

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CINCO
VARIEDADES DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) EN LA REGIÓN
OCCIDENTAL.**

POR:

GERMAN ALEXIS ARRIAGA GÓMEZ

PRESENTADO A:

Ing: RAMÓN ROSALÍO ROSALES

TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS C.A

JUNIO, 2016

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CINCO
VARIEDADES DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) EN LA REGIÓN
OCCIDENTAL.**

POR:

GERMAN ALEXIS ARRIAGA GÓMEZ

RAMÓN ROSALÍO ROSALES, Ing.
Asesor principal

**TESIS PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS C.A

JUNIO, 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

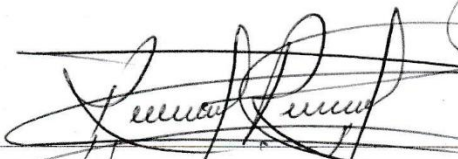
Reunidos en el Departamento Académico de Investigación y Extensión de la Universidad Nacional de Agricultura: **ING. RAMÓN ROSALIO ROSALES, M. Sc. ROBER DANILO RUBÍ, M. Sc. VENTURA OBDULIO ZELAYA**, Miembros del Jurado Examinador de Trabajos de P.P.S.

El estudiante **GERMAN ALEXIS ARRIAGA GÓMEZ** del IV Año de la Carrera de Ingeniería Agronómica presentó su informe.

“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE 5 VARIEDADES DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) EN LA REGIÓN OCCIDENTAL”

El cual a criterio de los examinadores, Aprobo' este requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

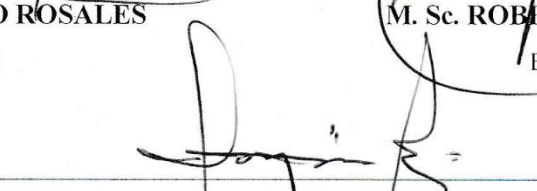
Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los diez días del mes de junio del año dos mil dieciséis.


ING. RAMÓN ROSALIO ROSALES

Consejero Principal


M. Sc. ROBER DANILO RUBÍ

Examinador


M. Sc. VENTURA OBDULIO ZELAYA

Examinador

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso que me ha llenado bendición, sabiduría, salud y vida, para poder seguir adelante en mis metas al lado de mi familia.

A mi tío Héctor Rolando Arriaga por darme una formación personal y por inculcarme buenos valores, además de ser como un padre para mí.

A mi Abuela y Madre, María Gertrudis Arriaga por su amor incondicional y por estar siempre a mi lado.

A mis hermanas y hermano: Fanny, Yeny y Fermín Antonio Arriaga Gómez por su apoyo en todo momento.

A toda mi familia: que ha estado al pendiente de mí y por su apoyo incondicional y moral.

A la Universidad Nacional de Agricultura por haberme brindado la oportunidad de poder estudiar y formarme como un profesional de las ciencias agrícolas.

A mis asesores Ing. Ramón Rosalío Rosales, M.Sc. Rober Danilo Rubí y al M.Sc. Ventura Obdulio Zelaya, por su apoyo y consejos en el trabajo de investigación.

Al Ing. José Virgilio Aldana y a todo el equipo profesional de DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria) de Santa Rosa de Copán, por su valiosa colaboración en la realización de mi trabajo de tesis.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por su amor, vida, fortaleza y sabiduría y por no desampararme a mí y mis familiares.

A mi tío Héctor Rolando Arriaga por brindarme su apoyo incondicional para que lograra mis metas, gracias por sus consejos sabios y por su educación que ha sido parte fundamental de mi vida.

A mi abuela María Gertrudis Arriaga por desempeñar ese papel de madre cariñosa y amorosa y gracias por sus consejos que me han ayudado en la formación de mi carácter.

A toda mi familia por su apoyo que siempre me han dado para lograr mis metas propuestas.

A la Universidad Nacional de Agricultura por haberme brindado la oportunidad de poder estudiar y formarme como un profesional de las ciencias agrícolas.

A mis asesores Ing. Rosalío Rosales, M.Sc Rober Danilo Rubí y al M.Sc Ventura Obdulio Zelaya, por su apoyo y consejos en el trabajo de investigación.

Al Ing. José Virgilio Aldana y a todo el equipo profesional de DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria) de Santa Rosa de Copán, por su valiosa colaboración en la realización de mi trabajo de tesis.

A los señores productores que me apoyaron en el montaje y manejo de la investigación.

A mis compañeros y amigos de clase con los que hemos compartido momentos muy agradables en toda la trayectoria de nuestra carrera Ingeniería Agronómica, gracias por el apoyo, los ánimos y gracias principalmente por su valiosa amistad que hemos construido. Que **Dios** bendiga a cada uno y a sus familias.

ÍNDICE

	Pág.
ACTA DE SUSTENTACIÓN	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 General:.....	2
2.2 Específicos:	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1 Origen del frijol	3
3.2 Generalidades del cultivo.....	3
3.2.1 Taxonomía.....	3
3.2.2 Morfología de la planta de frijol	3
3.2.3 Etapas de desarrollo de la planta de frijol	5
3.3 Panorama nacional del cultivo de frijol	7
3.3.1 Importancia del cultivo de frijol en Honduras	7
3.3.2. Riesgos que enfrenta los productores de frijol	8
3.4 Mejoramiento genético en frijol	8
3.5 Manejo agronómico del cultivo del frijol	9
3.5.1 Selección del terreno	9
3.5.2 Preparación del terreno.....	9
3.5.3 Semilla.....	9
3.5.4 Siembra.....	9
3.5.5 Fertilización.....	10

3.5.6 Manejo de malezas	10
3.5.7 Manejo de plagas (insectos) y enfermedades	10
3.5.8. Cosecha	11
IV. METODOLOGÍA	12
4.1 Localización y descripción del experimento.....	12
4.2 Materiales y métodos	12
4.3 Unidad experimental.....	12
4.3.1 Unidad experimenta para las variedades negras	12
4.3.2 Unidad experimental para las variedades rojas	13
4.4 Diseño experimental	13
4.5 Manejo del experimento	14
4.5.1 Preparación del terreno.....	14
4.5.2 Siembra.....	14
4.5.3 Fertilización.....	14
4.5.4 Control de maleza.....	14
4.5.5 Control de plagas y enfermedades	14
4.5.6 Cosecha	15
4.6 Variables que se evaluaron	15
4.6.1 Porcentaje de germinación	15
4.6.2 Días a emergencia	15
4.6.3 Días a floración	15
4.6.4 Días a madurez fisiológica	15
4.6.5 Rendimiento	16
4.6.6 Peso y tamaño del grano.....	16
4.6.8 Número de granos por vaina	16
4.6.9 Tolerancia a plagas y enfermedades.....	16
4.6.10 Forma del grano	17
4.6.11 Hábito de crecimiento	17
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
5.1 Variables evaluadas para las variedades negras.....	18
5.1.1 Porcentaje de germinación.....	18
5.1.2 Días a emergencia	19

5.1.3	Días a floración	19
5.1.4	Días a madurez fisiológica.....	20
5.1.5	Rendimiento Kg ha ⁻¹	21
5.1.6	Peso y tamaño del grano	21
5.1.7	Número de vainas por planta	22
5.1.8	Número de granos por vaina	23
5.1.9	Tolerancia a enfermedades	23
5.2	Variables evaluadas para las variedades rojas	24
5.2.1	Porcentaje de germinación.....	24
5.2.2	Días a emergencia.....	25
5.2.3	Días a floración	26
5.2.4	Días a madurez fisiológica.....	26
5.2.5	Rendimiento Kg ha ⁻¹	27
5.2.6	Peso y tamaño del grano	28
5.2.7	Número de vainas por planta	29
5.2.8	Número de granos por vaina	29
5.2.9	Tolerancia a enfermedades	30
5.3	Forma del grano	31
5.4	Hábito de crecimiento	31
VI.	CONCLUSIONES.....	32
VII.	RECOMENDACIONES	33
	BIBLIOGRAFÍAS	34
	ANEXOS	37

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. .Porcentaje de germinación	18
Figura 2. Días a emergencia	19
Figura 3. Días a floración	20
Figura 4. Días a madurez fisiológica.....	20
Figura 5 Rendimiento Kg ha ⁻¹	21
Figura 6. Peso de 100 granos en gramos	22
Figura 7. Numero de vainas/planta.....	22
Figura 8. Numero de granos/vaina	23
Figura 9. Tolerancia al VMDF	24
Figura 10. Porcentaje de germinación	25
Figura 11. Días a emergencia	25
Figura 12. Días a floración	26
Figura 13. Días a madurez fisiológica.....	27
Figura 14. Rendimiento Kg ha ⁻¹	28
Figura 15. Peso de 100 granos en gramos	28
Figura 16. Numero de vainas/planta.....	29
Figura 17. Numero de granos/vaina	30
Figura 18. Tolerancia al VMDF	31

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Forma del grano.....	31
Cuadro 2. Hábito de crecimiento	31

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Listado de productores.....	37
Anexo 2. Escala para determinar el tamaño de la semilla.....	37
Anexo 3. Escala general de evaluación para enfermedades virales	37
Anexo 4. Escala de evaluación de la forma de la semilla de frijol	37
Anexo 5. Escala evaluación del hábito de crecimiento	38
Anexo 6. Porcentaje de germinación de variedades negras	38
Anexo 7. Días a emergencia de variedades negras	38
Anexo 8. Días a floración de variedades negras	39
Anexo 9. Días a madurez fisiológica de variedades negras	39
Anexo 10. Rendimiento de variedades negras en Kg ha ⁻¹	39
Anexo 11. Peso y tamaño de grano de variedades negras.....	39
Anexo 12. Número de vainas por planta de variedades negras.....	40
Anexo 13. Número de granos por vaina de variedades negras	40
Anexo 14. Tolerancia a VMDF de variedades negras	40
Anexo 15. Porcentaje de germinación de variedades rojas	40
Anexo 16. Días a emergencia de variedades rojas	41
Anexo 17. Días a flor de variedades rojas.....	41
Anexo 18. Días a madurez fisiológica de variedades rojas.....	41
Anexo 19. Rendimiento de variedades rojas en Kg ha ⁻¹	41
Anexo 20. Peso y tamaño de grano de variedades rojas	42
Anexo 21. Número de vainas por planta de variedades rojas	42
Anexo 22. Número de granos por vaina de variedades rojas	42
Anexo 23. Tolerancia a VMDF de variedades rojas	42

Arriaga Gómez, GA. 2016. Evaluación del comportamiento de cinco variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*), en la región de occidental. Tesis Ingeniero Agrónomo Catacamas Olancho, Honduras, C. A.. Universidad Nacional de Agricultura. 56 Pág.

RESUMEN

El experimento se llevó a cabo en el occidente de Honduras específicamente en cuatro localidades las cuales son: Mejojote, Gracias Lempira, Piedra Pintada, Las Flores Lempira, Estación experimental San Francisco del Valle y San Nicolas San Francisco del Valle, en el ciclo de postrera tardía de Octubre a Diciembre de 2015 y Enero del 2016. Con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de cinco variedades de frijol, dos son color rojas biofortificadas y tres son negras mejoradas. Se utilizó el diseño de bloque completo al azar para cada grupo de variedades un diseño en bloque completa al azar con cuatro repeticiones para las variedades rojas biofortificadas con su respectivo testigo y otro diseño en bloque completo al azar con cuatro repeticiones para las variedades negras mejoradas con su respectivo testigo, cada localidad representa una bloque por separado haciendo un total de cuatro bloques o repeticiones, para cada grupo de variedades de frijol tanto rojas biofortificadas y las variedades de frijol negras mejoradas. Las variedades rojas biofortificadas fueron Mib 397-72-ml, Nut 703-sm y el testigo variedad Delicia y las variedades negras mejoradas evaluadas fueron, Aifi wuriti-55, Azabache 40, y Men 2201-64 y el testigo Criollo. A los datos obtenidos se le realizó un análisis de varianza y pruebas de media de Tukey (0.05). De las variedades evaluadas fue la variedad Aifi wuriti-55 para las variedades negras y el testigo Variedad Delicia que mostraron el más alto porcentaje de germinación. En las variable días a emergencia fueron las variedades Nut 703-sm y el testigo variedad Delicia con 4.75días y la variedad Men 2201-64 en emerger más temprano que las otras variedades negras con una media de 4.25 días. En los días a floración las variedades Men 2201-64 y la variedad Nut 703-sm fueron las más precoces. En días a madurez fisiológica fue la variedad Men 2201-64 con una media 60 días para las variedades negras y la variedad Nut 703-sm con una media 63.5 días para las variedades rojas biofortificadas. En el número de granos/vaina fueron las variedades Nut 703-sm y la Mib 397-72-ml en presentar una media de 5.25 granos/vaina de las variedades rojas y la variedad Men 2201-64 presento la mejor media con 5.5 granos/vaina de las variedades negras. Con respecto a la variable vaina/planta fue la variedad Nut 703-sm en presentar la mejor media con 7 vainas/planta de las variedades rojas y las variedad Men 2201-64 con una media de 7.25 vainas/planta. En el tipo de crecimiento las variedades Mib 397-72-ml, azabache 40, Men 2201-64, Nut 703 sm, Mib 397-72-ml y testigo Delicia pertenecen al tipo de crecimiento arbustivo indeterminado con guías largas con habilidad para trepar (II b), la variedad Aifi wuriti 55 mostro un hábito de crecimiento determinado (I b), y la variedad testigo Criolla demostró un hábito de crecimiento indeterminado postrado (III a). La variable peso de 100 granos en gramos fue la variedad Men 2201-64 mostro una media de 20.3 gr/100 granos de las variedades negras mejoradas y de las variedades rojas fue la variedad Mib 397-72 ml con una media de 22.5 gr/100 granos, todas las variedades evaluadas tanto rojas como negras

mostraron un tamaño pequeño de grano. En cuanto a la variable tolerancia al virus del mosaico dorado del frijol fueron las variedades Men 2201-64 con una media de 1.5 mostrando buena resistencia, la variedad Azabache 40 con una media de 3.25 siendo aun así resistente al Virus del mosaico dorado del frijol (VMDF), la variedad Aifi wuriti mostro una resistencia intermedia y el tetigo Criollo mostró una susceptibilidad de 8 en la escala del CIAT, de las variedades rojas biofortificadas Nut 703 sm, Mib 397-72-ml y el testigo Delicia mostraron una resistencia intermedia al VMDF, con 5, 4 y 4.25 respectivamente en la escala del CIAT. Para la variable de rendimiento las que mostraron mejor resultados fueron las variedades Nut 703 sn con una media de 848.45 Kg ha⁻¹ para las variedades rojas biofortificadas y la variedad Men 2201-64 con una media de 931.98 Kg ha⁻¹, para las variedades negras mejoradas, tanto en las variedades negras como rojas los testigo fueron los que mostraron los más bajos resultados en rendimiento Kg ha⁻¹.

Palabras claves: Frijol, características, comportamiento, variedad, evaluación.

I. INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la principal fuente de proteínas para la mayoría de la población rural, y la urbana de menores ingresos, en Centroamérica y El Caribe. En Centroamérica se producen aproximadamente 350,000 ton de frijol en 0,5 millones de Ha, y el consumo per cápita de esta leguminosa de grano es de 11,1 kg (FAO, 1998). Sin embargo, en algunas zonas rurales este puede ser considerablemente mayor (20-45 kg en Honduras) (Rosas *et al* 2000).

En Honduras se siembran alrededor de 150 mil manzanas de frijol que generan alrededor de 12 quintales por manzana, lo que ha permitido ser autosuficiente en los últimos años, a excepción del resto de rubros que conforman la canasta básica familiar. (DICTA 2011).

El mejoramiento del frijol se ha enfocado en el desarrollo de resistencia a enfermedades (mosaico común, mosaico dorado, antracnosis, mancha angular, roya, mustia hilachosa y bacteriosis común) e insectos (principalmente picudo de la vaina); y tolerancia a baja fertilidad, sequía y calor. Las actividades de mejoramiento de frijol de grano rojo y negro se llevan a cabo siguiendo un esquema basado en la identificación de factores limitantes; la evaluación de germoplasma; el cruzamiento de progenitores; la evaluación y selección de poblaciones segregantes; viveros y ensayos regionales; y la validación y liberación varietal. (Rosas *et al* 2000).

El presente trabajo se realizó con el propósito de evaluar el comportamiento agronómico de cinco variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la zona occidental del país en colaboración con DICTA (Dirección de Ciencias y Tecnología Agropecuaria) para su consiguiente validación y liberación en la zona.

II. OBJETIVOS

2.1 General:

- Evaluar el comportamiento agronómico de cinco variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la región occidental para una futura validación y liberación en la región.

2.2 Específicos:

- Determinar cuáles variedades de frijol presentan mejor adaptabilidad a las condiciones agroecológicas de la región.
- Medir las diferentes etapas fisiológicas de las cinco variedades de frijol basándose en los cambios morfológicos y fisiológicos que suceden en la planta de frijol.
- Distinguir las variedades que presentan mayor tolerancia a plagas y enfermedades, haciendo uso del sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol del CIAT.
- Establecer diferencias en rendimiento por área para determinar la variedad con mayor índice de productividad.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Origen del frijol

El origen americano del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) se acepta sin el menor asomo de controversia desde finales del siglo XIX. Investigaciones arqueológicas han permitido ubicar restos en diversos sitios de Estados Unidos, México y Perú. En México los restos arqueológicos de frijol en Río Zape, Durango, tienen una antigüedad de 1300 años A.C., los de la región de Ocampo, Tamaulipas, fluctúan entre los 6000 y 4300 años A.P. y los de la cueva de Coexcatlán, situada en el valle de Tehuacán, Puebla, 7000 años A.C. En Perú se han encontrado restos con antigüedad de 2000 años A.C. (Singh, 1997)

3.2 Generalidades del cultivo

3.2.1 Taxonomía

Desde el punto de vista taxonómico, el fríjol es el prototipo del género *Phaseolus* y su nombre científico es *Phaseolus vulgaris* L. asignado por Lineo en 1753 (FAO, 2007).

3.2.2 Morfología de la planta de frijol

Los caracteres variables reciben la influencia de las condiciones ambientales, y podrán ser considerados como la resultante de la acción del medio ambiente sobre el genotipo (FAO, 2007).

a. La raíz: En la primera etapa de desarrollo, el sistema radical está formado por la radícula del embrión, la cual se convierte posteriormente en la raíz principal o primaria. Los pocos días de la emergencia de la radícula, es posible ver las raíces secundarias, que se desarrollan especialmente en la parte superior o cuello de la raíz principal (FAO, 2007).

b. El tallo: El tallo puede ser identificado como el eje central de la planta, el cual está formado por la sucesión de nudos y entrenudos. Se origina del meristemo apical del embrión de la semilla. El tallo tiene generalmente un diámetro mayor que las ramas, y puede ser erecto, semipostrado y postrado, según el hábito de crecimiento de la variedad. En el tallo se encuentran presentes, a nivel de cada nudo, otros órganos como las hojas, las ramas, los racimos y las flores (FAO, 2007).

c. Hábito de crecimiento: Este concepto morfoagronómico puede ser definido como el resultado de la interacción de varios caracteres de la planta que determinan su arquitectura final. Según estudios hechos por el CIAT, se considera que los hábitos de crecimiento pueden ser agrupados en cuatro tipos principales.

d. Hojas: Las hojas del frijol son de dos tipos, simples y compuestas, y están insertadas en los nudos del tallo y las ramas. Las hojas primarias son simples, aparecen en el segundo nudo del tallo, se forman en la semilla durante la embriogénesis, y caen antes de que la planta esté completamente desarrollada (FAO, 2007).

e. Inflorescencia: Las inflorescencias pueden ser terminales o axilares. En la inflorescencia se pueden distinguir tres componentes principales: el eje de la inflorescencia que se compone de pedúnculo y de raquis, las brácteas primarias y los botones florales (CIAT, 1984).

f. Flor: La flor del frijol es una típica flor papilionácea. En el proceso de desarrollo de dicha flor se pueden distinguir dos estados, el botón floral y la flor completamente abierta. El botón floral, bien sea que se origine en las inserciones de un racimo o en el desarrollo

completamente floral de las yemas de una axila en su estado inicial, está envuelto por las bractéolas que tienen forma ovalada o redonda.

g. Fruto: El fruto es una vaina con dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido. Puesto que el fruto es una vaina, esta especie se clasifica como leguminosa.

h. Grano: El grano no posee albumen, por tanto las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones, puede tener varias formas: ovalada, redonda, cilíndrica, arriñonada.

3.2.3 Etapas de desarrollo de la planta de frijol

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) ha establecido una escala para diferenciar las etapas de desarrollo del frijol, basada en la morfología de la planta y en los cambios fisiológicos que se suceden durante el desarrollo. Esta escala permite referir las observaciones y prácticas de manejo o etapas de desarrollo fisiológico.

a. Fase vegetativa

La fase vegetativa incluye cinco etapas de desarrollo: germinación, emergencia, hojas primarias, primera hoja trifoliada y tercera hoja trifoliada.

- Etapa V0 (Germinación). La semilla absorbe agua y ocurren en ella los fenómenos de división celular y las reacciones bioquímicas que liberan los nutrimentos de los cotiledones (FAO, 2000).
- Etapa V1 (Emergencia). Se inicia cuando los cotiledones aparecen a nivel del suelo. El hipocótilo se endereza y sigue creciendo, los cotiledones comienzan a separarse y luego se despliegan las hojas primarias-(FAO, 2000).

- Etapa V2 (Hojas primarias). Comienza cuando las hojas primarias de la planta están desplegadas. En un cultivo se considera que esta etapa inicia cuando el 50% de las plantas presenta esta característica (FAO, 2000).
- Etapa V3 (Primera hoja trifoliada). Se inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y plana. En un cultivo esta etapa se inicia cuando el 50% de las plantas han desplegado la primera hoja trifoliada (FAO, 2000).
- Etapa V4 (Tercera hoja trifoliada). Esta etapa comienza cuando la tercera hoja trifoliada se encuentra desplegada. En un cultivo comienza esta etapa cuando el 50% de las plantas presenta esta característica (FAO, 2000).

b. Fase reproductiva

En esta fase ocurren las etapas de prefloración, floración, formación de las vainas, llenado de las vainas y maduración.

- Etapa R5 (prefloración). La etapa R5 se inicia cuando aparece el primer botón o el primer racimo floral. Para un cultivo, se considera que esta etapa comienza cuando el 50% de las plantas presenta esta característica (FAO, 2000).
- Etapa R6 (Floración). La etapa R6 se inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta y en un cultivo, cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. La primera flor abierta corresponde al primer botón floral que apareció. (FAO, 2000).
- Etapa R7 (Formación de las vainas). En una planta, esta etapa se inicia cuando aparece la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida, y en condiciones de cultivo cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. Inicialmente, la formación de las vainas comprende el desarrollo de las valvas (FAO, 2000).

- Etapa R8 (Llenado de las vainas). En un cultivo, la etapa R8 se inicia cuando el 50% de las plantas empieza a llenar la primera vaina. Comienza entonces el crecimiento activo de las semillas. Al final de esta etapa los granos pierden su color verde, así comienzan a adquirir las características de la variedad (FAO, 2000).
- Etapa R9 (Maduración). Esta etapa es la última de la escala de desarrollo, ya que en ella ocurre la maduración del cultivo. Se caracteriza por la maduración y secado de las vainas. Un cultivo inicia esta etapa cuando en el 50% de las plantas por lo menos una vaina inicia su decoloración y secado (FAO, 2000).

3.3 Panorama nacional del cultivo de frijol

La creciente necesidad de producir alimentos a nivel mundial, nos impulsa a ser eficiente y efectivos en la generación de nuevas y mejores alternativas tecnológicas de producción de frijol. De tal forma DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología agropecuaria) a mostrado interés en el mejoramiento del frijol en Honduras, el cual tiene variedades mejoradas las cuales son las más utilizadas por poseer aceptables características agronómicas. (DICTA, 2011).

3.3.1 Importancia del cultivo de frijol en Honduras

El consumo promedio anual por persona es variable, si consideramos criterios como disponibilidad, opciones alimenticias, procedencia y estrato social, nos revelan valores comprendidos en un rango de 12-23 Kg/persona/año. Como buenos cultivadores de frijol, este rubro se siembra en 16 de los 18 departamentos del país, pero en orden de importancia por sus condiciones agroecológicas, se definen a nivel nacional siete regiones, en las que sobresalen centro oriental y Nor oriental que aportan el 52% de la producción nacional, seguidas de las regiones Nor occidental 16%, Occidental 12%, Centro occidental 9%, Litoral Atlántico 8% y Sur (3%). (DICTA, 2011)

3.3.2. Riesgos que enfrenta los productores de frijol

El riesgo es un factor omnipresente en la agricultura de Honduras, que, en virtud de su ubicación en el istmo centroamericano está expuesta a los efectos generalmente adversos de los ciclos climáticos del niño. (Banco Mundial, 2010)

Territorialmente, existen zonas donde anualmente ocurren sequías como la Región Sur donde se estiman que de cada 10 años productivos en 7 años se pierden las cosechas de granos básicos principalmente maíz y frijol. Otras regiones como la región del litoral Atlántico, anualmente sufre de inundaciones causadas por exceso de lluvias y la falta de drenaje; y otras como la zona de Occidente con una alta degradación por el excesivo uso de laderas para la producción. (Banco Mundial, 2010)

3.4 Mejoramiento genético en frijol

La producción de frijol en Centroamérica es llevada a cabo mayormente en laderas de suelos marginales, limitada por diversos factores bióticos y abióticos. En Honduras, el frijol es el sétimo cultivo en valor económico y es el de mayor rentabilidad entre el maíz, arroz y sorgo. Las dos clases comerciales más importantes en Centroamérica son el frijol rojo y negro pequeños (raza Mesoamérica) (Rosas *et al* 2000).

Rosas *et al* (2000), menciona que el mejoramiento de estos tipos de frijol se ha enfocado en el desarrollo de resistencia a enfermedades (mosaico común, mosaico dorado, antracnosis, mancha angular, roya, mustia hilachosa y bacteriosis común) e insectos (principalmente picudo de la vaina); y tolerancia a baja fertilidad, sequía y calor. Programas adecuados de hibridación, evaluación y selección son usados para el desarrollo de cultivares con resistencia múltiple, alto rendimiento, buena adaptación y aceptación comercial. La ampliación de la base genética se obtiene usando fuentes de germoplasma Andino y Mesoamericano en la etapa de hibridación.

Las actividades de mejoramiento de frijol de grano rojo y negro se llevan a cabo siguiendo un esquema basado en la identificación de factores limitantes; la evaluación de germoplasma; el cruzamiento de progenitores; la evaluación y selección de poblaciones segregantes; viveros y ensayos regionales; y la validación y liberación varietal (Rosas *et al* 2000).

3.5 Manejo agronómico del cultivo del frijol

3.5.1 Selección del terreno

El cultivo de frijol se adapta a una gran variedad de suelos sueltos, livianos y con buen drenaje, de preferencia con profundidad superior a los 30 cm (Rosas, 2003).

3.5.2 Preparación del terreno

Según Rosas 2003, mediante una buena preparación adecuada del suelo se puede mejorar la producción de frijol, y reducir la presencia de plagas y enfermedades.

3.5.3 Semilla

El uso de semilla de buena calidad es muy importante en el cultivo de frijol. La siembra con buena semilla aumentan las posibilidades de obtener una buena cosecha (Rosas, 2003).

3.5.4 Siembra

La densidad poblacional deseada permite lograr el máximo de la productividad potencial con relación a las labores e insumos invertidos en el manejo del cultivo. Se recomienda sembrar variedades mejoradas de frijol, siguiendo las siguientes indicaciones:

- Distancia :

Entre hilera: 50-60 centímetros

Entre planta: 7.5-10 centímetros (10-13 plantas por metro lineal)

Colocar una semilla por postura.

- Densidad óptima: 171,000-214000 plantas por Hectarea (para variedades arbustivas).
- Por razones prácticas, muchos agricultores de ladera utilizan siembra en cuadro (30x30 ó 40 x 40 cm) y colocan 2-3 semillas por postura. (Rosas, 2003)

3.5.5 Fertilización

Antes de empezar un plan de fertilización en frijol es importante conocer los requerimientos nutricionales de este. El frijol absorbe cantidades altas de N, P, K y Ca y en menor cantidad S, Mg y P (FAO, 2007).

Cuando los suelos son pobres o están agotados, una buena fertilización adecuada proporción los nutrimentos necesarios para el buen crecimiento, desarrollo y productividad del cultivo, esto se logra incorporando residuos de las cosechas anteriores ya que esta mejora la calidad del suelo y los rendimientos, y reduce la cantidad de fertilizante que necesita aplicar al cultivo (Rosas, 2003)

3.5.6 Manejo de malezas

Un manejo adecuado de malezas según Rosas 2003 permite que las plantas de frijol se desarrollen más vigorosas, pues no sufren competencia por espacio, luz, agua y nutrimentos.

3.5.7 Manejo de plagas (insectos) y enfermedades

Rosas, 2003, menciona que la previsión y el manejo adecuado y oportuno de insectos y enfermedades, resultan más efectivo y rentables que los controles realizados a la suerte o por costumbre, y permiten a la planta un mejor desarrollo pues no sufre daños que alteren su crecimiento ni afecten la calidad de la cosecha. Es de suma importancia saber reconocer los insectos y las enfermedades que afectan al cultivo, y el momento y método para prevenirlos y/o controlarlos.

3.5.8. Cosecha

En la madurez fisiológica, la semilla alcanza su óptima calidad, mayor poder germinativo y más elevado vigor de crecimiento, pero el contenido de humedad es alto, por consiguiente no es la mejor época para efectuar la cosecha. Para una semilla de calidad, esta se debe cosechar cuando las vainas de la parte inferior de la planta están secas pero sin manchas de hongos y las de la parte superior estén maduras. El trillado es conveniente realizarla de manera de que se le cause a la semilla el menor daño posible. (DICTA, 2011).

IV. METODOLOGÍA

4.1 Localización y descripción del experimento

El ensayo se realizó en tres municipios de la zona occidental, San Francisco del valle en la estación experimental (14°26'27.4"N 88°56'50.6"W) la cual está a una altura de 900 msnm y en la comunidad de San Nicolás, (14°26'56.8"N 88°56'41.3"W) que se encuentra a una altura de 880 msnm de este municipio; Piedra Pintada, Las Flores Lempira (14°43'05.7"N 88°37'11.3"W), a una altura de 600 msnm, y Mejojote Gracias Lempira (14°34'37.9"N 88°33'02.1"W) a una altura de 900 msnm. (Anexo 1).

4.2 Materiales y métodos

Para la ejecución, montaje y siembra de las variedades de frijol se utilizaron las siguientes herramientas:

Azadón, bomba de mochila, machete, cabuya, estacas, fertilizante, insecticidas, fungicidas, herbicidas y libreta de campo.

Y las variedades negras mejoras como la Aifi wuriti 55, Azabache 40, Men 2201-64 y testigo criollo negro y las variedades rojas biofortificadas como la Mib 397-72 ml, Nut 703-sm y el testigo rojo variedad Delicia.

4.3 Unidad experimental

4.3.1 Unidad experimenta para las variedades negras

Cada parcela consistió en una cama con dimensiones de 1.5 m de ancho por 30 m de largo, haciendo un área de 45 m² sembrando tres hileras separadas por 30cm cada hilera por cama,

formando una área total por bloque de 180 m², haciendo un total de área experimental en las cuatro localidades de 720 m², para las variedades negras mejoradas más el testigo.

4.3.2 Unidad experimental para las variedades rojas

Cada parcela de las variedades rojas consistió en una cama con dimensiones de 1.5 m de ancho por 30 m de largo, haciendo un área de 45 m², sembrando tres hileras separadas por 30cm cada hilera, formando una área total por bloque de 135 m² por localidad, haciendo un total de área experimental en las cuatro localidades de 540 m², para las variedades rojas biofortificadas mas el testigo rojo variedad Delicia.

4.4 Diseño experimental

Se utilizó el diseño de Bloque Completo al Azar para cada grupo de variedades un diseño en bloque completa al azar con cuatro repeticiones para las variedades rojas biofortificadas con su respectivo testigo y otro diseño en bloque completo al azar con cuatro repeticiones para las variedades negras mejoradas con su respectivo testigo, cada localidad representa una bloque por separado haciendo un total de cuatro bloques o repeticiones, para cada grupo de variedades, sin interferir las condiciones agroclimáticas de estas localidades en los resultados obtenidos.

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij}: M+T_i+B_j+\epsilon_{ij}$$

$i= 1 \text{ T (Variedad)}$

$j= 1 \text{ r (Repeticiones)}$

Donde:

Y_{ij} = valor observado en la variedad en respuesta, dei i-esimo tratamiento y j-esimo repetición.

M = Media general.

T_i = efecto de la variedad observado en el i-esimo tratamiento

B_j : efecto de i-ésimo tratatamiento

ϵ_{ij} = Error experimental independiente aleatorizado

4.5 Manejo del experimento

4.5.1 Preparación del terreno

El terreno se preparó a mano levantando camas de una altura de 30 cm, separadas a 1.5 metros de cada una y 30 metros de largo por cama.

4.5.2 Siembra

Se realizó manualmente sembrando tres hileras por cama separadas a 30cm cada hilera a una distancia de 10 cm por semilla, haciendo un total de 900 semillas sembradas por tratamiento.

4.5.3 Fertilización

La cantidad de fertilizante utilizado fue de 150 Kg/Ha de 12-24-12, con la cual se aportó 18 Kg de Nitrógeno, 36 Kg de Fosforo y 18 Kg de Potasio por Hectárea, esta cantidad fue fraccionada para hacer tres aplicaciones en las fases V1, V3 y V4.

4.5.4 Control de maleza

El control de malezas se hizo químicamente con Flex (5-(2-cloro- α,α,α -trifluoro-p-toliloxi)-N-metil-2-nitrobenzamida) y Fusilade (Fluazifop-p-butil (Ester)12,5% p/v) a una dosis de 25 cc/bomba de 16 litros en la etapa de V4

4.5.5 Control de plagas y enfermedades

Únicamente se hizo control de Diabrotica sp y Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) ya que fueron estas plagas que tuvieron mayor incidencia en el cultivo, aplicando Decis (Detrametina) a una dosis de 25cc/bomba de 16 litros en la etapa R5.

4.5.6 Cosecha

La cosecha se realizó manualmente cuando las plantas presentaron las características de cosecha como defoliación, secado de la planta, cambio de color de vaina.

4.6 Variables que se evaluaron

4.6.1 Porcentaje de germinación

Se realizó un test de germinación de 100 semillas por cada variedad en un sustrato adecuado.

4.6.2 Días a emergencia

Este dato se tomó contando el número de día desde el momento de la siembra hasta cuando el 50% de la población presentaba la condición V1.

4.6.3 Días a floración

Esta variable se tomó contando el número de días desde el momento de la siembra hasta cuando el 50% de la población presentaba al menos una flor abierta (R6).

4.6.4 Días a madurez fisiológica

Esta variable se tomó contando el número de días desde el momento de la siembra hasta cuando el 50% de la población de las plantas comenzaban a cambiar de color las vainas (R9).

4.6.5 Rendimiento

La producción obtenida Kg ha⁻¹ en cada área útil por tratamiento se determinó mediante la siguiente fórmula

$$\text{Kg ha}^{-1} = \frac{\text{Peso de campo} \times \text{N}^{\circ} \text{ Plantas ha}^{-1}}{\text{N}^{\circ} \text{ plantas} / \text{Área útil}} \times \frac{100 - \%hc}{100 - \%hd}$$

4.6.6 Peso y tamaño del grano

Se estimó el peso del grano pesando 100 granos de cada tratamiento para conocer el peso y luego clasificarlo el tamaño utilizándola escala del CIAT (Anexo 2).

4.6.7 Número de vainas por planta

El número de vainas/planta se realizó seleccionando 10 planta aleatoriamente por tratamiento y contabilizando el número de vainas/planta este conteo se realizó en la etapa de R9.

4.6.8 Número de granos por vaina

El número de granos/vaina se realizó seleccionando 20 vainas de diferentes plantas aleatoriamente por tratamiento y contabilizando el número de granos/vaina, este conteo se realizó en la etapa de R9.

4.6.9 Tolerancia a plagas y enfermedades

Se realizó un monitoreo constante de la incidencia de plagas y enfermedades, en el monitoreo de enfermedades se enfocó más en la enfermedad del virus del mosaico dorado del frijol la cual era la más fácil de evaluar utilizando la escala del CIAT (Anexo 3). En el monitoreo de

plagas se realizaron observaciones semanales de la incidencia de insectos perjudiciales del cultivo.

4.6.10 Forma del grano

La forma del grano se determinó mediante una guía ilustrada para la descripción de las características de variedades de frijol común del CIAT (Anexo 4).

4.6.11 Hábito de crecimiento

El hábito de crecimiento se determinó mediante la escala del CIAT (Anexo 5), realizando una primera observación en la etapa de R6 y una última observación en R9.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Variables evaluadas para las variedades negras

5.1.1 Porcentaje de germinación

Al realizar el análisis de varianza para esta variable se encontró diferencia estadística altamente significativa para las variedades evaluadas (Anexo 6).

La variedad Aifi wuriti-55 mostró mejor porcentaje de 99% de germinación en comparación con las demás variedades, y la que obtuvo el menor porcentaje con un 90.25% fue el testigo negro criollo (Figura 1).

Con relación a los resultados obtenidos podemos decir que el porcentaje germinación está influenciado por la genética de cada variedad así como la calidad de semilla.

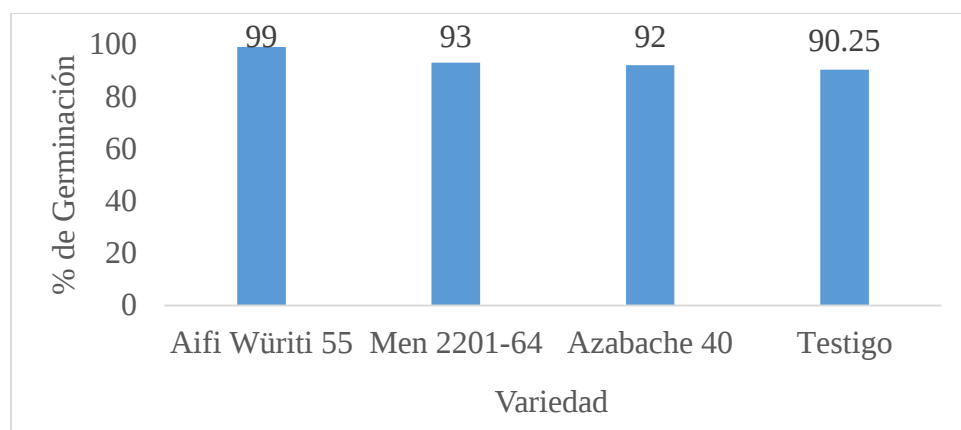


Figura 1. .Porcentaje de germinación

5.1.2 Días a emergencia

El análisis de varianza no mostró deferencia estadística significativa para la variable días a emergencia de las variedades evaluadas (Anexo 7).

La variedad Men 2201-64 mostró una media de 4.25 días de emergencia siendo esta la más temprana en emerger y la más tardía fue la variedad Aifi wuriti-55 mostrando una media de 5.25 días de emergencia (Figura 2).

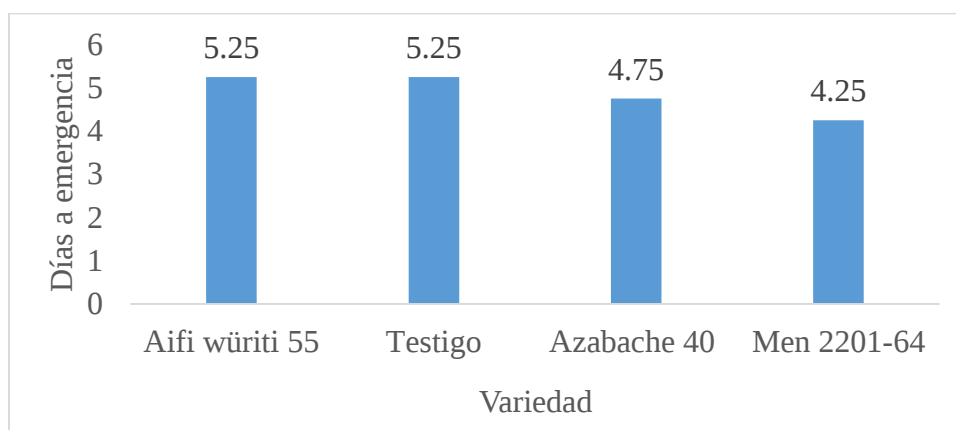


Figura 2. Días a emergencia

5.1.3 Días a floración

Al realizar el análisis de varianza para esta variable se encontró diferencia estadísticamente significativamente de días a flor, únicamente para la variedad Men 2201-64 (Anexo 8).

De las variedades negras evaluadas fue la variedad Azabache 40, la que fue más tardía con una media de 40.25 días, en comparación con la variedad Men 2201-64 que fue la más precoz con una media de 31.25 días (Figura 3).

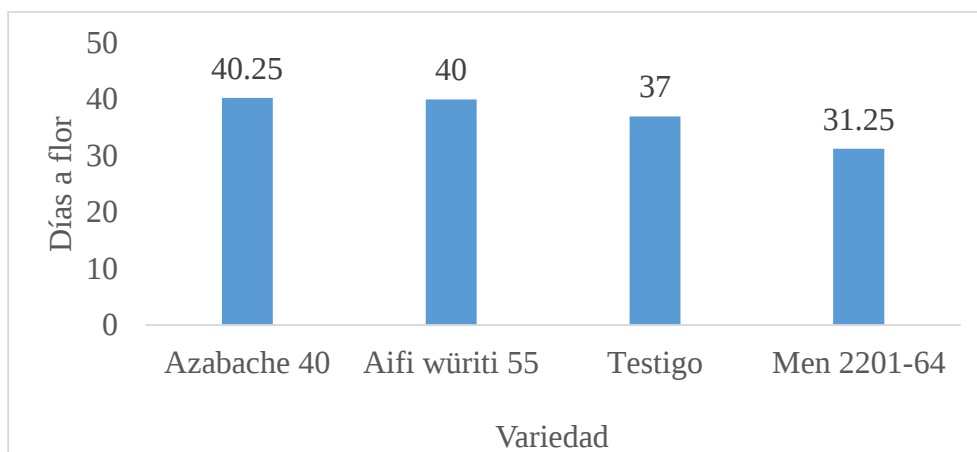


Figura 3. Días a floración

5.1.4 Días a madurez fisiológica

Al realizar el análisis de varianza para esta variable no se encontró diferencia estadística significativa para la variable madurez fisiológica de las variedades evaluadas (Anexo 9).

La variedad Men 2201-64 fue la variedad evaluada que mostró más precocidad con una media de 60 días a madurez fisiológica en contraste a la testigo que fue la variedad más tardía con una media de 71 días. Sin embargo según la prueba de Tukey se observa que todas las variedades son estadísticamente iguales al número de días a madurez fisiológica (Figura 4).

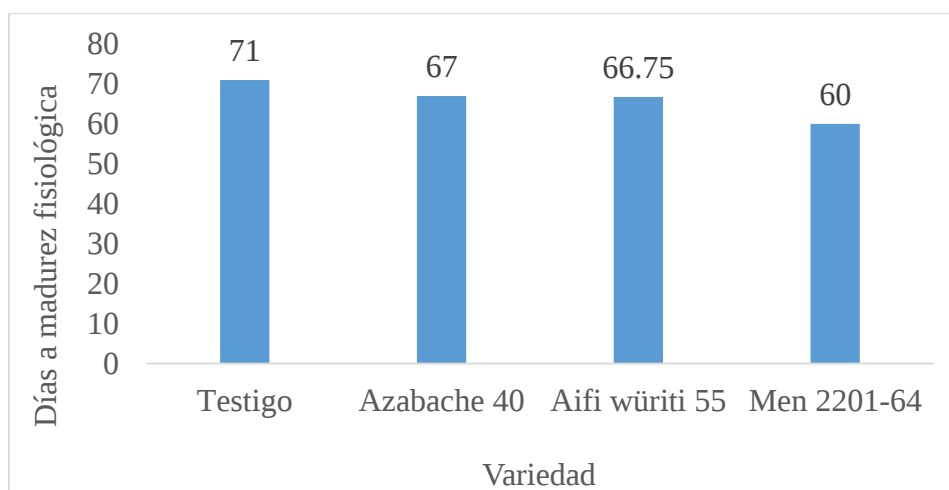


Figura 4. Días a madurez fisiológica

5.1.5 Rendimiento Kg ha⁻¹

El análisis de varianza mostró deferencia estadística significativa para la variable rendimiento de las variedades evaluadas (Anexo 10).

La variedad Men 2201-64 presentó el promedio más alto en cuanto a producción en kg ha⁻¹, con una media de 931.98 Kg ha⁻¹ y la variedad criolla testigo utilizada en el ensayo fue la que mostró el menor rendimiento con una media de 605 Kg ha⁻¹ (Figura 5).

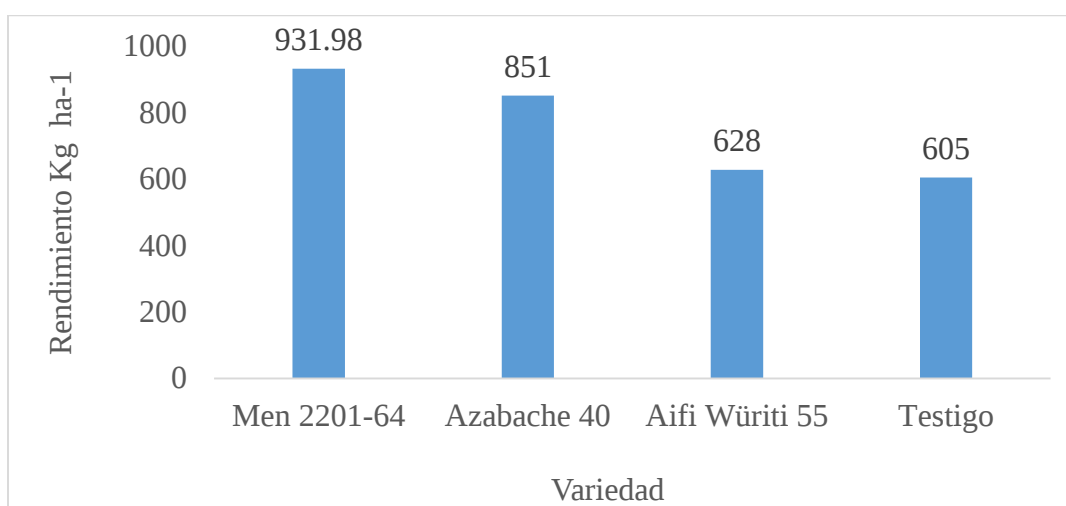


Figura 5 Rendimiento Kg ha⁻¹

5.1.6 Peso y tamaño del grano

El análisis de varianza mostró deferencia estadística significativa para la variable peso de 100 granos de las variedades evaluadas (Anexo 11).

La variedad con mayor peso fue Men 2201-64 con una media de 20.3 gramos/100 granos de frijol y la que mostró menor peso fue la variedad Aifi wuriti 55 con una media de 17.05 gramos/100 granos de frijol (Figura 6).

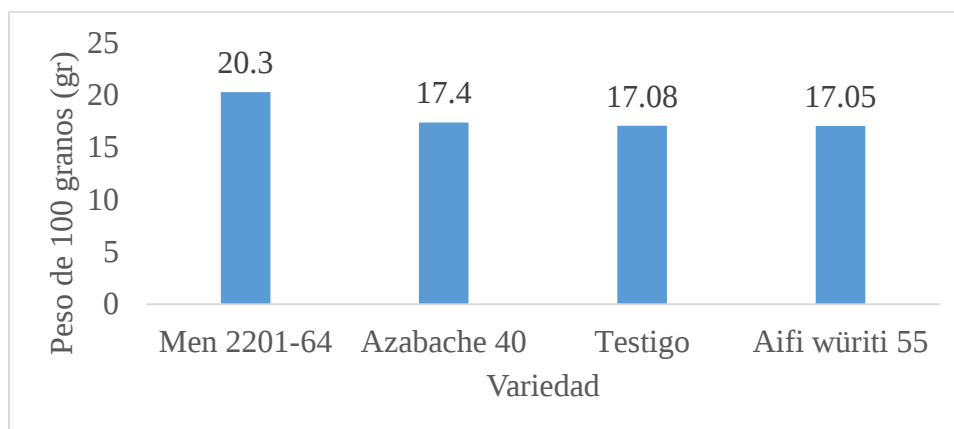


Figura 6. Peso de 100 granos en gramos

5.1.7 Número de vainas por planta

El análisis de varianza no mostró deferencia estadística significativa para la variable vaina/planta de las variedades evaluadas (Anexo 12).

La variedad con mayor número de vainas por planta fue la Men 2201-64 con una media de 7.25 vainas/planta, las variedades testigo y Azabache 40 mostraron una media de 6.5 vainas/planta y la que mostró el menor número de vainas/planta fue la variedad Aifi würiti 55 con una media de 6 vainas/planta (Figura 7). Se puede observar diferencia numérica pero sin embargo según la prueba de Tukey se observa que todas las variedades son estadísticamente iguales.

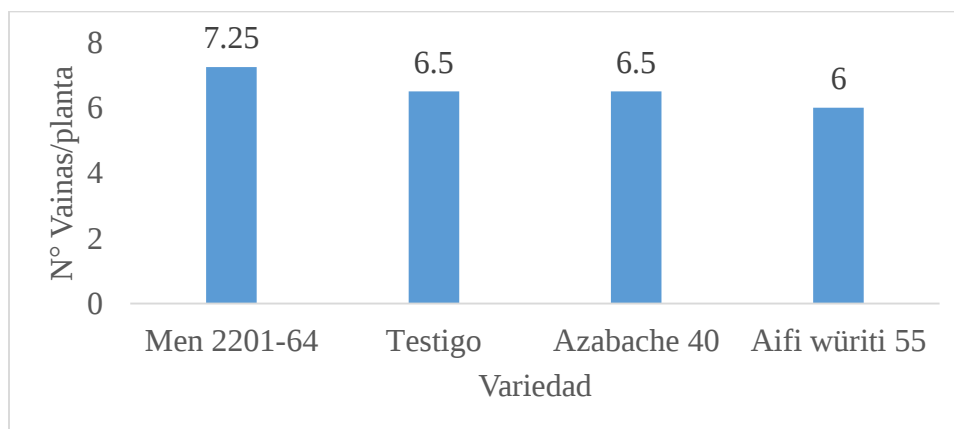


Figura 7. Numero de vainas/planta

5.1.8 Número de granos por vaina

El análisis de varianza no mostró deferencia estadística significativa para la variable granos/vaina de las variedades evaluadas (Anexo 13).

La variedad con mayor número de vainas por planta fue la Men 2201-64 con una media de 5.5 granos/vaina, las variedades testigo y Azabache 40 mostraron una media de 4.75 granos/vaina y la que mostró el menor número de granos/vaina fue la variedad Aifi wuriti 55 con una mediad de 4 granos/vaina (Figura 8). Se puede observar diferencia numérica pero sin embargo según la prueba de Tukey se observa que todas las variedades son estadísticamente iguales.

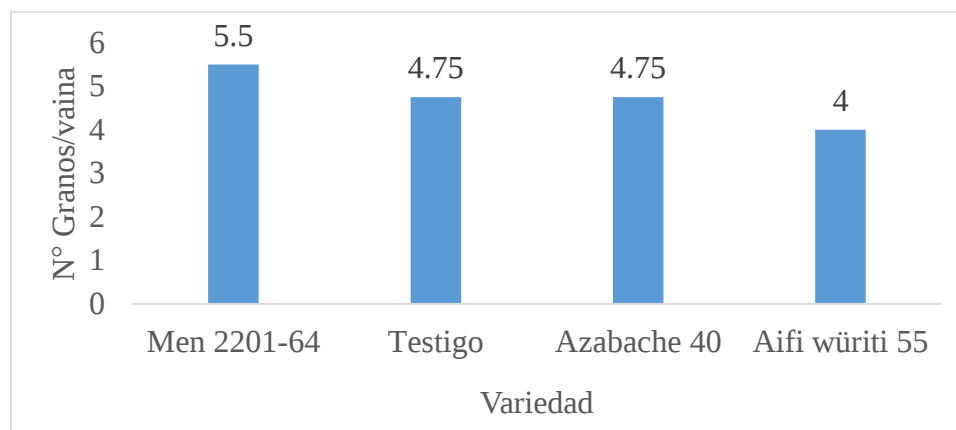


Figura 8. Numero de granos/vaina

5.1.9 Tolerancia a enfermedades

Respecto a la resistencia del VMDF, se encontró diferencia estadística altamente significativa según el análisis de varianza para las variedades evaluadas (Anexo 14).

Mediante la escala del CIAT, se puede observar que el testigo presenta una media de 8 en esta escala, representando una alta susceptibilidad al VMDF, la variedad Aifi wuriti 55 con una media 4.25 representando un tolerancia intermedia, la variedad Azabache 40 con una media 3.25 representado una buena tolerancia al VMDF, y la que presenta mayor tolerancia

al VMDF, es la variedad Men 2201-64 con una media de 1.5 en esta escala del CIAT (Figura 9).

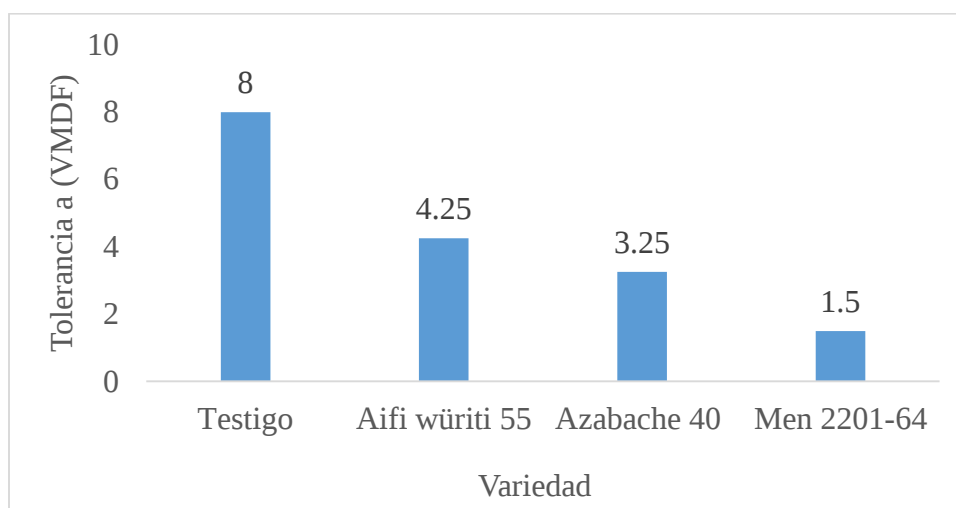


Figura 9. Tolerancia al virus del mosaico dorado del frijol (VMDF)

5.2 Variables evaluadas para las variedades rojas

5.2.1 Porcentaje de germinación

El análisis de varianza no mostró deferencia estadística significativa para la variable porcentaje de germinación de las variedades evaluadas (Anexo 15).

El testigo variedad (Delicia), fue el que mostró mejor porcentaje de germinación con un 97.25%, el segundo mejor resultado la obtuvo la variedad Mib 397-72-ml con un porcentaje de geminación de 96.755 y en último lugar la obtuvo la variedad Nut 703-sm, con un 95% de germinación (Figura 10).

Con relación a los resultados obtenidos tanto en variedades rojas y negras podemos decir que el porcentaje germinación está influenciado por la genética de cada variedad así como la calidad de semilla.

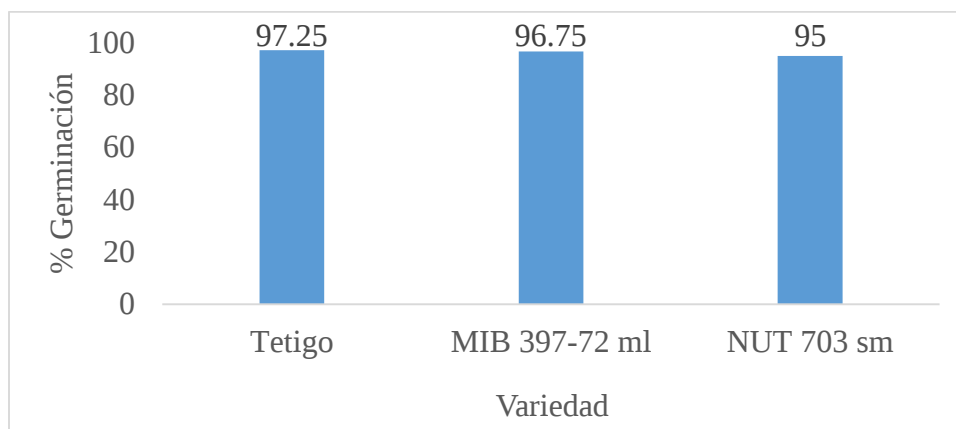


Figura 10. Porcentaje de germinación

5.2.2 Días a emergencia

El análisis de varianza no mostró deferencia estadística significativa para la variable días a emergencia de las variedades evaluadas (Anexo 16).

Las variedades testigo (Delicia) y Nut 703-sm mostraron una media de 4.75 días de emergencia y la variedad Mib 397-72-ml, fue la más tardía en emerger a los 5.25 días (Figura 11). Los días a emergencia de una semilla está determinado con la genética de cada variedad y la edad de cada semilla así como la calidad de la semilla, estos factores determinaran los días a emergencia de una semilla.

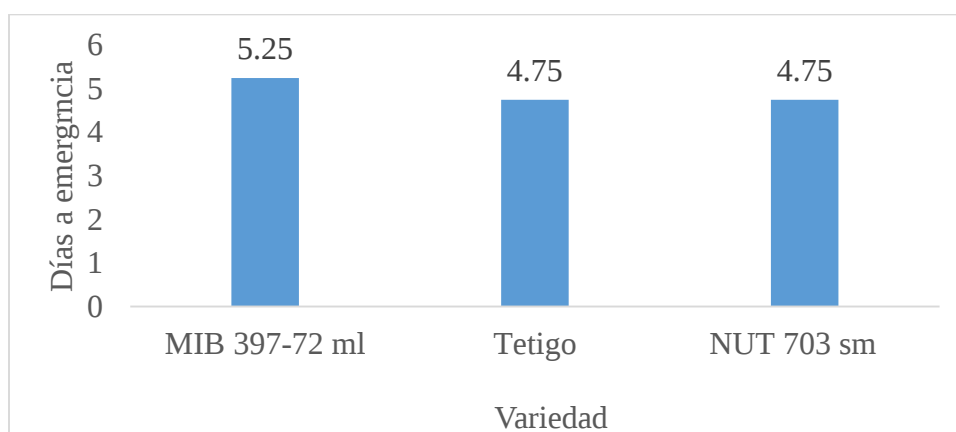


Figura 11. Días a emergencia

5.2.3 Días a floración

El análisis de varianza mostró diferencia estadística significativa para la variable días a flor de las variedades evaluadas (Anexo 17).

De las variedades rojas evaluadas fue la variedad Nut 703-sm, fue la que mostró más precocidad con una media de 34.25 días a floración y la variedad más tardía fue la variedad Mib 397-72-ml con una media de 37.5 días a floración (Figura 12).

Con relación a los resultados observados podemos mencionar que la floración está influenciada por la genética de cada variedad, estos resultados concuerdan con los resultados obtenidos de otras variedades de frijol evaluadas en diferentes partes del país con diferentes investigadores.

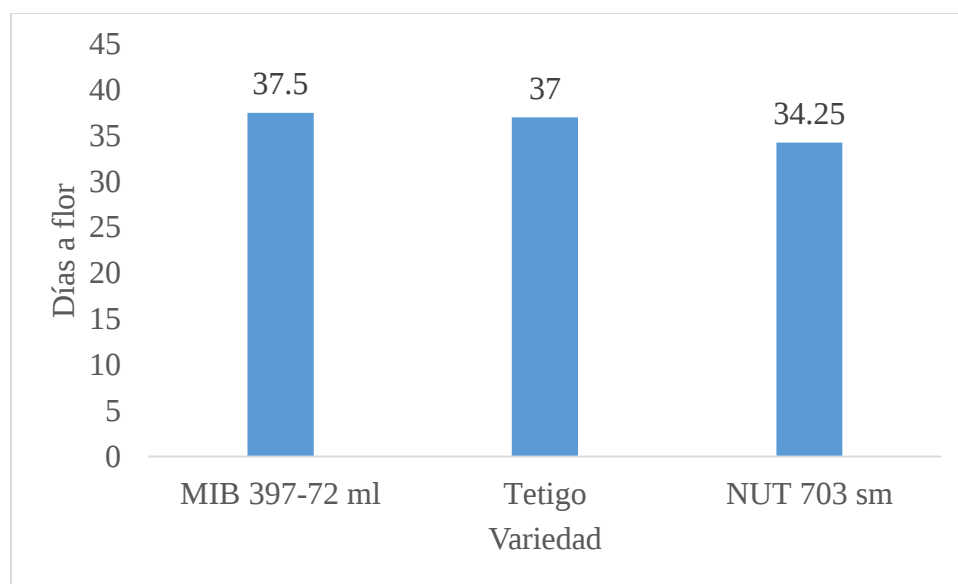


Figura 12. Días a floración

5.2.4 Días a madurez fisiológica

Al realizar el análisis de varianza para esta variable no se encontró diferencia estadística significativa para la variable madurez fisiológica de las variedades evaluadas (Anexo 18).

La variedades Nut 703-sm, fue la variedad más precoz con una media de 63.5 días a madurez fisiológica en comparación al testigo variedad Delicia que mostró una media de 66.25 días a madurez fisiológica siendo esta la variedad más tardía en cuanto a madurez fisiológica. Sin embargo según la prueba de Tukey se observa que todas las variedades son estadísticamente iguales al número de días a madurez fisiológica. (Figura 13).

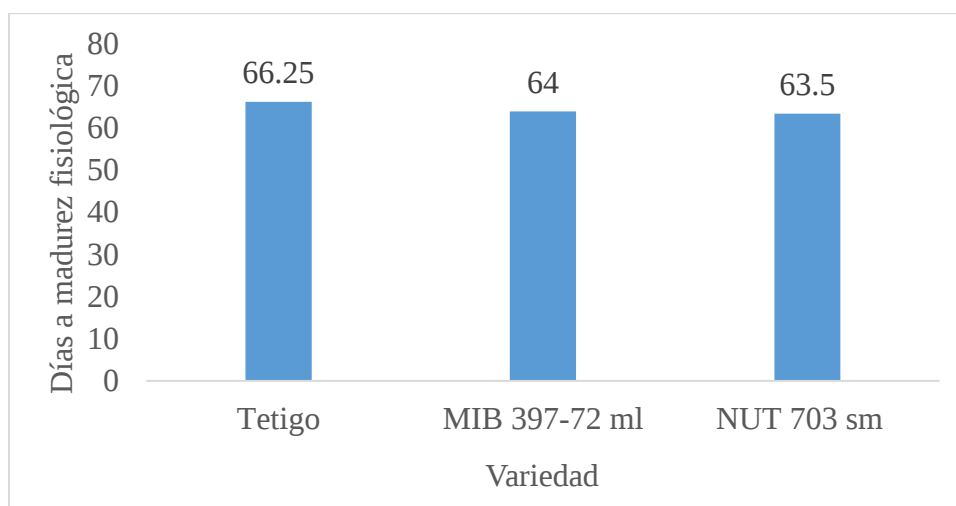


Figura 13. Días a madurez fisiológica

5.2.5 Rendimiento Kg ha⁻¹

El análisis de varianza mostró deferencia estadística significativa para la variable rendimiento de las variedades evaluadas (Anexo 19).

La variedad que mostro mejor rendimiento en el ensayo fue Nut 703-sm con una media de 848.45 Kg ha⁻¹ de frijol, en segundo lugar la variedad Mib 397-72-ml con una media en producción de 825.96 Kg ha⁻¹, y la variedad con el menor rendimiento fue el testigo variedad Delicia con una media de 603.93 Kg ha⁻¹. Como podemos observar numéricamente hay diferencia, pero sin embargo según la prueba de Tukey se observa que todas las variedades son estadísticamente iguales. (Figura 14).

Las variedades Delicia mostraron similares resultados a los obtenidos al programa nacional de frijol realizado en 2011.

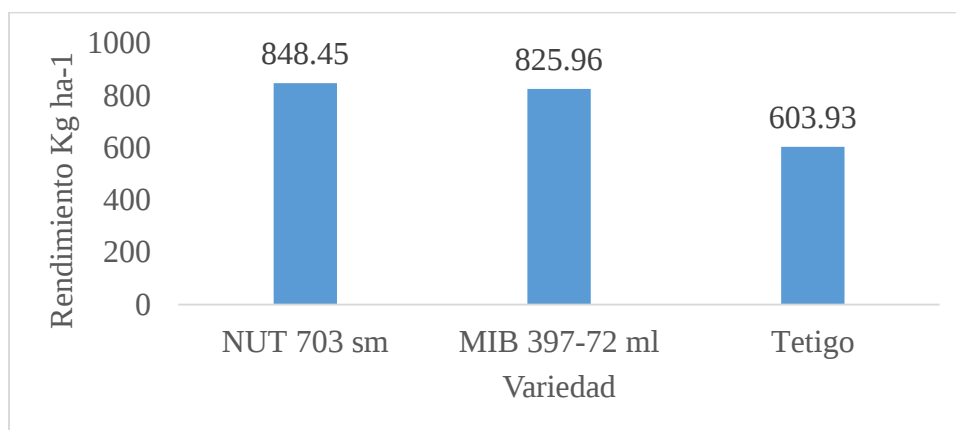


Figura 14. Rendimiento Kg ha⁻¹

5.2.6 Peso y tamaño del grano

El análisis de varianza mostró deferencia estadística altamente significativa para la variable peso de 100 granos en gramos de las variedades evaluadas (Anexo 20). La variedad con mayor peso fue de Mib 397-72-ml, con una media de 22.5 gr/100 granos de frijol y la que mostró menor peso fue la variedad testigo variedad Delicia con una media de 20.5 gr/100 granos de frijol (Figura 15). Entre las variedades rojas y negras todas son de tamaño pequeño según la escala del CIAT.

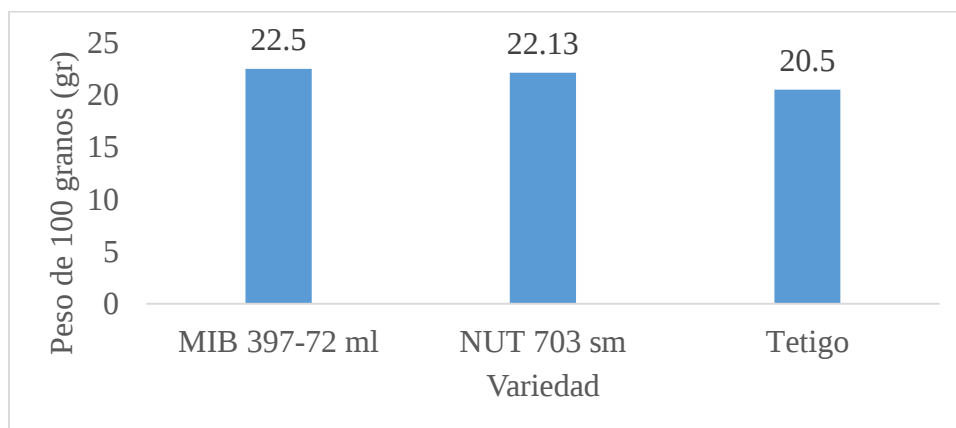


Figura 15. Peso de 100 granos en gramos

5.2.7 Número de vainas por planta

El análisis de varianza no mostró diferencia estadística significativa para la variable vaina/planta de las variedades evaluadas (Anexo 21).

La variedad con mayor número de vainas por planta fue la Nut 703 sm, con una media de 7 granos/vaina, la variedad con el segundo mejor resultado en cuanto a vainas/planta fue Mib 397-72-ml con una media de 6.25 vainas/planta y la que mostró el menor número de granos/vaina fue la variedad testigo variedad Delicia, con una media de 6 granos/vaina (Figura 16). Se puede observar diferencia numérica pero sin embargo según la prueba de Tukey se observa que todas las variedades son estadísticamente iguales.

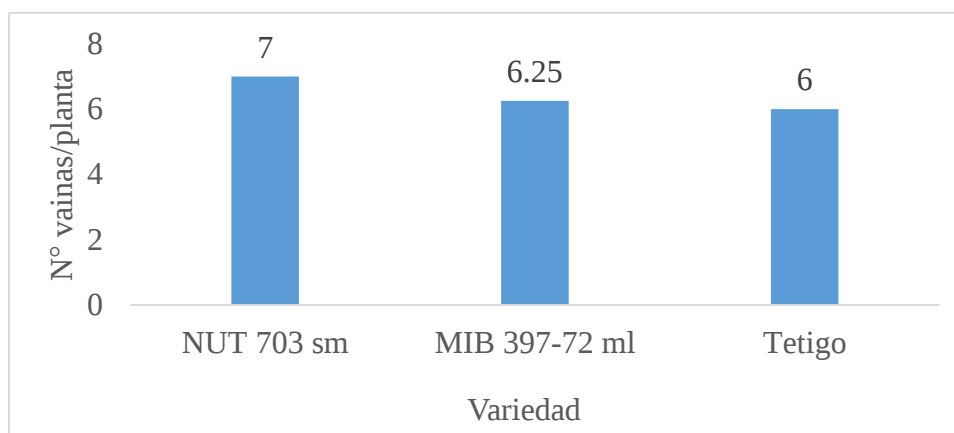


Figura 16. Numero de vainas/planta

5.2.8 Número de granos por vaina

El análisis de varianza no mostró diferencia estadística significativa para la variable vaina/planta de las variedades evaluadas (Anexo 22).

Las variedades con mayor número de vainas por planta fue la Nut 703 sm, y Mib 397-72-ml con una media de 5.25 granos/vaina y la que mostró el menor número de granos/vaina fue la variedad testigo variedad Delicia, con una media de 5 granos/vaina (Figura 17). Se puede

observar diferencia numérica pero sin embargo según la prueba de Tukey se observa que todas las variedades son estadísticamente iguales.

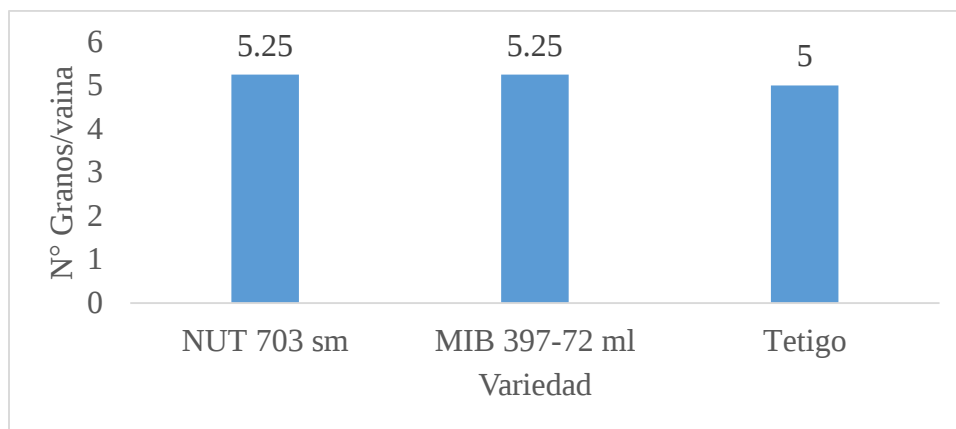


Figura 17. Numero de granos/vaina

5.2.9 Tolerancia a enfermedades

Para esta variable de resistencia al VMDF en las variedades rojas biofortificas, se encontró que no hay diferencia estadística significativa para las variedades evaluadas (Anexo 23).

Mediante la escala del CIAT, se puede observar que, la variedad Mib 397-72-ml con una media de 4 representando un tolerancia intermedia al VMDF, la variedad testigo variedad Delicia con una media 4.25 representado una buena tolerancia intermedia al VMDF, y la variedad Nut 703 sm con una media de 5, representando también una resistencia intermedia al VMDF (Figura 18).

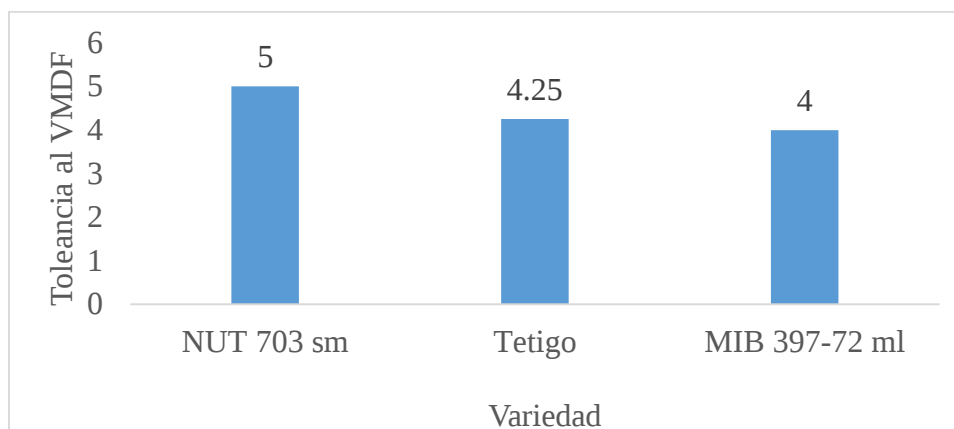


Figura 18. Tolerancia al virus del mosaico dorado del frijol (VMDF)

5.3 Forma del grano

Según la caracterización de CIAT se determinó que las variedades de frijol evaluadas tienen las siguientes formas de grano (Cuadro 1)

Cuadro 1. Forma del grano

Variedades negras +testigo				Variedades rojas + testigo		
Aifi wuriti 55	Men 2201-64	Azabache 40	Testigo negro criollo	Mib 397-72-ml	Nut 703 sm	Testigo rojo delicia
Ovoide	Ovoide	Pequeña casi cuadrada	Arriñonada	Ovoide	Ovoide	Ovoide

5.4 Hábito de crecimiento

Según la caracterización de CIAT se determinó que las variedades de frijol evaluadas tienen el siguiente hábito de crecimiento (Cuadro 2).

Cuadro 2. Hábito de crecimiento

Líneas negras +testigo				Líneas rojas + testigo		
Aifi wuriti 55	Men 2201-64	Azabache 40	Testigo negro criollo	Mib 397-72-ml	Nut 703 sm	Testigo rojo delicia
I b	II b	II b	III a	II b	II b	II b

VI. CONCLUSIONES

En el ensayo realizado en el occidente de las variedades de frijol llegamos a la conclusión que la variedad Men 2201-64 fue la que mostró más resistencia al virus del mosaico del frijol.

De las variedades negras mejoradas fue la variedad Men 2201-64 la que se adaptó más a la región.

De las variedades rojas biofortificadas fue la variedad Nut 703-sm que obtuvo el mayor rendimiento con una media de 848.45 Kg ha⁻¹ y en segundo lugar fue la variedad Mib 397-72-ml con una media de 825.96 Kg ha⁻¹.

El testigo criollo de las variedades negras fue la variedad más susceptible a enfermedades y fue la que obtuvo el menor rendimiento.

La variedad Men 2201-64 fue la variedad con el mayor rendimiento de las variedades negras con un rendimiento medio de 931.98 Kg ha⁻¹.

La variedad Nut 703 sm fue la que mostro más precocidad en cuanto a madurez fisiológica con una media de 63.5 días a madurez fisiológica y 34.25 días a floración.

La variedad Men 2201-64 fue las variedad negra mejorada que mostró más precocidad con una media de 60 días a madurez fisiológica y 31.25 días a floración.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar más validaciones con estas variedades negras mejoradas y variedades rojas biofortificadas en otras regiones del país para hacer comparaciones a nivel nacional y promover la participación de productores de frijol para que conozcan las características agronómicas que estas variedades tienen.

Promover el uso de variedades resistentes a enfermedades y plagas para reducir costos de aplicación de productos químicos.

Promover la siembra de variedades de frijol negro mejoradas en el país ya que este es sembrado en pocas partes del país por ser poco apetecido por el consumidor.

Utilizar la variedad negra mejorada Men 2201-64, por tener buen comportamiento agronómico.

Impulsar la siembra y consumo de variedades biofortificadas ya que estas contienen un porcentaje mayor al que tiene las variedades tradicionales en minerales como hierro y zinc que vienen a mejorar la mala nutrición que afecta la población de nuestro país.

BIBLIOGRAFÍAS

1. BM (Banco Mundial, HN). 2012. Evaluación de los riesgos del sector agropecuario: Los mayores riesgos (en línea). Consultado 15 Jul. 2015. p. (entre v-vii). Disponible en: ura.sag.gob.hn/dmsdocument/333
2. DICTA (Dirección de Ciencias y Tecnología Agropecuaria, HN). 2011a. El cultivo de frijol: Introducción (en línea). Consultado 15 jul. 2015. 36 p. Disponible en: www.dicta.hn.
3. _____ 2011b. El cultivo de frijol: Características agronómicas de las principales variedades de frijol (en línea). Consultado 15 jul. 2015. p. (entre 3 y 4). Disponible en: www.dicta.hn.
3. El heraldo. (s. f). Abastecimiento y precio-del-frijol-en-Honduras (en línea). Consultado 15 jul. 2015. Disponible en: www.elheraldo.hnpais729206364abastecimientopreciodelfrijolenhondurasdepende%C3%A11-de-nicaragua.
4. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, HN). 2007. Buenas prácticas agrícolas en la producción de frijol voluble: Manejo agronómico (en línea). Consultado 15 jul. 2015. P. (entre 60 y 61). 1 ed. Disponible en www.fao.org.comanualfrijol.pdf.
5. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, HN). 2007. Buenas prácticas agrícolas en la producción de frijol voluble: Descripción botánica y etapas de desarrollo (en línea). Consultado 28 agost. 2015. P. 29-47. 1 ed. Disponible en www.fao.org.comanualfrijol.pdf.
6. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2009. Mapeo del mercado de semilla de maíz blanco y frijol en Centro América (en línea). Consultado 15 jul. 2015. 81 p. Disponible en:

http://www.iica.int.ni/IICA_NICARAGUA/Publicaciones/Estudios_PDF/Mapeo_Semillas_Maiz_Frijol.pdf

7. Rodríguez, M. ed. 2014. Honduras es autosuficiente en la producción de frijol. HRN (en línea). Consultado 16 jul. 2015. Tegucigalpa, HN, Disponible en: www.hrn.com.

8. Rosas, JC.; Castro, A; Flores, E. 2000. Mejoramiento genético del frijol rojo y negro mesoamericano para Centroamérica y El Caribe Agronomía Mesoamericana (en línea). Consultado 28 agost. 2015. vol. 11, núm. 2, 2000, p. 37-43 Universidad de Costa Rica Alajuela, Costa Rica. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43711206>

9. Rosas, JC. 2003. Recomendaciones para el manejo agronómico para el cultivo de frijol. Imprenta LitoCom. 33 p. Disponible en: Biblioteca Vicente Alemán, UNA, Catacamas Olancho.

10. Singh, SP; Voysest, O. eds. 1996. Taller de mejoramiento de frijol para el siglo XXI: Mejoramiento genético (en línea). Consultado 16 jul. 2015. . P 14. Disponible en: <http://books.googleusercontent.com/books>.

11. USAID-ACCESO (Departamento de agricultura de los Estados Unidos, HN). 2013. Manual de producción de frijol: Fertilización (en línea). Consultado 16 jul. 2015. p. (entre 5 y 6)- Disponible en: www.usaid.org

12. Voysest, O. 2000. ed. Mejoramiento genético del frijol: El frijol en America Latina (en línea). Consultado 16 jul. 2015. P. 8. Disponible en: <http://books.googleusercontent.com/books>

.

ANEXOS

ANEXOS

Anexo 1. Listado de productores

N°	Nombre del productor	Localidad	Ubicación	msnm
1	Dilmar Miranda	Piedra pintada, Las Flores Lempira	14°43'05.7"N 88°37'11.3"W	900
2	Guillermo Serrano	San Nicolás, San Francisco del Valle	14°26'56.8"N 88°56'41.3"W	880
3	Juan Pablo Molina	Mejocote, Gracias Lempira	14°34'37.9"N 88°33'02.1"W	600
4	Estación Experimental	San Francisco del Valle	14°26'27.4"N 88°56'50.6"W	900

Anexo 2. Escala para determinar el tamaño de la semilla

Peso en gramos de 100 semillas	Tamaño
Menos de 25 gr	Pequeño
25 gr a 40 gr	Mediano
Más de 40 gr	Grande

Anexo 3. Escala general de evaluación para enfermedades virales

Clasificación	Síntomas	% Incidencia	Rendimiento
1	Ausente	0	Excelente
2	Dudoso	0 a 10	
3	Débiles	11 a 25	Bueno
4	Moderados	26 a 40	
5	Intermedio	41 a 60	Intermedio
6	Generales	61 a 75	
7	Intensos	76 a 90	Escaso
8	Severos	91 a 99	
9	Muerte	100	Muy escaso

Anexo 4. Escala de evaluación de la forma de la semilla de frijol



Anexo 5. Escala evaluación del hábito de crecimiento

Tipo de crecimiento	Hábito de crecimiento	Características
I	Hábito determinado	I a: Tallo y ramas fuertes
		I b: Tallos y ramas débiles
II	Hábito arbustivo indeterminado	II a: Sin guías
		II b: Con guías y habilidad para trepar
III	Habito arbustivo indeterminado con tallos y ramas débiles y rastreros	III a: Guías cortas sin habilidad para trepar
		III b: Guías largas con capacidad para trepar
IV	Habito de crecimiento voluble con tallos y ramas débiles, largo y torcidos	IV a: Vainas distribuidas por toda la planta
		IV b: Vainas concentradas en la parte superior de la planta

Anexo 6. Porcentaje de germinación de variedades negras

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Significancias	
Bloque (localidad)	3	8.69	2.9	4.3	0.0385	*
Tratamiento	3	173.19	57.73	85.7	<0.0001	**
Error	9	6.06	0.67			
Total	15	187.94				

CV= 0.88

Anexo 7. Días a emergencia de variedades negras

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Significancias	
Bloque (localidad)	3	0.25	0.08	0.27	0.8436	n.s
Tratamiento	3	2.75	0.92	3	0.0877	n.s
Error	9	2.75	0.31			
Total	15	5.75				

CV= 11.34

Anexo 8. Días a floración de variedades negras

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Significancias	
Bloque (localidad)	3	19.25	6.42	2.04	0.1782	n.s
Tratamiento	3	210.25	70.08	22.33	0.0002	*
Error	9	28.25	3.14			
Total	15	257.75				

CV= 4.77

Anexo 9. Días a madurez fisiológica de variedades negras

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Significancias	
Bloque (localidad)	3	220.69	73.56	2.08	0.1730	n.s
Tratamiento	3	249.69	83.23	2.36	0.1400	n.s
Error	9	318.06	35.34			
Total	15	788.44				

CV= 8.98

Anexo 10. Rendimiento de variedades negras en Kg ha⁻¹

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Significancias	
Bloque (localidad)	3	2204683.37	734894.46	70.89	<0.0001	**
Tratamiento	3	316778.31	105592.77	10.19	0.003	*
Error	9	93301.47	10366.83			
Total	15	2614763.15				

CV= 13.5

Anexo 11. Peso y tamaño de grano de variedades negras

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Significancias	
Bloque (localidad)	3	0.05	0.02	1.82	0.2131	n.s
Tratamiento	3	29.6	9.87	1037.15	0.0001	**
Error	9	0.09	0.01			
Total	15					

CV= 0.54

Anexo 12. Número de vainas por planta de variedades negras

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Significancias	
Bloque (localidad)	3	82.69	27.56	61.06	<0.0001	**
Tratamiento	3	3.19	1.06	2.35	0.1401	n.s
Error	9	4.06	0.45			
Total	15	89.94				

CV= 10.24

Anexo 13. Número de granos por vaina de variedades negras

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Significancias	
Bloque (localidad)	3	6.5	2.17	3.25	0.074	n.s
Tratamiento	3	4.5	1.5	2.25	0.1517	n.s
Error	9	6	0.67			
Total	15	17				

CV= 17.19

Anexo 14. Tolerancia a VMDF de variedades negras

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Significancias	
Bloque (localidad)	3	1.5	0.5	4.5	0.0343	*
Tratamiento	3	90.5	30.17	271.5	0.0001	**
Error	9	1	0.11			
Total	15	93				

CV= 7.84

Anexo 15. Porcentaje de germinación de variedades rojas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Significancias	
Bloque (localidad)	3	6	2	1.6	0.2853	n.s
Tratamiento	2	11.17	5.58	4.47	0.0649	n.s
Error	6	7.5	1.25			
Total	11	24.67				

CV= 1.16

Anexo 16. Días a emergencia de variedades rojas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Significancias	
Bloque (localidad)	3	0.92	0.31	1.38	0.3376	n.s
Tratamiento	2	0.67	0.33	1.5	0.2963	n.s
Error	6	1.33	0.22			
Total	11	2.92				

CV= 9.59

Anexo 17. Días a flor de variedades rojas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Significancias	
Bloque (localidad)	3	7.58	2.53	1.49	0.3091	n.s
Tratamiento	2	24.5	12.25	7.23	0.0252	*
Error	6	10.17	1.69			
Total	11	42.25				

CV= 3.59

Anexo 18. Días a madurez fisiológica de variedades rojas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Significancias	
Bloque (localidad)	3	80.25	26.75	10.35	0.0087	*
Tratamiento	2	17.17	8.58	3.32	0.1068	n.s
Error	6	15.5	2.58			
Total	11	112.92				

CV= 2.49

Anexo 19. Rendimiento de variedades rojas en Kg ha⁻¹

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Significancias	
Bloque (localidad)	3	1456009.21	485336.4	37.74	0.0003	*
Tratamiento	2	146114.87	73057.44	5.68	0.0413	*
Error	6	77163.32				
Total	11	1679287.41				

CV= 14.93

Anexo 20. Peso y tamaño de grano de variedades rojas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Significancias	
Bloque (localidad)	3	0.35	0.12	2.81	0.1301	n.s
Tratamiento	2	8.57	4.28	103.47	<0.0001	**
Error	6	0.25	0.04			
Total	11	9.16				

CV= 0.94

Anexo 21. Número de vainas por planta de variedades rojas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Significancias	
Bloque (localidad)	3	90.25	30.08	72.2	<0.0001	**
Tratamiento	2	2.17	1.08	2.6	0.1537	n.s
Error	6	2.5	0.42			
Total	11	94.92				

CV= 10.06

Anexo 22. Número de granos por vaina de variedades rojas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Significancias	
Bloque (localidad)	3	5.67	1.89	6.18	0.0289	*
Tratamiento	2	0.17	0.08	0.27	0.7703	n.s
Error	6	1.83	0.31			
Total	11	7.67				

CV= 10.70

Anexo 23. Tolerancia a VMDF de variedades rojas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Significancias	
Bloque (localidad)	3	0.67	0.22	1.6	0.2853	n.s
Tratamiento	2	1.17	0.58	4.2	0.0723	n.s
Error	6	0.83	0.14			
Total	11	2.67				

CV= 8.60