las unidades experimentales

τ_i : Efecto del i-ésimo tratamiento

β_j : Efecto del j-ésimo bloque

ε_{ij} = Error experimental

i varia de 1, 2, 3,..., t

j varia de 1, 2, 3,..., b

t es el número de tratamientos

r es el número de bloques o repeticiones

2.7. Descripción del campo experimental

a) Bloques

- Numero de bloques : 3
- Largo del bloque : 16 m
- Ancho del bloque : 4 m
- Área del bloque : 64 m²

b) Calles

- Largo de calle : 16 m
- Ancho de la calle : 1.5 m
- Número de calles : 2 calles
- Área del calle : 24 m²

c) Unidad experimental

- Número de parcelas/bloque : 5 unidades
- Número total de parcelas : 15 unidades
- Largo de la parcela : 4 m
- Ancho de la parcela : 3.2 m
- Área de la parcela : 12.8 m²

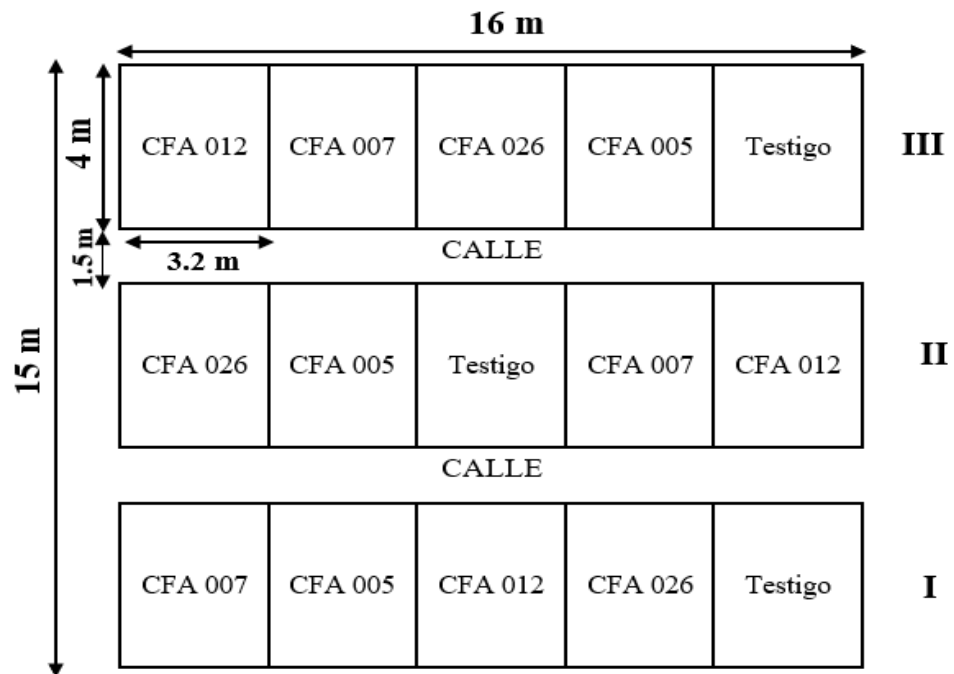
d) Tamaño del ensayo

- Área total de las calles : 48 m²
- Área total de bloques : 192 m²
- Área total del ensayo : 240 m²

2.7.1. Croquis del campo experimental

Figura 2.2

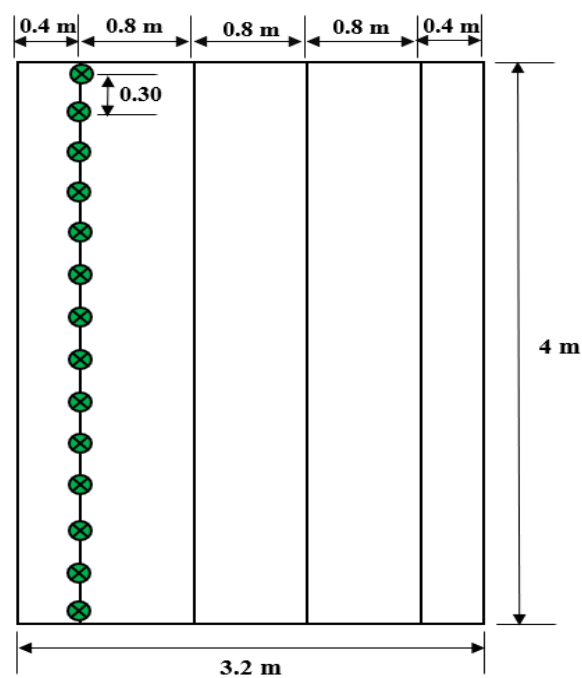
Croquis del campo experimental



2.7.2. Croquis de la unidad experimental

Figura 2.3

Croquis de la unidad experimental



2.7.3. Datos y características de la instalación

- Fecha de siembra : Noviembre
- Localidad : Canaán
- Rotación : Kiwicha
- Fertilización anterior : 60-80-40 kg NPK – se aplicó/golpe
- Número de surcos/parcelas : 4 surcos
- Distancia entre surcos : 80 cm
- Distancia entre golpes : 30 cm

2.8. Instalación y conducción del experimento

Tanto la instalación como su manejo se realizó teniendo en cuenta las diversas labores agronómicas, principalmente basado en el acondicionamiento del terreno, siembra, riegos, desmalezado, aporque, control de plagas y/o enfermedades y cosecha de acuerdo al requerimiento del cultivo, así también las evaluaciones oportunas y correspondientes.

2.8.1. Roturación y rastrado

Después de la limpieza se procedió con la roturación, rastrado y nivelación de campo con maquinaria agrícola (26 de setiembre del 2022), previa a la preparación, se procedió al muestreo de suelo (23 de setiembre del 2022), para su respectivo análisis de fertilidad y caracterización del suelo.

2.8.2. Delimitación de campo experimental

Se realizó el delimitado del ensayo, en base al diseño experimental, para lo cual se utilizó estacas, cinta métrica, yeso y cordel, dicho labor se efectuó el día de la siembra.

2.8.3. Selección y desinfección de la semilla

Se escogió las semillas teniendo en cuenta el tamaño, color uniforme, forma y libre de daños ocasionados por plagas y enfermedades; posteriormente se realizó la desinfección utilizando fungicida (vitavax), cinco gramos por un kilogramo de semilla, con el objetivo de contrarrestar las enfermedades causadas por los hongos, el producto se aplicó en un recipiente, con una mínima cantidad de agua hasta cubrir toda la superficie del grano, luego se dejó orear durante tres minutos antes de sembrar.

2.8.4. Abonamiento

El abonamiento se realizó el 4 de noviembre del 2022, al momento de la siembra, de acuerdo al resultado de análisis de suelo, aplicando 300 kg.ha⁻¹ de guano de las islas (12% de N -11% de P₂O₅ y 2.5 de K₂O), 50 kg.ha⁻¹ de urea (45% de N), 310 kg.ha⁻¹ de fosfato di amónico (18 % de N y 46% de P₂O₅) y 85 kg.ha⁻¹ de cloruro de potasio (60% de K₂O). En cuanto a la urea, la mitad se efectuó a la hora de sembrar y la otra en aporque (64 días después de la siembra).

2.8.5. Siembra

Esta labor se desarrolló el 4 de noviembre del 2022, las semillas se depositó al fondo del surco, previamente preparado luego de haber realizado la selección y el desinfectado de dichas semillas, se colocó tres semillas por golpe; luego se procedió con el abonado y tapado de las semillas.

2.8.6. Riego

Se procedió a regar después de haber culminado con la siembra, la frecuencia y el tiempo de riego fue de acuerdo a la necesidad del cultivo, en este caso cada 4 días (durante los primeros meses donde no hubo precipitación), el método de riego fue por gravedad, a través de surcos que distribuye a cada bloque y cada parcela de investigación.

2.8.7. Control de malezas

El deshierbo se realizó manualmente con la ayuda de un azadón, el primer desmalezado fue 1 de diciembre del 2022, antes del aporque; el segundo el 6 de febrero del 2023, en la fase de floración y ultimo deshierbo fue el 14 de marzo del 2023, en llenado de vainas.

2.8.8. Guiado y colocación de tutores

Para el tutorado se utilizó carrizos de 2.50 a 3.0 metros de longitud, colocándose un carrizo entre los golpes. Éstos se plantaron a una profundidad de 0.40 metros, quedando bien recto y firme; una vez realizado este trabajo, se procedió a direccionar las guías trepadoras hacia los carrizos plantados, con el fin de que estas puedan sujetarse del carrizo para subir, dicha labor se realizó el 21 de diciembre del 2022.

2.8.9. Aporque

Esta labor fue realizada el 7 de enero del 2023 utilizando un azadón, así mismo se realizó el segundo abonamiento, aprovechando la segunda dosis nitrogenada.

2.8.10. Control fitosanitario

Durante el periodo de emergencia se observó enfermedades fungosas como el Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) y pudrición radicular, para su control se aplicó fungicida agrícola llamada Benlate 50 WG a una dosis de 300 gramos por hectárea y Redomil 68 WP, a una dosis de 2.5 kg.ha⁻¹, la aplicación se efectuó en la etapa de emergencia el 15 de noviembre del 2023 (11 días después de la siembra), tercera hoja trifoliada el 24 de noviembre del 2023 (20 días después de la siembra), e inicio de formación de vainas el 3 de marzo del 2023 (119 días después de la siembra).

A lo largo del crecimiento y desarrollo del cultivo se identificó daños directos en las hojas del cultivo por *Diabrotica sp*, se efectuó el respectivo control en cuatro ocasiones: el 15 y 24 de noviembre 2022, 3 de marzo del 2023 y el 18 de abril del 2023, para lo cual se utilizó una insecticida (Cyberklin 25 CE), la cantidad fue 250 mililitros por cada 200 litros de agua.

2.8.11. Cosecha y recolección de datos

La cosecha se realizó de forma gradual, de acuerdo a la presencia de vainas secas presentes en los cultivares, donde la primera cosecha se dio el 7 de junio del 2023 y el 14 de junio del 2023 se cosecho en su totalidad; en cuanto al testigo se cosechó uno solo, el 5 de abril del 2023 (152 días después de la siembra). No se consideró dos golpes de los extremos de los surcos, todo ello con la finalidad de disminuir el error de borde.

2.9. Criterios de evaluación

2.9.1. Precocidad del cultivo

Se evaluó el ciclo de los cultivares en estudio desde el momento de emergencia hasta la madurez de cosecha en cada uno de las parcelas.

a) Días a la emergencia

Se determinó la cantidad de días desde la fecha de siembra hasta observar más de la mitad de cotiledones de las plántulas a nivel de la superficie del suelo.

b) Días a la floración

Se tomaron en cuenta la duración de días desde la siembra hasta haber observado flores en más de la mitad (50 %) de plantas sembradas en cada parcela.

c) Días a la formación de vainas

Se contabilizó los días que demoró desde la siembra hasta la formación de vainas en más de 50 % de plantas en cada parcela.

d) Días a la madurez fisiológica

Se contabilizó la duración de días a partir del día de siembra hasta que más de la mitad (50 % + 1) de vainas en cada planta muestren un color amarillo pajoso.

e) Días a la madurez de cosecha

Se determinó la duración de días desde la siembra hasta observar que más de la mitad (50 % + 1) de vainas sean aptas para la cosecha, lo cual se da cuando dichas vainas pierden el color verde al secarse.

2.9.2. Características de productividad

Se seleccionó y marcó 10 plantas de manera aleatoria en cada parcela, las cuales se realizaron diferentes evaluaciones programadas durante el proceso de investigación.

a) Altura de la planta (cm)

Se realizó cuando alcanzó la etapa de madurez fisiológica, para el cual se midió con la ayuda de una wincha en cada una de las parcelas, tomando como muestras a 10 plantas elegidas al azar a los cuales se midió desde la superficie del suelo hasta el extremo terminal de la planta, la dimensión se consideró en centímetros.

b) Número de vainas por planta (N° vainas/planta)

Se registró durante la cosecha en cada una de las parcelas, para lo cual se seleccionó 10 plantas de manera aleatoria.

c) Longitud de vaina (cm)

Se registró durante la madurez fisiológica en cada una de las parcelas, para lo cual, se utilizó instrumento de medición (regla metálica), se realizó la medición de 10 vainas, de cada 10 plantas en cada unidad experimental elegidas al azar.

d) Número de granos por vaina (N° de granos/vaina)

Se contabilizó la cantidad de granos de 10 vainas en cada una de las 10 plantas elegidas al azar en cada parcela. Luego que los datos hayan sido registrados se obtuvo los promedios que se tomaron como dato.

e) Peso de 1000 semillas (gramos)

Para obtener el peso de 1000 semillas, se evaluó el peso de 100 semillas en cuatro repeticiones por unidad experimental, utilizando una balanza analítica de precisión, luego se determinó el promedio para inferir en gramos el peso de mil semillas.

f) Rendimiento de grano por hectárea (kg/ha)

Para obtener el rendimiento por hectárea de cada cultivar, se realizó una proyección del peso total de grano limpio, a partir de cada una de las parcelas cosechadas, esta medida se expresó en kg/ha.

2.9.3. Características de calidad de grano tostado

Las evaluaciones para determinar la calidad de grano tostado de cada cultivar se determinó tomando un número determinado de semillas (grano) después de la cosecha. La medición, el tostado se realizó en un horno microondas, modelo MS-1145MY.

a) Índice de expandido de grano

Las evaluaciones para este variable se efectuaron tomando 100 semillas como muestras de cada parcela, una vez tostada se procedió a clasificar y contar los granos por cada categoría de acuerdo a la escala (Anexo 7); luego se efectuó el cálculo de porcentaje para cada grado en cada uno de los cultivares y se determinó el índice de expandido utilizando la siguiente fórmula:

$$IE = \frac{\sum n \times q}{N \times Q} \times 100$$

Donde:

IE: Índice de expandido de grano en %.

n: Valor dado a cada categoría: 9, 7, 5, 3, 1.

q: Porcentaje de la muestra de acuerdo a la categoría.

N: 9 (mayor valor en la escala).

Q: 100 % (Mayor valor de expandido).

b) Porcentaje de reventado

Para evaluar dicha variable se contó 100 semillas de cada cultivar, luego se procedió a realizar la cocción en una microonda durante dos minutos, posteriormente se contabilizó la cantidad de semillas con rompimiento de la testa generados por la expansión de los cotiledones, con lo cual se determinó el porcentaje de reventado con la siguiente formula:

$$\% \text{ de reventado} = \frac{N^{\circ} \text{ de semillas totales}}{N^{\circ} \text{ de semillas con rompimiento de la testa}} \times 100$$

c) Porcentaje de expansión

Para determinar esta variable se tomó 100 semillas de cada cultivar, de los cuales se evaluaron el ancho (dos cotiledones juntos), largo de un cotiledón y alto (ancho de un cotiledón) de cinco semillas tomados al azar, luego se procedió a realizar la cocción hasta que la mitad de la muestra haya reventado, del mismo modo se procedió a evaluar las mediciones de ancho, largo y alto de la semilla después de la cocción. Con dichos datos se calcula el volumen respectivo de acuerdo al método utilizado por Van Beem y Spaeth.

$$Volumen = \frac{4}{3} \times \pi \times \text{Ancho} \times \text{Largo} \times \text{Alto}$$

El volumen se calculó tanto de granos reventados y de granos no reventados para obtener el porcentaje de expansión de acuerdo a la siguiente manera:

$$\% \text{ de expansión} = \frac{Volumen \text{ de granos reventados}}{Volumen \text{ de granos no reventados}} \times 100$$

d) Tiempo de reventado de grano (min)

El procedimiento que se utilizó para determinar esta variable, se contó 20 semillas de manera aleatoria de cada cultivar, las cuales se colocaron en el plato de la microonda en forma de cruz, luego se tomó el tiempo en que el 50 % de la muestra generaran rompimiento de la testa a causa del calor.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Precocidad del cultivo

La tabla 3.1 muestra el promedio general de cinco variables de precocidad evaluadas en el presente trabajo, como los días transcurridos desde la siembra hasta presentación de la etapa fenológica en evaluación, es decir desde la emergencia hasta la madurez de cosecha.

Tabla 3.1

Promedios generales de los días transcurridos de la precocidad de los cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm

Cultivar	Variables de precocidad				
	Emergencia	Floración	Formación de vainas	Madurez fisiológica	Madurez de cosecha
CFA-007	8.67	117.00	136.33	193.00	213.33
CFA-005	9.67	122.33	138.67	197.33	216.00
CFA-012	8.67	119.67	138.00	195.33	215.33
CFA-026	10.33	134.67	146.67	203.33	220.00
Testigo	8.67	63.33	70.33	131.33	152.00

En la tabla 3.2 se muestran los cuadrados medios del análisis de varianza de los cinco componentes de precocidad. Para dichas variables evaluadas, se observa que existe diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) en todos los cultivares estudiados, menos para los días a la emergencia que no presenta diferencia significativa ($p > 0.05$); asimismo, no se encontró diferencia significativa entre los bloques para todos los componentes, lo cual nos indica que hay homogeneidad entre las repeticiones. En cuanto al coeficiente de variabilidad todas presentan menor que 7%, esto indica una buena precisión del experimento.

Tabla 3.2

Cuadrados medios (CM) del análisis de varianza (ANVA) de precocidad de cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm

		Emergencia	Floración	Formación de vainas	Madurez fisiológica	Madurez de cosecha
F.V.	GL	CUADRADOS MEDIOS (CM)				
Bloque	2	0.20ns	5.60ns	2.40ns	0.87ns	0.47ns
Tratamientos (Cultivar)	4	1.77ns	2303.23**	2952.83**	2651.07**	2488**
Error	8	0.37	1.68	1.23	2.87	0.3
Total	14					
CV (%)		6.58	1.16	0.88	0.92	0.27

A continuación, se analizará estos resultados mediante un contraste de Tukey, para determinar la más precoz de los cultivares.

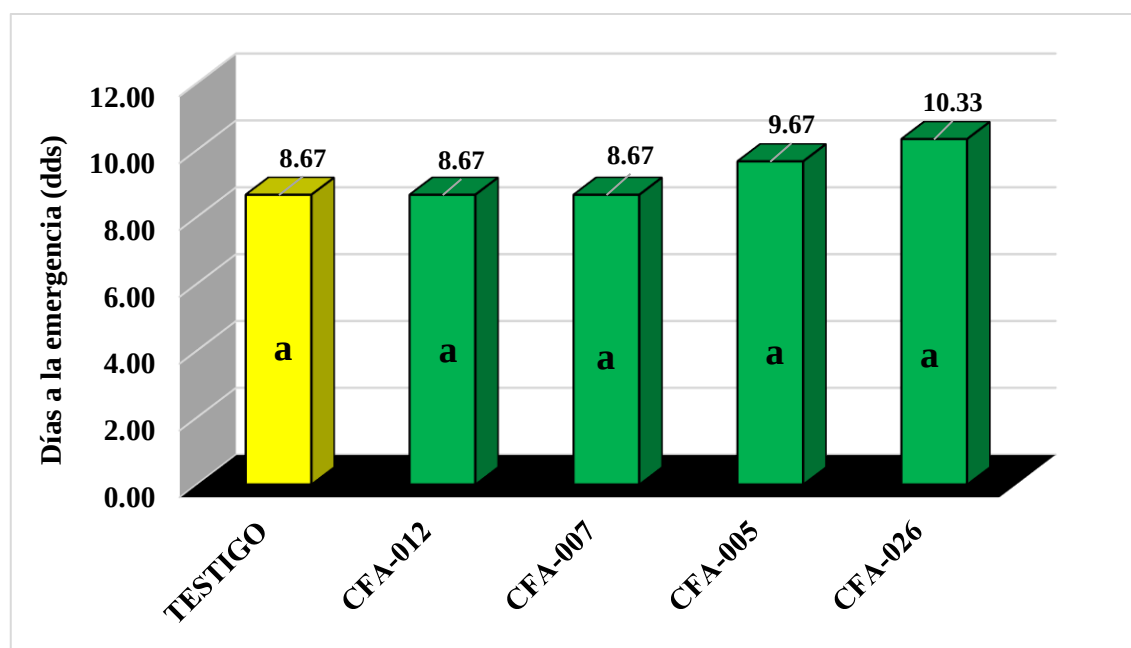
3.1.1. Días a la emergencia

La cantidad de días en llegar a la emergencia en los cultivares (frijol reventón) estudiados ocurrió a los 8.67, 9.67 y 10.33 dds, perteneciendo la primera a los cultivares testigo, CFA-012 y CFA-007, la segunda a CFA-005; y la última al cultivar CFA-026 que resultó con mayor número de días a la emergencia, tal como se muestra en la tabla 3.1.

La figura 3.1, muestra que el testigo, CFA-012 y CFA-007, son los que presentan igual número de días a la emergencia, con 8.67 días después de la siembra, seguido del cultivar CFA-005 y CFA-026 que emergieron en promedio a los 9.67 y 10.33 días después de la siembra respectivamente. Sin embargo, todos los cultivares no muestran una clara diferenciación entre sí. Estos valores se asemejan a lo encontrado por Rojas (2010) quien obtuvo una emergencia entre los 7.0 a 16.0 días después de la siembra en 10 cultivares de frijol reventón.

Figura 3.1

Prueba de Tukey de los días a la emergencia de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm



Según Infante (2012), quien realizó un estudio comparativo en la EEA Canaán, con 27 cultivares de frijol reventón, reporta que la emergencia sucedió entre los 7.0 y 11 días después de la siembra, los mismos que se asemejan a los datos encontrados en el presente estudio.

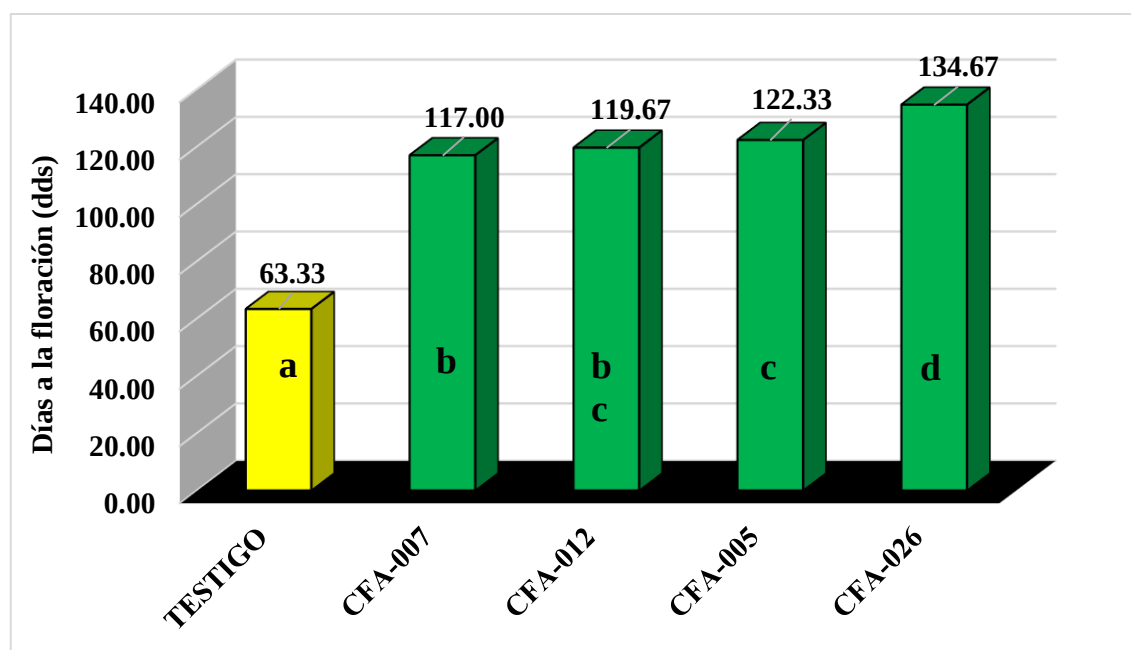
3.1.2. Días a la floración

Esta etapa sucedió de 117.0 a 134.67 dds, que compete a la CFA-007, CFA-012, CFA-005 y CFA-026, mientras para testigo fue al 63.33 dds, como se observa en la tabla 3.1.

De acuerdo a la comparación de medias (figura 3.2), el testigo fue la más precoz, con 63.33 dds, esto sucede por la característica de ser un cultivar de tipo I (arbustivo) que muestra una floración al mismo tiempo y de menor ciclo vegetativo (Debouck & Hidalgo, 1985); diferenciándose estadísticamente del resto de los cultivares, quienes presentaron la floración a los 117.0, 119.67 para la CFA-007 y CFA-012 respectivamente, seguida por CFA-005 con 122.33 dds mostrando diferencia significativa. El cultivar que se comportó como las más tardía a la floración es la CFA-026 con 134.67 dds.

Figura 3.2

Prueba de Tukey de los días a la floración de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm



Lagos (2011), menciona que la floración en los cultivares de frijol reventón ocurre de 68.33 a 136.67 dds, estos datos obtenidos concuerdan con los hallados en el presente trabajado realizado.

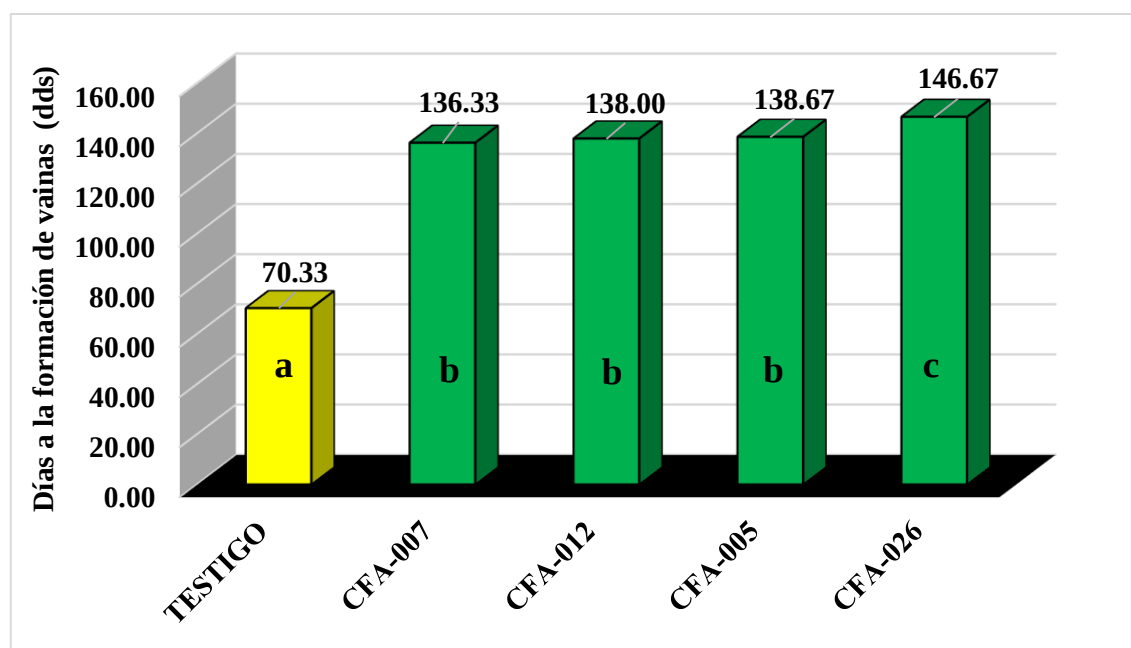
3.1.3. Días a la formación de vainas

Esta etapa ocurrió de 136.33 a 146.67 dds, que compete a los cultivares de tipo IV, mientras el testigo fue al 70.33 dds, como se observa en la tabla 3.1.

De la figura 3.3, la prueba de contraste, refleja que, el testigo llegó a la formación de vainas antes que los demás cultivares (70.33 dds), diferenciándose estadísticamente de los demás cultivares de tipo IV, entre estos cultivares, la CFA-007, CFA-012 y CFA-005, no indican diferencia estadística entre ellos; no obstante, la CFA-026 resultó siendo la más tardía mostrando diferencia significativa del resto, llegando a formar vainas a los 146.67 dds. Estos valores se asemejan a lo encontrado por Lagos (2011), quien obtuvo la formación de vaina entre los 83.33 a 150.0 días después de la siembra en 21 cultivares de frijol reventón.

Figura 3.3

Prueba de Tukey de los días a la formación de vainas de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm



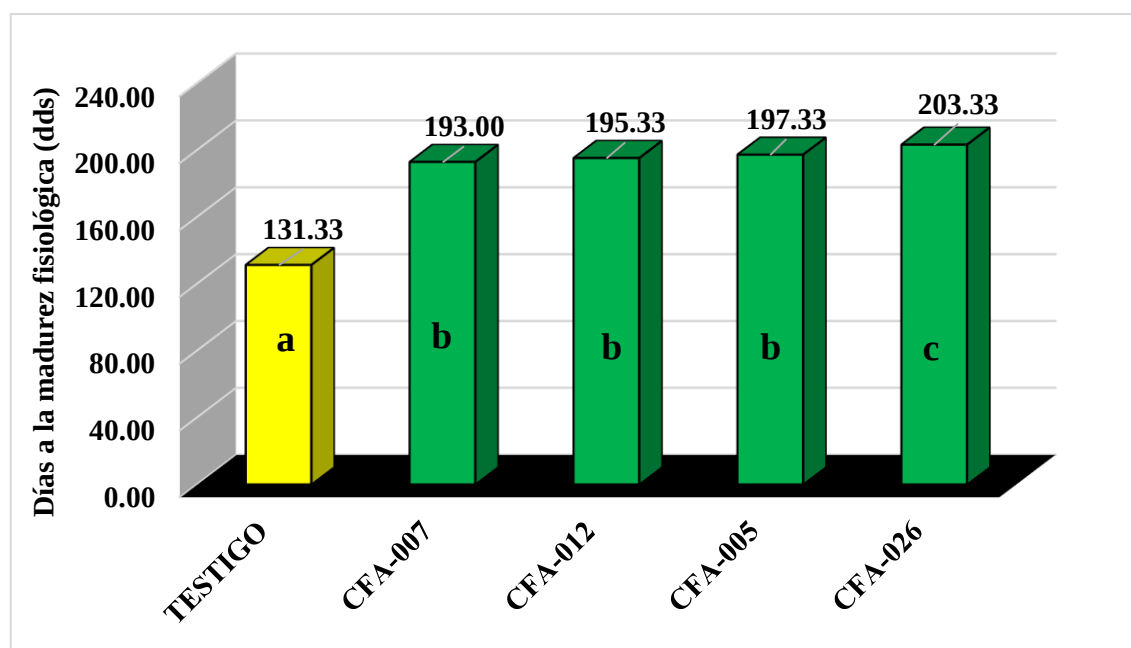
3.1.4. Días a la madurez fisiológica

Esta etapa ocurrió de 193 a 203.33 dds, que compete a los cultivares de tipo IV estudiados en la presente investigación, mientras el testigo llegó solamente a los 131.33 dds, como se observa en la tabla 3.1.

De la figura 3.4, los resultados de la prueba de contraste, indican que, el testigo llegó a la etapa de madurez fisiológica antes que los demás cultivares con 131.33 dds, diferenciándose estadísticamente de los demás cultivares de tipo IV, entre estos cultivares, la CFA-007, CFA-012 y CFA-005, no indican diferencia estadística entre ellos; no obstante, la CFA-026 resultó siendo la más tardía mostrando diferencia significativa del resto, llegando a los 203.33 dds.

Figura 3.4

Prueba de Tukey de los días a la madurez fisiológica de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm



Sobre esta variable, respecto al frijol reventón, Rojas (2010), indica que esta etapa sucede en un rango de 128 a 182 días después de haber sembrado; Infante (2012) en su trabajo de investigación con los cultivares de tipo IV legó a la madures fisiológica en un periodo de 151 a 188, del mismo modo. Lagos (2011), evaluó 21 cultivares de frijol reventón, encontrando la madurez fisiológica entre 137 días a 185 días, dentro de los cuales se encuentra materiales del presente ensayo, las cuales muestran una mínima variación, esto tiene influencia debido a la genética del material y del lugar.

3.1.5. Días a la madurez de cosecha

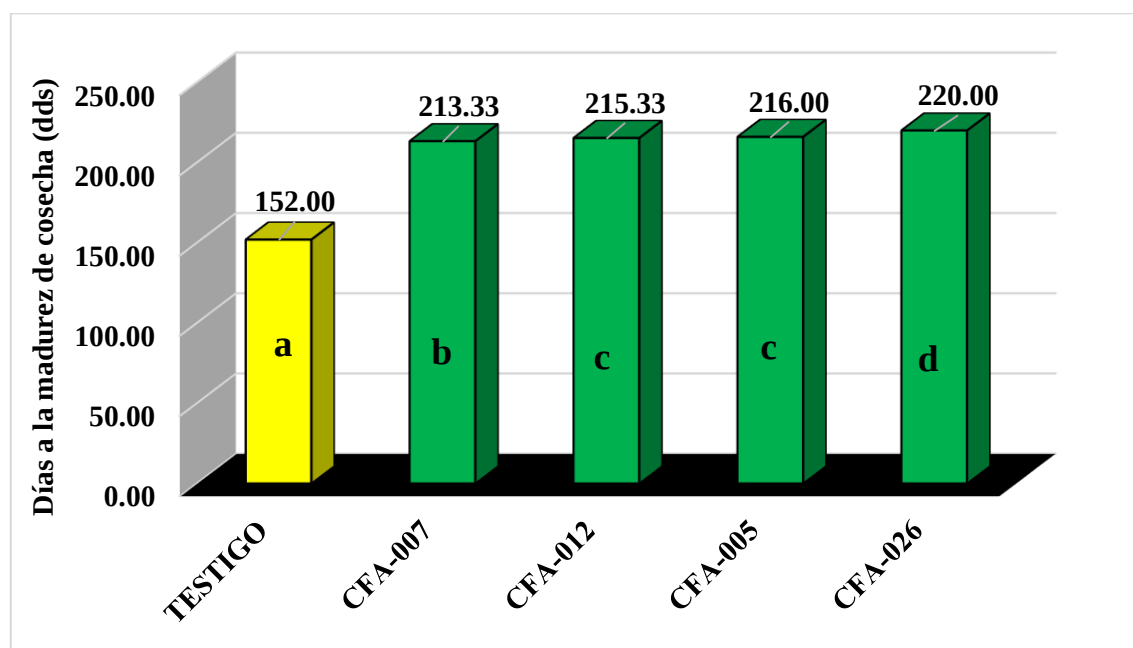
Esta etapa ocurrió de 213.33 a 220 dds, que compete a los cultivares de tipo IV estudiados en la presente investigación, mientras el testigo llegó solamente a los 152 dds, como se observa en la tabla 3.1.

De la figura 3.5, los resultados de la prueba de Tukey, indican que, el testigo llego a la etapa de madurez de cosecha antes que los demás cultivares, con 152 dds, diferenciándose estadísticamente de los demás cultivares de tipo IV, dentro de los cuales, la CFA-007 muestra precocidad diferenciándose significativamente del resto, y entre el más precoz y la más tardía están la CFA-012 y CFA-005, sin que haya diferencia

estadística entre ellos; no obstante, la CFA-026 resulto siendo la más tardía mostrando diferencia significativa del resto, llegando a la madurez de cosecha a los 220 dds. Estos valores obtenidos son similares a lo encontrado por Lagos (2011), quien obtuvo la etapa final del cultivo a un intervalo de 151 a 197 días a partir de la siembra, en 21 cultivares de frijol reventón.

Figura 3.5

Prueba de Tukey de los días a la madurez de cosecha de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm



3.2. Características de productividad

3.2.1. Altura de planta

Los datos de longitud de la altura de planta, evaluadas en la presente investigación fluctúa de 165.8 a 237.93 centímetros, que hace referencia a los cultivares de tipo IV, mientras el testigo llegó a 50.43 centímetros, como se observa en anexo 2.

La tabla 3.3, del ANVA de altura de planta, señala que, no existe diferencia significativa entre bloques; mientras, para tratamiento, indica diferencia altamente significativa, lo cual muestra diferente comportamiento entre los cultivares estudiados. Para esta variable el coeficiente de variabilidad es de 3.36 %, que nos indica mayor precisión del ensayo, con lo cual muestra confianza en los datos determinados.

Tabla 3.3

Análisis de varianza de altura de planta (cm) de cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm

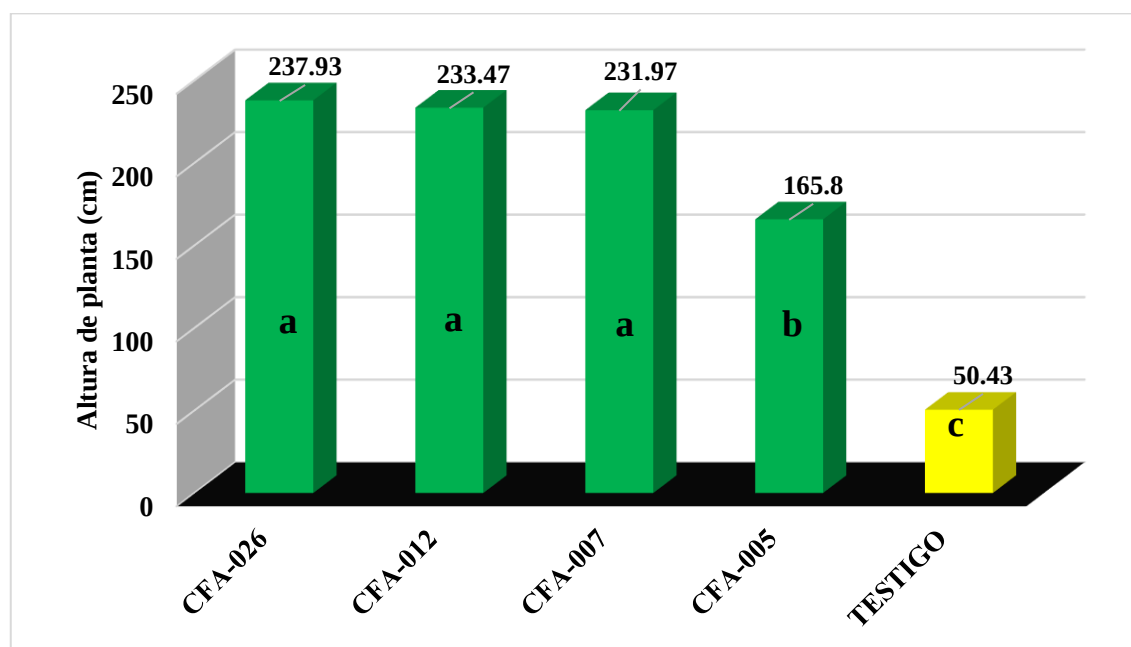
Fuentes	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Pr > F
Bloque	2	114.56	57.28	1.5	0.2793 ns
Tratamientos (Cultivar)	4	77483.46	19370.86	508.1	<0.0001 **
Error	8	304.99	38.12		
Total	14	77903			

CV (%) = 3.36

En la figura 3.6, se muestra la diferencia estadística para el tratamiento (cultivar) testigo frente a los demás cultivares de tipo IV, alcanzando solamente 50.43 centímetros, del mismo modo la CFA-005 muestra diferencia del resto de los cultivares con 165.8 centímetros de altura. Los cultivares CFA-007, CFA-012 y CFA-026 son los que alcanzaron mediadas de 231.97, 233.47 y 237.93 centímetros respectivamente, este último siendo la más alta numéricamente, y estadísticamente no existe diferencia significativa entre los tres mencionados.

Figura 3.6

Prueba de Tukey de altura de planta de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm



González (2014), realizó evaluación de 22 cultivares de frijol reventón, dicho trabajo de investigación fue en Canaán a 2735 msnm, en donde las longitudes obtenidas

fueron de 103 a 215 centímetros, las cuales son inferiores a comparación de los datos alcanzados en la presente investigación.

Infante (2012) estudió los mismos cultivares del presente ensayo, en los cuales encontró alturas de planta que van de 0.88 a 2.77 m. Dichos datos están vinculados de acuerdo al hábito de crecimiento, siendo tipo I (testigo) y tipo IV (CFA-026, CFA-012, CFA-007 y CFA-005).

3.2.2. Número de vainas por planta

El número de vainas por planta de los cultivares de frijol reventón evaluadas en el presente trabajo varían de 85.43 a 104.03 vainas, que hace referencia a los cultivares de tipo IV, mientras el testigo produjo 39.3 vainas por planta, como se detalla en anexo 2.

El ANVA (tabla 3.4) muestra que, no existe diferencia significativa entre bloques; mientras, para tratamiento, indica diferencia altamente significativa, lo cual muestra diferente comportamiento entre los cultivares estudiados. El coeficiente de variación es 17.93 %, lo cual se encuentra dentro de los valores aceptables, que nos permite confiabilidad en los resultados.

Tabla 3.4

Análisis de varianza de número de vainas por planta de cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm

Fuentes	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Pr > F
Bloque	2	82.5	41.25	0.19	0.8317 ns
Tratamientos (Cultivar)	4	7546.4	1886.6	8.62	0.0053**
Error	8	1750.13	218.77		
Total	14	9379.03			

CV (%) = 17.93

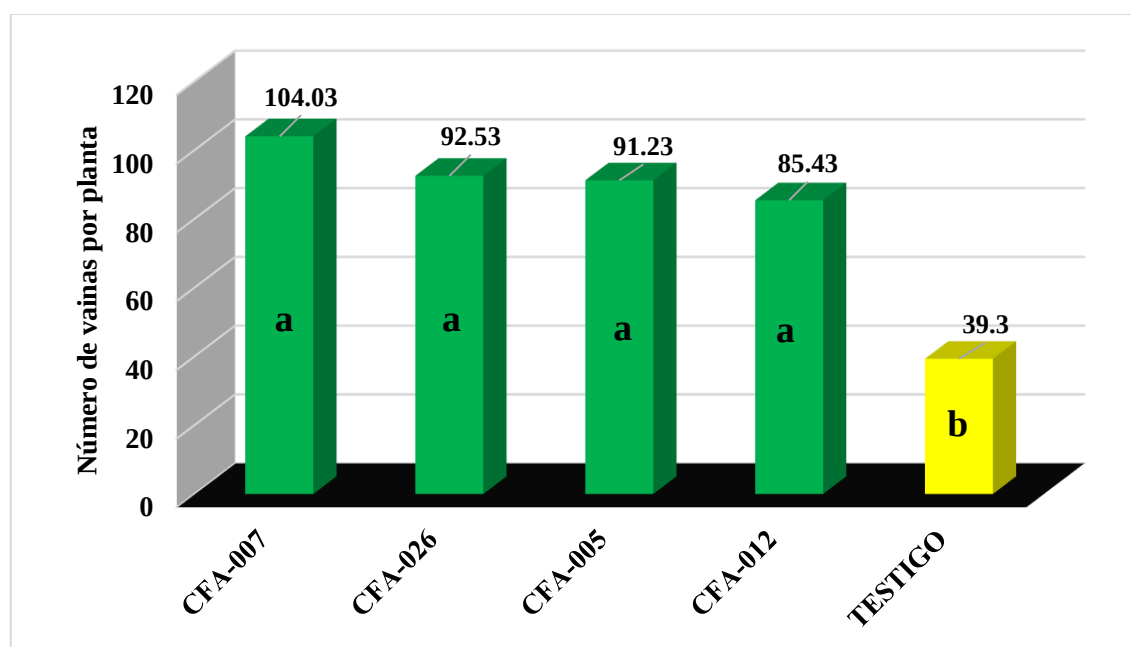
En la figura 3.7, se muestra que no hay diferencia estadística entre cultivares de tipo IV (CFA-007, CFA-026, CFA-005 y CFA-012), solo existe una diferencia numérica, en la cual, el cultivar CFA-007 es mayor frente a los demás cultivares, alcanzando 104.03 vainas; en tanto, el testigo, muestra diferencia estadística frente a los

demás cultivares en estudio, teniendo 39.3 vainas por planta, esto debido al tipo de crecimiento que presenta (tipo I arbustivo).

La vainas cuantificadas en el presente ensayo superan a lo obtenido por Lagos (2011), quien estudió, la selección y caracterización de 21 cultivares de frijol ñuña, obteniendo valores de 33.7 a 63.1 vainas por planta; así también, superando mínimamente a la cantidad de vainas que obtuvo Gonzáles (2014), en su estudio de 22 cultivares de frijol de tipo IV, en las que registro de 35.3 a 94.6 unidades.

Figura 3.7

Prueba de Tukey de número de vainas por planta de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm



3.2.3. Longitud de vaina

La longitud de vaina fluctúa de 9.63 a 12.06 centímetros, que hace referencia a los cultivares de tipo IV, mientras el testigo tiene una longitud de 10.51 centímetros, como se observa en anexo 2.

La tabla 3.5 del ANVA de longitud de vainas, indica que no hay diferencias entre repeticiones; pero si indica diferencia altamente significativa entre cultivares. El coeficiente de variación es 3.42 %, lo cual nos muestra mayor precisión del ensayo, haciendo resultados confiables.

Tabla 3.5

Análisis de varianza de longitud de vaina (cm) de cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm

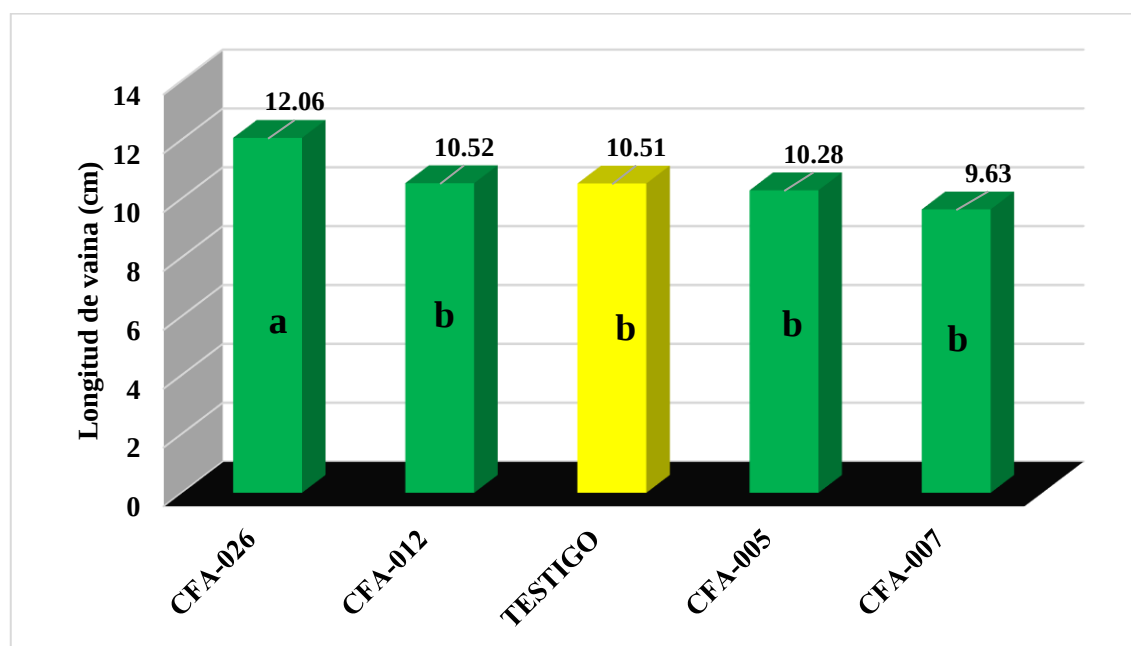
Fuentes	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Pr > F
Bloque	2	0.38	0.19	1.43	0.2941 ns
Tratamientos (Cultivar)	4	9.55	2.39	18.15	0.0004 **
Error	8	1.05	0.13		
Total	14	10.98			

CV (%) = 3.42

En la figura 3.8, para dicha variable, el cultivar CFA-026 presenta una longitud superior, diferenciándose estadísticamente de los demás cultivares (CFA-012, TESTIGO, CFA-005 y CFA-007); en los que solo existe una diferencia numérica mínima. Los valores registrados son similares a lo obtenido por Rojas (2010) y Gonzáles (2014), quienes reportaron de 8.8 a 11.5 centímetros y de 8.7 a 13.3 centímetros respectivamente, en donde también según Gonzáles (2014) el cultivar CFA-026 presenta una longitud de vaina 13.3 cm. que es superior diferenciándose estadísticamente a los demás cultivares.

Figura 3.8

Prueba de Tukey de longitud de vaina (cm) de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm



3.2.4. Número de granos por vaina

El resultado registrado para esta variable, oscila de 4.63 a 5.67 granos por vaina, que hace referencia a los cultivares de tipo IV, mientras para el testigo se registró 4.43, como se detalla en anexo 2.

En el análisis de variancia (tabla 3.6) de numero de granos por vaina, indica que, no existe diferencia significativa entre bloques; mientras, para tratamiento, indica diferencia altamente significativa, lo cual muestra que entre los cultivares estudiados, existe variación en número de granos por vaina. El CV es 2.30 %, que resalta mayor precisión del ensayo, con lo cual muestra confianza en los resultados.

Tabla 3.6

Análisis de varianza de número de granos por vaina de cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm

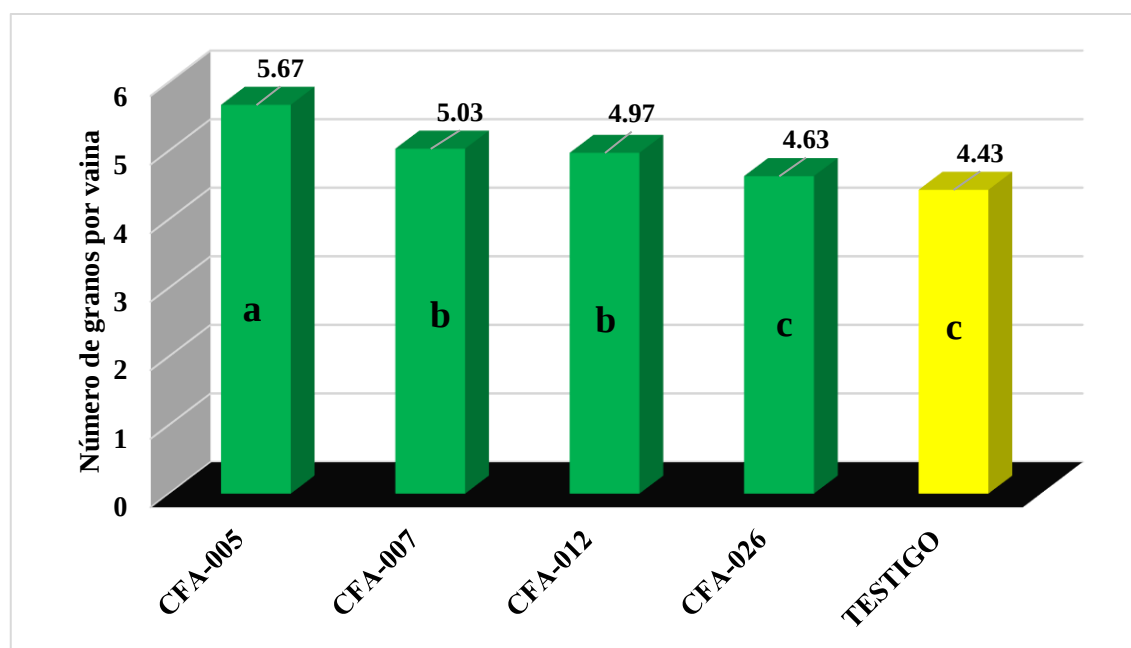
Fuentes	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Pr > F
Bloque	2	0.01	4.70E-03	0.36	0.7091 ns
Tratamientos (Cultivar)	4	2.66	0.67	51.23	<0.0001 **
Error	8	0.1	0.01		
Total	14	2.78			

CV (%) = 2.30

La figura 3.9 de la prueba de Tukey para número de granos por vaina, el cultivar CFA-005 muestra el mayor número de granos por vaina con un promedio de 5.67 granos, siendo estadísticamente superior a los demás cultivares. Los cultivares CFA-007 y CFA-012, no presentan diferencia significativa entre ellos, oscila de 5.03 a 4.97 granos; mientras, el cultivar CFA-026 y testigo mostraron el menor número de granos por vaina con un promedio de 4.63 y 4.43, respectivamente, habiendo solamente una mínima diferencia numérica entre los mismos. Según González (2014), el número de granos por vaina en los frijoles de tipo IV (reventón) oscila de 4.3 a 5.7, lo cuales se asemejan a lo registrado en el presente trabajo de investigación.

Figura 3.9

Prueba de Tukey de Número de granos por vaina de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm



3.2.5. *Peso de 1000 semillas*

El peso registrado para mil semillas de cada cultivar estudiado, está en un rango de 432.95 a 640.95 gramos, como se contempla en el Anexo 2.

El análisis de variancia (tabla 3.7) de peso de mil semillas, señala que, no hay diferencias entre bloques; pero si muestra diferencia altamente significativa entre cultivares, lo cual indica diferente peso entre los cultivares estudiados. El coeficiente de variación es 5.04 %, lo cual se encuentra dentro de los valores aceptables, mostrando confianza en los resultados.

Tabla 3.7

Análisis de varianza de peso de 1000 semillas (gr) de cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm

Fuentes	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Pr > F
Bloque	2	534.29	267.15	0.35	0.7151 ns
Tratamientos (Cultivar)	4	91673.14	22918.28	30.01	0.0001**
Error	8	6108.85	763.61		
Total	14	98316.27			

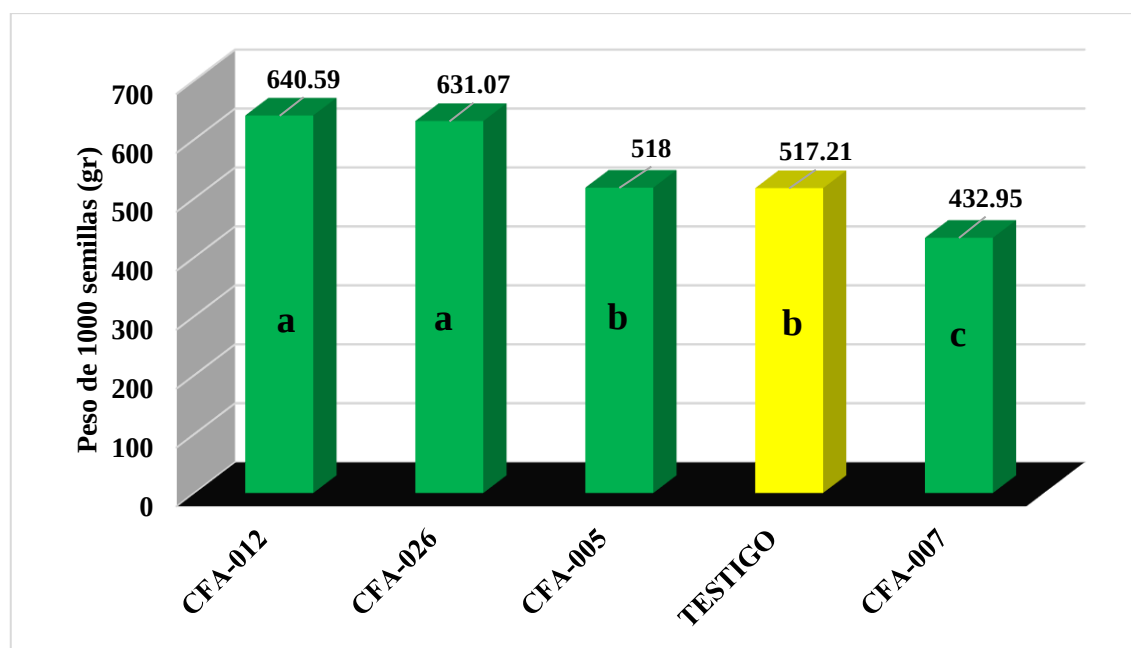
CV (%) = 5.04

La figura 3.10, muestra que la CFA-012 y CFA-026 son superiores estadísticamente frente a los demás cultivares en cuanto al peso de mil semillas, alcanzando 640.59 y 631.07 gramos respectivamente; a estos cultivares le siguen, la CFA-005 y testigo, con 517.21 y 518 gramos en el orden dado, sin diferencia estadística entre sí. El cultivar CFA-007 obtiene un peso de 432.95 gramos, siendo inferior con diferencia significativa de los demás cultivares.

El peso de mil semillas hallados por Curipaco (2015), fluctúan de 332,8 a 617.4 gramos, siendo similares a lo obtenido en el presente ensayo.

Figura 3.10

Prueba de Tukey de peso de 1000 semillas (gr) de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm



3.2.6. Rendimiento de grano por hectárea

El rendimiento de grano por hectárea obtenidos en el presente estudio varía de 4622.84 a 5700.74 kg.ha⁻¹, que hace referencia a los cultivares de tipo IV, mientras el testigo llegó a 2401.6 kg.ha⁻¹, como se observa en anexo 2.

La tabla 3.8 del análisis de variancia para rendimiento de grano por hectárea, muestra que, no existe diferencia significativa entre bloques; mientras, para tratamiento, indica diferencia altamente significativa, lo cual muestra diferente comportamiento entre

los cultivares estudiados. Para esta variable el CV es 15.77 %, lo cual se encuentra dentro de los valores aceptables, mostrando confianza en los resultados.

Tabla 3.8

Análisis de varianza de rendimiento de grano por hectárea (kg/ha) de cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm

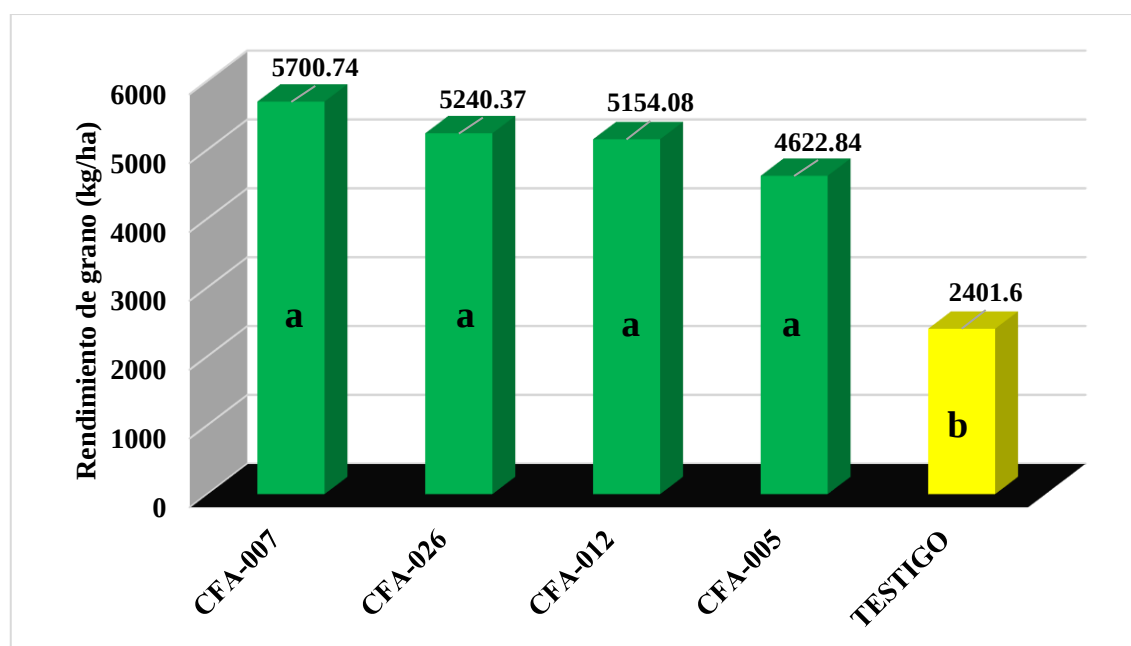
Fuentes	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Pr > F
Bloque	2	577175.75	288587.88	0.54	0.601 ns
Tratamientos (Cultivar)	4	20277954.51	5069488.63	9.54	0.0039 **
Error	8	4252460.59	531557.57		
Total	14	25107590.85			

CV (%) = 15.77

En la figura 3.11, se muestra la prueba de Tukey para rendimiento de grano por hectárea de frijol reventón, en lo cual no se encuentra una diferencia estadística para algún cultivar de tipo IV (CFA-007, CFA-026, CFA-012 y CFA-005); sin embargo, numéricamente se consiguió mayor rendimiento por hectárea, con el cultivar CFA-007, el mismo que alcanzó, 5700.74 kg.ha⁻¹; por otro lado, el testigo, muestra diferencia estadística frente a los demás cultivares en estudio, teniendo bajo rendimiento (2401.6 kg.ha⁻¹) de grano seco.

Figura 3.11

Prueba de Tukey de rendimiento de grano por hectárea (kg/ha) de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm



Rojas (2010), alcanzó rendimiento de 2307.6 a 5641.0 kg.ha⁻¹, baja condiciones de Canaán a 2735 msnm, dichos valores registrados concuerdan con los datos reportados en la presente investigación.

Del resultado podemos deducir que, en el presente estudio, el ambiente fue regular, obteniendo rendimientos similares estadísticamente, donde también es importante fomentar un manejo oportuno y eficiente para conseguir buenos resultados en la producción de frijol reventón; no obstante, el rendimiento dependerá del tipo de crecimiento; es decir, en tipo IV indeterminado se obtendrá mayores rendimientos frente al tipo I determinado.

3.3. Características de calidad de grano tostado

3.3.1. Índice de expandido de grano

El índice de expandido de los cultivares de frijol reventón fluctúan entre 47.48 a 80.07 %; mientras el testigo llegó a 19.56 %, como se observa en anexo 3.

El ANVA (tabla 3.9), muestra que, no hay diferencia significativa entre bloques; mientras, para cultivares, indica diferencia altamente significativa, esto conlleva a realizar la comparación de medias para optar el mejor cultivar con calidad de grano expandido. El coeficiente de variación es 9.95 %, lo cual se encuentra dentro de los valores aceptables, indicando confianza en los datos obtenidos.

Tabla 3.9

Análisis de varianza de índice de expandido de grano (%) de cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm

Fuentes	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Pr > F
Bloque	2	45.21	22.6	0.81	0.4776 ns
Tratamientos (Cultivar)	4	6220.52	1555.13	55.84	<0.0001 **
Error	8	222.81	27.85		
Total	14	6488.54			

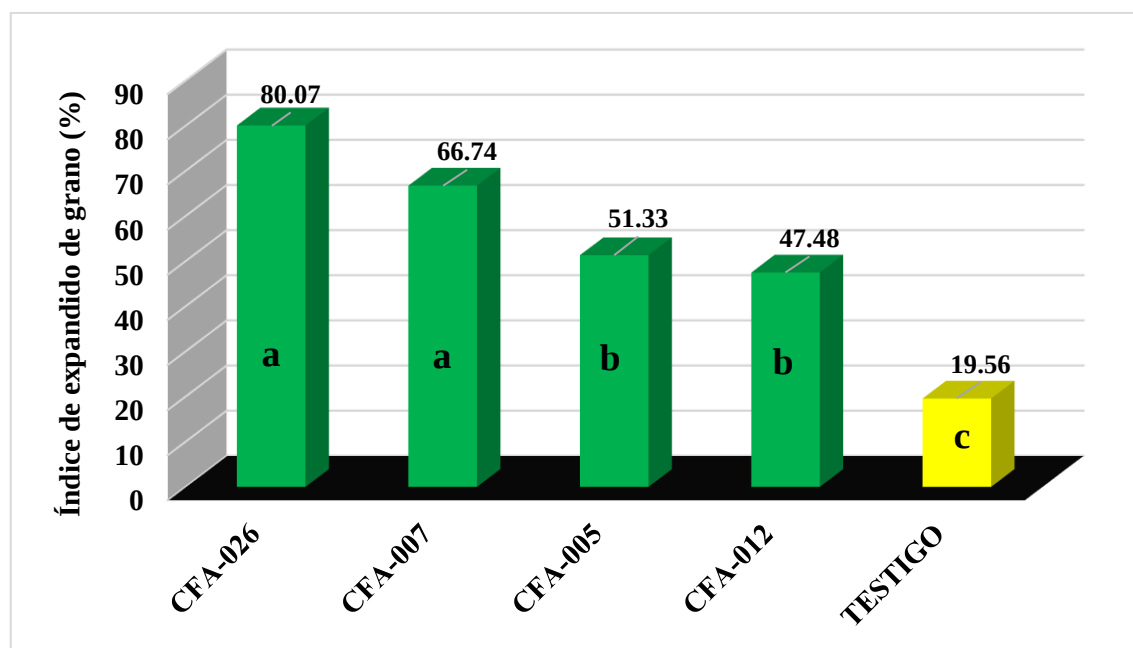
CV (%) = 9.95

La figura 3.12, indica a la CFA-026 y CFA-007 con mejor índice de expandido de grano, diferenciándose estadísticamente de los demás cultivares en estudio. El cultivar

CFA-005 y CFA-012 son intermedios sin diferencia significativa entre ellos, con 51.33 % y 47.48 %, respectivamente, el testigo obtiene el menor índice de expandido con un promedio de 19.56 %, lo cual nos indica que no presenta calidad de expandido.

Figura 3.12

Prueba de Tukey índice de expandido de grano (%) de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm



González (2014) afirma que el índice de expandido varía de 36.0 % a 87.6 %, dichos datos se asemejan a los resultados de la presente investigación, al igual que los resultados obtenidos por Lagos (2011), que fueron de 12 % a 76.89 % el índice expandido.

Del resultado se puede deducir que el índice de expandido está determinado por varios factores genéticos y ambientales: así mismo considerando las escalas como indica en el anexo 7.

3.3.2. Porcentaje de reventado de grano

El porcentaje de reventado, oscila de 61.33 % a 92.33 %, que hace referencia a los cultivares de tipo IV, mientras para el testigo se registró solamente 20 %. (Anexo 3)

El ANOVA (tabla 3.10), no muestra diferencias entre bloques; mientras, para cultivares, indica diferencia altamente significativa, esto conlleva a realizar la

comparación de medias para optar el mejor cultivar con porcentaje de reventado. El coeficiente de variación es 8.41 %, lo cual es un valor aceptable, dando confianza en los datos obtenidos.

Tabla 3.10

Análisis de varianza de porcentaje de reventado de grano (%) de cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm

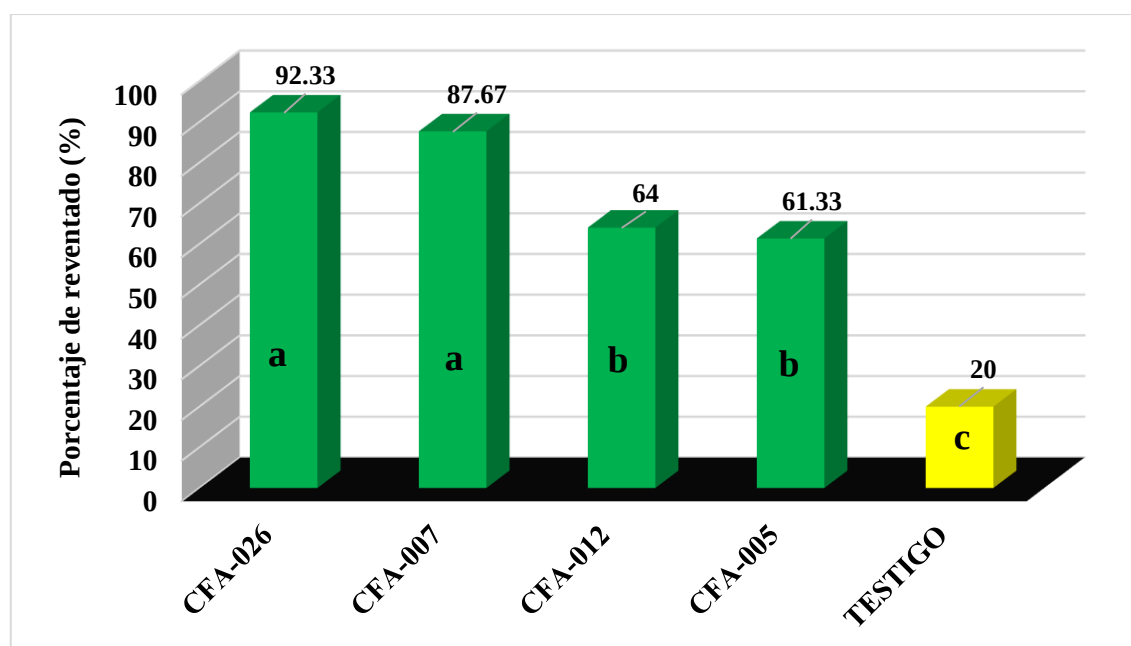
Fuentes	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Pr > F
Bloque	2	134.53	67.27	2.25	0.1681 ns
Tratamientos (Cultivar)	4	9900.93	2475.23	82.69	<0.0001 **
Error	8	239.47	29.93		
Total	14	10274.93			

CV (%) = 8.41

La figura 3.13, señala a CFA-026 y CFA-007 con buen porcentaje de reventado, diferenciándose estadísticamente de los demás cultivares en estudio, habiendo solo diferencia numérica entre ellos. El cultivar CFA-012 y CFA-005 son intermedios sin diferencia significativa entre ellos, con 64.0 % y 61.33 %, respectivamente, el testigo obtiene el menor porcentaje de expandido con un promedio de 20 %, lo cual nos indica baja cantidad de granos reventados.

Figura 3.13

Prueba de Tukey de porcentaje de reventado de grano (%) de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm



Los resultados mencionados, son similares a los datos hallados por Infante (2012), quien reporto la cantidad de reventado de granos de frijol reventón en un rango de 27.7 % a 92.7 %.

De los resultados podemos deducir que el mayor porcentaje de reventado, es decir mayor número de granos tostadas es el cultivar CFA-026, con 92.33 %, siendo un indicador positivo para la calidad de grano tostado, mientras el testigo no es lo adecuado, ya que de cada 100 semillas tostadas solamente revientan 20 granos.

3.3.3. *Porcentaje de expandido de grano*

El porcentaje de expandido, oscila de 66.21 % a 80.18 %, que hace referencia a los cultivares de tipo IV, mientras para el testigo se registró solamente 4.71 %, como se observa en anexo 3.

El ANVA (tabla 3.11), no muestra diferencia significativa entre bloques; mientras, para cultivares, indica diferencia altamente significativa, esto conlleva a realizar la comparación de medias para optar el cultivar con mayor porcentaje de expandido. El coeficiente de variación es 12.61 %, lo cual se encuentra dentro del rango aceptable, dando confianza en los valores registrados.

Tabla 3.11

Análisis de varianza de porcentaje de expandido de grano (%) de cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm

Fuentes	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Pr > F
Bloque	2	36.6	18.3	0.33	0.7301 ns
Tratamientos (Cultivar)	4	11580.89	2895.22	51.79	<0.0001 **
Error	8	447.19	55.9		
Total	14	12064.67			

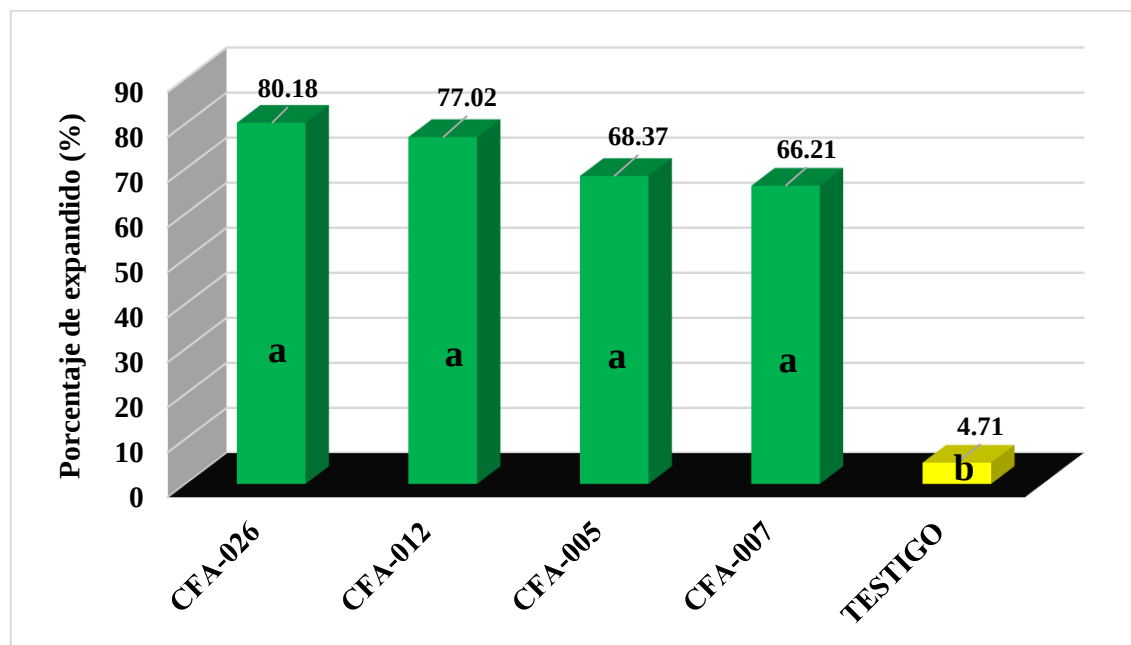
CV (%) = 12.61

En la figura 3.14, no se presenta diferencia estadística para ningún cultivar estudiado (CFA-007, CFA-026, CFA-012 y CFA-005), en donde se aprecia, solamente diferencia numérica, alcanzando mayor expandido el cultivar CFA-026, con 80.18 %; el

testigo, muestra bajo expandido con diferencia estadística frente a los demás cultivares en estudio, teniendo 4.71 % de expandido, lo que indica que, no es apto para tostado.

Figura 3.14

Prueba de Tukey de porcentaje de expandido de grano (%) de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm



3.3.4. Tiempo de reventado de grano

El tiempo de reventado, oscila de 1.96 a 2.96 minutos, que hace referencia a los cultivares de tipo IV, mientras para el testigo se registró un tiempo de 3.12 minutos, como se observa en anexo 3.

Tabla 3.12

Análisis de varianza de tiempo de reventado de grano (min) de cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm

Fuentes	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Pr > F
Bloque	2	0.74	0.37	4.76	0.0435 *
Tratamientos (Cultivar)	4	3.29	0.82	10.54	0.0028 **
Error	8	0.62	0.08		
Total	14	4.66			

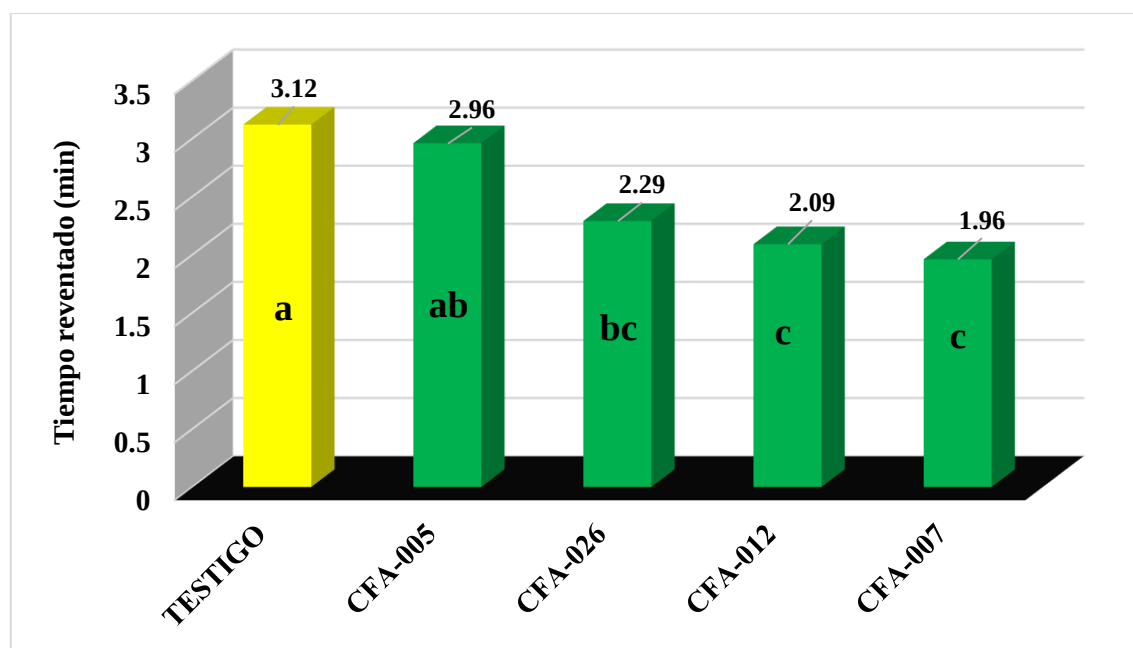
CV (%) = 11.26

El ANVA (tabla 3.12), no muestra diferencias entre bloques; mientras, para cultivares, indica diferencia altamente significativa, esto conlleva a realizar la comparación de medias para optar el cultivar con menor tiempo de reventado. El coeficiente de variación es 11.26 %, se encuentra dentro del rango aceptable que nos otorga confianza en los datos registrados.

La figura 3.15, señala que los cultivares de tipo IV, la CFA-005 y CFA-026 presentaron mayor tiempo reventado (2.96 y 2.29 min), diferenciándose estadísticamente de los cultivares CFA-012 y CFA-007, que revientan en menor tiempo, con 2.09 y 1.96 min, respectivamente, el testigo presenta diferencia significativa con mayor tiempo frente a los demás cultivares, con un promedio de 3.12 minutos, a lo que es necesario hacer énfasis, que a dicho tiempo, empiezan a quemarse con granos reventados por debajo del 50 %.

Figura 3.15

Prueba de Tukey de tiempo de reventado de grano (min) de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm



Infante (2012) realizó la evaluación de tiempo de reventado de los cultivares de frijol ñuña, en lo cual indica que, el tiempo de reventado oscila entre 50.3 a 80 segundos; esta información se asemeja con lo registrado en la presente investigación.

CONCLUSIONES

1. El cultivar CFA-007 con 193 días después de la siembra fue la más precoz, seguida por los cultivares CFA-012 y CFA-005 con 195 y 197 días después de la siembra respectivamente, mientras el cultivar que se comporta como fue la CFA-026 con 203 días después de la siembra.
2. El cultivar CFA-007 alcanzo un mayor rendimiento en grano seco con $5700.74 \text{ kg.ha}^{-1}$, seguido por los cultivares CFA-026 y CFA-012, alcanzando 5240.37 y 5154.08 kg.ha^{-1} respectivamente, mientras la CFA-005 registró menor rendimiento de grano, con $4622.84 \text{ kg.ha}^{-1}$.
3. El cultivar que obtuvo mejor calidad de grano tostado, de acuerdo al índice de expandido alcanzado fue la CFA-026, con 80.07 %, seguido por el cultivar CFA-007 con 66.74 %, mientras el cultivar CFA-012 obtuvo menor calidad de grano al tostado, con 47.48 %.

RECOMENDACIONES

1. Realizar pruebas de adaptación en diferentes tiempos y espacios con el cultivar CFA-007, para comprobar las características de precocidad.
2. Fomentar el cultivar CFA-007 en diferentes zonas rurales por su alto rendimiento.
3. Continuar con los estudios productivos y culinarios con los cultivares CFA-007 y CFA-026 con la finalidad de obtener características fijas para su lanzamiento como una variedad que pueda generar mayores divisas y mejorar las condiciones de vida de los agricultores en la región andina.
4. Se recomienda cultivares CFA-026 y CFA-007 para la industria culinaria por su buena calidad de grano tostado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Curipaco Sulca, A. M. (2015). *Caracterización y selección de veinte colecciones locales de frijol ñuña (Phaseolus vulgaris L.) - Canaán (2735 msnm) - Ayacucho* [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/cb673741-34fc-49ae-8c63-5a1f810655c3>
- Debouck, D., & Hidalgo, R. (1985). Morfología de la planta de frijol común. In *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*. <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/81884/morfologia-7eba331e.pdf?sequence=1>
- Escoto, N. (2004). El cultivo de frijol: MANUAL TÉCNICO PARA USO DE EMPRESAS PRIVADAS, CONSULTORES INDIVIDUALES Y PRODUCTORES. *Secretaría De Agricultura Y Ganadería, Dirección De Ciencia Y Tecnología Agropecuaria*, 1, 2–10. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REf01e74.pdf>
- FAO. (2018). Nuestras legumbres. Pequeñas semillas, grandes soluciones. In *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. <https://www.fao.org/3/ca2597es/CA2597ES.pdf>
- Fernández, F., Gepts, P., & López, M. (1976). Crecimiento y desarrollo de la planta de frijol. In *Centro Internacional de Agricultura Tropical*. <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/82106/etapas-1e4dab22.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fernández, F., Gepts, P., & López, M. (1986). Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). In *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*. http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat_digital/ciat/28093.pdf
- González, V. (2014). *Evaluación y selección de 22 cultivares de frijol Ñuña (Phaseolus vulgaris L.) - Canaán a 2735 msnm, Ayacucho* [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2063>
- Henríquez, G., Prophete, E., & Orellana, C. (1995). Manejo agronómico del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*. <c:/Users/hp/Downloads/Fasciculo5agronomia.pdf>
- IICA, I. I. de C. para la A. (2009). Guía técnica para el cultivo de frijol. *Syria Studies*, 7(1), 37–72. https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/

- 548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil wars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625
- Infante Muñoz, M. A. (2012). *Evaluación y selección de cultivares de frijol Ñuña (Phaseolus vulgaris L.) - Canaán 2735 msnm Ayacucho* [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2019>
- Lagos Gutierrez, F. (2011). *Selección y caracterización de 21 cultivares de frijol ñuña (phaseolus vulgaris l.) canaán a 2735 msnm, ayacucho* [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3197>
- López, M., Fernández, F., & Schoonhoven, A. (1985). Frijol: investigacion y produccion. *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*, 61–78. [file:///C:/Users/hp/Downloads/26201 \(1\).pdf](file:///C:/Users/hp/Downloads/26201%20(1).pdf)
- Otálora, J., Ligarreto, G., & Romero, A. (2006). Agronomic characteristics and grain quality of the common ‘popping’ bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agronomia Colombiana*, 24(1), 7–16. <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v24n1/v24n1a02.pdf>
- Pérez-Perez, L. M., Del Toro Sánchez, C. L., Sánchez Chavez, E., González Vega, R. I., Reyes Díaz, A., Borboa Flores, J., Soto Parra, J. M., & Flores-Cordova, M. A. (2019). Bioaccesibilidad de compuestos antioxidantes de diferentes variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en México, mediante un sistema gastrointestinal in vitro//Bioaccessibility of antioxidant compounds from different bean varieties (*Phaseolus vulgaris* L. *Biotecnia*, 22(1), 117–125. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v22i1.1159>
- Rojas Infante, G. Y. (2010). *Caracterización y Evaluación de 10 cultivares de frijol ñuña (Phaseolus vulgaris L.), en Canaán Inia a 2720 m.s.n.m., Ayacucho* [Universidad Nacional De San Cristóbal de Humanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3211%0A>
- Rosas, J. C. (2003). El cultivo del frijol común en América Tropical. In *Escuela Agrícola Panamericana/Zamorano* (pp. 1–62). [https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2424/1/prueba 09.pdf](https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2424/1/prueba%2009.pdf)
- Santa Cruz Padilla, A. E., & Vásquez Orrillo, J. L. (2021). *Catálogo de Ñuña (Phaseolus vulgaris L.) Del Banco de Germoplasma del INIA*. 51 1, 151. <https://hdl.handle.net/20.500.12955/1404>

- Ulloa, J. A., Petra, M. C., Ulloa, R., Carmen, J., Ramírez, R., Blanca, I. B. Q., & Ulloa, E. (2011). El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. *Revista Fuente*, 3(8), 5–9. <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-08/1.pdf>
- Valladolid, A. (1993). El cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L .) en la costa del Perú INIA. *El Cultivo de Frijol*, 4, 105. http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/860/1/Valladolid-Cultivo_Frijol_costa.pdf
- Van Beem, J., Kornegay, J., & Lareo, L. (1992). Valor Nutritivo del Frijol Nuña Popping Janny van Beem , Julia Kornegay y Leonardo Lareo. *Abril, Junio*, 46, 164–170. <https://www.jstor.org/stable/4255422>
- Voysest, O. (2000). Mejoramiento genetico del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). In *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*. file:///C:/Users/hp/Downloads/Mejoramiento_genetico_del_frijol.pdf
- White, J. (1985). Conceptos básicos de fisiología del frijol. *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*. <https://core.ac.uk/download/pdf/132690948.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Promedios generales de días después de la siembra de las variables de precocidad de los cultivares de frijol reventón (*Phaseolus vulgaris* L.), Canaán, 2735 msnm, Ayacucho, 2022

Cultivar	Emergencia	Floración	Formación de vainas	Madurez fisiológica	Madurez de cosecha
CFA-007	8.67	117.00	136.33	193.00	213.33
CFA-005	9.67	122.33	138.67	197.33	216.00
CFA-012	8.67	119.67	138.00	195.33	215.33
CFA-026	10.33	134.67	146.67	203.33	220.00
TESTIGO	8.67	63.33	70.33	131.33	152.00

Anexo 2. Promedios generales de las variables de características de productividad de los cultivares de frijol reventón (*Phaseolus vulgaris* L.), Canaán, 2735 msnm, Ayacucho, 2022

Cultivar	Altura de planta (cm)	Número de vainas por planta	Longitud de vaina	Número de granos por vaina	Peso de 1000 semillas (gr)	Rendimiento de granos por hectárea (kg/ha)
CFA-007	231.97	104.03	9.63	5.05	432.95	5467.74
CFA-005	165.80	91.23	10.27	5.64	518.00	4756.35
CFA-012	233.47	85.43	10.52	4.95	640.59	5050.86
CFA-026	237.93	92.53	12.06	4.67	631.07	5186.64
TESTIGO	50.43	39.30	10.51	4.44	517.21	2399.92

Anexo 3. Promedios generales de las variables de características de calidad de grano tostado de los cultivares de frijol reventón (*Phaseolus vulgaris* L.), Canaán, 2735 msnm, Ayacucho, 2022

Cultivar	Índice expandido	Porcentaje de reventado	Porcentaje de expansión	Tiempo de reventado
CFA-007	66.74	87.67	66.21	1.96
CFA-005	51.33	61.33	68.37	2.96
CFA-012	47.48	64.00	77.02	2.09
CFA-026	80.07	92.33	80.19	2.29
TESTIGO	19.56	20.00	4.71	3.12

Anexo 4. Datos de los días después de la siembra de las variables de precocidad de los cultivares de frijol reventón (*Phaseolus vulgaris* L.), Canaán, 2735 msnm, Ayacucho, 2022

Bloques	Número de parcela	Cultivar	Emergencia	Floración	Formación de vainas	Madurez fisiológica	Madurez de cosecha
I	1	CFA-007	8	116	136	192	213
I	2	CFA-005	9	121	138	198	216
I	3	CFA-012	9	120	136	194	216
I	4	CFA-026	11	132	147	204	220
I	5	TESTIGO	8	62	71	130	152
II	6	CFA-012	9	120	138	194	216
II	7	CFA-007	9	119	136	195	214
II	8	TESTIGO	9	64	69	132	152
II	9	CFA-005	10	123	138	196	216
II	10	CFA-026	10	135	147	204	220
III	11	CFA-012	8	119	140	198	214
III	12	CFA-007	9	116	137	192	213
III	13	CFA-026	10	137	146	202	220
III	14	CFA-005	10	123	140	198	216
III	15	TESTIGO	9	64	71	132	152

Anexo 5. Datos de las variables de características de productividad de los cultivares de frijol reventón (*Phaseolus vulgaris* L.), Canaán, 2735 msnm, Ayacucho, 2022

Bloques	Número de parcela	Cultivar	Altura de planta (cm)	Número de vainas por planta	Longitud de vaina	Número de granos por vaina	Peso de 1000 semillas (gr)	Rendimiento de granos por hectárea (kg/ha)
I	1	CFA-007	227.2	131.5	9.14	5.03	421.35	4752.39
I	2	CFA-005	169.5	88.7	10.81	5.55	501.33	4013.50
I	3	CFA-012	225.8	86.8	10.65	4.98	608.45	4428.63
I	4	CFA-026	231.3	86	12.27	4.64	637.90	4978.88
I	5	TESTIGO	53.5	36	10.71	4.46	533.53	2905.50
II	6	CFA-012	234.7	70.2	10.51	4.81	687.53	5164.92
II	7	CFA-007	231	98.4	10.29	5.1	452.65	6637.08
II	8	TESTIGO	50.3	43.2	10.40	4.51	496.13	1953.83
II	9	CFA-005	164.2	90.7	10.23	5.6	536.05	4425.52
II	10	CFA-026	232.4	100.1	12.09	4.64	603.25	5081.48
III	11	CFA-012	239.9	99.3	10.40	5.05	625.80	5559.03
III	12	CFA-007	237.7	82.2	9.46	5.02	424.85	5013.77
III	13	CFA-026	250.1	91.5	11.81	4.72	652.05	5499.56
III	14	CFA-005	163.7	94.3	9.79	5.77	516.63	5830.03
III	15	TESTIGO	47.5	38.7	10.41	4.34	521.98	2340.44

Anexo 6. Datos de las variables de características de calidad de grano tostado de los cultivos de frijol reventón (*Phaseolus vulgaris* L.), Canaán, 2735 msnm, Ayacucho, 2022

Bloques	Número de parcela	Cultivar	Índice expandido	Porcentaje de reventado	Porcentaje de expansión	Tiempo de reventado
I	1	CFA-007	71.78	92.0	71.18	1.43
I	2	CFA-005	49.78	58.0	71.75	2.47
I	3	CFA-012	42.22	59.0	74.74	1.52
I	4	CFA-026	83.56	92.0	80.83	2.34
I	5	TESTIGO	22.00	18.0	9.02	3.1
II	6	CFA-012	41.56	55.0	90.27	2.24
II	7	CFA-007	64.89	84.0	57.42	2.25
II	8	TESTIGO	19.11	20.0	0.55	3.22
II	9	CFA-005	50.22	62.0	64.31	3.12
II	10	CFA-026	77.33	90.0	79.03	2.14
III	11	CFA-012	58.67	78.0	66.06	2.52
III	12	CFA-007	63.56	87.0	70.04	2.19
III	13	CFA-026	79.33	95.0	80.69	2.38
III	14	CFA-005	54.00	64.0	69.04	3.28
III	15	TESTIGO	17.56	22.0	4.56	3.04

Anexo 7. Escala y formula para determinar el índice expandido según protocolo de la Biologa Mirihan Gamarra Flores

ESCALA PARA PRUEBA DE CALIDAD Y EXPANSION DE NUÑA



- | | |
|----------|---|
| 9 | Más del 80% de expandido (cotiledones enteros 30%), con menos del 10% de arrosamiento de la muestra.
(Los dos cotiledones expanden y no se arrosatan.) |
| 7 | Más del 80% de expandido (cotiledones enteros 70%), con menos del 20% de cotiledones quebrados o se expanden, pero se quiebran, factor desfavorable para traslado del producto elaborado. |
| 5 | Más del 80% de cotiledones que no expanden. (cotiledones enteros menor del 50%), con más del 50 % tegumento o cotiledones que se abren el cotiledón se expande o se arrosata. |
| 3 | Menos del 20% de expandido (cotiledones no arrosados ni expandidos en más del 80%), tegumentos quebrados, granos duros |
| 1 | No expande, ni arrosata, el tegumento de la semilla no se quiebra. |

Autor protocolo: Blgo. M.Sc. Mirihan Gamarra Flores

$$IE = ((\sum n * q) / N * Q) \times 100$$

Donde:

IE = Índice de expandido expresado en porcentaje.

n = Valor numérico asignado a cada categoría: 9, 7, 5, 3, 1.

q = % de la muestra expresado según categoría.

N = Valor mayor en la escala (9).

Q = Valor mayor de expandido en % (100).

Anexo 8. Análisis de caracterización del suelo experimental, Canaán 2735 msnm.
Ayacucho 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR

Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 966942396

Ayacucho – Perú

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

HR. 0365

Región : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Andrés A. Cáceres Dorregaray
Localidad : Canaán E. E. INIA
Proyecto : "TESIS"
Solicitante : Sr. Jean Marco Aramburú Pretel - Frejol
Sr. Andrés Cepeda Ventura - Trigo

ANALISIS DE CARACTERIZACION

Muestra	Análisis mecánico (%)		Clase Textural	pH (H ₂ O) 1:2.5	C. E. (dS/m) 1:1	CaCO ₃ (%)	M.O. (%)	Nt (%)	Elementos Disp. (ppm)				Cationes cambiables (Cmol(+) /Kg)				C. I. C. (Cmol(+) /Kg)
	Arena	Limo	Arcilla						P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺	
01	49.6	25.3	25.1	Fr-Ar-Ao	8.23	1.28	2.0	2.42	0.12	14.5	164.6	12.1	3.84	0.84	0.72	0.0	23.2

Ayacucho, 07 de Octubre del 2022.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
PLANTA AGUAS Y FERTILIZANTES
RESPONSABLE

Juan Bl Giron Molina
C.I.P. 77120

Ao: Arenoso; AoFr: Arena franca; FrAo: Franco arenoso; Fr: Franco; FrL: Franco limoso; L: Limoso; FrArAo: Franco arcillo arenoso; FrAr: Franco arcilloso; FrArL: Franco arcillo limoso; ArAo: Arcillo arenoso; ArL: Arcillo limoso; Ar: Arcilloso

Anexo 9. Panel fotográfico



Foto 1. Selección de semilla del frijol reventón



Foto 2. Delimitación y marcación del campo experimental



Foto 3. Desinfección de las semillas de los cultivares de frijol reventón



Foto 4. Siembra del cultivar de frijol reventón



Foto 5. Tapado de surco después de la siembra



Foto 6. Riego por gravedad



Foto 7. Emergencia del cultivar de frijol reventón



Foto 8. Evaluación de la emergencia



Foto 9. Tutorado del cultivar de frijol reventón



Foto 10. Aporque del cultivar de frijol reventón



Foto 11. Unidades experimentales instaladas con cultivares de frijol reventón en DBCR en una etapa de desarrollo vegetativo

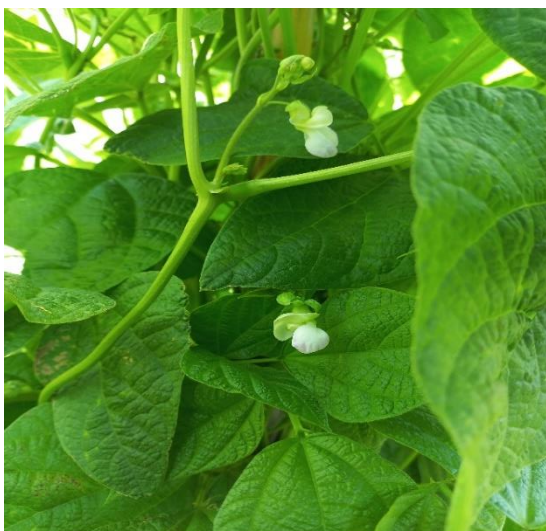


Foto 12. Botón floral del cultivar de frijol reventón



Foto 13. Cultivar de frijol reventón en la etapa de floración



Foto 14. Formación de vainas del cultivar de frijol reventón



Foto 15. Indicaciones prácticas por parte del asesor de la investigación



Foto 16. Madurez fisiológica del cultivar de frijol reventón



Foto 17. Evaluación de la altura de planta del cultivar de frijol reventón



Foto 18. Cosecha del cultivar de frijol reventón



Foto 19. Trilla manual del cultivar de frijol reventón



Foto 20. Evaluación del peso de grano del cultivar de frijol reventón



Foto 21. Evaluación del peso de 1000 semillas del cultivar de frijol reventón



Foto 22. Evaluación del índice de expandido del cultivar CFA-007 de frijol reventón



Foto 23. Evaluación del índice de expandido del cultivar CFA-005 de frijol reventón



Foto 24. Evaluación del índice de expandido del cultivar CFA-012 de frijol reventón



Foto 25. Evaluación del índice de expandido del cultivar CFA-026 de frijol reventón



Foto 26. Evaluación del índice de expandido del cultivar TESTIGO.



Foto 27. Tostado del grano de frijol reventón en microondas



Foto 28. Evaluación del tiempo de reventado del cultivar de frijol reventón



Foto 29. Evaluación del ancho, largo y alto (volumen) del grano tostado para determinar el porcentaje de expandido

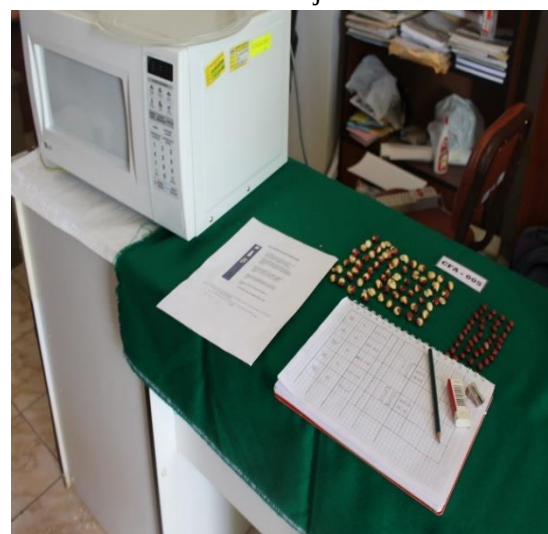


Foto 30. Evaluación del de número de granos reventados para determinar el porcentaje de reventado

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. JEAN MARCO ARAMBURU PRETEL
R.D. N° 263-2024-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los veintitrés días del mes de setiembre del año dos mil veinticuatro, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por Dr. Rolando Bautista Gómez, Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa como asesor e Ing. Eduardo Robles García; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Características productivas y culinarias de cuatro cultivares de frijol reventón (*Phaseolus vulgaris* L.), Canaán, 2735 msnm, Ayacucho, 2022**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo presentado por el Bachiller **JEAN MARCO ARAMBURU PRETEL**.

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 invito 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. Rolando Bautista Gómez	14	14	16	15
Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa	16	16	16	16
Ing. Eduardo Robles García	15	15	15	15
PROMEDIO GENERAL				15

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



.....
Dr. Rolando Bautista Gómez
Presidente



.....
Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa
Asesor



.....
Ing. Eduardo Robles García
Jurado



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



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe coordinador responsable de la valoración y verificación de originalidad de los trabajos de investigación y de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, designado mediante la RCF N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo de tesis titulado;

Características productivas y culinarias de cuatro cultivos de frijol reventón (*Phaseolus vulgaris* L.), Canaán, 2735 msnm, Ayacucho, 2022

Autor : Jean Marco Aramburu Pretel
Asesor : Lurquín Marino Zambrano Ochoa

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **veintiuno (21 %)** 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: 2515888425

Ayacucho, 11 de noviembre de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias
Dr. Yuri Gálvez Gastelú
Coordinador de Control de originalidad de
trabajo de investigación y tesis - FCA

Características productivas y culinarias de cuatro cultivares de frijol reventón (*Phaseolus vulgaris* L.), Canaán, 2735 msnm, Ayacucho, 2022

por Jean Marco Aramburu Pretel

Fecha de entrega: 11-nov-2024 09:25a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2515888425

Nombre del archivo: TESIS_FINAL_JEAN_MARCO_ARAMBURÚ.docx (23.49M)

Total de palabras: 20390

Total de caracteres: 106516

Características productivas y culinarias de cuatro cultivares de frijol reventón (*Phaseolus vulgaris* L.), Canaán, 2735 msnm, Ayacucho, 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

3%

2

Submitted to Universidad Nacional de San
Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

2%

3

repositorio.inia.gob.pe

Fuente de Internet

1%

4

www.fao.org

Fuente de Internet

1%

5

ri.ues.edu.sv

Fuente de Internet

1%

6

www.dspace.uce.edu.ec

Fuente de Internet

1%

7

bdigital.zamorano.edu

Fuente de Internet

1%

8

repositorio.ug.edu.ec

Fuente de Internet

1%

9	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %
10	repositorio.uaaan.mx Fuente de Internet	1 %
11	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
12	documents.mx Fuente de Internet	1 %
13	ribuni.uni.edu.ni Fuente de Internet	1 %
14	www.engormix.com Fuente de Internet	1 %
15	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
16	cgspace.cgiar.org Fuente de Internet	<1 %
17	docobook.com Fuente de Internet	<1 %
18	recursosbiblio.url.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
19	dspace.ueb.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

21	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
22	1library.co Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	aprenderly.com Fuente de Internet	<1 %
27	pdf.usaid.gov Fuente de Internet	<1 %
28	Submitted to Universidad Wiener Trabajo del estudiante	<1 %
29	cris.utec.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	dokumen.tips Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

**CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y CULINARIAS DE CUATRO
CULTIVARES DE FRIJOL REVENTÓN (*Phaseolus vulgaris* L.),
CANAÁN, 2735 MSNM, AYACUCHO, 2022**

Jean Marco Aramburu-Pretel; Lurquín Marino Zambrano-Ochoa; Ana
María Altamirano-Pérez

Área de investigación: Biodiversidad

Línea de investigación: Mejoramiento Genético Agropecuario

jean.aramburu.01@unsch.edu.pe

lurquin.zambrano@unsch.edu.pe

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental Agraria Canaán, INIA – Ayacucho, con el objetivo de evaluar las características productivas y culinarias de cuatro cultivares de frijol reventón (*Phaseolus vulgaris* L.), Ayacucho 2022. Se utilizó Diseño Bloques Completos Randomizados (DBCR) con 4 cultivares de frijol reventón y un cultivar arbustivo como testigo, con tres repeticiones, siendo en total 15 unidades experimentales. Se evaluaron la precocidad, productividad y calidad de grano tostado. Como resultado, el cultivar CFA-007 fue la más precoz en llegar a la madurez fisiológica, con un promedio de 193 dds, mientras el cultivar que se comporta como tardía fue la CFA-026 con 203.33 dds. El cultivar CFA-026 presentó mayor altura de planta, alcanzando 237.93 cm., sin diferenciarse significativamente de los demás cultivares. En referencia al número de vainas por planta el cultivar CFA-007 presentó el mayor número (104.03) de vainas. En relación al peso de 1000 semillas varían de 432.95 a 640.59 gramos, lo cual corresponde a CFA-007 y CFA-005 respectivamente. Rendimiento superior en grano se consiguió con el cultivar CFA-007, alcanzó 5700.74 kg.ha⁻¹, mientras CFA-005 tuvo un peso menor, con 4622.84 kg.ha⁻¹. El cultivar que obtuvo la mayor calidad de grano tostado, de acuerdo al índice de expandido alcanzado fue la CFA-026, cuyo promedio es de 80.07 %, mientras el cultivar CFA-012 obtuvo menos calidad de grano al tostado, con 47.48 % de índice expandido.

Palabras clave: Características productivas, culinarias, cultivar y frijol reventón.

**PRODUCTIVE AND CULINARY CHARACTERISTICS OF FOUR
CULTIVARS OF BURNT BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.),
CANAAN, 2735 MSNM, AYACUCHO, 2022**

ABSTRACT

This work was carried out at the Canaán Agrarian Experimental Station, INIA – Ayacucho, with the objective of evaluating the productive and culinary characteristics of four cultivars of popcorn beans (*Phaseolus vulgaris* L.), Ayacucho 2022. A Randomized Complete Block Design (DBCR) was used with 4 popcorn bean cultivars and a bush cultivar as a control, with three repetitions, being a total of 15 experimental units. The precocity, productivity and quality of roasted grain were evaluated. As a result, the cultivar CFA-007 was the earliest to reach physiological maturity, with an average of 193 das, while the cultivar that behaves late was CFA-026 with 203.33 das. The cultivar CFA-026 had a higher plant height, reaching 237.93 cm, without significantly differentiating itself from the other cultivars. In reference to the number of pods per plant, the cultivar CFA-007 had the highest number (104.03) of pods. In relation to the weight of 1000 seeds, they vary from 432.95 to 640.59 grams, which corresponds to CFA-007 and CFA-005 respectively. Higher grain yield was achieved with the CFA-007 cultivar, reaching 5700.74 kg.ha⁻¹, while CFA-005 had a lower weight, with 4622.84 kg.ha⁻¹. The cultivar that obtained the highest quality of roasted grain, according to the expanded index achieved was CFA-026, whose average is 80.07 %, while the CFA-012 cultivar obtained less quality of grain when roasted, with 47.48 % of expanded index.

Keywords: Productive characteristics, culinary characteristics, cultivar and popcorn bean.

1. INTRODUCCIÓN

La ñuña o frijol reventón es oriundo de la región central de los Andes, de gran relevancia en la dieta nutricional de las comunidades rurales andinas, además de ser utilizado en la industria de la panificación y la repostería, con mayor contenido de proteínas (aproximadamente de 20%), también ayuda mejorando los suelos, gracias a su aptitud de fijar nitrógeno. Morfológicamente, es similar al frijol común, aunque se distingue por su aptitud de expandir o reventar al ser tostado solo o en aceite (Cruz et al., 2009).

El frijol constituye una de las especies más importantes de la Familia de las Leguminosas que se cultiva para su aprovechamiento como grano seco (menestra) y como vainas verdes con las semillas inmaduras (legumbre), contribuyendo considerablemente en la dieta de la alimentación de la población (Ulloa et al., 2011).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2018) en Perú se cultiva dentro de la costa, sierra y selva. Los departamentos que resaltan en términos de producción son Cajamarca, Huánuco, Amazonas, Arequipa y Huancavelica; en cuanto a la superficie cultivada los que más resaltan son Cajamarca, Amazonas, Piura y Huánuco. El frijol reventón se produce en las zonas agroecológicas de yunga y quechua de los valles de Cajamarca, La Libertad, Huánuco, Áncash, Cusco, Apurímac, entre otros.

El frijol reventón muestra una gran diversidad genética y presenta rangos de adaptación muy específicos, resultado de la intensa interacción de las variedades con su entorno. Dentro de esta variabilidad, se encuentran genotipos que ofrecen altos rendimientos, precoces y con buena calidad de reventado (Otálora et al., 2006).

La fibra del frijol como fitoquímico, hace efecto hipocolesterolémico, es decir, disminuye hasta un 10% el colesterol en la sangre, por otro lado, las lectinas presentes en los granos del frijol reducen el crecimiento de linfomas no-Hodgking, un tipo de cáncer que afecta, incluyendo los ganglios linfáticos, el bazo y demás órganos del sistema inmunitario (Ulloa et al., 2011).

No obstante, el potencial de este tipo de frijol sigue siendo poco investigado, ya que no se le ha otorgado la relevancia que merece como producto innovador en la economía tradicional de las comunidades andinas. Actualmente, se cultiva principalmente en terrenos fraccionados en las zonas de nuestro país, así como en el país vecino (Bolivia). Por lo tanto, la importancia de fomentar y desarrollar variedades de tipo IV en diversas extensiones y con nuevas tecnologías impulsa a mayor producción, sin dejar al lado la investigación y transferencia en múltiples regiones de los andes americanos (Otálora et al., 2006).

Por todo ello la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga y la Estación Experimental Agraria Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria, dentro del Programa Nacional de Investigación en Cereales, Granos Andinos y Leguminosas, viene realizando estudios referentes a maximizar su potencial agronómico de varios cultivares de frijol ñuña, que fue recolectado en diferentes lugares de nuestra región, con lo cual, después de años de trabajo de investigación; para el presente estudio se seleccionaron cuatro cultivares (CFA-007, CFA-005, CFA-012 y CFA-026).

El presente trabajo tuvo como objetivo, conocer las características productivas y culinarias de cuatro cultivares de frijol reventón (*Phaseolus vulgaris* L.), bajo las condiciones de Canaán, 2735 msnm, Ayacucho, 2022.

2. METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del campo experimental

Se realizó en los terrenos de la Estación Experimental Agraria Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria, dentro del área de Programa Nacional de Investigación en Cereales, Granos Andinos y Leguminosas, situado en el distrito de Andrés Avelino Cáceres, provincia Huamanga, región Ayacucho, a una altitud de 2735 m.s.n.m. encontrándose entre las coordenadas geográficas 13°10'09" Latitud Sur, 74°32'82" Longitud Oeste, pertenece al Bosque Seco - Montano Bajo Subtropical (bs –MBS).

2.2. Características físicas y químicas del suelo

En la última siembra se sembró kiwicha, aplicando una fertilización de 60-80-40 kg de NPK, se aplicó por golpe; y 05 kg por bloque como abono base de Guano de las Islas, por ende, el terreno destinado para el presente ensayo estuvo en constante producción. Los suelos de la EEA Canaán tienen una profundidad menor a 0.40 m y presenta un relieve casi plano con un pendiente del 1 al 2 %, lo cual facilita la implementación de riegos superficiales. Se realizó un muestreo de suelo, empleando el método zig zag, las sub muestras tomadas fue de 20 cm de la capa arable de varios puntos del terreno, con el fin de lograr un buen resultado. Dicha muestra se llevó al Laboratorio de Suelos y Aguas del Programa de Pastos y Ganadería. De acuerdo al análisis presenta un pH moderadamente alcalino (8.23); materia orgánica (2.42 %) y nitrógeno total (0.12 %) medio; fosforo disponible (14.5 ppm) y potasio disponible (164.4 ppm) medio y capacidad de intercambio catiónico (CIC) alto (23.2). De acuerdo al análisis físico, el suelo es clasificado de textura franco arena arcilloso.

2.3. Material vegetal

Se emplearon 4 accesiones de frijol reventón y un cultivar de frijol común, recolectadas de diferentes provincias de la región Ayacucho (Tabla 2.1). La colección de respectivos cultivares fueron realizadas por Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), a través del Programa Nacional de Investigación en Cereales, Granos Andinos y Leguminosas. Estos cultivares vienen siendo seleccionadas desde hace varios años atrás, por ello fue necesario determinar los objetivos establecidos.

Tabla 2.1

Procedencia de los cultivares de frijol reventón estudiados en el experimento

Tratamiento	Código	Localidad	Procedencia Distrito	Provincia
T1	CFA – 007	Iguain	Iguain	Huanta
T2	CFA – 005	Accopuquio	Cangallo	Cangallo
T3	CFA – 012	Ichupata	Huamanguilla	Huanta
T4	CFA – 026	Quillca	Colca	Víctor Fajardo
T5	TESTIGO	Canaán	Andrés Avelino C.	Huamanga

2.4. Diseño experimental

El trabajo de investigación se instaló utilizando el Diseño Bloques Completos Randomizados (DBCR) con 4 cultivares de frijol reventón y un testigo de tipo I arbustivo, con 3 repeticiones, siendo en total 15 unidades experimentales. Cada unidad experimental (UE) fue integrado por 56 golpes con 3 semillas por golpe, distribuidos en 4 surcos, con 14 golpes en cada surco. Modelo aditivo lineal es el siguiente: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$, dónde: Y_{ij} = Observación cualquiera del i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque; μ = Promedio de las unidades experimentales τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento, β_j = Efecto del j-ésimo bloque; ε_{ij} = Error experimental.

2.5. Manejo agronómico

Tanto la instalación como su manejo se realizó teniendo en cuenta las diversas labores agronómicas. Una vez realizado la limpieza se procedió con la roturación, rastrado y nivelación de campo con maquinaria agrícola, previa a la preparación, se procedió al muestreo de suelo, para su respectivo análisis de fertilidad y caracterización del suelo. Se realizó el delimitado del ensayo, en base al diseño experimental, antes de la siembra se seleccionó las semillas teniendo en cuenta el tamaño, color uniforme, forma y libre de daños ocasionados por plagas y enfermedades; posteriormente se realizó la desinfección utilizando fungicida (vitavax), cinco gramos por un kilogramo de semilla.

En esta fase que duro 7.5 meses, consistió en el abonamiento al momento de la siembra, de acuerdo al resultado de análisis de suelo, aplicando 300 kg.ha⁻¹ de guano de las islas (12% de N -11% de P₂O₅ y 2.5 de K₂O), 50 kg.ha⁻¹ de urea (45% de N), 310 kg.ha⁻¹ de fosfato di amónico (18 % de N y 46% de P₂O₅) y 85 kg.ha⁻¹ de cloruro de potasio (60% de K₂O). En cuanto a la urea, la mitad se efectuó a la hora de sembrar y la otra en aporque. Una vez realizado la siembra se procedió a regar cada 4 días (durante los primeros meses donde no hubo precipitación), el método de riego fue por gravedad. El primer desmalezado fue antes del aporque; el segundo en la fase de floración y ultimo deshierbo fue en llenado de vainas.

Para el tutorado se utilizó carrizos de 2.50 a 3.0 metros de longitud, colocándose un carrizo entre los golpes, estos se plantaron a una profundidad de 0.40 metros, una vez realizado este trabajo, se procedió a direccionar las guías trepadoras hacia los carrizos plantados. El aporque se realizó 64 días después de la siembra.

Durante el periodo de emergencia se observó enfermedades fungosas como el Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) y pudrición radicular, para su control se aplicó fungicida agrícola llamada Benlate 50 WG a una dosis de 300 gramos por hectárea y Redomil 68 WP, a una dosis de 2.5 kg.ha⁻¹, la aplicación se efectuó en la etapa de emergencia, tercera hoja trifoliada e inicio de formación de vainas, así mismo se identificó daños directos en las hojas del cultivo por *Diabrotica sp*, se efectuó el respectivo control

en cuatro ocasiones: a los 11, 20, 119 y 165 días después de la siembra, para lo cual se utilizó una insecticida (Cyberklin 25 CE), la cantidad fue 250 mililitros por cada 200 litros de agua.

La cosecha se realizó de forma gradual, de acuerdo a la presencia de vainas secas presentes en los cultivares, donde la primera cosecha se dio a los 215 días después de la siembra y la cosecha en su totalidad se dio a los 222 días después de la siembra; en cuanto al testigo se cosechó uno solo, a los 152 días después de la siembra.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Precocidad del cultivo

En la tabla 3.1 se muestran los cuadrados medios del análisis de varianza de los cinco componentes de precocidad. Para dichas variables evaluadas, se observa que existe diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) en todos los cultivares estudiados, menos para los días a la emergencia que no presenta diferencia significativa ($p > 0.05$); asimismo, no se encontró diferencia significativa entre los bloques para todos los componentes, lo cual nos indica que hay homogeneidad entre las repeticiones. En cuanto al coeficiente de variabilidad todas presentan menor que 7%, esto indica una buena precisión del experimento.

Tabla 3.1

Cuadrados medios (CM) del análisis de varianza (ANVA) de precocidad de cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm

		Emergencia	Floración	Formación de vainas	Madurez fisiológica	Madurez de cosecha
F.V.	GL	CUADRADOS MEDIOS (CM)				
Bloque	2	0.20ns	5.60ns	2.40ns	0.87ns	0.47ns
Tratamientos (Cultivar)	4	1.77ns	2303.23**	2952.83**	2651.07**	2488**
Error	8	0.37	1.68	1.23	2.87	0.3
Total	14					
CV(%)		6.58	1.16	0.88	0.92	0.27

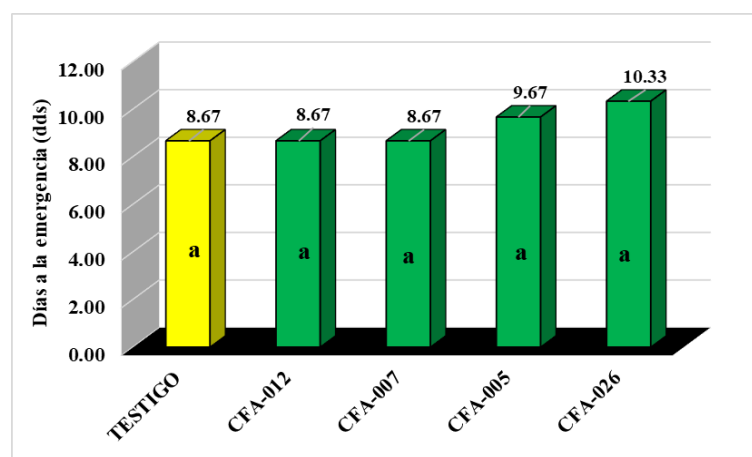
En la tabla 3.1 se muestran los cuadrados medios del análisis de varianza de los cinco componentes de precocidad. Para dichas variables evaluadas, se observa que existe diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) en todos los cultivares estudiados, menos para los días a la emergencia que no presenta diferencia significativa ($p > 0.05$); asimismo, no se encontró diferencia significativa entre los bloques para todos los componentes, lo cual nos indica que hay homogeneidad entre las repeticiones. En cuanto al coeficiente de variabilidad todas presentan menor que 7%, esto indica una buena precisión del experimento.

3.1.1. Días a la emergencia

La figura 3.1, muestra que el testigo, CFA-012 y CFA-007, son los que presentan igual número de días a la emergencia, con 8.67 días después de la siembra, seguido del cultivar CFA-005 y CFA-026 que emergieron en promedio a los 9.67 y 10.33 días después de la siembra respectivamente. Sin embargo, todos los cultivares no muestran una clara diferenciación entre sí. Estos valores se asemejan a lo encontrado por Rojas (2010) quien obtuvo una emergencia entre los 7.0 a 16.0 días después de la siembra en 10 cultivares de frijol reventón. Según Infante (2012), quien realizó un estudio comparativo en la EEA Canaán, con 27 cultivares de frijol reventón, reporta que la emergencia sucedió entre los 7.0 y 11 días después de la siembra, los mismos que se asemejan a los datos encontrados en el presente estudio.

Figura 3.1

Prueba de Tukey de los días a la emergencia de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm

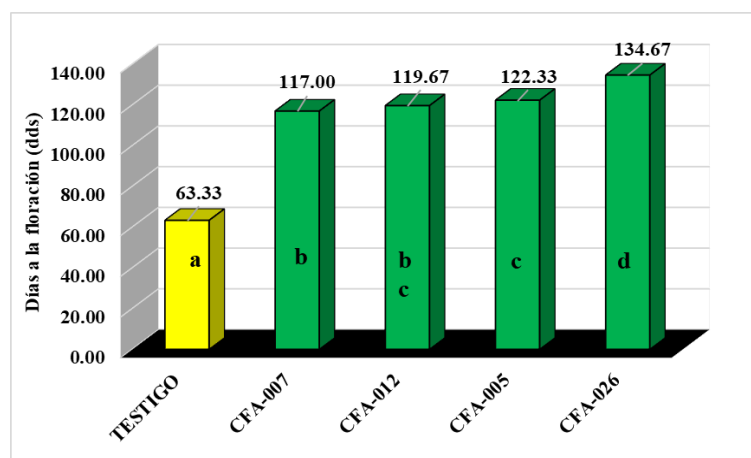


3.1.2. Días a la floración

De acuerdo a la comparación de medias (figura 3.2), el testigo fue la más precoz, con 63.33 dds, esto sucede por la característica de ser un cultivar de tipo I (arbustivo) que muestra una floración al mismo tiempo y de menor ciclo vegetativo (Debouck & Hidalgo, 1985); diferenciándose estadísticamente del resto de los cultivares, quienes presentaron la floración a los 117.0, 119.67 para la CFA-007 y CFA-012 respectivamente, seguida por CFA-005 con 122.33 dds mostrando diferencia significativa. El cultivar que se comportó como las más tardía a la floración es la CFA-026 con 134.67 dds. Lagos (2011), menciona que la floración en los cultivares de frijol reventón ocurre de 68.33 a 136.67 dds, estos datos obtenidos concuerdan con los hallados en el presente trabajo realizado.

Figura 3.2

Prueba de Tukey de los días a la floración de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm

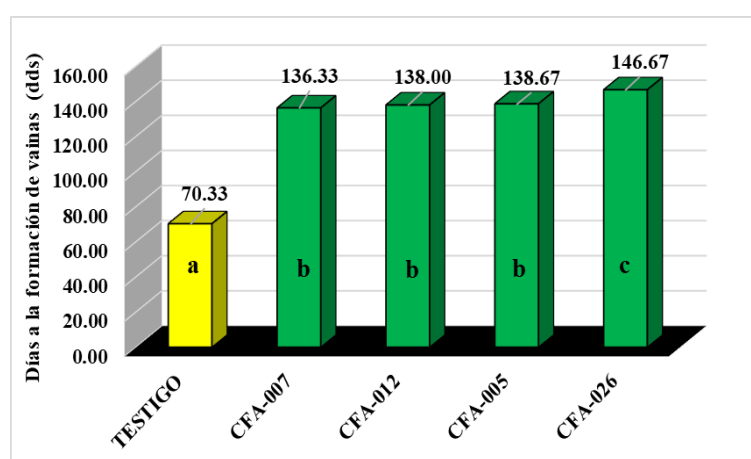


3.1.3. Días a la formación de vainas

De la figura 3.3, la prueba de contraste, refleja que, el testigo llegó a la formación de vainas antes que los demás cultivares (70.33 dds), diferenciándose estadísticamente de los demás cultivares de tipo IV, entre estos cultivares, la CFA-007, CFA-012 y CFA-005, no indican diferencia estadística entre ellos; no obstante, la CFA-026 resultó siendo la más tardía mostrando diferencia significativa del resto, llegando a formar vainas a los 146.67 dds. Estos valores se asemejan a lo encontrado por Lagos (2011), quien obtuvo la formación de vaina entre los 83.33 a 150.0 días después de la siembra en 21 cultivares de frijol reventón.

Figura 3.3

Prueba de Tukey de los días a la formación de vainas de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm



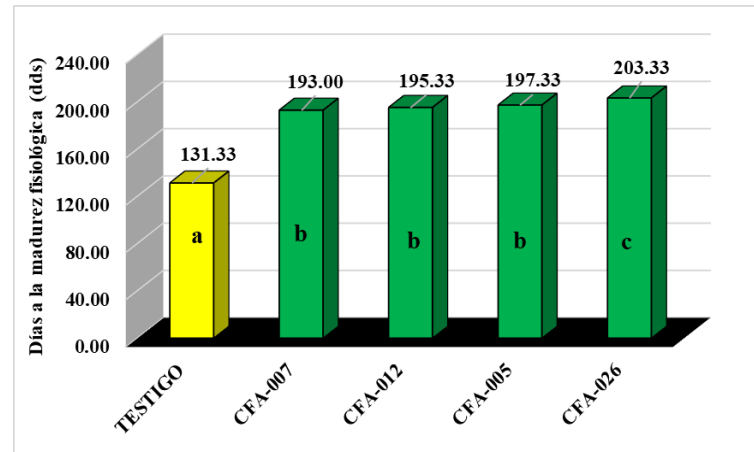
3.1.4. Días a la madurez fisiológica

De la figura 3.4, los resultados de la prueba de contraste, indican que, el testigo llegó a la etapa de madurez fisiológica antes que los demás cultivares con 131.33 dds, diferenciándose estadísticamente de los demás cultivares de tipo IV, entre estos

cultivares, la CFA-007, CFA-012 y CFA-005, no indican diferencia estadística entre ellos; no obstante, la CFA-026 resulto siendo la más tardía mostrando diferencia significativa del resto, llegando a los 203.33 dds.

Figura 3.4

Prueba de Tukey de los días a la madurez fisiológica de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm



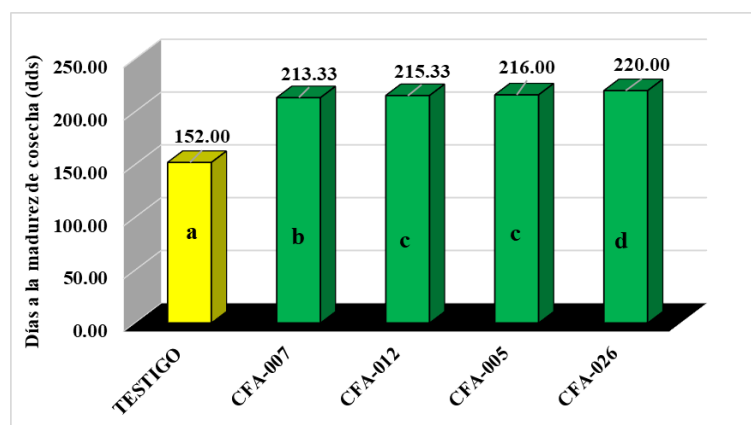
Sobre esta variable, respecto al frijol reventón, Rojas (2010), indica que esta etapa sucede en un rango de 128 a 182 días después de haber sembrado; Infante (2012) en su trabajo de investigación con los cultivares de tipo IV legó a la madures fisiológica en un periodo de 151 a 188, del mismo modo. Lagos (2011), evaluó 21 cultivares de frijol reventón, encontrando la madurez fisiológica entre 137 días a 185 días, dentro de los cuales se encuentra materiales del presente ensayo, las cuales muestran una mínima variación, esto tiene influencia debido a la genética del material y del lugar.

3.1.5. Días a la madurez de cosecha

De la figura 3.5, los resultados de la prueba de Tukey, indican que, el testigo llego a la etapa de madurez de cosecha antes que los demás cultivares, con 152 dds, diferenciándose estadísticamente de los demás cultivares de tipo IV, dentro de los cuales, la CFA-007 muestra precocidad diferenciándose significativamente del resto, y entre el más precoz y la más tardía están la CFA-012 y CFA-005, sin que haya diferencia estadística entre ellos; no obstante, la CFA-026 resulto siendo la más tardía mostrando diferencia significativa del resto, llegando a la madurez de cosecha a los 220 dds. Estos valores obtenidos son similares a lo encontrado por Lagos (2011), quien obtuvo la etapa final del cultivo a un intervalo de 151 a 197 días a partir de la siembra, en 21 cultivares de frijol reventón.

Figura 3.5

Prueba de Tukey de los días a la madurez de cosecha de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm



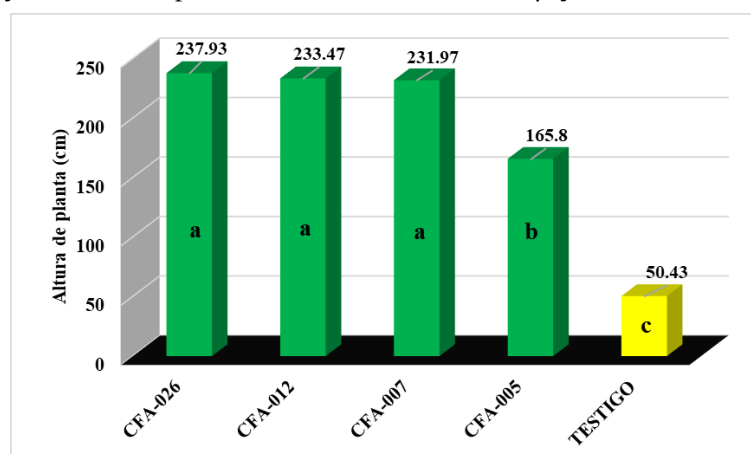
3.2. Características de productividad

3.2.1. Altura de planta

En la figura 3.6, se muestra la diferencia estadística para el tratamiento (cultivar) testigo frente a los demás cultivares de tipo IV, alcanzando solamente 50.43 centímetros, del mismo modo la CFA-005 muestra diferencia del resto de los cultivares con 165.8 centímetros de altura. Los cultivares CFA-007, CFA-012 y CFA-026 son los que alcanzaron mediadas de 231.97, 233.47 y 237.93 centímetros respectivamente, este último siendo la más alta numéricamente, y estadísticamente no existe diferencia significativa entre los tres mencionados. Gonzáles (2014), realizó evaluación de 22 cultivares de frijol reventón, dicho trabajo de investigación fue en Canaán a 2735 msnm, en donde las longitudes obtenidas fueron de 103 a 215 centímetros, las cuales son inferiores a comparación de los datos alcanzados en la presente investigación. Infante (2012) estudió los mismos cultivares, en los cuales encontró alturas de planta que van de 0.88 a 2.77 m. Dichos datos están vinculados de acuerdo al hábito de crecimiento, siendo tipo I (testigo) y tipo IV (CFA-026, CFA-012, CFA-007 y CFA-005).

Figura 3.6

Prueba de Tukey de altura de planta de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm



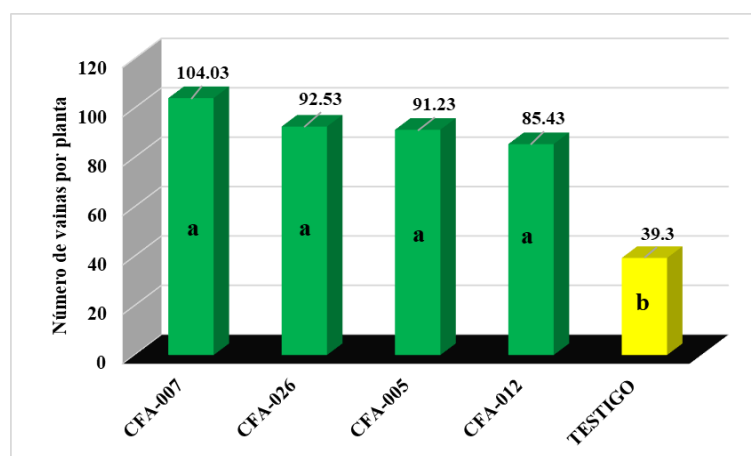
3.2.2. Número de vainas por planta

En la figura 3.7, se muestra que no hay diferencia estadística entre cultivares de tipo IV (CFA-007, CFA-026, CFA-005 y CFA-012), solo existe una diferencia numérica, en la cual, el cultivar CFA-007 es mayor frente a los demás cultivares, alcanzando 104.03 vainas; en tanto, el testigo, muestra diferencia estadística frente a los demás cultivares en estudio, teniendo 39.3 vainas por planta, esto debido al tipo de crecimiento que presenta (tipo I arbustivo).

La vainas cuantificadas en el presente ensayo superan a lo obtenido por Lagos (2011), quien estudió, la selección y caracterización de 21 cultivares de frijol ñuña, obteniendo valores de 33.7 a 63.1 vainas por planta; así también, superando mínimamente a la cantidad de vainas que obtuvo Gonzáles (2014), en su estudio de 22 cultivares de frijol de tipo IV, en las que registro de 35.3 a 94.6 unidades.

Figura 3.7

Prueba de Tukey de número de vainas por planta de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm

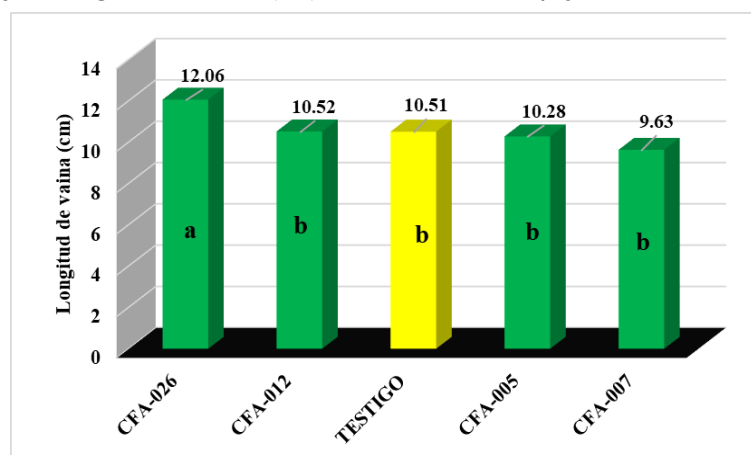


3.2.3. Longitud de vaina

En la figura 3.8, para dicha variable, el cultivar CFA-026 presenta una longitud superior, diferenciándose estadísticamente de los demás cultivares (CFA-012, TESTIGO, CFA-005 y CFA-007); en los que solo existe una diferencia numérica mínima. Los valores registrados son similares a lo obtenido por Rojas (2010) y Gonzáles (2014), quienes reportaron de 8.8 a 11.5 centímetros y de 8.7 a 13.3 centímetros respectivamente, en donde también según Gonzáles (2014) el cultivar CFA-026 presenta una longitud de vaina 13.3 cm. que es superior diferenciándose estadísticamente a los demás cultivares.

Figura 3.8

Prueba de Tukey de longitud de vaina (cm) de 4 cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm

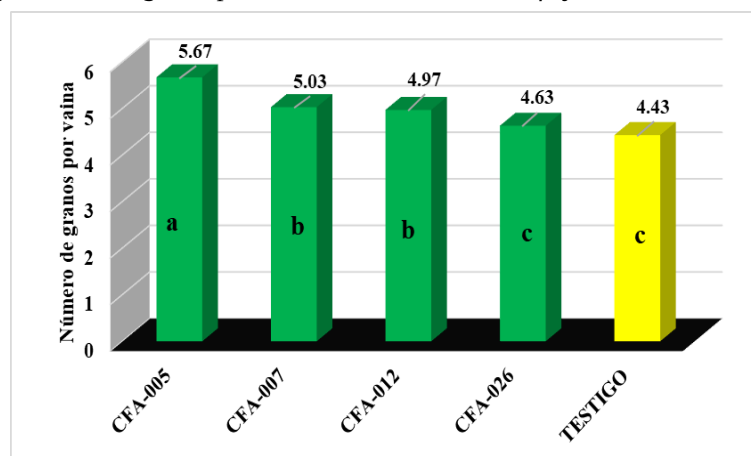


3.2.4. Número de granos por vaina

La figura 3.9 de la prueba de Tukey para número de granos por vaina, el cultivar CFA-005 muestra el mayor número de granos por vaina con un promedio de 5.67 granos, siendo estadísticamente superior a los demás cultivares. Los cultivares CFA-007 y CFA-012, no presentan diferencia significativa entre ellos, oscila de 5.03 a 4.97 granos; mientras, el cultivar CFA-026 y testigo mostraron el menor número de granos por vaina con un promedio de 4.63 y 4.43, respectivamente, habiendo solamente una mínima diferencia numérica entre los mismos. Según González (2014), el número de granos por vaina en los frijoles de tipo IV (reventón) oscila de 4.3 a 5.7, lo cuales se asemejan a lo registrado en el presente trabajo de investigación.

Figura 3.9

Prueba de Tukey número de grano por vaina de 4 cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm



3.2.5. Peso de 1000 semillas

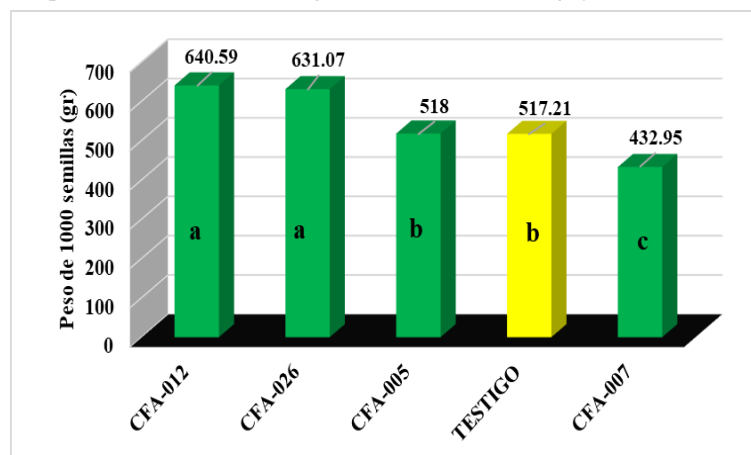
La figura 3.10, muestra que la CFA-012 y CFA-026 son superiores estadísticamente frente a los demás cultivares en cuanto al peso de mil semillas, alcanzando 640.59 y 631.07 gramos respectivamente; a estos cultivares le siguen, la CFA-005 y testigo, con 517.21 y 518 gramos en el orden dado, sin diferencia estadística entre sí. El cultivar CFA-

007 obtiene un peso de 432.95 gramos, siendo inferior con diferencia significativa de los demás cultivares.

El peso de mil semillas hallados por Curipaco (2015), fluctúan de 332,8 a 617.4 gramos, siendo similares a lo obtenido en el presente ensayo.

Figura 3.10

Prueba de Tukey de peso de 1000 semillas (gr) de 4 cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm

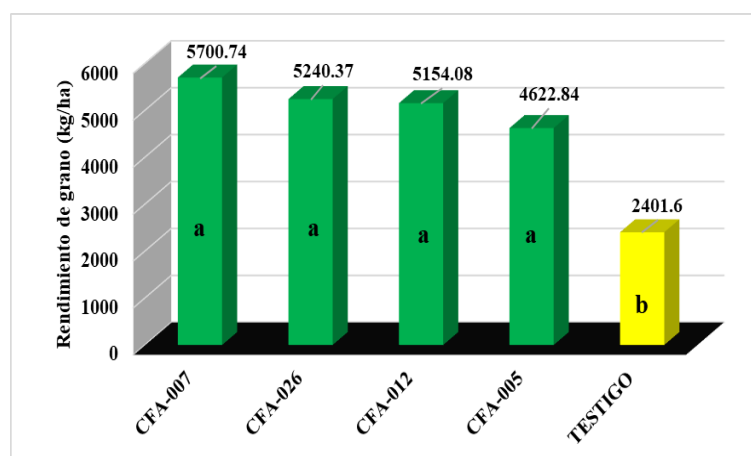


3.2.6. Rendimiento de grano por hectárea

En la figura 3.11, se muestra la prueba de Tukey para rendimiento de grano por hectárea de frijol reventón, en lo cual no se encuentra una diferencia estadística para algún cultivar de tipo IV (CFA-007, CFA-026, CFA-012 y CFA-005); sin embargo, numéricamente se consiguió mayor rendimiento por hectárea, con el cultivar CFA-007, el mismo que alcanzó, 5700.74 kg.ha⁻¹; por otro lado, el testigo, muestra diferencia estadística frente a los demás cultivares en estudio, teniendo bajo rendimiento (2401.6 kg.ha⁻¹) de grano seco. Rojas (2010), alcanzó rendimiento de 2307.6 a 5641.0 kg.ha⁻¹, baja condiciones de Canaán a 2735 msnm, dichos valores registrados concuerdan con los datos reportados en la presente investigación.

Figura 3.11

Prueba de Tukey de rendimiento de grano por hectárea (kg/ha) de 4 cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm



Del resultado podemos deducir que, en el presente estudio, el ambiente fue regular, obteniendo rendimientos similares estadísticamente, donde también es importante fomentar un manejo oportuno y eficiente para conseguir buenos resultados en la producción de frijol reventón; no obstante, el rendimiento dependerá del tipo de crecimiento; es decir, en tipo IV indeterminado se obtendrá mayores rendimientos frente al tipo I determinado.

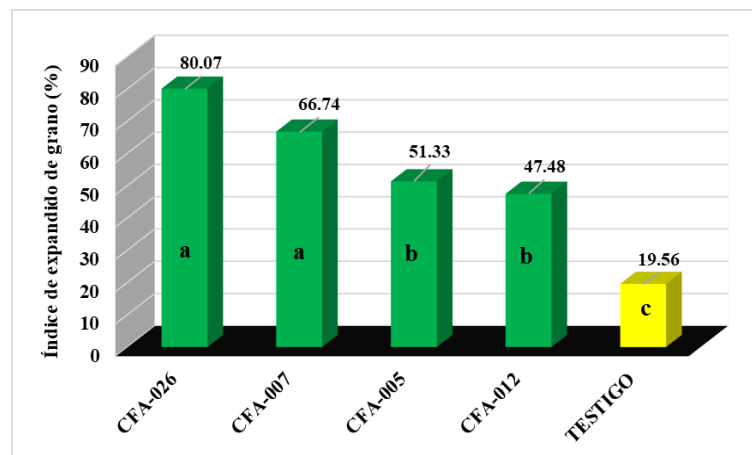
3.3. Características de calidad de grano tostado

3.3.1. Índice de expandido de grano

La figura 3.12, indica a la CFA-026 y CFA-007 con mejor índice de expandido de grano, diferenciándose estadísticamente de los demás cultivares en estudio. El cultivar CFA-005 y CFA-012 son intermedios sin diferencia significativa entre ellos, con 51.33 % y 47.48 %, respectivamente, el testigo obtiene el menor índice de expandido con un promedio de 19.56 %, lo cual nos indica que no presenta calidad de expandido.

Figura 3.12

Prueba de Tukey índice de expandido de grano (%) de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm



González (2014) afirma que el índice de expandido varía de 36.0 % a 87.6 %, dichos datos se asemejan a los resultados del presente investigación, al igual que los resultados obtenidos por Lagos (2011), que fueron de 12 % a 76.89 % el índice expandido.

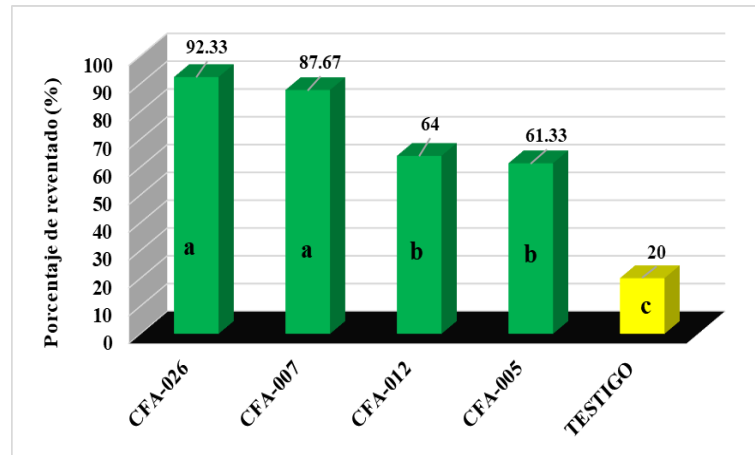
Del resultado se puede deducir que el índice de expandido está determinado por varios factores genéticos y ambientales.

3.3.2. Porcentaje de reventado de grano

La figura 3.13, señala a CFA-026 y CFA-007 con buen porcentaje de reventado, diferenciándose estadísticamente de los demás cultivares en estudio, habiendo solo diferencia numérica entre ellos. El cultivar CFA-012 y CFA-005 son intermedios sin diferencia significativa entre ellos, con 64.0 % y 61.33 %, respectivamente, el testigo obtiene el menor porcentaje de expandido con un promedio de 20 %, lo cual nos indica baja cantidad de granos reventados.

Figura 3.13

Prueba de Tukey de porcentaje de reventado de grano (%) de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm



Los resultados mencionados, son similares a los datos hallados por Infante (2012), quien reporto la cantidad de reventado de granos de frijol reventón en un rango de 27.7 % a 92.7 %.

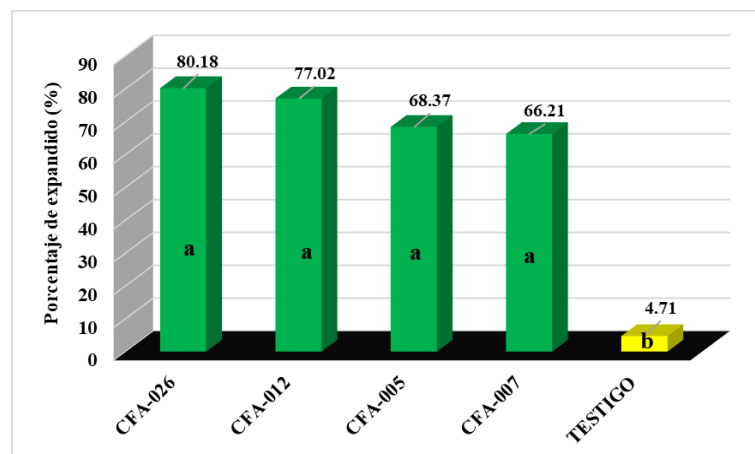
De los resultados podemos deducir que el mayor porcentaje de reventado, es decir mayor número de granos tostados es el cultivar CFA-026, con 92.33 %, siendo un indicador positivo para la calidad de grano tostado, mientras el testigo no es lo adecuado, ya que de cada 100 semillas tostadas solamente revientan 20 granos.

3.3.3. Porcentaje de expandido de grano

En la figura 3.14, no se presenta diferencia estadística para ningún cultivar estudiado (CFA-007, CFA-026, CFA-012 y CFA-005), en donde se aprecia, solamente diferencia numérica, alcanzando mayor expandido el cultivar CFA-026, con 80.18 %; el testigo, muestra bajo expandido con diferencia estadística frente a los demás cultivares en estudio, teniendo 4.71 % de expandido, lo que indica que, no es apto para tostado.

Figura 3.14

Prueba de Tukey de porcentaje de expandido de grano (%) de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm

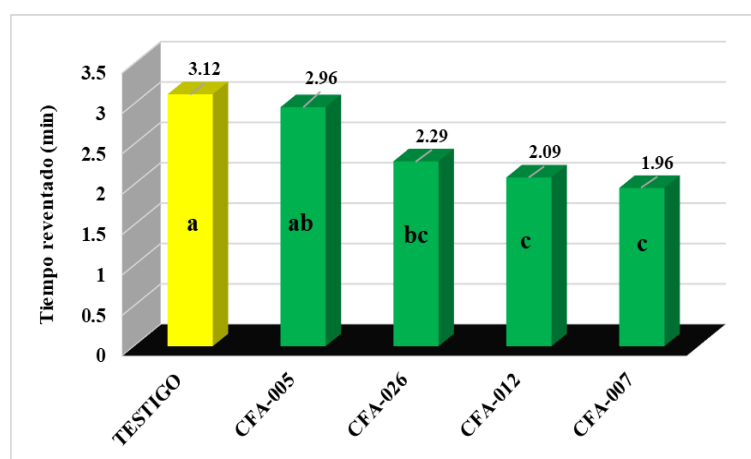


3.3.4. Tiempo de reventado de grano

La figura 3.15, señala que los cultivares de tipo IV, la CFA-005 y CFA-026 presentaron mayor tiempo reventado (2.96 y 2.29 min), diferenciándose estadísticamente de los cultivares CFA-012 y CFA-007, que revientan en menor tiempo, con 2.09 y 1.96 min, respectivamente, el testigo presenta diferencia significativa con mayor tiempo frente a los demás cultivares, con un promedio de 3.12 minutos, a lo que es necesario hacer énfasis, que a dicho tiempo, empiezan a quemarse con granos reventados por debajo del 50 %. Infante (2012) realizó la evaluación de tiempo de reventado de los cultivares de frijol ñuña, en lo cual indica que, el tiempo de reventado oscila entre 50.3 a 80 segundos; esta información se asemeja con lo registrado en la presente investigación.

Figura 3.15

Prueba de Tukey de tiempo de reventado de grano (min) de cuatro cultivares de frijol reventón. Canaán 2735 msnm



CONCLUSIONES

1. El cultivar CFA-007 con 193 días después de la siembra fue la más precoz, seguida por los cultivares CFA-012 y CFA-005 con 195 y 197 días después de la siembra respectivamente, mientras el cultivar que se comporta como fue la CFA-026 con 203 días después de la siembra.
2. El cultivar CFA-007 alcanzó un mayor rendimiento en grano seco con 5700.74 kg.ha⁻¹, seguido por los cultivares CFA-026 y CFA-012, alcanzando 5240.37 y 5154.08 kg.ha⁻¹ respectivamente, mientras la CFA-005 registró menor rendimiento de grano, con 4622.84 kg.ha⁻¹.
3. El cultivar que obtuvo mejor calidad de grano tostado, de acuerdo al índice de expandido alcanzado fue la CFA-026, con 80.07 %, seguido por el cultivar CFA-007 con 66.74 %, mientras el cultivar CFA-012 obtuvo menor calidad de grano al tostado, con 47.48 %.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cruz, J., Camarena, F., Baudoin, J., Huaranga, J., & Blas, R. (2009). Evaluación agromorfológica y caracterización molecular de la ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.). *Idesia*, 27(1), 29–40. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292009000100005>
- Curipaco Sulca, A. M. (2015). *Caracterización y selección de veinte colecciones locales de frijol ñuña (Phaseolus vulgares L) - Canaán (2735 msnm) - Ayacucho* [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/cb673741-34fc-49ae-8c63-5a1f810655c3>
- Debouck, D., & Hidalgo, R. (1985). Morfología de la planta de frijol común. In *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*. <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/81884/morfologia-7eba331e.pdf?sequence=1>
- FAO. (2018). Nuestras legumbres. Pequeñas semillas, grandes soluciones. In *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. <https://www.fao.org/3/ca2597es/CA2597ES.pdf>
- Gonzáles, V. (2014). *Evaluación y selección de 22 cultivares de frijol Ñuña (Phaseolus vulgaris L) - Canaán a 2735 msnm, Ayacucho* [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2063>
- Infante Muñoz, M. A. (2012). *Evaluación y selección de cultivares de frijol Ñuña (Phaseolus vulgaris L.) - Canaán 2735 msnm Ayacucho* [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2019>
- Lagos Gutierrez, F. (2011). *Selección y caracterización de 21 cultivares de frijol ñuña (phaseolus vulgaris l.) canaán a 2735 msnm, ayacucho* [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3197>
- Otálora, J., Ligarreto, G., & Romero, A. (2006). Agronomic characteristics and grain quality of the common ‘popping’ bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agronomía Colombiana*, 24(1), 7–16. <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v24n1/v24n1a02.pdf>
- Rojas Infante, G. Y. (2010). *Caracterización y Evaluación de 10 cultivares de frijol ñuña (Phaseolus vulgaris L.), en Canaán Inia a 2720 m.s.n.m., Ayacucho* [Universidad Nacional De San Cristóbal de Humanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3211%0A>
- Ulloa, J. A., Petra, M. C., Ulloa, R., Carmen, J., Ramírez, R., Blanca, I. B. Q., & Ulloa, E. (2011). El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. *Revista Fuente*, 3(8), 5–9. <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-08/1.pdf>