

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE
10 CULTIVARES DE FRIJOL ÑUÑA
(*Phaseolus vulgaris* L.), EN CANAÁN
INIA A 2720 m.s.n.m., AYACUCHO**

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

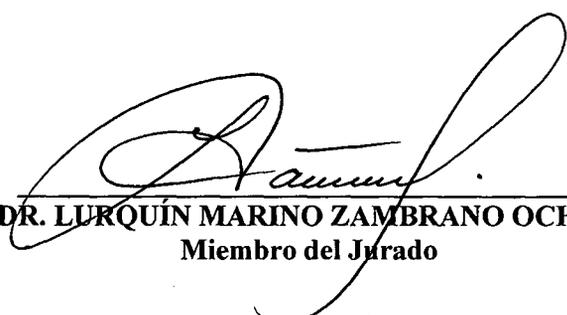
**PRESENTADO POR:
GARY YOEL ROJAS FUENTES**

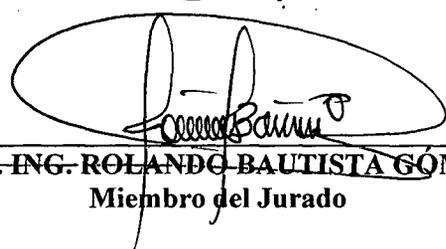
**AYACUCHO - PERÚ
2010**

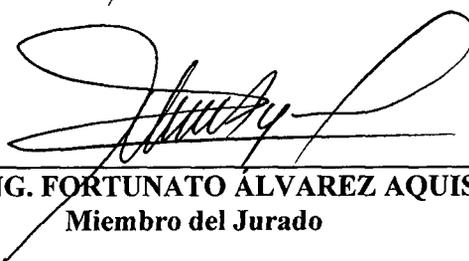
**“CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE 10 CULTIVARES DE FRÍJOL
ÑUÑA (*Phaseolus vulgaris* L.), EN CANAÁN – INIA A 2720 m.s.n.m.
AYACUCHO”**

Recomendado : 29 de setiembre de 2010
Aprobado . : 14 de octubre de 2010


M.Sc. ING. JOSÉ ANTONIO QUISPE TENORIO
Presidente del Jurado


DR. LURQUÍN MARINO ZAMBRANO OCHOA
Miembro del Jurado


M.Sc. ING. ROLANDO BAUTISTA GÓMEZ
Miembro del Jurado


M.Sc. ING. FORTUNATO ÁLVAREZ AQUISE
Miembro del Jurado


M.Sc. ING. RAÚL JOSÉ PALOMINO MARCATOMA
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

Dedicatoria

Dedicado a mis padres Mari y Reider quienes me han apoyado constantemente en la realización de mis metas. A mis hermanas Karen y Magaly que siempre me acompañan y a la memoria de el menor de mis hermanos Miguel.

Mi agradecimiento:

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por haberme permitido estudiar en sus aulas y a todos los que en ella muy dignamente laboran con el objetivo de impulsar el desarrollo de nuestra sociedad.

Al Dr. Lurquín Zambrano Ochoa, por haberme apoyado como asesor en la realización y culminación del presente trabajo.

A la Ing. Ana María Altamirano Pérez, quien es la responsable del Programa de Mejoramiento de Cultivos Andinos del INIA, y por su valiosa colaboración en la ejecución del presente trabajo.

A todos mis compañeros de estudio, amigos y familiares que de una u otra manera me han apoyado en momentos de mucho trabajo.

Índice

Introducción	6
CAPÍTULO I	9
REVISIÓN DE LITERATURA	9
1.1 Origen y distribución geográfica del Frijol.....	9
1.2 Taxonomía	11
1.3 Descripción botánica	12
1.4 Etapas de desarrollo de la planta de frijol.....	16
1.4.1 Fase vegetativa.....	16
1.4.2 Fase reproductiva	18
1.5 Época de siembra	20
1.6 Condiciones ecológicas.....	20
1.7 Hábitos de crecimiento.....	22
1.8 Labores culturales.....	24
1.9 Plagas.....	32
1.10 Enfermedades.....	35
1.11 Contenido nutricional.....	38
1.12 Tipos de asociación.....	38
1.13 Asociación maíz frijol.....	39
1.14 Ventajas de la asociación.....	39
1.15 Rendimientos.....	40
1.16 El frijol reventón	40
1.17 Diferencias morfológicas entre frijol común y reventón.....	41
1.18 Tostado	42
1.19 Características genéticas del reventado.....	42
1.20 Calidad culinaria del frijol reventón	43
1.21 Mercados para el frijol reventón.....	44

CAPÍTULO II	45
MATERIALES Y MÉTODOS.....	45
2.1 Ubicación del experimento.....	45
2.2 Antecedentes del terreno.....	46
2.3 Análisis químico del suelo.....	46
2.4 Condiciones meteorológicas	47
2.5 Material experimental.....	50
2.6 Diseño experimental.....	51
2.7 Características del campo experimental	52
2.8 Croquis y randomización del terreno	53
2.9 Conducción del experimento.....	54
2.10 Parámetros de evaluación	59
2.11 Análisis estadístico.....	62
CAPÍTULO III	63
RESULTADOS Y DISCUSIONES	63
3.1 Caracterización	63
3.2 Caracteres de precocidad	75
3.3 Caracteres de rendimiento.....	81
CAPÍTULO IV	96
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	96
4.1 Conclusiones.....	96
4.2 Recomendaciones.....	97
RESUMEN	98
REFERENCIAS LITERARIAS.....	100
ANEXOS	104

Introducción

El frijol reventón, también conocido como “ñuña”, es un cultivo ancestral que se ha venido cultivando debido a su propiedad particular que tienen de expandirse al ser sometidos al calor, es por ello que se les encuentra en muchas fiestas tradicionales en el Perú. Los agricultores lo conservan como una semilla que generalmente se siembra asociado con el maíz y que no se venden de la misma forma como se hace con los frijoles comunes y por eso se le ha dado poca importancia y ha tenido poco mejoramiento genético ya que siguen siendo susceptibles a enfermedades a pesar que se cuenta con una diversidad de ecotipos con diferentes formas y colores a lo cual se suma la gran variabilidad genética que puede tener una accesión de este tipo de frijol. De hecho, no existían variedades hasta que recién en el año de 1996 se liberó la primera variedad de frijol reventón llamado Q’osco Poroto.

Debido a su cualidad de reventón, tiene grandes expectativas en el mercado internacional, ya que puede seguir el rumbo que siguió el maíz palomita y si a esto se suma el valor agregado que se le puede dar, así como por el hecho de tener alto contenido de proteínas (22%) puede ser un producto innovador y así favorecer a la agroindustria nacional. Este tipo de frijol puede crecer solo en su área de origen, en un rango limitado, ya que requiere de días cortos reduciendo su producción solo en las latitudes ecuatoriales teniendo de esta manera una ventaja competitiva. También tiene ventajas en cuanto a conservación de energía, ya que este frijol requiere aproximadamente 10 minutos para poder tostarse en comparación con lo requerido para hacer hervir los frijoles.

Sin embargo, para lograr lo mencionado anteriormente, se requiere realizar todavía mayores estudios para obtener un mayor número de variedades que garanticen (además de un óptimo rendimiento) su cualidad de reventón y, por qué no, obtener variedades manejables (arbustivas, de corto periodo vegetativo, de fructificación pareja, etc.). También se requiere identificar los genes que determinan que un frijol sea reventón. Además, se requiere difundir su consumo.

Se prevé que con la realización de este tipo de investigación se pueda identificar aquellos cultivares que deban seguir posteriores investigaciones en la fijación de caracteres deseables de rendimiento, precocidad, reventado, uniformidad, resistencia a enfermedades y demás características y de este modo obtener nuevas variedades, en tal sentido los objetivos del presente trabajo son:

1. Realizar la caracterización de 10 cultivares de frijol (9 reventones y un tipo de frijol común).

2. Evaluar en forma comparativa la precocidad y el rendimiento de 10 cultivares de frijol.
3. Identificar los mejores cultivares de frijol reventón que se adapte a las condiciones de Canaán.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Origen y distribución geográfica del Frijol

El frijol común se originó en Centroamérica y Sudamérica. Pequeñas semillas y ecotipos trepadores fueron encontrados en los campos del norte argentino y en América central. El frijol común fue independientemente domesticado en América central (México y Guatemala) y en los andes sudamericanos (principalmente Perú). Los acervos genéticos resultantes son distintos. Evidencias arqueológicas indican que el frijol común fue domesticado a los 6000 y 5000 años a.c. en Perú y México respectivamente. El frijol común fue llevado a otras partes del mundo a partir del siglo XVI (PROTA, 2006).

Existe una escasa información sobre el origen de los frijoles andinos a los que se denominan Numia, Ñuña, Porotos, Pava, Frijoles reventones o de tostar; estos constituyen un

gran grupo de frijoles comunes. Los datos lingüísticos y etnobotánicos, arqueológicos y recientemente bioquímicos, plantean que ellos se desarrollan en las zonas altas de Perú y Bolivia durante la época prehispánica, 9 000 años A.C. (GAMARRA, 1996)

Observaciones de los antiguos frijoles descubiertos en la cueva de Guitarrero en Ancash, Perú, hace suponer que el frijol reventón ha estado presente hace 11 000 años atrás. Así, las ñuñas existieron antes de los incas y probablemente antes del frijol común (NAP, 1989)

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1980) en recientes estudios menciona la posibilidad de que éstos porotos o numias resultan de una temprana y amplia presión de selección durante el proceso de domesticación en los andes y los consideran como uno de los principales legados de la agricultura andina.

El CIAT, cuenta con una colección mundial de porotos o Ñuñas con 305 accesiones, que incluyen colecciones de Perú (283), procedentes de Cuzco, Cajamarca, Ayacucho; y de Bolivia (20), (CIAT, 1980).

En el Perú, el Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas de la Universidad Nacional Agraria La Molina (PLGO-UNALM) cuenta con diversas entradas de ñuña que precisan ser evaluadas para seleccionar las más promisorias. También se requiere de una adecuada identificación de las entradas, para evitar la duplicación del material presente en el banco de germoplasma (CRUZ, 2009).

Su cultivo se encuentra distribuido en un área que se extiende desde el departamento de Cajamarca, Perú (ZIMMERER, 1992), desde 7° 30' Latitud Sur hasta el departamento de Chuquisaca Bolivia 19°30' Latitud Sur; sin embargo está concentrado en ciertos lugares de

la zona andina desde 1900 a 2900 m y rara vez a 3000 m, donde se cultiva en asociación con el maíz entre los meses de septiembre a octubre en los departamentos de Cajamarca, Cuzco, Junín, Amazonas, La Libertad, Ayacucho (Perú), y Bolivia en La Paz, Cochabamba y Chuquisaca.

1.2 Taxonomía

VALLADOLID (1993), menciona al frijol con la siguiente clasificación taxonómica.

División:	Fanerógamas.
Subdivisión:	Angiospermas.
Clase:	Dicotiledóneas.
Orden:	Rosales.
Familia:	Leguminosae.
Subfamilia:	Papilionoidea.
Tribu:	Phaseolae.
Sub tribu:	Phaseolinae.
Género:	Phaseolus.
Especie:	<i>Phaseolus sp.</i>
Nombre común:	Frijol.

En tanto, THE NATIONAL ACADEMIES RESERCH (1989), menciona que el frijol reventón tiene nombres comunes tales como:

En quechua: ñuñas (Cajamarca, La Libertad, Lima), numia (Huanuco), nambia (Ancash), nudia y hudia (Cuzco), Kopuro (Bolivia), Chuvi, poroto, purutu, porotillo.

En español: Numia.

En inglés se llaman: nuñas, popping beans, popbeans.

1.3 Descripción botánica

La morfología de la planta de la ñuña es idéntica a la del frijol común. Es una indeterminada, trepadora (2 a 3 m de alto) que produce un gran número de vainas de abundantes flores que son primeramente autofertilizadas. Tipos arbustivos pueden existir, pero no han sido reportados. (NAP, 1989).

1.3.1 Raíz

El frijol común presenta una raíz fasciculada que consta de una raíz principal, raíces secundarias, raíces terciarias y raíces cuaternarias más una última subdivisión que vienen a ser los pelos absorbentes (CIAT, 1984), pudiendo presentar también raíces adventicias (CIAT, 1984; PROTA, 2006).

La raíz principal del frijol común alcanza una profundidad de 1 a 2 metros y junto a las raíces laterales forman un cono (PARSON, 1981). Sin embargo se observa que la raíz principal tiene una estructura más parecida a una raíz fasciculada y, debido a esto, el tipo pivote auténtico se presenta en menor porcentaje (CIAT, 1984).

En general, el sistema radical es superficial ya que la mayor cantidad de raíces se encuentran en los primeros 20 cm de la superficie del suelo (CIAT, 1984).

Las raíces presentan nodulaciones que contienen a bacterias del género *Rhizobium* las cuales fijan el nitrógeno atmosférico (CIAT, 1984).

1.3.2 Tallo

Es herbáceo. El tallo principal, puede ser pequeño de 30 a 40 cm en variedades enanas mientras que en los tipos trepadores indeterminados pueden alcanzar alturas de 2 a 3 m (PARSON, 1981). Este último requiere de tutores sobre el cual se va enrollar el tallo con un movimiento dextrógiro (en sentido contrario a las agujas del reloj), por esta razón se dice que es voluble (<http://www.infoagro.com>).

El frijol reventón presenta características de un frijol voluble al presentar tallos principales que van desde los 2 a 3 m y por requerir de un soporte. Variedades enanas o arbustivas no han sido reportadas (NAP, 1989).

1.3.3 Hojas

Presenta dos tipos de hojas: las hojas unifoliadas que se presentan poco después de la emergencia de las plantas y constituyen las primeras y únicas hojas de este tipo y las hojas trifoliadas que aparecen después de las hojas unifoliadas. Estas últimas están presentes en todo el ciclo de vida del frijol.

Las hojas unifoliadas son de formas acorazonadas, sencillas, y opuestas, mientras que las hojas trifoliadas son pinnadas, trifoliadas y pubescentes. El tamaño varía de acuerdo a la variedad. (PARSON, 1981; <http://www.infoagro.com>)

1.3.4 Flores

Es una flor papilionácea (amariposada). Está constituido por cuatro verticilios florales: el cáliz, la corola, el androceo y el gineceo. El cáliz está formado por cinco sépalos, la corola por cinco pétalos, el androceo por diez estambres y el gineceo por el pistilo (PARSON,

1981). Los pétalos están agrupados en tres grupos: el estandarte, las alas, y la quilla que son dos pétalos soldados por un extremo. Los estambres son diadelfos, es decir que están agrupados en una relación de 9 a 1. En la flor también se considera al pedicelo, el receptáculo y las bractéolas que circundan el cáliz.

Debido a que la quilla cubre completamente al androceo y al gineceo se favorece la autogamia (CIAT, 1984) fenómeno conocido también como cleistogamia.

1.3.5 Inflorescencia

La inflorescencia del frijol es un racimo de racimos ya que posee un racimo principal que contiene a otros racimos secundarios.

Las inflorescencias pueden ser axilares o terminales. Se distinguen tres partes principales: el eje de la inflorescencia que está constituido por el pedúnculo y el raquis; las brácteas primarias y los botones florales. Antes de abrirse las primeras flores, el pedúnculo se alarga rápidamente. El raquis es una sucesión de nudos. Los nudos se distinguen porque en ellos se localizan las brácteas primarias.

En la axila formada entre la bráctea y el raquis existe un complejo de tres yemas (Triada floral). De cada triada floral, generalmente las dos yemas laterales se transforman en flores (CIAT, 1984).

1.3.6 Fruto

El fruto es una vaina o legumbre que proviene del desarrollo del ovario comprimido y está constituido por dos valvas. Esta legumbre presenta dos suturas, una dorsal o placentar

y otra ventral. En la sutura placentar se alternan las futuras semillas, es decir los óvulos (CIAT, 1984).

El frijol reventón o numia presenta un fruto con vaina de 4 a 8 centímetros de longitud de color amarillo claro, de forma recta y en algunos casos presenta una cobertura. Las vainas, generalmente se encuentran en el tercio superior de la planta (GAMARRA, 1996). Como el frijol común, el frijol reventón presenta de 5 a 7 semillas por vaina (NAP, 1989). Estas vainas suelen ser dehiscentes por ello se abren cuando están secas.

1.3.7 Semilla

Según el CIAT (1984) la semilla del frijol consta de las siguientes partes:

Testa o cubierta: corresponde a la capa secundaria del óvulo.

Hilum: corresponde a la cicatriz dejada por el funículo; esta última estructura conecta la semilla con la placenta.

Micropilo: corresponde a una abertura natural existente en la semilla localizada cerca del hilum; permite la absorción de agua para el proceso de germinación.

Rafe: corresponde a un lóbulo que proviene de la soldadura del funículo con los tegumentos externos del óvulo.

Bajo la testa, la semilla presenta dos cotiledones y un eje embrionario; éste último está formado por la radícula, el hipocotilo, el epicotilo, la plúmula y las dos hojas primarias o unifoliadas (CIAT, 1984).

La semilla del frijol reventón puede ser esférico, también oval y su diámetro va desde 0.5 a 0.9 cm. Pueden presentar una diversidad de coloración como blanco, amarillo, gris, azul, purpura, rojo, marrón, negro y combinaciones de ellos (NAP, 1989).

1.4 Etapas de desarrollo de la planta de frijol

FERNÁNDEZ, GEPTS y LÓPEZ, 1982 citados por VALLADOLIT, 1993 hacen una descripción de cada una de las etapas de desarrollo de la planta de frijol basada en la morfología y los cambios fisiológicos que se dan durante su ciclo biológico. Esta escala comprende diez etapas, 5 pertenecen a la etapa vegetativa (V) y 5, a la fase reproductiva (R).

1.4.1 Fase vegetativa

Etapa V0: Germinación

Se inicia desde el momento en que la semilla tiene la humedad suficiente para dar comienzo al proceso de germinación. En nuestras condiciones, desde el día de la siembra. La semilla inicialmente absorbe agua posteriormente emerge la radícula que se convierte en raíz primaria. El hipocotilo también crece hasta que los cotiledones quedan a nivel del suelo, con lo cual concluye la etapa de germinación.

Etapa V1: Emergencia

Se inicia cuando los cotiledones aparecen al nivel del suelo. Se considera que un cultivo de frijol inicia la etapa de emergencia cuando el 50 % de la población esperada presenta los cotiledones a nivel del suelo. Concluye cuando las hojas primarias están completamente desplegadas.

Etapa V2: Hojas primarias

Comienza cuando las hojas primarias de la planta están desplegadas. Para un cultivo se considera inicio de esta etapa cuando el 50 % de las plantas presentan esa característica. En ésta etapa las hojas primarias unifoliadas alcanzan su tamaño máximo. Los cotiledones pierden su forma arqueándose y arrugándose. Termina cuando la primera hoja trifoliada está completamente desplegada.

Etapa V3: Primera hoja trifoliada

Se inicia cuando la primera hoja trifoliada del 50 % de las plantas de un cultivo se encuentran completamente abiertas, con los folíolos ubicados en un plano y por debajo de las hojas primarias.

Termina cuando la tercera hoja trifoliada se despliega. Al finalizar esta etapa se observa la primera hoja trifoliada por encima de las hojas primarias, la segunda hoja trifoliada desplegada y los cotiledones secos o caídos.

Etapa V4: Tercera hoja trifoliada

La tercera hoja trifoliada desplegada en el 50 % de las plantas de un cultivo, marca el inicio de la etapa. Se puede observar que la hoja se encuentra aún debajo de la primera y segunda hoja trifoliada. En esta etapa puede diferenciar algunas estructuras vegetativas tales como el tallo, las ramas y otras hojas trifoliadas. Las yemas axilares de los nudos inferiores del tallo generalmente se desarrollan produciendo ramas.

En general, esta etapa es la más extensa de la fase vegetativa. La iniciación de la etapa R5 indica la terminación de la etapa V4.

1.4.2 Fase reproductiva

Etapa R5: Prefloración

Se inicia cuando aparece el primer botón o racimo floral en el 50 % de las plantas de un cultivo.

En una variedad de hábito determinado, se nota el desarrollo de botones florales en el último nudo del tallo o de las ramas cesando el crecimiento del tallo y de ramas. En cambio, en las variedades de hábitos indeterminados, la aparición de los primeros racimos florales se observa en los nudos inferiores. El crecimiento tallo, ramas y hojas continúa, debido a que presentan meristema vegetativo en su parte apical.

En sus estados iniciales de desarrollo, los racimos florales pueden confundirse con las ramas. Un racimo floral con sus brácteas y bracteolas tienen una forma esférica. En cambio en una rama incipiente las hojas y las estipulas de forma triangular y plana son muy notorias.

Esta etapa finaliza cuando ocurre la apertura de la flor.

Etapa R6: Floración

Se inicia cuando el 50 % de plantas de un cultivo presentan la primera flor abierta. La primera flor abierta corresponde al primer botón floral que apareció.

En plantas de hábito determinado la floración empieza en el último nudo del tallo y de las ramas y continúa en forma descendente en los nudos inferiores. En cambio, en las varie-

dades de crecimiento indeterminado (tipos II, III y IV), la floración comienza en la parte baja del tallo y de las ramas y continúa en forma ascendente.

Una vez que la flor ha sido fecundada, la corola se marchita y la vaina inicia su crecimiento. Como consecuencia del crecimiento de la vaina, la corola marchita se desprende.

Etapa R7: Formación de las vainas

Se inicia cuando el 50 % de plantas de un cultivo presentan la primera vaina con la corola de la flor colgada o recientemente desprendida.

La vaina tiene de 2 a 2,5 cm de longitud cuando la corola se desprende, continúa su crecimiento longitudinal por unos 10 a 15 días con poco crecimiento de las semillas. Cuando las valvas alcanzan su tamaño y peso máximo, se inicia el llenado de las vainas.

Etapa R8: Llenado de las vainas

Se inicia cuando en el 50 % de plantas de un cultivo comienza el llenado de la primera vaina. Comienza de este modo el crecimiento activo de las semillas. Las vainas presentan abultamientos que corresponden a las semillas en crecimiento.

El peso de los granos aumenta marcadamente cuando las vainas han alcanzado su tamaño y peso máximo.

Al final de esta etapa los granos pierden su color verde para comenzar a adquirir las características de la variedad. Se inicia la defoliación, comenzando por las hojas inferiores que se tornan cloróticas y caen. El momento en que empieza la defoliación también depende de la variedad; en algunas se observa pigmentación de las valvas de las vainas.

Etapa R9: Maduración

Es la última etapa de la escala de desarrollo, se caracteriza porque en ella las plantas inician la decoloración y secado de las vainas. Un cultivo inicia esta etapa cuando la primera vaina inicia su decoloración y secado en el 50 % de las plantas.

Los cambios en la coloración de las vainas indican el inicio de la maduración de la planta; continúa el amarillamiento y la caída de las hojas y todas las partes de la planta se secan.

Las vainas al secarse pierden su pigmentación.

El contenido de agua de las semillas baja hasta alcanzar un 15 %, momento en el cual las semillas adquieren su color típico. Así termina el ciclo biológico de la planta y ésta se encuentra lista para la cosecha.

1.5 Época de siembra

Se recomienda sembrar en los meses de octubre a noviembre ya que el frijol reventón tiene un periodo vegetativo largo en promedio de 8 a 10 meses. En el Valle Sagrado de los Incas se siembra de septiembre a octubre mientras que en Limatambo se siembra de noviembre a diciembre (<http://ar.groups.yahoo.com/group/agroindustrias/message/1833>).

1.6 Condiciones ecológicas

Los frijoles reventones requieren de días cortos, por lo cual esta adaptado solo a las latitudes ecuatoriales. Crecen por sobre los 2500 m de altitud y se dice que está adaptado a los trópicos montañosos. Hay la posibilidad de que el frijol reventón requiera de una alta intensidad lumínica y de las grandes altitudes para conservar su cualidad de reventón. A 25 ° C de temperatura promedio llega a madurar a los 80 días. (NAP, 1989).

Son altamente sensibles al fotoperiodo, lo cual se incrementa al aumentar la temperatura. Requiere de 500 a 1 300 mm de precipitación a lo largo de la estación de crecimiento. Requiere altitudes de 1 800 a 3 000 msnm en Perú. Temperatura mínima de 2 a 5 °C, es susceptible a las heladas. Temperatura máxima de 25 °C, aunque puede ser intolerante a condiciones moderadamente cálidas. Requiere de suelos similares a los requeridos por el frijol común (NAP, 1989).

La ñuña es altamente sensible a la duración de la luz diurna y tiene fotoperiodo de días cortos (GAMARRA, 1996). Se desarrolla bien a temperaturas que fluctúan entre 10 y 30 °C, siendo la óptima 20 °C; temperaturas menores de 5 °C y mayores de 25 °C pueden ser dañinas (LLIQUE, 1993). El rendimiento de la ñuña está afectado por el largo período vegetativo (8 meses), hábito de crecimiento tipo IVb, susceptibilidad a las heladas y a la mayoría de enfermedades del frijol común, además no soporta las sequías (GAMARRA, 1996).

Los frijoles reventones están adaptados a tierras altas, tropicales, húmedas y frías, desde 1 800 m hasta 2 800 m de elevación, y requieren de 210 a 280 días para madurar. (Singh, 1989, citado en: <http://www.freepatentsonline.com/6419976.html>).

El periodo vegetativo para la variedad Q'osco poroto es de 202 días (<http://ar.groups.yahoo.com/group/agroindustrias/message/1833>)

Requiere suelos similares a los requeridos para los modernos frijoles. La fijación de nitrógeno es más efectiva en suelos iluminados y bien drenados debido a un mejor crecimiento de Rhizobium (NAP, 1989).

1.7 Hábitos de crecimiento

El frijol presenta diferentes formas de crecimiento a los que se les suele llamar hábitos de crecimiento el cual esta basado en una clasificación hecha por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Básicamente se puede clasificar en dos tipos de crecimiento que son el determinado y el indeterminado, dependiendo de si su meristemo terminal es reproductivo o vegetativo, respectivamente. Sin embargo existen cuatro hábitos de crecimiento que son muy empleados para clasificar al detalle, entre ellos tenemos:

Tipo I:

Hábito de crecimiento determinado arbustivo, con las siguientes características:

- El tallo y las ramas terminan en una inflorescencia desarrollada.
- En general, el tallo es fuerte, con un bajo número de entrenudos, de cinco a diez, normalmente cortos.
- La altura puede variar entre 30 y 50 cm; sin embargo, hay casos de plantas enanas, más cortas.
- La etapa de floración es corta y la madurez de todas las vainas ocurre casi al mismo tiempo.

Tipo II:

Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo, con las siguientes características:

- Tallo erecto sin aptitud para trepar, aunque termina en una guía corta. Las ramas no producen guías.

- Pocas ramas, pero con un número superior al tipo I, y generalmente cortas con respecto al tallo.
- El número de nudos del tallo es superior al de las plantas del tipo I, generalmente más de 12.
- Como todas las plantas de hábito de crecimiento indeterminado, éstas continúan creciendo durante la etapa de floración, aunque a un ritmo menor.

Tipo III:

Hábito de crecimiento indeterminado postrado, cuyas plantas presentan las siguientes características:

- Plantas postradas o semipostradas con ramificación bien desarrollada.
- La altura de las plantas es superior a la de las plantas del tipo I, generalmente mayor a 80 cm.
- El número de nudos del tallo y de las ramas es superior al de los tipos I y II; asimismo la longitud de los entrenudos, y tanto el tallo como las ramas terminan en guías.
- El desarrollo del tallo y el grado de ramificación originan variaciones en la arquitectura de la planta. Algunas plantas son postradas desde las primeras etapas de la fase vegetativa; otras son arbustivas hasta prefloración y luego son postradas. Pueden presentar aptitud trepadora.

Tipo IV:

Hábito de crecimiento indeterminado trepador. Se considera que las plantas de este tipo de hábito de crecimiento son las del típico hábito trepador. Poseen las siguientes características:

- A partir de la primera hoja trifoliada, el tallo desarrolla la doble capacidad de torsión, lo que se traduce en su habilidad trepadora.
- Las ramas muy poco desarrolladas a causa de su dominancia apical.
- El tallo, el cual puede tener de 20 a 30 nudos, puede alcanzar más de 2 m de altura con un soporte adecuado.
- La etapa de floración es significativamente más larga que la de los otros hábitos, de tal manera que en la planta se presentan, a un mismo tiempo, la etapa de floración, la formación de las vainas, el llenado de las vainas y la maduración.

Según Gamarra (1996), el frijol reventón se encuentra agrupado dentro de este último tipo, más específicamente pertenece al tipo IVb.

1.8 Labores culturales

Las técnicas agronómicas son las mismas que para el frijol común. Debido a su hábito trepador, la planta de la ñuña, en los andes, es casi siempre asociado con maíz pudiendo de esta manera trepar en los tallos (NAP, 1989).

1.8.1 Elección del terreno

Elegir terrenos que presenten condiciones desfavorables para las plagas y enfermedades, pero favorables para el cultivo de frijol, los terrenos deben estar libres de malezas, el cultivo anterior no debe haber sido frijol y debe haber disponibilidad de agua.

1.8.2 Preparación del terreno

La preparación del terreno debe hacerse con anticipación, este cultivo requiere de un terreno con labranza profunda y bien mullido, lo que se consigue con dos pasadas de arado y dos de rastra en forma cruzada.

Con ello se mejora las condiciones físicas y químicas del suelo, se incorpora al suelo los residuos de cultivos anteriores y malezas para su descomposición, y se provee una buena cama para la semilla ya que se logra un buen desarrollo radical, rápida infiltración del agua y retención de la humedad por mayor tiempo, hay una adecuada aireación y oxigenación de la raíz (VALLADOLID, 1993).

1.8.3 Selección y desinfección de semillas

Se debe seleccionar las semillas de buen tamaño, que sean sanas, libres de enfermedades e insectos que puedan perjudicar a la futura planta o impedir la germinación de la semilla.

Cuando la semilla se encuentre en el suelo puede ser atacado por hongos e insectos, por tal motivo se recomienda su desinfección.

Se aconseja aplicar momentos antes de la siembra y debe de consistir en un fungicida (Vintax o Rhizolex T) más un insecticida (Vencetho) a la dosis de 4 gramos de cada producto por kilogramo de semilla (VALLADOLID, 1993).

1.8.4 Siembra

En cultivos de economía campesina como el frijol, las épocas de siembra dependen de varios factores, en especial el clima (lluvias) y la disponibilidad de mano de obra del agricultor. Como la mayoría de los agricultores no utilizan riego para el cultivo, las siembras se hacen principalmente al inicio de los dos ciclos de abundantes lluvias. (ARIAS, 2007).

El distanciamiento entre surcos depende del hábito de crecimiento de la variedad a sembrar, variando de 50 a 90 cm entre surcos y de 20 a 60 cm entre golpes, considerando 2 a 3 plantas por golpe.

En suelos pesados la semilla debe estar más cerca de la superficie, mientras que en suelos ligeros puede sembrarse a mayor profundidad (PARSONS, 1981).

En la siembra es donde se aplica el fertilizante ya sea al voleo o en bandas teniendo cuidado de no hacer contacto con las semillas de frijol ya que se puede afectar la germinación (VALLADOLID, 1993).

Para el frijol reventón, el Ministerio de Agricultura (www.minag.gob.pe), recomienda:

Asociado con el maíz:

- Cantidad de semilla: 30 kg/ha
- Distanciamiento entre surcos: 0.80 m

- Distanciamiento entre golpes: 1.20 m, intercalado con maíz.
- Cantidad de semilla por golpe: 3 a 4 dejar 3 plantas al desahije.
- Siembra: A los 15 días de la siembra de maíz o al primer aporque
- Densidad de plantas: 31,000 por ha.

Cultivo con espalderas

- Cantidad de semilla: 100 kg/ha
- Distanciamiento entre surcos: 0.90 m
- Distanciamiento entre golpes: 0.30 m
- Cantidad de semilla por golpe: 3 a 4, dejar 3 plantas al desahije.
- Densidad de plantas: 110,000 por ha.

Se recomienda realizar las siembras de frijol preferiblemente en aquellas épocas que permitan programar la cosecha o recolección en los períodos más secos, para que se faciliten el secado y el beneficio del frijol (ARIAS, 2007).

1.8.5 Fertilización

El frijol absorbe cantidades altas de N, K y Ca y en menor cantidad S, Mg y P. La información que se muestra en el Cuadro 1.1 da una idea de los requerimientos de los nutrientes esenciales para el frijol, obtenida a partir de trabajos realizados en el trópico con frijoles de hábito de crecimiento I (determinado arbustivo). Es de esperar que, para el caso de frijol de hábito IV (voluble), cuya producción en tallos y vainas es más alta, la demanda por nutrientes sea mayor. Surge entonces la necesidad de adelantar estudios locales sobre absorción de nutrimentos del frijol que se relacionen con las condiciones del cultivo en

cada lugar, y así llegar a tener la recomendación más ajustada para cada caso en particular (ARIAS, 2007).

Cuadro 1.1: Exigencia minerales del frijol

Componentes de la cosecha	kg/ha					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Vainas	32	4	22	4	4	10
Tallos	65	5	71	50	14	15
Total	97	9	93	54	18	25

Fuente: tomado de Flor, 1985 citado por Arias, 2007.

Solo se debe fertilizar cuando existe deficiencia de nitrógeno y fósforo, lo cual debe demostrarse con los análisis químicos del suelo. Según NUÑEZ (1984) citado por VALLADOLID (1993) en suelos con poco nitrógeno expresado en porcentaje de materia orgánica (método de Walkley y Black), hay que fertilizar. El mismo, recomienda dosis entre 40 y 60 kg de nitrógeno por hectárea y en suelos con bajo contenido de fósforo (método de extracción de Olsen), se recomienda dosis de 40 a 60 kg de fósforo por hectárea.

Como el frijol tiene un sistema radicular poco extenso y además se siembra en surcos, es recomendable aplicar los fertilizantes en banda, al fondo del surco. Si se utiliza este método de aplicación del fertilizante, se debe evitar el contacto directo del fertilizante con la semilla por cuanto se le pueden causar daños, especialmente en el caso de productos que desprendan amoníaco, como también de fertilizantes con alto índice de salinidad (GUERRERO, 1988, citado por ARIAS, 2007).

Para el frijol ñuña, el MINAG, en su “Ficha técnica de cultivos emergentes” de su página web: <http://www.minag.gob.pe>, recomienda que cuando se cultiva asociado con maíz, se utiliza el guano de corral y los fertilizantes aplicados en este cultivo. En suelos deficientes

en nitrógeno y fósforo aplicar de 40 a 60 kg de nitrógeno y de 40 a 60 kg de fósforo por ha. No se aplican fertilizantes cuando hay abono residual proveniente del cultivo anterior.

1.8.6 Deshierbo y control de malezas

Se estima que en el cultivo del frijol, las malezas, pueden ocasionar pérdidas entre 15 y 97 % en los rendimientos. Además de la reducción cuantitativa, las malezas llegan a afectar cualitativamente la producción al depreciar la calidad del frijol por contaminación con semillas de otras especies y por residuos de plantas. Las malezas compiten con el cultivo por nutrientes, agua, luz y CO₂, y pueden, en determinados casos, ejercer una inhibición química (alelopatía) sobre el desarrollo de los cultivos (CÓRDOBA Y CASAS, 2003; citados por ARIAS, 2007).

El frijol es afectado por numerosas especies de malezas, tanto de hoja angosta como de hoja ancha, dependiendo de las condiciones climáticas donde se tenga el cultivo. El periodo crítico de competencia de malezas ocurre en los primeros 30 a 45 días del ciclo productivo en el frijol arbustivo, y de 65 a 70 días en el frijol voluble de clima frío. En ambos tipos de frijol corresponde a las etapas de desarrollo R5 (prefloración) y R6 (floración) (RÍOS Y QUIRÓS, 2002; citados por ARIAS, 2007).

El control de malezas comienza desde la preparación del terreno. Es conveniente mantener al cultivo de frijol libre de malezas los primeros 45 días del cultivo. Al usar una semilla de buena calidad se tiene un buen establecimiento y crecimiento rápido y vigoroso que compite favorablemente con las malezas (VALLADOLID, 1993).

El MINAG (<http://www.minag.gob.pe>), recomienda tanto para el frijol común como para los reventones controlar con:

- Afalón 50 o Lorox 1.0 a 1.5 kg/ha
- Gesagard 50 2.5 kg/ha
- Patorán 2.5 kg/ha
- Sencor 0.5 kg/ha

1.8.7 Riegos

El agua es un factor crítico en la producción de frijol, dada la alta sensibilidad del cultivo a los déficits como a los excesos de agua. El exceso de humedad en el suelo, especialmente cuando la textura es pesada, puede producir efectos tan nocivos como la sequía (Días y Castillo, 1982; citados por VALLADOLID, 1993).

La planta de frijol presenta lo que se llama “periodos críticos” en los que es más sensible al déficit hídrico. Según esto, los riegos deben darse a la siembra, cuando se presenta la primera hoja trifoliada, cuando llega la prefloración, floración, formación de vainas y el último cuando llega el llenado de vainas (VALLADOLID, 1993).

En tanto, el MINAG en su “Ficha técnica de cultivos emergentes” (<http://www.minag.gob.pe>) menciona que los riegos, específicamente para el frijol reventón deben ser regulados y frecuentes, según necesidades y como complemento del agua de lluvia. Mantener buena humedad en el suelo antes de la floración. Precipitación pluvial satisfactoria: 700 mm/año.

1.8.8 Guiado y colocación de tutores

El frijol voluble que se siembra en la región alto andina de Colombia, Ecuador y Perú, entre los 1500 a 3200 msnm es un tipo de frijol único en el mundo; pertenece a la raza Perú, una de las 6 razas identificadas dentro de la especie *Phaseolus vulgaris* L. Los cultivares criollos de esta raza son plantas grandes (>3 m de alto), de semillas grandes (50-80 g/100 semillas), generalmente redondas; su hábito de crecimiento exige el uso de tutores, maíz (*Zea mays*) o espalderas artificiales, su período de crecimiento son mediano a largo (FONTAGRO, 2003).

El frijol reventón presenta características de un frijol voluble al presentar tallos principales que van desde los 2 a 3 m y por requerir de un soporte. Variedades enanas o arbustivas no han sido reportadas (NAP, 1989).

1.8.9 Cosecha y trilla

Para ello se arrancan las plantas antes de que las vainas estén completamente secas, si la cosecha se hace tardía, entonces se debe cosechar en las mañanas para evitar el desgrane. Luego de ello se procede con la trilla para lo cual los granos deben estar secos para no ser dañados. Seguidamente se procede con la pre-limpieza que consiste en separar materiales indeseables como residuos de cosecha, insectos, etc. (VALLADOLID, 1993).

La semilla debe presentar entre 13 a 14 % de humedad para ser almacenada lo cual se consigue por medio del secado. Es importante también proteger a las semillas durante el almacenamiento ya que son atacados por insectos como los gorgojos *Zabrotes subfascitus* y *Acanthoscelides obectus* los cuales se controlan con la aplicación de productos como Malatión, Fostoxin, ceniza, aceite vegetal o pimienta molida (VALLADOLID, 1993).

En las alturas la cosecha del frijol reventón ocurre de 5 a 9 meses después de la siembra. Sin embargo, a 25 °C de temperatura media, maduran en aproximadamente 80 días (NAP, 1989).

La época de cosecha para la variedad Q'osco Poroto en el Valle Sagrado de los Incas es entre marzo a abril, mientras que en Limatambo es entre mayo a junio (<http://ar.groups.yahoo.com/group/agroindustrias/message/1833>)

1.9 Plagas

El CIAT (1989), en su libro titulado “Problemas de la Producción de Frijol en los Trópicos” menciona a las plagas que atacan al frijol:

Insectos que atacan a plántulas

- Mosca de la semilla, gusano de la semilla o mosca de la raíz (Diptera: Antmomyiidae): *Delia platura*.
- Cortadores o trozadores: *Agrotis ipsilon*, *Spodoptera exigua*, *Feltia experta*.
- Chizas o gallinas ciegas (Coleoptera: Scarabaeidae): *Phyllophaga mentriesi*.
- Grillos: *Gryllus assimilis*.
- Coralillo, barrenador menor del tallo o gusano saltarin (Lepidoptera: Pyralidae): *Elasmopalpus lignosellus*.

Insectos comedores de hojas

- Crisomélidos (Coleoptera: Chrysomelidae): *Diabrotica* spp., *Neobrotica* spp., *Cerotoma* spp.

- Conchuela (Coleoptera: Coccinellidae): *Epilachna varivestis*
- Gusano cabezón, gusano fósforo o enrollador de hojas (Lepidoptera: Hesperidae): *Urbanus* (sin. *Edamus*) *proteus*.
- Gusano peludo (Lepidoptera: Arctiidae): *Estigmene acrea*
- Pega-pega (Lepidoptera: Pyralidae): *Omiodes* (sin. *Hedylepta*; sin. *Lamprosema*) *indicata*.
- Mosca minadora (Diptera: Agromyzidae): *Lyriomyza huidobrensis* y *L. sativae*.

Insectos picadores y chupadores

- Cigarra, chicharrita, lorito verde o salta-hojas (Homoptera: Cicadellidae): *Empoasca Kraemeri*, *E. fabae*.
- Mosca blanca: (Hemiptera – Homoptera: Aleyrodidae): *Bemisia tabaci*, *B. tuberculata*, *Tetraleurodes acaciae*, *Trialeurodes abutiloneus* y *Trialeurodes vaporariorum*.
Es un vector transmisor de virus.
- Áfidos (Homoptera: Aphidae): *Aphis gossypii*, *A. craccivora*, *A. spiraecola*, *A. fabae*, *Tetraneura nigriabdominalis*, *Myzus persicae* y *Brevicoryne brassicae*.
- Trips (Thysanoptera: Thripidae): *Frankliniella* sp., *Sericothrips* sp. y *Caliothrips* sp.
- Chinchas (Hemiptera: Pentatomidae): *Acrosternum marginatum*, *Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii*, *Edessa rufomarginata*, *Euschistus bifibulus*, *Padaeus trivittatus*, *Thyanta perditor*.

Insectos que atacan a las vainas

- Picudo de la vaina o picudo del ejote (Coleoptera: Curculionidae): *Apion godmani* y *A. aurichalceum*.
- Cogollero (Lepidoptera: noctuidae): *Heliothis zea* y *H. virescens*.
- Barrenador de la vaina o polilla del frijol (Lepidoptera: Olethreutidae): *Epinotia aporema*, importante plaga en el Perú.
- Polilla de las vainas o medidor de las vainas (Lepidoptera: Pyralidae): *Etiella zinckenella*.
- Maruca, perforador de la vaina o barrenador de la vaina (Lepidoptera: Pyralidae): *Maruca testulalis*.

Insectos de granos almacenados

- Gorgojo común del frijol (Coleoptera: Bruchidae): *Zabrotes subfasciatus* y *Acanthoscelides obtectus*.

Otras plagas del frijol

- Babosas y caracoles.
- Ácaro blanco o ácaro tropical (Acarina: Tarsonemidae): *Polyphagotarsonemus latus*.
- Arañita roja (Acarina: tetranychidae): *Tetranychus desertorum*, *T. telarius*, *T. cinnavarinus*, *T. urticae*, *T. ludeni*, *Eotetranychus lewisi*, *Oligonychus stickneyi* y *O. yothersi*.

1.10 Enfermedades

El CIAT (1989), en su libro titulado “Problemas de la Producción de Frijol en los Trópicos” menciona a las siguientes enfermedades que atacan al frijol:

Enfermedades producidas por hongos

- La antracnosis *Colletotrichum lindemuthianum*
- las pudriciones radiculares: *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phytium*, *Thielaviopsis*, *Sclerotium*, *Aphanomyces*, *Phymatotrichum*, *Macrophomina*.
- Amarillamiento por *Fusarium*: *Fusarium oxysporum*
- Añublo sureño: *Slerotium rolfsii*
- Pudrición negra de la raíz: *Thielaviopsis basicola*
- Pudrición tejana de la raíz: *Phymatotrichum omnivorum*
- Roya: *Uromyces appendiculatus*
- Mustia hilachosa: Estado sexual: *Thanatephorus cucumeris*; Estado asexual: *Rhizoctonia solani*
- Moho blanco: *Sclerotinia sclerotiorum*
- Mancha foliar por alternaría: *Alternaria* spp.
- Mancha de Ascochyta: *Phoma exigua* (= *Ascochyta boltshauseri*)
- Pudrición gris de la raíz: *Macrophomina phaseolina*
- Mancha foliar por *Cercospora*: *Cercospora canescens*
- Mancha redonda: *Chaetoseptoria wellmanii*
- Añublo de la hoja y de la vaina: *Diaporthe phaseolorum*
- Mildiu vellosa: *Phytophthora nicotianae* y *P. phaseoly*

- CVarbón de la hoja: *Entyloma* spp.
- Mancha harinosa: *Mycovellosiella phaseoli*
- Mancha gris: *Cercospora castellanii*
- Moho gris, podredumbre gris: *Botrytis cinerea*, tiene un estado perfecto llamado *Botryotinia fuckeliana*
- Mancha de Phyllosticta: *Phyllosticta phaseolina*
- Mildiu polvoso: *Erysiphe polygoni*
- Mancha blanca: *Pseudocercospora albida*
- Mancha de levadura: *Nematospora coryli*, *N. gossypii* y *Eremothecium cymbalariae*

Enfermedades producidas por bacterias

- Bacteriosis común: *Xanthomonas campestris* pv. *Phaseoli*
- Añublo de halo: *Pseudomonas syringae* pv. *Phaseolica*
- Mancha parda bacteriana: *Pseudomonas syringae* pv. *Syringae*

Enfermedades causadas por virus

Los que son transmitidos por áfidos

- Virus del Mosaico Común del Frijol (BCMV)
- Virus del Mosaico Amarillo del Frijol (BYMV)
- Virus del Mosaico del Pepino (CMV), ataca a varias especies incluyendo al frijol.
- Virus del Mosaico de la Soya (SMV), puede infectar al frijol cuando están cerca
- Virus del Mosaico de la Alfalfa (AMV), no se ha reportado en América latina.

Los que son transmitidos por coleópteros

- Virus del Mosaico Sureño del Frijol (BSMV)
- Virus del Mosaico Suave del Frijol (BMMV)
- Virus del Mosaico Rugoso del Frijol (BRMV)
- Virus del Moteado de la Vaina del Frijol (BPMV)
- Virus del Mosaico Enano y Rizado del Frijol (BCDMV)
- Virus Moteado Amarillo del Frijol (BYSV)

Los que son transmitido por la mosca blanca (Aleyrodidae)

- Virus del Mosaico Dorado del Frijol (BGMV)
- Virus del Mosaico Enano del Frijol (BDMV)
- Virus del Mosaico de las Euforbiáceas (EMV), detectado en el frijol.
- Virus del Mosaico de la Rhynchosia (RMV)

Otros virus

- Virus del Ápice Rizado de la Remolacha (BCTV) transmitido por una chicharrita.
- Virus del Enanismo Amarillo del Tabaco, transmitido por una chicharrita.
- Virus de la Marchites Moteada del Tomate (TSWV) transmitido por Trips.
- Virus Rayado del Tabaco, también conocido como nudo rojo, transmitido por Trips.

Los frijoles reventones al tener un largo periodo vegetativo, están más expuestos al ataque de enfermedades tales con Antracnosis, *Ascochyta*, añublo de halo y la roya (http://www.ciat.cgiar.org/beans/highlights_2002.html)

1.11 Contenido nutricional

Cuadro 1.2. Contenido promedio de nutrientes en 100 g de frijol

COMPONENTE	VALOR
Energía	322 kcal
Proteínas	21,8 g
Grasas	2,5 g
Carbohidratos	55,4 g
Tiamina	0,63 mg
Niacina	1,8 mg
Calcio	183 mg
Hierro	4,7 mg

Fuente: Obesidad.net/Spanish/2002/default.html, citado por ARIAS, 2007.

Los niveles nutricionales del frijol reventón son altos y similares a los del frijol común. El contenido de proteínas es de aproximadamente 22 por ciento (NAP, 1989). La prueba para el Q'osco Poroto arroja valor proteico de 22% (fuente: INIA-EEA Cusco).

En un estudio realizado por VAN BEEM (1992) se encontró que el análisis proximal nutritivo muestra que el contenido de almidón, amilosa y cobre es mayor en las ñuñas que en cuatro variedades de frijol seco y el contenido de proteína, fósforo, hierro y boro, es menor. La textura y el sabor único de ñuñas pueden ser relacionado a su alto nivel de almidón. Factores antinutricionales tales como lectinas fueron más altos en ñuñas crudas y hervidas que en ñuñas tostadas, pero los niveles de taninos no cambiaron de crudo a tostado en los tratamientos. Sobre todo, la digestibilidad fue un poco menor en ñuñas tostadas.

1.12 Tipos de asociación

Una de las características de los sistemas de producción de la economía campesina es la siembra de varias especies, bien sea en asociación de cultivos o en forma separada en la

unidad de producción. En el caso del frijol en clima frío, ha sido tradicional la asociación con otras especies importantes como maíz, papa y hortalizas (ARIAS, 2007).

1.13 Asociación maíz frijol

Los frijoles reventones son actualmente cultivados en un sistema agrícola tradicional como un cultivo trepador asociado al maíz (*Zea mays* L), por agricultores en regiones aisladas de Perú y Bolivia (<http://www.freepatentsonline.com/6419976.html>)

FONTAGRO (2003), menciona que el frijol tardío y voluble se encuentra asociado al maíz con la finalidad de asegurar el sustento de los agricultores de la zona altoandina ya que la tenencia de tierras se caracteriza por el minifundio.

1.14 Ventajas de la asociación

Según Arias (2007), las ventajas de la asociación son:

- Un aprovechamiento adecuado de la tierra disponible para los cultivos que, en el caso de la economía campesina, generalmente es escasa y es uno de los recursos que limitan la producción.
- Propicia una rotación de cultivos adecuada desde el punto de vista del manejo fitosanitario de ambas especies, ya que se trata de dos especies muy diferentes, cuyas enfermedades e insectos plagas son también diferentes.
- Al emplear los tallos de maíz como soporte del frijol voluble, se evita el empleo de otros materiales como las varas de madera, cuyo uso implica la tala de bosques y sus consecuencias negativas para el medio ambiente.

- Permite disminuir los costos de producción del cultivo principal, que es el frijol, ya que se evita la compra de varas y algunas labores del tutorado, además de que se facilitan otras labores del cultivo como la preparación del suelo para la siembra.
- Se da una diversificación en la producción, con dos fuentes básicas para la alimentación, como son el frijol y el maíz, lo cual mejora la seguridad alimentaria de la población.
- Se mejora, además, la oferta de alimentos como el frijol y el maíz.

1.15 Rendimientos

Los rendimientos parecen ser similares a los de otras variedades tradicionales de frijol común (NAP, 1989); sin embargo, CRUZ (1999) en un estudio denominado “Evaluación agromorfológica y caracterización molecular de la ñuña (*Phaseolus vulgaris* L)” reportó que la variedad Q’osqo poroto INIA, en asociación con maíz, tuvo un rendimiento promedio de 1.32 t/ha y en monocultivo 3.50 t/ha; la variedad local Chec’che poroto obtuvo 0.691 t/ha en sistema asociado ñuña-maíz en evaluaciones realizadas en Cuzco (GAMARRA, 1996). Él mismo nos sugiere que la variabilidad del rendimiento estaría muy influenciado por el ambiente, reportándose rendimientos que varían en promedio de 0.3 a 3 t/ha. Esto sería por la pérdida de flores, que es un rasgo general de los frijoles.

1.16 El frijol reventón

Es un tipo de frijol perteneciente a la misma especie del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L). Se caracteriza por expandir sus cotiledones en presencia de calor. No existen diferencias morfológicas significativas con el frijol común. Es importante por el hecho de que re-

quiere menos cantidad de combustible ya sea leña o kerosene en comparación con el frijol común que generalmente se consume cocido con un mayor gasto de combustible (se cocina en un mayor tiempo). De esta manera es importante para el agricultor andino que no cuenta con recursos suficientes como para comprar combustible. También es importante en zonas despobladas de árboles o arbustos que provean leña. Al ser consumido en forma de bocadillo tiene muchas expectativas en el mercado internacional y podría seguir el rumbo que siguió la cancha palomita (NAP, 1989).

En el Perú la ñuña se cultiva en los departamentos de Cajamarca, Cuzco, Ancash, Huánuco, Apurímac, La Libertad y Ayacucho (TOHME, 1995).

1.17 Diferencias morfológicas entre frijol común y reventón

Las variedades comerciales o mejoradas generalmente tienen un hábito de crecimiento del tipo I y II. El frijol reventón es un tipo de frijol voluble que tiene un hábito de crecimiento del tipo IV no existiendo diferencias morfológicas con otros tipos de frijol voluble. La diferencia solo se basa en la característica de expansión de sus cotiledones al momento de ser sometidos al calor.

De acuerdo con José Orlando Toro Chica, tecnólogo con más de 35 años de experiencia en frijoles, en el departamento de recursos genéticos del Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, se trata de un frijol común llamado ñuña o nuña, y también conocido como reventón, por su efecto saltarín a la hora de volverse palomita, ya que aumenta entre 30% y 50% su tamaño al poco tiempo de estar en la estufa o microondas www.vanguardia.com/archivo/741-nuna-crispetas-pero-de-frijol.

Llega a la madurez tardíamente (200 días), es extremadamente sensible al fotoperiodo, no florecen cuando las longitudes del día superan las 12 horas y media o más; su hábito de crecimiento agresivo y su fructificación asíncrono no la hacen recomendable para una agricultura mecanizada (www.freepatentsonline.com/6419976.html).

1.18 Tostado

Se realiza con un poco de aceite en una sartén o en cualquier recipiente a manera de fritura. En esta operación puede hacerse uso de un horno microondas; o por el método tradicional con carbonato de calcio (pachas) y en ollas de barro (ENCISO, 2005).

La capacidad de reventar es una cualidad importante en los frijoles tipo ñuña, la cual depende de la variabilidad genética presente en la población y de factores no genéticos. Las ñuñas son tostadas en un tiempo de 5 a 10 minutos, cubriendo su superficie con aceite vegetal o animal, la testa se abre en dos o más partes entre los cotiledones, éstos revientan saliendo de la envoltura de la semilla y el producto resultante es suave y de sabor agradable (CRUZ, 1999).

El Q'osco Poroto tiene un porcentaje de reventado del 100% (fuente: INIA - Estación Experimental Andenes- Cusco)

1.19 Características genéticas del reventado

Aun no se conoce cuales son los factores genéticos que producen el reventado de estos tipos de frijol. Es necesario desarrollar una prueba que determine si un frijol cualquiera es o no ñuña, lo cual es importante para los mercados, así como también es necesario para conocer el control genético de los caracteres intrínsecos de la ñuña. Puede deberse a la

forma de la semilla, a la ausencia de elasticidad de la cubierta seminal o a la cantidad y cualidad del almidón almacenado (NAP, 1989).

Según José Orlando Toro Chica, investigador del CIAT, frente a esas variedades hay mucho que estudiar, por ejemplo, cuál es el gen o grupo de genes que hacen que con poco calor exploten. La biotecnología nos permitirá identificarlo y mediante una manipulación llevarlo a las habas, lentejas, maíces, soya, otros frijoles y muchos más granos www.vanguardia.com/archivo/741-nuna-crispetas-pero-de-frijol.

Es importante señalar que los factores que determinan la capacidad de reventar son desconocidos; sin embargo, se indica que la forma de la semilla, su cubierta inelástica, la cantidad y calidad del almidón almacenado pueden favorecer el reventado. Para VAN BEEM (1992), el tamaño del grano está relacionado con el fenómeno de expansión, es decir, a mayor tamaño del grano la expansión será mayor, lo que trae como consecuencia incremento en los rendimientos. El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) cuenta con 305 entradas de ñuña, que incluyen 283 entradas del Perú y 22 entradas de Bolivia (CIAT, 1980; TOHME, 1995).

1.20 Calidad culinaria del frijol reventón

Si bien se conocen sus bondades, hasta ahora su potencial es poco explorado. Por ejemplo, se puede comer con sal o dulce; y ¿por qué no? conjugando los dos. También en las múltiples formas tradicionales, pero sin lugar a dudas su verdadera novedad es tenerlo como pasabocas, como un maní salado que se puede comer mientras se efectúa otra actividad. También se pueden comer en sopas, guisados o tostados www.vanguardia.com/archivo/741-nuna-crispetas-pero-de-frijol.

1.21 Mercados para el frijol reventón

Al ser el equivalente de la cancha palomita (pop corn) tiene grandes expectativas comerciales.

Para el investigador (Toro), otro aspecto interesante es la búsqueda de nuevos mercados externos, pues es producto exótico que puede ofrecerse en diversas presentaciones para cautivar un público como el infantil u otros, como por ejemplo, los potenciales consumidores de legumbres deshidratadas del mercado naturista americano, o inclusive como producto ecológico para los mercados de la Unión Europea, donde han ganado tanto espacio, agregó (www.vanguardia.com/archivo/741-nuna-crispetas-pero-de-frijol).

El frijol reventón hace parte del interés de varias empresas norteamericanas especializadas en la producción de leguminosas, tanto así que en la actualidad existe toda una discusión por la patente 6.040.503 del Gobierno de Estados Unidos, concedida el 21 de marzo de 2000 a la empresa de alimentos Appropriate Engineering and Manufacturing. La patente, según la Rural Advancement Foundation International (RAFI, 2001), le permite a esta empresa tener el monopolio sobre los híbridos de frijol nuña que puedan ser cultivados con éxito fuera de los Andes; la patente incluye por lo menos 33 accesiones de nuña que se han cultivado y cosechado durante siglos en Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia, desconociendo el papel de los habitantes de esta región en su selección y conservación.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación del experimento

El presente trabajo se llevó a cabo en los terrenos del Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIA). Políticamente está ubicado en el departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga, distrito de Ayacucho, a 2750 msnm; y geográficamente se ubica a 13° 08' Latitud Sur y 74° 32' Longitud Oeste; con una pendiente que varía de 1.5 a 2.0%. Ecológicamente, según la clasificación de HOLDRIDGE (1970), se encuentra dentro de la zona de vida bosque seco montano bajo subtropical.

2.2 Antecedentes del terreno

Para la ejecución del presente trabajo de investigación, se hizo uso de un terreno que en la campaña anterior se sembró cebada para la producción de granos. De acuerdo a la fisiografía se observa que los terrenos del INIA son poco profundos y cuyo relieve es ligeramente mediano lo cual favorece la aplicación de riegos superficiales.

2.3 Análisis químico del suelo

Para el análisis del suelo se ha realizado un método convencional, que consiste en tomar 10 muestras tomadas en zigzag de diferentes partes del terreno en el que se va a cultivar. Solo se sacaron muestras de la capa arable que es de 20 cm de profundidad. Las muestras simples se homogenizaron para formar una sola muestra compuesta representativa de 1 kg de peso. Esta muestra compuesta fue la que se llevó al Laboratorio de Suelos del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería – UNSCH para su respectivo análisis físico y químico, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 2.1.

Cuadro 2.1 Análisis físico-químico del suelo de Canaán (INIA), 2720 msnm.

	Componentes	Método	Contenido	Interpretación
Químicos	Materia orgánica (%)	Walkley Black	1,36	Pobre
	Nitrógeno total (%)	Semimicro Kjeldhal	0,07	Pobre
	Fósforo disponible (%)	Bray-Kurtz	30,22	Alto
	Potasio disponible (%)	Turbidimetría	314,38	Alto
	pH	Potenciómetro	6,9	Ligeramente ácido
Físicos	Arena (%)	Hidrómetro de Bouyoucos	52,1	
	Limo (%)	Hidrómetro de Bouyoucos	17,2	
	Arcilla (%)	Hidrómetro de Bouyoucos	30,7	
Clase textural		Franco arcilloso		

De acuerdo al Cuadro 2.1, se observa que la clase textural del suelo es franco arcilloso lo cual se corrobora con lo dicho por IBAÑEZ y AGUIRRE (1983).

A partir de este análisis de suelo, sumado a las recomendaciones del INIA, se elige la fórmula de abonamiento de 40-60-40 de NPK que corresponde a 130 kg de fosfato diamónico (18 % N y 46,5 P₂O₅), 36,08 kg de urea (46 % N) y 67 kg de cloruro de potasio (60 % K₂O); cálculo realizado en base a una hectárea.

2.4 Condiciones meteorológicas

El lugar de ejecución del trabajo presenta un clima templado, propio de la región quechua. Se tiene dos estaciones bien diferenciadas, una estación seca y una estación húmeda. La estación húmeda está comprendida por los meses de mayor precipitación (enero, febrero y marzo).

Los datos climáticos (temperatura y precipitación), se tomaron de la Estación Meteorológica de Pampa del Arco de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga ubicado a 2772 m.s.n.m. En base a estos datos se procedió a calcular el balance hídrico siguiendo la metodología empleada por la ONERN (1976). Lo que se presenta en el Cuadro 2.2 y representado gráficamente en la Figura 2.1.

Se observa que la temperatura máxima, mínima y media anual fue de 25,3; 8,8 y 17,0 °C, respectivamente, con una precipitación total anual de 565,4 mm de lluvia. Del balance hídrico se observa que hubo déficit de humedad en los meses de agosto a noviembre del 2008 y de mayo a julio del 2009; y un exceso de humedad en el mes de diciembre del 2008 y de enero a abril del 2009.

Cuadro 2.2 Balance hídrico correspondiente al periodo 2008-2009

Datos:

Estación meteorológica: Pampa del Arco.

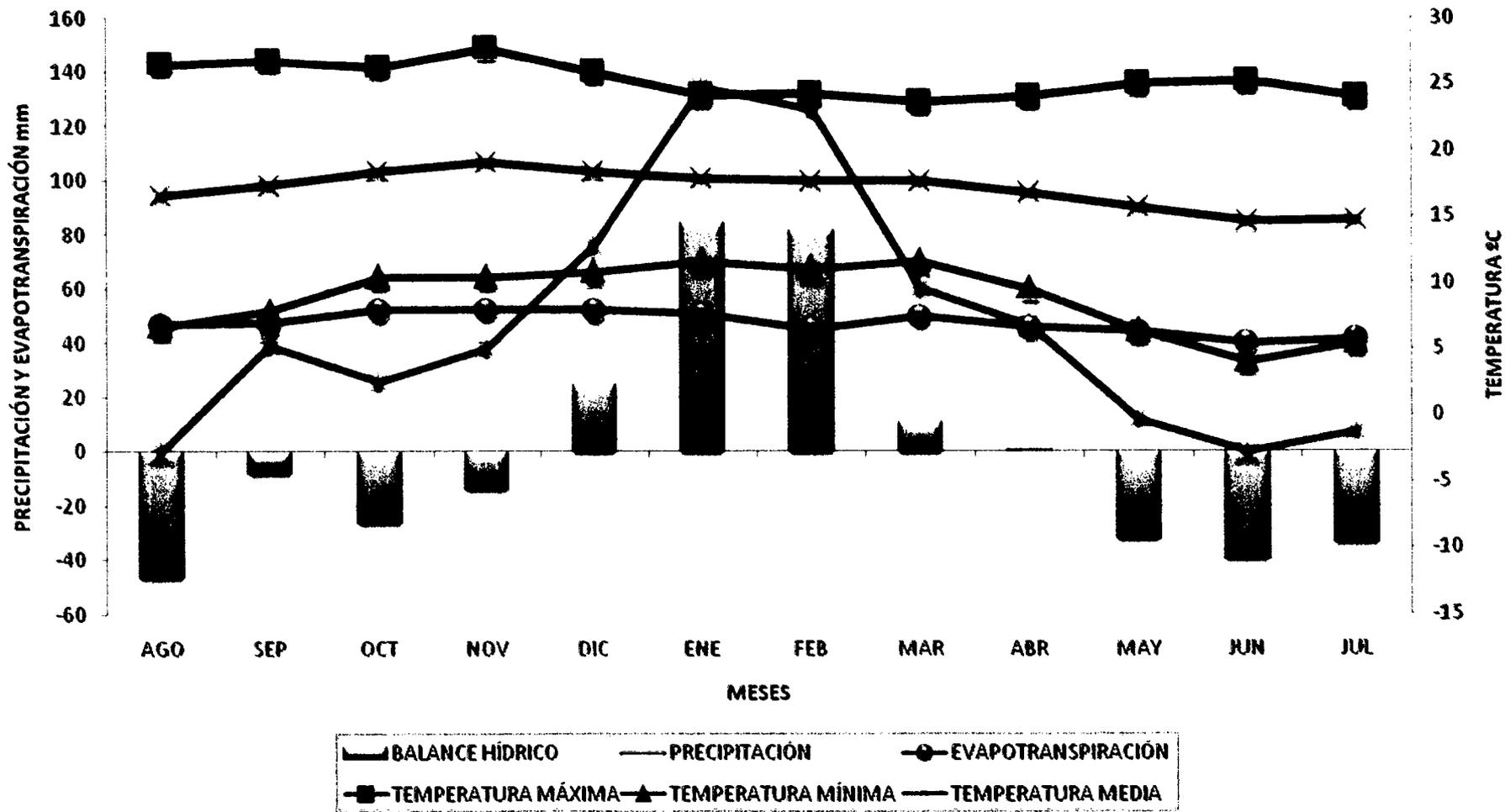
Altitud: 2772 msnm.

Coordenadas: 13°08'25"

74°13'20"

año	2008					2009							TOTAL	PROM
meses	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL		
Tº max med-men (ºC)	26,5	27	26	27,7	26	24,1	24,2	23,6	24	25	25	24		25,3
Tº min med-men (ºC)	6,6	7,8	10	10,4	11	11,6	11	11,6	9,5	6,3	4	5,4		8,8
Tº med-men (ºC)	16,6	17	18	19,1	18	17,9	17,6	17,6	17	15,7	15	14,7		17,0
Precipitación (mm)	0	39	26	37,9	76	134	126	60,1	46	12	0	7,6	565,4	
Evapotranspiración potencial (mm)	82,1	83	91	91,4	91	88,5	78,8	87,3	80	77,6	70	72,9	994,3	
Factor de corrección	0,569	0,569	0,569	0,569	0,569	0,569	0,569	0,569	0,569	0,569	0,569	0,569		
Evapotranspiración corregida (mm)	46,7	47	52	52	52	50,3	44,8	49,6	46	44,1	40	41,5		
Exceso de humedad en el suelo (mm)					24	84,1	81,4	10,5	0,7					
Déficit de humedad en el suelo (mm)	46,7	8,1	26	14,1						32,1	40	33,9		

FIGURA 2.1 BALANCE HÍDRICO Y CLIMATOGRAMA 2008-2009 ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE PAMPA DEL ARCO



2.5 Material experimental

El material genético estuvo conformado por 9 cultivares de frijol Ñuña, procedentes de diferentes partes de la región y que han sido colectados por el Programa de Mejoramiento de Cultivos Andinos del Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIA). A esto se suma 1 cultivar de frijol común que se utilizó como Testigo. Esto se justifica en la medida que nos permite comparar los estados fenológicos de los frijoles reventones con el frijol común. Estos cultivares conforman los 10 tratamientos, que se detallan a continuación:

Tratamientos	Procedencia	Código o nombre
T1	San Miguel.	CFA - 001
T2	Patibamba.	CFA - 002
T3	Tranca San Miguel.	CFA - 003
T4	Tranca San Miguel.	CFA - 004
T5	Accopuquio Cangallo.	CFA - 005
T6	Iguaín Huanta.	CFA - 007
T7	Hauyhuas Iguaín Huanta.	CFA - 008
T8	Iguaín Huanta.	CFA - 009
T9	Hauyhuas Iguaín Huanta.	CFA - 010
T10 (Testigo)	Cusco.	Selección Progenis

La denominación CFA significa: Colección de Frijol Ayacucho. Todos los cultivares aquí presentes, a excepción del Testigo, fueron colectados en ferias comunales y algunos en campo y se tiene información que se sembraba de manera asociada con maíz.

2.6 Diseño experimental

El experimento se instaló bajo el Diseño Bloque Completo Randomizado (DBCR) con 10 tratamientos y 3 repeticiones. El modelo aditivo lineal del diseño es el siguiente:

$$X_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

- X_{ij} : Observación cualquiera del i -ésimo tratamiento en el 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 : Subíndice de variación de tratamientos: 1, 2, 3, ..., t.
- j : Subíndice de variación de bloques o repeticiones: 1, 2, 3, ..., r.
- t : Número de tratamientos.
- r : Número de bloques o repeticiones.

2.7 Características del campo experimental

Las características del campo experimental son:

Medidas de la parcela:

Ancho.	3.2 m.
Largo.	3 m.
Surcos o líneas.	3 m.
Distancia entre surcos.	0.80 m.
Área.	9.6 m ² .
Cantidad.	30.

Medidas del bloque:

Lado mayor.	32 m.
Lado menor.	3 m.
Área.	96 m ² .
Cantidad.	3.

Medidas del campo experimental:

Lado mayor.	32 m.
Lado menor.	12 m.
Área.	384 m ² .
Calles entre bloques.	1.5 m.

2.8 Croquis y randomización del terreno

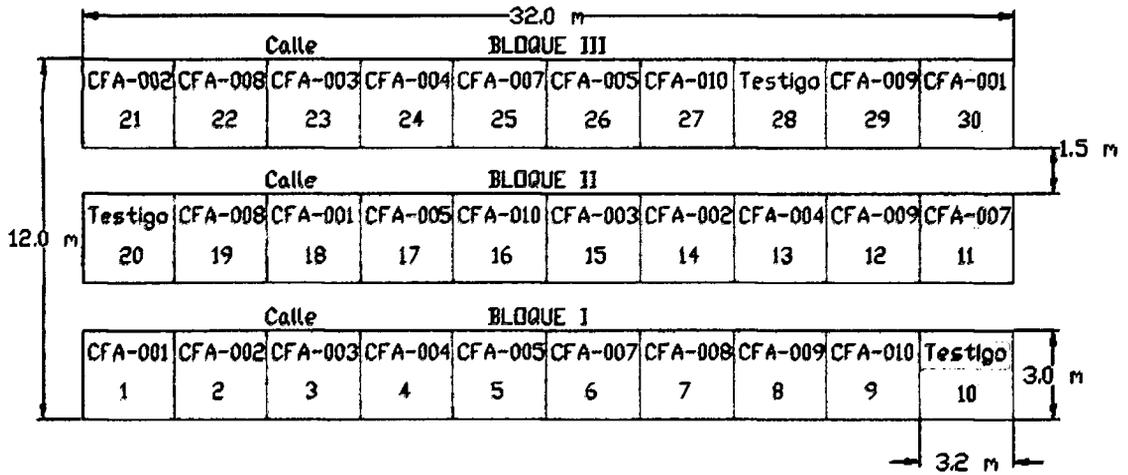


Figura 2.2 Tratamientos randomizados

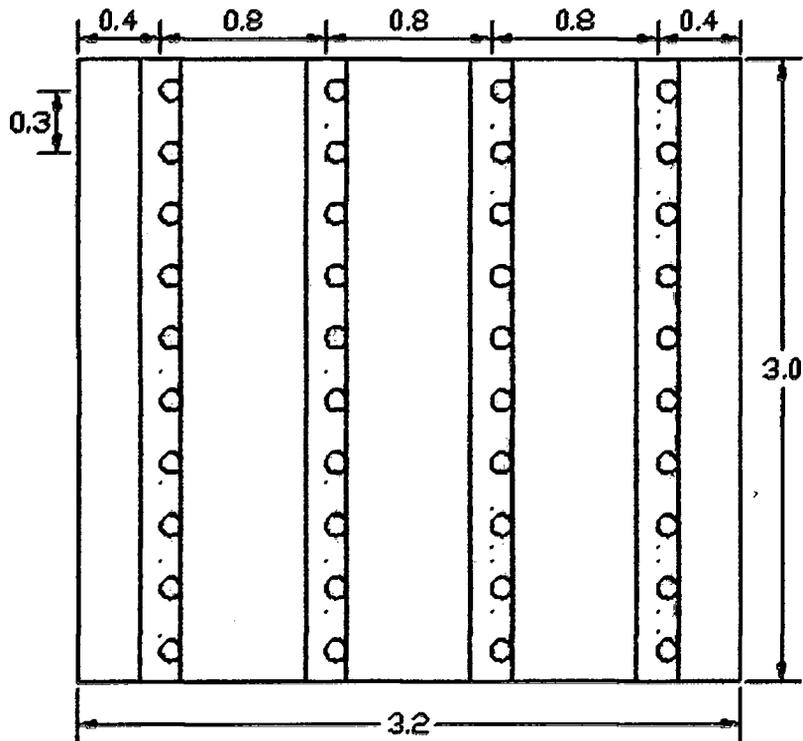


Figura 2.3 Medidas de una parcela individual

2.9 Conducción del experimento

2.9.1 Preparación del terreno

Una vez terminada la cosecha del cultivo anterior (cebada), se procedió a realizar el arado del terreno (julio del 2008) con la finalidad de incorporar los residuos de cosecha y malezas al suelo, para así favorecer su descomposición. Luego, se realizó una pasada de rastra (5 de noviembre del 2008) para nivelar el terreno y mullir los terrones. Una vez finalizada esta labor, se procedió con el surcado (7 de noviembre del 2008).

2.9.2 Marcado del campo experimental

Para ello, se colocaron estacas que delimitaban los 3 bloques del experimento y con el empleo de yeso y de un cordel sometido a tensión, se procedió a marcar las líneas de división. Esta actividad se realizó el 10 de noviembre del 2008.

2.9.3 Desinfección de semillas

Las semillas se desinfectaron con Vitavax (4 g/kg de semilla) en sus respectivas bolsas contenedoras.

2.9.4 Abonamiento

El abonamiento se realizó en base a la fórmula 40-60-40 de NPK, que es una recomendación del INIA y que corresponde a 130 kg de fosfato diamónico (18 % N y 46,5 P₂O₅), 36,08 kg de urea (46 % N) y 67 kg de cloruro de potasio (60 % K₂O); cálculo realizado en base a una hectárea. A esta cantidad se le añadió guano de isla (200 kg/ha). Durante la etapa vegetativa de la planta se hizo uso de un abono foliar llamado Growmore (20-20-20 de

NPK), sobre todo después del ataque de plagas y enfermedades a fin de recuperar las plantas en peligro de morir.

El fertilizante se aplicó en forma de banda al fondo del surco evitando el contacto con las semillas.

La urea se aplicó en dos partes, la primera al momento de la siembra y la segunda al momento del aporque. Esto con la finalidad de asegurar la disponibilidad de nitrógeno que es susceptible a pérdidas por lixiviación, sobre todo en las etapas de mucha actividad de las plantas ya que están formando nuevas células continuamente.

2.9.5 Siembra

La siembra se realizó el 13 de noviembre del 2008. Se colocaron tres semillas por golpe y 30 cm entre golpes. Las semillas fueron colocadas en el costillar derecho del surco. Luego se colocó el fertilizante e inmediatamente después se procedió al tapado de las semillas. Para finalizar se realizó un riego pesado para favorecer la germinación.

Las densidades de siembra para cada tratamiento son como siguen: CFA-1: 159.3 kg/ha, CFA-2: 152.9 kg/ha, CFA-3: 73.5 kg/ha, CFA-4: 160.2 kg/ha, CFA-5: 92.4 kg/ha, CFA-7: 85.9 kg/ha, CFA-8: 105.8 kg/ha, CFA-9: 129.4 kg/ha, CFA-10: 99.5 kg/ha, testigo: 103.3 kg/ha, estas diferencias se deben al tamaño de grano de las semillas.

2.9.6 Riego

Se realizaron 9 riegos: el primer riego se realizó el 13 de noviembre del 2008, es decir, al momento de la siembra, el segundo se realizó el 16 de noviembre, después el 19 de noviembre, el 26 de noviembre, el 3 de diciembre; a fines de diciembre, enero y febrero no

se regó debido a la presencia de lluvias constantes. Se volvió a regar el 11 de marzo del 2009, después el 25 de marzo y el 8 y 22 de abril. El riego fue realizado en base a la observación visual de la humedad del suelo.

2.9.7 Deshierbo

Se realizaron 5 deshierbos: el primer deshierbo se realizó el 1 de diciembre del 2008, el segundo se realizó a las cuatro semanas subsiguientes es decir, el 29 de diciembre. En los meses de mayor precipitación (enero y febrero, ver figura 2.1 del balance hídrico y climatograma) el deshierbo se hizo con mayor frecuencia, aproximadamente cada dos semanas. Es así que se deshierbó el 12 y 26 de enero y el 9 de febrero del 2009. En el mes de febrero, las malezas compitieron menos con el cultivo debido a que este, al ser voluble, produce abundante sombra que impide el desarrollo de las malezas. Sin embargo, se continuó deshierbando el Testigo (cultivar arbustivo), las calles y los canales de riego.

Se mantuvo libre de malezas las primeras etapas de desarrollo del frijol sobre todo en la época crítica de competencia con las malezas (30 a 45 dds en el frijol arbustivo, y de 65 a 70 dds en frijol voluble). El aporque también contribuyó al control de malezas.

2.9.8 Aporque

El aporque se realizó a inicios de enero es decir a dos meses después de la siembra. Con el aporque también se realizó el cambio de surco para impedir que el agua de riego tenga contacto con las plantas y así reducir la incidencia de enfermedades.

2.9.9 Guiado y colocación de tutores

Se realizó en el mes de febrero. Para ello se hizo uso de carrizos de 3 metros de alto que se colocaron entre plantas. Todos los tratamientos requirieron de la colocación de tutores excepto el Testigo que es arbustivo determinado. Con una barreta se hicieron agujeros de 40 cm aproximadamente en el cual se fijaron los carrizos.

Una vez terminada la colocación de los carrizos se procedió con el guiado de las plantas. Esto consistió en alzar y enrollar las guías de las plantas en sus respectivos carrizos.

2.9.10 Control fitosanitario

Se hizo uso de insecticidas y fungicidas para el control de las plagas y enfermedades. Como insecticida se usó el Ciperklin (260 ml/ha). Como fungicida se utilizó el Benlate (130 g/ha) y el Ridomil (130 g/ha).

Plagas

Se presentaron insectos como la diabrotica y los cortadores del tallo en la segunda semana después de la siembra. Para su control se aplicó Ciperklin. Posteriormente, a lo largo del ciclo de vida del frijol, se presentaron otros insectos como langostas, barrenadores de vainas, medidores de vainas, diabroticas, arañitas rojas y otros de menor incidencia, los cuales fueron controlados con aplicaciones del mismo insecticida. Estas aplicaciones fueron programadas según la presencia de estos insectos.

Para el control de los gorgojos de las semillas del frijol, una vez cosechadas y secadas, se aplicó Malatión ya que las semillas iban a ser destinadas a posteriores siembras.

Enfermedades

Se aplicó vitavax para el control de las enfermedades de las semillas una vez puestas a germinar.

Se presentaron pudriciones radiculares (Chupadera) que se caracteriza por la caída repentina de las plantas debido a una pudrición color café por debajo de la línea del suelo y que atacaron plantas recién germinadas hasta cuando la planta empezó a formar guías. Para su control se utilizó Benlate, y Ridomil más un adherente en época de lluvia. Los mismos fueron usados para el control general de las enfermedades durante todo el ciclo de vida del frijol. Estas aplicaciones se realizaron cada vez que se observaban síntomas relacionados a enfermedades.

2.9.11 Cosecha

La cosecha se realizó en diferentes fechas ya que depende de la fenología del cultivo. Las fechas exactas se muestran en los resultados.

La cosecha se hizo en forma manual jalando las vainas y colocándolas en un costal (diferente para cada tratamiento). Después se procedió al secado en un toldo. En seguida se realizó la trilla para separar las semillas de las vainas. Una vez trillado, se tendieron para secar las semillas al sol para después ventearlos y luego almacenarlos. Esta actividad se realizó con mucho cuidado para evitar la mezcla de las cosechas de cada tratamiento.

2.10 Parámetros de evaluación

2.10.1 Caracterización

Para realizar la caracterización se ha empleado los descriptores proporcionados por el IBPGR (Centro Internacional para los Recursos Genéticos Vegetales) y debido a que el frijol reventón es considerado como un tipo de frijol voluble, es que se evaluó algunos parámetros adicionales considerados por el CIAT (2002) en su área denominada: Vivero Internacional de Frijoles Volubles Andinos (VIVA). Estos parámetros a evaluar se muestran detallados en el Anexo.

También se hizo uso del paquete estadístico **NTSYS** con la finalidad de obtener un dendrograma que muestre agrupamientos de los cultivares en base a los resultados obtenidos.

2.10.2 Caracteres de precocidad

a) Etapa de germinación: Desde que las semillas han sido sembradas hasta que los cotiledones quedan al nivel del suelo.

b) Días a la emergencia: Cuando el 50% de las plantas presenten sus cotiledones sobre la superficie del suelo.

c) Días a las hojas primarias: Cuando el 50% de las plantas presentan las hojas primarias o unifoliadas completamente extendidas.

d) Días a la primera hoja trifoliada: Cuando el 50% de las plantas presentan a la primera hoja trifoliada completamente extendidas.

e) Días a la tercera hoja trifoliada: Cuando el 50% de las plantas presentan la tercera hoja trifoliada completamente extendida.

f) Días a botones florales o prefloración: Cuando el 50% de las plantas presentan el primer botón floral o racimo floral.

g) Días a la floración: Cuando el 50% de las plantas presentan la primera flor abierta.

h) Días a la formación de vainas: Cuando el 50% de las plantas presentan la primera vaina con la corola de la flor colgada o recién desprendida.

i) Días al llenado de vainas: Cuando el 50% de las plantas comienzan a llenar su primera vaina debido al crecimiento de las semillas que contienen.

j) Días a la madurez fisiológica: Cuando el 50% de las plantas presentan su primera vaina decolorándose y comenzando a secarse y los granos alcanzan el color característico de la variedad.

k) Días a la madurez de cosecha: Cuando el 50 % de las plantas presentan vainas secas.

2.10.3 Caracteres de rendimiento

a) Porcentaje de emergencia (%): Para ello se cuenta el número de plantas que han emergido por cada parcela o tratamiento y en base al número total de semillas sembradas se procede a calcular, por regla de tres simple, el porcentaje de emergencia.

b) Altura de la planta (m): Tomado cuando la planta ha alcanzado su máximo desarrollo al momento del llenado de vainas. Se mide desde la base de la planta hasta el último fo-

liolo. Se mide diez plantas elegidas al azar y se saca el promedio. La medida debe ser en metros.

c) Número de semillas por vaina: Se toma diez vainas al azar por cada tratamiento, se cuenta el número de semillas en cada vaina y se saca el promedio.

d) Ancho de semilla (mm): Con un vernier se mide el ancho de la semilla que va desde el hilum hasta su parte opuesta. Esto se hace en diez semillas elegidas al azar y se saca el promedio que representa a cada tratamiento.

e) Longitud de semillas (mm): Con el vernier se mide la longitud de diez semillas elegidas al azar en cada tratamiento y se saca el promedio.

f) Número de vainas por planta: Se cuenta el número de vainas en diez plantas de cada tratamiento y se saca el promedio.

g) Número de vainas por racimo: Se cuenta el número de vainas presentes en diez racimos al azar por cada tratamiento y se saca el promedio.

h) Longitud de vaina (cm): Se mide con una regla graduada la longitud de diez vainas al azar de cada tratamiento y se obtiene el promedio.

i) Peso de 1000 semillas (g): Es el peso en gramos de 100 semillas de cada tratamiento llevado luego, por regla de tres, al peso de 1000 semillas.

j) Rendimiento de grano por hectárea (kg/ha): Por medio de la regla de tres simple se lleva el rendimiento de cada tratamiento o parcela al rendimiento por hectárea. Debe estar en kilogramos por hectárea.

k) Número de plantas cosechadas por parcela: Esto se hace inmediatamente después de la cosecha en el que se arrancan las plantas y se cuenta su número.

El CIAT (2002), en su área denominada: Vivero Internacional de Frijoles Volubles Andinos (VIVA), recomienda hacer algunas evaluaciones adicionales, ya que el frijol reventón es un tipo de frijol voluble, estas son:

l) Longitud de entrenudos (cm): Cuando la planta llegue al estado de llenado de grano, se mide el largo de entrenudos en centímetros. La medida se toma de la parte media de la planta en donde se selecciona un entrenudo para hacer la medición. Esta medida se toma en tres plantas y se saca el promedio.

m) Número de guías por planta: Contar en el tercio medio de la planta, las guías o tallos que trepan por el hilo tutor y dividir el dato entre el número de plantas que comparten el mismo tutor. Registrar este dato en tres plantas y sacar el promedio.

2.11. Análisis estadístico

Se ha realizado la prueba del ANVA estableciendo su significación con la prueba de F al nivel de 1 y 5 %, luego la significación de los efectos principales y simples se comparó con la prueba de contraste de Tukey a nivel de 5 al 10 %. Para evaluar el rendimiento del cultivo se ha realizado un análisis de covariancia usando el número de plantas cosechadas por parcela. También se ha realizado un dendograma que permite observar las agrupaciones de éstos 10 cultivares.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Caracterización

En el Cuadro 2.1 (Anexo) se observa la caracterización de los 10 cultivares de frijol, el cual contiene números que representan las diferentes características según los descriptores y que ha sido explicado en el Capítulo II de materiales y métodos. Luego, en base a este cuadro, se hace una descripción de cada uno de los cultivares.

a) CFA-001

Este cultivar presenta flores de color blanco, hojas redondeadas, vainas ligeramente curvadas, de color amarillo y con una sección transversal elíptica redondeada. Estas vainas presentan el ápice derecho en posición marginal y presenta vainas excesivamente dehis-

centes. Las semillas son de forma oval, brillantes, de color blanco y presentan un diseño de color rojo alrededor del hilum.

En cuanto a la planta, esta presenta una capacidad trepadora del tipo 2 (ver Figura 1.8 del Anexo), es decir, que es alta, con entrenudos largos, y con varias plantas que superan los 3 metros de los tutores. Además, presenta una distribución de carga de 1/2 lo que quiere decir que el mayor porcentaje de vainas se encuentran en la parte baja de la planta. Este cultivar presenta hábito de crecimiento tipo IV.

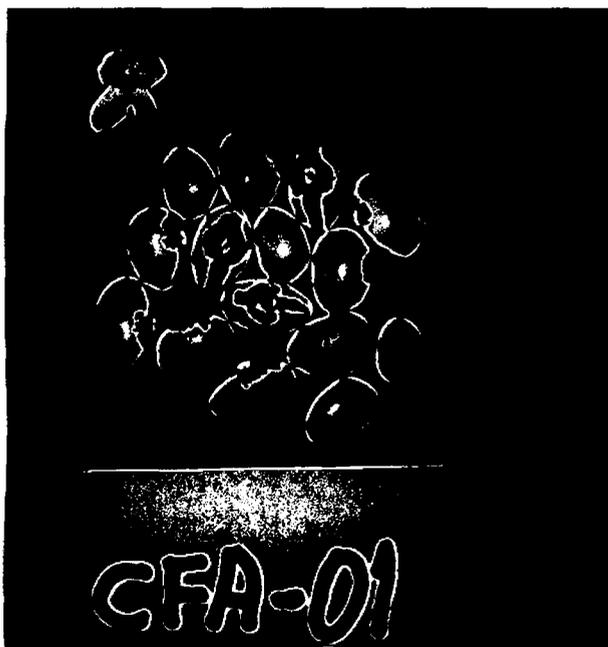


Figura 3.1 Flor, semillas y vainas de frijol de la colecta CFA-001

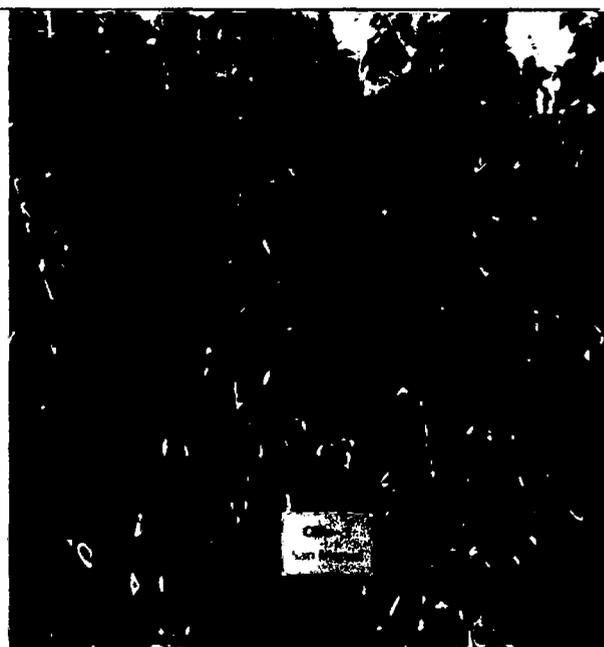


Figura 3.2 Planta de frijol de la colecta CFA-001 en etapa reproductiva

b) CFA-002

Este cultivar presenta flores de color blanco, hojas redondeadas, vainas ligeramente curvadas, de color amarillo y con una sección transversal elíptica redondeada. Estas vainas presentan el ápice hacia arriba en posición marginal y presenta vainas excesivamente

dehiscentes. Las semillas son de forma oval, brillantes, de color blanco y presentan un diseño de color púrpura alrededor del hilum.

En cuanto a la planta, esta presenta una capacidad trepadora del tipo 2 (ver Figura 1.8 del Anexo), es decir, que es alta, con entrenudos largos, y con varias plantas que superan los 3 metros de los tutores. Además, presenta una distribución de carga de 1/2 lo que quiere decir que el mayor porcentaje de vainas se encuentran en la parte baja de la planta. Este cultivar presenta hábito de crecimiento tipo IV.

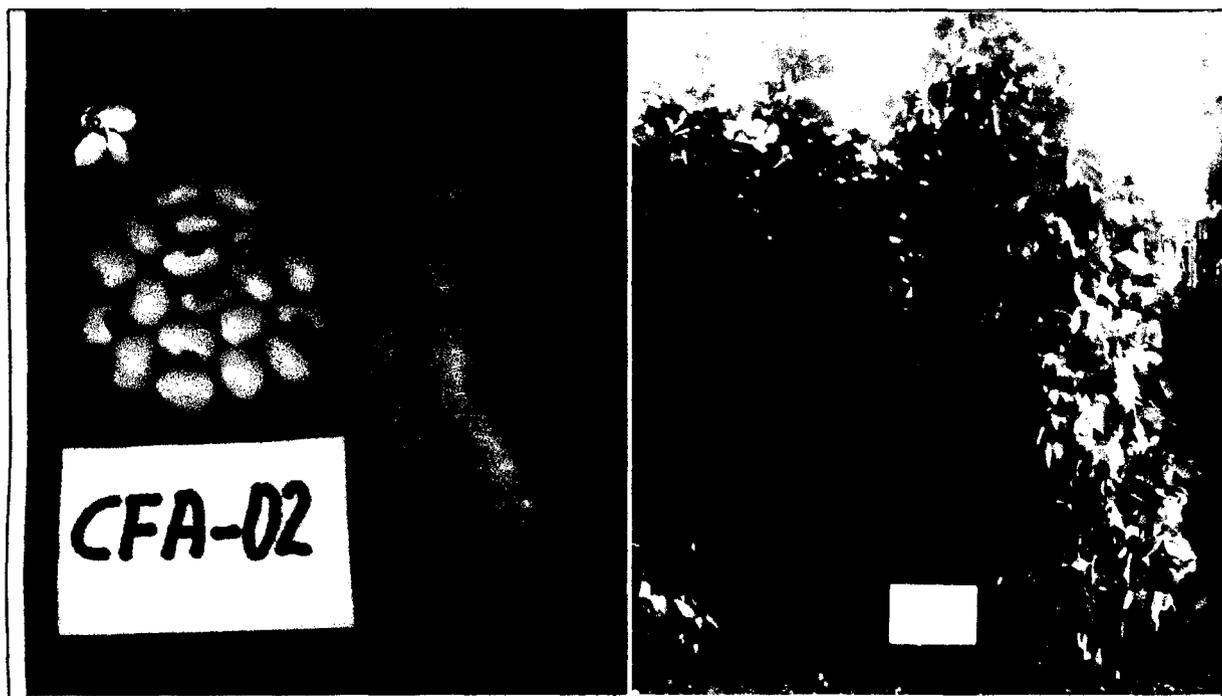


Figura 3.3 Flor, semillas y vainas de frijol de la colecta CFA-002

Figura 3.4 Planta de frijol de la colecta CFA-002 en etapa reproductiva

c) CFA-003

Este cultivar presenta flores de color blanco con márgenes lilas, hojas triangulares, vainas ligeramente curvadas, de color amarillo claro con manchas o estrías de color púrpura y con una sección transversal elíptica redondeada. Estas vainas presentan el ápice hacia

abajo en posición marginal y presenta vainas excesivamente dehiscentes. Las semillas son de forma oval, de brillo medio, de color blanco y marrón oscuro en un diseño moteado.

En cuanto a la planta, esta presenta una capacidad trepadora del tipo 4 (ver Figura 1.8 del Anexo), es decir, que es menos alta que las anteriores, con entrenudos medianos, y con plantas que apenas superan los 2 metros de los tutores. Además, presenta una distribución de carga de 1/3 lo que quiere decir que el mayor porcentaje de vainas se encuentran en la parte baja de la planta. Este cultivar presenta hábito de crecimiento tipo IV.

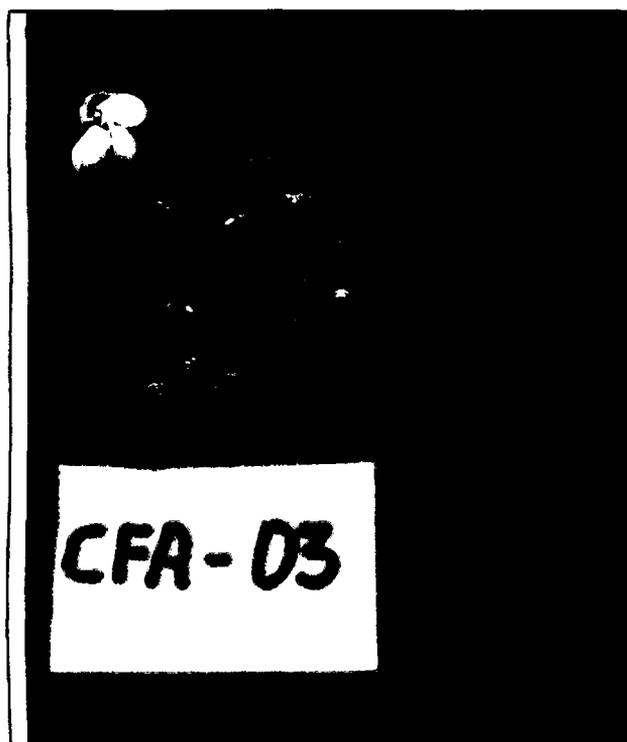


Figura 3.5 Flor, semillas y vainas de frijol de la colecta CFA-003

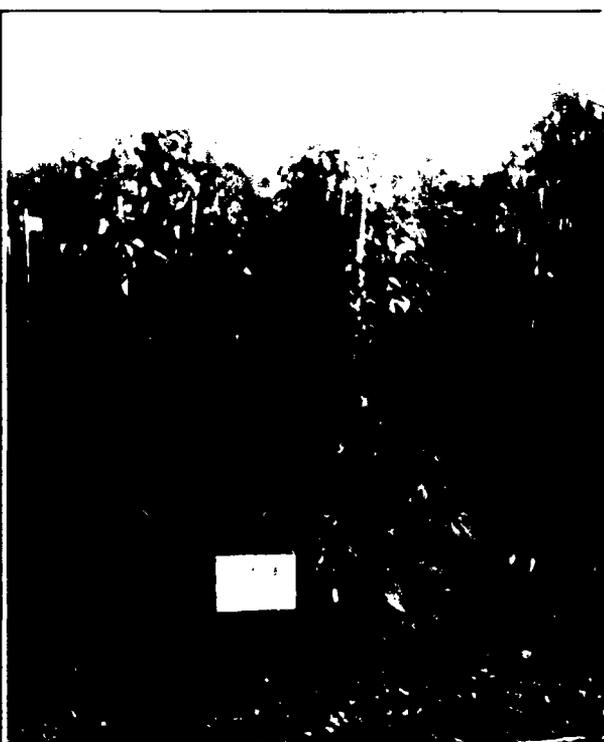


Figura 3.6 Plantas de frijol de la colecta CFA-003 en etapa reproductiva

d) CFA-004

Este cultivar presenta flores de color blanco, hojas redondeadas, vainas ligeramente curvadas, de color amarillo con una sección transversal elíptica redondeada. Estas vainas presentan el ápice derecho en posición marginal y presenta vainas excesivamente dehis-

centes. Las semillas son de forma oval, brillantes, de color blanco y presentan un diseño de color crema claro a amarillo pálido alrededor del hilum.

En cuanto a la planta, esta presenta una capacidad trepadora del tipo 2 (ver Figura 1.8 del Anexo), es decir, que es alta, con entrenudos largos, y con varias plantas que superan los 3 metros de los tutores. Además, presenta una distribución de carga de 2/3 lo que quiere decir que el mayor porcentaje de vainas se encuentran en la parte baja de la planta. Este cultivar presenta hábito de crecimiento tipo IV.

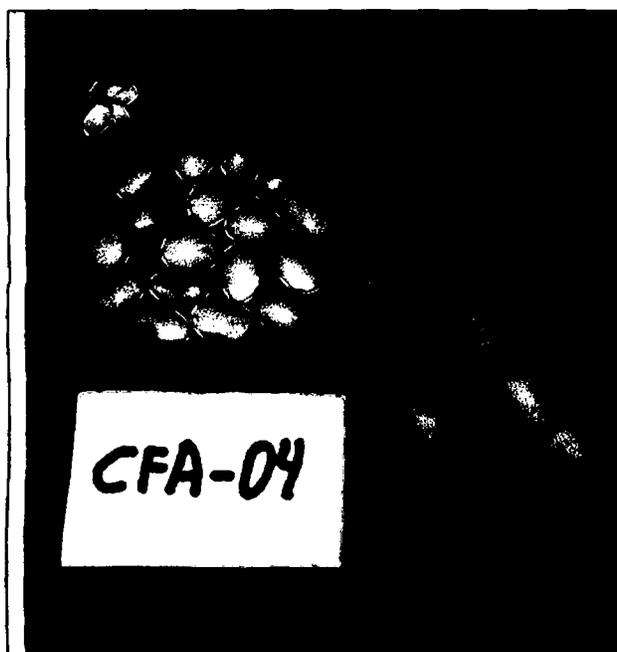


Figura 3.7 Flor, semillas y vainas de frijol de la colecta CFA-004

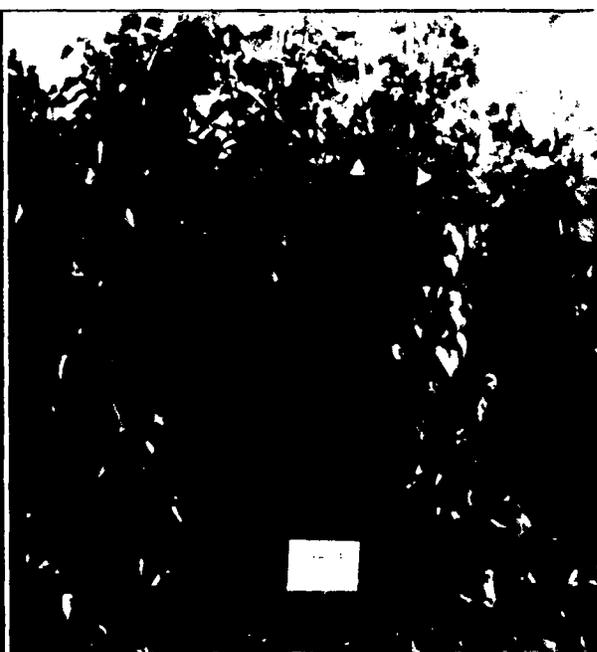


Figura 3.8 Plantas de frijol de la colecta CFA-004 en etapa reproductiva

e) CFA-005

Este cultivar presenta flores de color blanco con márgenes lilas, hojas triangulares, vainas ligeramente curvadas, de color amarillo con una sección transversal elíptica redondeada. Estas vainas presentan el ápice hacia abajo en posición marginal y presenta vainas excеси-

vamente dehiscentes. Las semillas son de forma redonda, de brillo medio, únicamente de color rojo y no presenta diseño alguno.

En cuanto a la planta, esta presenta una capacidad trepadora del tipo 5 (ver Figura 1.8 del Anexo), es decir, que es menos alta que las anteriores, con entrenudos medianos, y con plantas que apenas superan los 2 metros de los tutores. Además, presenta una distribución de carga de 1/3 lo que quiere decir que el mayor porcentaje de vainas se encuentran en la parte baja de la planta. Este cultivar presenta hábito de crecimiento tipo IV.

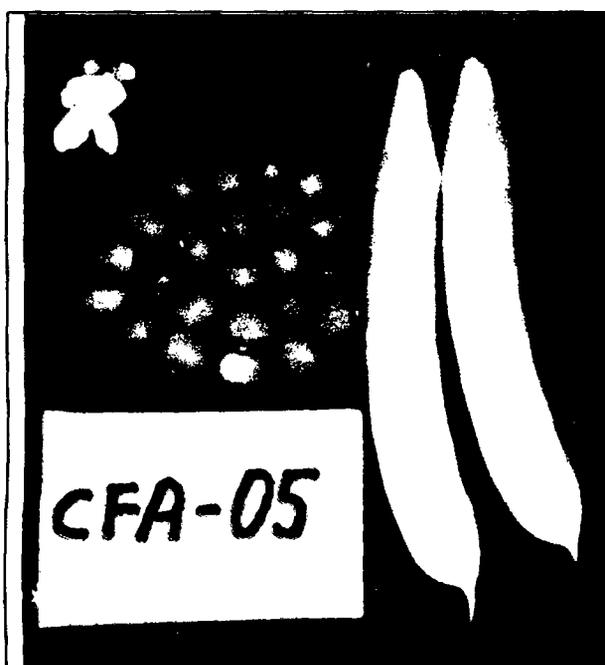


Figura 3.9 Flor, semillas y vainas de frijol de la colecta CFA-005



Figura 3.10 Plantas de frijol de la colecta CFA-005 en etapa reproductiva

f) CFA-007

Este cultivar presenta flores de color blanco con márgenes lilas, hojas triangulares, vainas ligeramente curvadas, de color amarillo claro con manchas o estrías de color púrpura poco notorias y con una sección transversal elíptica redondeada. Estas vainas presentan el ápice hacia abajo en posición marginal y presenta vainas excesivamente dehiscentes. Las

semillas son de forma redonda, de brillo medio, únicamente de color gris medio marrón a verdoso y no presenta diseño alguno.

En cuanto a la planta, esta presenta una capacidad trepadora del tipo 4 (ver Figura 1.8 del Anexo), es decir, que es menos alta que la CFA-001, CFA-002 y CFA-004, con entrenudos medianos, y con plantas que apenas superan los 2 metros de los tutores. Además, presenta una distribución de carga de 1/2 lo que quiere decir que el mayor porcentaje de vainas se encuentran en la parte baja de la planta. Este cultivar presenta hábito de crecimiento tipo IV.

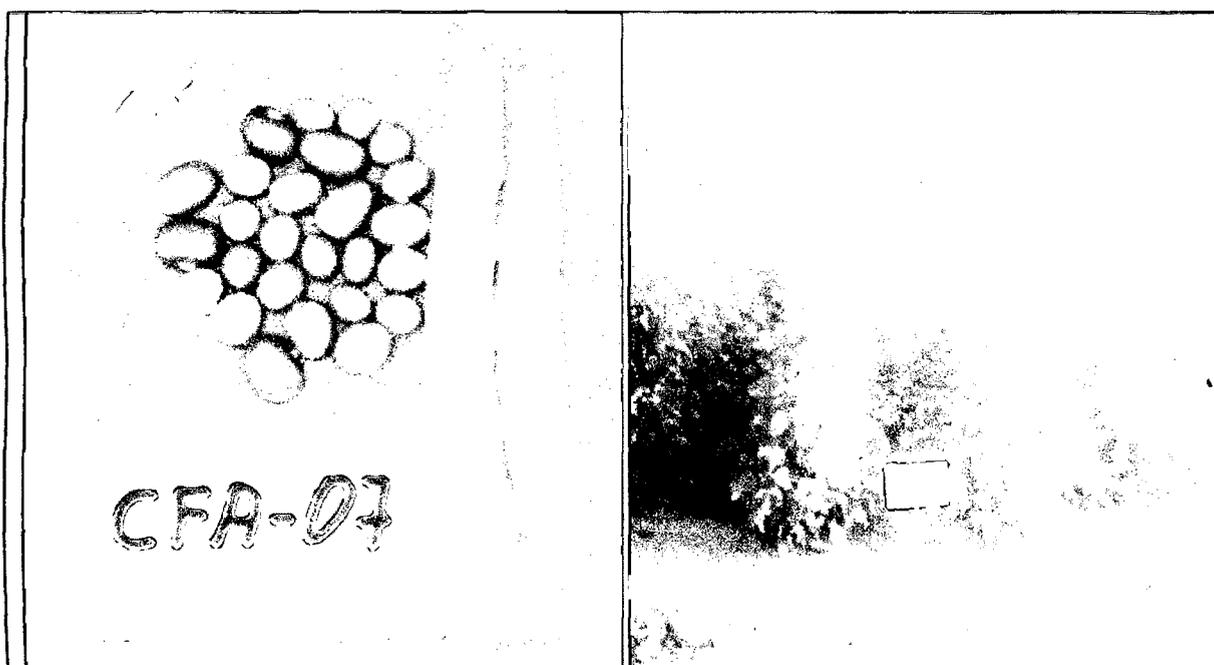


Figura 3.11 Flor, semillas y vainas de frijol de la colecta CFA-007

Figura 3.12 Plantas de frijol de la colecta CFA-007 en etapa reproductiva

g) CFA-008

Este cultivar presenta flores de color blanco con márgenes lilas, hojas triangulares, vainas ligeramente curvadas, de color amarillo con una sección transversal piriforme. Estas vainas presentan el ápice hacia abajo en posición marginal y presenta vainas excesivamente

dehiscentes. Las semillas son de formas cuboides, brillantes, únicamente de color marrón claro casi amarillento y no presenta diseño alguno.

En cuanto a la planta, esta presenta una capacidad trepadora del tipo 7 (ver Figura 1.8 del Anexo), es decir, que es baja, con entrenudos cortos, y con la mayoría de plantas que no superan el metro y medio de altura. Además, presenta una distribución de carga de 1/3 lo que quiere decir que el mayor porcentaje de vainas se encuentran en la parte baja de la planta. Este cultivar presenta hábito de crecimiento tipo III ya que generalmente tiene sus tallos y ramas postradas. Su tamaño pequeño puede deberse a la susceptibilidad frente a enfermedades que impidieron su normal crecimiento.

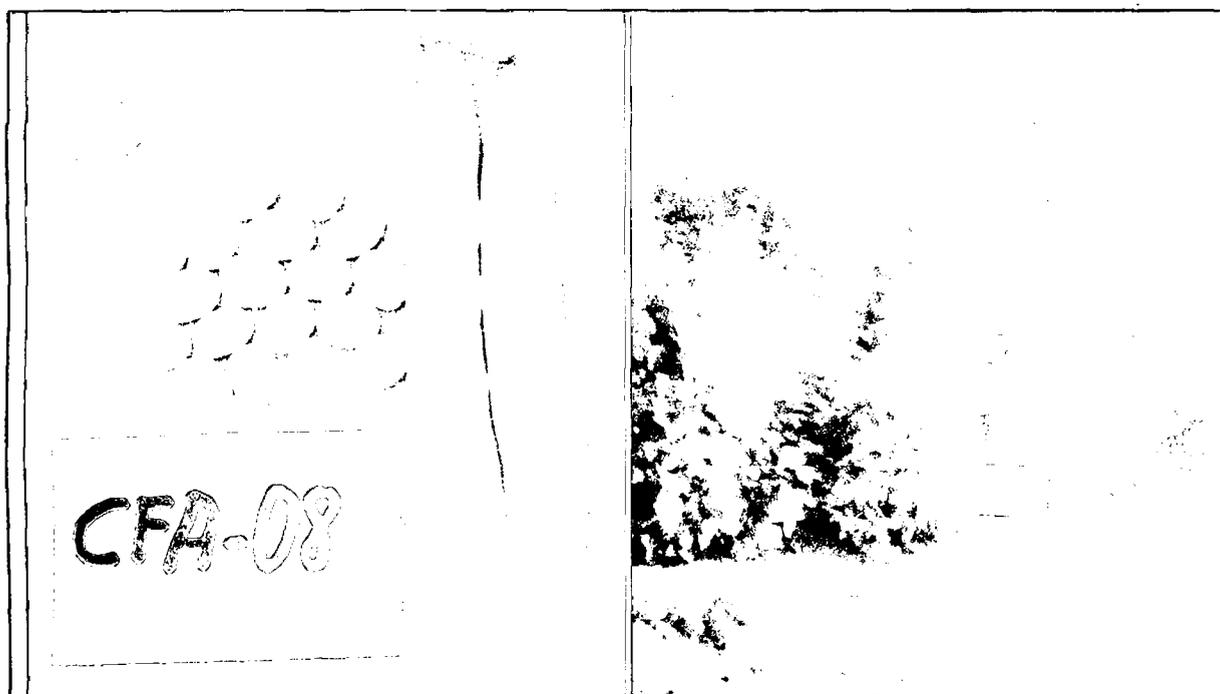


Figura 3.13 Flor, semillas y vainas de frijol de la colecta CFA-008

Figura 3.14 Plantas de frijol de la colecta CFA-008 en etapa reproductiva

h) CFA-009

Este cultivar presenta flores de color blanco con márgenes lilas, hojas triangulares, vainas ligeramente curvadas, de color amarillo con una sección transversal piriforme. Estas vainas presentan el ápice derecho en posición marginal y presenta vainas excesivamente dehiscentes. Las semillas son de forma oval, de brillo medio, de color blanco y negro azulado en un diseño moteado.

En cuanto a la planta, esta presenta una capacidad trepadora del tipo 5 (ver Figura 1.8 del Anexo), es decir, que es menos alta, con entrenudos medianos, y con plantas que apenas alcanzan los 2 metros de los tutores. Además, presenta una distribución de carga de 1/2 lo que quiere decir que el mayor porcentaje de vainas se encuentran en la parte baja de la planta. Este cultivar presenta hábito de crecimiento tipo IV.

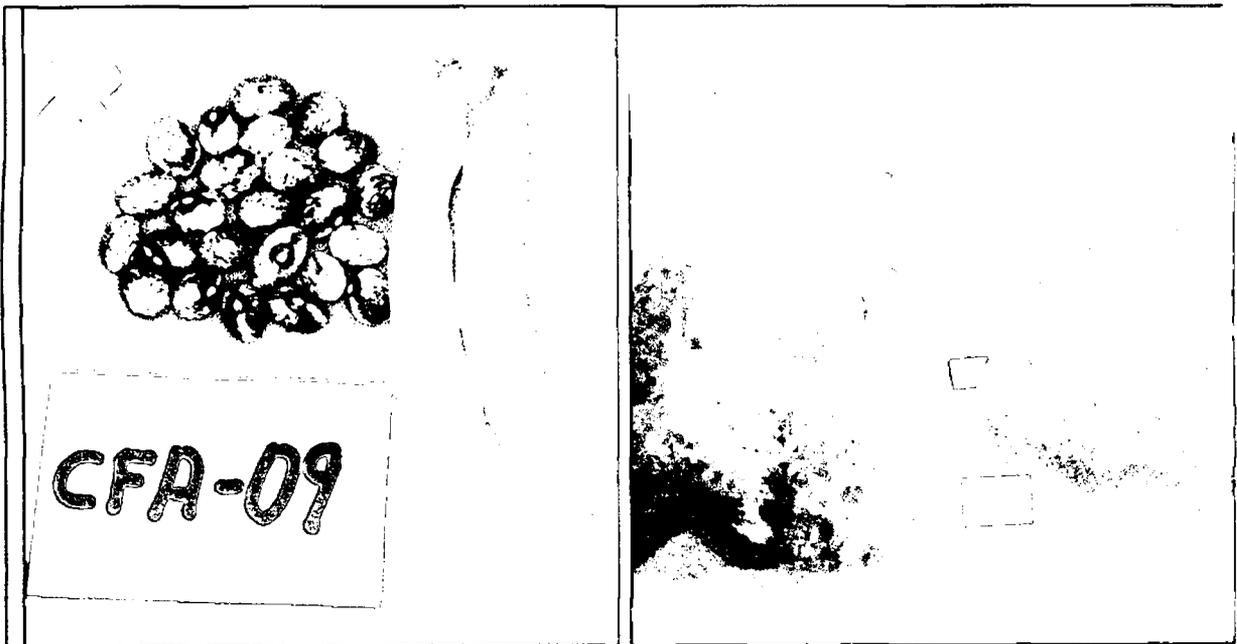


Figura 3.15 Flor, semillas y vainas de frijol de la colecta CFA-009

Figura 3.16 Plantas de frijol de la colecta CFA-009 en etapa reproductiva

i) CFA-010

Este cultivar presenta flores de color blanco, hojas triangulares, vainas ligeramente curvadas, de color amarillo con una sección transversal elíptica redondeada. Estas vainas presentan el ápice hacia abajo en posición marginal y presenta vainas excesivamente dehiscentes. Las semillas son de forma redonda, brillantes, y presenta color anaranjado predominante con colores rojos y blancos dispuestos en un diseño estriado.

En cuanto a la planta, esta presenta una capacidad trepadora del tipo 5 (ver Figura 1.8 del Anexo), es decir, que es menos alta, con entrenudos medianos, y con plantas que apenas superan los 2 metros de los tutores. Además, presenta una distribución de carga de 4/9 lo que quiere decir que el mayor porcentaje de vainas se encuentran en la parte baja de la planta. Este cultivar presenta hábito de crecimiento tipo IV.

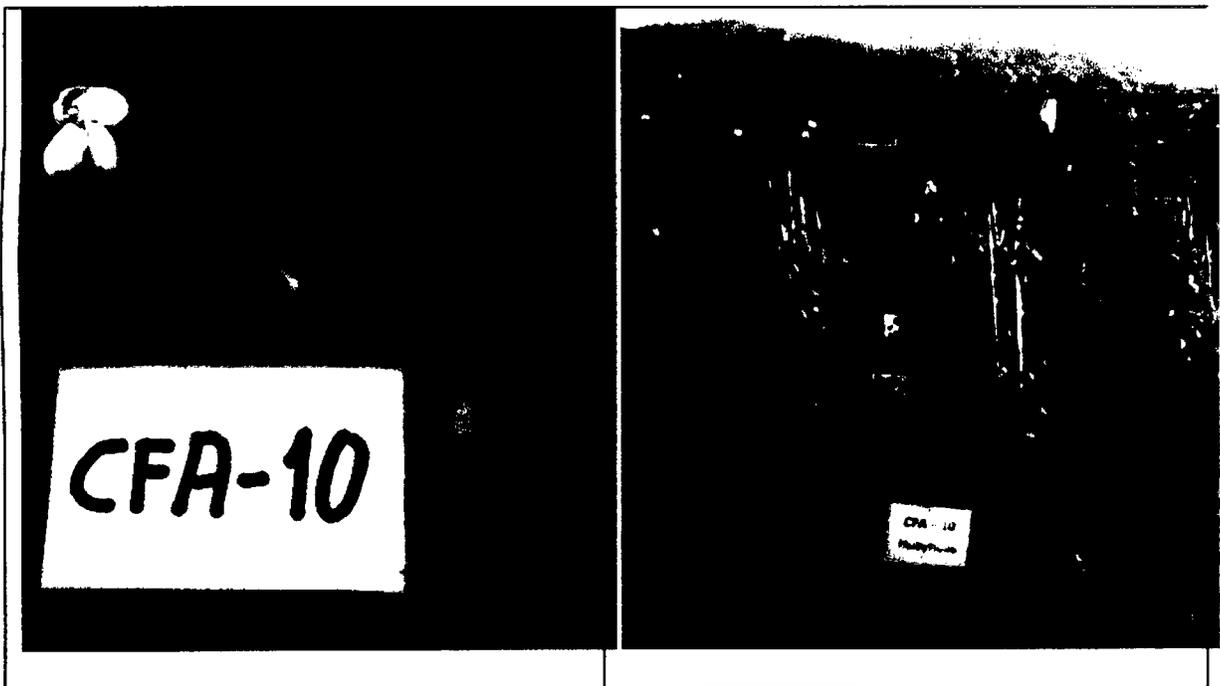


Figura 3.17 Flor, semillas y vainas de frijol de la colecta CFA-010

Figura 3.18 Plantas de frijol de colecta CFA-010 en etapa reproductiva

j) Selección progenis (Testigo)

Este cultivar presenta flores de color blanco, hojas cuadrangulares, vainas derechas, de color amarillo con una sección transversal muy achatada. Estas vainas presentan el ápice derecho en posición marginal y presenta vainas excesivamente dehiscentes. Las semillas son reniformes, brillantes, únicamente de color blanco y no presenta diseño alguno.

En cuanto a la planta, ésta no tiene capacidad trepadora (ver Figura 1.8 del Anexo), es decir, que son de tamaño pequeño, con entrenudos muy cortos, y son plantas que no necesitan de tutores, es por ello que no se ha evaluado la distribución de carga. Por todo ello, este cultivar se clasifica como arbustivo determinado y tiene un hábito de crecimiento tipo I.

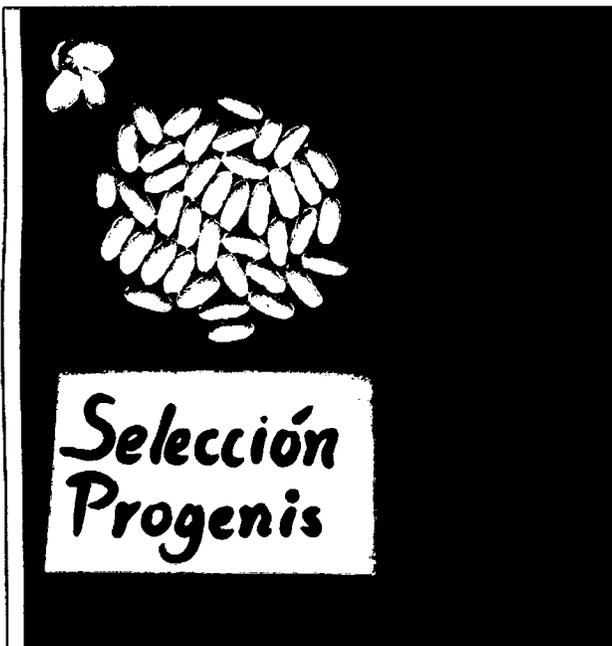


Figura 3.19 Flor, semillas y vainas de frijol de la Selección progenis

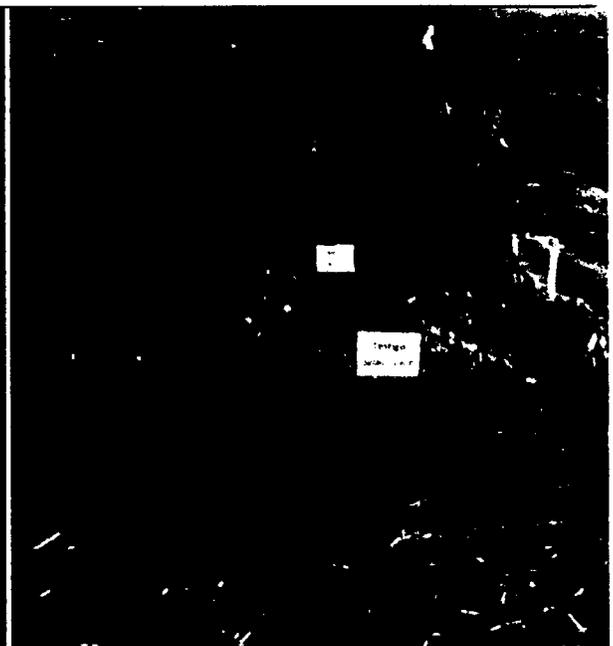


Figura 3.20 Plantas de frijol de la Selección progenis en etapa reproductiva

k) Análisis de agrupamiento

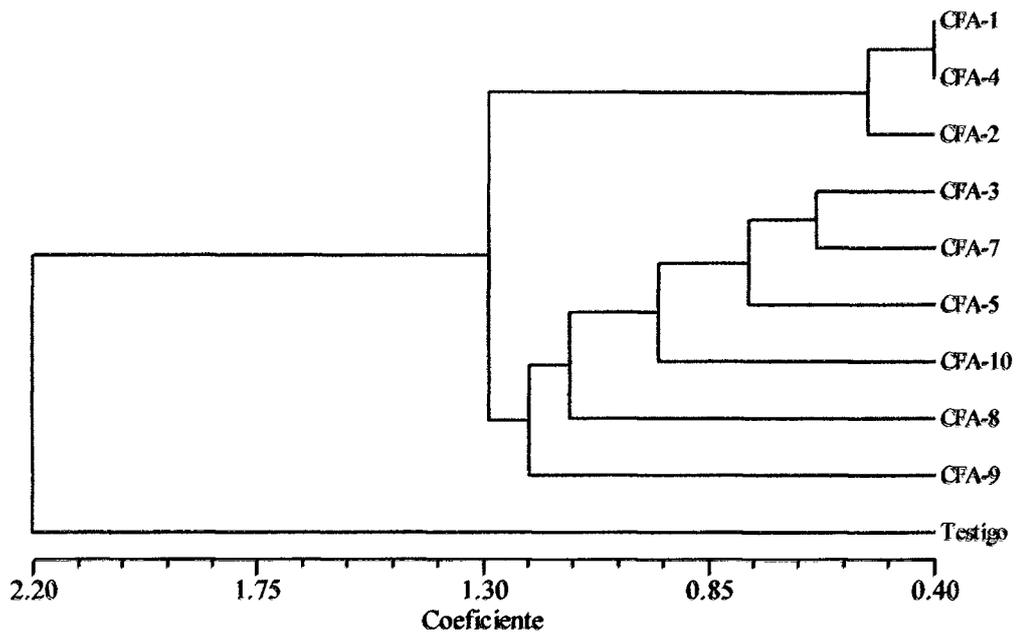


Figura 3.17 Fenograma de 10 colecciones de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) según 40 caracteres morfológicos, de precocidad y de rendimiento

En la figura 3.17 se observa que la máxima similitud con el coeficiente “distancia taxonómica promedio” se da con el valor = 0, en este caso a una distancia de 0.40 las colecciones CFA-001 y CFA-004 son muy similares. Aproximadamente a una distancia de 1.25 se pueden apreciar hasta 3 grupos.

El primer grupo está conformado por los cultivares CFA-001, CFA-004 y CFA-002 los cuales comparten caracteres en común como presentar semillas del mismo tamaño, de color blanco, de forma oval, con un diseño alrededor del hilum, con plantas muy altas que superan los tres metros de altura.

El segundo grupo está conformado por los cultivares CFA-3, CFA-7, CFA-5, CFA-10, CFA-8 y CFA-9, que comparten características en común como el tamaño de la semilla, la forma de semilla redondeada, la altura de planta que llega a superar los 2 metros de altura.

El tercer grupo formado solo por el testigo o selección progenis que se diferencia del resto en muchos aspectos como en la forma de semillas arriñonadas, plantas de tamaño pequeño (0.37 m), hábito de crecimiento tipo I, es decir arbustivo determinado, ser el más precoz (142 días hasta la cosecha).

CRUZ (1999), menciona que si consideramos un coeficiente de distancia igual a cero todas las entradas analizadas son diferentes, es decir, no hay duplicación de germoplasma, a pesar de que a nivel morfológico y color de granos algunas entradas son bastante parecidas.

3.2 Caracteres de Precocidad

En el cuadro 2.2 (Anexo) observamos todos los caracteres de precocidad de los 10 cultivares de frijol, el cual muestra los días en que se presentan cada una de las etapas fenológicas desde la germinación hasta la cosecha.

En el Cuadro 3.1 observamos los cuadrados medios de las fuentes de variación de los factores de precocidad en el que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos mas no así entre bloques. Se muestran también, los coeficientes de variabilidad que están dentro del rango permitido establecido por Calzada (1970).

Se ha realizado la prueba de Tukey para las etapas fenológicas más importantes como la floración, madurez fisiológica y cosecha.

Cuadro 3.1 Cuadrados medios de las fuentes de variación de los caracteres de precocidad

Fuente de variación	Grados de Libertad	Emergencia	Hojas primarias	Primera hoja trifoliada	Tercera hoja trifoliada	Prefloración	Floración	Formación de vainas	Llenado de vainas	Madurez fisiológica	Cosecha
Bloque	2	1,63 NS	1,23 NS	1,23 NS	2,23 NS	6,53 NS	1,63 NS	4,9 NS	21,23 NS	15,7 NS	11,43 NS
Tratamiento	9	25,59 **	32,31 **	32,31 **	35,24 **	631,74 **	617,22 **	519,22 **	556,24 **	653,11 **	616,31 **
Error	18	7,08	8,57	8,57	7,9	19,24	21,6	52,09	57,53	57,96	27,77
Total	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	30,82	19,34	13,22	9,78	5,42	4,94	6,03	5,65	4,82	2,98

NS = No significativo

* = Significativo

** = Altamente significativo

a) Días a la floración

En la Figura 3.1, se observa claramente que el cultivar en llegar antes a la floración fue el Testigo (Selección progenis) con 65 días después de la siembra, lo cual se debe a su condición de ser un cultivar arbustivo (tallo erecto y pequeño, sin guías, de floración uniforme y de corto periodo vegetativo). A éste, le siguió el CFA-008 con 84 días que hasta ese momento estaba mostrando precocidad entre los frijoles volubles, pero que posiblemente debido al ataque de enfermedades, no llegó a mantener esta tendencia. El resto de los cultivares obtuvieron valores similares, excepto el CFA-009 que se mostró tardío con 124 días hasta la floración.

Enciso (2005), obtuvo un rango que va desde 107 hasta 117 días hasta la floración para la variedad de frijol reventón llamada Q'osco poroto; mientras que Tenorio (1993), obtuvo desde 57 hasta 73 días hasta la floración para frijoles arbustivos. Se observa, claramente, una diferencia entre los frijoles reventones (volubles) y arbustivos tal como encontramos

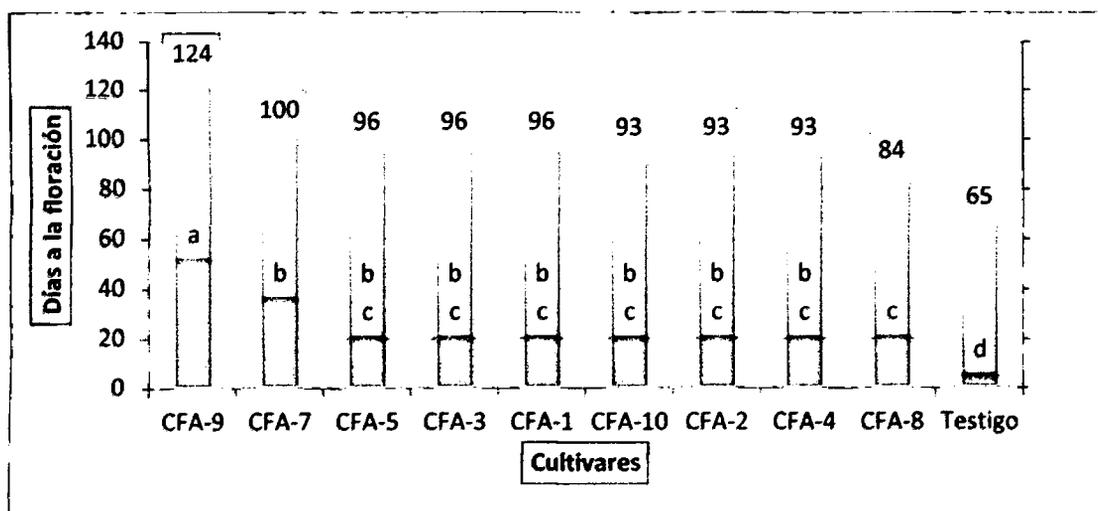


Figura 3.1. Prueba de Tukey para la variable días a la floración.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Alfa = 0.05

en el presente trabajo.

b) Días a la madurez fisiológica

En la Figura 3.2 se observa que el Testigo (Selección progenis) llegó a la madurez fisiológica antes que los demás con 128 días después de la siembra. También se observa que el CFA-008 llegó a los 147 días, siendo el más precoz entre los cultivares de frijol reventón. El más tardío siguió siendo el CFA-009 con 182 días.

Así mismo, Enciso (2005), obtuvo un rango que va desde 195 hasta 202 días hasta la madurez fisiológica para la variedad de frijol reventón llamada Q'osco poroto, mientras que

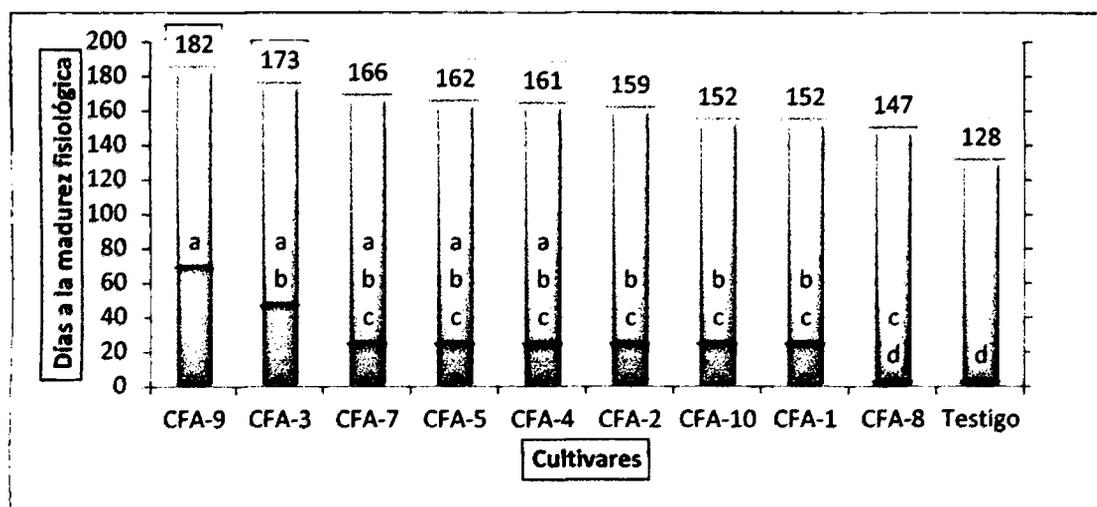


Figura 3.2. Prueba de Tukey para la variable días a la madurez fisiológica.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Alfa = 0.05

Tenorio (1993), obtuvo desde 110 hasta 128 días, confirmando nuevamente la diferencia fenológica entre frijoles volubles y arbustivos.

c) Días a la cosecha

En la Figura 3.3 se observa que el Testigo (Selección progenis) se mantuvo como el más precoz, llegando a la cosecha a los 142 días después de la siembra. Mientras que el más

tardío fue el CFA-009 con 196 días. Entre los demás cultivares se aprecia que no hay diferencia significativa.

Evaluando este mismo factor, Enciso (2005) reportó que la cosecha para el Q'osco poroto (variedad de frijol reventón) se realizaba entre los 214 hasta 224 días después de la siembra; mientras que Tenorio (1993) observó que la cosecha de variedades arbustivas se daban entre 127 y 148 días después de la siembra. En el presente trabajo, el frijol arbustivo (Testigo) llegó a cosecharse a los 142 días después de la siembra, mientras que los frijoles reventones se cosecharon posteriormente, similar a lo obtenido por Tenorio y Enciso, confirmando las diferencias fenológicas entre frijoles reventones y arbustivos.

En el Cuadro 2.2 (Anexo), observamos que la emergencia se dió a los 7 ó 9 días (todos los frijoles reventones) y a los 16 días (Selección progenis). Este último, se retrasó posiblemente debido al hecho de ser semillas guardadas.

A pesar de emerger tardíamente, la Selección progenis (Testigo) se mostró precoz al momento de la floración (65 dds). Entre todos los frijoles reventones (volubles) el más precoz

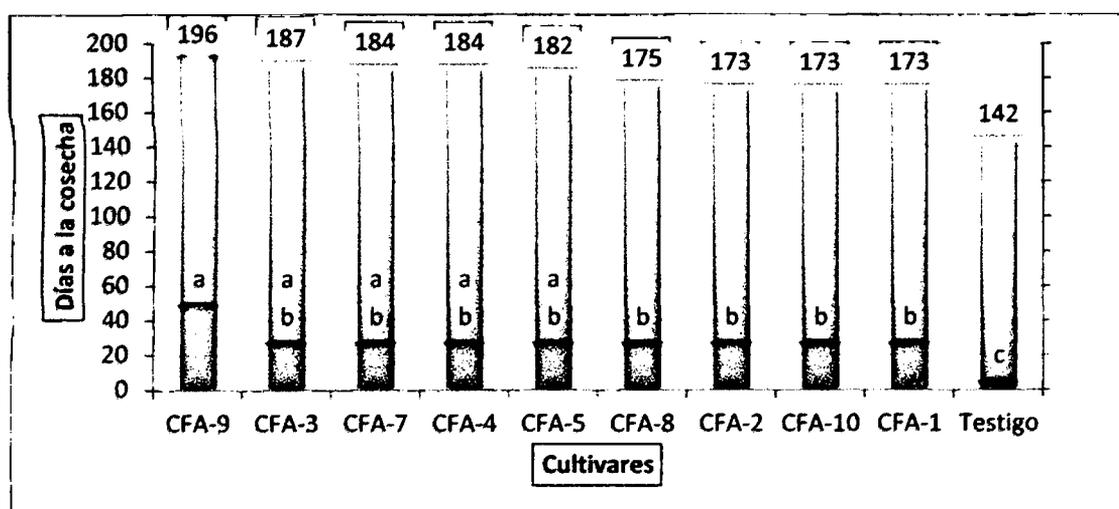


Figura 3.3. Prueba de Tukey para la variable días a la cosecha.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Alfa = 0.05

hasta la floración fue el CFA-008 (84 dds), mientras que los más tardíos fueron el CFA-007 y el CFA-009 (100 y 124 dds respectivamente). Cabe destacar que el CFA-008, aunque fue entre los frijoles reventones el más precoz, al momento de la cosecha dejó de serlo probablemente debido a que este cultivar fue atacado duramente por enfermedades lo cual retrasó su desarrollo.

El primero en llegar a la madurez fisiológica fue la Selección progenis (128 dds ó cuatro meses). Entre todos los frijoles reventones, el primero fue el CFA-008 (147 dds ó 5 meses), mientras que el más tardío fue el CFA-009 (182 dds ó 6 meses).

A la madurez de cosecha llegó primero la Selección progenis (142 dds ó 4,5 meses), mientras que entre los frijoles reventones, los primeros fueron el CFA-001, CFA-002 y CAF-10 (173 dds ó 5,5 meses); siendo el más tardío el CFA-009 (196 dds ó 6,5 meses). El CFA-008 dejó de ser el más precoz entre los frijoles reventones debido posiblemente al ataque de enfermedades.

El cultivar más precoz es la Selección progenis (Testigo), debido a que es un cultivar arbustivo determinado cuya característica es la de producir vainas en un breve periodo y de manera uniforme; en cambio, el resto de cultivares al ser volubles van ha tener un periodo de fructificación más extendido lo cual hace que en la parte superior de la planta se sigan observando flores aún cuando se vean vainas secas en la parte inferior. Esto no ocurre con las variedades arbustivas.

3.3 Caracteres de rendimiento

En el cuadro 2.4 (Anexo) se observa todos los caracteres de rendimiento, aquí evaluados, para los 10 cultivares de frijol.

El Cuadro 3.2 muestra los cuadrados medios de las fuentes de variación de los factores de rendimiento y existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos. Los coeficientes de variabilidad están dentro del rango permitido establecido por Calzada (1970).

Luego, todos los factores de rendimiento son evaluados mediante la prueba de Tukey.

a) Porcentaje de emergencia

En la Figura 3.4, se aprecia que el cultivar con mayor porcentaje de emergencia es el CFA-003 con 72.3%, en tanto que el CFA-009 fue el cultivar que presentó menor porcentaje de emergencia con 45.7%. Estos valores están por debajo de los obtenidos por Villantoy (1984), que en un estudio de rendimiento y susceptibilidad a enfermedades en frijol voluble y arbustivo obtuvo de 92 a 76 % de emergencia para variedades volubles. El bajo por-

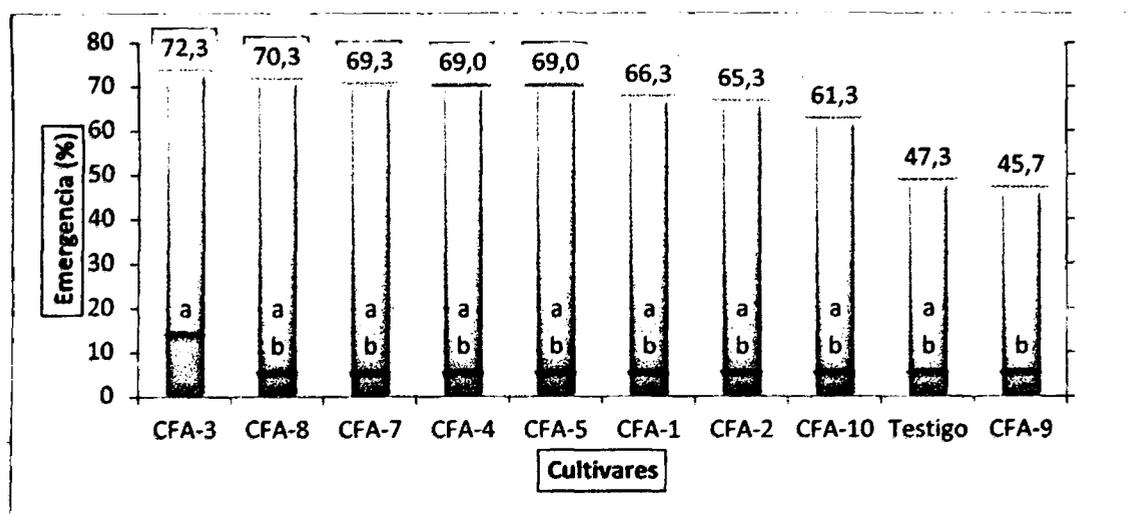


Figura 3.4. Prueba de Tukey para la variable porcentaje de emergencia.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes
Alfa = 0.05

Cuadro 3.2 Cuadrados medios de las fuentes de variación para los caracteres de rendimiento

Fuente de variación	Grados de libertad	Porcentaje emergencia	Altura de planta	Número semillas vaina	Ancho de semilla	Longitud de semilla	Número de vainas por planta	Número vainas racimo	Longitud de vaina	Peso de 1000 semillas	Número de plantas cosechadas	Largo de entrenudos	Número de guías planta
Bloque	2	514,9 **	0,14 NS	0,12 NS	0,0 NS	0,03 NS	223,87 NS	0,05 NS	0,09 NS	2492,5 NS	1051,3 **	1,58 NS	0,35 NS
Tratamiento	9	271,54 **	2,08 **	1,1 **	4,22 **	8,86 **	703,89 **	0,66 **	1,88 **	97886,67 **	648,83**	59,28 **	19,58 **
Error	18	74,42	0,33	0,05	0,01	0,04	121,12	0,1	0,16	1236,94	158,04	1,98	1,28
Total	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)		13,56	30,83	4,79	1,28	1,76	28,09	15,71	3,77	6,1	17,03	10,94	17,64

NS = No significativo

* = Significativo

** = Altamente significativo

centaje de emergencia se debe a la presencia de enfermedades y plagas presentes durante la fase juvenil de la planta. Las pudriciones radiculares e insectos comedores del tallo fueron los que causaron mayor daño. Puede ser posible que las semillas, al ser solo colectadas y no presentar garantía alguna, hayan venido pasadas, con bajo poder germinativo.

b) Altura de planta

En la Figura 3.5, observamos que el rango de alturas para los diferentes cultivares de frijol reventón van desde 3,11 m hasta 1,18 m que corresponden a los cultivares CFA-004 y CFA-009 respectivamente; mientras que el frijol arbustivo (Selección progenies o Testigo), presenta una altura de solo 0,37 cm. Estos valores son similares a los obtenidos por Enciso (2005) en un estudio de la influencia de la densidad de plantas en asociación de maíz morado y frijol reventón en donde se obtuvo alturas entre 2,74 a 3 m. Cabe aclarar que aquel estudio se realizó con una sola variedad de frijol reventón, (frijol Q'osco Poroto) que es la primera variedad de frijol reventón; mientras que el presente estudio se ha realizado con diferentes cultivares colectados de la zona de Ayacucho y que bien podrían

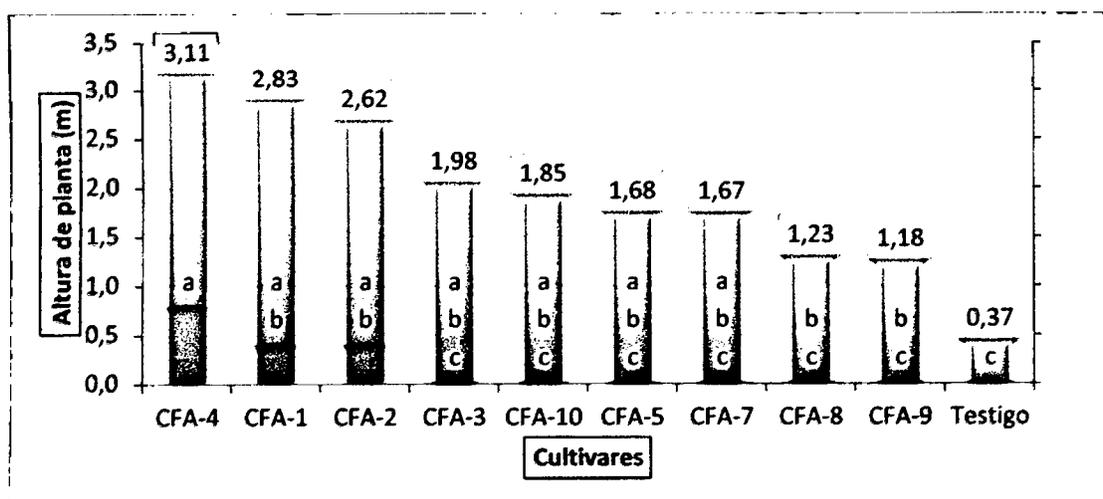


Figura 3.5. Prueba de Tukey para la variable altura de planta.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Alfa = 0.05

presentar diferente morfología.

c) Número de semillas por vaina

En la Figura 3.6, observamos un rango que va desde 5,5 a 3,8 semillas por vaina que corresponden a los cultivares CFA-003 y CFA-004 respectivamente. El Testigo (selección progenis) que es arbustivo, presentó 4,0 semillas por vaina. Estos valores son similares a lo obtenidos por Enciso (2005) en un estudio de la influencia de la densidad de plantas en asociación de maíz morado y frijol reventón que obtuvo de 5,15 a 4,57 semillas por vaina en la variedad Q'osco Poroto.

En otros trabajos, como por ejemplo, en los realizados por Villantoy (1984) en un estudio de rendimiento y susceptibilidad a enfermedades en frijol voluble y arbustivo, observamos que tiene un rango de 3,93 a 3 semillas por vaina para las variedades volubles. Así también Tenorio (1993), en un estudio denominado evaluación fenológica y fitopatológica de 100 cultivares de frijol, obtuvo de 6,25 a 3 semillas por vaina para variedades volubles

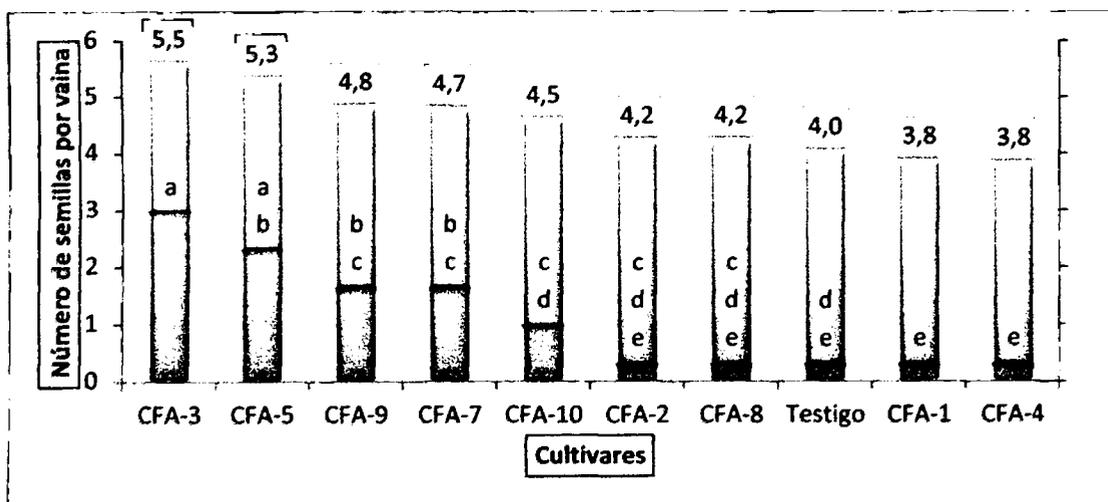


Figura 3.6. Prueba de Tukey para la variable número de semillas por vaina.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Alfa = 0.05

mientras que para variedades arbustivas obtuvo de 5,5 a 3 semillas por vaina.

Todo ello hace suponer que tanto las variedades volubles y arbustivas presentan valores similares a los obtenidos en el presente trabajo.

d) Ancho de semilla

En la Figura 3.7, observamos que el ancho de las semillas se encuentra en un rango que va desde 10,8 mm hasta 8,4 mm y que corresponden a los cultivares CFA-004 y CFA-009 de frijol reventón respectivamente. Mientras que el Testigo (Selección progenis) presenta un ancho de 7 mm. Los cultivares CFA-004, CFA-001 y CFA-002 no tienen diferencia significativa entre ellos y corresponden a semillas grandes con color blanco predominante. Así mismo, los cultivares CFA-007, CFA-003 y CFA-009 tampoco presentan diferencias estadísticas y corresponden a semillas pequeñas con colores oscuros. El Testigo, al presentar una

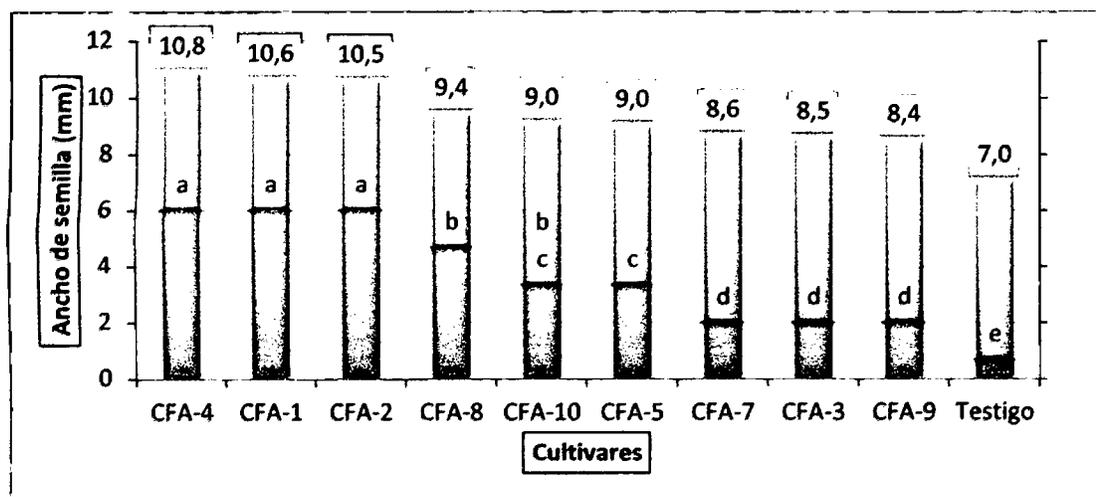


Figura 3.7. Prueba de Tukey para la variable ancho de semilla.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Alfa = 0.05

forma arriñonada alargada, presenta la más baja anchura mas no sucede así con la longitud.

e) Longitud de semilla

En la Figura 3.8, se observa, que el rango de la longitud de la semilla va desde 14,4 hasta 10 mm, mientras que el Testigo (Selección progenis) presenta 12,8 mm. Se observa también, a partir de esta figura y la anterior, que los cultivares con mayor ancho y longitud corresponden con los cultivares de mayor altura y a las semillas de color blanco predominante. Se aprecia también que los cultivares CFA-009 y CFA-003 pueden estar emparentados porque presentan el mismo ancho y largo (así también presentan casi el mismo color y forma).

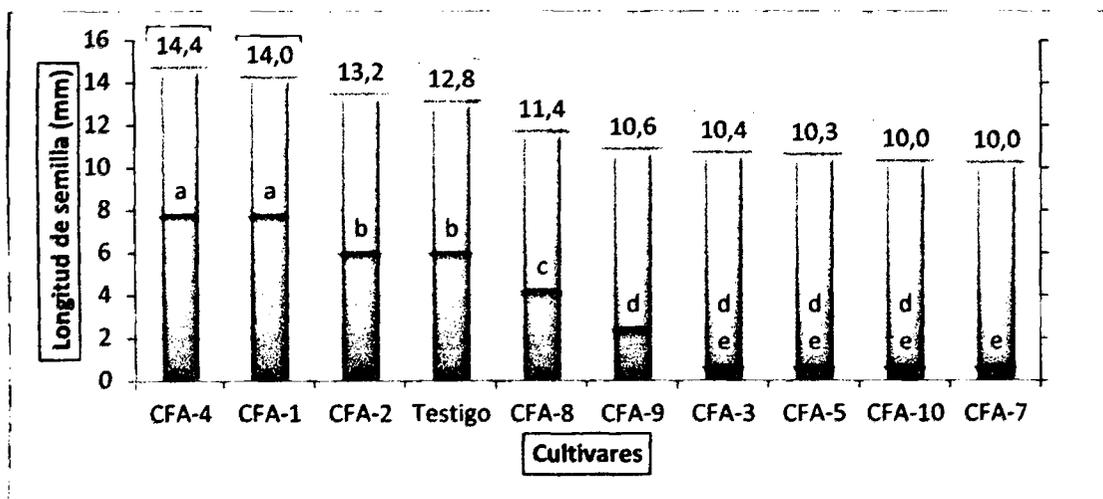


Figura 3.8. Prueba de Tukey para la variable longitud de semilla.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes
Alfa = 0.05

f) Número de vainas por planta

En la Figura 3.9, se observa que el rango del número de vainas por planta de los cultivares de frijol reventón va desde 64,6 hasta 24,8. Los cultivares de menor altura como el CFA-009 Y CFA-010 presentaron mayor cantidad de vainas por planta en relación a cultivares de mayor altura (CFA-001, CFA-002 y CFA-004). Esto puede deberse al bajo porcentaje de

emergencia y al ataque de enfermedades y plagas (podriciones radiculares y gusanos cortadores del tallo) durante la fase juvenil de la planta, dejando menor número de plantas por parcela que, al tener menor competencia, aprovecharon mejor los nutrientes. Por el contrario, los cultivares con menor número de vainas por planta presentaron mayor porcentaje de emergencia lo que genera mayor competencia por agua, luz y nutrientes incidiendo en la reducción del rendimiento por planta más no así en el rendimiento por parcela. El cultivar CFA-008 muestra el valor más bajo y esto se debe a su susceptibilidad a enfermedades que le atacaron desde el inicio de la formación de botones florales hasta la cosecha reduciendo la cantidad de vainas por planta. Notamos que el Testigo, presentó 65,9 vainas por planta lo cual se debe también a la baja densidad de plantas por parcela lo que, por las mismas razones antes mencionadas, produjo más cantidad de vainas por planta que por parcela. Por este motivo, el Testigo no figura entre los que hayan obtenido mayor rendimiento (ver Figura 3.13).

Estos resultados superan a los obtenidos por Enciso (2005) (estudio de la influencia de la densidad de plantas en asociación de maíz morado y frijol reventón) que obtuvo valores

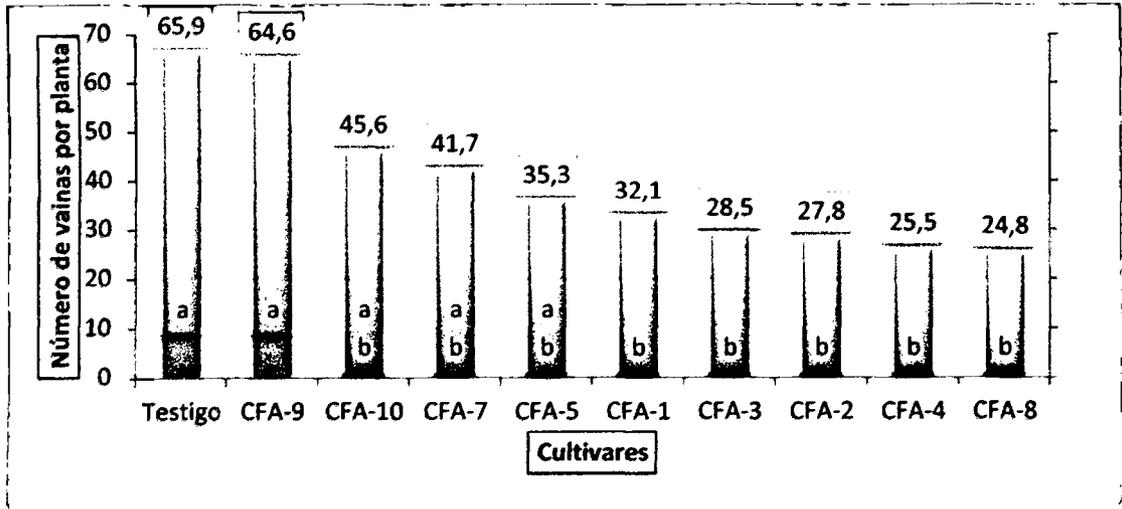


Figura 3.9. Prueba de Tukey para la variable número de vainas por planta.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes
Alfa = 0.05

que van desde 21,67 hasta 10,54 para la variedad Q'osco poroto; supera también a los obtenidos por Villantoy (1984) (estudio de rendimiento y susceptibilidad a enfermedades en frijol voluble y arbustivo), que obtuvo un rango de 19 a 11 vainas por planta para variedades volubles. Sin embargo estos resultados son similares a los obtenidos por Tenorio (1993) (evaluación fenológica y fitopatológica de 100 cultivares de frijol), que obtuvo un rango de 66 a 23 vainas por planta para variedades volubles.

g) Número de vainas por racimo

En la Figura 3.10, observamos el número de vainas por racimo en el que tenemos valores que van desde 2,3 hasta 1,3 para cultivares de frijol reventón. Aquí también el cultivar CFA-008 muestra el menor valor debido a las razones explicadas anteriormente. En el resto de los cultivares no hay diferencia significativa. El Testigo, un cultivar arbustivo, mostró el mayor número de vainas por racimo en comparación con los frijoles reventones.

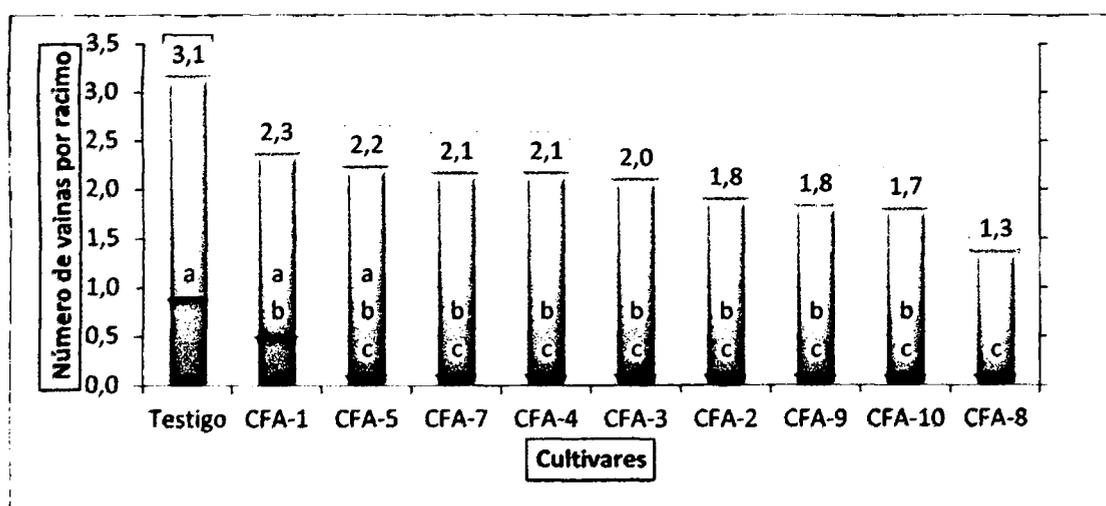


Figura 3.10. Prueba de Tukey para la variable número de vainas por racimo.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Alfa = 0.05

h) Longitud de vainas

La Figura 3.11, muestra que los valores, para los frijoles reventones, van desde 11,4 cm hasta 8,8 cm para los cultivares CFA-002 y CFA-010 respectivamente, mientras que el Testigo, debido a su condición de ser un cultivar mejorado, supera a la mayoría de frijoles reventones con una longitud de vaina promedio de 11,5 cm. Estos valores están por debajo de los obtenidos por Enciso (2005) (estudio de la influencia de la densidad de plantas en asociación de maíz morado y frijol reventón) que obtuvo valores que van desde 13,99 cm hasta 10,38 cm para una variedad de frijol reventón (Q'osco poroto); sin embargo, son similares a los obtenidos por Tenorio (1993) (evaluación fenológica y fitopatológica de 100 cultivares de frijol) que obtuvo un rango que va desde 11,25 cm hasta 7,75 cm para variedades volubles.

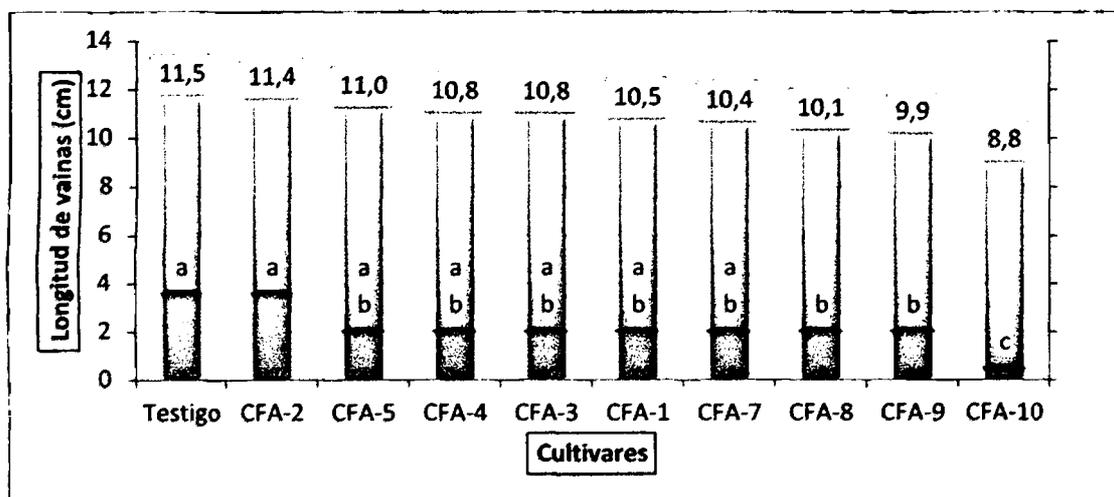


Figura 3.11. Prueba de Tukey para la variable longitud de vaina.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Alfa = 0.05

i) Peso de 1000 semillas

En la Figura 3.12, observamos que el rango varía, para los cultivares de frijol reventón, desde 866,7 hasta 416,7 g/1000 semillas. Los cultivares que obtuvieron el mayor peso fueron el CFA-004, CFA-001 y CFA-002 que coinciden con los cultivares de mayor altura, mayor tamaño de semilla y color blanco predominante; mientras que los cultivares que obtuvieron menor peso fueron CFA-010, CFA-007, CFA-009, CFA3 y el Testigo. Estos resultados superan a los obtenidos por Enciso (2005) (estudio de la influencia de la densidad de plantas en asociación de maíz morado y frijol reventón) que obtuvo un rango que va desde 522,6 hasta 486,2 g/1000 semillas para una variedad de frijol reventón (Q'osco poroto); igualmente, supera también a los resultados obtenidos por Villantoy (1984) (estudio de rendimiento y susceptibilidad a enfermedades en frijol voluble y arbustivo) que obtuvo un rango de 588,5 hasta 300,6 g/1000 semillas para frijoles volubles.

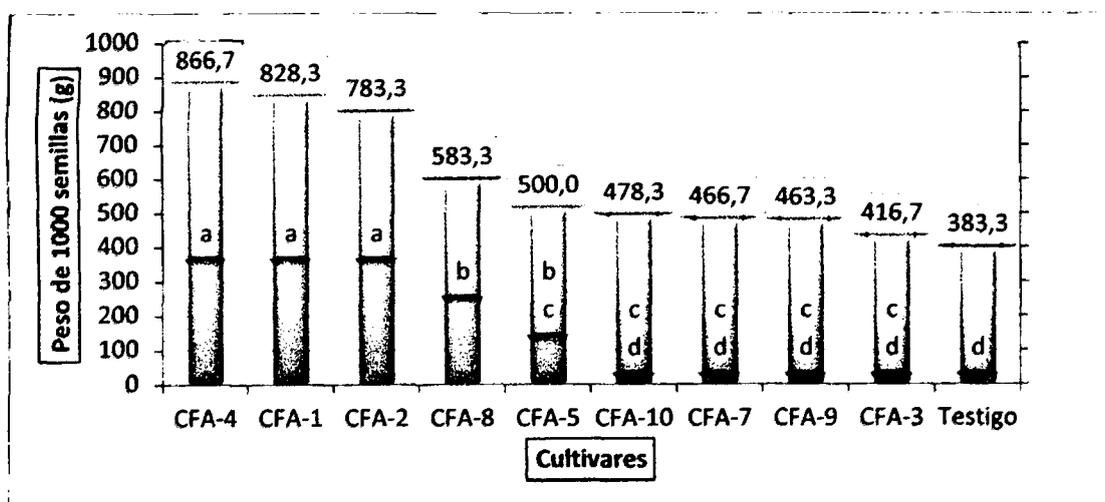


Figura 3.12. Prueba de Tukey para la variable peso de 1000 semillas.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Alfa = 0,05

j) Rendimiento en grano (kg/ha)

El cuadro 2.7 del Anexo, nos muestra el análisis de covarianza con alta significación estadística para la corrección del rendimiento por el efecto del número de plantas cosechadas por parcela, por lo tanto se debe efectuar el rendimiento ajustado por el valor de la variable X. En la Figura 3.13, se observa el resultado de este ajuste bajo la prueba de DLS. vemos que los cultivares de mayor rendimiento fueron el CFA-001, CFA-9, CFA-007, CFA-010, CFA-005, CFA-004 y CFA-002, sin diferenciarse estadísticamente entre ellos; mientras que las que presentaron menor rendimiento fueron el Testigo (selección progenis), el CFA-003 y el cultivar CFA-008. El Testigo produjo menos porque es un cultivar arbustivo de solo 37 cm de alto en comparación con los frijoles reventones; mientras que el cultivar CFA-008 produjo menos debido a la presencia de enfermedades. La diferencia se debe al hecho de que las variedades volubles (como es el caso del frijol reventón) crecen más y tiene un periodo vegetativo más largo que las variedades arbustivas y por consiguiente la producción de semillas es mayor.

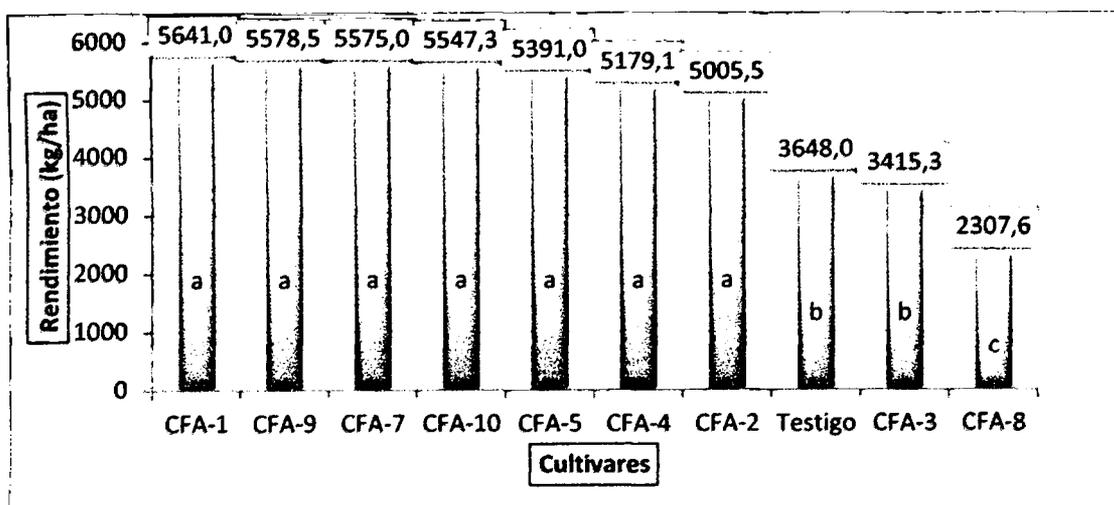


Figura 3.13. Prueba de DLS (0.05) de los promedios del rendimiento corregido por el número de plantas cosechadas.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Estos resultados superan a los obtenidos por Enciso (2005) (estudio de la influencia de la densidad de plantas en asociación de maíz morado y frijol reventón) que trabajó con una variedad de frijol reventón llamado Q'osco poroto en el que obtuvo un rendimiento de 694,4 kg/ha en asociación con maíz morado y de 1620,4 hasta 1242,7 kg/ha en monocultivo; y están por debajo del rendimiento máximo obtenido por Tenorio (1993) (evaluación fenológica y fitopatológica de 100 cultivares de frijol) que obtuvo rendimientos que van desde 8783 hasta 967 kg/ha para variedades volubles.

k) Número de plantas cosechadas por parcela

Al ver la Figura 3.14, observamos que los cultivares CFA-003, CFA-008, CFA-007, CFA-005 y CFA-004 presentaron mayor número de plantas cosechadas, mientras que el CFA-009 presentó menor número. La razón de presentar menor número de plantas cosechadas es el hecho de haber presentado bajos porcentajes de emergencia, ya que estos resultados coinciden con los porcentajes de emergencia, es decir, que el que presentó menor porcentaje de emergencia fue el que presentó menor número de plantas cosechadas. El cul-

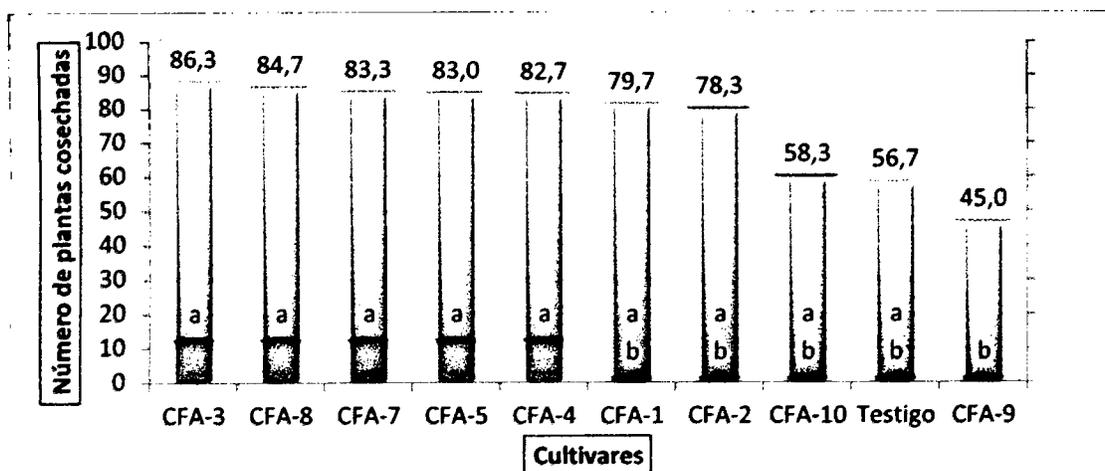


Figura 3.14. Prueba de Tukey para la variable número de plantas cosechadas.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Alfa = 0.05

El cultivar CFA-008 tuvo uno de los más bajos rendimientos, presentó un alto porcentaje de emergencia y un alto número de plantas cosechadas en comparación con los demás, lo cual se explica con el hecho de que este cultivar fue atacado con enfermedades que redujeron su rendimiento sin haber matado a la mayoría de plantas.

I) Longitud de entrenudos

Al ver la Figura 3.15, observamos que el rango de longitud de los entrenudos para los cultivares de frijol reventón varían desde 17,3 hasta 10,7 cm. Aquí, observamos que los cultivares que presentaron las mayores longitudes de entrenudos fueron la CFA-002, CFA-004 y CFA-001 que corresponden a los cultivares de mayor altura, el CFA-008 fue el que presentó menor longitud debido probablemente a la presencia de enfermedades. El CFA-009 también presentó menor longitud de entrenudos lo cual puede considerarse como una característica natural propia del cultivar. El Testigo (Selección progenis) al ser un cul-

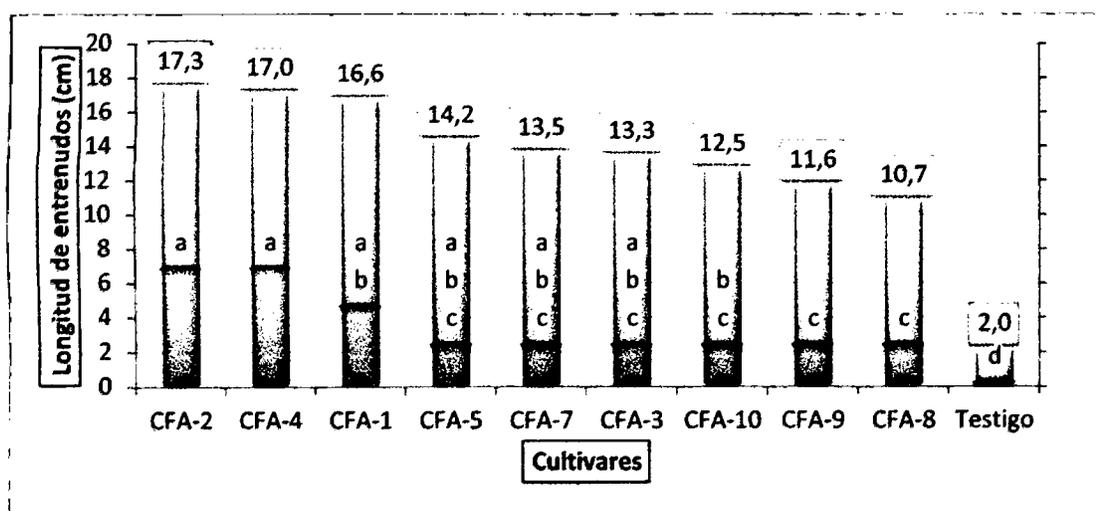


Figura 3.15. Prueba de Tukey para la variable longitud de entrenudos.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Alfa = 0.05

El cultivar arbustivo, no trepador, presenta entrenudos bastante cortos (2 cm) en comparación

con los cultivares de frijol reventón. Generalmente, las mayores longitudes de entrenudos están relacionadas con una mayor capacidad para trepar.

m) Número de guías por planta

En la Figura 3.16, observamos que los cultivares CFA-004 y CFA-007 presentaron mayor número de guías por planta (8,9 y 7,8 guías), mientras que el CFA-008 presentó la menor cantidad de guías (4,4 guías) debido probablemente a la presencia de enfermedades. El Testigo (Selección progenis) al ser un cultivar arbustivo, no trepador, careció de guías. La presencia de guías en el frijol diferencia a las variedades indeterminadas de las determinadas ya que las primeras tienen aptitud para trepar en presencia de un tutor.

Observando todas las evaluaciones realizadas, podemos afirmar que el mejor cultivar entre todos los que se han estudiado es el CFA-001 ya que posee el más altos rendimiento y es el más precoz; su desventaja es que posee gran altura lo cual hace necesario el uso de grandes tutores lo cual afecta los costos de producción. Seguidamente esta el CFA-007

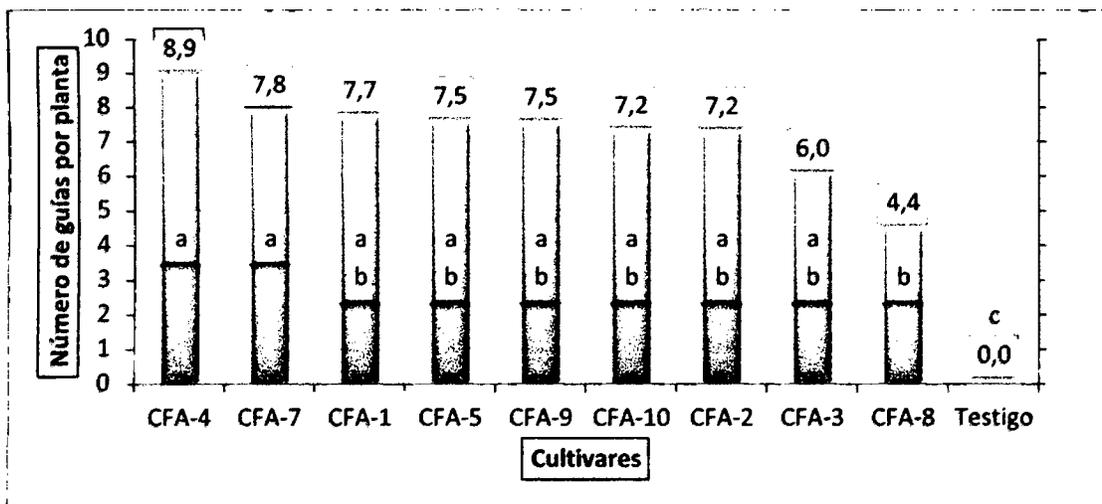


Figura 3.16. Prueba de Tukey para la variable número de guías por planta.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes
Alfa = 0.05

que tiene uno de los más el más altos rendimientos, presenta un porte no tan alto, y según sus antecedentes se trataría de un excelente frijol para tostar; su desventaja es que es uno de los más tardíos. El CFA-005 es muy parecido al CFA-007 en todos los aspectos excepto en el color de semilla; como se ve, también tiene alto rendimiento y no es tan alta, también tiene antecedentes de ser un excelente frijol para tostar. El CFA-001, El CFA-002 y el CFA-004, si bien tienen altos rendimientos, son demasiado altos lo cual dificulta su manejo; pero su ventaja podría estar en la precocidad que muestra entre todos los demás frijoles reventones. La mayor desventaja del CFA-009 es que se mostró como la más tardía con el más bajo porcentaje de emergencia de todos los demás cultivares estudiados, sin embargo presenta también sus propias ventajas como por ejemplo presentar la altura de planta más baja, tener un buen rendimiento y según sus antecedentes también sería un frijol apto para tostar. En todo caso, los mejores cultivares estarían representados por el CFA-001, el CFA-007 y el CFA-005.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Todos los cultivares de frijol reventón aquí estudiados presentaron las mismas características: plantas altas y volubles, la necesidad de tutoraje, vainas excesivamente dehiscentes, producción mayormente en la parte baja de la planta. Solo se diferencian en algunos caracteres específicos como el color, el diseño y la forma de las semillas y vainas; y en el color de flores.
2. Los frijoles reventones más precoces fueron el CFA-001, CFA-002 y CFA-010 con 173 dds (5.5 meses) hasta la cosecha, mientras que el más tardío fue el CFA-009 que llegó a cosecharse a los 196 dds (6.5 meses).

3. Los frijoles reventones que rindieron más fueron el CFA-001, CFA-009 y el CFA-007 con 5641, 5579 y 5575 kg/ha respectivamente; mientras que el que rindió menos fue el CFA-008 con 2308 kg/ha.
4. El cultivar que ha presentado mejores características es el CFA-1 ya que es el más precoz, y el de mayor rendimiento. También se incluye al CFA-7 y el CFA-5 ya que son de alto rendimiento.

Recomendaciones

1. Continuar estudiando a los cultivares más rendidores y de mejores características como son el CFA-001, CFA-007 y el CFA-005, prefiriéndose a los dos últimos debido a su capacidad de reventar cuando son expuestos al calor.
2. Para evaluar los caracteres de precocidad, se debe emplear otro método que se ajuste a la morfología de los frijoles volubles ya que estos al ser indeterminados trepadores van a presentar diferentes estructuras reproductivas al mismo tiempo.
3. Para evaluar los caracteres de rendimiento se debe sembrar mayor número de semillas por golpe para luego dejar tres plantas para así dar uniformidad al experimento.
4. Al evaluar tanto en la caracterización, la precocidad y el rendimiento, se debe emplear como testigo a un cultivar que presente características similares a los demás tratamientos.

RESUMEN

El frijol reventón también conocido como ñuña es una especie originaria de los Andes centrales, sus granos presentan alto contenido de proteínas y es consumida tostada. El presente trabajo consistió en evaluar 10 cultivares de frijol (9 reventones y uno común) que han sido colectados de diferentes zonas del departamento de Ayacucho con el objetivo de caracterizarlos y evaluar su precocidad y su rendimiento en condiciones de Canaán (INIA-Ayacucho) que está ubicado a 2720 msnm. El diseño experimental empleado fue el bloque completamente randomizado.

Se hizo la caracterización usando algunos de los descriptores proporcionados por el IBPGR (Centro Internacional para los Recursos Genéticos Vegetales). Además, se evaluaron variables de precocidad como la germinación, emergencia, días a la formación de hojas primarias, las hojas trifoliadas, la prefloración, la floración, la formación de vainas, el llenado de vainas, la madurez fisiológica y la madurez de cosecha; así como también variables de productividad como el porcentaje de emergencia, la altura de planta, el número de semillas por vaina, el ancho de semilla, la longitud de semilla, el número de vainas por planta, el número de vainas por racimo, la longitud de vaina, el peso de 1000 semillas, el rendimiento, el número de plantas cosechadas por parcela, la longitud de entrenudos y el número de guías por planta.

Cada uno de los cultivares presentan características únicas en lo que se refiere al color, forma y tamaño de las semillas, se han encontrado semillas de color rojo, blanco, anaranjado, amarillo -marrón, verdosas; también se observaron semillas con diseño moteado, con coloraciones alrededor del hilum y estriadas; se vieron formas ovaladas, esféricas, reniformes y cuboides.

Los frijoles reventones presentaron plantas con hábito de crecimiento tipos IV por ser volubles y trepadores.

Los cultivares, de acuerdo a su precocidad hasta la cosecha se han clasificado de la siguiente manera: Selección Progenis (142 días), CFA-001 y CFA-002 y CFA-010 (173 días), CFA-008 (175 días), CFA-005 (182 días), CFA-004 y CFA-007 (184 días), CFA-003 (187 días), CFA-009 (196 días)

Así mismo también se han clasificado de acuerdo a su rendimiento: CFA-007 (5972 kg/ha), CFA-001 (5885 kg/ha), CFA-005 (5774 kg/ha), CFA-004 (5549 kg/ha), CFA-002 (5194 kg/ha), CFA-010 (4903 kg/ha), CFA-009 (4379 kg/ha), CFA-003 (3938 kg/ha), Selección progenis (2934 kg/ha) y CFA-008 (2760 kg/ha).

REFERENCIAS LITERARIAS

1. ARIAS, M., T. RENGIFO, J. JARAMILLO, 2007. Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Frijol Voluble, FAO, Gobernación de Antioquia, MANA, CORPOICA, Centro de Investigación La Selva.
2. BRINK, M. & BELAY, G, 2006. Plant Resources of Tropical Africa 1 Cereals and pulses. PROTA Foundation, Wageningen, Netherlands. 298 pp
3. CALZADA, J., 1970. Métodos estadísticos para la investigación. Edit. Jurídica. 3ra Edic. Lima. Perú.
4. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT), 1980. Informe Anual Programa de Frijol. Cali, Colombia. 399 p.
5. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT), 1984. Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Guía de estudio. Serie 04SB-09.01
6. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT), 1989. Bean productions problems in the tropics. 2dn ed. Schwartz, H. F. and Pastor Corrales, M. A. (eds.). Cali, Colombia. 726 p.
7. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT), 2002. Vivero internacional de frijoles volubles andinos (VIVA).
8. CRUZ, J., F. CAMARENA, J. PIERRE, 2009. Evaluación agromorfológica y caracterización molecular de la ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) IDESIA (Chile) Vol. 27, Nº 1; 29-40.
9. ENCISO, P., 2005. Influencia de la densidad de plantas en asociación de maíz morado y frijol reventón (*Phaseolus vulgaris*). Canaán a 2760 msnm. Ayacucho.

10. FONTAGRO, 2003. Proyecto: selección de gametos para el mejoramiento de la resistencia a enfermedades en frijol voluble autóctono de la región alto andina. Resumen ejecutivo. Informe del año 2.
11. GAMARRA M. (1997) Qosqo Poroto INIA, primera variedad de frijol reventón, poroto Ñuña o numia para los valles interandinos de la Sierra. Boletín divulgativo. Instituto Nacional de Investigación Agraria, Proyecto regional de frijol para la zona Andina (INIA-PROFIZA). 25 p.
12. HOLDRIDGE, L. 1970 Ecología basada en zona de vida. IICA, San José, Costa Rica, 216 págs
13. IBÁÑEZ, R., G. AGUIRRE, 1983. Manual de Practicas de fertilidad de Suelos. UNSCH. Ayacucho. Perú.
14. INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES (IBPGR), 1982. Descriptors for *Phaseolus vulgaris* IBPGR Secretariat, Rome.
15. LLIQUE, N. 1993. "Efecto del medio ambiente en el contenido de proteínas y capacidad reventón del Frijol Ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.), en el Departamento de Cajamarca. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. 81 p.
16. OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS NATURALES – ONERN, 1976. Mapa ecológico del Perú. Guía explicativa. Lima Perú
17. PARSONS D. B, 1981. Frijol y Chicharro. Segunda Edición. México.
18. Rural Advancement Foundation International [RAFI]. (2001). Communicate. <http://www.rafi.org>
19. TENORIO, V., 1993. Evaluación fenológica y fitopatológica de 100 cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Canaán. 2750 msnm. Ayacucho. UNSCH.

20. THE NATIONAL ACADEMIES PRESS, 1989. Lost Crops of the Incas: Little-Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation. Washington D.C. [En línea] disponible en: <http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=030904264X&page=172>
21. TOHME, J.; O.TORO, J. VARGAS, Y D.G. DEBOUCK. 1995. Variability in Andean Ñuña Common Beans (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). En Econ. Bot. p. 78-95.
22. VALLADOLID, A., 1993. El cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la costa del Perú. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Dirección General de Investigación Agraria. Lima Perú. Serie Manual Nº 17-93.
23. VAN BEEM, J.; J. KORNEGAY & L. LAREO. 1992. "Nutritive Value of the Ñuña Popping Bean". En Econ. Bot. 46 (2): 164-170.
24. VILLANTOY, A., 1984. Estudio de rendimiento y susceptibilidad a enfermedades en frijol voluble y arbustivo (*Phaseolus vulgaris*) bajo condiciones de Canaán a 2750 msnm. Ayacucho UNSCH.
25. ZIMMERER, K. 1992. Biological Diversity and Local Development 'Popping Beans' in the Central Andes. Mountain Research and Development 12 (1), 47-61.

Páginas webs consultadas:

<http://ar.groups.yahoo.com/group/agroindustrias/message/1833>

http://www.ciat.cgiar.org/beans/highlights_2002.html

<http://www.freepatentsonline.com/6419976.html>

<http://www.freepatentsonline.com/6419976.html>

<http://www.infoagro.com>

<http://www.minag.gob.pe>

<http://www.vanguardia.com/archivo/741-nuna-crispetas-pero-de-frijol>

ANEXOS

1. Parámetros para la caracterización de frijol

a) Color de flor: Puede ser:

- 1 blanco,
- 2 verde,
- 3 lila,
- 4 blanco con márgenes lilas,
- 5 blanco con estrías rojas,
- 6 lila oscuro con manchas medio purpuras,
- 7 rojo carmín,
- 8 purpura u
- 99 otros.

b) Forma de hoja: Se observa el foliolo terminal de la tercera hoja el cual puede tener la forma:

- 1 triangular,
- 2 cuadrangular o
- 3 redonda.

c) Color de vaina: Se evaluará a la madures fisiológica. Entre los colores que se pueden presentar se tienen:

- 1 Purpura oscuro,
- 2 rojo,

- 3 rosado,
- 4 amarillo,
- 5 amarillo claro con manchas o estrías,
- 6 verde persistente.

d) Sección transversal de vainas: Se observa en vainas completamente expandidas. Puede tener sección transversal:

- 1 muy achatadas,
- 2 piriforme,
- 3 elíptica redondeada,
- 4 en forma de ocho u
- 99 otro.

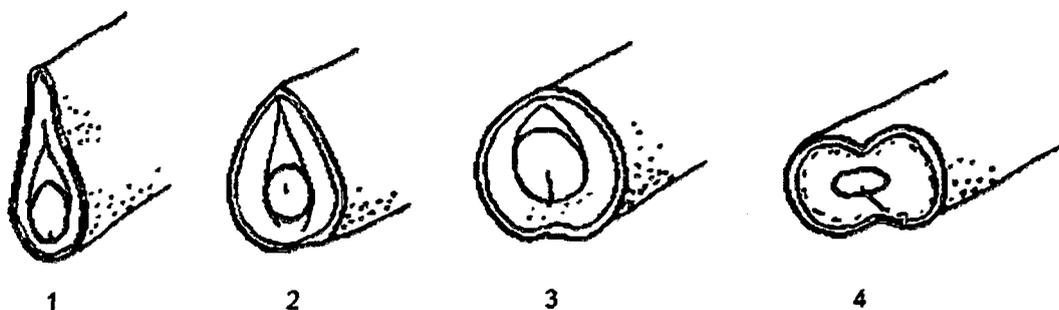


Figura 1.1 Sección transversal de vainas

e) Curvatura de vaina: Se recomienda observar en vainas inmaduras pero completamente expandidas. Puede o no presentar curvatura por ello se evalúa si es:

- 3 derecha,
- 5 ligeramente curva,
- 7 curva o

9 muy curvada.

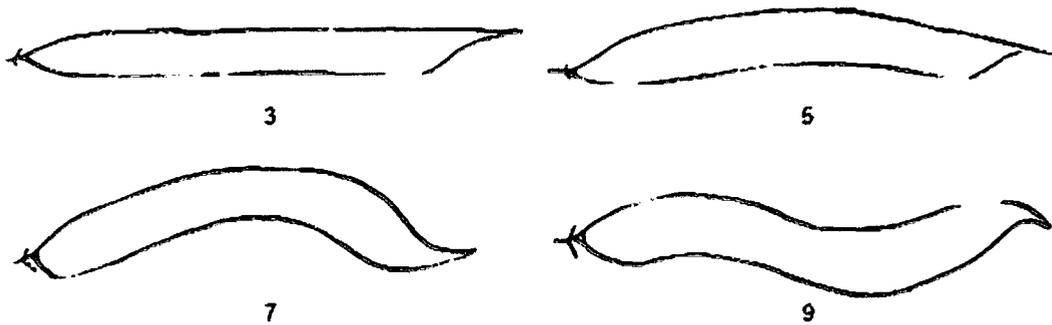


Figura 1.2 Curvatura de vaina

f) Posición del ápice de la vaina: Puede ser:

- 1 marginal,
- 2 no marginal u
- 99 otra.

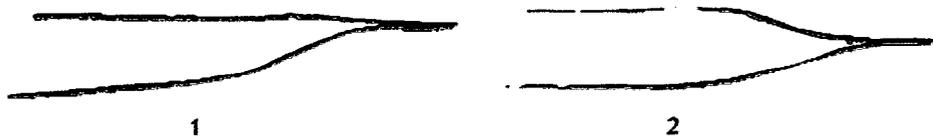


Figura 1.3 Posición del ápice de la vaina

g) Orientación del ápice de la vaina: Puede ser:

- 3 para arriba,
- 5 derecho o
- 7 para abajo.



Figura 1.4 Orientación del ápice de la vaina

h) Fibras de la Pared de la vaina: Pueden presentar fibras:

- 3 fuertemente contraídas las que se adhieren fuertemente a las semillas en plena madurez de cosecha (tipo carnoso).
- 5 vainas coriáceas las cuales no se abren espontáneamente cuando las vainas están secas (no dehiscentes).
- 7 vainas excesivamente dehiscentes que presentan un fuerte enrollamiento cuando las vainas son abiertas.

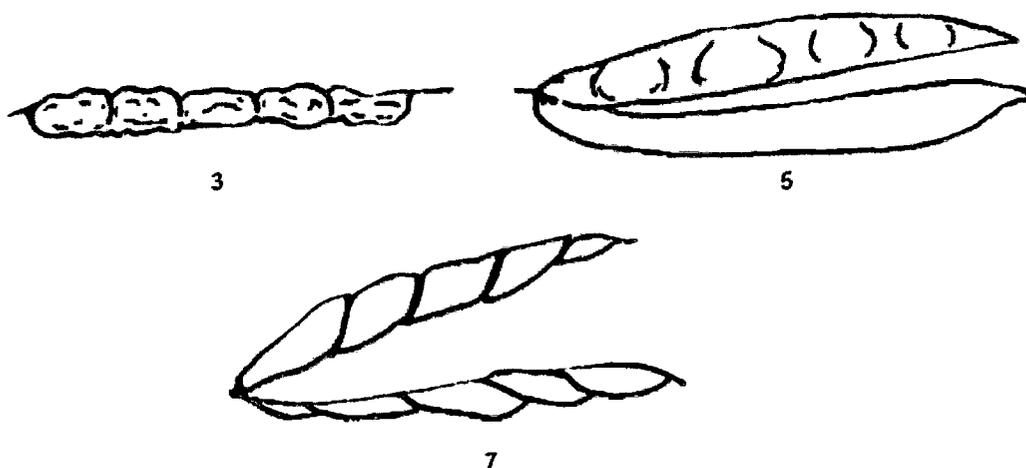


Figura 1.5 Fibras de la pared de la vaina

i) Diseño del tegumento de la semilla: Pueden o no presentar un diseño característico.

Estos diseños pueden ser:

- 0 Ausente,
- 1 moteados,
- 2 estriados,
- 3 manchado romboide,
- 4 punteado,
- 5 manchado circular,
- 6 diseño de color marginal,
- 7 estrías anchas,
- 8 bicolor,
- 9 manchado bicolor,
- 10 diseño alrededor del hilum, u
- 99 otros.

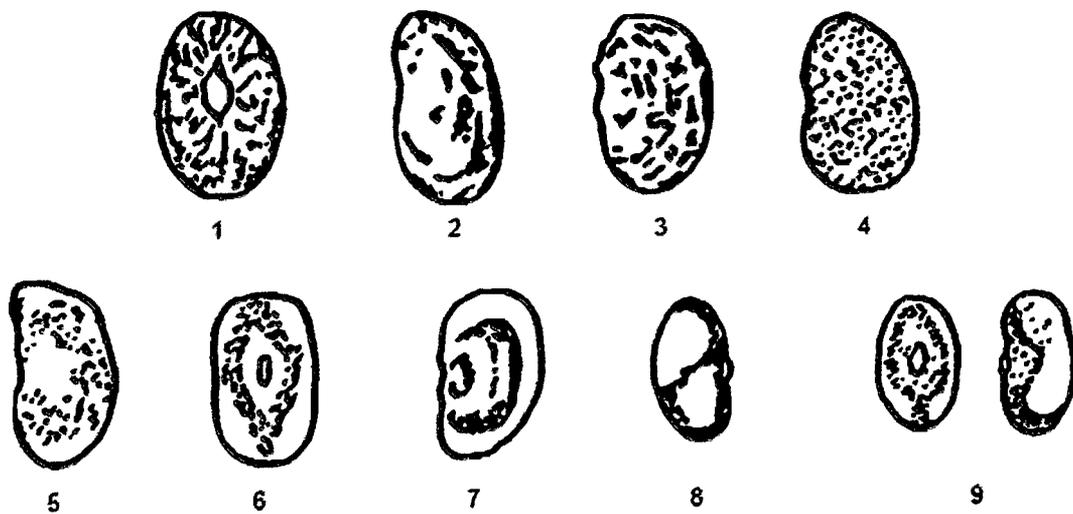


Figura 1.6 Diseño del tegumento de la semilla

j) Color más oscuro del tegumento de la semilla: Pueden ser:

- 1 negro,
- 2 marrón claro a oscuro,
- 3 marrón enrojecido,
- 4 gris medio marrón a verdoso,
- 5 amarillo a amarillo verdoso,
- 6 crema claro a amarillo pálido,
- 7 blanco puro,
- 8 blanquecino,
- 9 blanco teñido de purpura,
- 10 verde clorofila,
- 11 verde olivo,
- 12 rojo,
- 13 rosado,
- 14 purpura u
- 99 otros.

k) Color más claro del tegumento de la semilla: Usar la clasificación anterior.

l) Brillo de la semilla: Puede ser:

- 3 mate,
- 5 medio o
- 7 brillante.

m) Forma de la semilla: se recomienda observar la semilla de la parte media de la vaina.

Las formas pueden ser:

- 1 redonda,
- 2 oval,
- 3 cuboides,
- 4 reniforme,
- 5 alongada trunca.

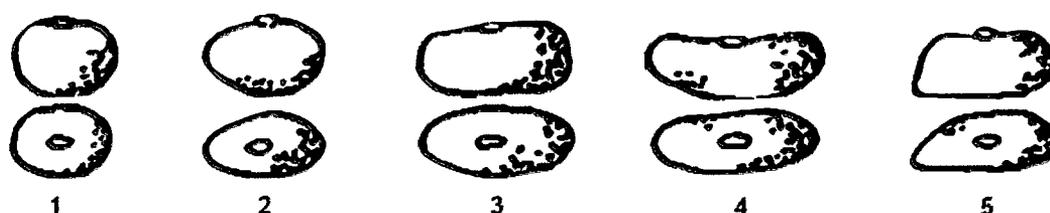
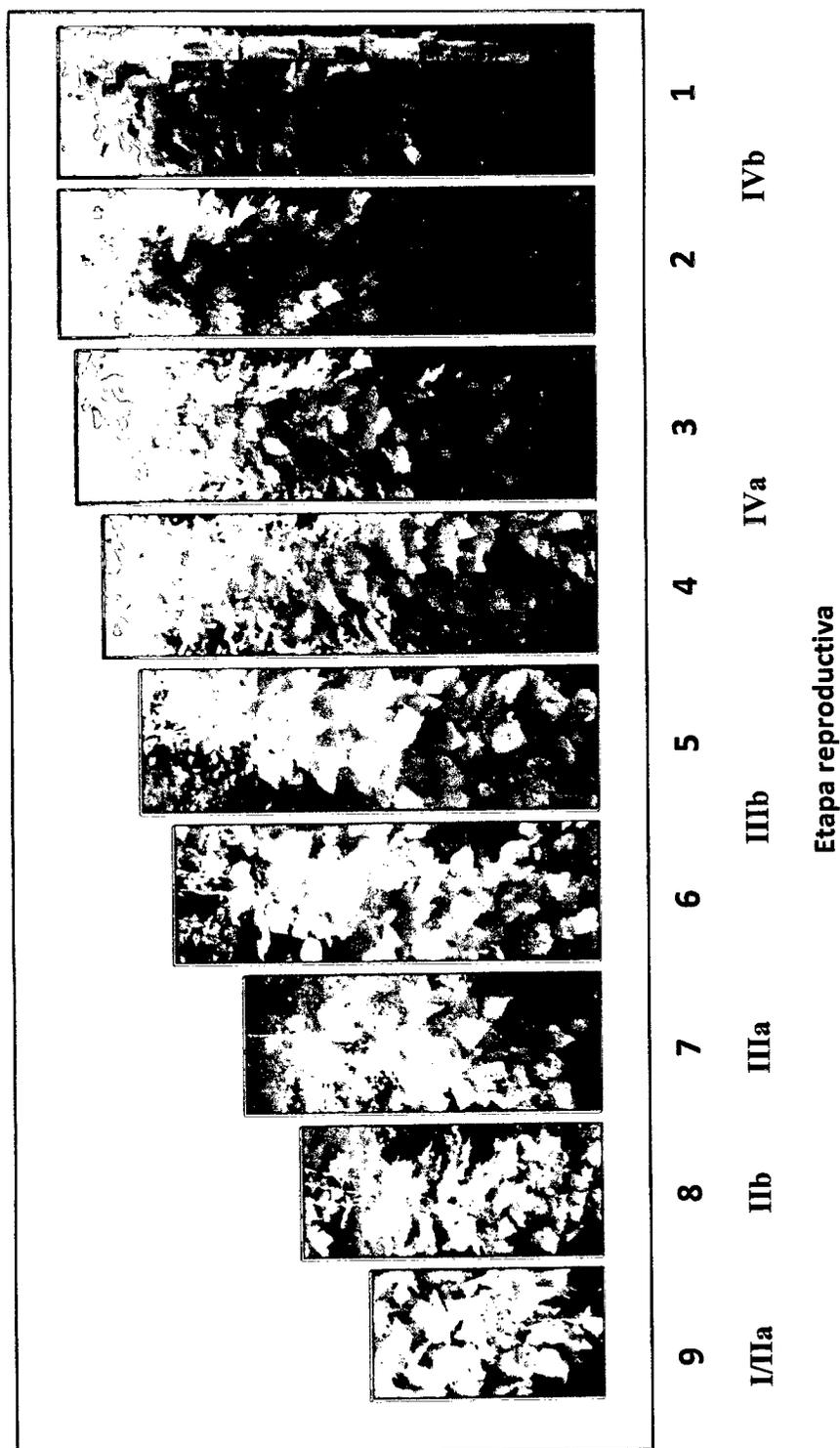


Figura 1.7 Forma de semilla

n) Capacidad trepadora: Esta variable se mide de 1 a 9 de acuerdo a la escala visual adjunta (ver Figura 1.8 del Anexo). El dato deberá tomarse cuando las plantas se encuentran en inicio de llenado de vainas.

o) Distribución de carga: Mide la eficiencia de la planta relacionada con su capacidad productiva. Esta información se la toma mediante observación visual registrando en un número quebrado, el porcentaje de vainas que se encuentra de la mitad de la planta hacia arriba (numerador) sobre el porcentaje de vainas que se encuentra de la mitad de la planta hacia abajo (denominador).

Figura 1.8 Escala de Capacidad Trepadora para Frijol Voluble



p) **Hábito de crecimiento:** Para realizar esta evaluación se hizo uso de la clasificación hecha por el CIAT (1991) que cuenta con cuatro tipos de hábitos de crecimiento.

I Hábito determinado,

- II Hábito arbustivo indeterminado con tallo y ramas erectos,
- III Hábito arbustivo indeterminado con tallo y ramas débiles y rastreros,
- IV Hábito de crecimiento voluble, con tallo y ramas débiles, largos y torcidos.

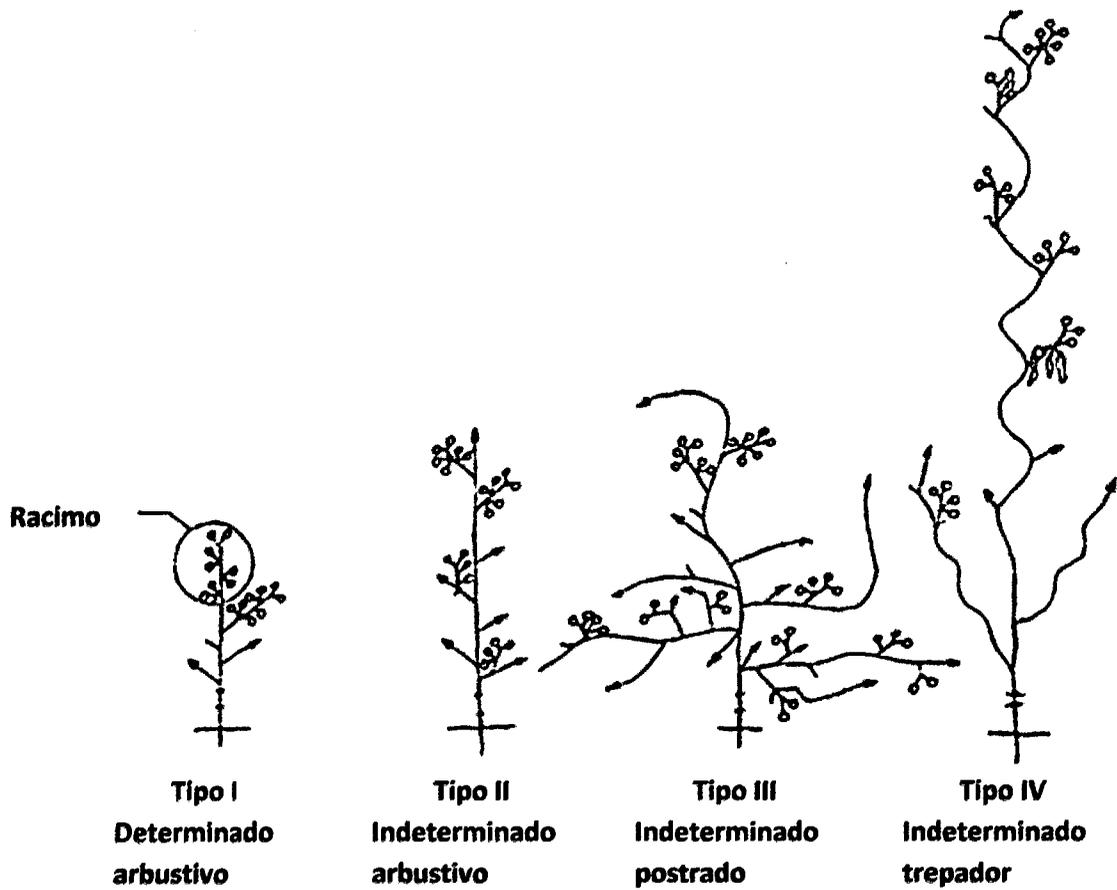


Figura 1.9 Hábitos de crecimiento del frijol

2. Cuadros de los resultados

Cuadro 2.1 Caracterización de 10 cultivares de Frijol.

Código	CFA-001	CFA-002	CFA-003	CFA-004	CFA-005	CFA-007	CFA-008	CFA-009	CFA-010	Testigo
Localidad	San Miguel	Patibamba	Tranca San Miguel	Tranca San Miguel	Acocopuquio Wawapuquio Cangallo	Iguaín Huan-ta	Hauyhuas Iguaín Huan-ta	Iguaín Huan-ta	Hauyhuas Iguaín Huan-ta	Cuzco
Color Flor	1	1	4	1	4	4	4	4	1	1
Forma hoja	3	3	1	3	1	1	1	1	1	2
Color vaina	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4
Sección transversal vainas	3	3	3	3	3	3	2	2	3	1
Curvatura Vaina	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3
Posición ápice vaina	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Orientación ápice vaina	5	3	7	5	7	7	7	5	7	5
Fibras de Pared de Vaina	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Diseño en tegumento de semilla	10	10	1	10	0	0	0	1	2	0
Color más oscuro del tegumento	12	14	2	6	12	4	2	1	12	7
Color más claro del tegumento	7	7	7	7	12	4	2	7	7	7
Brillo de semilla	7	7	5	7	5	5	7	5	7	7
Forma de semilla	2	2	2	2	1	1	3	2	1	4
Capacidad trepadora	2	2	4	2	5	4	7	5	5	-
Distribución de carga	1/2	1/2	1/3	2/3	1/3	1/2	1/3	1/2	4/9	-
Hábito de crecimiento	IV	IV	IV	IV	IV	IV	III	IV	IV	I

Cuadro 2.2 Caracteres de precocidad de 10 cultivares de frijol.

Código	CFA-001	CFA-002	CFA-003	CFA-004	CFA-005	CFA-007	CFA-008	CFA-009	CFA-010	Testigo
Localidad	San Miguel	Patibamba	Tranca San Miguel	Tranca San Miguel	Acocopuquio Wawapuquio Cangallo	Iguaín Huan-ta	Hauyhuas Iguaín Huan-ta	Iguaín Huan-ta	Hauyhuas Iguaín Huan-ta	Cuzco
Germinación (V0) dds.	0-9	0-7	0-7	0-9	0-7	0-9	0-7	0-7	0-7	0-16
Emergencia (V1) dds.	9	7	7	9	7	9	7	7	7	16
Hojas primarias (V2) dds.	16	14	13	16	14	15	11	14	14	23
Primera hoja trifoliada (V3) dds.	23	21	20	23	21	22	18	21	21	30
Tercera hoja trifoliada (V4) dds.	30	27	26	29	28	29	25	28	27	37
Prefloración (R5) dds.	82	79	82	84	86	86	70	110	79	51
Floración (R6) dds.	96	93	96	93	96	100	84	124	93	65
Formación de vainas (R7) dds.	119	117	131	117	124	124	112	145	117	93
Llenado de vainas (R8) dds.	133	131	145	133	138	138	126	161	131	107
Madurez fisiológica (R9) dds.	152	159	173	161	162	166	147	182	152	128
Cosecha dds.	173	173	187	184	182	184	175	196	173	142

Cuadro 2.3 Caracteres de rendimiento para 10 cultivares de frijol

Código	CFA-001	CFA-002	CFA-003	CFA-004	CFA-005	CFA-007	CFA-008	CFA-009	CFA-010	Testigo
Localidad	San Miguel	Patibamba	Tranca San Miguel	Tranca San Miguel	Acocopuqulo Wawapuquio Cangallo	Iguaín Huan-ta	Hauyhuas Iguaín Huan-ta	Iguaín Huan-ta	Hauyhuas Iguaín Huan-ta	Cuzco
Emergencia (%)	66,33	65,33	72,33	69,00	69,00	69,33	70,33	45,67	61,33	47,33
Altura de planta (m)	2,83	2,62	1,98	3,11	1,68	1,67	1,23	1,18	1,85	0,37
Semillas por vaina (Nº)	3,80	4,17	5,53	3,77	5,27	4,73	4,17	4,77	4,53	3,97
Ancho de semilla (mm)	10,57	10,53	8,53	10,83	8,97	8,60	9,37	8,43	9,03	7,00
Longitud de semilla (mm)	13,97	13,17	10,43	14,43	10,33	9,97	11,43	10,60	10,03	12,83
Vainas por planta (Nº)	32,07	27,77	28,53	25,50	35,33	41,73	24,77	64,63	45,60	65,87
Vainas por racimo (Nº)	2,30	1,83	2,03	2,10	2,17	2,10	1,30	1,77	1,73	3,10
Longitud de vainas (cm)	10,53	11,36	10,77	10,79	11,00	10,41	10,08	9,94	8,77	11,50
Peso 1000 semillas (g)	828,33	783,33	416,67	866,67	500,00	466,67	583,33	463,33	478,33	383,33
Rendimiento (Kg/ha)	5640,96	5005,55	3415,25	5179,15	5390,95	5574,98	2307,62	5578,53	5547,25	3647,95
Plantas cosechadas/parcela (Nº)	79,67	78,33	86,33	82,67	83,00	83,33	84,67	45,00	58,33	56,67
Longitud de entrenudos (cm)	16,60	17,35	13,27	16,97	14,20	13,47	10,67	11,57	12,53	2,00
Guías por planta (Nº)	7,67	7,20	5,97	8,90	7,50	7,83	4,40	7,47	7,23	0,00

Cuadro 2.4 Variable X del número de plantas cosechadas por parcela y la variable Y del rendimiento en gramos por parcela de cada tratamiento

Bloque	CFA-001		CFA-002		CFA-003		CFA-004		CFA-005		CFA-007		CFA-008		CFA-009		CFA-010		Testigo		Suma	Suma
	Nº	Rdto	Nº	Rdto	Nº	Rdto	Nº	Rdto	Nº	Rdto												
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
I	96	5650	69	4680	79	3800	87	5350	83	5080	95	5900	89	3050	37	3510	47	3430	53	2720	735	43170
II	60	5350	83	5030	93	4650	72	5380	72	5250	59	5400	77	1700	22	3700	43	4570	56	3480	637	44510
III	83	5950	83	5250	87	2890	89	5250	94	6300	96	5900	88	3200	76	5400	85	6120	61	2250	842	48510
Suma	239	16950	235	14960	259	11340	248	15980	249	16630	250	17200	254	7950	135	12610	175	14120	170	8450	2214	136190

Cuadro 2.5 Análisis de covarianza del número de plantas cosechadas (x) y el rendimiento de semilla (y) del frijol Ñuña.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Bloque	2	1543706,67	771853,33	2,74	0,09 NS
Tratamiento	9	35225630,00	3913958,89	13,87	<,0001 **
X	1	4552000,01	4552000,01	16,14	0,0009 **

Cuadro 3.1 Caracteres de preciosidad de cada uno de los tratamientos evaluados

Observación	Bloque	Tratamiento	Emergencia	Hoja Primaria	1era Hoja Trifoliada	3era Hoja Trifoliada	Días Botones florales	Días Floración	Días Formación Vainas	Días Llenado Vainas	Días Madurez Fisiológica	Días a la Cosecha
1	1	T1	7,00	14,00	21,00	28,00	77,00	91,00	112,00	126,00	147,00	168,00
2	1	T2	7,00	14,00	21,00	28,00	77,00	91,00	112,00	126,00	154,00	168,00
3	1	T3	7,00	14,00	21,00	28,00	84,00	98,00	133,00	147,00	175,00	189,00
4	1	T4	7,00	14,00	21,00	28,00	84,00	91,00	112,00	126,00	154,00	182,00
5	1	T5	7,00	14,00	21,00	28,00	91,00	98,00	126,00	140,00	168,00	182,00
6	1	T6	7,00	14,00	21,00	28,00	84,00	98,00	119,00	133,00	161,00	182,00
7	1	T7	7,00	11,00	18,00	25,00	70,00	84,00	112,00	126,00	147,00	175,00
8	1	T8	7,00	14,00	21,00	28,00	112,00	126,00	147,00	161,00	182,00	196,00
9	1	T9	7,00	14,00	21,00	28,00	84,00	98,00	126,00	140,00	161,00	182,00
10	1	T10	21,00	28,00	35,00	42,00	56,00	70,00	98,00	112,00	133,00	147,00
11	2	T1	7,00	14,00	21,00	28,00	77,00	91,00	112,00	126,00	147,00	168,00
12	2	T2	7,00	14,00	21,00	25,00	84,00	98,00	126,00	140,00	168,00	182,00
13	2	T3	7,00	11,00	18,00	25,00	84,00	98,00	133,00	147,00	175,00	189,00
14	2	T4	14,00	21,00	28,00	32,00	84,00	98,00	126,00	147,00	175,00	189,00
15	2	T5	7,00	14,00	21,00	28,00	84,00	91,00	119,00	133,00	151,00	182,00

Cuadro 3.1 Caracteres de preciosidad de cada uno de los tratamientos evaluados

Observación	Bloque	Tratamiento	Emergencia	Hoja Primaria	1era Hoja Trifoliada	3era Hoja Trifoliada	Días Botones florales	Días Floración	Días Formación Vainas	Días Llenado Vainas	Días Madurez Fisiológica	Días a la Cosecha
16	2	T6	14,00	21,00	28,00	35,00	91,00	105,00	133,00	147,00	175,00	189,00
17	2	T7	7,00	11,00	18,00	25,00	70,00	84,00	112,00	126,00	147,00	175,00
18	2	T8	7,00	14,00	21,00	28,00	105,00	119,00	140,00	161,00	182,00	196,00
19	2	T9	7,00	14,00	21,00	28,00	77,00	91,00	112,00	126,00	147,00	168,00
20	2	T10	14,00	21,00	28,00	35,00	49,00	63,00	91,00	105,00	126,00	140,00
21	3	T1	14,00	21,00	28,00	35,00	91,00	105,00	133,00	147,00	161,00	182,00
22	3	T2	7,00	14,00	21,00	28,00	77,00	91,00	112,00	126,00	154,00	168,00
23	3	T3	7,00	14,00	21,00	25,00	77,00	91,00	126,00	140,00	168,00	182,00
24	3	T4	7,00	14,00	21,00	28,00	84,00	91,00	112,00	126,00	154,00	182,00
25	3	T5	7,00	14,00	21,00	28,00	84,00	98,00	126,00	140,00	168,00	182,00
26	3	T6	7,00	11,00	18,00	25,00	84,00	98,00	119,00	133,00	161,00	182,00
27	3	T7	7,00	11,00	18,00	25,00	70,00	84,00	112,00	126,00	147,00	175,00
28	3	T8	7,00	14,00	21,00	28,00	112,00	126,00	147,00	161,00	182,00	196,00
29	3	T9	7,00	14,00	21,00	25,00	77,00	91,00	112,00	126,00	147,00	168,00
30	3	T10	14,00	21,00	28,00	35,00	49,00	63,00	91,00	105,00	126,00	140,00

Cuadro 3.2 Caracteres de rendimiento de cada uno de los tratamientos evaluados

Observación	Bloque	Tratamiento	Emergencia (%)	Altura planta (m)	Semillas/vainas (Nº)	Ancho semilla (mm)	Longitud semilla (mm)	Vainas/planta	Vainas/racimo (Nº)	Longitud vainas (cm)	Peso 1000 semillas (g)	Rendimiento (g/parcela)	Plantas cosechadas/parcelas	Longitud Entrenudos (cm)	Guías/planta (Nº)
1	1	T1	80,00	3,45	3,80	10,70	14,20	31,80	2,50	10,04	840,00	5650,00	96,00	17,20	6,20
2	1	T2	58,00	3,21	4,10	10,60	13,00	39,50	1,60	11,01	840,00	4680,00	69,00	18,20	5,10
3	1	T3	66,00	1,98	5,60	8,50	10,50	31,30	2,00	10,78	440,00	3800,00	79,00	13,30	5,70
4	1	T4	73,00	3,69	3,70	10,90	14,60	21,80	1,80	11,18	880,00	5350,00	87,00	17,00	8,00
5	1	T5	69,00	1,55	5,10	9,00	10,40	35,30	2,10	11,13	490,00	5080,00	83,00	13,00	8,10
6	1	T6	79,00	1,66	4,80	8,50	10,00	35,50	2,10	10,30	455,00	5900,00	95,00	12,50	7,50
7	1	T7	74,00	1,13	3,70	9,20	11,20	23,10	1,30	10,07	550,00	3050,00	89,00	10,00	6,10
8	1	T8	46,00	1,24	4,70	8,60	10,70	75,00	1,80	9,90	470,00	3510,00	37,00	12,00	7,80
9	1	T9	59,00	1,42	4,60	9,00	10,00	45,50	1,50	8,65	490,00	3430,00	47,00	9,50	7,50
10	1	T10	44,00	0,40	3,70	7,00	12,80	56,80	3,00	11,32	380,00	2720,00	53,00	2,00	0,00
11	2	T1	50,00	3,48	3,80	10,50	14,00	26,10	2,60	10,33	840,00	5350,00	60,00	17,30	7,80
12	2	T2	69,00	1,90	4,10	10,40	13,00	24,80	1,30	11,21	750,00	5030,00	83,00	17,34	8,00
13	2	T3	78,00	1,92	5,30	8,60	10,60	23,20	2,00	10,94	420,00	4650,00	93,00	12,20	6,80
14	2	T4	60,00	2,08	3,80	10,80	14,60	35,20	2,60	11,25	870,00	5380,00	72,00	16,20	9,50
15	2	T5	60,00	1,81	5,30	8,90	10,20	37,30	2,10	10,69	490,00	5250,00	72,00	16,20	7,00

Cuadro 3.2 Caracteres de rendimiento de cada uno de los tratamientos evaluados

Observación	Bloque	Tratamiento	Emergencia (%)	Altura planta (m)	Semillas/vaina (Nº)	Ancho semilla (mm)	Longitud semilla	Vainas/planta (Nº)	Vainas/racimo (Nº)	Longitud vainas	Peso 1000 semillas (g)	Rendimiento (g/parcela)	Plantas cosechadas/parcelas	Longitud Entrenudos (cm)	Guías/planta (Nº)
16	2	T6	49,00	1,08	4,40	8,60	9,80	54,00	2,10	10,24	475,00	5400,00	59,00	12,40	7,60
17	2	T7	64,00	1,23	4,10	9,40	11,70	32,00	1,30	10,26	690,00	1700,00	77,00	12,20	4,10
18	2	T8	28,00	1,19	4,80	8,50	10,60	87,10	1,50	10,01	470,00	3700,00	22,00	11,70	6,30
19	2	T9	54,00	2,37	4,50	9,10	10,20	47,80	1,80	8,48	490,00	4570,00	43,00	14,80	8,20
20	2	T10	47,00	0,35	4,30	7,10	12,90	69,60	3,20	11,46	390,00	3480,00	56,00	2,30	0,00
21	3	T1	69,00	1,56	3,80	10,50	13,70	38,30	1,80	11,22	805,00	5950,00	83,00	15,30	9,00
22	3	T2	69,00	2,74	4,30	10,60	13,50	19,00	2,60	11,85	760,00	5250,00	83,00	16,50	8,50
23	3	T3	73,00	2,04	5,70	8,50	10,20	31,10	2,10	10,58	390,00	2890,00	87,00	14,30	5,40
24	3	T4	74,00	3,56	3,80	10,80	14,10	19,50	1,90	9,93	850,00	5250,00	89,00	17,70	9,20
25	3	T5	78,00	1,67	5,40	9,00	10,40	33,40	2,30	11,19	520,00	6300,00	94,00	13,40	7,40
26	3	T6	80,00	2,27	5,00	8,70	10,10	35,70	2,10	10,70	470,00	5900,00	96,00	15,50	8,40
27	3	T7	73,00	1,32	4,70	9,50	11,40	19,20	1,30	9,92	510,00	3200,00	88,00	9,80	3,00
28	3	T8	63,00	1,12	4,80	8,20	10,50	31,80	2,00	9,90	450,00	5400,00	76,00	11,00	8,30
29	3	T9	71,00	1,77	4,50	9,00	9,90	43,50	1,90	9,18	455,00	6120,00	85,00	13,30	6,00
30	3	T10	51,00	0,36	3,90	6,90	12,80	71,20	3,10	11,72	380,00	2250,00	61,00	1,70	0,00

4. Figuras



Figura 1. Fumigando contra la diabrótica



Figura 2. Fumigando contra la diabrótica



Figura 3. Colocando los tutores

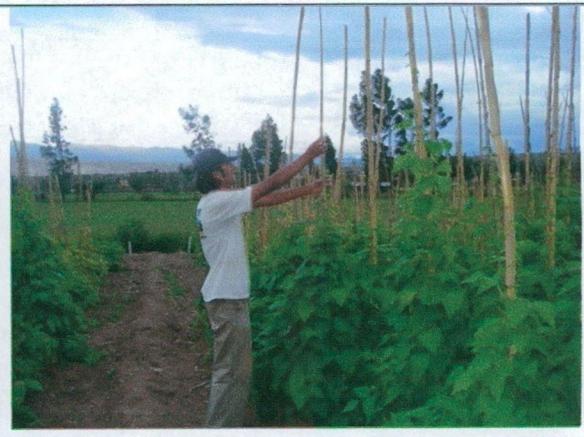


Figura 4. Realizando el guiado

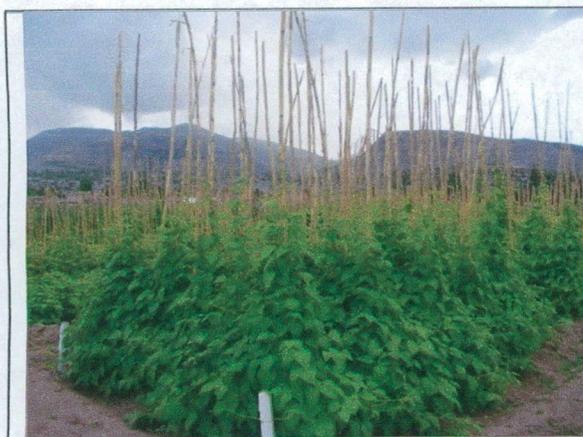


Figura 5. Tutores colocados

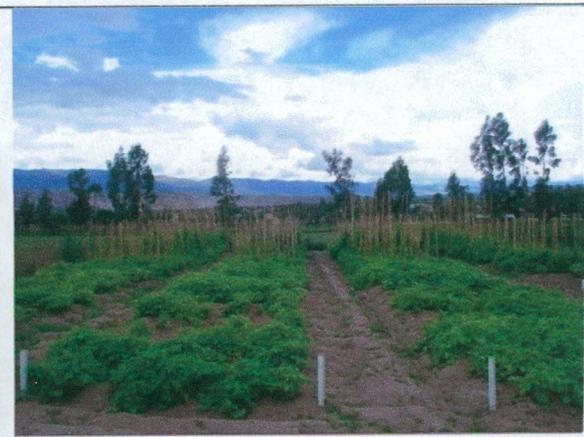


Figura 6. Vista panorámica del lugar



Figura 7. Flor blanca de frijol

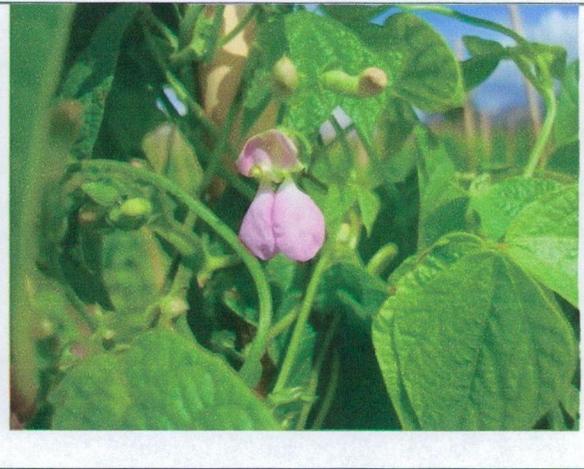


Figura 8. Flor violeta de frijol

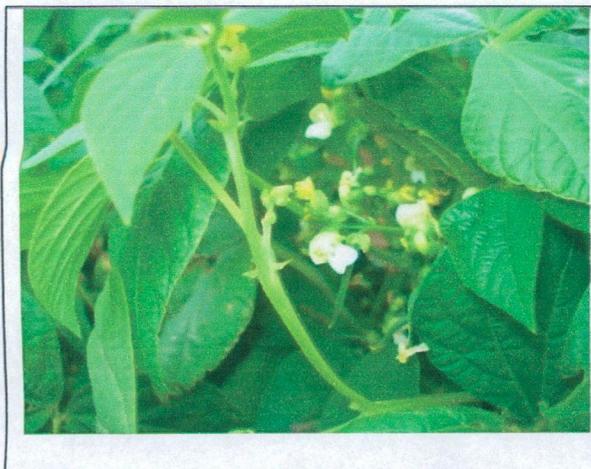


Figura 9. Flores y vainas en desarrollo



Figura 10. Bacteriosis

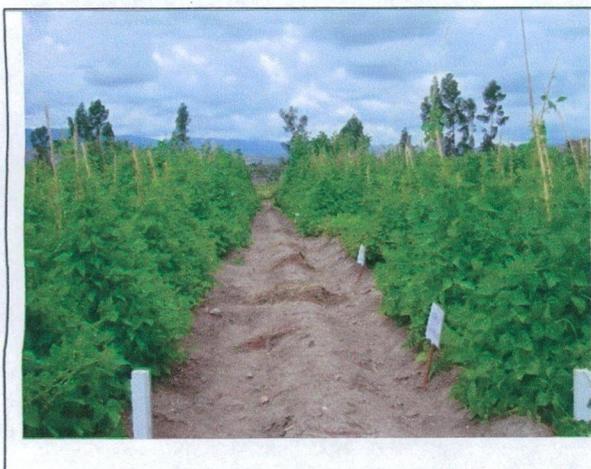


Figura 11. Camino entre bloques

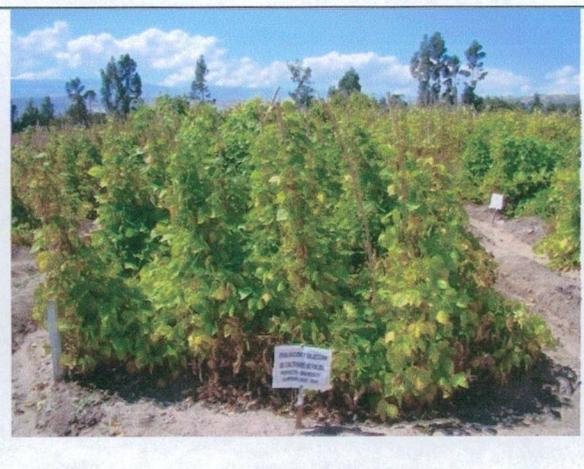


Figura 12. Empezando a madurar

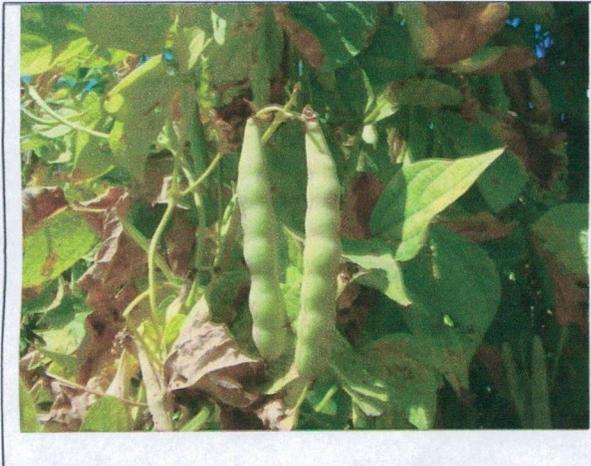


Figura 13. Vainas empezando a madurar



Figura 14. Vainas maduras

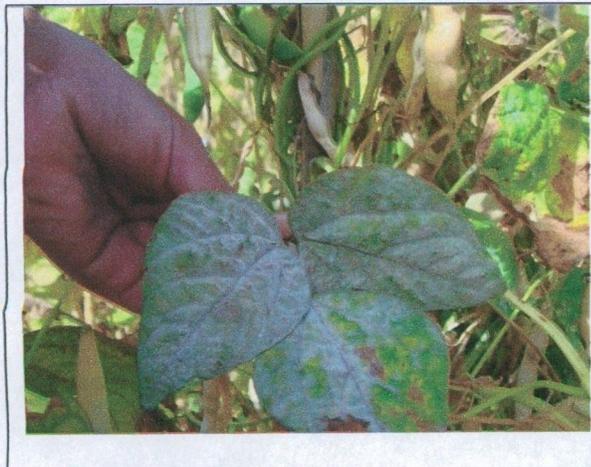


Figura 15. Oidio en el frijol



Figura 16. Antracnosis en el frijol



Figura 17. Gorgojos en la semilla de frijol



Figura 18. Una planta de frijol que supera los 3 m



Figura 19. Cosechando el frijol



Figura 20. reuniendo las vainas para secar

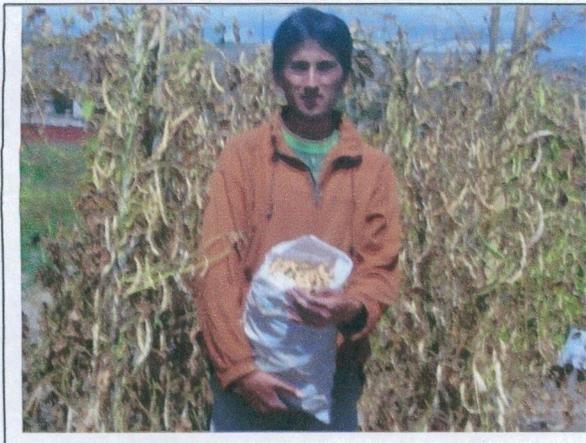


Figura 21. Colectando las vainas



Figura 22. Algunas plantas se defolian al madurar



Figura 23. Las diez colecciones de frijol y algunas otras.

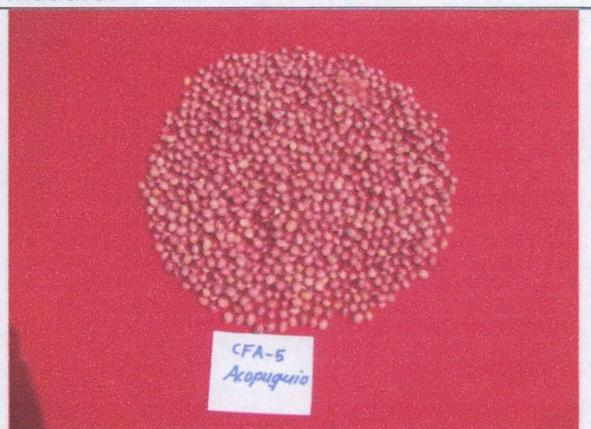


Figura 24. Una de las colecciones de frijol Ñuña: CFA-5.