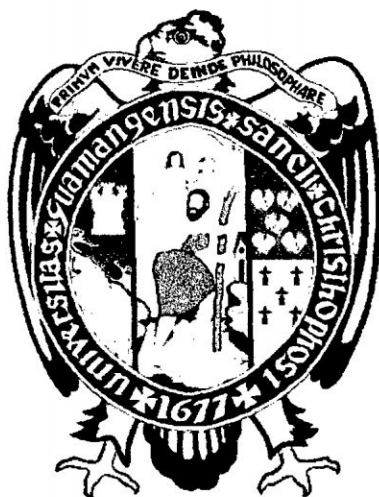


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE CULTIVARES DE FRIJOL
ÑUÑA (*Phaseolus vulgaris* L.) - CANAÁN 2735 msnm -
AYACUCHO**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por

Miguel Ander Infante Muñoz

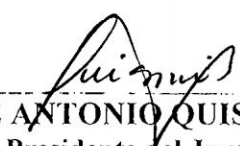
AYACUCHO – PERÚ

2012

tesis
Ag 933
Inf

**"EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE CULTIVARES DE FRIJOL ÑUÑA
(Phaseolus vulgaris L.) – CANAÁN 2735 msnm – AYACUCHO"**

Recomendado : 15 de agosto de 2012
Aprobado : 24 de agosto de 2012



M.Sc. JOSÉ ANTONIO QUISPE TENORIO
Presidente del Jurado



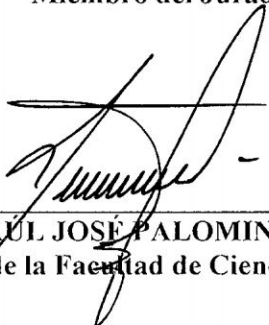
DR. LURQUIN MARINO ZAMBRANO OCHOA
Miembro del Jurado



DR. ROLANDO BAUTISTA GÓMEZ
Miembro del Jurado



ING. EDUARDO ROBLES GARCÍA
Miembro del Jurado



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

DEDICATORIA

*A mi querido padre Sr. Miguel Infante
Lloclla y a mi querida madre Sra.
Domitila Muñoz Soto, quienes me
brindaron su apoyo incondicional en lo
económico y moral en todo momento
durante el proceso de mi formación
profesional.*

*A mis queridos hermanos por
darme fuerza y animo en mis
estudios.*

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, a la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela de Formación Profesional de Agronomía, por haberme acogido y formado profesionalmente.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, por sus sabias enseñanzas para mi formación personal y profesional.

A la Estación Experimental Agraria Canaán - INIA y al equipo selecto de profesionales que en ella laboran.

Al Dr. Lurquin Marino Zambrano Ochoa, asesor del presente trabajo, por su apoyo desinteresado en el inicio, desarrollo y culminación de mi trabajo de tesis.

A la Ing. Ana Altamirano Pérez, por darme la oportunidad de ser ayuda en sus investigaciones y por su apoyo en la realización del presente trabajo.

A aquellas personas que directa o indirectamente me brindaron su apoyo e hicieron posible la culminación del presente trabajo.

ÍNDICE

Página

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1	ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN.....	1
1.2	IMPORTANCIA DEL CULTIVO.....	2
1.2.1	Importancia comercial y agroindustrial.....	2
1.2.2	Importancia nutricional.....	3
1.2.3	Importancia medicinal.....	4
1.2.4	Importancia agronómica.....	5
1.3	TAXONOMÍA.....	5
1.4	CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS.....	6
1.4.1	Raíz.....	6
1.4.2	tallo.....	6
1.4.3	hojas.....	8
1.4.4	Inflorescencia.	9
1.4.5	flor.....	9
1.4.6	fruto.....	10
1.4.7	Semilla.....	11
1.5	HABITO DE CRECIMIENTO.....	12
1.5.1	Habito de crecimiento determinado.....	12
1.5.2	Habito de crecimiento indeterminado.....	13
1.6	CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS.....	15
1.6.1	Factores fisiológicos del rendimiento.	15
1.6.2	Factores fisiológicos del reventado.	17

1.7 DIFERENCIAS MORFOLÓGICAS ENTRE EL FRIJOL ÑUÑA Y FRIJOL COMÚN.....	18
1.8 ANTECEDENTES DE EVALUACIÓN Y SELECCIÓN EN FRIJOL ÑUÑA.....	19
1.8.1 Comportamiento de frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) tipo reventón por características agronómicas y de calidad de grano.....	19
1.8.2 Evaluación agromorfológica y caracterización molecular de la ñuña (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	23
1.8.3 Evaluación por rendimiento de 12 genotipos promisorios de frijol voluble (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) tipo Bola roja y Reventón para las zonas frías de Colombia.....	25
1.9 ETAPAS DE DESARROLLO DEL FRIJOL.....	29
1.9.1 Fase vegetativa.....	30
1.9.2 Fase reproductiva.	31
1.10 ASPECTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS.....	33
1.10.1 Factores climáticos.....	33
1.10.2 Factores edáficos.....	34
1.11 MANEJO AGRONÓMICO.....	35
1.11.1 Pre siembra.....	35
1.11.2 Siembra.....	36
1.11.3 Manejo del Cultivo.....	37
1.11.4 Cosecha.....	44

CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	45
--	----

2.2. ANTECEDENTES DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	46
2.3. CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	46
2.4. CONDICIONES EDÁFICAS.....	49
2.5. MATERIAL GENÉTICO EN ESTUDIO.....	50
2.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	52
2.7. DEFINICIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	52
2.8. DISTRIBUCIÓN DE TRATAMIENTOS.....	52
2.9. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.....	55
2.9.1. Preparación de terreno.....	55
2.9.2. Demarcado del campo experimental.....	55
2.9.3. Desinfección de las semillas.....	55
2.9.4. Abonamiento.....	55
2.9.5. Siembra.....	56
2.9.6. Riegos.....	56
2.9.7. Control de maleza.....	56
2.9.8. Aporque.....	57
2.9.9. Colocación de tutores.....	57
2.9.10. Aplicación del fertilizante foliar.....	57
2.9.11. Control fitosanitario.....	57
2.9.12. Cosecha.....	58
2.10. CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	59
2.10.1. Componentes de precocidad.....	59
2.10.2. Componentes de rendimiento.....	61
2.10.3. Componentes de calidad de grano tostado.....	62

CAPITULO III. RESULTADO Y DISCUSIÓN

3.1.	COMPONENTES DE PRECOCIDAD.....	64
3.1.1.	Días a la emergencia.....	66
3.1.2.	Primera hoja trifoliada.....	68
3.1.3.	Tercera hoja trifoliada.....	70
3.1.4.	Botón floral.....	72
3.1.5.	Floración.....	72
3.1.6.	Formación de vaina.....	74
3.1.7.	Llenado de grano.....	76
3.1.8.	Madurez fisiológica.....	78
3.1.9.	Madurez de cosecha.....	79
3.2.	COMPONENTES DE RENDIMIENTO.....	84
3.2.1.	Altura de planta.....	84
3.2.2.	Número de vainas por planta.....	87
3.2.3.	Longitud de vaina.....	89
3.2.4.	Número de semillas por vaina.....	91
3.2.5.	Peso de 1000 semillas.....	93
3.2.6.	Rendimiento en grano seco.....	93
3.3.	COMPONENTES DE CALIDAD DE GRANO TOSTADO.....	98
3.3.1.	Índice de expandido.....	98
3.3.2.	Porcentaje de reventado.....	101
3.3.3.	Porcentaje de expandido.....	101
3.3.4.	Tiempo de reventado.....	105
3.4.	SELECCIÓN DE CULTIVARES DE FRIJOL ÑUÑA	107

CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES.....110

4.2. RECOMENDACIONES.....111

RESUMEN

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INTRODUCCIÓN

La mayor parte de producción y consumo nacional de la especie *Phaseolus vulgaris* L., se concentra en variedades de frijol de grano seco cuyo consumo es en forma de cocción, y según los reportes del MINAG, en el 2005 se tuvo una producción nacional de 88,463 toneladas, siendo los departamentos de mayor producción Cajamarca y Arequipa con 12,152 y 11,538 toneladas respectivamente; mientras que Ayacucho reporta una producción de 1,650 t para el 2010. Sin embargo, para los frijoles ñuñas no existen reportes a cerca de su producción y consumo, debido a que aún es desconocido por los productores y consumidores, a pesar que por miles de años fue un alimento básico de los pobladores indígenas, mientras para el mundo moderno son casi desconocidos. El INIA (2012), reporta que los rendimientos del checche poroto en asociación con el maíz por parte de pequeños agricultores en el departamento de cusco fue de 690 y 345 kg/ha de poroto y maíz respectivamente.

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

El frijol tipo reventón actualmente tiene un potencial agroindustrial muy importante debido a su capacidad de reventar y aumentar de volumen cuando es tostado, de manera que se consume como pasabocas o aperitivo, convirtiéndose en una muy buena alternativa no solo nutricional por su elevado contenido de proteínas, fuente de energía y buena cantidad de minerales esenciales, sino que también industrial, por ende económica para muchos de los pequeños agricultores.

El frijol tostado y el frito son de mayor digestibilidad que la preparación en forma cocida, lo cual se debe a que el grano ya se encuentra libre de la cáscara. La baja digestibilidad de las leguminosas se debe al contenido relativamente alto de fibra en la cáscara y a la presencia de sustancias tánicas (Van Beem et al., 1992).

El frijol reventón presenta una amplia variabilidad genética, así como unos rangos de adaptación muy específicos debido a la alta interacción de las cultivares con el medio ambiente. Dentro de esta variabilidad, se encuentran genotipos con buenos rendimientos, menos tardíos y con buena calidad de reventado, los cuales se consideran característicos de herencia compleja (Otálora et al., 2006).

De modo que por medio de los procesos de rescate, conservación y multiplicación de estos cultivares, se permite diseñar planes de manejo

agronómico confiables y estimar ciclos de producción, según la zonificación de siembra que impulsen su producción.

Por las consideraciones expuestas, se planteó el presente trabajo de investigación con los siguientes objetivos:

1. Evaluar los caracteres de precocidad, mediante la medición de la duración de las etapas fenológicas de los cultivares de frijol ñuña.
2. Evaluar los caracteres de rendimiento, por medio de la medición de las variables de rendimiento de los cultivares de frijol ñuña.
3. Evaluar los caracteres de calidad de grano tostado, por medio de la medición de las variables de reventado y expandido de granos tostados de los cultivares de frijol ñuña.
4. Seleccionar los cultivares de frijol ñuña con mejores aptitudes agroindustriales, de acuerdo a la variable índice de expandido (IE) alcanzado.

CAPITULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

Ospina (1980), relata que todas la especies del género *Phaseolus* son originarios de América tropical (México, Guatemala y Perú), señalando que la principal evidencia de su origen es la diversidad genética de los materiales que existen en estas regiones, se encontró hallazgos arqueológicos que prueban la antigüedad de su cultivo en México y Perú, en nuestro país se encuentra en el valle de nazca con 2000 años de antigüedad y en México se tiene restos de 7000 años de antigüedad.

De acuerdo con los estudios etnobotánicos, arqueológicos y bioquímicos, se han concluido que el frijol ñuña se desarrolló en las zonas altas de Perú y

Bolivia durante la época Pre Inca. Es posible que correspondan a una presión selectiva aplicada en forma temprana y amplia en el proceso de domesticación (Tohme et al., 1995; citado por Melo et al., 2010.).

Se distribuye desde Cajamarca-Perú (7°30' Latitud S), hasta Chuquisaca-Bolivia (19° 30' Latitud S), entre los 1 900 a 2 900 m de altitud (Zimmerer, 1986 y Toro, 1990; citados por Cruz et al., 2009). En el Perú la ñuña se cultiva en los departamentos de Cajamarca, Cuzco, Ancash, Huánuco, Apurímac, La Libertad y Ayacucho (Tohme et al., 1995; citado por Cruz et al., 2009).

1.2 IMPORTANCIA DEL CULTIVO.

1.2.1 Importancia comercial y agroindustrial

El frijol común tipo reventón, ñuña o nuña, se caracteriza por la capacidad de expansión de los cotiledones al ser sometidos al calor, lo que convierte este tipo de frijol común en un recurso genético innovador, con perspectivas interesantes como snack o pasabocas para los mercados locales y de exportación. (Otálora et al., 2006). Sin embargo, el potencial de este tipo de frijol aún es poco explorado, pues no se le ha dado la importancia como producto innovador dentro de la economía tradicional de los pueblos andinos; tanto así, que sólo se concentran en pequeñas extensiones de las zonas altas de Perú y Bolivia, de manera que en los reportes estadísticos del MINAG acerca de su producción y consumo no existen.

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.

1.2.2 Importancia nutricional

El contenido de proteínas de la leguminosa es 20% y el de carbohidratos es de 62%, estando estos últimos constituidos principalmente por almidón (60%). Es una buena fuente de calcio, hierro, zinc y tiamina, aporta vitamina B6, ácido pantoténico, biotina y otras vitaminas del complejo B; el ácido ascórbico está ausente en las leguminosas y el valor de la vitamina A es muy bajo (Kornegay et al., 1992; citado por Melo et al., 2010).

En cuanto a la facilidad para ser digerido, el frijol tostado y el frito son de mayor digestibilidad que la preparación en forma cocida, lo cual se puede explicar debido a que el grano ya se encuentra libre de la cáscara. La baja digestibilidad de las leguminosas se debe al contenido relativamente alto de fibra en la cáscara y a la presencia de sustancias tánicas como en el caso de los frijoles (Van Beem et al., 1992; citado por Melo et al., 2010).

Cuadro 1.1: Composición nutricional del frijol común

COMPONENTES	(%)
Humedad	10,0 - 12,0
Carbohidratos	58,0 - 60,0
Proteína	21,0 - 23,0
Grasa	1,5 - 2,0
Fibra	4,0 - 5,0
Ceniza	3,0 - 3,5

Fuente: Pontificia Universidad Católica de Chile. 2011

1.2.3 Importancia medicinal

Además, las leguminosas son fuente importante de macro y micronutrientes y juegan un papel destacado en las dietas tradicionales de muchas regiones del mundo. Las leguminosas han sido reconocidas como alimento funcional debido a que promueven una buena salud y tienen propiedades terapéuticas.

Los compuestos que brindan características de alimento funcional al frijol son los fenoles simples, los fenilpropanoides, derivados del ácido benzóico, flavonoides, estilbenos, taninos, lignanos, y ligninas (Xu y Chang, 2007).

1.2.4 Importancia agronómica

Por ser una leguminosa tiene la cualidad de realizar la actividad simbiótica con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico (*Rhizobium phaseoli*) y así contribuye gratuitamente a mejorar la fertilidad de los suelos (Litzenberger, 1976 y Parsons, 1981).

En cuanto al nitrógeno ciertas bacterias del suelo y otros organismos fijan el nitrógeno atmosférico como parte de sus procesos vitales. Dos distintos tipos son los organismos responsables: los simbióticos y los no simbióticos. Las bacterias suplen parte del N que necesita la planta pero, generalmente no más de 50 – 70% de las necesidades. (Graham, 1978).

1.3 TAXONOMÍA

El CIAT (1979), asigna la siguiente clasificación taxonómica para el frijol.

Reino	:	Vegetal
División	:	Fanerógamas
Subdivisión	:	Angiospermas
Clase	:	Dicotiledóneas
Orden	:	Rosales
Familia	:	Leguminoseae
Sub- familia	:	Papilionoidae
Tribu	:	Phaseolae
Sub- tribu	:	Phaseolinae
Género	:	Phaseolus
Especie	:	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.

1.4 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

1.4.1 RAÍZ

Valladolid (1993), menciona que la raíz en su etapa inicial está formada por la radícula de embrión que, luego se transforma en raíz principal. De ella salen las raíces secundarias, que se desarrollan especialmente en la parte superior o cuello de la raíz principal, sobre las raíces secundarias se desarrollan las raíces terciarias y otras sub divisiones como los pelos absorbentes, los cuales además se encuentran en todos puntos de crecimiento de la raíz; se puede observar la ultima subdivisión constituida por los pelos absorbentes, órganos epidérmicos localizados principalmente en las partes jóvenes de las raíces, que juegan un papel muy importante en la absorción de agua y nutrientes, pues además presenta nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radical, estos nódulos tienen forma poliédrica y un diámetro aproximado de 2 a 5 mm. Son colonizados por bacterias del genero *Rhizobium*, las cuales fijan nitrógeno atmosférico.

1.4.2 TALLO

El CIAT (1985), afirma que el tallo del frijol es herbáceo y con sección cilíndrica o levemente angular, debido a pequeñas corrugaciones de la epidermis. El tallo tiene generalmente un diámetro mayor que las ramas, puede ser erecto, semipostrado o postrado, según el hábito de crecimiento de la variedad.

El CIAT (1985), menciona que el tallo empieza en la inserción de las raíces. En orden ascendente, el primer nudo que se encuentra es el de los

cotiledones; este se caracteriza por tener dos inserciones opuestas correspondientes a los cotiledones. La primera parte del tallo comprendida entre la inserción de las raíces y el primer nudo, se llama hipocótilo. El siguiente nudo es el de las hojas primarias, las cuales son opuestas. Entre el nudo de los cotiledones y el de las hojas primarias, se encuentra un entrenudo real llamado epicótilo. En cada nudo se encuentra una estipula, una hoja y entre las axilas, se encuentran estructuras vegetativas como las ramas o reproductivas.

Ramas y complejos axilares

El CIAT (1985), menciona que las ramas se desarrollan a partir de un complejo de yemas localizado siempre en la axila de una hoja o en la inserción de los cotiledones. Este es el denominado complejo axilar que generalmente está formado por tres yemas visibles desde el inicio de su desarrollo.

Una rama en sus primeros estados de desarrollo se puede distinguir por que las estipulas de la primera hoja trifoliada de esa rama, cubren casi totalmente dicha estructura. Estas estipulas tienen forma triangular y aplanada; además son visibles los ápices de los folíolos de dicha hoja.

De este complejo axilar, además de ramas se pueden desarrollar otras estructuras como las inflorescencias; el predominio de ramas y/o inflorescencia depende del hábito de crecimiento y de la parte de la planta considerada.

Estas tres yemas forman un complejo axilar llamado triada. Las yemas pueden tener tres tipos de desarrollo.

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

1.4.3 HOJAS

El CIAT (1985), menciona que Las hojas son de dos tipos: simples y compuestas. Las hojas primarias son simples que aparecen en el segundo nudo del tallo y se forman en la semilla durante la embriogénesis. Son opuestas, cordiformes, unifoliadas, auriculadas y acuminadas. Generalmente caen antes que la planta esté completamente desarrollada. Las estipulas son bífidas al nivel de las hojas primarias. Las hojas compuestas son trifoliadas, tienen tres folíolos, un peciolo y un raquis, estas dos últimas son acanaladas. El folíolo central o terminal es simétrico y acuminado; los dos laterales son asimétricos y también acuminados. En la base del peciolo cerca del tallo de las ramas están el pulvinulo; las cuales están relacionadas con los movimientos nictinásticos de las hojas.

En condiciones normales existe una gran variación en cuanto al color y pilosidad de las hojas, la cual está relacionada con la posición de la hoja en el tallo, edad de la planta, variedad y condiciones del medio ambiente.

1.4.4 INFLORESCENCIA

El CIAT (1985), menciona que las inflorescencias pueden ser laterales o terminales, se considera como racimo de racimos, es decir un racimo principal compuesto de racimo secundarios; los cuales se originan de un complejo de tres yemas (triadas floral). El racimo se distingue en su estado inicial porque la forma del conjunto tiende a ser cilíndrica o esférica y está cubierto por las brácteas primarias. La inflorescencia está compuesto por tres partes principales: el eje de la inflorescencia, las brácteas primarias y los botones florales; en cada triada floral cada una de las dos yemas laterales generalmente producen un flor.

1.4.5 FLOR

La flor es una típica flor papilionácea. Se puede distinguir dos estados en el proceso de desarrollo de la flor, las cuales son; el botón floral y la flor completamente abierta (CIAT, 1985).

Cuando ocurre el fenómeno de la antesis la flor se abre. La flor tiene simetría bilateral con las siguientes características:

1. El pedicelo glabro o sub glabro con pelos uncinulados, y su base una pequeña bráctea no persistente, unilateral, llamada bráctea pedicelar.
2. El cáliz es gamosépalo, campanulado con cinco dientes triangulares dispuestos como labios.
3. La corola es pentámera y papilionácea con dos pétalos soldados por su base y tres no soldados. En ella se pueden distinguir:
 - El pétalo más sobresaliente corresponde al estandarte y es uno de lo

no soldados; es glabro, simétrico, con un apéndice ancho y difuso en la cara interna.

- Dos alas que en general son más oscuras que las otras partes de la corola; pero puede ocurrir también lo contrario.
- La quilla presenta forma de espiral muy cerrada, es asimétrica y está formada por dos pétalos completamente unidos. La quilla envuelve completamente el androceo y gineceo.

El androceo está formado por nueve estambres soldados en su base en un tubo y por un estambre libre llamado vexilar que se encuentra al frente del estandarte.

El gineceo es supero e incluye el ovario comprimido y el estilo encorvado y al estigma interno lateral terminal.

1.4.6 FRUTO

El CIAT (1985), indica que el fruto es una vaina con dos valvas, las cuales resultan del ovario comprimido.

Dos suturas aparecen en la unión de las dos valvas: una es la sutura dorsal, llamada placentar; la otra sutura se denomina sutura ventral.

Los óvulos, que son las futuras semillas, se alternan en la sutura placenta, por lo tanto las semillas también alternan en las dos valvas.

Dehiscencia

El CIAT (1985), indica que la presencia de fibra en las suturas y en las capas pergaminosas adheridas a la superficie interna de las valvas determina la

dehiscencia. La textura de la vaina permite considerar tres tipos de dehiscencia.

1. El tipo pergaminosa posee fibras fuertes y orientadas en la capa pergaminosa, induce una fuerte dehiscencia en la maduración. Las variedades con este tipo de dehiscencia son cultivadas exclusivamente para la cosecha de grano seco.
2. El tipo coriáceo es aquel en el cual se separan las dos suturas levemente sin que haya separación total de las dos valvas. Estas vainas se pueden consumir como habichuelas cuando están inmaduras, o como frijoles secos cuando están maduros.
3. En el tipo carnoso o no fibroso la vaina es casi indehisciente, las valvas no poseen fibra y se consumen como habichuelas, ya que no presenta separación de las valvas a lo largo de las suturas.

1.4.7 SEMILLA

Según el CIAT (1985), se origina del óvulo fecundado de tipo campilotropo. Puede tener diversas formas: esférica, cilíndrica, arriñonadas u otras.

Las partes externas más importantes de la semilla son:

1. Testa o cubierta, que corresponde a la capa secundaria del óvulo.
2. El hilum, o cicatriz dejada por el funículo, el cual conecta a la semilla con la placenta.
3. El micrópilo, que es una abertura en la cubierta o corteza de la semilla cerca del hilum. Lugar por donde se realiza la absorción de agua.
4. La rafe, proveniente de la soldadura del funículo con los tegumentos

externos de ovulo campilotropo.

Calculando en base a materia seca de la semilla, la testa representa el 9 %, los cotiledones 90 % y el embrión representa el 1 %.

1.5 HABITO DE CRECIMIENTO

El CIAT (1985), indica que los principales de caracteres morfo-agronómicos que ayudan a determinar el hábito de crecimiento son:

1. El tipo de desarrollo de la parte terminal del tallo: determinado o indeterminado.
2. El numero de nudos.
3. La longitud de los entrenudos y en consecuencia, la altura de la planta. Adicionalmente hay que considerar la distribución de las longitudes de los entrenudos a lo largo del tallo.
4. La aptitud para trepar.
5. El grado y el tipo de ramificación. Es necesario incluir el concepto de guía definido como la parte del tallo y/o las ramas que sobresale por encima del follaje del cultivo.

1.5.1 Habito de crecimiento determinado

Tipo I: habito de crecimiento determinado arbustivo

Presentan las siguientes características:

1. El tallo y las ramas terminan en una inflorescencia desarrollada. Cuando esta inflorescencia está formada, el crecimiento del tallo y de las ramas generalmente se detienen.

2. En general el tallo es fuerte con un bajo número de entrenudos, de 5 a 10, comúnmente cortos.
3. La altura puede variar entre 30 y 40 cm, sin embargo hay casos de plantas enanas de 15 a 25 cm.
4. La etapa de floración es corta y la madurez de todas las vainas ocurre casi al mismo tiempo.
5. Sin embargo se debe hacer notar la presencia de una variación dentro del habito de crecimiento determinado en la cual los entrenudos son más largos, pueden ser más numerosos con más de 8 y en algunos casos con aptitud trepadora.

1.5.2 Habito de crecimiento indeterminado

Tipo II. Habito de crecimiento indeterminado arbustivo

Presentan las siguientes características:

1. Tallo erecto sin aptitud para trepar, aunque termina en una guía corta.
Las ramas producen guías.
2. Pocas ramas, pero en número superior al tipo I y generalmente cortas con respecto al tallo.
3. El numero de nudos de tallo es superior al de las plantas de tipo I; generalmente más de 12.
4. Como todas las plantas de hábito de crecimiento indeterminado, estas continúan creciendo durante la etapa de floración, aunque a un ritmo menor.

Tipo III. Habito de crecimiento indeterminado postrado

Presentan las siguientes características:

1. Plantas postradas o semipostradas con ramificación bien desarrollada.
2. La altura de las plantas es superior a las plantas del tipo I y II (generalmente mayor de 80cm).
3. Lo anterior se debe a que el número de nudos del tallo y de las ramas es superior al de los tipos I y II; así mismo, la longitud de los entrenudos es superior respecto a los hábitos anteriormente descritos y tanto el tallo y las ramas terminan en guías.
4. El desarrollo del tallo y el grado de ramificación originan variaciones en la arquitectura del tipo III. Algunas plantas son postradas desde las primeras etapas de la fase vegetativa. Otra son arbustivas hasta prefloración y luego son postradas. Dentro de estas variaciones se puede presentar aptitud trepadora especialmente si las plantas cuentan con algún soporte en cuyo caso suelen llamarse semitrepadoras.

Tipo IV. Habito de crecimiento indeterminado trepador

Presentan las siguientes características:

1. A partir de la primera hoja trifoliada el tallo desarrolla la doble capacidad de torsión lo que se traduce en su habilidad trepadora.
2. Ramas muy poco desarrollada (exceptuando algunas), a consecuencia de la dominancia apical.

3. El tallo puede tener de 20 a 30 nudos y alcanzar más de 2 metros de altura con un soporte adecuado.
4. 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 las etapas de floración, formación de las vainas, llenado de las vainas y maduración.

Finalmente es importante señalar que hay variedades que tienen hábitos de crecimiento que no se pueden incluir en ninguno de estos cuatro tipos, pues son hábitos intermedios entre cualquiera de los descritos anteriormente.

También es necesario tener en cuenta que las condiciones ambientales y influyen en la expresión del hábito de crecimiento, por esto, en diferentes ambientes una variedad puede presentar variaciones en la expresión de este carácter. Sin embargo las diferencias entre los hábitos determinados e indeterminados son estables y más claras.

1.6 CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS

1.6.1 Factores fisiológicos del rendimiento

a) Fotosíntesis

El CIAT (1988), indica que la fotosíntesis es el proceso mediante el cual la energía solar (energía lumínica) es convertida en energía química en las hojas verdes de la planta. Esta energía química, en forma de moléculas orgánicas, es usada por la planta en todo los procesos fisiológicos esenciales.

La tasa de fotosíntesis es un parámetro que mide la actividad fotosintética, y expresa la cantidad de bióxido de carbono que absorbe de la planta por unidad de tiempo y de área foliar; la tasa máxima de fotosíntesis de la planta de frijol es del orden 2 gramos de CO_2 captada por hora y por metro cuadrado de hojas. En términos de carbohidratos, esto equivale a 1.4 gramos por hora y por metro cuadrado del cultivo, una cifra aparentemente pequeña.

En las plantas C_3 , como el frijol, el primer producto de la fotosíntesis es compuesto de tres carbonos. Con este mecanismo, la fijación de bióxido de carbono depende de una serie de reacciones que implican la pérdida de carbono y energía; este proceso se denomina fotorrespiración. Las plantas C_4 como el maíz, producen compuestos de cuatro carbonos, y usan mecanismos de fijación del bióxido de carbono que evitan la fotorrespiración.

Bajo condiciones de alta temperatura y baja disponibilidad de agua, la presencia de fotorrespiración en la planta de frijol las hace menos eficientes en términos fotosintéticos que las especies de vía metabólica C_4 .

b) Respiración

El CIAT (1988), indica que La respiración es el proceso mediante el cual los organismos aerobios, descomponen las moléculas orgánicas del bióxido de carbono y agua y transforman y utilizan la energía capturada durante la fotosíntesis. A través de la respiración la planta obtiene la energía que requiere para la formación de tejidos, el transporte de nutrientes, la reparación de tejidos dañados y para otros procesos vitales. Así los carbohidratos producidos por la fotosíntesis son utilizados como fuente de

energía y como materia prima para la biosíntesis. Es necesario tener en cuenta que mientras la fotosíntesis ocurre solamente durante las horas de la luz y bajo condiciones ambientales muy específicas, la respiración ocurre en forma permanente y bajo casi cualquier condición, siendo mucho menos sensible a las condiciones ambientales.

Para entender los factores que afectan a la respiración, es conveniente diferenciarla en sus dos fines: uno de mantenimiento y otro de crecimiento.

La respiración para el crecimiento es requerida por los procesos metabólicos que demanda la síntesis de cualquier tejido. La producción de compuestos de bajo contenido energético, como los carbohidratos (almidón, celulosa y polisacáridos) no requiere mucha respiración porque se origina directamente a partir de la glucosa. En cambio la síntesis de compuestos de mayor contenido energético, como las proteínas, tiene requerimientos más altos debido al metabolismo del nitrógeno, al igual que las grasas y los aceites.

La respiración para el mantenimiento es requerida por la actividad metabólica de la planta necesaria para mantenerla viva y en buenas condiciones. La planta emplea para mantener la integridad de los tejidos y para renovar membranas, enzimas y otras estructuras o compuestos que sufren desgaste con el tiempo.

1.6.2 Factores fisiológicos del reventado

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 (Cruz et al., 2009).

Los factores que dan lugar a las diferencias de expansión son el contenido de humedad, herencia de los genes, que condicionan un endospermo denso y elástico (Jugenheimer, 1981; citado por Cruz et al. 2009). Estas diferencias se pueden deber a la forma de la semilla, su cubierta inelástica, la cantidad y calidad de almidón almacenado (National Research Council, 1989; citado por Cruz et al., 2009).

1.7 DIFERENCIAS MORFOLÓGICAS ENTRE EL FRIJOL ÑUÑA Y FRIJOL COMÚN

En la gran variedad de accesiones de frijol común, los frijoles reventones toman gran interés por la capacidad de expansión de sus cotiledones, que aumentan en volumen de 30% a 50% al ser calentados de forma rápida (Tohme et al., 1995; citado por Otálora et al., 2006).

La ñuña es altamente sensible a la duración de la luz diurna y tiene fotoperiodo de días cortos (Gamarra et al., 1996; citado por Cruz et al., 2009). Se desarrolla bien a temperaturas que fluctúan entre 10 y 30 °C, siendo la optima 20 °C; temperaturas menores de 5 °C y mayores de 25 °C pueden ser dañinas (Llique, 1993; citado por Cruz et al. 2009). El rendimiento de la ñuña está afectado por el largo periodo vegetativo (8 meses), habito de crecimiento tipo IVb, susceptibilidad a las heladas y a la mayoría de enfermedades del frijol común, además no soporta las sequías (Gamarra et al., 1996; citado por Cruz et al. 2009).

1.8 ANTECEDENTES DE EVALUACIÓN Y SELECCIÓN EN FRIJOL ÑUÑA

1.8.1 Comportamiento de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo reventón por características agronómicas y de calidad de grano

Juan M. Otálora, Gustavo A. Ligarreto y Arturo Romero

El objetivo de esta investigación fue evaluar el comportamiento de variables agronómicas, químicas y funcionales de 29 accesiones de frijol común, tipo reventón, con el fin de establecer los genotipos sobresalientes para ser utilizados como progenitores en programas de fitomejoramiento y/o como posibles variedades para entregar a los productores.

En este trabajo se evaluaron 29 cultivares de frijol reventón originarios de Perú y Bolivia, por características agronómicas, químicas del grano y propiedades funcionales de reventamiento, buscando correlacionar y seleccionar las variables de mayor incidencia en la caracterización. La información obtenida permitió agrupar las accesiones, de acuerdo a las características mencionadas, en dos conglomerados en un dendrograma. Las variables que generaron mayor información de las accesiones fueron las de precocidad y rendimiento, seguidas por las relativas a calidad nutricional y porcentaje de expansión; de las variables nominales se destacaron el color de las alas, el color predominante del limbo, el color de las vainas y la forma de la semilla. Las accesiones seleccionadas por precocidad fueron la G12185A y G7369; las accesiones que mejor rendimiento presentaron por planta fueron G12575, G12586, G7245 y G24886, mientras que las accesiones promisorias por porcentaje de expansión fueron G23729,

G12570, 12623, G23715, G23736, G23742, G23767B, G12605, G23693 y G23695.

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. La primera parte, que corresponde a la evaluación agronómica de los materiales en campo, se llevó a cabo en los invernaderos de la facultad de Agronomía (Bogotá, Colombia) a 2540 msnm, durante el transcurso de 2003, y la fase de análisis químico y de variables de calidad de grano se realizó en el laboratorio de análisis fisicoquímico del ICTA (Instituto Colombiano de Tecnología de Alimentos).

Se trabajó con semillas de 29 cultivares de frijol, tipo reventón, existentes en el banco de germoplasma de la Unidad de Recursos Genéticos del CIAT. De cada cultivar de frijol se sembró en campo un surco de 20 semillas separadas a una distancia de 20 cm y los surcos, a 1 m entre sí. El manejo agronómico consistió en la fertilización con un compuesto grado 13-26-6, la aplicación de insecticida granulado al momento de la siembra y tres aplicaciones foliares para el control de insectos comedores de follaje. La incidencia de enfermedades se evaluó de acuerdo a su presencia durante el experimento; sólo se presentó afección de mildew (*Erysiphe polygoni*) y se valoró la incidencia como el número de plantas por parcela que presentaron áreas de presencia del patógeno.

La caracterización agronómica consistió en una evaluación del material vegetal, teniendo presente tanto variables cualitativas como cuantitativas. La guía de evaluación se basó en los descriptores varietales de frijol desarrollados por Muñoz et al. (1993). Se valoraron tres plantas tomadas al

azar en cada parcela experimental. Algunos de los descriptores no fueron usados porque no presentaban variabilidad. En total, se evaluaron 21 caracteres cualitativos (binarios y categóricos) durante los estados fenológicos de plántula, floración, madurez fisiológica y cosecha.

La caracterización química, como análisis proximal completo, se hizo usando semillas crudas provenientes de los cultivares recién cosechados, según recomendación y protocolos de la *Association of Oficial Agricultural Chemists* (AOAC, 1980). Para el análisis proximal se tomaron 20 semillas de cada variedad y se molieron completas (cotiledones, embrión y testa); cada muestra de harina se guardó en envases de vidrio herméticos.

Las metodologías de cuantificación de las variables químicas se desarrollaron con dos repeticiones en cada uno de los procedimientos con cada material. En este análisis se determinaron las variables de humedad (agua libre), proteína bruta, grasa cruda, cenizas totales, fibra y, por diferencia, el porcentaje de carbohidratos.

La cuantificación de las características funcionales de los cotiledones es la que genera el interés particular en este tipo de accesiones de frijol común. Estos materiales presentan una serie de posibilidades y alternativas como producto alimenticio innovador, por lo que se planteó una metodología que describiera la caracterización del reventamiento a través de la medición de las siguientes variables: porcentaje de reventamiento, porcentaje de expansión y tiempo transcurrido para el reventamiento del primer grano. La medición se realizó con dos repeticiones en un horno microondas (Samsung

MW 1260SA), por la baja utilización de combustible o acompañantes (aceites, margarinas) para la cocción del frijol reventón.

El procedimiento utilizado fue tomar 20 semillas de cada material y colocarlas dispersas sobre el plato del microondas; se procedió a un tiempo de cocción de 2 min. Luego, se contó el número de semillas en las que los cotiledones generaron rompimiento de la testa, y este valor se expresó como:

$$\text{Reventamiento (\%)} = (N_1 \cdot 100) / N_0$$

Donde N_1 es el número de granos con rompimiento de la testa por causa de la expansión de los cotiledones y N_0 es el número de semillas en la muestra original.

En la medición del porcentaje de expansión se tomaron 20 semillas de cada material, se midió el volumen de cada semilla, se colocaron sobre el plato del microondas y se procedió a un tiempo de cocción de 2 min. Una vez reventado el 50% de las semillas, lo que se determinó visualmente, se procedió a tomar un número de 5 semillas al azar para realizar en ellas la medición, basada en el método utilizado por Van Beem y Spaeth (1990), en el que se utiliza una aproximación de medición del embrión antes y después de la expansión expresado de la siguiente manera:

$$V = 4/3 \cdot \pi \cdot A \cdot B \cdot C$$

Donde A es el ancho de la semilla (medición de los dos cotiledones juntos); B, el valor del largo de la semilla (largo de un cotiledón) y C, el valor de la

medición del alto de la semilla (ancho del cotiledón). De la diferencia de los volúmenes V1 y V2 se deduce el porcentaje de expansión, donde V1 es igual al volumen de semilla antes de entrar al microondas y V2 el volumen de semilla después de 2 minutos en el microondas.

El procedimiento utilizado para medir la variable tiempo de reventamiento fue tomar el tiempo (s) cuando la mitad (50%) de las 20 semillas de cada material, colocadas sobre el plato del microondas en forma de cruz, abrieron su testa por causa del tratamiento de calor; la evaluación fue visual luego de 2 min.

Una vez obtenidos los datos, se analizaron bajo la metodología de componentes principales, con el fin de identificar las variables de mayor representatividad y con mayor aporte para el análisis de caracterización de las accesiones. Finalmente, se realizó un análisis de clasificación por conglomerados, utilizando el programa SPAD (*Système Portable pour l'Analyse de Données*), para agrupar los individuos de acuerdo a las variables de mayor incidencia en un dendrograma o diagrama de árbol.

1.8.2 Evaluación agromorfológica y caracterización molecular de la ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.)

José Cruz Balarezo, Félix Camarena Mayta, Jean Pierre Baudoin, Amelia Huaranga Joaquín, Raúl Blas Sevillano

Se estudiaron 24 entradas, con el objetivo de determinar el nivel de duplicación del germoplasma de ñuña de la UNALM e identificar las entradas con mayor rendimiento de grano seco y calidad del grano tostado. La

evaluación morfológica se realizó usando 30 descriptores agromorfológicos del frijol común y la caracterización molecular se hizo con la técnica RAPD, empleando seis iniciadores decamericos. Según el análisis morfológico y molecular no se encontró duplicación de germoplasma en el material evaluado, y los dendogramas no forman grupos según el origen geográfico. Las entradas con mayor rendimiento de grano seco son UNALM-18, UNALM-16 y UNALM-15 con 1458.4, 1451.6 y 1337.4 kg/ha, respectivamente; mientras que las entradas con buena calidad de granos y mayor volumen de granos reventados son UNALM-15, UNALM-19 y UNALM-18 con 10.11, 9.46 y 7.04 ml de expansión. Estas entradas tienen alta potencialidad para su explotación comercial, las que deberán priorizarse en los programas de mejoramiento genético con la finalidad de generar nuevas variedades que respondan a las exigencias de mercado. Esto puede generar mayores ingresos y mejorar las condiciones de vida de los agricultores andinos.

El estudio tuvo dos etapas: la primera para la caracterización agromorfológica del material experimental, que se llevó a cabo en el distrito de Chiquian, provincia de Bolognesi, Departamento de Ancash-Perú (10°08'54" S, 77°09'16" O y 3374 msnm) y la segunda etapa para la caracterización molecular (realizada en el laboratorio de Biología Molecular del Instituto de Biotecnología (IBT) de la UNALM), utilizando la técnica RAPD ("Random Amplified Polymorphic DNA" - Polimorfismo de ADN amplificado al azar).

Para la caracterización de la ñuña se emplearon los descriptores de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) propuesto por la International Board of Plant Genetic Resources (IBPGR, 1982; ahora IPGRI). Se utilizó un total de 30 descriptores (15 cualitativos y 15 cuantitativos), de los cuales tres parámetros son para calidad de grano tostado y tres para consistencia o textura de grano tostado. El ensayo se instaló bajo un Diseño de Bloque Completo al Azar (DBCA), empleando 24 entradas con tres repeticiones, haciendo un total de 72 unidades experimentales.

La siembra se realizó manualmente el 12 de diciembre del año 2000. La distancia entre surcos fue de 0,8 m, entre golpes de 0,5 m y la profundidad de 4 cm, dejando al final tres semillas/golpe. Luego, a los 14 días, se realizó la siembra del maíz (como soporte) entre los golpes de ñuña. La cosecha se realizó manualmente entre los meses de junio y agosto del 2001, cuando las vainas estaban secas y presentaban un color pajizo, arrancando las vainas y colocándolas en bolsas de papel.

La extracción de ADN se realizó a partir de los folíolos tiernos y frescos, según el método CTAB (Bromuro de hexadecil trimetil amonio), a pequeña escala de Doyle & Doyle (1990), aplicado para la extracción de papa y camote (CIP, 1998).

1.8.3 Evaluación por rendimiento de 12 genotipos promisorios de frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo Bola roja y Reventón para las zonas frías de Colombia

Jesús Edgardo López y Gustavo Adolfo Ligarreto

El objetivo principal de este trabajo fue evaluar por rendimiento los genotipos promisorios de frijol voluble, tipos Bola roja y Reventón, para las zonas frías de Colombia mediante el análisis de sendero. Se realizó un diseño de bloques completos al azar con tres réplicas para evaluar 10 genotipos promisorios de frijol voluble. El análisis de sendero para el rendimiento por planta y las correlaciones entre el rendimiento y sus componentes mostraron que el carácter número de vainas por planta es el de mayor importancia sobre la determinación del rendimiento, en comparación con los caracteres peso de 100 semillas y número de semillas por vaina, tanto en los genotipos de frijol voluble tipo Bola roja como tipo Reventón.

El rendimiento está relacionado con el producto de la interacción entre el genotipo y el ambiente, que se manifiesta a través de procesos fisiológicos (Vargas, 1993). Precisamente Quevedo (1998), en la evaluación fisiológica y de la producción de frijol arbustivo en condiciones de la Sabana de Bogotá, encontró que el área foliar específica (AFE), la duración del área foliar (DAF) y la razón de peso foliar (RPF) son los índices morfológicos de crecimiento que mejor expresaron los cambios en el rendimiento agronómico del frijol.

La selección en frijol por incremento de rendimiento agronómico y sus componentes es difícil por la baja heredabilidad y los efectos ambientales sobre su expresión (Quevedo, 1998). El rendimiento en frijol es una variable compleja que depende de factores directos e indirectos.

Entre los factores directos los de mayor peso son el número de vainas por planta, el número de semillas por vaina y el peso del grano.

Se pueden usar las correlaciones fenotípicas, genéticas y ambientales para evaluar la asociación entre los caracteres de interés en el mejoramiento genético de plantas.

La correlación fenotípica se estima directamente de los valores medios fenotípicos de campo, es decir, de causas genéticas y ambientales. La correlación genotípica, en cambio, corresponde a la porción genética de la correlación fenotípica y es empleada para orientar programas de mejoramiento (Ceballos, 2003; Cruz y Regazzi, 1997; Falconer y Makay, 1996; Vencovsky y Barriga, 1992 y Hallauer y Miranda, 1981).

El estimador dentro del análisis de sendero que mide las relaciones causa-efecto entre caracteres es llamado coeficiente de sendero (*path coefficient*, en inglés), que mide la influencia directa de una variable sobre otra, independientemente de las demás. Es este estadístico el que permite desagregar los coeficientes de correlación simples en sus efectos directos e indirectos. Según Cruz y Regazzi (1997) y Vencovsky y Barriga (1992), un análisis de sendero es en esencia un estudio que permite evaluar si una relación entre dos variables es de causa-efecto o es determinada por la influencia de otras variables. Un análisis de sendero puede realizarse a partir de correlaciones fenotípicas, genéticas y ambientales.

Se hizo una evaluación de 12 genotipos promisorios de frijol voluble tipos Bola roja y Reventón sobre el rendimiento y sus componentes primarios: número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso de 100 semillas. El estudio se realizó en invernaderos de la Universidad Nacional de

Colombia, en Bogotá, durante 2005. El área está localizada a 2556 msnm y tiene humedad relativa de 80% y brillo solar de $4,5 \text{ h.d}^{-1}$ (Vargas, 2001).

Los frijoles tipo Bola roja fueron ocho, para los que se utilizó la variedad Bola rojo de Cabrera como testigo, y cuatro fueron tipo Reventón, con frijol 'Pava' como testigo. Los genotipos Bola roja son accesiones del Banco de germoplasma de Corpoica (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria) en Mosquera, Cundinamarca.

Los genotipos reventones son accesiones del Banco de germoplasma del CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) en Palmira y originarios de Perú y Bolivia. Así, el experimento tuvo en total 12 tratamientos, repetidos cada uno tres veces, en los que la unidad experimental estuvo conformada por una parcela de 20 plantas, con un arreglo de bloques completos al azar.

Cada parcela o unidad experimental comprendió una longitud de 2.0 m, en la que se sembraron semillas de frijol a 0.1 m, para un total de 20 semillas por unidad experimental; la distancia entre surcos fue 1.2 m.

Los genotipos se evaluaron tomando como referencia las variables: número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso de 100 semillas y rendimiento por parcela. El rendimiento por planta se obtuvo del rendimiento por parcela dividido por el número de plantas cosechadas en la parcela.

Para determinar el número de vainas por planta se cosechó toda la parcela y se calculó la relación entre el número de vainas total y el número de plantas total en la unidad experimental. En la variable número de semillas por vaina se colectaron de cada parcela al azar 10 vainas formadas y se contó su

número de semillas para calcular un promedio. La variable peso de 100 semillas se determinó mediante el peso de 100 semillas, tomadas al azar de cada parcela, con 14% de humedad y el hábito de crecimiento, de acuerdo con los descriptores del CIAT (1987).

1.9 ETAPAS DE DESARROLLO DEL FRIJOL

CIAT (1982), indica que en el desarrollo de la planta de frijol se han identificado diez etapas, las cuales están determinadas por eventos fisiológicos importantes. La identificación de cada etapa se hace con base en un código que consta de una letra y un número.

Fase vegetativa:

- V0 : Germinación
- V1 : Emergencia
- V2 : Hojas primarias
- V3 : Primera hoja trifoliada
- V4 : Tercera hoja trifoliada.

Fase reproductiva

- R5 : Prefloración
- R6 : Floración
- R7 : Formación de las vainas
- R8 : Llenado de vainas
- R9 : Maduración

1.9.1 Fase vegetativa

a) Etapa V0: Germinación

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

b) 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 esperado presenta los cotiledones a nivel del suelo. Concluye cuando las hojas primarias están completamente desplegadas.

c) Etapa V2: Hojas primarias

Comienza cuando las hojas primarias de la planta están desplegadas. Para unos cultivos se considera inicio de esta etapa cuando el 50% de las plantas presentan esas características. En esta etapa las hojas primarias unifoliadas alcanzan su tamaño máximo. Los cotiledones pierden su forma arqueándose. Termina cuando la primera hoja trifoliada está completamente desplegada.

d) Etapa V3: Primera hoja trifoliada

Se inicia cuando la primera hoja trifoliada del 50% de plantas de un cultivo se encuentra completamente abierta con los folíolos ubicados en plano y por

debajo de las hojas primarias. Termina cuando la tercera hoja trifoliada se despliegue. 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.

e) 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 se 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 culminación de la etapa V4.

1.9.2 Fase reproductiva.

f) Etapa R5: Prefloración

Se inicia cuando aparece el primer botón o racimo floral en el 50% de las plantas de un cultivo. En sus estados iniciales de desarrollo, los racimos florales pueden confundirse con las ramas. Un racimo floral con sus brácteas y bractéolas 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.

g) 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 aparece. En plantas de hábito determinado la floración empieza en el último nudo del tallo y continúa en forma descendente en los nudos inferiores. En cambio, en las variedades 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.

h) Etapa R7: Formación de las vainas

Se inicia cuando 50% de las plantas de un cultivo presenta 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 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.

i) 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.

j) 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.

1.10 ASPECTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS

1.10.1 Factores climáticos

a) Temperatura

El CIAT (1985), indica que la planta de frijol crece bien en temperaturas promedio entre 15°C y 27°C, pero es importante reconocer que hay un rango de tolerancia entre variedades diferentes. En términos generales, las bajas temperaturas retardan el crecimiento, mientras que las altas causan una

aceleración. Pero vale anotar que los extremos pueden producir falta de floración o problemas de esterilidad. Las temperaturas extremas (5°C ò 40°C) pueden ser soportadas por períodos cortos, pero por tiempos prolongados causan daños irreversibles.

b) Luz

El CIAT (1985), indica que el papel más importante de la luz está en la fotosíntesis, pero también afecta la fenología y morfología de la planta por medio de reacciones de fotoperiodo y elongación. El frijol es una especie de días cortos, los días largos tienden a causar demora en la floración y la madurez. Hay mucha variabilidad genética para sensibilidad al fotoperiodo, pero en términos generales se puede decir que cada hora más de luz por día puede retardar la maduración de dos a seis días.

c) Agua

El CIAT (1985), indica que el agua es tan importante para el crecimiento de cualquier planta, como reactivo en la fotosíntesis, elemento estructural, medio de transporte y regulador de temperatura.

El MAG (1991), menciona que la falta de agua durante las etapas de floración, formación y llenado de vainas afecta seriamente el rendimiento. El exceso de humedad afecta el desarrollo de la planta y favorece el ataque de gran número de enfermedades. El frijol es más productivo en zonas donde la humedad es menor, porque se reduce el ataque de plagas y enfermedades.

1.10.2 Factores edáficos

a) Suelo

El MAG (1991), recomienda que los suelos para el cultivo de frijol sean profundos, fértiles, preferiblemente de origen volcánico con no menos de 1,5% de materia orgánica en la capa arable y de textura liviana con nomás de 40% de arcilla como los de textura franco, franco limosos y franco arcilloso ya que el buen drenaje y la aireación son fundamentales para un buen rendimiento de este cultivo. Se debe evitar sembrar en suelos ácidos, con contenidos altos en manganeso y aluminio y bajos en elementos menores. El pH óptimo para frijol está comprendido entre 6,5 y 7,5 aunque es tolerante a pH entre 4,5 y 8,2.

1.11 MANEJO AGRONÓMICO

1.11.1 Pre siembra

a) Selección del Terreno

El IICA (2009), menciona que la decisión de sembrar frijol en los en los distintos suelos debe estar basada en los siguientes aspectos:

La pendiente del terreno: Suelos ligeramente planos a planos provocan pérdidas por encharcamiento (pudriciones) y pendientes mayores de un 30% los rendimientos serán bajos debido al lavado de los nutrientes por escorrentía causada por el agua de lluvia.

El acceso al agua: Esta debe estar próxima a las áreas de establecimiento del cultivo, para poder abastecer de agua complementaria, diluir los productos químicos y así realizar las labores de control de malezas, insectos y enfermedades.

b) Preparación del suelo

El IICA (2009), menciona que una buena preparación del suelo provee las condiciones adecuadas para que las semillas del cultivo presenten una buena germinación, se desarrolle con un excelente vigor y obtengamos una excelente producción.

Parsons (1981), menciona que es una labor de suma importancia la preparación de terreno para el desarrollo del cultivo de frijol, siendo necesario un buen mullido del terreno antes de la siembra.

1.11.2 Siembra

Estas siembras están en función de hacer que las cosechas coincidan con los períodos secos.

a) Épocas de siembra

El INIA Cusco (1997), menciona con referencia a la época de siembra siendo los meses recomendados setiembre y octubre, esto debido a su periodo vegetativo largo de 8 a 9 meses y cuando se trata de asociar con el maíz el frijol ñuña recomienda sembrar en el mes de setiembre, 10-15 días después de la siembra del maíz.

b) Selección de semilla

El IICA (2009), menciona que la semilla debe tener buena forma, calidad y color uniforme sin efecto de daños por plagas y enfermedades. Trabajos de investigación indican que con el solo hecho de usar semilla de buena calidad se incrementan en un 30 % los rendimientos(PROMESA).

El productor siempre debe garantizar la calidad de su semilla antes de la siembra, por lo tanto debe realizar una prueba de germinación.

c) Desinfección de semillas

Parsons (1981), menciona que la semilla debe ser certificada y tratada con productos químicos para contrarrestar el ataque de plagas y enfermedades.

Valladolid (1993), menciona que la desinfección de la semillas debe ser momentos antes de la siembra y debe de consistir en un fungicida (Vitavax) a una dosis de 4 gramos de producto por kilogramo de semilla.

d) Densidad de siembra

Enciso (2005), menciona que en caso del frijol ñuña se debe utilizar 100 kg de semilla.ha⁻¹ y colocar de 3 a 4 semillas por golpe, con un distanciamiento de 0.90 m. entre surcos y 0.30 m. entre golpes.

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

e) Sistemas de siembra

Arias (2007), manifiesta que 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 el maíz.

1.11.3 Manejo del Cultivo

a) Fertilización

Enciso (2005), menciona que el frijol tiene la característica de fijar nitrógeno atmosférico mediante el proceso de la simbiosis y recomienda fertilizar en forma moderada con 30 kg.ha⁻¹ de nitrógeno.

Gamarra (1997), menciona que el sistema de monocultivo de frijol ñuña responde económicamente a la aplicación de 40 unidades de nitrógeno, 60 unidades de fósforo y otras 60 de potasio; la mezcla de los 3 elementos se aplica en su totalidad al momento de la siembra y entre los espacios de cada golpe del frijol ñuña.

b) Colocación de tutores

FONTAGRO (2003), menciona que los cultivares criollos de esta raza son plantas grandes (mayor a 3 m de altura), su hábito de crecimiento exige el uso de tutores, maíz (*Zea mays*) o espalderas artificiales, su período de crecimiento son mediano a largo.

Enciso (2005), menciona que al cultivar el frijol ñuña es necesario colocar postes delgados de eucalipto de 2.50 m. de altura a cada 8 m. de longitud del surco, con una profundidad de 0.40m.; para una hectárea se requiere 1375 postes, posteriormente se tensa un alambre N° 16 en la parte superior de los poste deteniendo con grapas a 2.10 m. de altura.

c) Riego

Mateo (1961), menciona que el frijol requiere una buena humedad para su crecimiento y desarrollo normal; el punto más crítico de la planta ocurre en la

floración y tiene una máxima necesidad de agua, siendo su requerimiento aproximado de 600 a 800 m³.ha⁻¹.

d) Protección Sanitaria

➤ Manejo de malezas

El IICA (2009), menciona que el período crítico de competencia por malezas inicia desde el primer día hasta los 25 a 30 días después de haber emergido el frijol, por tanto el productor debe mantener limpio de malezas el cultivo durante estos días, posterior a estos días se recomienda si es necesario, realizar control de malezas químicamente para cosechar en limpio.

Arias (2007), menciona que en el cultivo del frijol las malezas pueden ocasionar pérdidas entre 15 y 97 % en los rendimientos del cultivo. Además de la reducción cuantitativa puede depreciar la calidad del frijol. Las malezas compiten al cultivo por nutrientes, agua, luz y CO₂, y pueden causar una inhibición química (alelopatía) sobre el desarrollo de los cultivos.

Gamarra (1997), menciona que el deshiero del frijol ñuña se efectúa mediante un labor cultural constante durante la campaña de acuerdo a la incidencias de malezas en el campo del cultivo.

➤ Manejo de enfermedades

El IICA (2009), menciona el manejo recomendado para el control de enfermedades es preventivo, como primera medida es la utilización de semilla libre de enfermedades, utilización de variedades resistentes, labranza mínima y uso de coberturas vegetales sin contaminación así como rotación de cultivos.

Pudriciones de la raíz (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani* y *Pythium* spp.)

El MAG (1991), menciona que como todas las enfermedades causadas por patógenos del suelo, entre más se usa un terreno con el mismo cultivo, tienden a ser más serias año tras año.

Los daños que ocasionan son lesiones o llagas color café-rojizas en las raíces y la base del tallo, que producen marchitez y muerte de la planta.

Estas enfermedades se ven favorecidas por los terrenos mal drenados y por exceso de humedad, por eso lo más recomendable es sembrar en lomillos y propiciar el drenaje. La rotación de cultivos con cereales (arroz, maíz) es la medida preventiva más recomendable, sobre todo en aquellos terrenos donde se han establecido estas pudriciones. También se recomienda la siembra de semilla tratada con captan, benomil o carboxil con captan (Vitavax) a razón de 120 g/46 kg de semilla.

Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*)

El MAG (1991), menciona que esta enfermedad está ampliamente difundida en las zonas altas y medias con clima fresco y se presenta en forma epidémica en épocas de lluvia fuertes. Ataca todas las partes aéreas de la planta; en las venas de las hojas produce lesiones alargadas y hundidas, café oscuras o negras; manchas similares aparecen en tallos y pecíolos lo que causa el doblamiento de las hojas. En las vainas, las lesiones son circulares, hundidas y con el borde levantado, color café claro en el centro y con el borde oscuro. Además, esta enfermedad ataca las semillas. El hongo sobrevive en residuos de cosecha y en la semilla; se disemina por la lluvia y

los trabajadores. El mejor combate es mediante el uso de semilla sana o certificada producida en época de verano con riego y protegida durante el ciclo con fungicidas, ya que el patógeno se transmite en la semilla. Es aconsejable la rotación por dos a tres años con otros cultivos que no sean leguminosas. Las aplicaciones de fungicida, en forma preventiva, como la mezcla de maneb y clorotalonil alternada con benomil, con tres aplicaciones cada diez días, ofrecen buen combate. El combate es más importante durante el crecimiento y la formación de vaina.

Bacteriosis común (*Xanthomonas campestris* p.v. *phaseoli*)

El MAG (1991), menciona que la enfermedad se presenta en zonas inferiores a los 1000 msnm y con un rango de temperatura de 20 a 26°C. Produce manchas acuosas en el envés de la hoja, las cuales aumentan en forma extensiva e irregular, color verde oliva y rodeada de un halo amarillento; posteriormente las lesiones se vuelven necróticas y causan defoliación. En la vaina, la enfermedad produce manchas húmedas, de aspecto acuoso que gradualmente se tornan oscuras y levemente hundidas. Cuando la infección ocurre durante la formación de la vaina, la semilla se decolora, se arruga y se pudre. La bacteria se transmite en la semilla y se encuentra tanto dentro como por fuera de la cascarita.

La mejor medida de prevención es utilizar semilla certificada libre del patógeno, además es recomendable remojar la semilla en una solución de antibiótico (Agrimicin; 2,5 g/Kg semilla) y rotar el cultivo. Cuando la enfermedad aparece, se pueden utilizar fungicidas a base de cobre (Kocide 2,5 g/L). No hay variedades resistentes a esta enfermedad.

Gamarra (1997), menciona que el problema principal del frijol ñuña son las enfermedades foliares como la antracnosis y anublo de halo, problemas que inciden en las hojas y los rendimientos de los frijoles asociados con el maíz (0.70 t.ha^{-1}).

➤ **Manejo de insectos plagas**

El IICA (2009), menciona el manejo de insectos plagas se inicia con el control cultural, desde la selección del terreno y la limpieza del mismo en donde se eliminan las plantas hospederas de insectos, para evitar que estos alcancen poblaciones capaces de hacer daño al cultivo.

Gusanos cortadores (*Agrotis* sp., *Spodoptera* sp. y *Phyllophaga* spp.)

El MAG (1991), menciona que los gusanos cortadores son larvas oscuras que cortan los tallos tiernos de las plántulas a ras de suelo. Su ataque ocurre en manchas o focos, aunque hay ocasiones en que el daño es tan generalizado que es necesario volver a sembrar. En suelos infestados en siembras anteriores, puede aplicarse insecticidas granulados en la siembra como: foxin (Volatón 2,5% G; 20-25 kg/ha), mefosfolan (Cytrolane 2% G, 20-25 kg/ha) o clorpirifos (Lorsban 5% G, 20-25 kg/ha). En caso de ataque de gusanos cortadores, realizar aspersiones líquidas con clorpirifos (Lorsban 4 E, 1 l/ha) o metomil (Lannate 90 PS, 250-300 g/ha).

Escarabajos de la hoja (*Diabrotica* spp. y *Cerotoma* spp.)

El MAG (1991), menciona que la mayor parte del daño lo causa cuando el frijol está en estado de plántula, ya que el insecto consume un porcentaje

alto de follaje y durante el período de floración y formación de vainas. También porque son vectores del virus del mosaico rugoso.

Cuando existen poblaciones altas de este insecto, en las primeras dos semanas de edad del cultivo o durante la floración, se recomienda el uso de: metilparation (Methilparathion 48% CE, 1 l/ha), malation con metilparation (Cygard 500 E; 1-1,5 l/ha) o metomil (Lannate 90 PS, 250-300 g/ha).

Minador de hojas (*Liriomyza* sp.)

Vilca (2008), menciona que los síntomas de daño son la presencia de picaduras de las hojas y minas serpenteantes o lagunares que posteriormente se secan y se desprenden de la hoja. La baja capacidad fotosintética de la planta, es reflejada en una baja producción o muerte de plantas pequeñas.

De forma cultural se puede evitar mediante la eliminación de sus hospederos alternantes, mediante el deshierbo oportuno y racional. Pero cuando su infestación es alta se puede realizar aplicaciones de productos larvicidas como la Ciromacina (Trigrad), que es un inhibidor de síntesis de quitina.

Perforadores de las vainas (*Maruca testulalis* Geyer y *Heliothis* spp.)

El MAG (1991), menciona que las larvas de estos insectos se alimentan de las vainas, las cuales perforan y se comen los granos. Además, las vainas infestadas también presentan pudriciones. Cuando las vainas están recién formadas y hay una larva recién nacida por planta, se pueden utilizar los siguientes insecticidas: decametrina (Decis 2,5% CE, 300-400 cc/ha),

permetrina (Ambush 30% CE, 300-400 cc/ha), clorpirifos (Lorsban 4 E, 1 l/ha), metomil (Lannate 90 PPS, 250 a 300 g/ha).

Gorgojos (*Zabrotes subfasciatus* y *Aconthoscelides abtectus*)

El MAG (1991), menciona que tanto las larvas como los adultos se alimentan de los granos, lo cual provoca pérdidas importantes tanto en la cantidad como en la calidad.

El ataque se previene mediante las siguientes medidas: si se va a almacenar, secar la cosecha hasta 14% de humedad; limpiar las paredes y los pisos del almacén o bodega y destruir residuos de la cosecha que pudieran existir en el almacén; guardar el frijol sin aventar o sea con basura o el frijol limpio pero tratado con aceite vegetal que impide el desplazamiento del gorgojo; aplicar dos pastillas de fosfamina (Phostoxin) por estañón, tapando bien el recipiente si el grano es para consumo humano. Si se va a usar el frijol como semilla, tratarla con malation (4% PS, 100 g/46kg de semilla).

1.11.4 CosechaP

Valladolid (1993), menciona que comprende tres fases: Arranque de plantas y desgrane o trilla y Prelimpieza. El primero es extraído de plantas se debe realizarse preferentemente en las mañanas para evitar la caída de los granos por efecto de la dehiscencia. Luego se procede con la trilla para lo cual los granos deben estar secos (14% y 15% de humedad) para no ser dañados y seguidamente se procede con la prelimpieza, que consiste en liberar las semillas de los materiales indeseables.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en los terrenos de la EEA - CANAÁN del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), dentro del Área de Investigación de Cultivos Andinos.

UBICACIÓN POLÍTICA

Departamento : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Ayacucho

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Latitud : 13°10'09" S
Longitud : 74°32'82" O
Altitud : 2,735 msnm

UBICACIÓN ECOLÓGICA

Según la clasificación ecológica de Holdridge (1986), citado por Tineo (1999), se encuentra dentro de la zona de vida natural Bosque Seco - Montano Bajo Subtropical (bs-MBS).

2.2 ANTECEDENTES DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Durante la campaña anterior se instaló el cultivo de maíz morado, destinada a la producción de granos. De acuerdo a la fisiografía se observa que los terrenos de la Estación Experimental Canaán son de una profundidad superficial (< 40 cm), cuyo relieve es casi plano (1 – 2 % de pendiente), lo que favorece para la aplicación de riegos superficiales.

2.3 CONDICIONES CLIMÁTICAS

La EEA - CANAÁN presenta un clima templado propio de la región quechua. Se tiene dos épocas bien diferenciadas: seca y húmeda. La época húmeda comprendida entre los meses de mayor precipitación (enero, febrero y marzo) y la época seca comprendida entre los meses de abril y diciembre.

Los datos climáticos (temperatura y precipitación), correspondientes a la campaña agrícola 2010-2011, se presentan en el cuadro 2.1 y representado

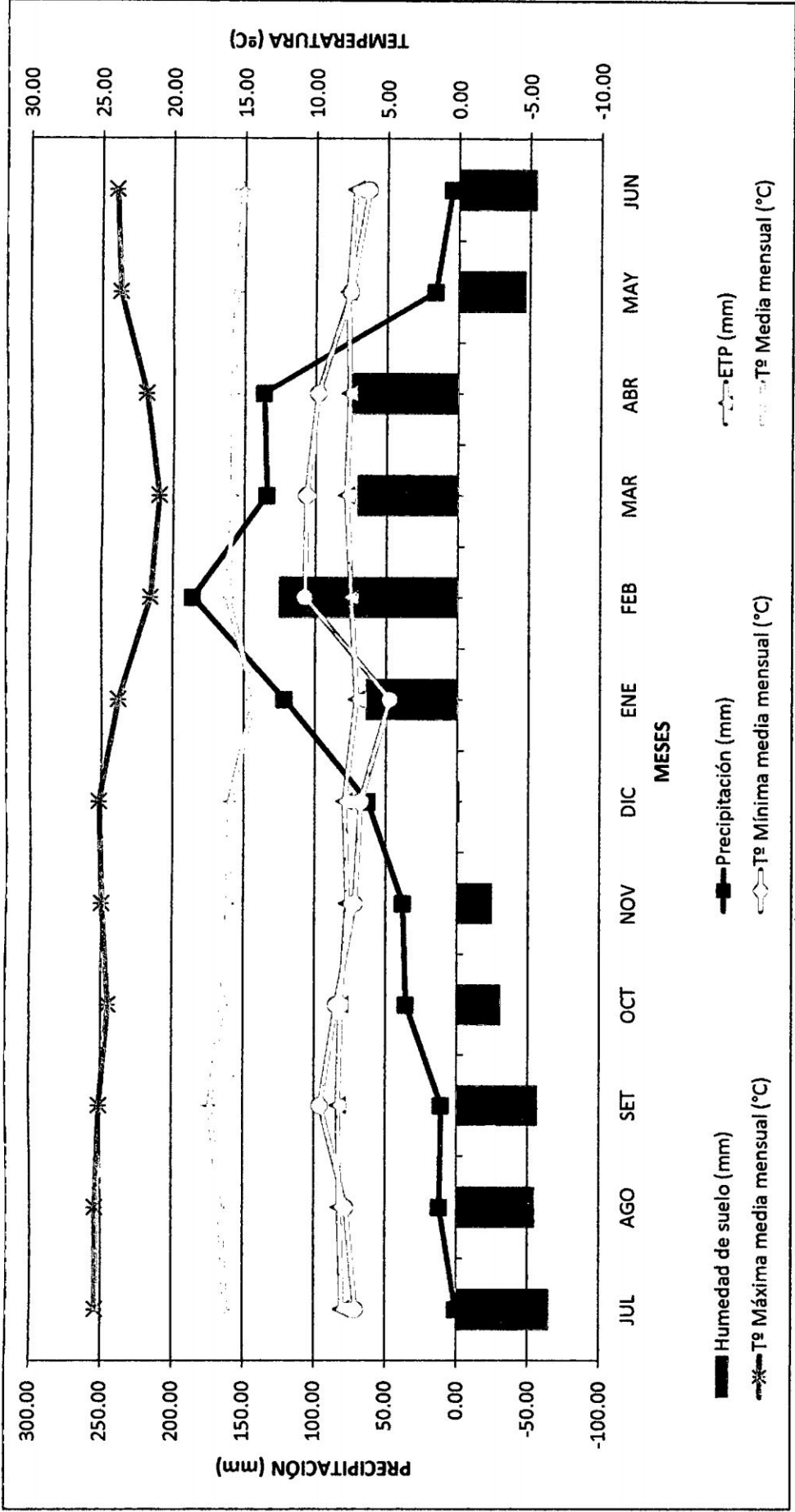


GRAFICO 2.1: Temperatura Máxima, Mínima, Media y Balance Hídrico Correspondiente a la Campaña Agrícola 2010-2011 de la Estación Meteorológica de Canaán - INIA (Senamhi) - Ayacucho.

gráficamente en el gráfico 2.1, las cuales se obtuvieron de la Estación de Servicio Nacional de Meteorológica e Hidráulica (Senamhi) de Canaán.

Se observa que los promedios mensuales de las temperaturas mínima, media y máxima fue de 8.1, 16.0 y 23.9 °C respectivamente. La precipitación acumulada durante la campaña agrícola 2010-2011 fue de 759.9 mm.

El balance hídrico se realizó utilizando la metodología propuesta por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN, 1976). En el que se observa déficit de humedad en los meses de julio a diciembre del 2010 y mayo a junio del 2011.

2.4 CONDICIONES EDÁFICAS

Para determinar las características físicas y químicas del suelo, se realizó el correspondiente análisis en el Laboratorio de Suelos “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Las muestras para el análisis fueron tomadas hasta una profundidad de 20 cm. de la superficie del suelo agrícola (método convencional) y tratando de cubrir toda el área delimitada, luego todas las muestras extraídas fueron mezclados y cuarteados para formar la muestra representativa, compuesta de 0.5 kg; los resultados del análisis se muestran en el Cuadro 2.2.

CUADRO 2.2: Características Físico - Químico del suelo de Canaán.

CARACTERÍSTICAS	RESULTADOS		INTERPRETACIÓN
	VALORES	MÉTODO	
Análisis físico			
Arena (%)	40.2	Bouyoucus	Arcilloso
Limo (%)	13.1	Bouyoucus	
Arcilla (%)	46.7	Bouyoucus	
Clase Textural	Arcilloso	Triángulo textural	
Análisis químico			
pH	6.32	Potenciometría	Ligeramente ácido
Materia Orgánica (%)	1.27	Walkley Black	Bajo
Nitrogeno Total (%)	0.06	Kjeldahl	Bajo
P disponible (ppm)	54.5	Bray-Kurtz	Muy alto
K disponible (ppm)	120.3	Turbidimétrico	Medio
CIC	7.88	Acetato amonio pH 7	

Fuente: Laboratorio de suelos "Nicolás Roulet" del Programa de investigación en pastos y ganadería de la UNSCH.

Del Cuadro 2.2, se tiene 0.06% de N total, P disponible 54.5 ppm y K disponible 120.3 ppm; los cuales de acuerdo a la interpretación de Ibáñez y Aguirre (1983) representan contenidos bajo, muy alto y medio respectivamente. Además la clase textural pertenece al tipo arcilloso.

A partir de este análisis de suelo, sumado a las recomendaciones del INIA, se eligió la fórmula de abonamiento de 60-60-40 de NPK, que corresponde a 80 kg.ha⁻¹ de Urea (46 % N), 130 kg.ha⁻¹ de Fosfato Diamónico (18 % N y 46 P₂O₅), y 67 kg.ha⁻¹ de Cloruro de Potasio (60 % K₂O).

2.5 MATERIAL GENÉTICO EN ESTUDIO

El material experimental estuvo conformado por 27 cultivares de frijol ñuña, procedentes de diferentes partes de la región (Cuadro 2.3).

Estas colecciones fueron realizadas por la Estación Experimental Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), mediante su Programa de Mejoramiento de Cultivos andinos.

CUADRO 2.3: Colecciones de frijol ñuña utilizados en el Experimento.

TRATAMIENTO	CÓDIGO	PROCEDENCIA		
		LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA
T1	CFA - 001	San Miguel	San Miguel	La Mar
T2	CFA - 002	Patibamba	San Miguel	La Mar
T3	CFA - 003	Tranca	San Miguel	La Mar
T4	CFA - 004	Tranca	San Miguel	La Mar
T5	CFA - 005	Accopuquio	Cangallo	Cangallo
T6	CFA - 006	Huacrabamba	Cangallo	Cangallo
T7	CFA - 007	Iguain	Iguain	Huanta
T8	CFA - 008	Huayhuas	Iguain	Huanta
T9	CFA - 009	Iguain	Iguain	Huanta
T10	CFA - 010	Huayhuas	Iguain	Huanta
T11	CFA - 011	Ichupata	Huamanguilla	Huanta
T12	CFA - 012	Ichupata	Huamanguilla	Huanta
T13	CFA - 013	Iguain	Iguain	Huanta
T14	CFA - 014	Iguain	Iguain	Huanta
T15	CFA - 016	Iguain	Iguain	Huanta
T16	CFA - 017	Huamanguilla	Huamanguilla	Huanta
T17	CFA - 018	Ccochani	Acocro	Huamanga
T18	CFA - 019	Ccochani	Acocro	Huamanga
T19	CFA - 021	Ccochani	Acocro	Huamanga
T20	CFA - 023	Ccochani	Acocro	Huamanga
T21	CFA - 024	Huancaraylla	Huancaraylla	Víctor Fajardo
T22	CFA - 026	Quillca	Colca	Víctor Fajardo
T23	CFA - 027	Quillca	Colca	Víctor Fajardo
T24	CFA - 028	Quillca	Colca	Víctor Fajardo
T25	CFA - 029	Quillca	Colca	Víctor Fajardo
T26	CFA - 031	Quillca	Colca	Víctor Fajardo
T27	CFA - 032	Chincheros	Chincheros	Chincheros

2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue el de Bloque Completo Randomizado (DBCR) con 27 tratamientos y 3 repeticiones, cuyo modelo aditivo lineal es el siguiente:

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

Dónde:

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.

2.7 DEFINICIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

El campo experimental está constituido por parcela, las cuales representan a la vez la unidad experimental, teniéndose 27 parcelas en cada bloque, las cuales constituyen el número de tratamientos. Además el campo experimental está dividida en 03 bloques (repeticiones), lo cual hace que el campo experimental este constituida por 81 parcelas en total.

2.8 DISTRIBUCIÓN DE TRATAMIENTOS

Las características de la Unidad experimental se detallan a continuación:

- Largo : 4.00 m
- Ancho : 1.60 m
- Área por parcela : 4.80 m²
- Distancia entre surcos : 0.80 m
- Distancia entre golpes : 0.30 m
- N° de surcos/parcela : 02 unid
- N° de golpes /surco : 13 unid
- N° de plantas/golpe : 03 unid

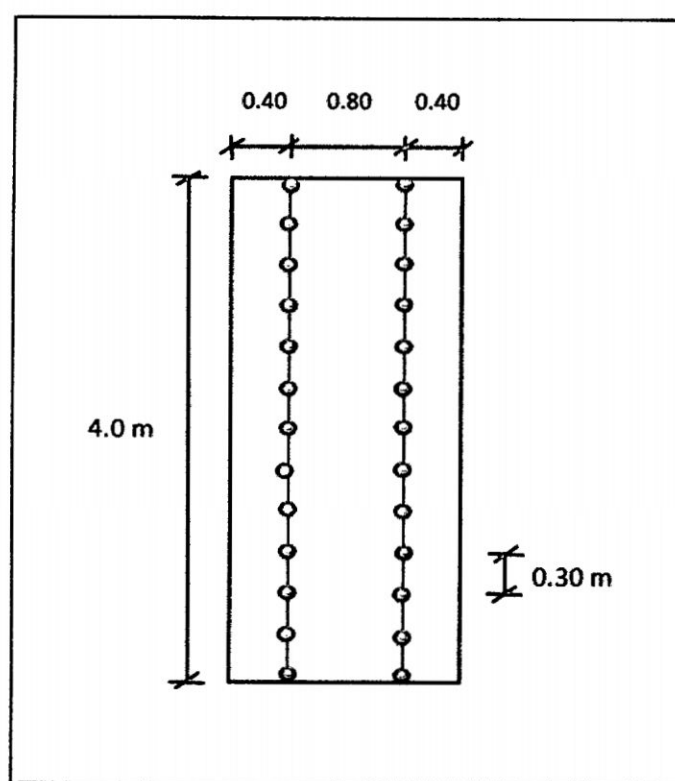


GRAFICO 2.2: Medidas de la unidad experimental.

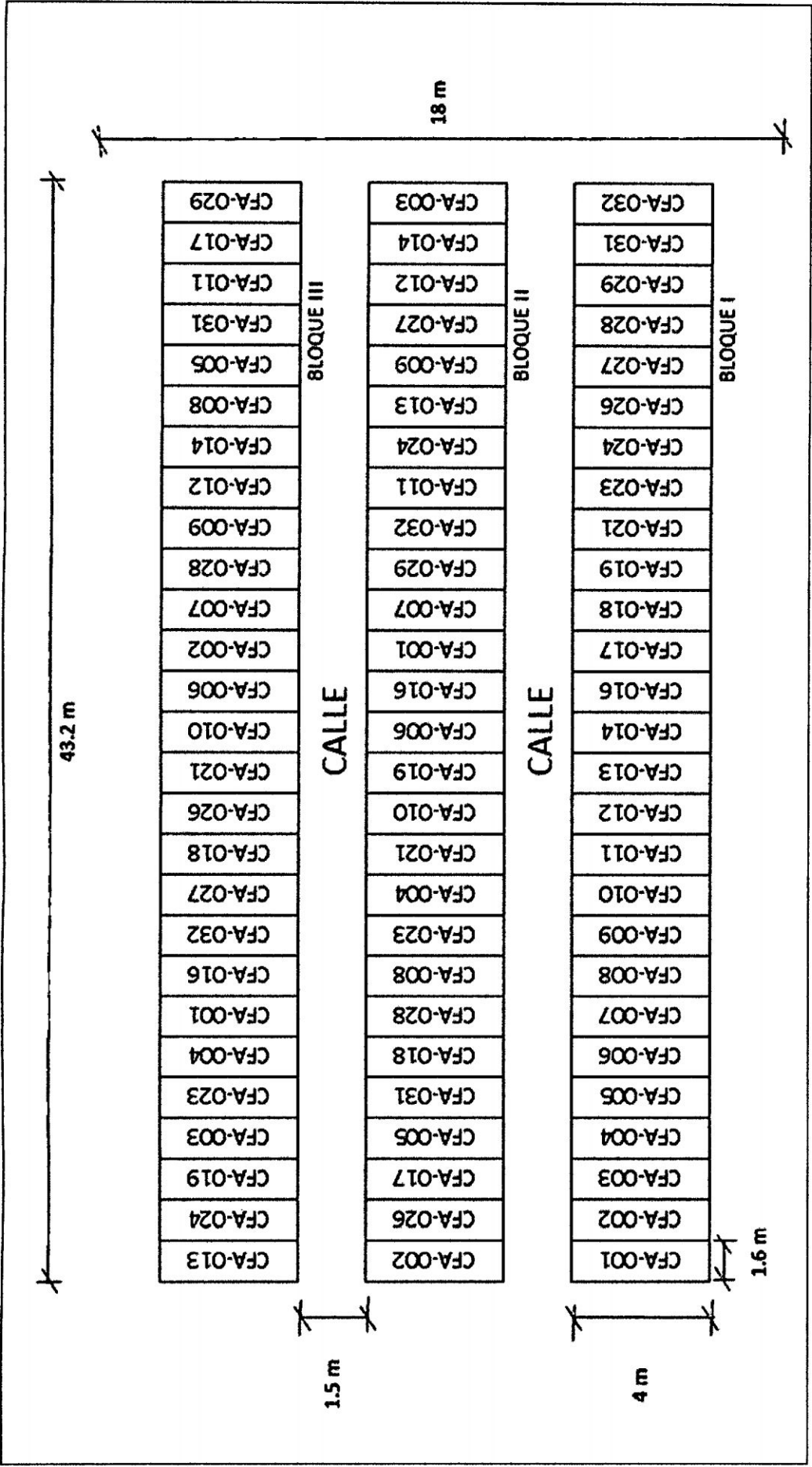


GRAFICO 2.3: Croquis del Campo Experimental.

2.9 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

2.9.1 Preparación de terreno

Se realizó el 16 de noviembre del 2010, con una pasada de arado de discos y dos pasadas de rastra en forma cruzada, luego se procedió al nivelado y surcado respectivo.

2.9.2 Demarcado del campo experimental

Se realizó el 22 de noviembre del 2010, de acuerdo al croquis del campo experimental y entre los materiales empleados se tuvo a la cinta métrica, estacas, yeso y cordel; luego se procedió a dividir los bloques, calles y parcelas.

2.9.3 Desinfección de las semillas

Se realizó el 23 de noviembre del 2010 y se procedió a seleccionar los granos; seguidamente se procedió a desinfectar con el producto VITAVAX a una dosis 5 gr.kg^{-1} de semilla, con la finalidad de prevenir enfermedades de tipo fungoso, para tal efecto se utilizó un recipiente de plástico con agua y se procedió a humedecer las semillas para luego espolvorear el producto removiendo constante hasta lograr que el producto cubra las semillas por completo y finalmente se llevó al sol con la finalidad orear durante dos a tres minutos.

2.9.4 Abonamiento

El abonamiento al suelo se realizó el mismo día de la siembra (23 de noviembre del 2010), con un nivel de 60-60-40 NPK más 10 sacos de guano

isla (12-11-2.5 de NPK), utilizando Urea (45% de N), Fosfato Diamónico (46% de P_2O_5 y 18 % de N) y Cloruro de Potasio (60% de K_2O), aplicando al fondo del surco a chorro continuo. Cabe mencionar que la urea fue fraccionada en dos partes (a la siembra y aporque).

2.9.5 Siembra

La siembra se realizó el 23 de noviembre del 2010, teniendo en cuenta la randomización del experimento, colocando al fondo del surco 3 semillas por golpe; a un distanciamiento de 0.30 m. entre golpes y 0.80 m. entre surcos.

2.9.6 Riegos

La dotación de agua mediante riegos se realizó a partir del 05 de marzo del 2012 debido a la ausencia de precipitación, prosiguiendo con esta labor a un intervalo de tiempo de una semana, hasta que el cultivar más tardío llegue a la madurez fisiológica. El agua se distribuyó mediante el método de riego superficial por gravedad tradicional.

2.9.7 Control de maleza

El deshierbo se realizó manualmente en tres oportunidades, el primero al momento del aporque (48 días después de la siembra), el segundo en la etapa de prefloración del cultivo (95 días después de la siembra) y tercero en la llenado de vainas (130 días después de la siembra), cabe mencionar que el deshierbo de las calles y las cabeceras de las parcelas se realizó en forma constante.

2.9.8 Aporque

Esta labor fue realizada el día 10 de enero de 2012 (48 días después de la siembra), aprovechándose para la incorporación de la segunda dosis del abonamiento nitrogenado.

2.9.9 Colocación de tutores

Esta labor fue realizada los días 11 al 14 de enero de 2011 (49 días después de la siembra), utilizando carrizos, de una longitud de dos metros y medio, cuando las plantas empezaron a proyectar sus guías trepadoras.

2.9.10 Aplicación del fertilizante foliar

Las aplicaciones foliares se realizaron después de la aparición de la tercera hoja trifoliada, para favorecer el crecimiento del área foliar hasta la prefloración, formación y el cuajado de la vaina, siendo las fechas: 15 de enero del 2011 (53 días después de la siembra), 12 de febrero del 2011 (81 días después de la siembra) y 21 de febrero del 2011 (90 días después de la siembra). Se utilizó el fertilizante foliar GROW MORE PREMIUM 20-20-20 NPK, a una dosis de 1200 gr/ cilindro/ha, equivalente a 90 gr/mochila de una de capacidad de 15 litros.

2.9.11 Control fitosanitario

a) Plagas

Durante los dos primeros meses se tuvo problemas del escarabajo de hoja (*Diabrotica sp*), el cual se procedió a controlar en tres oportunidades: el 23

de diciembre del 2011 (30 días después de la siembra), 15 de enero del 2011 (53 días después de la siembra) y 12 de febrero del 2011 (81 días después de la siembra), habiéndose utilizado el producto CYPERKLIN 25 CE, cuyo ingrediente activo es Cipermetrina, la dosis utilizada fue de 200 ml/cilindro/ha, equivalente a 15 ml, para una mochila de 15 litros.

b) Enfermedades

Durante el periodo de crecimiento de la planta se observó enfermedades fungosas radicales, el cual se procedió a controlar con el producto RIDOMIL GOLD MZ 68 WP (Mancozeb + *Metaxyl*) y BENOMEX 50 WP (Benomyl) a una dosis 3.0 y 0.5 kg.ha⁻¹ respectivamente, que corresponden a 50 y 10 g/mochila más 10 ml de adherente, para una mochila de 15 litros; con la finalidad, que no se generalice la enfermedad, cuyas aplicaciones fueron realizadas durante la etapa de tercera hoja trifoliada, prefloración y formación de vainas. Esta aplicación se realizó en tres oportunidades: 15 de enero del 2011 (53 días después de la siembra), 12 de febrero del 2011 (81 días después de la siembra) y 21 de febrero del 2011 (90 días después de la siembra).

2.9.12 Cosecha

La cosecha se realizó en diferentes momentos, ya que las plantas son de crecimiento indeterminado, presentando una floración desuniforme, comenzando de los nudos inferiores, para posteriormente extenderse sucesivamente hacia los nudos superiores; de manera que su cosecha fue de forma escalonada. La primera cosecha se efectuó el 14 de mayo de 2011

(172 días después de la siembra), la siguiente se realizó el 21 de mayo del 2011 (179 días después de la siembra), luego el 28 de mayo del 2011 (186 días después de la siembra) y por último el 25 de junio del 2010 (214 días después de la siembra).

2.10 CRITERIOS DE EVALUACIÓN

2.10.1 Componentes de precocidad

a) Días a la emergencia

Se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plántulas hayan emergido en cada una de las parcelas y que los cotiledones se presenten a nivel del suelo.

b) Días a la aparición de hojas primarias

Se tomaron en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas presentaron las hojas primarias.

c) Días a la aparición de la primeras hoja trifoliada

Se tomaron en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas presentaron las primeras hojas trifoliadas.

d) Días a la aparición de la tercera hojas trifoliada

Se consideró el número de días transcurridos desde de la siembra hasta que el 50% de las plantas presentaron las tercera hojas trifoliadas.

e) Días a la aparición de botones florales ó prefloración

Se tomaron en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas presentaron los botones florales.

f) Días a la floración

Se tomó en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas se encontraban con flores completamente abiertas.

g) Días a la formación de vainas

Se consideró el número de días transcurridos desde de la siembra hasta que el 50% de las plantas presentaron.

h) Días al llenado de vainas

Se tomaron en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas presentaron llenado de vainas.

i) Días a la madurez fisiológica

Se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las vainas cambiaron de un color verde característico a un color amarillo pajizo (30-40% de humedad). La madurez fisiológica es muy importante, porque en esta etapa se alcanza el mayor potencial de su viabilidad y su germinación, así mismo la máxima acumulación de materia seca.

j) Días a la madurez de cosecha

Se determinó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de vainas estaban maduras y listos para ser cosechados (16% de humedad). La madurez de cosecha se puede determinar cuándo las vainas pierden su pigmentación al secarse.

2.10.2 Componentes de rendimiento

a) Altura de la planta

Se midió en metros durante la madurez fisiológica, considerándose entre el cuello de la raíz y ápice de la planta, anotado el promedio de 10 plantas seleccionadas al azar por cada parcela.

b) Número de vainas por planta

Se contó el número total de vainas en 10 plantas seleccionadas al azar, al momento de la cosecha dentro de cada parcela; el promedio se registró como resultado de la parcela.

c) Número de granos por vaina

Se contó el número de granos presentes en 10 vainas seleccionadas al azar por cada tratamiento y luego se determinó el promedio de la cantidad granos por vainas.

d) Longitud de vaina

Con la ayuda de una regla graduada se determinó midiendo en centímetros la cantidad de 10 vainas al azar dentro de cada parcela durante la madurez fisiológica, el que sirvió para registrar el promedio de longitud de vainas por planta.

e) Peso de 1000 semillas

Se determinó para cada tratamiento, tomadas al azar 3 grupos de 100 semillas, los cuales fueron pesados en una balanza analítica de precisión, obteniéndose así el promedio y cada uno fueron llevados a su equivalencia en 1000 semillas, la que se registró en gramos.

f) Rendimiento de grano seco

Se determinó mediante el peso total de los granos cosechados por cada parcela, los cuales fueron llevados a $t.ha^{-1}$, mediante una operación de regla de tres del número de plantas en una parcela y el número de plantas en una hectárea.

2.10.3 Componentes de calidad de grano tostado

a) Índice de expandido de grano (Prueba de calidad y expansión)

De las semillas tostadas, procedimos a separar los granos por cada categoría, contarlos y efectuar el cálculo Índice de Expandido (IE); según el protocolo del INIA, 2007 (Cuadro 23 del anexo).

Cabe mencionar que esta variable índice de expandido (IE) es la más importante para determinar la calidad de grano tostado, ya que indica la aptitud agroindustrial que tienen de los frijoles ñuña; siendo los valores superiores al 90% los aptos para su comercialización y transporte, según comentarios de la Bióloga Mirihan Gamarra Flores.

b) Porcentaje de reventado de grano

De las semillas tostadas anteriormente se contaron el número de semillas en las que los cotiledones generaron rompimiento de la testa,

para luego ser llevadas a porcentajes con referencia al total de semillas. Según la metodología propuesta por Otálora et al., 2006.

c) Porcentaje de expandido de grano

Se tomaron 100 granos como muestras de cada tratamiento, luego se procedió a medir las tres dimensiones de 5 semillas escogidas al azar para la obtención del volumen inicial propuesto por Van Beem y Spaeth, 1990 (citado por Otálora et al., 2006); luego estas 100 semillas fueron colocadas de forma dispersa sobre el plato del microondas (MODELO: MS-1145MY) de la E.E. CANAAN – INIA, donde se procedió al tostado respectivo hasta escuchar un sonido reducido de reventado, para posteriormente medirlas tres dimensiones de 5 semillas escogidas al azar para la obtención del volumen final. Finalmente de la diferencia de los volúmenes se deduce el porcentaje de expandido.

d) Tiempo de reventado de grano

Del tostado anterior de semillas se determinó el tiempo en segundos desde la programación de tostado del microondas hasta escuchar un sonido reducido de reventado. Según la metodología propuesta por Otálora et al., 2006.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. COMPONENTES DE PRECOCIDAD

En el Cuadro 01 del anexo se muestran los promedios generales de días después de la siembra para los factores de precocidad de los cultivares de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.), observándose los días promedios en que se presentan cada una de las etapas fenológicas desde la germinación hasta la madurez de cosecha.

En el Cuadro 3.1 observamos los cuadrados medios del análisis de variancia de los factores de precocidad, en el que se muestra el grado de significación de las distintas fuentes de variación, los coeficientes de variabilidad y el promedio de días después de la siembra.

CUADRO 3.1: Cuadrados medios del análisis de variancia de los caracteres de precocidad de los cultivares de Frijol Ñaña (*Phaseolus vulgaris* L). Canaán 2735 msnm - Ayacucho.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Emergencia	Primera hoja trifoliada	Tercera hoja trifoliada	Botón floral	Floración	Formación de vaina	Llenado de vaina	Madurez fisiológica	Madurez de cosecha
Bloques	2	0.09 NS	0.23 NS	0.04 NS	20.35 NS	64.31 **	31.72 *	21.35 *	6.86 NS	3.11 NS
Tratamientos	26	2.50 **	4.12 **	4.54 **	183.74 **	190.53 **	149.09 **	149.24 **	189.29 **	118.47 **
Error	52	0.06	0.12	0.04	6.70	9.42	6.88	5.14	8.13	5.28
Total	80									
CV (%)		2.90	1.72	0.65	2.95	3.31	2.65	1.79	1.73	1.34
Promedio (dds)		8.51	20.05	29.78	87.72	92.72	98.95	126.51	164.53	171.30

3.1.1. Días a la emergencia

El número de días a la emergencia de los cultivares de frijol ñuña en estudio ocurrió entre los 7.0 y 11.0 días después de la siembra, correspondiendo la primera a los cultivares CFA-017, CFA-018 y CFA-032; y la última al cultivar CFA-004, tal como muestra el Cuadro 01 del anexo.

En el análisis de variancia (Cuadro 3.1), no se encontró diferencia significativa en la fuente de variación entre bloques, pero se encontró alta significación entre tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 2.90 %.

En la prueba de Tukey (Gráfico 3.1), se precisa que los cultivares CFA-017, CFA-018 y CFA-032 son los que presentan menor números de días a la emergencia, con 7.0 días después de la siembra, diferenciándose de los demás que emergieron en promedio entre los 7.3 a 10.0 días después de la siembra. El cultivar CFA-004 se comportó como la más tardía a la emergencia (11.0 días después de la siembra), diferenciándose de los demás tratamientos. Estos valores se asemejan a lo encontrado por Rojas (2010), quien obtuvo una emergencia entre los 7.0 a 16.0 días después de la siembra en 10 cultivares de frijol ñuña.

Según Lagos (2011), quien realizó un estudio comparativo en la Estación Experimental Canaán con 21 cultivares de frijol ñuña, la emergencia sucedió entre los 7.0 y 9.3 días después de la siembra, los mismos que se asemejan a los datos encontrados en el presente estudio.

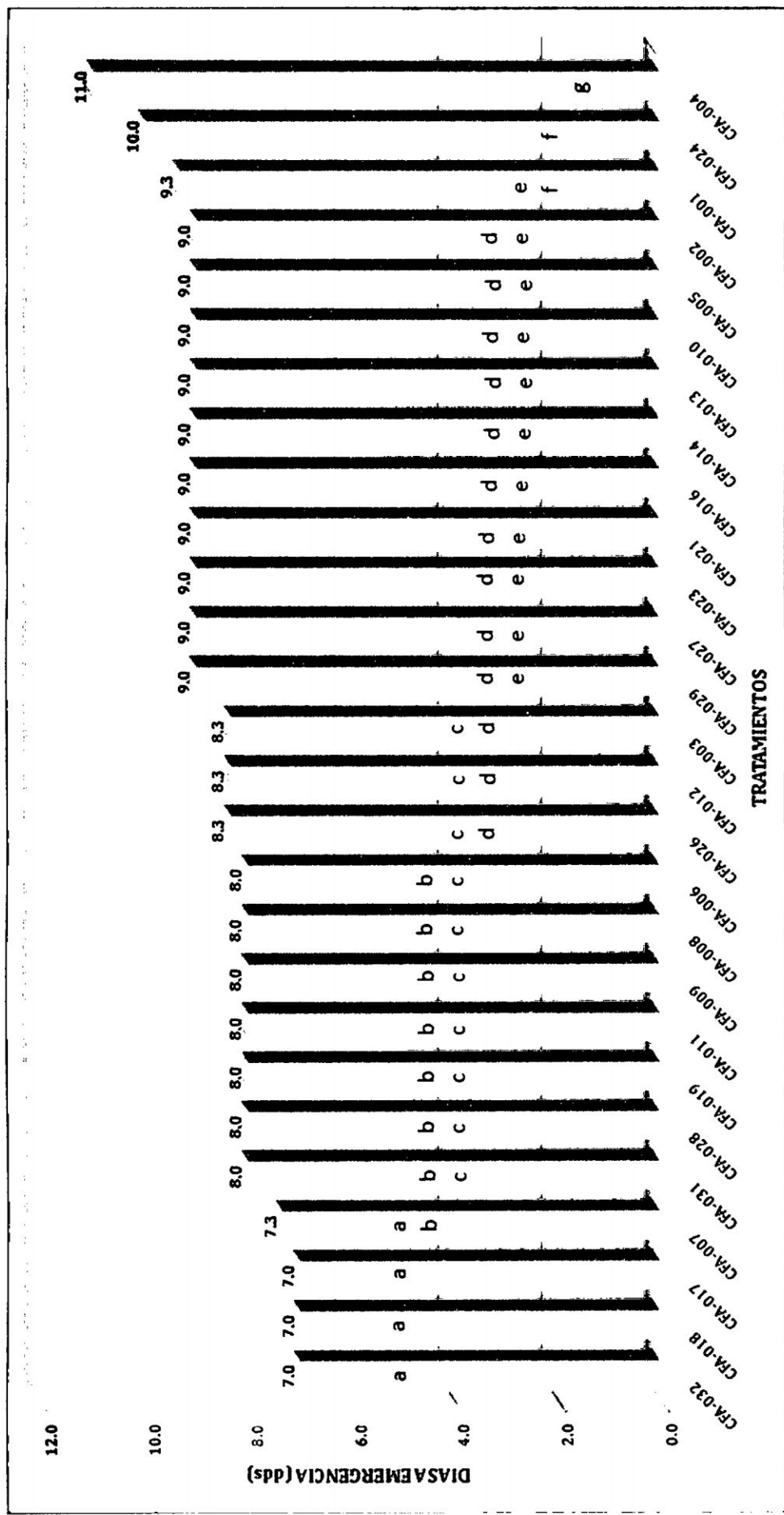


GRÁFICO 3.1: Prueba de Tukey del número de días a la emergencia de los cultivares de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

3.1.2. Días a la aparición de la primera hoja trifoliada

El número de días a la aparición de la primera hoja trifoliada de los cultivares de frijol ñuña en estudio, ocurrió entre los 17.0 y 21.0 días después de la siembra, correspondiendo la primera al cultivar CFA-032 y la última a los cultivares CFA-002, CFA-003, CFA-004, CFA-007, CFA-010, CFA-013, CFA-017, CFA-021, CFA-026, CFA-027 y CFA-029 tal como muestra el Cuadro 01 del anexo.

En el análisis de variancia (Cuadro 3.2), no se encontró diferencia significativa en la fuente de variación entre bloques, pero se encontró alta significación entre tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 1.72 %.

En la prueba de Tukey (Gráfico 3.1), se precisa que el cultivar CFA-032 es la que presentan menor números de días a la aparición de la primera hoja trifoliada, con 17.0 días después de la siembra, diferenciándose de los demás cultivares, que mostraron esta etapa entre los 18.0 y 20.7 días después de la siembra. Los cultivares CFA-002, CFA-003, CFA-004, CFA-007, CFA-010, CFA-013, CFA-017, CFA-021, CFA-026, CFA-027 y CFA-029 se comportaron como los más tardíos a la aparición de la primera hoja trifoliada, (21.0 días después de la siembra), diferenciándose de los demás tratamientos.

Restrepo (1979) indica que el crecimiento y desarrollo de las plantas de frijol está dada por su constitución genética inherente a la variedad y la interacción de ésta con el medio ambiente.

25.0

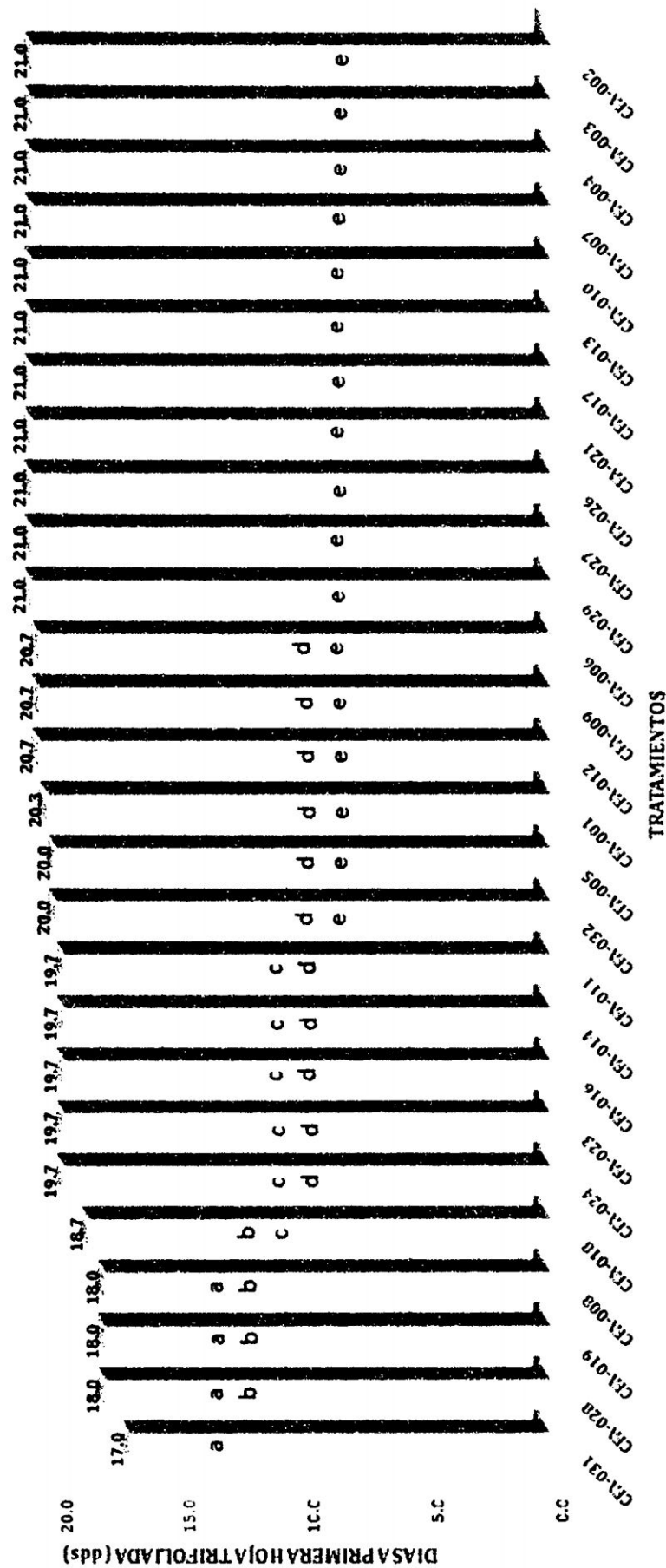


GRÁFICO 3.2: Prueba de Tukey del número de días a la aparición de la primera hoja trifoliada de los cultivares de frijol ñuña (Phaseolus vulgaris L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

3.1.3. Días a la aparición de la tercera hoja trifoliada

La aparición de la tercera hoja trifoliada fluctúa entre los 28.0 y 32.0 días después de la siembra, los que corresponden a los cultivares CFA-027, CFA-031 y CFA-032; y CFA-010, CFA-013 y CFA-026, respectivamente, como se presenta en el Cuadro 01 del anexo.

El CIAT (1985), menciona que esta fase vegetativa de la planta es la mas extensa, teniendo un promedio de duración de 15 días como máximo bajo las condiciones de Palmira (Colombia). También informa que en otros lugares es posible que esta fase de la planta sea más prolongada, ya que se tiene en cuenta la fase de crecimiento de la planta, clima, suelo, genotipo, etc.

En el análisis de variancia (Cuadro 3.1), no se encontró diferencia significativa en la fuente de variación entre bloques, habiéndose encontrado alta significación estadística entre tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 0.65 %.

En la prueba de Tukey (Gráfico 3.3), se precisa que los cultivares CFA-027, CFA-031 y CFA-032 son las que presentan menor números de días a la aparición de la tercera hoja trifoliada, con 28.0 días después de la siembra, diferenciándose de los demás tratamientos, que mostraron esta etapa entre los 28.3 y 31.3 días después de la siembra. Los cultivares CFA-010, CFA-013 y CFA-026 se comportaron como los más tardíos a la aparición de la tercera hoja trifoliada, (32.0 días después de la siembra), diferenciándose de los demás tratamientos.

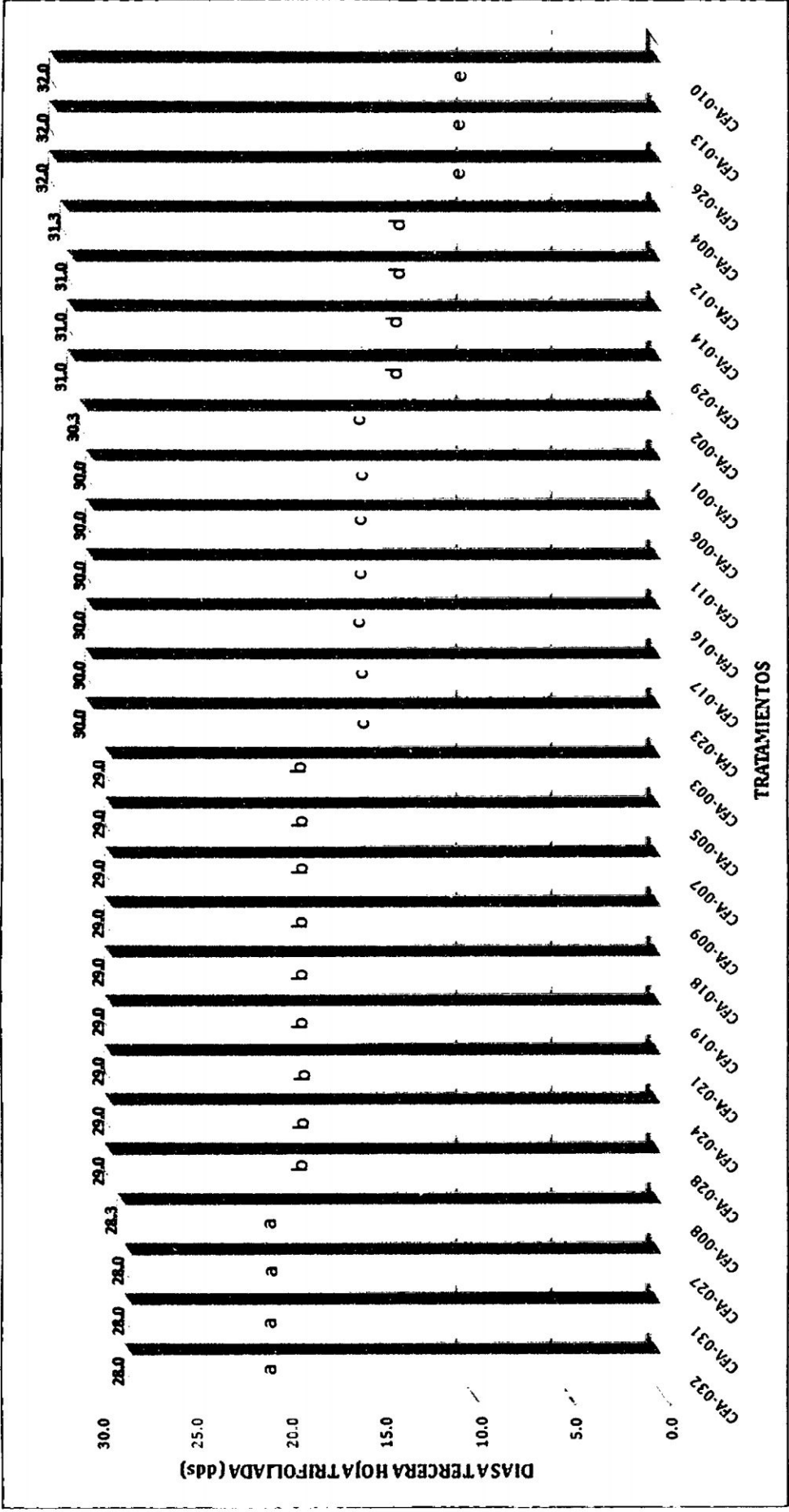


GRÁFICO 3.3: Prueba de Tukey del número de días a la aparición de la tercera hoja trifoliada de los cultivares de frijol ñña (Phaseolus vulgaris L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

3.1.4. Días a la aparición de botón floral

La aparición del botón floral ocurrió entre 78.0 y 114.0 días después de la siembra, que corresponden a los cultivares CFA-008 y CFA-031; y CFA-026, respectivamente, como se observa en el Cuadro 01 del anexo.

En el análisis de variancia (Cuadro 3.1), sólo se encontró alta significación entre tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 2.95 %. Al realizar la prueba de Tukey (Gráfico 3.4), se constató que los cultivares CFA-008 y CFA-031 se comportaron como los más precoces a la aparición del botón floral, con 78.0 días después de la siembra, diferenciándose estadísticamente del resto de los cultivares, quienes presentaron el botón floral a los 79.0 y 99.0 días después de la siembra. El cultivar CFA-026 se comportó como la más tardía a la aparición del botón floral (114.0 días después de la siembra), diferenciándose de los demás tratamientos.

3.1.5. Días a la floración

La floración ocurrió entre 81.0 y 119.0 días después de la siembra, que corresponden a los cultivares CFA-008 y CFA-031; y CFA-026, respectivamente, como se observa en el Cuadro 01 del Anexo.

En el Cuadro 3.1 se presenta el análisis de variancia, en la que se encontró alta significación estadística entre bloques y tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 3.31 %. Al realizar la prueba de Tukey (Gráfico 3.5), se determinó que los cultivares CFA-008 y CFA-031 se comportaron como los más precoces a la floración, con 81.0 días después de la siembra, diferenciándose estadísticamente del resto de los cultivares, quienes

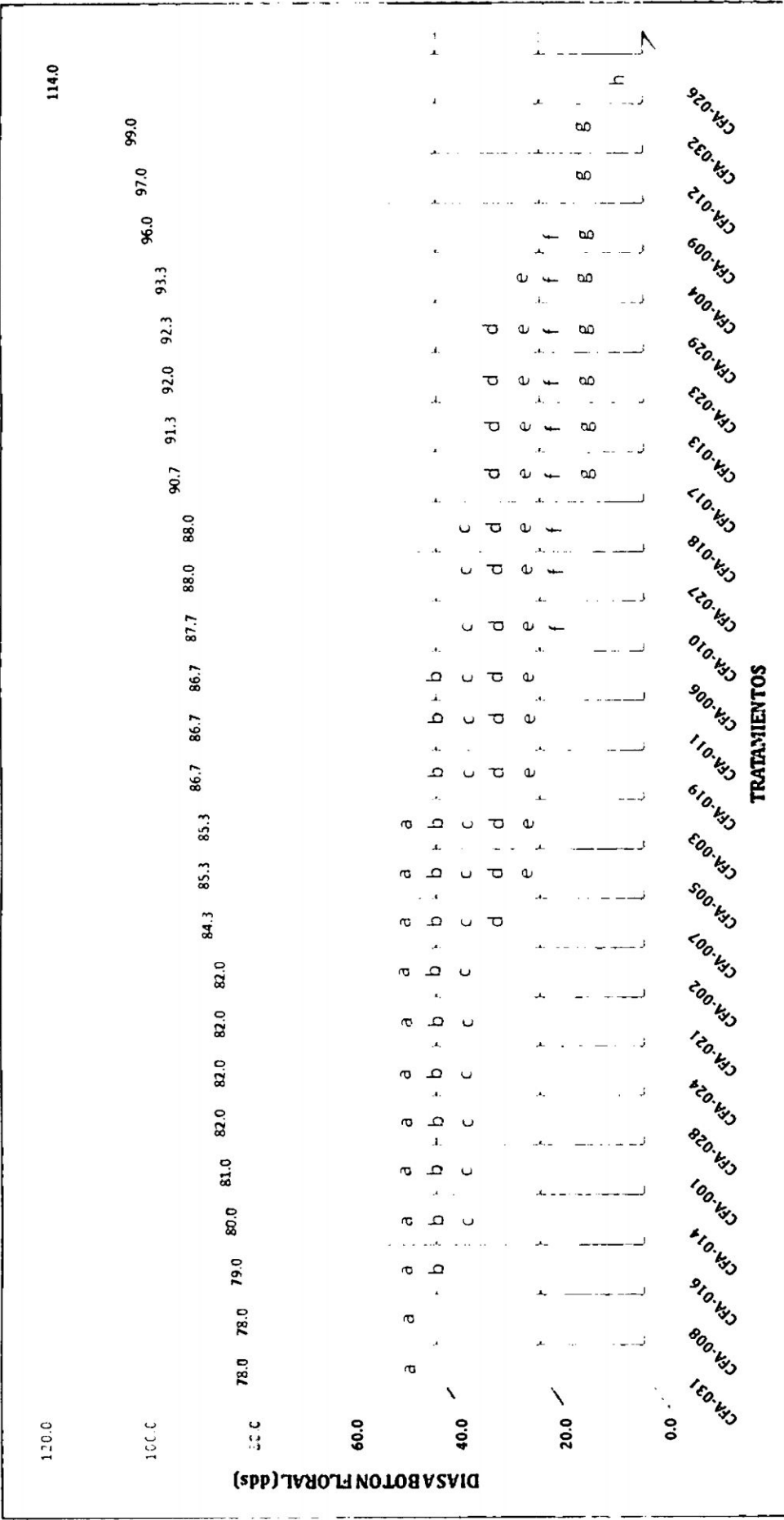


GRÁFICO 3.4: Prueba de Tukey del número de días a la aparición de botón floral de los cultivares de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

presentaron la floración a los 83.0 y 102.0 días después de la siembra. El cultivar CFA-026 se comportó como la más tardía a la floración (119.0 días después de la siembra), diferenciándose de los demás tratamientos.

Rojas (2010), indica que la floración en los cultivares de frijol ñuña ocurrió a los 84 y 125 días después de la siembra. Por otro lado Lagos (2011), menciona que la floración de los cultivares de frijol ñuña ocurrió entre los 77.0 y 136.7 días después de la siembra, datos similares a los encontrados en el presente estudio.

Así mismo Voyset (1979), señala que muchos son los factores que condicionan los días a la floración, dentro de ellos se considera al medio ambiente, fertilidad del suelo, densidad de siembra y con preponderancia al factor genético, la misma que influye en el tipo de crecimiento del frijol. Además se menciona que se debe tener un especial cuidado de que no falte humedad en el momento de floración y durante el desarrollo de las vainas (Bocanegra, 1978).

3.1.6. Días a la formación de vaina

La formación de vaina ocurrió entre los 91.0 y 125.0 días después de la siembra, que corresponden a los cultivares CFA-001, CFA-008, CFA-014, CFA-016 y CFA-031; y CFA-026, respectivamente (Cuadro 01 del anexo).

En el análisis de variancia que se presenta en el Cuadro 3.1, se encontró diferencias entre bloques y diferencias de alta significación entre tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 2.65 %. En prueba de Tukey (Gráfico 3.6), se constató que los cultivares CFA-001, CFA-008, CFA-

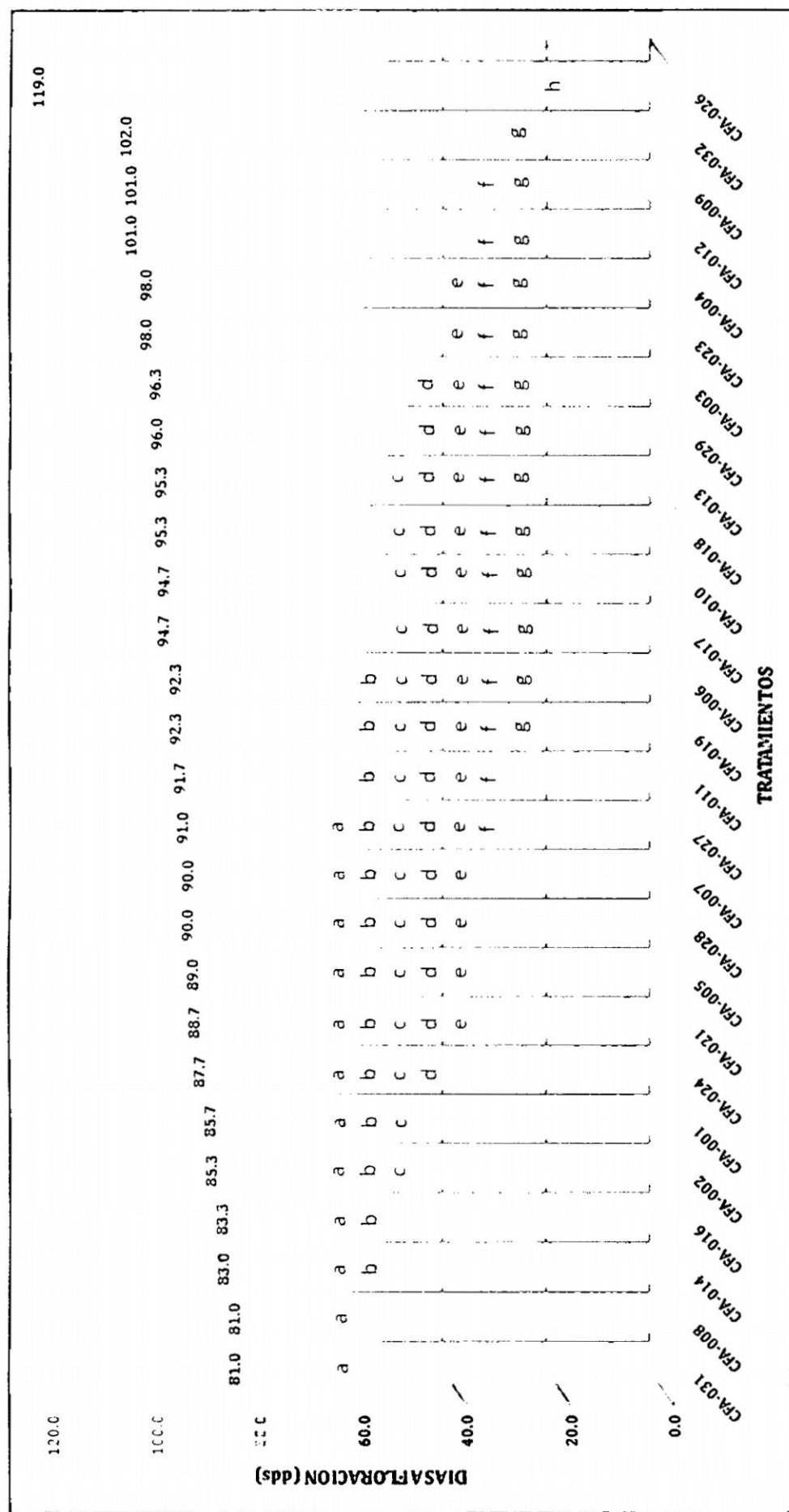


GRÁFICO 3.5: Prueba de Tukey del número de días a la floración de los cultivos de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

014, CFA-016 y CFA-031 se comportaron como los más precoces a la formación de vaina, con 91.0 días después de la siembra, diferenciándose estadísticamente del resto de los cultivares, quienes presentaron la floración a los 93.0 y 106.0 días después de la siembra. El cultivar CFA-026 se comportó como la más tardía a la formación de vaina (125.0 días después de la siembra), diferenciándose de los demás tratamientos.

El CIAT (1985), menciona que la formación de la vaina comprende inicialmente el desarrollo de las valvas. Durante los primeros 10 ó 15 días después de la floración ocurre principalmente un crecimiento longitudinal de la vaina y poco crecimiento de las semillas. Cuando las valvas alcanzan su tamaño final y el peso máximo, se inicia el llenado de vainas.

3.1.7. Días al llenado de vaina

En el Cuadro 01 del anexo se observa que la formación de vaina ocurrió entre los 116.3 y 151.0 días después de la siembra, los que corresponden a los cultivares CFA-008 y CFA-026, respectivamente.

En el análisis de variancia (Cuadro 3.1), en la fuente de variación entre bloques resultó significativo y altamente significativo entre tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 1.79 %.

Al realizar la prueba de Tukey (Gráfico 3.7), se constató que los cultivares CFA-008 se comportó como los más precoces al llenado de vaina, con 116.3 días después de la siembra, diferenciándose estadísticamente del resto de los cultivares, quienes presentaron el llenado de vaina a los 117.3 y 135.0 días después de la siembra. El cultivar CFA-026 se comportó como

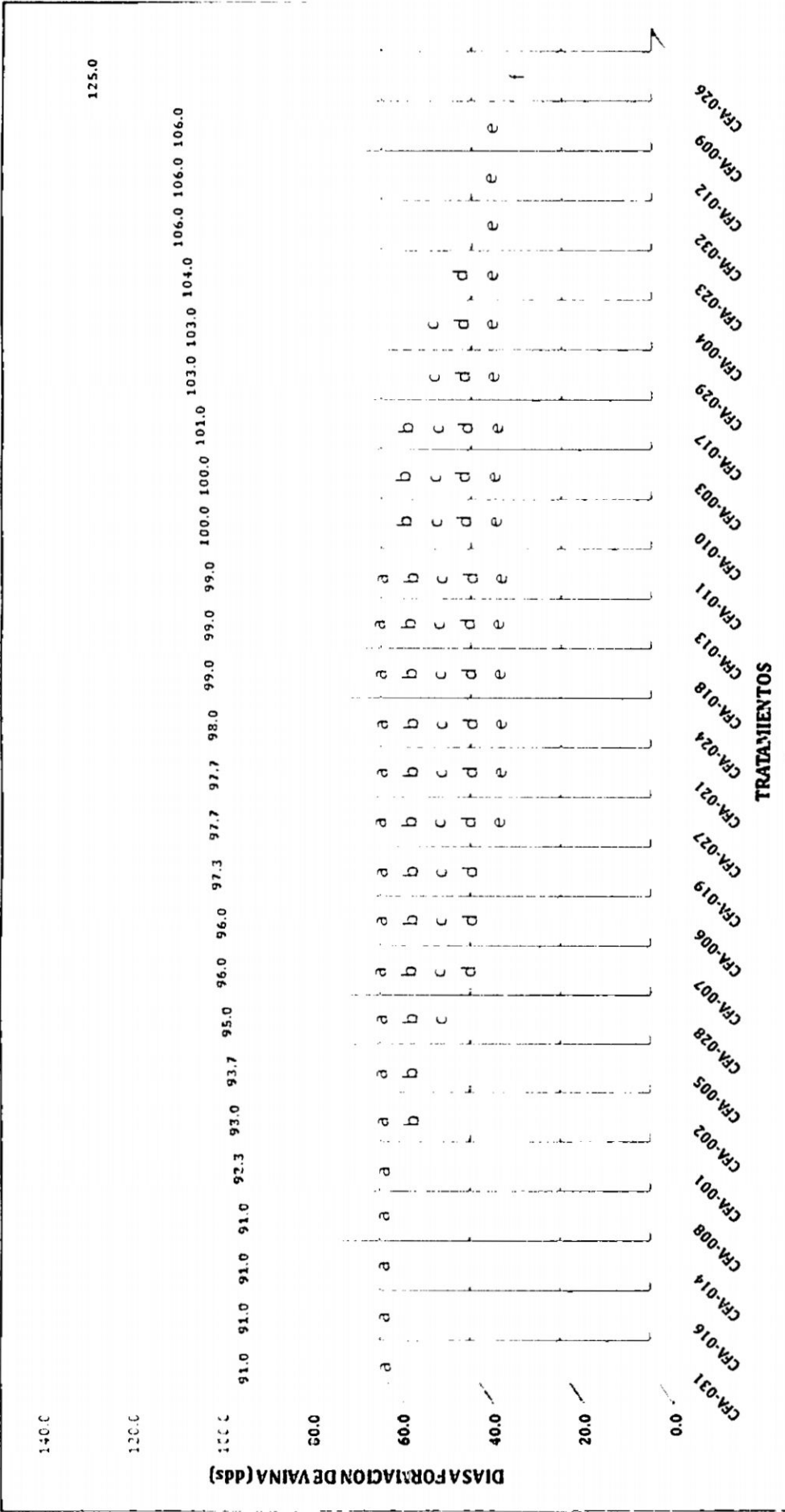


GRÁFICO 3.6: Prueba de Tukey del número de días a la formación de vaina de los cultivares de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

la más tardía al llenado de vaina (151.0 días después de la siembra), diferenciándose de los demás tratamientos.

3.1.8. Días a la madurez fisiológica

La madurez fisiológica ocurrió entre los 151.0 y 188.0 días después de la siembra, que corresponden a los cultivares CFA-002 y CFA-008; y CFA-026, respectivamente, como se puede observar en el Cuadro 01 del anexo.

Al realizar el análisis de variancia (Cuadro 3.1) sólo se encontró diferencias de alta significación entre tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 1.73 %. En la prueba de Tukey, que se presenta en el Gráfico 3.8, se precisó que los cultivares CFA-002 y CFA-008 son los más precoces a la madurez fisiológica, con 151.0 días después de la siembra, seguida de los demás cultivares con 152.7 y 174.7 días después de la siembra, en relación al cultivar CFA-026, ésta se comportó como la más tardía a la madurez fisiológica con 188.0 días después de la siembra.

Debido a que las condiciones ambientales y el manejo agronómico se presentaron de igual forma en todas las colecciones, las diferencias en los días después de la siembra entre las colecciones en estudio, fue condicionada por los caracteres genéticos de cada colección, principalmente a causa de la sensibilidad que tienen en respuesta al fotoperiodo. Posiblemente los cultivares tardíos son los que presentan sensibilidad al fotoperiodo, mientras que los cultivares precoces presentaron una respuesta neutral al fotoperiodo; ya que los días largos tienden a demorar la floración y maduración; cada hora más de luz en el día puede retardar la maduración de

2 a 6 días (CIAT, 1985). Conviene señalar que el efecto del fotoperiodo no siempre se observa, aun cuando el genotipo sea sensible, debido a que otros factores ambientales además del genotipo, como la temperatura y la interacción fotoperiodo-temperatura, influyen en la respuesta fenológica (Masaya y White, 1991; citado por Rosales et., al).

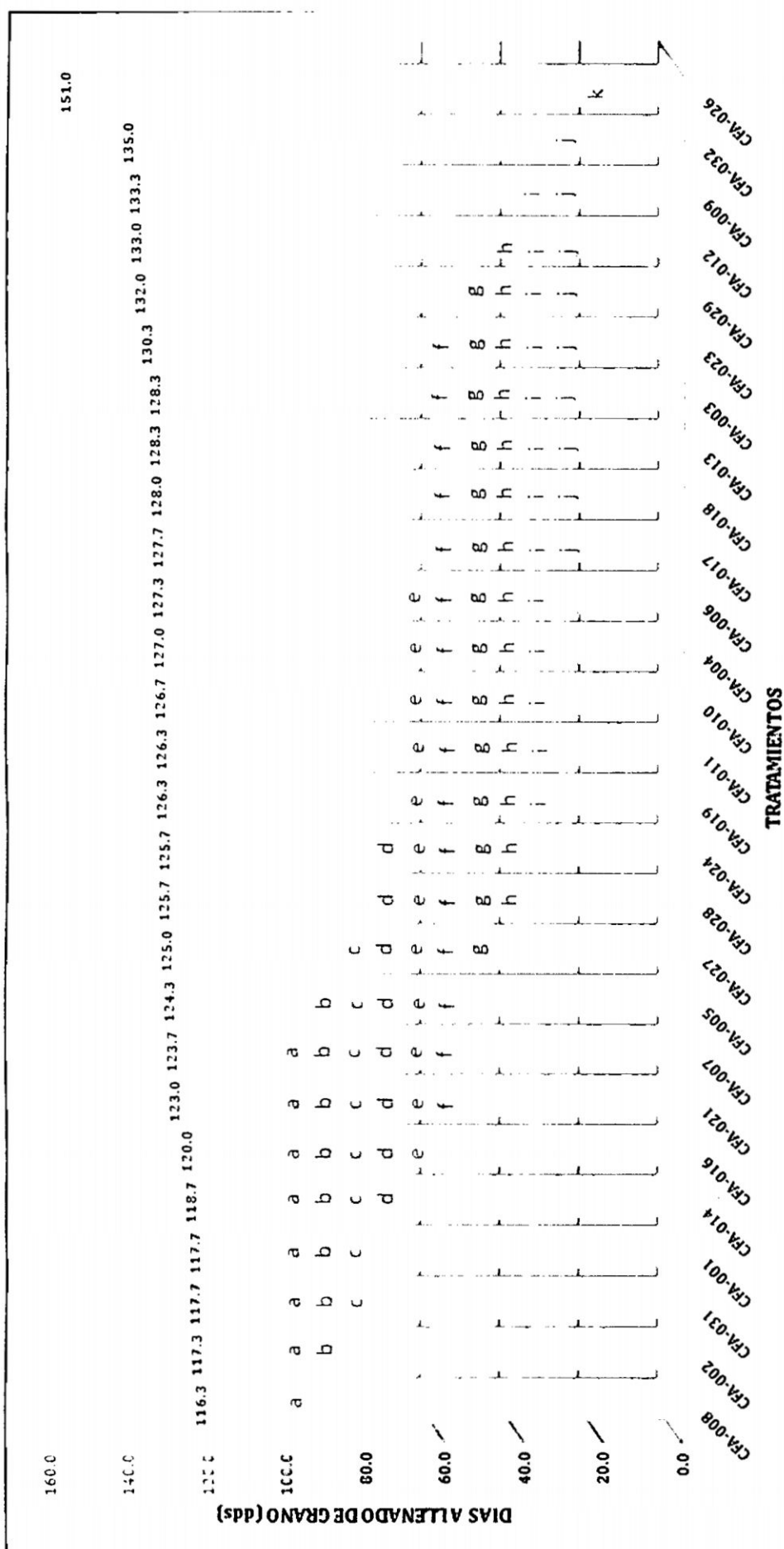
Al respecto Rojas (2010), indica que la madurez fisiológica ocurrió entre los 147 y 182 días después de la siembra en 10 cultivares de frijol ñuña; Mientras que Lagos (2011), en 21 cultivares de frijol ñuña obtuvo un promedio de 151 y 179 días después de la siembra para la madurez fisiológica; estos resultados son similares a los obtenidos en el presente trabajo de investigación.

3.1.9. Días a la madurez de cosecha

Los días a la madurez de cosecha fluctuaron entre los 162.0 y 193.0 días después de la siembra, los cuales corresponden a los CFA-031 y CFA-026, respectivamente (Cuadro 01 del anexo).

Al realizar el análisis de variancia, el cual se observa en el Cuadro 3.1, se encontró alta diferencia significativa solo en las fuentes de variación tratamientos, con un coeficiente de variabilidad del 2.39 %; por lo que se procedió a efectuar la prueba de contraste.

En la prueba de Tukey (Gráfico 3.9) se observó que el cultivar CFA-031, con un promedio de 162.0 días después de la siembra, no se diferencia de los cultivares CFA-002, CFA-008, CFA-001, CFA-016, CFA-014, CFA-007, CFA-021, CFA-004, CFA-024, con promedios de 163.0, 163.7, 165.3, 167.0,



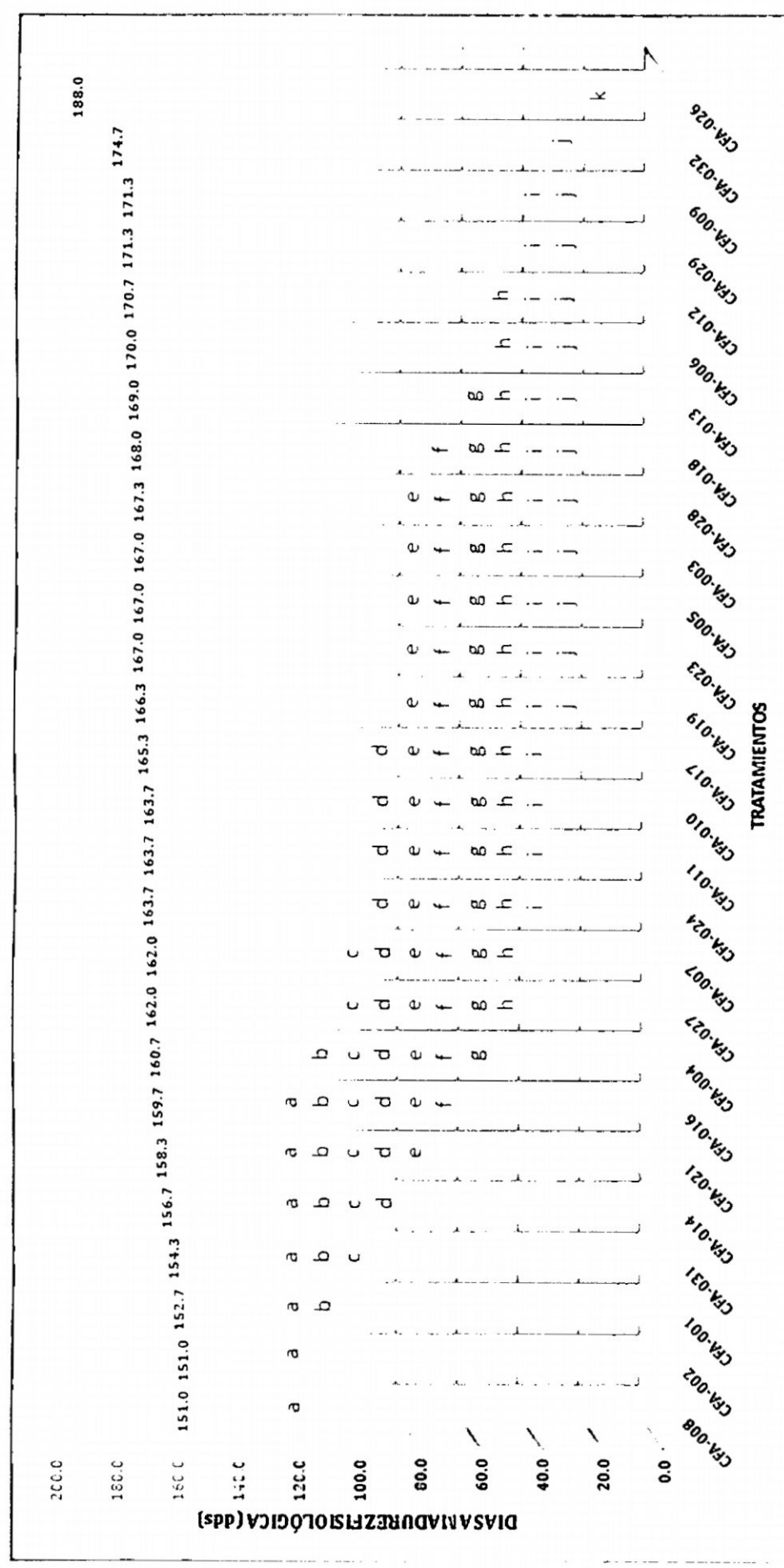


GRÁFICO 3.8: Prueba de Tukey del número de días a la madurez fisiológica de los cultivares de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

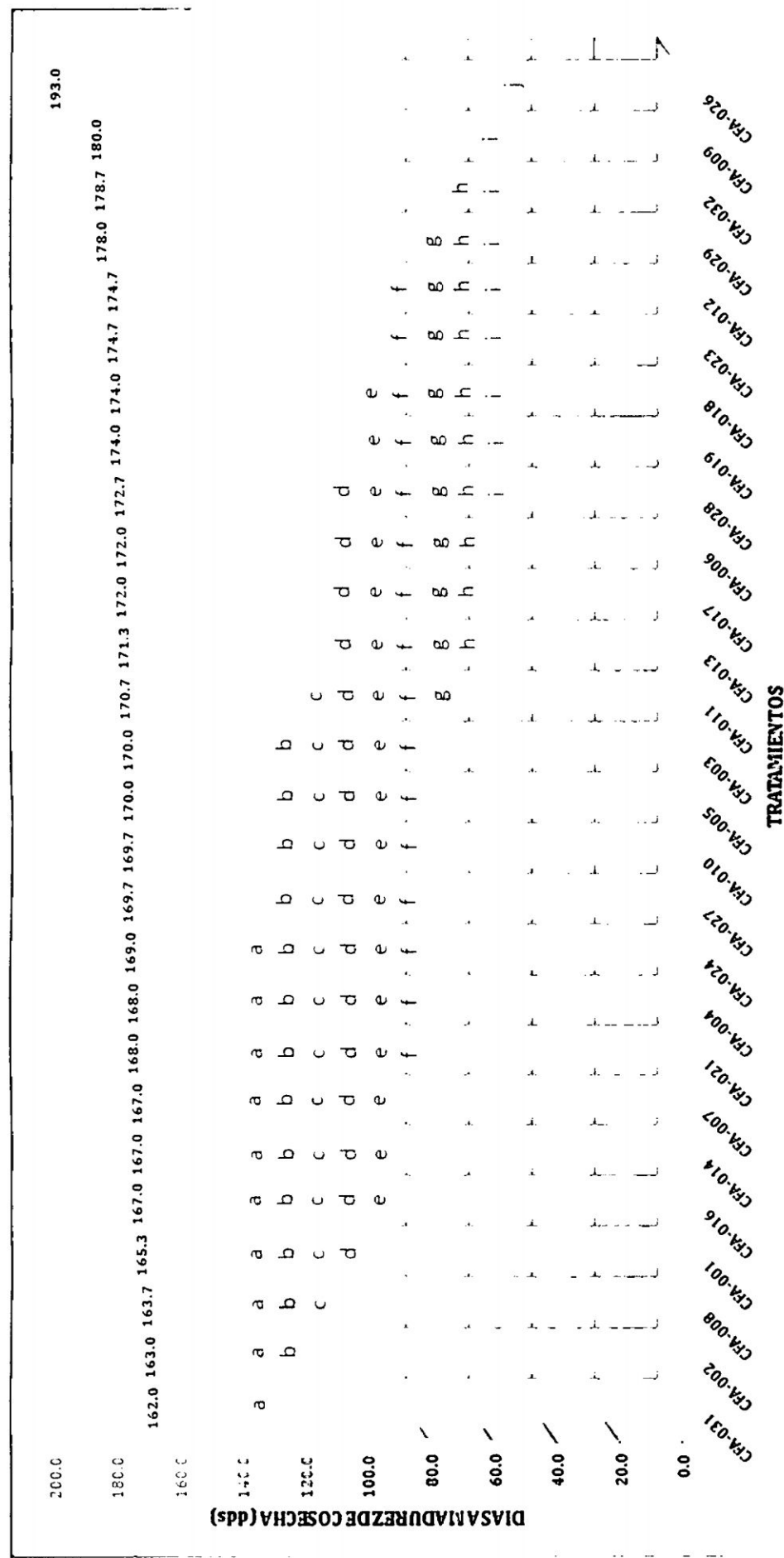


GRÁFICO 3.9: Prueba de Tukey del número de días a la madurez de cosecha de los cultivares de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

167.0, 167.0, 168.0, 168.0, 169.0 días después de la siembra, respectivamente, siendo estadísticamente similares entre ellos, mientras que el cultivar CFA-026 resulto ser el más tardío, con un promedio de 193.0 días a la madurez de cosecha, diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos.

Rojas (2010), menciona, que el frijol ñuña se cosecha en el intervalo comprendido de 173 a 196 días después de la siembra; mientras que Lagos (2011), señala que la cosecha de cultivares de frijol ñuña se realiza entre los 151.0 y 197.0 días después de la siembra. Además Enciso (2005), señala que la cosecha del q'osqo poroto se realiza entre los de 200 a 214 días de la siembra; de manera que estos anteriores estudios son similares a los encontrados en el presente trabajo de investigación.

Astorima (1998), indica que la rapidez con que llega la planta de frijol a la madurez de cosecha está relacionada con la falta de humedad en el suelo y el tipo de crecimiento.

Fernández (1985), indica que el ciclo de vida de una planta depende de las variedades y en cierta medida de las condiciones ambientales, la sequía y las altas temperaturas inducen una maduración temprana. Como se puede observar en el Cuadro 2.1, el déficit hídrico es relativamente alto para el mes de mayo, que posiblemente haya influenciado en este carácter.

Las etapas fenológicas iniciales no proporcionan una idea acertada de cuál de los cultivares de frijol ñuña vendrían a ser los más precoces, de modo que a partir de la aparición de la tercera hoja trifoliada recién se acomodan o

ubicar o se pueden determinar cuál de estos cultivares vendría a ser los más precoces o tardíos.

3.2. COMPONENTES DE RENDIMIENTO

3.2.1. Altura de planta

Los cultivares de frijol ñuña evaluadas en el presente trabajo presentaron una altura de planta que fluctúan entre 0.88 y 2.77 m, las mismas que corresponden a los cultivares CFA-023 y CFA-026, respectivamente (Cuadro 02 del anexo).

Al realizar el análisis de variancia que se presenta en el Cuadro 3.2, se encontró diferencia altamente estadística entre bloques y tratamientos, observándose un coeficiente de variabilidad de 17.80 %.

Según el CIAT (1980) y Mateo (1961), las condiciones medio ambientales influyen marcadamente en la expresión del hábito de crecimiento, por tal razón el tipo de crecimiento considerando como tal, puede ser constante. Sin embargo Ospina (1980), señala que la densidad de siembra afecta considerablemente en el crecimiento de la planta y que a mayor densidad hay mayor competencia entre plantas contribuyendo en el menor desarrollo.

En la prueba de Tukey (Gráfico 3.10) se observó que el cultivar CFA-026, con un promedio de 2.77 m, resultó ser el más alto, sin embargo no se diferencia estadísticamente de los cultivares CFA-002, CFA-012, CFA-009, CFA-011, CFA-017, CFA-001, CFA-016, CFA-007, CFA-024 y CFA-013, con promedios de 2.28, 2.24, 2.16, 2.06, 2.05, 2.05, 1.92, 1.86, 1.86, 1.83 m, respectivamente, mientras que el cultivar CFA-023 resultó ser el menos alto,

CUADRO 3.2: Cuadrados medios del análisis de variancia de los caracteres de rendimiento de los cultivares de Frijol Ñuña (*Phaseolus vulgaris* L). Canaán 2735 msnm - Ayacucho.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Altura de planta	Vainas por planta	Longitud de vaina	Semillas por vaina	Peso de 1000 semillas	Rendimiento de grano seco
Bloques	2	0.59 **	60.52 NS	0.57 NS	1.09 **	2128.78 NS	3139419.58 *
Tratamientos	26	0.52 **	242.37 **	2.73 **	0.89 **	55767.06 **	8589242.59 **
Error	52	0.09	51.22	0.20	0.18	736.17	1162754.00
Total	80						
CV (%)		17.80	19.59	4.25	10.89	5.55	27.16
Promedio		1.69	36.54	10.60	3.92	488.62	3969.58

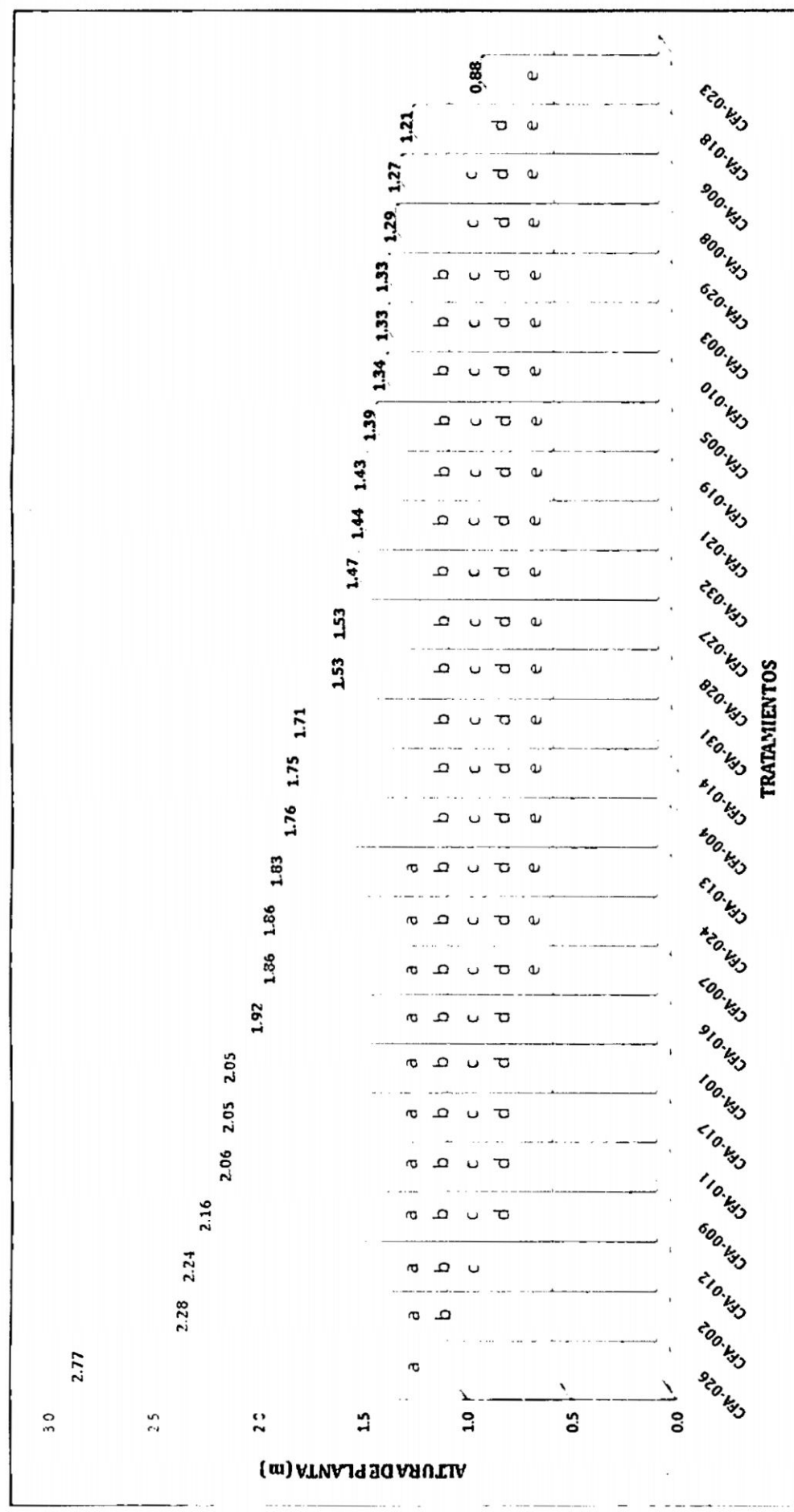


GRÁFICO 3.10: Prueba de Tukey de los promedios de altura de planta de los cultivares de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

con un promedio de 0.88 m, diferenciándose de los demás tratamientos.

3.2.2. Número de vainas por planta

El número de vainas obtenidas en el presente estudio fluctúan entre 15.1 y 47.9 vainas por planta y corresponden a los cultivares CFA-003 y CFA-011, respectivamente, datos que se observan en el Cuadro 02 del anexo.

Al efectuar el análisis de variancia (Cuadro 3.2), se encontró alta diferencia para las fuentes de variación tratamientos y no así entre bloques, por lo que se procedió a realizar la prueba de contraste para el caso de los tratamientos; el coeficiente de variabilidad fue de 19.59 %.

En la prueba de Tukey, que se presenta en el Gráfico 3.11, se observa que los cultivares CFA-017 y CFA-011 lograron un mayor número de vainas por planta, con un promedio de 47.9 y 47.8 vainas, respectivamente, siendo estadísticamente igual el número de vainas por planta a los demás cultivares, a excepción de los cultivares CFA-012, CFA-026 y CFA-003, quienes mostraron el menor número de vaina por planta, con un promedio de 24.3, 22.0 y 15.1 vainas por planta, respectivamente, sin diferenciarse estadísticamente entre ellos.

Rojas (2010), reporta que el número de vainas por planta en 10 cultivares de frijol ñuña, varía de 24.8 a 64.6 vainas; mientras que Lagos (2011), encontró de 63.1 a 33.7 vainas por planta, las cuales son ligeramente superiores a los obtenidos en el presente trabajo, debido principalmente a la incidencia de enfermedades durante las etapas de prefloración y floración.

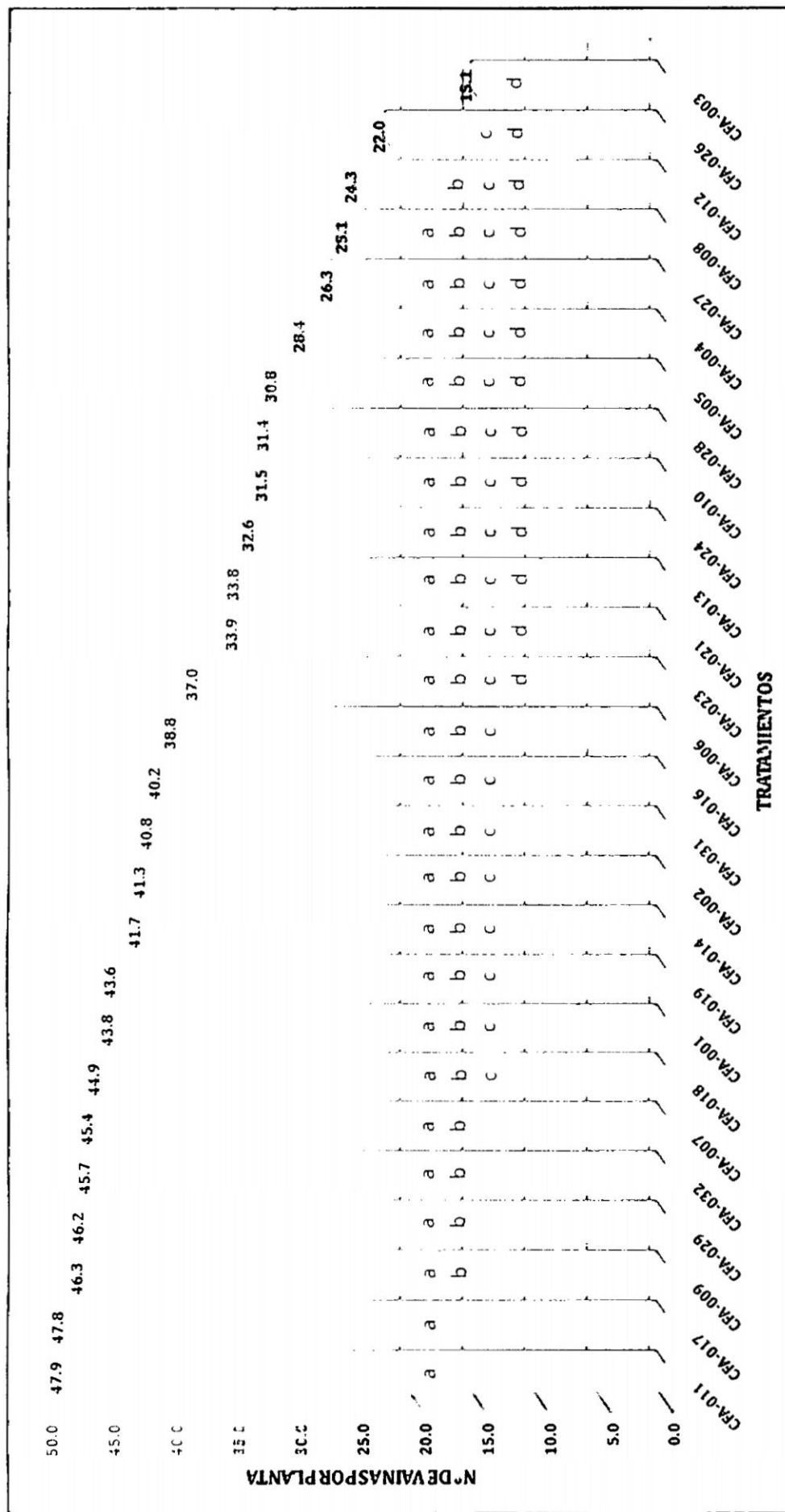


GRÁFICO 3.11: Prueba de Tukey de los promedios del número de vaina por planta de los cultivares de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

3.2.3. Longitud de vaina

Los valores de la longitud de vainas encontrados en el presente trabajo se encuentra en el Cuadro 02 del anexo, los cuales varían entre 9.0 y 13.6 cm., los mismos que pertenecen a los cultivares CFA-032 y CFA-026, respectivamente.

En el análisis de variancia (Cuadro 3.2), se encontró alta significación estadística entre los tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 4.25 %; procediéndose a realizar la prueba de comparación de Tukey.

En esta prueba (Gráfico 3.12), se determinó que los cultivares CFA-026 y CFA-024 alcanzaron la mayor longitud de vainas, con 13.6 y 12.3 cm. en promedio, respectivamente, sin presentar diferencia estadística entre estos dos; mientras que el cultivar que alcanzó menor longitud de vaina fue la CFA-032, con 9.0 cm, siendo estadísticamente diferente a los demás.

Al respecto Rojas (2010), obtuvo entre 11.4 y 8.8 cm con 10 cultivares de frijol ñuña, los cuales son similares a los obtenidos en el presente estudio; Mientras que Lagos (2011), con 21 cultivares de frijol ñuña obtuvo un promedio de 9.54 y 6.77 cm, resultando estas longitudes inferiores a lo que se obtuvo en este estudio, debido a que los resultados de este estudio último pertenecen a una época distinta. De manera que como afirma (Maroto, 1986), que cuando hay un descenso de temperatura, ésta afecta notablemente originando la formación de vainas retorcidas, conocidas como vainas en ganchillo, alterando su crecimiento y desarrollo, trayendo como consecuencia menor tamaño de vainas y un menor número de granos.

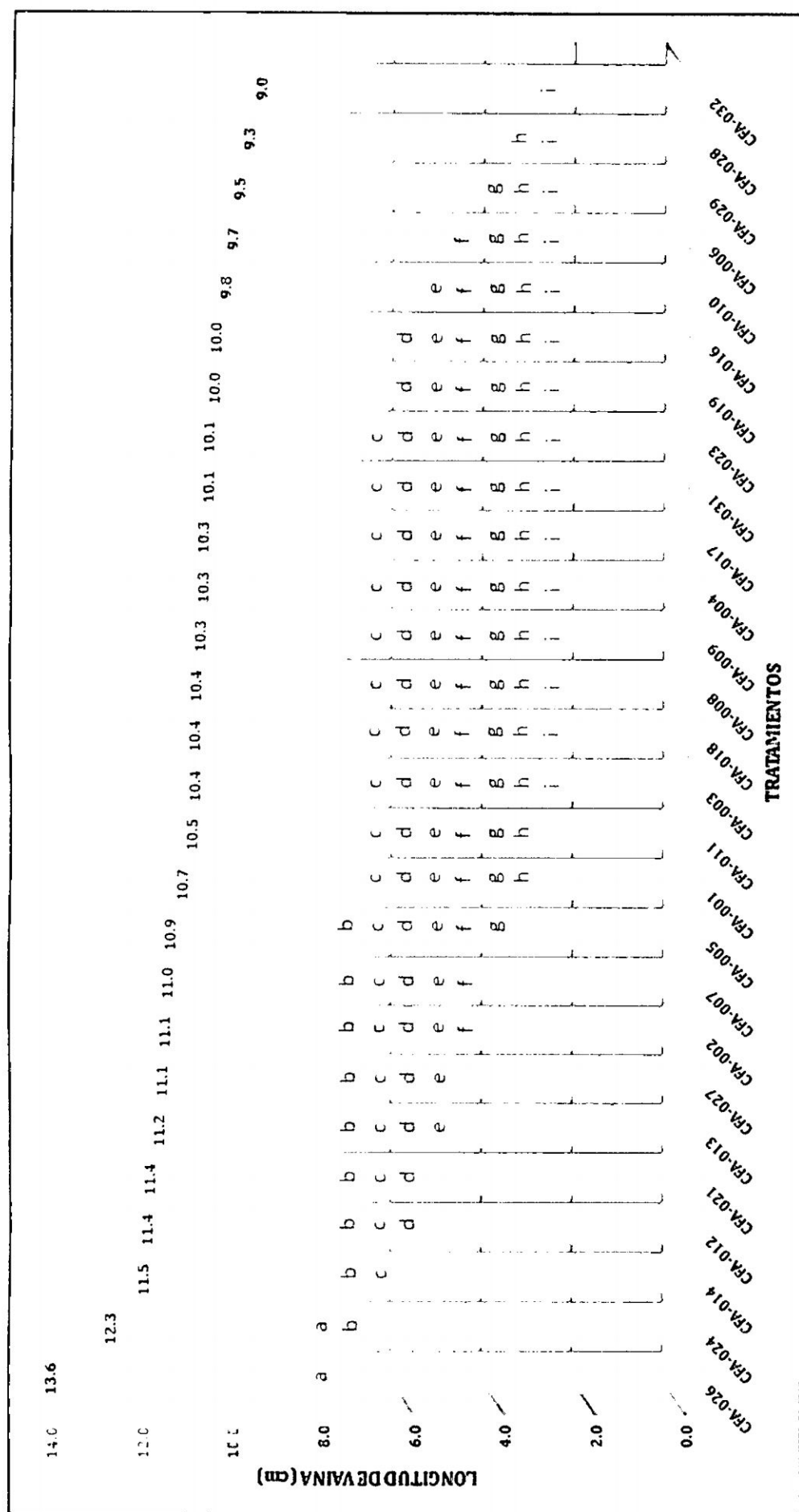


GRÁFICO 3.12: Prueba de Tukey de los promedios de longitud de vaina de los cultivares de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

3.2.4. Número de semillas por vaina

El promedio del número de semillas por vaina en los tratamientos estudiados, oscilan entre 2.8 y 4.8 granos, que corresponden a los cultivares CFA-004 y CFA-003, respectivamente, las que se observan en el Cuadro 02 del anexo.

Al efectuar el análisis de variancia (Cuadro 3.2), se encontró una alta diferencia estadística entre los tratamientos y entre bloques, con un coeficiente de variabilidad de 10.89 %.

En el Gráfico 3.13 de la prueba de Tukey para los tratamientos, se encontró que el cultivar CFA-003 presentó el mayor número de granos por vaina, con un promedio de 4.8 granos, siendo estadísticamente similar a los demás cultivares, a excepción de los cultivares CFA-024, CFA-008, CFA-021, CFA-027, CFA-001, CFA-004, quienes mostraron el menor número de granos por vaina, con un promedio de 3.4, 3.3, 3.1, 3.0, 2.9, 2.8, respectivamente, sin diferenciarse estadísticamente entre ellos.

Fernández (1985), sostiene que los factores más importantes en la maduración y el número de granos por vaina está influenciado por el carácter genético de cada cultivar.

Rojas (2010) y Lagos (2011), obtuvo un promedio de 3.8 a 5.5 y 3.0 a 4.5 granos por vaina respectivamente, datos similares a los obtenidos en el presente estudio.

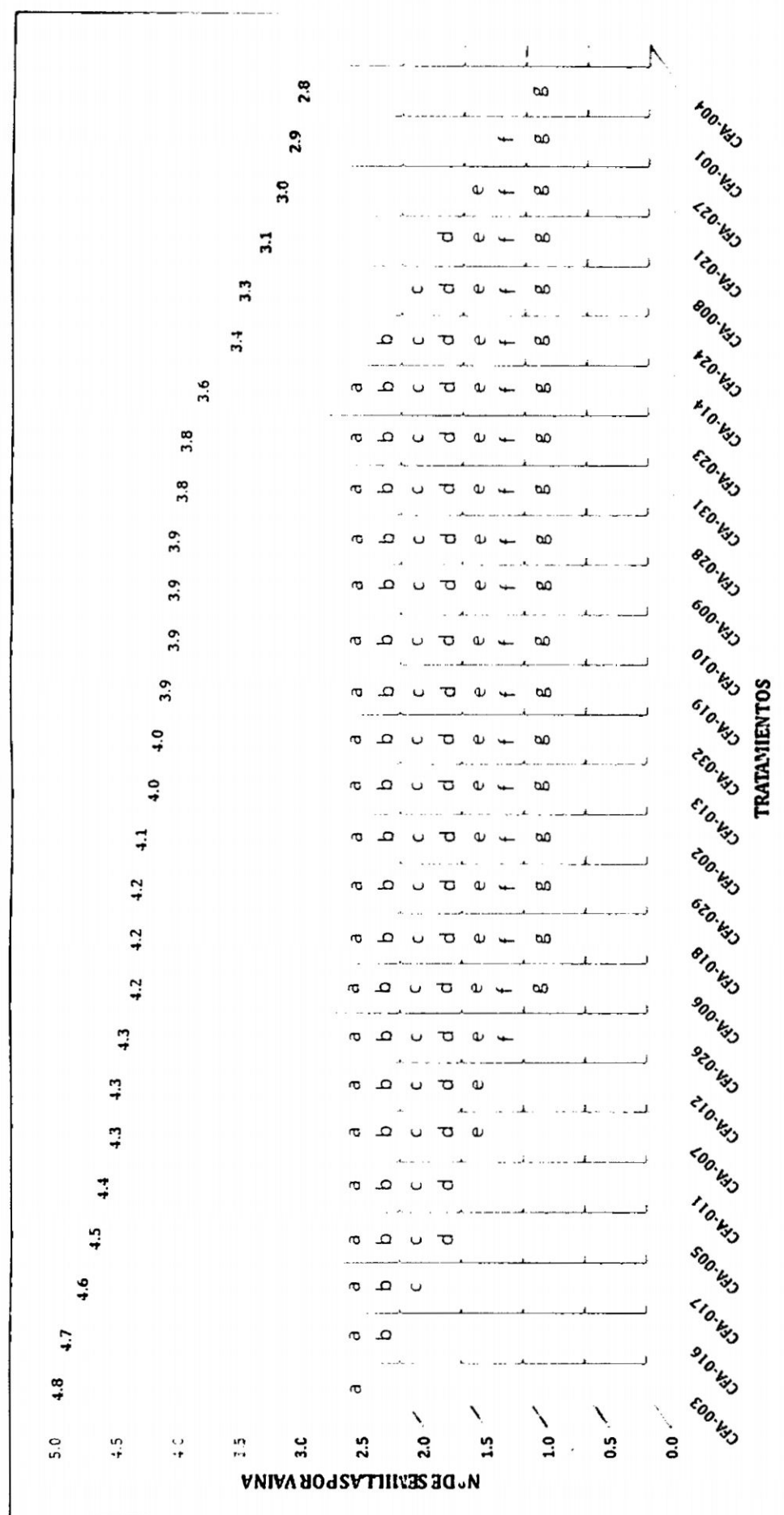


GRÁFICO 3.13: Prueba de Tukey de los promedios de número de semillas por vaina de los cultivares de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

3.2.5. Peso de 1000 semillas

El peso de 1000 semillas obtenidos en el presente estudio varía entre 271.7 y 719.8 g en promedio, que corresponden a los cultivares CFA-032 y CFA-001, respectivamente, como se observa en el Cuadro 02 del anexo.

Al efectuar el análisis de variancia (Cuadro 3.2), se encontró una alta diferencia estadística entre los tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 5.55 %; procediéndose a realizar la prueba de contraste de Tukey (Gráfico 3.14), en la que se determinó que los cultivares CFA-001, CFA-024, CFA-014, CFA-004, CFA-027 y CFA-002 presentan el mayor peso de 1000 semillas, con un promedio de 719.8, 717.5, 702.3, 701.3, 692.9, 685.5 g, respectivamente, siendo estadísticamente iguales, mientras que el cultivar CFA-032 es el que presenta el menor peso de 1000 semillas, con 271.7 g.

Rojas (2010), reporta que el peso de 1000 semillas de frijol ñuña, varía de 866.7 y 383.3 gramos, las cuales son ligeramente superiores a los obtenidos en el presente trabajo; mientras que Lagos (2011), encontró de 489.6 y 299.4 gramos, las cuales son muy inferiores a los obtenidos en el presente trabajo.

3.2.6 Rendimiento de grano seco

Los rendimientos de grano seco obtenidos varían entre 1,122 y 8,074 kg.ha⁻¹, que corresponden a los cultivares CFA-008 y CFA-014, respectivamente, como se puede ver en el Cuadro 02 del anexo.

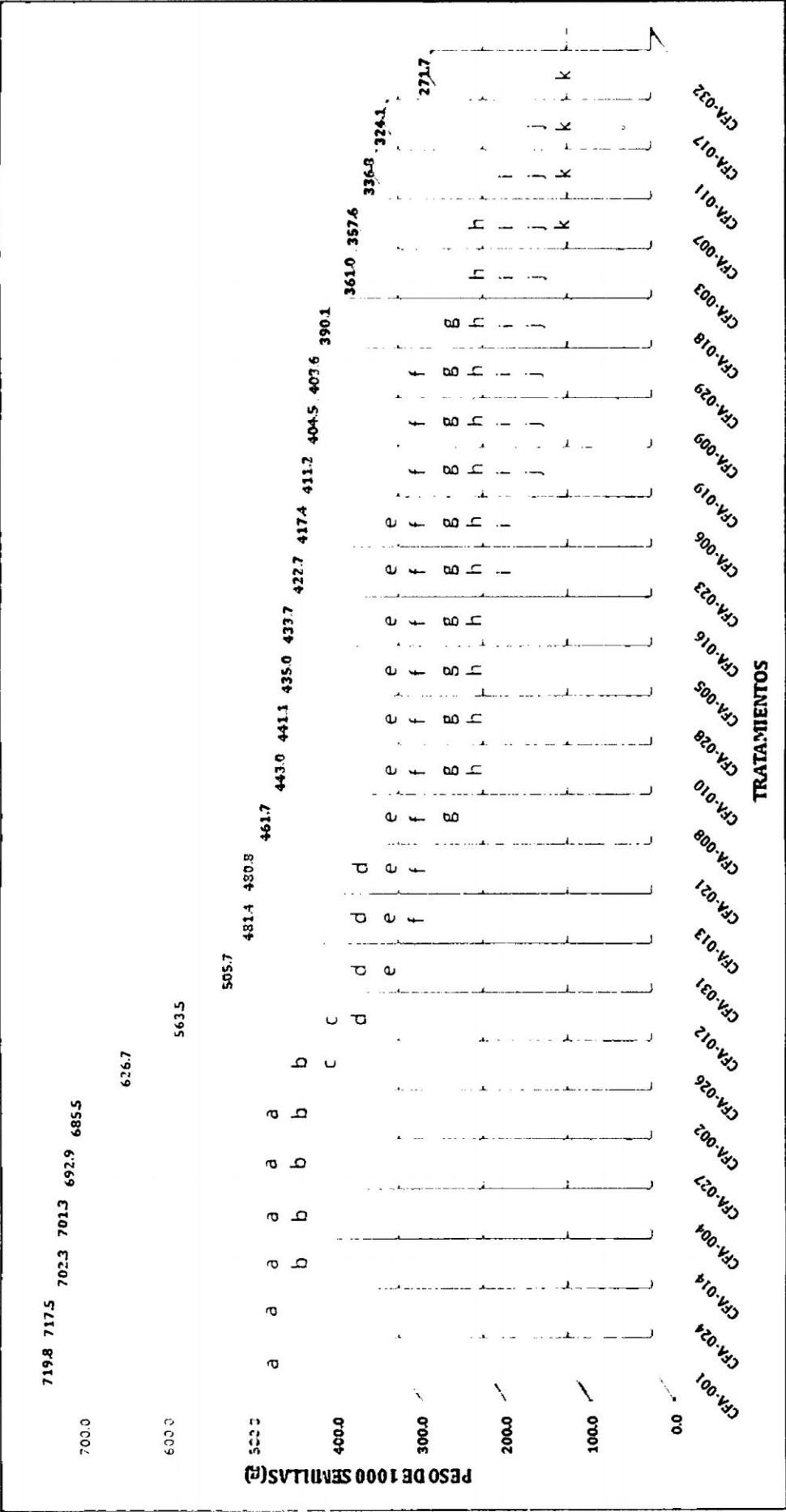


GRÁFICO 3.14: Prueba de Tukey de los promedios de peso de 1000 semillas de los cultivos de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.)
 Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

Al efectuar el análisis de variancia, se encontró una diferencia significativa entre bloques y altamente significativa entre tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 27.16 %, como se observa en el Cuadro 3.3.

En la prueba de Tukey, que se observa en el Gráfico 3.15, se determinó estadísticamente que el cultivar CFA-014 alcanzo el mayor rendimiento, con 8,074 kg.ha⁻¹, mostrando similitud estadística con los cultivares CFA-011, CFA-031, CFA-017, CFA-002, CFA-013, CFA-024 y CFA-019, que presentan un rendimiento de 6,312, 6,308, 5,647, 5,592, 5,406, 5,401 y 5,272 kg.ha⁻¹, respectivamente, mientras que los cultivares CFA-008 y CFA-003 obtuvieron el menor rendimiento de grano, con 1,122 y 1,216 kg.ha⁻¹ en promedio, respectivamente, sin mostrar diferencia entre ellos.

Estas diferencias en el rendimiento entre las colecciones se debieron principalmente al ataque de enfermedades al que fueron expuestas, además la caída de granizo que ocurrió en las etapas V4 y V5 (tercera hoja trifoliada y prefloración), predispuso la vulnerabilidad hacia las enfermedades. Es así que los cultivares CFA-008 y CFA-003 fueron atacados de forma severa por las distintas enfermedades desde la siembra, mientras que el cultivar CFA-014 presento una afectación ligera a causa de las enfermedades; ya que el frijol reventón es un cultivo que presenta amplia variabilidad genética y determinados rangos de adaptación debido a la significativa interacción variedad-medio ambiente. Dentro de esta variabilidad, se encuentran genotipos resistentes a enfermedades.

Rojas (2010), obtuvo un rendimiento que varía de 5,641 y 2,308 kg.ha⁻¹, las cuales son similares si comparamos los cultivares evaluados a que hacen referencia; mientras que Lagos (2011), encontró de 2,562 y 851 las cuales son muy inferiores a los obtenidos en el presente trabajo.

El CIAT (1980), indica la influencia de las condiciones ambientales sobre el genotipo, morfología de la planta, tamaño de fruto y sobre el rendimiento. Fisiológicamente el rendimiento se estudia en relación con la fotosíntesis y aprovechamiento de la radiación solar, la mas alta producción fotosintética de un cultivo alcanza cuando la planta tiene valores máximos de intensidad fotosintética y área foliar, la forma de lograr el mas eficiente aprovechamiento de la radiación solar es tratar que el terreno este lo mas cubierto posible con el área foliar de la planta de frijol. Influye también el tipo de abonamiento, además de las densidades de la siembra y técnicas de cultivo.

Según Laing (1979), el cultivo de frijol en lo que se refiere al rendimiento de grano, depende de una formación subsiguiente a los componentes: formación de vainas y llenado de semillas. Menciona que la falta de agua durante la primera etapa del ciclo vegetativo, no afecta mucho el rendimiento, pero cuando éste se presenta durante la floración o cuando las vainas están en formación producen una disminución en la producción de granos. Los cambios bruscos del clima, sequia por semanas y precipitación por semanas, como el rango de variación de la temperatura, posiblemente hayan afectado el rendimiento en el grano seco (Ministerio de Alimentación; citado por Mitma, 1993).

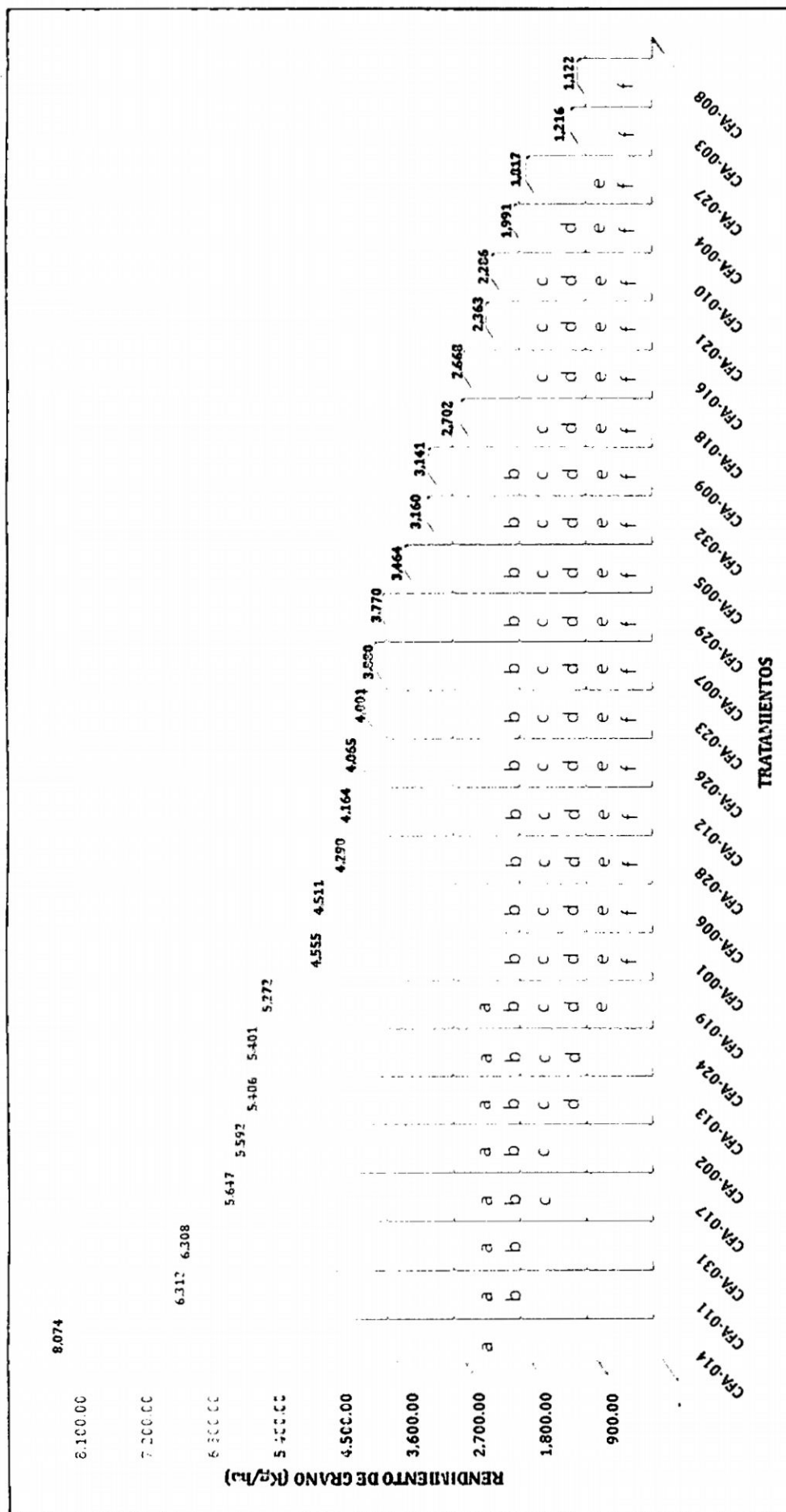


GRÁFICO 3.15: Prueba de Tukey de los promedios rendimiento de grano seco de los cultivares de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.)
Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

3.3. COMPONENTES DE CALIDAD DE GRANO TOSTADO

3.3.1. Índice de expandido de grano

El índice de expandido de los cultivares de frijol ñuña evaluadas en el presente trabajo fluctúan entre 17.0 y 87.9 %, las mismas que corresponden a los cultivares CFA-031 y CFA-026, respectivamente (Cuadro 03 del anexo).

Al realizar el análisis de variancia que se presenta en el Cuadro 3.2, se encontró diferencia altamente estadística entre bloques y tratamientos, observándose un coeficiente de variabilidad de 11.29 %.

En la prueba de Tukey (Gráfico 3.16) se observa que los cultivares CFA-026, CFA-005, CFA-007, CFA-012, CFA-028, CFA-017, CFA-011 con un promedio de 87.9, 80.7, 80.4, 77.4, 76.6, 74.0, 71.4 %, respectivamente, obtuvieron el mayor índice de expandido, mientras que el cultivar CFA-031 resultó con menos índice de expandido, con un promedio de 17.0 %, diferenciándose de los demás tratamientos.

Los factores que dan lugar a las diferencias de expansión son el contenido de humedad, herencia de los genes, que condicionan un endospermo denso y elástico (Jugenheimer, 1981; citado por Cruz et al., 2009), Estas diferencias se pueden deber a la forma de la semilla, su cubierta inelástica, la cantidad y calidad de almidón almacenado (National Research Council, 1989; citado por Cruz et al., 2009).

CUADRO 3.3: Cuadrados medios del análisis de variancia de los caracteres de rendimiento de los cultivares de Frijol Nuiña (*Phaseolus vulgaris* L). Canaán 2735 msnm - Ayacucho.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Índice de expandido de grano	% de reventado de grano	% de expandido de grano	Tiempo de reventado de grano
Bloques	2	246.28	155.64	5.16	265.35
Tratamientos	26	1661.37	799.73	3032.53	204.27
Error	52		67.35	20.69	62.28
Total	80				
CV (%)		11.29	11.67	10.78	12.08
Promedio		49.01	70.35	42.18	65.35

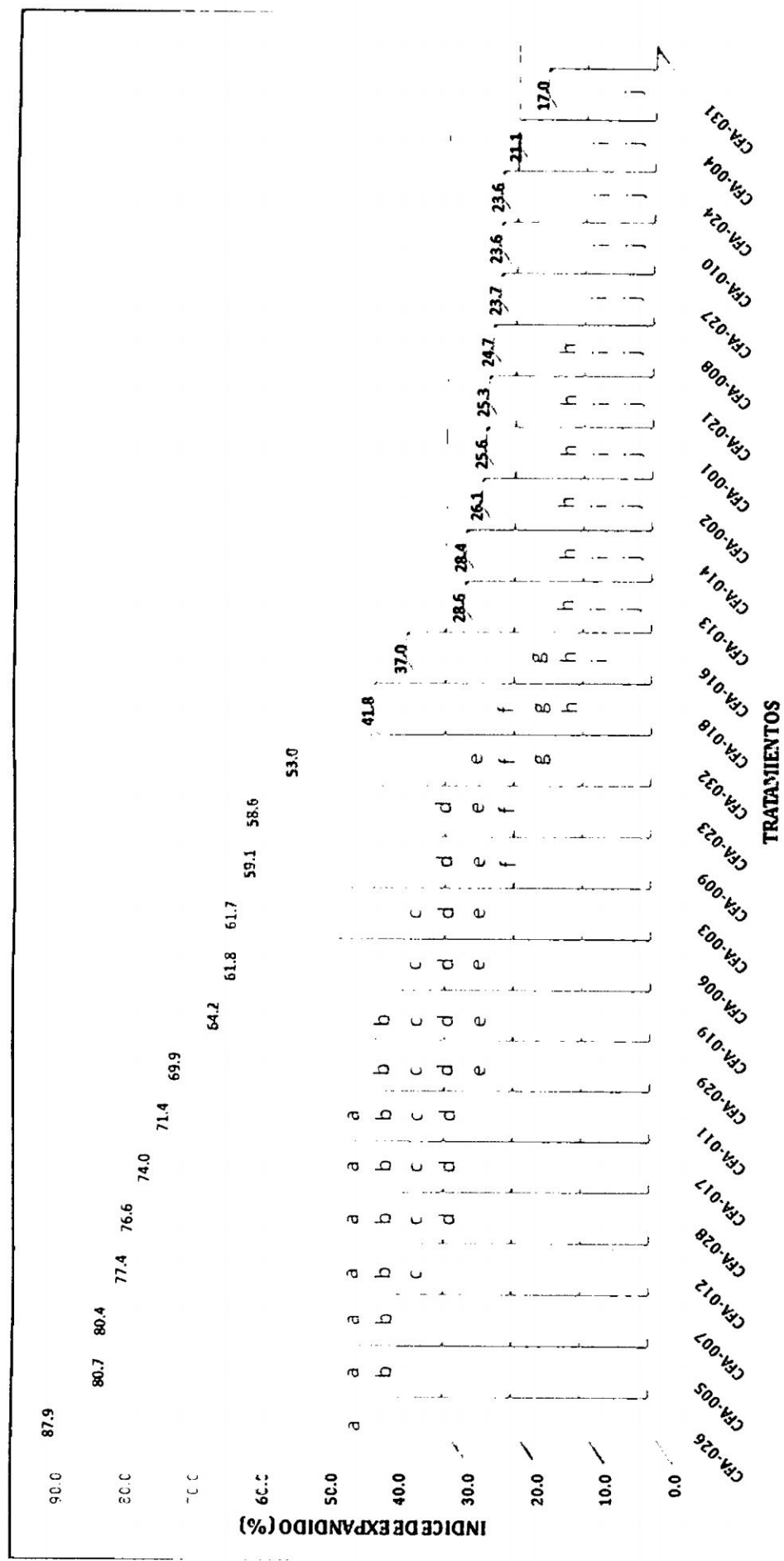


GRÁFICO 3.16: Prueba de contraste Tukey de los promedios de índice de expandido de grano de los cultivares de frijol ñuña (Phaseolus vulgaris L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

3.3.2. Porcentaje de reventado de grano

El porcentaje de reventado obtenidas en el presente estudio fluctúan entre 26.7 y 92.7 %, y que corresponden a los cultivares CFA-031 y CFA-007, respectivamente, el cual se observa en el Cuadro 03 del anexo.

Al efectuar el análisis de variancia (Cuadro 3.3), se encontró una alta diferencia para las fuentes de variación Tratamientos, por lo que se procediendo a realizar la prueba de contraste; el coeficiente de variabilidad fue de 11.67 %.

En la prueba de Tukey, que se presenta en el Gráfico 3.17, se observa que los cultivares CFA-007, CFA-026, CFA-017, CFA-011, CFA-028, CFA-012, CFA-009, CFA-005, CFA-029, CFA-014, CFA-013, CFA-019, CFA-006, CFA-003, CFA-023 y CFA-002, lograron un mayor porcentaje de reventado, con un promedio de 92.7, 92.7, 90.3, 89.7, 89.7, 88.7, 81.7, 80.7, 79.0, 78.0, 77.3, 75.0, 73.0, 72.3, 68.7, 66.7 %, respectivamente, sin mostrar diferencias estadísticas entre ellas; mientras que el cultivar CFA-031 mostró un menor porcentaje de reventado, con un promedio de 17.0 %, diferenciándose estadísticamente de los demás.

3.3.3. Porcentaje de expandido de grano

Los valores porcentaje de expandido encontrados en el presente trabajo se encuentra en el Cuadro 03 del anexo, los cuales varían entre 3.7 y 96.2 %, los mismos que pertenecen a los cultivares CFA-010 y CFA-026, respectivamente.

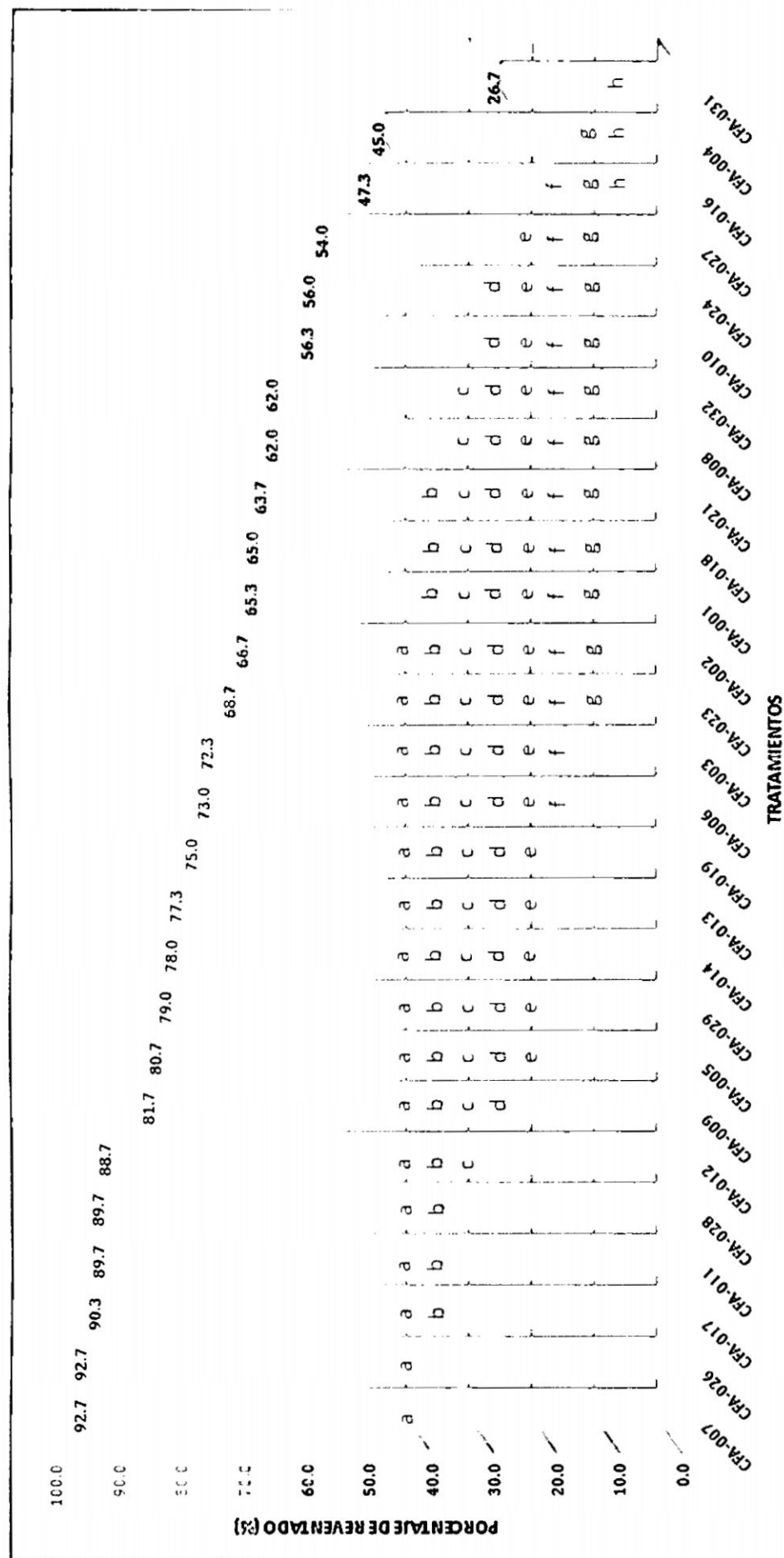


GRÁFICO 3.17: Prueba de Tukey de los promedios del porcentaje de reventado de grano de los cultivares de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

En el análisis de variancia (Cuadro 3.3), se encontró una alta significación estadística entre los Tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 10.78 %; procediéndose a realizar la prueba de comparación de Tukey.

En esta prueba de contraste (Gráfico 3.18), se determinó que los cultivares CFA-026, CFA-012 y CFA-007 alcanzaron el mayor porcentaje de expandido, con 96.2, 95.7y 84.9 % en promedio, respectivamente, sin mostrar diferencia estadística entre ellos. El tratamiento que obtuvo menor porcentaje de expandido fueron los cultivares CFA-010, CFA-001, CFA-013, CFA-002, CFA-014, CFA-031, CFA-021, CFA-004, CFA-008 y CFA-027 con 3.7, 5.6, 6.1, 7.0, 7.8, 11.1, 12.6, 14.2, 14.5 y 18.0 %, respectivamente, sin mostrar diferencia estadística entre sí.

Otálora et al. (2006), encontró para el porcentaje de expansión valores de 46.4 y 69.0%; mientras que Cruz et al. (2009) obtuvo entre 77.72 y 35.74 %. Alvarado (1997), citado por Cruz et al. (2009) encontró para el porcentaje de expandido fue de 38.33 % y el más bajo de 3.97 %, la evaluaciones realizadas Banco de Germoplasma de UNALM. Nuestros resultados se encuentran dentro de los resultados encontrados por los anteriores investigadores.

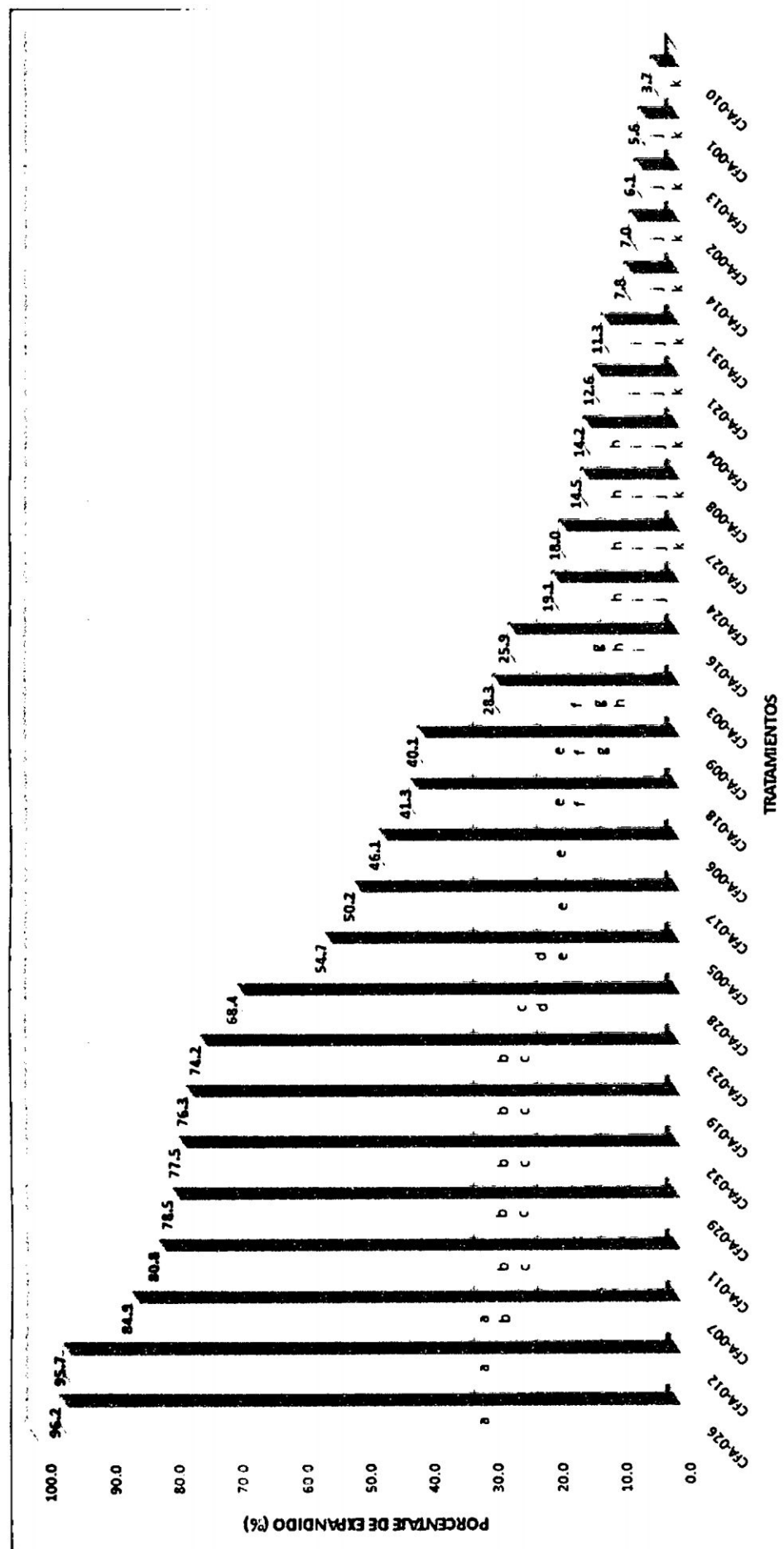


GRÁFICO 3.18: Prueba de Tukey de los promedios de porcentaje de expandido de grano de los cultivares de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

3.3.4. Tiempo de reventado de grano

El promedio del tiempo de reventado en los tratamientos estudiados, oscilan entre 50.3 y 85.0 segundos, que corresponden a los cultivares CFA-005 y CFA-027, respectivamente, las que se observan en el Cuadro 03 del anexo.

Al efectuar el análisis de variancia (Cuadro 3.3), se encontró una diferencia estadística altamente significativa entre los bloques y tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 12.08 %.

En el Gráfico 3.19 de la prueba de contraste Tukey para los tratamientos, se encontró que el cultivar CFA-027, presento el mayor tiempo al reventado, con un promedio de 85.0 segundos, la cual estadísticamente es similar a los demás cultivares, excepto a los cultivares CFA-013, CFA-008, CFA-003, CFA-004, CFA-006 y CFA-005 con, 59.0, 58.7, 57.7, 56.0, 54.0 y 50.3 % respectivamente, sin presentar diferenciarse estadística entre ellos.

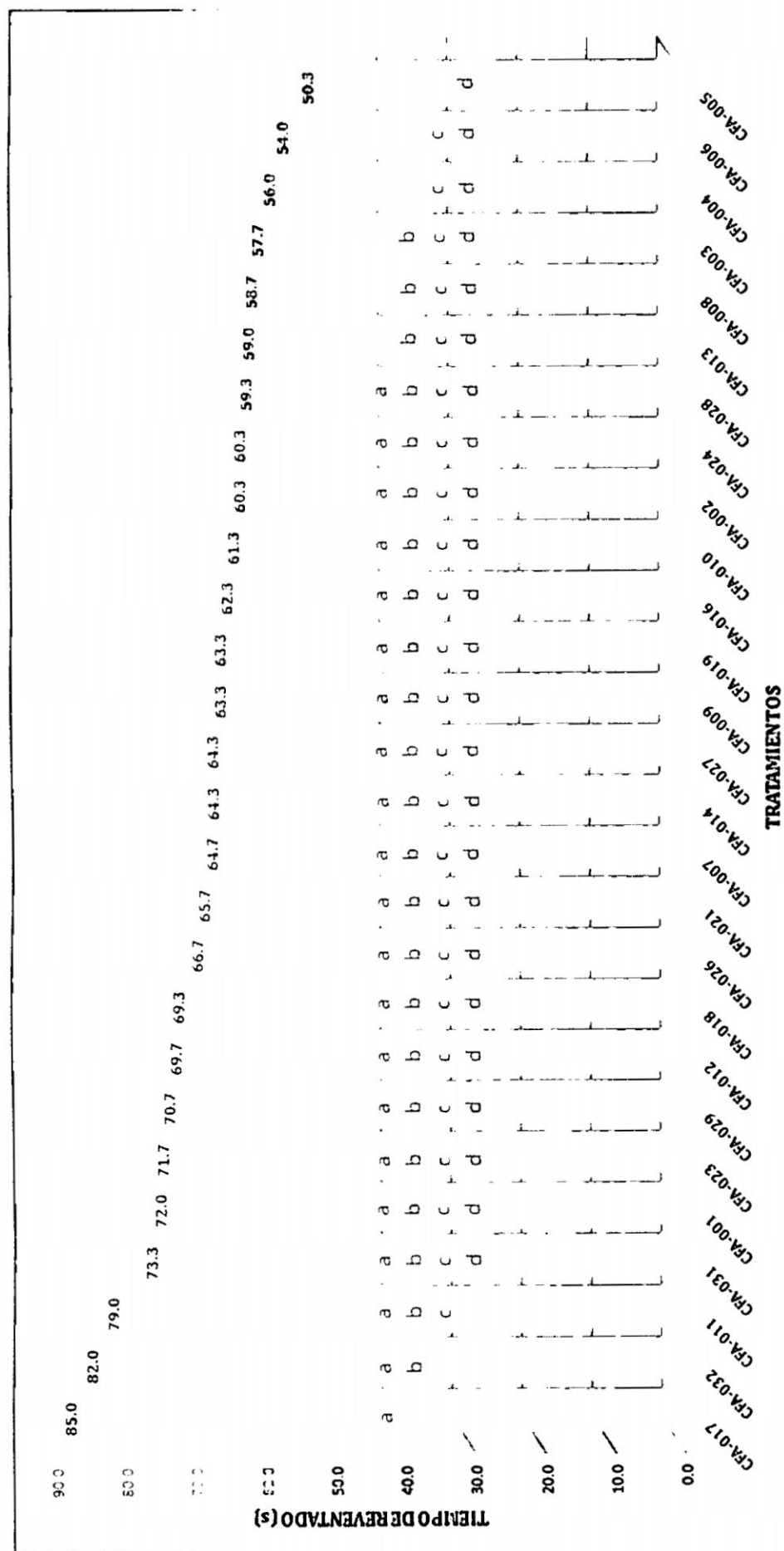


GRÁFICO 3.19: Prueba de Tukey de los promedios de tiempo de reventado de grano de los cultivares de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

3.4. SELECCIÓN DE CULTIVARES DE FRIJOL ÑUÑA

En el Cuadro 3.4 se muestra los promedios de las tres variables más importantes evaluadas en el presente trabajo; de las cuales el índice de expandido es la variable determinante para realizar el descarte de cultivares con menores características deseables para la agroindustria.

CUADRO 3.4: Promedios generales de los variables más importantes de los tres componentes en estudio.

TRATAMIENTO	CULTIVAR	DIAS A MADUREZ FISIOLÓGICA (dds)	RENDIMIENTO DE GRANO (kg/ha)	INDICE DE EXPANDIDO (%)
T1	CFA-001	152.7	4555.3	25.6
T2	CFA-002	151.0	5591.9	26.1
T3	CFA-003	167.0	1215.8	61.7
T4	CFA-004	160.7	1990.6	21.1
T5	CFA-005	167.0	3464.1	80.7
T6	CFA-006	170.0	4510.9	61.8
T7	CFA-007	162.0	3880.4	80.4
T8	CFA-008	151.0	1121.7	24.7
T9	CFA-009	171.3	3141.4	59.1
T10	CFA-010	163.7	2286.2	23.6
T11	CFA-011	163.7	6311.9	71.4
T12	CFA-012	170.7	4164.5	77.4
T13	CFA-013	169.0	5405.7	28.6
T14	CFA-014	156.7	8073.8	28.4
T15	CFA-016	159.7	2668.1	37.0
T16	CFA-017	165.3	5646.8	74.0
T17	CFA-018	168.0	2702.2	41.8
T18	CFA-019	166.3	5272.3	64.2
T19	CFA-021	158.3	2363.0	25.3
T20	CFA-023	167.0	4001.2	58.6
T21	CFA-024	163.7	5400.7	23.6
T22	CFA-026	188.0	4065.1	87.9
T23	CFA-027	162.0	1817.1	23.7
T24	CFA-028	167.3	4290.3	76.6
T25	CFA-029	171.3	3770.4	69.9
T26	CFA-031	154.3	6307.6	17.0
T27	CFA-032	174.7	3159.9	53.0

Para el descarte de los cultivares con menores aptitudes agroindustriales se tomó a la variable de índice de expandido la principal determinante para cumplir con el cuarto objetivo del texto; de manera que en el Cuadro 3.5 se muestra el orden de los cultivares según el merito alcanzado para la variable de índice de expandido.

CUADRO 3.5: Valores ordenados de acuerdo a la variable de índice de expandido alcanzado de los cultivares de frijol ñuña.

TRATAMIENTO	CULTIVAR	DÍAS A MADUREZ FISIOLÓGICA (DDS)	RENDIMIENTO DE GRANO (KG/HA)	ÍNDICE DE EXPANDIDO (%)
T22	CFA-026	188.0	4065.1	87.9
T5	CFA-005	167.0	3464.1	80.7
T7	CFA-007	162.0	3880.4	80.4
T12	CFA-012	170.7	4164.5	77.4
T24	CFA-028	167.3	4290.3	76.6
T16	CFA-017	165.3	5646.8	74.0
T11	CFA-011	163.7	6311.9	71.4
T25	CFA-029	171.3	3770.4	69.9
T18	CFA-019	166.3	5272.3	64.2
T6	CFA-006	170.0	4510.9	61.8
T3	CFA-003	167.0	1215.8	61.7
T9	CFA-009	171.3	3141.4	59.1
T20	CFA-023	167.0	4001.2	58.6
T27	CFA-032	174.7	3159.9	53.0
T17	CFA-018	168.0	2702.2	41.8
T15	CFA-016	159.7	2668.1	37.0
T13	CFA-013	169.0	5405.7	28.6
T14	CFA-014	156.7	8073.8	28.4
T2	CFA-002	151.0	5591.9	26.1
T1	CFA-001	152.7	4555.3	25.6
T19	CFA-021	158.3	2363.0	25.3
T8	CFA-008	151.0	1121.7	24.7
T23	CFA-027	162.0	1817.1	23.7
T10	CFA-010	163.7	2286.2	23.6
T21	CFA-024	163.7	5400.7	23.6
T4	CFA-004	160.7	1990.6	21.1
T26	CFA-031	154.3	6307.6	17.0

Como se observa en el Cuadro 3.5, los cultivares resaltados con amarillo son los cultivares descartados en el presente trabajo de investigación ya que presentan menor aptitud agroindustrial. Se tomó como límite para el descarte un índice de expandido menor a 30%, esto debido a que toda las colecciones pertenecientes a este grupo presentan como máximo la ruptura de la testa, llegando así al grado tres de la escala de prueba de calidad y expansión del frijol ñuña (Cuadro 23 del anexo) y son: CFA-031, CFA-004, CFA-024, CFA-010, CFA-027, CFA-008, CFA-021, CFA-001, CFA-002, CFA-014, CFA-013.

Mientras que las colecciones que sobrepasan el 30% de índice de expandido son las seleccionadas para el presente trabajo de investigación. Estas presentan granos tostados con grados superiores al cinco de la escala de prueba de calidad y expansión del frijol ñuña y estas son: CFA-026, CFA-005, CFA-007, CFA-012, CFA-028, CFA-017, CFA-011, CFA-029, CFA-019, CFA-006, CFA-003, CFA-009, CFA-023, CFA-032, CFA-018, CFA-016.

Estas últimas deben de seguir siendo evaluados de forma detallada, con la finalidad de lanzar siquiera un cultivar de frijol ñuña que contenga mejores aptitudes agronómicas y agroindustriales.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación permiten arribar a las siguientes conclusiones:

1. Los cultivares más precoces en llegar a la madurez fisiológica fueron la CFA-008 y CFA-002, ambos con un promedio de 162.0 días después de la siembra, mientras que el cultivar que se comportó como el más tardío a la madurez fisiológica fue la CFA-026 con 193.0 días después de la siembra.
2. El mayor rendimiento en grano se consiguió con el cultivar CFA-014, que alcanzó 8,074 kg.ha⁻¹, mientras el cultivar CFA-008 obtuvo el menor rendimiento de grano, con 1,122 kg.ha⁻¹.

3. El cultivar que obtuvo la mayor calidad de grano al tostado, de acuerdo al índice de expandido alcanzado fue la CFA-026, cuyo promedio es de 87.9, mientras que el cultivar CFA-031 obtuvo menos calidad al tostado, con 17.0 % de índice de expandido.
4. Los cultivares seleccionados para el presente trabajo de investigación, de acuerdo al índice de expandido alcanzado, la cual es la variable mas importante para determinar la aptitud agroindustrial de los frijoles ñuña, son: CFA-026, CFA-005, CFA-007, CFA-012, CFA-028, CFA-017, CFA-011, CFA-029, CFA-019, CFA-006, CFA-003, CFA-009, CFA-023, CFA-032, CFA-018, CFA-016; cuyo índice de expandido es mayor al 30 %, mientras que los cultivares a descartarse en el presente experimento, cuyo índice de expandido son menores al 30%, son: CFA-031, CFA-004, CFA-024, CFA-010, CFA-027, CFA-008, CFA-021, CFA-001, CFA-002, CFA-014, CFA-013.

4.2. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones del presente trabajo, se dan las siguientes recomendaciones:

1. Repetir el experimento en diferentes tiempos y espacios con los cultivares seleccionados en este estudio.
2. Ejecutar estudios para mejorar el índice de expandido de cada uno de los cultivares de frijol ñuña seleccionados en el presente trabajo.
3. Realizar evaluaciones de las semillas segregados adquiridos en el

presente trabajo - a pesar de que este cultivo es considerado como una planta autógama, existen reportes de presentación de alopoliploidía en diferentes porcentajes - de manera que se puedan obtener nuevos cultivares con resultados de alto potencial agronómico y agroindustrial.

4. Realizar pruebas rigurosas de resistencia a plagas y enfermedades de los cultivares seleccionados en este trabajo.

RESUMEN

El frijol tipo reventón actualmente tiene un potencial agroindustrial muy importante debido a su capacidad de reventar y aumentar de volumen cuando es tostado, de manera que se consume como pasabocas o aperitivo. El presente trabajo de investigación se realizó en la Estación Experimental Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), ubicada en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, correspondiente a la campaña 2010-2011. El objetivo de esta investigación fue evaluar los caracteres agronómicos y agroindustriales, con los cuales se seleccionó cultivares con potenciales exigidas por el mercado agroindustrial, mediante la evaluación y selección de 27 cultivares de frijol ñuña en condiciones de la estación experimental - Canaán. El diseño experimental utilizado fue el Bloque Completamente Randomizado (DBCR), con 27 tratamientos y 3 repeticiones, cuyos resultados fueron sometidos al análisis de variancia y prueba de Tukey. La siembra se realizó a 0.80 m. entre surcos y 0.30 m. entre golpes, colocando 03 semillas por golpe. Los cultivares en llegar con menor número días a la madurez fisiológica fueron la CFA-008 y CFA-002, ambos con un promedio de 162.0 días después de la siembra, de la misma forma los cultivares con mayor rendimiento de grano seco son la CFA-014, CFA-011, CFA-031, CFA-017, CFA-002, CFA-013, CFA-024 y CFA-019, que presentan un rendimiento de 8,074, 6,312, 6,308, 5,647, 5,592, 5,406, 5,401 y 5,272 kg.ha⁻¹, respectivamente, mientras que los cultivares con buen índice de expandido son CFA-026, CFA-005, CFA-007, CFA-012, CFA-028, CFA-017, CFA-011 con un promedio de 87.9, 80.7,

80.4, 77.4, 76.6, 74.0, 71.4, respectivamente. De manera que los cultivares seleccionados de acuerdo a la variable más importante para determinar la aptitud industrial, la cual viene a ser el índice de expandido; para la presente investigación son los cultivares: CFA-026, CFA-005, CFA-007, CFA-012, CFA-028, CFA-017, CFA-011, CFA-029, CFA-019, CFA-006, CFA-003, CFA-009, CFA-023, CFA-032, CFA-018, CFA-016. Estas entradas tienen alta potencialidad para su explotación comercial, las que deberán priorizarse en los programas de mejoramiento genético con la finalidad de generar nuevas variedades que respondan a las exigencias de mercado, de manera que puedan generar mayores ingresos y mejorar las condiciones de vida de los agricultores andinos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AGRIOS, G. 1996. Fitopatología. Segunda edición. Editorial LIMUSA, S.A. México.
2. ALVARES, L. 2009. Colecta y conservación de cultivares de numia (*Phaseolus vulgaris* L.), en condiciones agroecológicas del distrito de Huacrachuco - Marañon. Informe de Prácticas Pre-profesionales. Huánuco, Perú.
3. ASTORIMA, C. , 1998. Comparativo de Rendimiento de 8 Líneas y 2 Variedades de Frijol de Grano Blanco. Canaán – INIA. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho-Perú.
4. BOCANEGRA, S. 1978. Cultivo de menestras en el Perú. Ministerio de Agricultura y Pesquería y Misión Agrícola de la Universidad de Carolina del Norte. Lima – Perú.
5. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT) 1980. Descripción y daños de las plagas que atacan al frijol. Guía de estudio.
6. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1982. Etapas de desarrollo de la planta del frijol común. Guía de estudio. CIAT. Cali, Colombia.
7. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1984. Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Guía de estudio. 2^{da} edición. CIAT. Cali, Colombia.

8. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1985.
Frijol: investigación y producción. CIAT. Cali, Colombia.
9. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1988.
conceptos básicos de fisiología del frijol. Guía de estudio. CIAT. Cali, Colombia.
10. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 2000.
Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). CIAT. Cali, Colombia.
11. CHAVES, N., ARAYA, R., DEBOUCK, D. 2009. Flujo de genes entre frijol común y silvestre en costa rica. Agronomía mesoamericana. Costa Rica.
12. CRUZ, J; CAMARENA, F; PIERRE, J; HUARINGA, A; BLAS, R. 2009.
Evaluación agromorfológica y caracterización molecular de la ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.). 27(1), 29-40. IDESIA. Chile.
13. ENCISO, P. 2005. Influencia de la densidad de plantas en asociación de maíz morado y frijol reventón (*Phaseolus vulgaris*). Canaán a 2750 msnm. Ayacucho. Tesis Ingeniero Agrónomo UNSCH Ayacucho -Perú
14. 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 2.
15. FUNDACIÓN INTERNACIONAL PARA EL PROGRESO RURAL (RAFI). 2001. La tormenta de "El Nuña". Grupos andinos protestan por la patente del frijol nuña. RAFI. Canadá.

16. 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).
17. GRAHAM, P. 1978. Nitrógeno: fuentes químicas y biológicas en la fertilización del frijol. En: Curso de adiestramiento en la investigación para la producción de frijol. CIAT – Colombia.
18. IBÁÑEZ, R. y AGUIRRE, G. 1983. Manual de prácticas de fertilidad de suelos. UNSCH- Ayacucho-Perú.
19. INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA (IICA). 2009. Guía técnica del cultivo del frijol. IICA, RED SICTA, COSUDE, ASOPROL. Boaco, Nicaragua.
20. INSTITUTO NACIONAL INNOVACIÓN AGRARIA (INIA). 1997. Boletín oferta tecnológica. Cusco, Perú.
21. INSTITUTO NACIONAL INNOVACIÓN AGRARIA (INIA). 2007. Revista de la Estación Experimental Agraria Andenes Cusco. Cusco, Perú.
22. INSTITUTO NACIONAL INNOVACIÓN AGRARIA (INIA). 2012. Análisis de los costos de producción y sondeo de mercado de granos andinos (Quinoa, Kiwicha, Kañiwa, Tarwi y Poroto). Ayacucho-Cusco-Junín-Puno. Perú.
23. LAGOS, F. 2011. Selección y caracterización de 21 cultivares de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones Canaán (2750 msnm – AYACUCHO). Tesis Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho, Perú.

24. LAING, R. y DOUGLAS, D. 1979. Adaptación del frijol común. Curso intensivo de adiestramiento del frijol. CIAT. Cali – Colombia.
25. LITZENBERGER, C. 1976. Guía para los cultivos en trópicos y subtropical. Centro regional de ayuda técnica. México/Buenos Aires.
26. MAROTO, J. 1986. Horticultura herbácea especial. Ediciones Mundi. España.
27. MATEO, J. 1961. Leguminosas de grano. Primera Edición. Editorial Salvatierra S.A. Madrid. Barcelona, España.
28. MELO, I; LIGARRETO, G. 2010. Contenido de taninos en el grano y características agronómicas en cultivares de frijol común "tipo reventón" Agronomía Colombiana. 28(2), 147-154. Bogotá, Colombia
29. MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAG) – Dirección de Información Agraria Ayacucho. Campaña agrícola 2009 -2010. Octubre, 2011.
30. MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAG) – Dirección General de Información Agraria – Dirección de Estadística. Serie histórica de la producción agrícola. Años 1994 – 2005. Octubre, 2011.
31. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA (MAG). 1991. Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola, Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica.
32. MITMA, H. 1993. Comparativo de rendimiento de líneas seleccionadas de

- frijol (*Phaseolus vulgaris* L) de grano blanco. E.EA-Canaán. 2750 msnm. Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú.
33. OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS NATURALES (ONERN). (1976). "Mapa ecológico del Perú". Guía explicativa. Lima, Perú.
34. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). 2007. Manual técnico buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de frijol voluble. FAO. Roma, Italia.
35. OSCAR, B. 1973. Fitogenética aplicada. Editorial LIMUSA. México.
36. OSPINA, H. 1980. Diversidad Genética de las Especies Cultivadas del Genero *Phaseolus*. Guía de estudios. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali – Colombia.
37. OTÁLORA, J., LIGARRETO, G., ROMERO, A. 2006. Comportamiento de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo reventón por características agronómicas y de calidad de grano. Agronomía colombiana. 24(1), 7-16. Bogotá, Colombia.
38. PAREJA, G. 2011. Niveles de guano de islas en el rendimiento del cultivo de frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.), Canaán - 2735 msnm, AYACUCHO. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho, Perú.
39. PARSONS, M. y David, B. 1981. Frijol y chícharo. Manual para la educación agropecuaria. Primera Edición. Editorial Trillas. S. A. México.

40. RESTREPO, M. 1979. Conceptos básicos en fisiología del frijol. En: Curso intensivo de adiestramiento pos – grado en investigación para la producción de frijol. CIAT. Cali – Colombia.
41. RÍOS, J. Y QUIRÓS J. 2002. El Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): cultivo, beneficio y variedades. Boletín técnico. FENALCE. Bogotá.
42. ROJAS, G. 2010. Evaluación de 10 cultivares de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de Canaán – INIA (2720 msnm) – Ayacucho. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho, Perú.
43. ROSALES, R., OCHOA, R., y ACOSTA J. 2001. Fenología y rendimiento del frijol en el altiplano de México y su respuesta al fotoperiodo. INIFAP. México.
44. TINEO, A. 1999. Manejo y conservación de suelos. Guía de estudios. UNSCH. Ayacucho, Perú.
45. VALLADILID, 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.
46. VILCA, J. 2008. Entomología agrícola. Guía de estudio. UNSCH. Ayacucho, Perú.
47. VOYSEST, O. 1979. "Mejoramiento genético de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) ligado a variedades de frijol de América latina" CIAT. Cali, Colombia.

- 48.XU BJ, CHANG SKC. 2007. A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents.Journal of Food Science. 72 (2), 159-166.

ANEXO

CUADRO 01: Promedios generales de días después de la siembra de las variables del componente de precocidad de los cultivos de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.). Canaán 2735 msnm - Ayacucho.

VARIABLES DE PRECOCIDAD	TRATAMIENTO																			
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20
	CFA 001	CFA 002	CFA 003	CFA 004	CFA 005	CFA 006	CFA 007	CFA 008	CFA 009	CFA 010	CFA 011	CFA 012	CFA 013	CFA 014	CFA 016	CFA 017	CFA 018	CFA 019	CFA 021	CFA 023
EMERGENCIA	9.3	9.0	8.3	11.0	9.0	8.0	7.3	8.0	8.0	9.0	8.0	8.3	9.0	9.0	9.0	7.0	7.0	8.0	9.0	9.0
PRIMERA HOJA TRIFOLIADA	20.3	21.0	21.0	21.0	20.0	20.7	21.0	18.0	20.7	21.0	19.7	20.7	21.0	19.7	19.7	21.0	18.7	18.0	21.0	19.7
TERCERA HOJA TRIFOLIADA	30.0	30.3	29.0	31.3	29.0	30.0	29.0	28.3	29.0	32.0	30.0	31.0	32.0	31.0	30.0	30.0	29.0	29.0	29.0	30.0
BOTON FLORAL	81.0	82.0	85.3	93.3	85.3	86.7	84.3	78.0	96.0	87.7	86.7	97.0	91.3	80.0	79.0	90.7	88.0	86.7	82.0	92.0
FLORACION	85.7	85.3	96.3	98.0	89.0	92.3	90.0	81.0	101.0	94.7	91.7	101.0	95.3	83.0	83.3	94.7	95.3	92.3	88.7	98.0
FORMACION DE VAINA	92.3	93.0	100.0	103.0	93.7	96.0	96.0	91.0	106.0	100.0	99.0	106.0	99.0	91.0	91.0	101.0	99.0	97.3	97.7	104.0
LLENADO DE VAINA	117.7	117.3	128.3	127.0	124.3	127.3	123.7	116.3	133.3	126.7	126.3	133.0	128.3	118.7	120.0	127.7	128.0	126.3	123.0	130.3
MADUREZ FISIOLÓGICA	152.7	151.0	167.0	160.7	167.0	170.0	162.0	151.0	171.3	163.7	163.7	170.7	169.0	156.7	159.7	165.3	168.0	166.3	158.3	167.0
MADUREZ DE COSECHA	165.3	163.0	170.0	168.0	170.0	172.0	167.0	163.7	180.0	169.7	170.7	174.7	171.3	167.0	167.0	172.0	174.0	174.0	168.0	174.7

CUADRO 02: Promedios generales de las variables del componente de rendimiento de los cultivos de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.). Canaán 2735 msnm - Ayacucho.

VARIABLES DE RENDIMIENTO	TRATAMIENTO																										
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27
CFA 001	CFA 002	CFA 003	CFA 004	CFA 005	CFA 006	CFA 007	CFA 008	CFA 009	CFA 010	CFA 011	CFA 012	CFA 013	CFA 014	CFA 016	CFA 017	CFA 018	CFA 019	CFA 021	CFA 023	CFA 024	CFA 026	CFA 027	CFA 028	CFA 029	CFA 031	CFA 032	
ALTURA DE PLANTA (m)	2.0	2.3	1.3	1.8	1.4	1.3	1.9	1.3	2.2	1.3	2.1	2.2	1.8	1.7	1.9	2.1	1.2	1.4	1.4	0.9	1.9	2.8	1.5	1.5	1.3	1.7	1.5
NUMERO DE VAINAS POR PLANTA	43.8	41.3	15.1	28.4	30.8	38.8	45.4	25.1	46.3	31.5	47.9	24.3	33.8	41.7	40.2	47.8	44.9	43.6	33.9	37.0	32.6	22.0	26.3	31.4	46.2	40.8	45.7
LONGITUD DE VAINA (cm)	10.7	11.1	10.4	10.3	10.9	9.7	11.0	10.4	10.3	9.8	10.5	11.4	11.2	11.5	10.0	10.3	10.4	10.0	11.4	10.1	12.3	13.6	11.1	9.3	9.5	10.1	9.0
NUMERO DE SEMILLAS POR VAINA	2.9	4.1	4.8	2.8	4.5	4.2	4.3	3.3	3.9	3.9	4.4	4.3	4.0	3.6	4.7	4.6	4.2	3.9	3.1	3.8	3.4	4.3	3.0	3.9	4.2	3.8	4.0
PESO DE 1000 SEMILLAS (g)	720	686	361	701	435	417	358	462	405	443	337	564	481	702	434	324	390	411	481	423	717	627	693	441	404	506	272
RENDIMIENTO DE GRANO SECO (Kg/ha)	4555	5592	1216	1991	3464	4511	3880	1122	3141	2286	6312	4164	5406	8074	2668	5647	2702	5272	2363	4001	5401	4065	1817	4290	3770	6308	3160

CUADRO 03: Promedios generales de las variables del componente de calidad de grano tostado de los cultivos de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.). Canaán 2735 msnm - Ayacucho.

VARIABLES DE EXPANDIDO		TRATAMIENTO																										
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27
INDICE DE EXPANDIDO DE GRANO (%)	CFA 001	CFA 002	CFA 003	CFA 004	CFA 005	CFA 006	CFA 007	CFA 008	CFA 009	CFA 010	CFA 011	CFA 012	CFA 013	CFA 014	CFA 016	CFA 017	CFA 018	CFA 019	CFA 021	CFA 023	CFA 024	CFA 026	CFA 027	CFA 028	CFA 029	CFA 031	CFA 032	
	25.6	26.1	61.7	21.1	80.7	61.8	80.4	24.7	59.1	23.6	71.4	77.4	28.6	28.4	37.0	74.0	41.8	64.2	25.3	58.6	23.6	87.9	23.7	76.6	69.9	17.0	53.0	
PORCENTAJE DEREVENADO DE GRANO (%)	65.3	66.7	72.3	45.0	80.7	73.0	92.7	62.0	81.7	56.3	89.7	88.7	77.3	78.0	47.3	90.3	65.0	75.0	63.7	68.7	56.0	92.7	54.0	89.7	79.0	26.7	62.0	
PORCENTAJE EXPANDIDO DE GRANO (%)	5.6	7.0	28.3	14.2	54.7	46.1	84.9	14.5	40.1	3.7	80.8	95.7	6.1	7.8	25.9	50.2	41.3	76.3	12.6	74.2	19.1	96.2	18.0	68.4	78.5	11.3	77.5	
TIEMPO DE REVENTADO DE GRANO (s)	72.0	60.3	57.7	56.0	50.3	54.0	64.7	58.7	63.3	61.3	79.0	69.7	59.0	64.3	62.3	85.0	69.3	63.3	65.7	71.7	60.3	66.7	64.3	59.3	70.7	73.3	82.0	

CUADRO 04: Días después de la siembra para la variable días a emergencia de los cultivos de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

DIAS A ENMERGENCIA																											
BLOQUE	TRATAMIENTO																										
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27
	CFA 001	CFA 002	CFA 003	CFA 004	CFA 005	CFA 006	CFA 007	CFA 008	CFA 009	CFA 010	CFA 011	CFA 012	CFA 013	CFA 014	CFA 016	CFA 017	CFA 018	CFA 019	CFA 021	CFA 023	CFA 024	CFA 026	CFA 027	CFA 028	CFA 029	CFA 031	CFA 032
I	9	9	8	11	9	8	7	8	8	9	8	8	9	9	9	7	7	8	9	9	10	8	9	8	9	8	7
II	10	9	9	11	9	8	8	8	8	9	8	8	9	9	9	7	7	8	9	9	10	8	9	8	9	8	7
III	9	9	8	11	9	8	7	8	8	9	8	9	9	9	9	7	7	8	9	9	10	9	9	8	9	8	7
TOTAL	28.0	27.0	25.0	33.0	27.0	24.0	22.0	24.0	24.0	27.0	24.0	25.0	27.0	27.0	27.0	21.0	21.0	24.0	27.0	27.0	30.0	25.0	27.0	24.0	27.0	24.0	21.0
PROMEDIO	9.3	9.0	8.3	11.0	9.0	8.0	7.3	8.0	8.0	9.0	8.0	8.3	9.0	9.0	9.0	7.0	7.0	8.0	9.0	9.0	10.0	8.3	9.0	8.0	9.0	8.0	7.0

CUADRO 05: Días después de la siembra para la variable días a la aparición de la primera hoja trifoliada de los cultivos de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

DÍAS A LA APARICIÓN DE LA PRIMERA HOJA TRIFOLIADA																											
BLOQUE	TRATAMIENTO																										
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27
	CFA 001	CFA 002	CFA 003	CFA 004	CFA 005	CFA 006	CFA 007	CFA 008	CFA 009	CFA 010	CFA 011	CFA 012	CFA 013	CFA 014	CFA 016	CFA 017	CFA 018	CFA 019	CFA 021	CFA 023	CFA 024	CFA 026	CFA 027	CFA 028	CFA 029	CFA 031	CFA 032
I	20	21	21	21	20	21	21	18	21	21	20	21	21	20	20	21	19	18	21	20	20	21	21	18	21	17	20
II	21	21	21	21	20	20	21	18	21	21	19	20	21	20	19	21	19	18	21	19	19	21	21	18	21	17	20
III	20	21	21	21	20	21	21	18	20	21	20	21	21	19	20	21	18	18	21	20	20	21	21	18	21	17	20
TOTAL	61.0	63.0	63.0	63.0	60.0	62.0	63.0	54.0	62.0	63.0	59.0	62.0	63.0	59.0	59.0	63.0	56.0	54.0	63.0	59.0	59.0	63.0	63.0	54.0	63.0	51.0	60.0
PROMEDIO	20.3	21.0	21.0	21.0	20.0	20.7	21.0	18.0	20.7	21.0	19.7	20.7	21.0	19.7	19.7	21.0	18.7	18.0	21.0	19.7	19.7	21.0	21.0	18.0	21.0	17.0	20.0

CUADRO 06: Días después de la siembra para la variable días a la aparición de la tercera hoja trifoliada de los cultivares de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

DÍAS A LA APARICIÓN DE LA TERCERA HOJA TRIFOLIADA																											
TRATAMIENTO																											
BLOQUE	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27
	CFA 001	CFA 002	CFA 003	CFA 004	CFA 005	CFA 006	CFA 007	CFA 008	CFA 009	CFA 010	CFA 011	CFA 012	CFA 013	CFA 014	CFA 016	CFA 017	CFA 018	CFA 019	CFA 021	CFA 023	CFA 024	CFA 026	CFA 027	CFA 028	CFA 029	CFA 031	CFA 032
I	30	30	29	31	29	30	29	28	29	32	30	31	32	31	30	30	29	29	29	30	29	32	28	29	31	28	28
II	30	31	29	32	29	30	29	28	29	32	30	31	32	31	30	30	29	29	29	30	29	32	28	29	31	28	28
III	30	30	29	31	29	30	29	29	29	32	30	31	32	31	30	30	29	29	29	30	29	32	28	29	31	28	28
TOTAL	90.0	91.0	87.0	94.0	87.0	90.0	87.0	85.0	87.0	96.0	90.0	93.0	96.0	93.0	90.0	90.0	87.0	87.0	87.0	90.0	87.0	96.0	84.0	87.0	93.0	84.0	84.0
PROMEDIO	30.0	30.3	29.0	31.3	29.0	30.0	29.0	28.3	29.0	32.0	30.0	31.0	32.0	31.0	30.0	30.0	29.0	29.0	29.0	30.0	29.0	32.0	28.0	29.0	31.0	28.0	28.0

CUADRO 07: Días después de la siembra para la variable días a la aparición de botón floral de los cultivares de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

DÍAS A LA APARICIÓN DE BOTÓN FLORAL																												
BLOQUE		TRATAMIENTO																										
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27
		CFA 001	CFA 002	CFA 003	CFA 004	CFA 005	CFA 006	CFA 007	CFA 008	CFA 009	CFA 010	CFA 011	CFA 012	CFA 013	CFA 014	CFA 016	CFA 017	CFA 018	CFA 019	CFA 021	CFA 023	CFA 024	CFA 026	CFA 027	CFA 028	CFA 029	CFA 031	CFA 032
I	78	81	84	91	84	84	81	78	95	88	84	98	91	78	81	93	88	88	81	93	84	114	88	84	91	78	101	
II	81	81	88	98	88	88	84	78	95	91	88	95	95	81	78	88	88	88	84	95	81	114	95	81	93	78	101	
III	84	84	84	91	84	88	88	78	98	84	88	98	88	81	78	91	88	84	81	88	81	114	81	81	93	78	95	
TOTAL	243.0	246.0	256.0	280.0	256.0	260.0	253.0	234.0	288.0	263.0	260.0	291.0	274.0	240.0	237.0	272.0	264.0	260.0	246.0	276.0	246.0	342.0	264.0	246.0	277.0	234.0	297.0	
PROMEDIO	81.0	82.0	85.3	93.3	85.3	86.7	84.3	78.0	96.0	87.7	86.7	97.0	91.3	80.0	79.0	90.7	88.0	86.7	82.0	92.0	82.0	114.0	88.0	82.0	92.3	78.0	99.0	

CUADRO 08: Días después de la siembra para la variable días a la floración de los cultivares de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.)
Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

DÍAS A LA FLORACIÓN																											
BLOQUE	TRATAMIENTO																										
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27
	CFA 001	CFA 002	CFA 003	CFA 004	CFA 005	CFA 006	CFA 007	CFA 008	CFA 009	CFA 010	CFA 011	CFA 012	CFA 013	CFA 014	CFA 016	CFA 017	CFA 018	CFA 019	CFA 021	CFA 023	CFA 024	CFA 026	CFA 027	CFA 028	CFA 029	CFA 031	CFA 032
I	81	84	98	95	88	91	88	81	101	98	91	101	95	81	88	98	98	91	84	98	88	119	91	91	95	81	104
II	88	84	98	101	91	95	91	81	101	98	93	101	98	84	81	91	95	98	98	101	91	119	98	91	95	81	104
III	88	88	93	98	88	91	91	81	101	88	91	101	93	84	81	95	93	88	84	95	84	119	84	88	98	81	98
TOTAL	257.0	256.0	289.0	294.0	267.0	277.0	270.0	243.0	303.0	284.0	275.0	303.0	286.0	249.0	250.0	284.0	286.0	277.0	266.0	294.0	263.0	357.0	273.0	270.0	288.0	243.0	306.0
PROMEDIO	85.7	85.3	96.3	98.0	89.0	92.3	90.0	81.0	101.0	94.7	91.7	101.0	95.3	83.0	83.3	94.7	95.3	92.3	88.7	98.0	87.7	119.0	91.0	90.0	96.0	81.0	102.0

CUADRO 09: Días después de la siembra para la variable días a la formación de vaina de los cultivares de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

DIAS A LA FORMACIÓN DE VAINA																											
BLOQUE	TRATAMIENTO																										
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27
	CFA 001	CFA 002	CFA 003	CFA 004	CFA 005	CFA 006	CFA 007	CFA 008	CFA 009	CFA 010	CFA 011	CFA 012	CFA 013	CFA 014	CFA 016	CFA 017	CFA 018	CFA 019	CFA 021	CFA 023	CFA 024	CFA 026	CFA 027	CFA 028	CFA 029	CFA 031	CFA 032
I	91	91	101	101	93	95	98	91	107	101	98	107	101	91	91	104	101	98	98	104	101	125	101	95	104	91	107
II	95	93	101	104	95	98	95	91	104	104	101	104	101	91	91	95	98	101	104	107	98	125	101	95	101	91	107
III	91	95	98	104	93	95	95	91	107	95	98	107	95	91	91	104	98	93	91	101	95	125	91	95	104	91	104
TOTAL	277.0	279.0	300.0	309.0	281.0	288.0	288.0	273.0	318.0	300.0	297.0	318.0	297.0	273.0	273.0	303.0	297.0	292.0	293.0	312.0	294.0	375.0	293.0	285.0	309.0	273.0	318.0
PROMEDIO	92.3	93.0	100.0	103.0	93.7	96.0	96.0	91.0	106.0	100.0	99.0	106.0	99.0	91.0	91.0	101.0	99.0	97.3	97.7	104.0	98.0	125.0	97.7	95.0	103.0	91.0	106.0

CUADRO 10: Días después de la siembra para la variable días al llenado de vaina de los cultivos de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

DIAS AL LLENADO DE VAINA																													
BLOQUE	TRATAMIENTO																												
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27		
I	CFA 001	CFA 002	CFA 003	CFA 004	CFA 005	CFA 006	CFA 007	CFA 008	CFA 009	CFA 010	CFA 011	CFA 012	CFA 013	CFA 014	CFA 016	CFA 017	CFA 018	CFA 019	CFA 021	CFA 023	CFA 024	CFA 026	CFA 027	CFA 028	CFA 029	CFA 031	CFA 032		
	116	116	129	126	124	127	125	116	134	129	125	134	130	118	121	130	129	127	122	130	132	129	151	127	132	118	136		
II	119	117	129	125	125	128	123	117	133	128	129	132	130	118	121	123	127	130	130	132	132	125	151	127	131	118	136		
III	118	119	127	130	124	127	123	116	133	123	125	133	125	120	118	130	128	122	117	129	129	123	151	121	123	117	133		
TOTAL	353.0	352.0	385.0	381.0	373.0	382.0	371.0	349.0	400.0	380.0	379.0	399.0	385.0	356.0	360.0	383.0	384.0	379.0	369.0	391.0	391.0	377.0	453.0	375.0	377.0	396.0	353.0	405.0	
PROMEDIO	117.7	117.3	128.3	127.0	124.3	127.3	123.7	116.3	133.3	126.7	126.3	133.0	128.3	118.7	120.0	127.7	128.0	126.3	123.0	130.3	130.3	125.7	151.0	125.0	125.7	132.0	117.7	135.0	

CUADRO 11: Días después de la siembra para la variable días a la madurez fisiológica de los cultivos de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

DIAS A LA MADUREZ FISIOLÓGICA																													
BLOQUE	TRATAMIENTO																												
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27		
I	CFA 001	CFA 002	CFA 003	CFA 004	CFA 005	CFA 006	CFA 007	CFA 008	CFA 009	CFA 010	CFA 011	CFA 012	CFA 013	CFA 014	CFA 016	CFA 017	CFA 018	CFA 019	CFA 021	CFA 023	CFA 024	CFA 026	CFA 027	CFA 028	CFA 029	CFA 031	CFA 032		
	150	150	167	160	167	170	162	150	172	167	162	172	170	155	162	167	167	167	155	167	167	188	162	170	170	155	176		
II	153	150	167	155	167	170	162	153	172	162	167	170	170	155	162	162	167	170	167	167	162	188	162	170	172	155	176		
III	155	153	167	167	167	170	162	150	170	162	162	170	167	160	155	167	170	162	153	167	162	188	162	162	172	153	172		
TOTAL	458.0	453.0	501.0	482.0	501.0	510.0	486.0	453.0	514.0	491.0	491.0	512.0	507.0	470.0	479.0	496.0	504.0	499.0	475.0	501.0	491.0	564.0	486.0	502.0	514.0	463.0	524.0		
PROMEDIO	152.7	151.0	167.0	160.7	167.0	170.0	162.0	151.0	171.3	163.7	163.7	170.7	169.0	156.7	159.7	165.3	168.0	166.3	158.3	167.0	163.7	188.0	162.0	167.3	171.3	154.3	174.7		

CUADRO 12: Días después de la siembra para la variable días a la madurez de cosecha de los cultivos de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

DIAS A LA MADUREZ DE COSECHA																											
BLOQUE	TRATAMIENTO																										
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27
I	CFA 001	CFA 002	CFA 003	CFA 004	CFA 005	CFA 006	CFA 007	CFA 008	CFA 009	CFA 010	CFA 011	CFA 012	CFA 013	CFA 014	CFA 016	CFA 017	CFA 018	CFA 019	CFA 021	CFA 023	CFA 024	CFA 026	CFA 027	CFA 028	CFA 029	CFA 031	CFA 032
	162	162	170	167	170	172	167	162	180	172	172	176	172	167	167	170	176	176	170	172	170	193	172	176	178	162	180
	167	160	170	167	170	172	167	167	180	170	170	172	172	167	167	170	170	176	172	176	170	193	170	172	178	162	180
III	167	167	170	170	170	172	167	162	180	167	170	176	170	167	167	176	176	170	162	176	167	193	167	170	178	162	176
	496.0	489.0	510.0	504.0	510.0	516.0	501.0	491.0	540.0	509.0	512.0	524.0	514.0	501.0	501.0	516.0	522.0	522.0	504.0	524.0	507.0	579.0	509.0	518.0	534.0	486.0	536.0
PROMEDIO	165.3	163.0	170.0	168.0	170.0	172.0	167.0	163.7	180.0	169.7	170.7	174.7	171.3	167.0	167.0	172.0	174.0	174.0	168.0	174.7	169.0	193.0	169.7	172.7	178.0	162.0	178.7

CUADRO 13: Valores de la variable altura de planta de los cultivos de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

ALTURA DE PLANTA (m)																											
BLOQUE	TRATAMIENTO																										
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27
	CFA 001	CFA 002	CFA 003	CFA 004	CFA 005	CFA 006	CFA 007	CFA 008	CFA 009	CFA 010	CFA 011	CFA 012	CFA 013	CFA 014	CFA 016	CFA 017	CFA 018	CFA 019	CFA 021	CFA 023	CFA 024	CFA 026	CFA 027	CFA 028	CFA 029	CFA 031	CFA 032
I	2.37	2.245	1.27	1.27	1.585	1.246	1.624	1.16	2.028	1.21	2.247	2.698	1.808	1.663	1.45	1.98	1.025	1.085	1.465	0.763	1.445	2.252	1.445	1.335	1.385	1.72	1.325
II	1.94	2.147	1.355	1.355	1.445	0.99	1.7	1.17	2.41	1.24	1.785	2.305	1.601	1.805	1.725	2.1	1.58	1.395	1.225	0.794	1.739	3.15	1.09	1.565	1.145	1.76	1.255
III	1.83	2.435	1.36	2.655	1.135	1.57	2.25	1.54	2.05	1.565	2.16	1.72	2.074	1.78	2.57	2.07	1.035	1.81	1.632	1.09	2.39	2.92	2.04	1.7	1.455	1.66	1.827
TOTAL	6.1	6.8	4.0	5.3	4.2	3.8	5.6	3.9	6.5	4.0	6.2	6.7	5.5	5.2	5.7	6.2	3.6	4.3	4.3	2.6	5.6	8.3	4.6	4.6	4.0	5.1	4.4
PROMEDIO	2.0	2.3	1.3	1.8	1.4	1.3	1.9	1.3	2.2	1.3	2.1	2.2	1.8	1.7	1.9	2.1	1.2	1.4	1.4	0.9	1.9	2.8	1.5	1.5	1.3	1.7	1.5

CUADRO 14: Valores de la variable número de vainas por planta de los cultivos de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

NUMERO DE VAINAS POR PLANTA																											
BLOQUE	TRATAMIENTO																										
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27
	CFA 001	CFA 002	CFA 003	CFA 004	CFA 005	CFA 006	CFA 007	CFA 008	CFA 009	CFA 010	CFA 011	CFA 012	CFA 013	CFA 014	CFA 016	CFA 017	CFA 018	CFA 019	CFA 021	CFA 023	CFA 024	CFA 026	CFA 027	CFA 028	CFA 029	CFA 031	CFA 032
I	33	40.1	13.4	18.1	38.2	40.5	44.2	12.4	45.7	19.1	51.5	28.7	33	40.9	37.7	51.8	52.5	35.5	37.2	38.2	32.7	23.4	30.8	32.6	39.6	39.5	47.8
II	56.5	38.2	13.4	31.3	39.8	38	47	31.4	43.8	34.3	41.1	25.1	29.3	42.9	40.4	39.4	34.6	55.2	21.7	38.7	30.1	21.3	11.8	31.6	47.3	41.3	43.4
III	41.9	45.6	18.5	35.9	14.3	37.8	45.1	31.4	49.4	41.2	51.1	19.2	39.1	41.2	42.4	52.3	47.6	40.2	42.8	34.2	35.1	21.4	36.4	29.89	51.6	41.5	45.8
TOTAL	131	124	45	85	92	116	136	75	139	95	144	73	101	125	121	144	135	131	102	111	98	66	79	94	139	122	137
PROMEDIO	43.8	41.3	15.1	28.4	30.8	38.8	45.4	25.1	46.3	31.5	47.9	24.3	33.8	41.7	40.2	47.8	44.9	43.6	33.9	37.0	32.6	22.0	26.3	31.4	46.2	40.8	45.7

CUADRO 15: Valores de la variable longitud de vaina de los cultivos de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

LONGITUD DE VAINA (cm)																											
BLOQUE	TRATAMIENTO																										
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27
	CFA 001	CFA 002	CFA 003	CFA 004	CFA 005	CFA 006	CFA 007	CFA 008	CFA 009	CFA 010	CFA 011	CFA 012	CFA 013	CFA 014	CFA 016	CFA 017	CFA 018	CFA 019	CFA 021	CFA 023	CFA 024	CFA 026	CFA 027	CFA 028	CFA 029	CFA 031	CFA 032
I	10.6	10.6	10.4	10.3	11.6	9.7	10.6	10.4	10.1	9.9	10.9	11.8	10.9	11.1	9.5	10.0	10.0	9.8	11.3	9.9	11.8	13.5	11.0	9.1	9.6	9.9	8.7
II	10.6	11.1	10.3	9.0	11.5	9.2	11.4	10.1	10.2	9.4	10.0	11.9	11.0	12.2	10.1	10.3	10.5	10.1	11.3	10.3	12.1	13.8	11.1	9.2	9.1	10.3	9.0
III	10.9	11.6	10.5	11.5	9.7	10.1	11.1	10.7	10.6	10.0	10.5	10.6	11.6	11.3	10.5	10.5	10.8	10.2	11.6	10.2	12.9	13.5	11.3	9.6	9.7	10.2	9.4
TOTAL	32.0	33.2	31.3	30.8	32.8	29.0	33.0	31.2	30.9	29.4	31.5	34.3	33.6	34.6	30.0	30.8	31.3	30.0	34.2	30.4	36.8	40.8	33.4	27.9	28.4	30.4	27.1
PROMEDIO	10.7	11.1	10.4	10.3	10.9	9.7	11.0	10.4	10.3	9.8	10.5	11.4	11.2	11.5	10.0	10.3	10.4	10.0	11.4	10.1	12.3	13.6	11.1	9.3	9.5	10.1	9.0

CUADRO 16: Valores de la variable número de semillas por vaina de los cultivos de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

NUMERO DE SEMILLAS POR VAINA																												
BLOQUE		TRATAMIENTO																										
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27
		CFA 001	CFA 002	CFA 003	CFA 004	CFA 005	CFA 006	CFA 007	CFA 008	CFA 009	CFA 010	CFA 011	CFA 012	CFA 013	CFA 014	CFA 016	CFA 017	CFA 018	CFA 019	CFA 021	CFA 023	CFA 024	CFA 026	CFA 027	CFA 028	CFA 029	CFA 031	CFA 032
I	3.6	4.6	4.8	2.9	5.7	4.4	4.9	3.3	4.1	3.8	5.2	4.4	4	3.6	4.9	5.7	4	3.9	3.4	4	2.9	4.5	3.1	4.1	3.9	4.1	4.4	
II	2.6	4.3	5.2	2.9	3.5	4.2	4	3.4	3.8	3.6	4.2	3.9	4.2	3.6	4.4	4.1	3.8	3.9	3	3.5	3.6	4.7	3.2	3.5	4.7	3.2	3.8	
III	2.5	3.5	4.4	2.7	4.3	3.9	4.1	3.2	3.7	4.2	3.9	4.7	3.9	3.7	4.9	4	4.7	4	3	3.8	3.6	3.6	2.7	4	3.9	4.1	3.8	
TOTAL	8.7	12.4	14.4	8.5	13.5	12.5	13.0	9.9	11.6	11.6	13.3	13.0	12.1	10.9	14.2	13.8	12.5	11.8	9.4	11.3	10.1	12.8	9.0	11.6	12.5	11.4	12.0	
PROMEDIO	2.9	4.1	4.8	2.8	4.5	4.2	4.3	3.3	3.9	3.9	4.4	4.3	4.0	3.6	4.7	4.6	4.2	3.9	3.1	3.8	3.4	4.3	3.0	3.9	4.2	3.8	4.0	

CUADRO 17: Valores de la variable peso de 1000 semillas de los cultivos de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

PESO DE 1000 SEMILLAS (g)																												
BLOQUE		TRATAMIENTO																										
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27
		CFA 001	CFA 002	CFA 003	CFA 004	CFA 005	CFA 006	CFA 007	CFA 008	CFA 009	CFA 010	CFA 011	CFA 012	CFA 013	CFA 014	CFA 016	CFA 017	CFA 018	CFA 019	CFA 021	CFA 023	CFA 024	CFA 026	CFA 027	CFA 028	CFA 029	CFA 031	CFA 032
I	742	711	368	664	466	430	360	446	399	425	350	552	483	698	425	311	387	391	494	423	735	657	723	460	398	477	294	
II	716	680	336	694	442	411	348	443	401	454	319	566	469	701	455	334	320	438	449	429	702	622	618	431	380	496	271	
III	701	665	379	746	397	411	365	496	413	451	342	573	493	709	421	327	463	404	500	417	715	601	738	433	432	544	250	
TOTAL	2160	2057	1083	2104	1305	1252	1073	1385	1214	1329	1010	1691	1444	2107	1301	972	1170	1234	1443	1268	2152	1880	2079	1323	1211	1517	815	
PROMEDIO	720	686	361	701	435	417	358	462	405	443	337	564	481	702	434	324	390	411	481	423	717	627	693	441	404	506	272	

CUADRO 18: Valores de la variable rendimiento de grano seco de los cultivos de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

RENDIMIENTO DE GRANO SECO (Kg/ha)																											
TRATAMIENTO																											
BLOQUE	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27
	CFA 001	CFA 002	CFA 003	CFA 004	CFA 005	CFA 006	CFA 007	CFA 008	CFA 009	CFA 010	CFA 011	CFA 012	CFA 013	CFA 014	CFA 016	CFA 017	CFA 018	CFA 019	CFA 021	CFA 023	CFA 024	CFA 026	CFA 027	CFA 028	CFA 029	CFA 031	CFA 032
I	5738	5073	725	1320	4253	4917	2822	670	3423	1528	7754	5190	4858	7017	1865	6255	2222	4001	3041	4176	4633	5168	1506	4081	3557	5705	2870
II	4710	5005	1408	1901	3985	4022	2441	945	4132	1657	4607	5352	4278	8689	2586	4943	3399	5670	1386	3650	4051	3847	1054	4460	2592	6103	2835
III	3219	6698	1515	2751	2155	4594	6378	1750	1869	3674	6574	1951	7081	8515	3554	5743	2485	6146	2663	4177	7519	3180	2891	4330	5163	7115	3775
TOTAL	1366 6	1677 6	3647	5972	1039 2	1353 3	1164 1	3365	9424	6859	1893 6	1249 3	1621 7	2422 1	8004	1694 1	8107	1581 7	7089	1200 4	1620 2	1219 5	5451 1	1287 1	1131 1	1892 3	9480
PROMEDIO	4555	5592	1216	1991	3464	4511	3880	1122	3141	2286	6312	4164	5406	8074	2668	5647	2702	5272	2363	4001	5401	4065	1817	4290	3770	6308	3160

CUADRO 19: Valores de la variable índice de expandido de grano de los cultivos de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

ÍNDICE DE EXPANDIDO DE GRANO (%)																											
TRATAMIENTO																											
BLOQUE	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27
	CFA 001	CFA 002	CFA 003	CFA 004	CFA 005	CFA 006	CFA 007	CFA 008	CFA 009	CFA 010	CFA 011	CFA 012	CFA 013	CFA 014	CFA 016	CFA 017	CFA 018	CFA 019	CFA 021	CFA 023	CFA 024	CFA 026	CFA 027	CFA 028	CFA 029	CFA 031	CFA 032
I	24.0	25.3	73.8	19.6	91.8	69.3	83.3	25.8	55.8	26.0	73.8	77.3	29.8	30.4	38.0	85.8	48.4	76.4	24.9	66.2	24.0	93.3	25.1	76.9	71.1	16.7	61.6
II	25.6	26.0	53.6	21.1	75.8	65.8	80.7	21.6	50.7	25.6	75.6	80.9	30.0	27.1	38.9	71.3	33.6	64.4	22.9	58.9	18.9	89.8	23.1	80.0	70.9	16.9	48.7
III	27.3	27.1	57.8	22.7	74.7	50.2	77.3	26.7	70.9	19.3	64.9	74.0	26.0	27.8	34.0	64.9	43.3	51.8	28.0	50.7	27.8	80.7	22.9	72.9	67.6	17.6	48.7
TOTAL	77	78	185	63	242	185	241	74	177	71	214	232	86	85	111	222	125	193	76	176	71	264	71	230	210	51	159
PROMEDIO	25.6	26.1	61.7	21.1	80.7	61.8	80.4	24.7	59.1	23.6	71.4	77.4	28.6	28.4	37.0	74.0	41.8	64.2	25.3	58.6	23.6	87.9	23.7	76.6	69.9	17.0	53.0

CUADRO 20: Valores de la variable porcentaje de reventado de grano de los cultivos de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.)
Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

PORCENTAJE DE REVENTADO (%)																											
TRATAMIENTO																											
BLOQUE	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27
	CFA 001	CFA 002	CFA 003	CFA 004	CFA 005	CFA 006	CFA 007	CFA 008	CFA 009	CFA 010	CFA 011	CFA 012	CFA 013	CFA 014	CFA 016	CFA 017	CFA 018	CFA 019	CFA 021	CFA 023	CFA 024	CFA 026	CFA 027	CFA 028	CFA 029	CFA 031	CFA 032
I	58	62	85	38	85	80	95	66	76	67	91	91	84	87	50	95	67	89	62	74	58	97	60	88	79	25	64
II	65	66	66	45	79	75	90	50	81	65	95	91	81	72	54	87	58	74	53	68	35	94	52	91	77	26	61
III	73	72	66	52	78	64	93	70	88	37	83	84	67	75	38	89	70	62	76	64	75	87	50	90	81	29	61
TOTAL	196	200	217	135	242	219	278	186	245	169	269	266	232	234	142	271	195	225	191	206	168	278	162	269	237	80	186
PROMEDIO	65.3	66.7	72.3	45.0	80.7	73.0	92.7	62.0	81.7	56.3	89.7	88.7	77.3	78.0	47.3	90.3	65.0	75.0	63.7	68.7	56.0	92.7	54.0	89.7	79.0	26.7	62.0

CUADRO 21: Valores de la variable porcentaje de expandido de grano de los cultivos de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.)
Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

PORCENTAJE DE EXPANDIDO (%)																											
TRATAMIENTO																											
BLOQUE	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27
	CFA 001	CFA 002	CFA 003	CFA 004	CFA 005	CFA 006	CFA 007	CFA 008	CFA 009	CFA 010	CFA 011	CFA 012	CFA 013	CFA 014	CFA 016	CFA 017	CFA 018	CFA 019	CFA 021	CFA 023	CFA 024	CFA 026	CFA 027	CFA 028	CFA 029	CFA 031	CFA 032
I	5.7	7.3	33.5	14.4	58.2	45.0	83.7	13.0	41.0	2.4	80.5	94.2	7.7	5.5	25.0	48.3	42.3	73.1	12.3	79.6	19.6	91.9	18.0	76.6	76.6	10.4	71.4
II	4.2	7.7	25.0	13.1	55.4	50.1	79.9	16.8	31.4	4.5	88.5	96.5	5.8	9.1	29.4	52.3	35.6	88.1	13.5	74.8	19.5	99.8	17.7	61.3	81.7	13.0	76.5
III	6.9	5.8	26.4	15.0	50.4	43.2	91.2	13.7	48.0	4.1	73.2	96.4	5.0	8.8	23.3	49.8	46.0	67.6	12.1	68.2	18.2	96.9	18.1	67.2	77.3	10.4	84.6
TOTAL	17	21	85	43	164	138	255	44	120	11	242	287	18	23	78	150	124	229	38	223	57	289	54	205	236	34	233
PROMEDIO	5.6	7.0	28.3	14.2	54.7	46.1	84.9	14.5	40.1	3.7	80.8	95.7	6.1	7.8	25.9	50.2	41.3	76.3	12.6	74.2	19.1	96.2	18.0	68.4	78.5	11.3	77.5

CUADRO 22: Valores de la variable tiempo de reventado de grano de los cultivos de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

		TIEMPO DE REVENTADO (s)																										
BLOQUE		TRATAMIENTO																										
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27
		CFA 001	CFA 002	CFA 003	CFA 004	CFA 005	CFA 006	CFA 007	CFA 008	CFA 009	CFA 010	CFA 011	CFA 012	CFA 013	CFA 014	CFA 016	CFA 017	CFA 018	CFA 019	CFA 021	CFA 023	CFA 024	CFA 026	CFA 027	CFA 028	CFA 029	CFA 031	CFA 032
I		70	64	60	52	60	64	62	61	61	67	78	77	68	74	74	97	62	56	66	70	79	76	68	62	68	63	87
II		63	60	50	51	41	48	63	61	54	53	66	60	54	62	53	86	72	68	63	71	49	64	64	61	71	86	83
III		83	57	63	65	50	50	69	54	75	64	93	72	55	57	60	72	74	66	68	74	53	60	61	55	73	71	76
TOTAL		216	181	173	168	151	162	194	176	190	184	237	209	177	193	187	255	208	190	197	215	181	200	193	178	212	220	246
PROMEDIO		72.0	60.3	57.7	56.0	50.3	54.0	64.7	58.7	63.3	61.3	79.0	69.7	59.0	64.3	62.3	85.0	69.3	63.3	65.7	71.7	60.3	66.7	64.3	59.3	70.7	73.3	82.0

CUADRO 23: Escala y fórmula para prueba de calidad y expansión de ñuña. Según protocolo del Blgo. Mirihan Gamarra Flores

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

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

Donde:

IE = Índice de expandido expresado en porcentaje.

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

q = % de la muestra expresado según categoría.

N = Valor mayor en la escala (9).

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

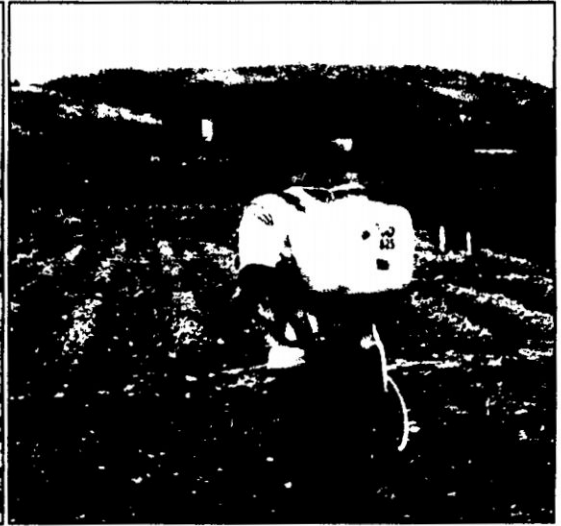
Cuadro 24: MATRIZ DE COLECCIONES Y CARACTERÍSTICAS

CULTIVAR/TRATAMIENTO		VARIABLES																		
		EMERGENCIA (DDS)	PRIMERA HOJA TRIFOLIADA (DDS)	TERCERA HOJA TRIFOLIADA (DDS)	BOTON FLORAL (DDS)	FLORACIÓN (DDS)	FORMACIÓN DE VAINA (DDS)	LLENADO DE GRANO (DDS)	MADUREZ FISIOLÓGICA (DDS)	MADUREZ DE COSECHA (DDS)	ALTURA DE PLANTA (m)	Nº DE VAINAS/PLANTA (UND)	LONGITUD DE VAINA (cm)	Nº DE SEMILLAS/VAINA (UND)	PESO 1000 SEMILLAS (g)	RENDIMIENTO DE GRANO SECO (kg/ha)	ÍNDICE DE EXPANDIDO DE GRANO (%)	PORCENTAJE DE REVENTADO DE GRANO (%)	PORCENTAJE DE EXPANDIDO DE GRANO (%)	TIEMPO DE REVENTADO DE GRANO (s)
CFA-001	T1	9.3	20.3	30.0	81.0	85.7	92.3	117.7	152.7	165.3	2.0	43.8	10.7	2.9	720	4555	25.6	65.3	5.6	72.0
CFA-002	T2	9.0	21.0	30.3	82.0	85.3	93.0	117.3	151.0	163.0	2.3	41.3	11.1	4.1	686	5592	26.1	66.7	7.0	60.3
CFA-003	T3	8.3	21.0	29.0	85.3	96.3	100.0	128.3	167.0	170.0	1.3	15.1	10.4	4.8	361	1216	61.7	72.3	28.3	57.7
CFA-004	T4	11.0	21.0	31.3	93.3	98.0	103.0	127.0	160.7	168.0	1.8	28.4	10.3	2.8	701	1991	21.1	45.0	14.2	56.0
CFA-005	T5	9.0	20.0	29.0	85.3	89.0	93.7	124.3	167.0	170.0	1.4	30.8	10.9	4.5	435	3464	80.7	80.7	54.7	50.3
CFA-006	T6	8.0	20.7	30.0	86.7	92.3	96.0	127.3	170.0	172.0	1.3	38.8	9.7	4.2	417	4511	61.8	73.0	46.1	54.0
CFA-007	T7	7.3	21.0	29.0	84.3	90.0	96.0	123.7	162.0	167.0	1.9	45.4	11.0	4.3	358	3880	80.4	92.7	84.9	64.7
CFA-008	T8	8.0	18.0	28.3	78.0	81.0	91.0	116.3	151.0	163.7	1.3	25.1	10.4	3.3	462	1122	24.7	62.0	14.5	58.7
CFA-009	T9	8.0	20.7	29.0	96.0	101.0	106.0	133.3	171.3	180.0	2.2	46.3	10.3	3.9	405	3141	59.1	81.7	40.1	63.3
CFA-010	T10	9.0	21.0	32.0	87.7	94.7	100.0	126.7	163.7	169.7	1.3	31.5	9.8	3.9	443	2286	23.6	56.3	3.7	61.3
CFA-011	T11	8.0	19.7	30.0	86.7	91.7	99.0	126.3	163.7	170.7	2.1	47.9	10.5	4.4	337	6312	71.4	89.7	80.8	79.0
CFA-012	T12	8.3	20.7	31.0	97.0	101.0	106.0	133.0	170.7	174.7	2.2	24.3	11.4	4.3	564	4164	77.4	88.7	95.7	69.7
CFA-013	T13	9.0	21.0	32.0	91.3	95.3	99.0	128.3	169.0	171.3	1.8	33.8	11.2	4.0	481	5406	28.6	77.3	6.1	59.0
CFA-014	T14	9.0	19.7	31.0	80.0	83.0	91.0	118.7	156.7	167.0	1.7	41.7	11.5	3.6	702	8074	28.4	78.0	7.8	64.3
CFA-016	T15	9.0	19.7	30.0	79.0	83.3	91.0	120.0	159.7	167.0	1.9	40.2	10.0	4.7	434	2668	37.0	47.3	25.9	62.3
CFA-017	T16	7.0	21.0	30.0	90.7	94.7	101.0	127.7	165.3	172.0	2.1	47.8	10.3	4.6	324	5647	74.0	90.3	50.2	85.0
CFA-018	T17	7.0	18.7	29.0	88.0	95.3	99.0	128.0	168.0	174.0	1.2	44.9	10.4	4.2	390	2702	41.8	65.0	41.3	69.3
CFA-019	T18	8.0	18.0	29.0	86.7	92.3	97.3	126.3	166.3	174.0	1.4	43.6	10.0	3.9	411	5272	64.2	75.0	76.3	63.3
CFA-021	T19	9.0	21.0	29.0	82.0	88.7	97.7	123.0	158.3	168.0	1.4	33.9	11.4	3.1	481	2363	25.3	63.7	12.6	65.7
CFA-023	T20	9.0	19.7	30.0	92.0	98.0	104.0	130.3	167.0	174.7	0.9	37.0	10.1	3.8	423	4001	58.6	68.7	74.2	71.7
CFA-024	T21	10.0	19.7	29.0	82.0	87.7	98.0	125.7	163.7	169.0	1.9	32.6	12.3	3.4	717	5401	23.6	56.0	19.1	60.3
CFA-026	T22	8.3	21.0	32.0	114.0	119.0	125.0	151.0	188.0	193.0	2.8	22.0	13.6	4.3	627	4065	87.9	92.7	96.2	66.7
CFA-027	T23	9.0	21.0	28.0	88.0	91.0	97.7	125.0	162.0	169.7	1.5	26.3	11.1	3.0	693	1817	23.7	54.0	18.0	64.3
CFA-028	T24	8.0	18.0	29.0	82.0	90.0	95.0	125.7	167.3	172.7	1.5	31.4	9.3	3.9	441	4290	76.6	89.7	68.4	59.3
CFA-029	T25	9.0	21.0	31.0	92.3	96.0	103.0	132.0	171.3	178.0	1.3	46.2	9.5	4.2	404	3770	69.9	79.0	78.5	70.7
CFA-031	T26	8.0	17.0	28.0	78.0	81.0	91.0	117.7	154.3	162.0	1.7	40.8	10.1	3.8	506	6308	17.0	26.7	11.3	73.3
CFA-032	T27	7.0	20.0	28.0	99.0	102.0	106.0	135.0	174.7	178.7	1.5	45.7	9.0	4.0	272	3160	53.0	62.0	77.5	82.0

PANEL FOTOGRAFICO



Surcado de terreno para la siembra



Control fitosanitario



Colocación de tutores



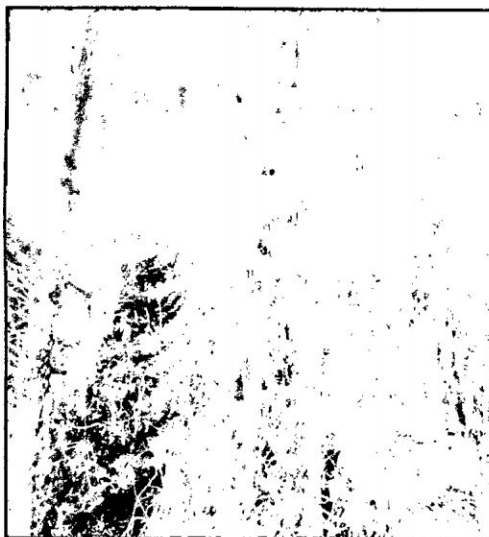
Medición de longitud de vaina



Medición de altura de planta



Madurez fisiológica



Madurez de cosecha



Cosecha de las primeras vainas



Medición con vernier de las tres dimensiones del grano de frijol

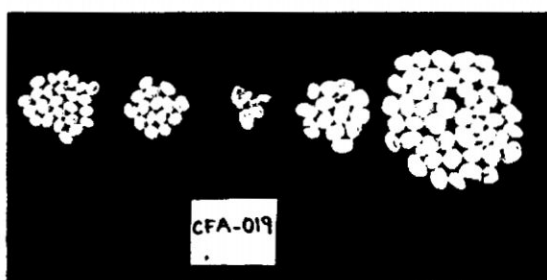
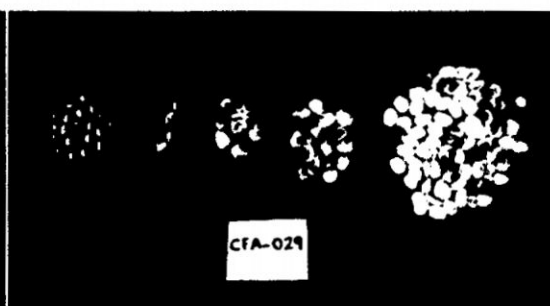
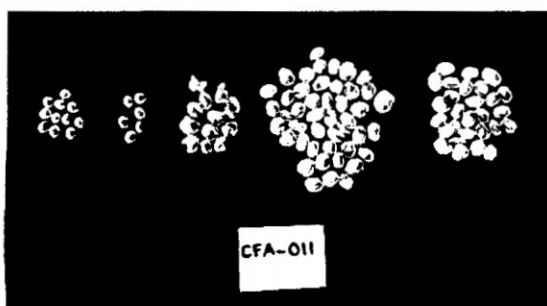
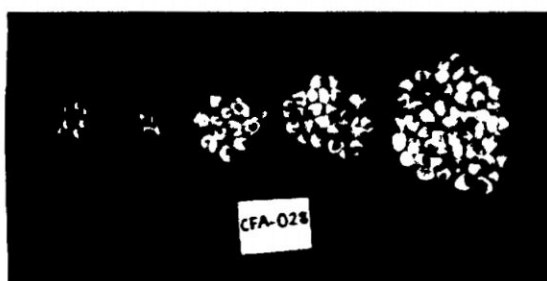
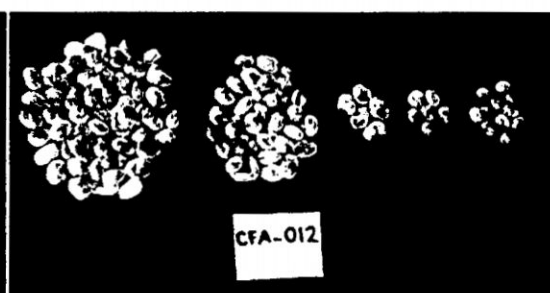
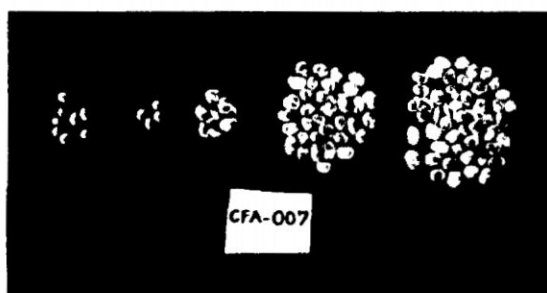
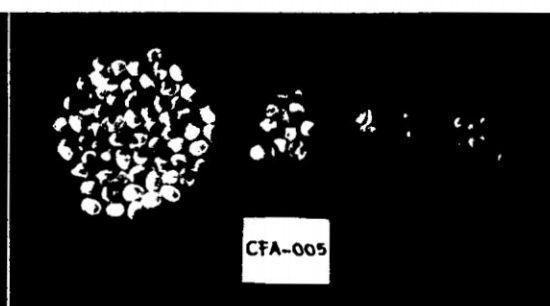
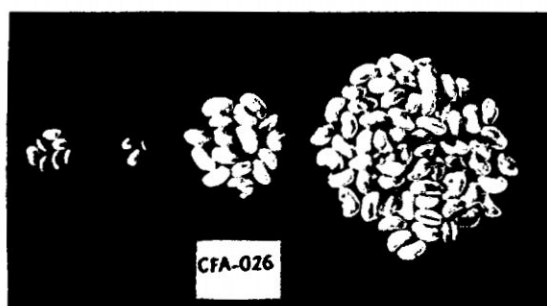


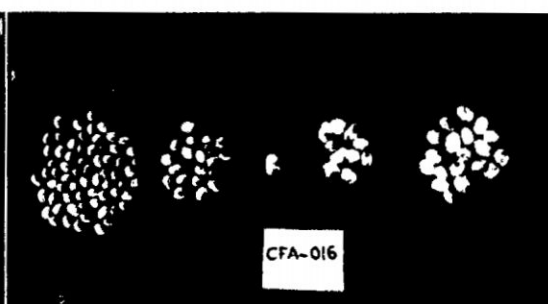
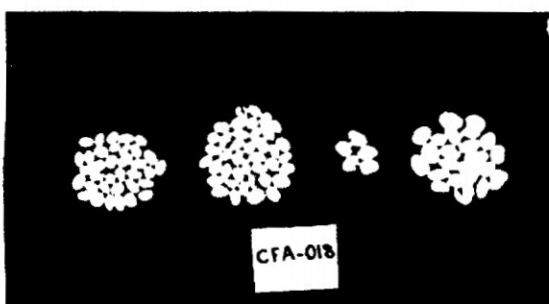
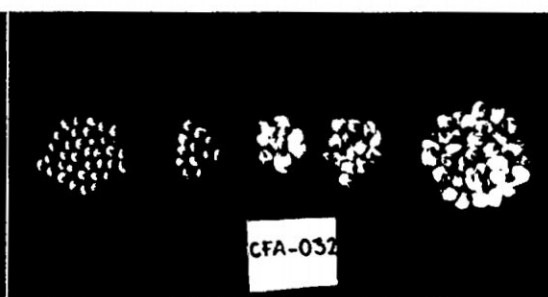
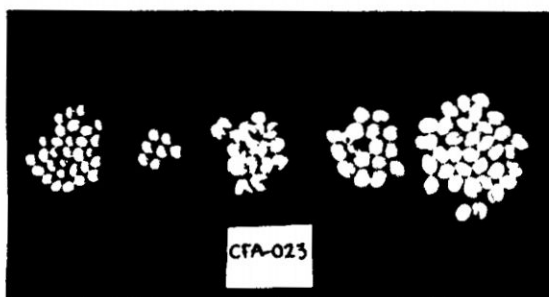
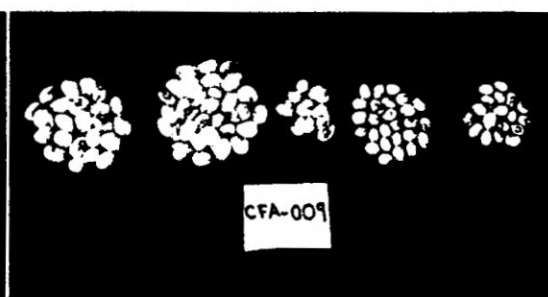
Agrupamiento de granos tostados por grados



Medición de granos tostados

GRANOS TOSTADOS SELECCIONADOS CON IE > 30





GRANOS TOSTADOS DESCARTADOS CON IE < 30

