



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL

Trabajo de Graduación

Evaluación de quince genotipos de frijol negro
(*Phaseolus vulgaris* L.), en El Plan, San Isidro –
Matagalpa, primera 2013

AUTOR

Br. Denis Isacio Sánchez Mondragón

ASESORES

Ing. MSc. Vidal Marín Fernández

Ing. Sergio Antonio Cuadra Castillo

Managua, Nicaragua

Septiembre, 2015



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL

Trabajo de Graduación

Evaluación de quince genotipos de frijol negro
(*Phaseolus vulgaris* L.), en El Plan, San Isidro – Matagalpa, primera
2013

Autor

Br. Denis Isacio Sánchez Mondragón

Asesores

Ing. MSc. Vidal Marín Fernández
Ing. Sergio Antonio Cuadra Castillo

Tesis sometida a la consideración del Consejo Técnico del Departamento de Investigación de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria, para optar al grado de: **Ingeniero Agrónomo**

Managua, Nicaragua
Septiembre, 2015

DEDICATORIA

Primero que todo a Dios, que me brindó sabiduría, paciencia y fuerza de voluntad a lo largo de todo el proceso de realización de este trabajo.

A mis padres Sixto Marcelino Sánchez Bucardo y Ángela Mondragón Varela por su apoyo y su preocupación en cada momento de mi vida.

A mi esposa Alejandra Centeno Díaz y mis hijos Clifford Sánchez Centeno, Dennis Sánchez Centeno y Thamar Sánchez Centeno que con su apoyo me ayudan en la ejecución de este trabajo.

A mi amigo Lic. Augusto César Cajina Gutiérrez quien siempre ha estado pendiente y apoyándome en la realización de este trabajo.

Denis Isacio Sánchez Mondragón

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Señor Jesucristo, que me da la sabiduría necesaria para hacer posible la realización de este trabajo.

Agradezco por su esmero, dedicación y confianza a mis asesores:

Ing. MSc. Vidal Marín Fernández, por su invaluable apoyo como asesor.

Ing. Sergio Antonio Cuadra Castillo por su contribución de manera activa en la toma de datos en el desarrollo del trabajo agronómico en el ensayo realizado.

A mis colegas, profesores del centro técnico IPADEN Naciones Unidas del área Agropecuaria, quienes de una u otra manera han contribuido en la elaboración del presente trabajo.

Al señor Julio Dolores Meza Meza por haber dado la oportunidad de realizar este ensayo en su propiedad.

A todas las personas que con su apoyo aportaron un granito de arena en la ejecución de este trabajo.

A mi **alma mater**, Universidad Nacional Agraria, “UNA” por los conocimientos recibidos durante mis estudios.

Para todos y todas mis más sincero agradecimiento.

Denis Isacio Sánchez Mondragón

INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE GENERAL	iii
INDICE DE CUADROS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivo específico	3
III MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1 Descripción del sitio del experimento	4
3.2 Diseño experimental	4
3.3 Tratamientos evaluados	4
3.4 Variables evaluadas	7
3.4.1 Componentes fenológicos del cultivo	7
3.4.2 Componentes del rendimiento	7
3.5 Análisis de la información	8
3.6 Manejo agronómico	8
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
4.1 Variables fenológicas del cultivo	10
4.1.1 Días a floración	10
4.1.2 Días a madurez fisiológica	10
4.2 Variables relacionadas al rendimiento	13
4.2.1 Plantas cosechadas	13
4.2.2 Vainas por planta	15
4.2.3 Granos por vaina	17
4.2.4 Peso de 100 granos	19
4.2.5 Rendimiento	21
4.2.6 Coeficiente de correlación de Pearson	23
V CONCLUSIONES	24
VI RECOMENDACIONES	25
VII BIBLIOGRAFÍA	26

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Descripción de los Tratamientos de la evaluación de líneas de frijol común negro, Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), ciclo agrícola 2013	6
2. Comportamiento de días a floración, días a madurez fisiológica de 15 genotipos de frijol común color negro, evaluados en época de primera del 2 013, El Plan, San Isidro - Matagalpa	12
3. Número de plantas cosechadas de 15 variedades de frijol negro, evaluados en época de primera del 2013, El Plan, San Isidro – Matagalpa	14
4. Número de vainas por planta de 15 variedades de frijol negro, evaluados en época de primera del 2013, El Plan, San Isidro – Matagalpa	16
5. Número de granos por vaina de 15 variedades de frijol negro, evaluados en época de primera del 2013, El Plan, San Isidro – Matagalpa	18
6. Peso en gramos de 100 granos de 15 variedades de frijol negro, evaluados en época de primera del 2013, El Plan, San Isidro – Matagalpa	20
7. Rendimiento en kg/ha de 15 variedades de frijol negro, evaluados en época de primera del 2013, El Plan, San Isidro – Matagalpa	22
8. Coeficiente de correlación de Pearson efectuados en el componente rendimiento de 15 variedades de frijol negro, evaluados en época de primera del 2013, El Plan, San Isidro – Matagalpa	23

RESUMEN

El presente ensayo se realizó en la comunidad de El Plan, San Isidro, Matagalpa, durante la época de primera (Junio – Agosto) del 2013 con el objetivo de evaluar genotipos promisorios de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) que proporcionen altos rendimientos en kg/ha. Se evaluaron 15 genotipos procedentes del Zamorano Honduras, CIAT Colombia, además del testigo Inta Cárdenas. El ensayo se estableció en un diseño experimental de bloques completamente al azar con 3 repeticiones. Se evaluó el rendimiento y sus componentes, variables fenológicas. Se realizó análisis de varianza para las variables en estudio y se realizó la separación de medias por Tukey, de acuerdo a la probabilidad obtenida en el análisis de varianza. En cuanto a los componentes del rendimiento, plantas por hectárea, vainas por planta, número de granos por vaina y el peso de 100 granos presentaron diferencias significativas, siete de los genotipos mostraron mayor rendimiento con respecto a la mayoría de genotipos, oscilando entre 2059.70 kg/ha y 1484.30 kg/ha, por lo que se adaptan al ambiente y sistema de producción de los agricultores de San Isidro – Matagalpa, Nicaragua. En cuanto a las variables fenológicas se observó que no hay gran diferencia entre los genotipos evaluados en el estudio para los caracteres de días a floración y madurez fisiológica, por lo que cualquiera de estos genotipos es apto para producirse en el municipio de San Isidro – Matagalpa, Nicaragua.

Palabras claves:

Rendimiento, adaptación, planta, precoz, tardío, semilla.

ABSTRACT

This study was conducted in the community of El Plan, San Isidro, Matagalpa, during the first period (June-August) of 2013 with the objective to evaluate promising genotypes of black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to provide high yields kg / ha. 15 genotypes from the Zamorano Honduras, Colombia CIAT were evaluated, besides the witness Inta Cardenas. The study was conducted in an experimental design of randomized complete block with three replications. Yield and its components, phenological variables evaluated. Analysis of variance for the variables under study was performed and the separation of means by Tukey was performed, according to the probability obtained in the analysis of variance. Regarding yield components, plants per hectare, pods per plant, number of grains per pod and weight of 100 grains showed significant differences, seven genotypes showed higher yield over most genotypes, ranging from 2059.70 kg/ha and 1484.30 kg/ha, so adapt to the environment and production system of farmers in San Isidro - Matagalpa, Nicaragua. As for phenological variables it was observed that there is no difference between genotypes evaluated in the study for the characters of days to flowering and physiological maturity, so any of these genotypes is apt to multiply in the municipality of San Isidro - Matagalpa, Nicaragua.

Keywords:

Yield, adaptation, plant, early, late, seed.

I. INTRODUCCION

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), fué domesticado hace más de siete mil años en los centros de origen de Mesoamérica y la Región Andina, con el tiempo los agricultores cultivaron mezclas complejas de tipos de frijol como un mecanismo de defensa contra la sequía, las enfermedades y los ataques de insectos. Este proceso ha producido una combinación genética casi infinita de frijol con una amplia variedad de colores, texturas y tamaños que satisfacen las condiciones del cultivo y las preferencias gustativas de muchas regiones diferentes (CIAT, 2002).

El crecimiento de la producción mundial de frijol se ha mantenido a una tasa media de crecimiento anual de 2.8% para el periodo de 2000-2010. En 2010, la producción mundial de frijol se ubicó en 23.2 millones de toneladas (UASAN-FAO, 2012).

En Nicaragua se estima que el total de área apropiada para la siembra es de 720 000 ha (INTA, 2004) y de acuerdo al Plan Nacional de Producción, consumo y comercio Ciclo Productivo 2013-2014 Nicaragua proyecta producir 237 727.27 t de frijol rojo y 15 677.27 t de frijol negro. La producción de frijol esperada según el plan, se obtendrá de la siembra de 288 901.06 hectáreas de frijol rojo y de la siembra de 14 052.83 hectáreas de frijol negro; para una producción de 15 677.27 t. El total de la producción de frijol negro es para la exportación, no habiendo problemas con el mercado ya que la demanda es mayor (MAGFOR, 2013).

El frijol común en Nicaragua, es un cultivo principalmente de pequeños agricultores; es un componente esencial en la dieta rural y urbana de los países mesoamericanos, representando la fuente principal de proteínas (24%), ya que supera al de muchos alimentos incluyendo a los huevos (13%) y la carne de res (19%). El valor nutricional de este grano es muy alto debido al contenido de aminoácidos esenciales (8 457 mg/100 g de frijol) si se le compara con el maíz y la papa (3 820 y 667 mg/100 g de alimento), además de ser ligeramente superior a la carne de pollo (8 380 mg/100 g de pollo), (Rosas, 1998).

La producción y los rendimientos nacionales del frijol son inestables, depende de las condiciones climáticas y fuente de financiamiento. El área de siembra a nivel nacional ha variado entre 210,000 y 280,000 ha. En los últimos diez años el rendimiento promedio nacional incrementó de 638 kg/ha a 830 kg/ha (INTA, 2009), sin embargo el país cuenta con un potencial para el aumento de la productividad entre 1 130 a 1 364 kg/ha utilizando semilla de buena calidad (INTA, 2004).

En Nicaragua, la producción de esta leguminosa ha dependido mucho del uso de materiales criollos de color rojo susceptibles a plagas, que sumado a numerosas áreas que no presentan las condiciones adecuadas para el cultivo de frijol rojo, vienen a ocasionar inconsistencias en los rendimientos entre ciclos (Avelares, 1992).

El mejoramiento de frijol ha estado ligado a esfuerzos nacionales y regionales, se ha logrado a través de intercambio y suministro de germoplasma y asesoría recibida, se ha hecho esfuerzos para seleccionar variedades adaptadas a zona seca (Tapia, 1987).

Según El Diario Nica, se le ha propuesto al MAGFOR (ministerio de agricultura, ganadería y forestal) que vayamos cambiando la matriz de producción de frijol rojo por frijol negro; éste tiene mercado en todo el mundo, tiene mejores prospectos, pero esa es una medida que se va a trabajar a mediano plazo, no inmediatamente (Peralta, 2013).

La importancia de frijol negro para exportación ha tomado mayor importancia en los últimos años, cuando países como Costa Rica y México, demandan grandes volúmenes de frijol de color negro, avistándose como una buena posibilidad para la producción de este tipo de frijol aún en zonas donde no es rentable la producción del grano rojo (Olivas, 2002). Con la apertura del

mercado venezolano el frijol negro, empezó a tomar mayor relevancia. A partir del 2008 hay un incremento de las exportaciones de frijol negro que mejora sustancialmente en el 2010 hasta alcanzar los volúmenes de frijol rojo e inclusive superarlos en el 2011. Esto pone en evidencia que las acciones implementadas, (mayor flujo de financiamiento y asesoría técnica), para activar este producto han dado buenos resultados (UASAN-FAO, 2012).

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar genotipos promisorios de frijol negro bajo las condiciones de los sistemas de producción del municipio de San Isidro, Matagalpa, a fin de brindar alternativas de producción a los agricultores de esta zona.

2.2 Objetivo específico

1. Determinar el comportamiento agronómico y en particular los componentes del rendimiento de genotipos de frijol negro en la comunidad El Plan, San Isidro – Matagalpa.
2. Identificar genotipos que se adapten a los sistemas de producción de productores de San Isidro, Matagalpa y agroecosistemas similares.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Descripción del sitio del experimento

El experimento se realizó en época de primera (Junio – Agosto del 2013) en la comunidad El Plan, ubicada a 8 kilómetros de la cabecera municipal del municipio de San Isidro, departamento de Matagalpa; las coordenadas geográficas son 12° 54' latitud norte y 86° 13' de longitud oeste. El Plan se encuentra a una altura de 806 msnm, temperatura promedio anual de 26 °C, precipitación promedio anual de 730 - 850 mm y humedad relativa de 74% (INETER, 2013), comprendida en la zona de Bosque Seco Tropical, suelo franco, con porcentaje de pendiente de 5.2%.

Las condiciones climáticas que ocurrieron durante el desarrollo del experimento se muestran en la figura 1.

3.2. Diseño Experimental

Para el ensayo se utilizó un diseño experimental unifactorial en bloques completamente al azar, con 3 repeticiones y 15 tratamientos consistentes en variedades de frijol común de color negro. La parcela experimental estuvo constituida por 4 surcos de 5 m de largo, con separación de 0.5 m entre surcos; la parcela útil estuvo conformada por los 2 surcos centrales, para un área útil de 5 m².

3.3. Tratamientos Evaluados

El material genético consistió en 15 variedades de frijol común color negro; la descripción de los tratamientos de la evaluación de líneas de frijol negro se describe en el cuadro 1.

En el experimento se utilizó como testigo la variedad comercial INTA CARDENAS que se ha utilizado anteriormente en los sistemas de producción.

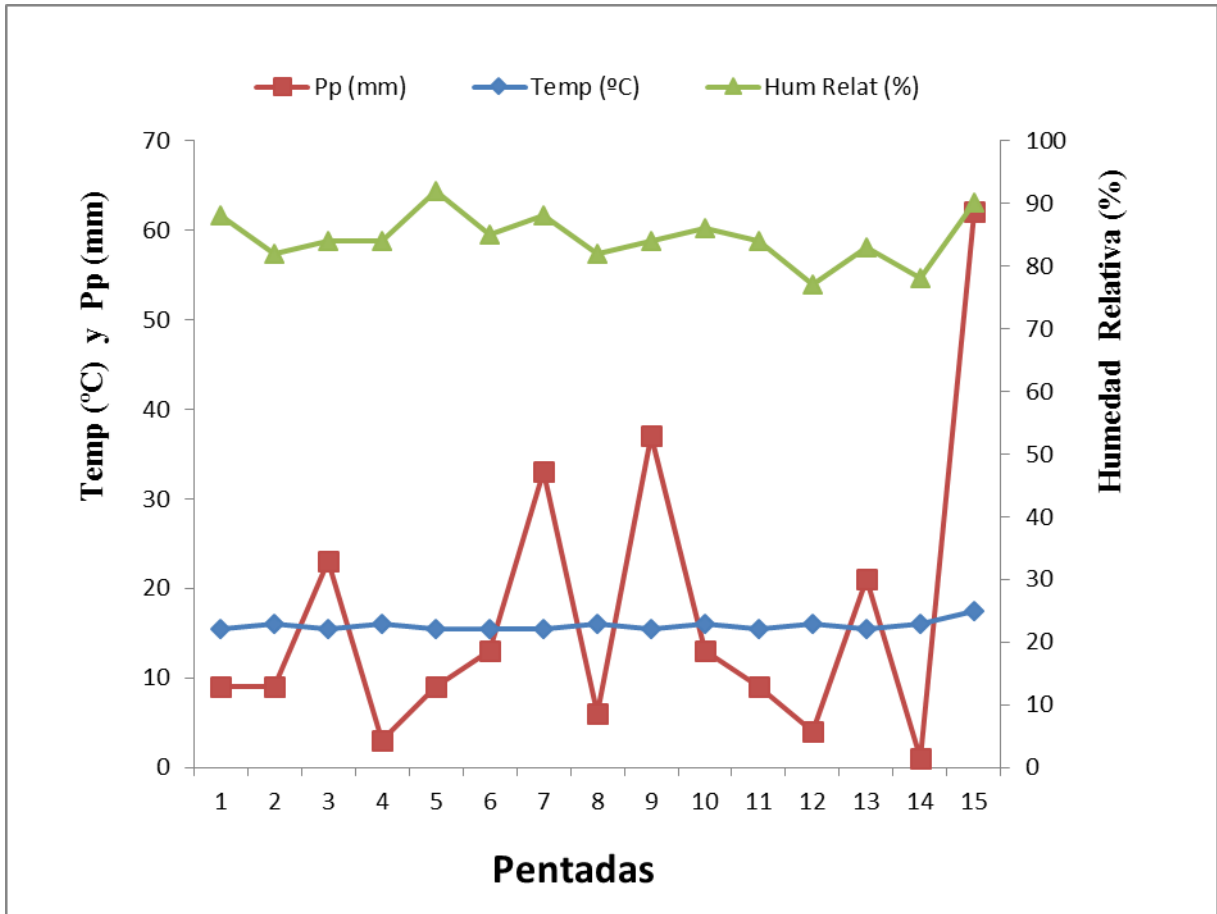


Figura 1. Datos meteorológicos ocurridos durante el desarrollo del experimento en pentadas a partir de 03 junio al 16 agosto de 2013, la temperatura y precipitación fueron registradas en el sitio y la humedad relativa tomada de INITER (2013).

Cuadro 1. Descripción de los Tratamientos de la evaluación de líneas de frijol común negro, Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), ciclo agrícola 2013

Tratamiento	Identificación	Origen
1	CR 642-3	Zamorano
2	SEQ 341-99	Zamorano
3	XRAV 40-4	Zamorano
4	X02-33-159-1	Zamorano
5	SJC 730-74	Zamorano
6	MHN 322-49	Zamorano
7	SEQ 341-49	Zamorano
8	DOR 390	CIAT Colombia
9	BIOF 4-106	Zamorano
10	RBF 7-25	Zamorano
11	SEN 96	CIAT Colombia
12	BIOF 470	Zamorano
13	BAT 304	CIAT Colombia
14	INTA CARDENAS *	CIAT Colombia
15	SEN 52	CIAT Colombia

*Variedad Testigo

3.4 Variables evaluadas

3.4.1 Componentes fenológicos del cultivo

✓ Días a floración:

Número de días transcurridos desde la siembra hasta que las poblaciones en estudio presentaron al menos una flor abierta en el 50% de las plantas (CIAT, 1987).

✓ Días a madurez fisiológicas:

Número de días después de la siembra que coinciden con la etapa de desarrollo R9, es decir el momento en que al menos una de las plantas muestreadas mostró un cambio en su coloración y al menos el 50% de estas plantas presentaron dicho estado.

3.4.2 Componentes del rendimiento

✓ Plantas cosechadas:

Conteo de las plantas cosechadas de la parcela útil para cada genotipo.

✓ Vainas por planta:

Conteos de la cantidad vainas en 10 plantas elegidas al azar, se utilizó el promedio.

✓ Granos por vaina:

Número de granos por vaina en 10 vainas elegidas al azar, se utilizó el promedio.

✓ Peso de 100 granos:

Peso 100 granos elegidos al azar de cada variedad y luego se determinó su valor promedio para 100 granos por parcela. Los resultados se expresaron en gramos, se ajustó el peso al 14% del contenido de humedad en la semilla.

✓ Rendimiento en kg/ha:

La producción de granos de la parcela útil se ajustó a un 14% de humedad mediante la ecuación propuesta por Aguirre y Peske (1988) y se estimó en kg/ha

$$P_i (100 - H_i) = P_f (100 - H_f)$$

En donde: P_i = Peso inicial
 H_i = Contenido de humedad inicial de la semilla
 P_f = Peso final de la semilla
 H_f = Contenido de humedad final de la semilla

3.5 Análisis de los datos

El análisis estadístico de los datos se basó en el Análisis de Varianza, seguido del análisis de comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey al 5%, utilizando el programa estadístico The SAS (Statistical Analysis System). Estos análisis se utilizaron para las variables, Plantas Cosechadas, Vainas por Planta, Granos por Vaina, Peso de 100 granos y Rendimiento en kg/ha.

Las variables días a floración y días a madurez fisiológica se registró las medias en días.

3.6 Manejo agronómico

Preparación de suelo

La preparación del suelo se realizó mediante tracción animal (arado de bueyes).

Esta preparación consistió en dos pases: una para la roturación del suelo y otro para la raya de siembra.

Se aplicó herbicida N-(phosphonomethyl) glycine (glifosato®) 10 días antes de la siembra (das) en dosis de 1.5 l/ha.

Siembra

La siembra se realizó de forma manual el 3 de Junio del 2 013, sembrando entre 15 y 18 semillas por metro lineal, (52 kg/ha), con una separación de 0.5 m entre surco.

Fertilización

La fertilización química se realizó al momento de la siembra aplicándose la formula comercial 18-46-0 a chorrillo en el fondo del surco, a razón de 97 kg/ha, posteriormente se realizó una primera aplicación de abono foliar metalosate CROP-UP a los 15 dds a razón de 1-2 l/ha, y una segunda aplicación de metalosate NPK 4-17-17 a los 30 dds a razón de 1-3 l/ha.

Manejo de malezas

El control de malezas se hizo en forma química y manual, se aplicó N-(phosphonomethyl) glycine (glifosato®) a los 10 días antes de la siembra con una dosis de 1.5 l/ha, a los 15 días después de siembra (dds) una aplicación de propanoato arílico fluazifop p-butil (octagón®) + fomesafen (flex®) con dosis de 0.5 l/ha. A los 55 dds se efectuó un control de malezas (desmatonado) de forma manual para facilitar la cosecha.

Manejo de plagas insectiles

Las plagas malla (*Diabrotica spp*) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*), se controlaron con insecticidas, el primer control se hizo a los 15 días después de la siembra (dds) con tiametoxán (engeo®) a una dosis de 0.15 l/ha y luego, a los 37 dds otra aplicación de tiametoxán (engeo®), con una dosis de 0.15 l/ha.

Manejo de enfermedad

Se efectuó a los 15 dds con aplicación de azoxystrobin (amistar®) a una dosis de 0.14 kg/ha, para el control de enfermedades fungosas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Variables fenológicas del cultivo

4.1.1 Días a floración

El CIAT (1987) señala que la floración se calcula como días después de la siembra que coinciden con el inicio de la etapa de desarrollo R6 o floración, cuando el 50% de las plantas tienen una o más flores abiertas.

Existen diversos factores que inciden en la floración del frijol como las horas luz durante el día; en este sentido el frijol se considera como una planta de días cortos, los días largos tienden a causar demoras en la floración y la madurez (White, 1985). Otros factores que inciden en la floración son las altas intensidades lumínicas, deficiencias nutricionales producen abortos de flores y vainas, así como el viento por su acción abrasiva con el arrastre de partículas perjudica la etapa de floración, influyendo éste en el bajo rendimiento del cultivo (Schwartz, 1967 y Gálvez, 1980). Tomando en consideración lo antes mencionado, los genotipos en estudio podrían mostrar otro comportamiento en otras condiciones ambientales.

Los genotipos en estudio presentaron la floración entre los 34 y 38 días después de la siembra floreado más temprano los genotipos MHN 322-49 y DOR 390, mientras que la variedad INTA CARDENAS con otros 2 genotipos fueron las más tardías, el resto de los genotipos fluctuaron entre estos extremos (Cuadro 2).

Considerando que el momento de floración es esencial para los días a madurez según lo indicado por Shingh (1991), la diferencia 4 días entre los genotipos puede estar relacionada con la búsqueda de germoplasma precoz por parte de los programas de mejoramiento que han generado estos materiales a fin de obtener adaptación a los sistemas de producción de los agricultores.

4.1.2 Días a madurez fisiológica

Se calculan como los días después de la siembra que coinciden con el inicio de la etapa R9, cuando el 50% de las plantas hayan alcanzado su madurez fisiológica (CIAT, 1987). En el frijol, la madurez fisiológica puede considerarse como el cambio de color del follaje que pasa de verde a amarillo, iniciándose por los folíolos inferiores, cambio de color de la epidermis de las vainas, de verde, rojo, morado o blanco, según la variedad, además, cambios en el color de la testa y pérdida de humedad en el grano (White, 1985 y Rosas, 1998).

Las variedades de frijol son generalmente llamadas precoces o tardías, pero los rangos de duración de los períodos de crecimiento podrían variar mucho entre una región y otra o entre variedades de diferentes hábitos de crecimiento; los términos “precoz” o “tardío” no pueden ser usados correctamente sin referencia al medio ambiente (Voyset, 1991).

De acuerdo a hábitos de crecimiento y la región, los cultivares de frijol tienen rango de 70 a 300 días a madurez. Las diferencias no solo están en la variedad, también está lo ambiental, especialmente por los factores de luz del día y temperatura (Voyset, 1991).

El número de días a madurez fisiológica varió de 71 a 75 días siendo MHN 322-49 y DOR 390 las más precoces e INTA CARDENAS la más tardía (Cuadro 2), de acuerdo a estos resultados vemos que todos los genotipos establecidos superaron al testigo Inta Cárdenas; dándonos éstos

datos pautas, con respecto a esta variable, para la identificación de genotipos que pueden ser utilizados por agricultores del municipio de San Isidro - Matagalpa.

Según el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (2001) las variedades precoces van de los 55 dds a los 70 dds, y las variedades intermedias van a partir de los 70 dds. De acuerdo con este criterio, las variedades evaluadas se pueden considerar intermedias a la madurez fisiológica.

Esta variable es muy importante ya que la demanda de frijol va en aumento cada año y los mejoradores han hecho énfasis en producir cultivares con una madurez fisiológica precoz, con el fin de ser cultivados en áreas que presenten una sequía pronunciada (Shingh, 1992).

En el estudio realizado, en esta variable se observó diferencia de tan sólo 4 días entre los genotipos más precoces y más tardíos. La poca variación en los resultados obtenidos podría estar relacionada con la genealogía de los genotipos en estudio. Además hay que tomar en cuenta que todas las variedades fueron sembradas bajo las mismas condiciones ambientales, lo que también influyó en que no hubiera diferencias más pronunciadas en cuanto al número de días a madurez fisiológica entre la primera y última variedad en madurar.

A nivel de la región centroamericana en los días a madurez fisiológica encontramos cierta variación de país a país, por ejemplo Costa Rica va de 66 a 72 días (Hernández, 2009), Honduras va de 68 a 70 días (Escoto, 2011); los resultados de este experimento son no tan divergentes a los países referidos anteriormente, por el contrario coinciden algunos de los datos de los genotipos evaluados con los de Costa Rica.

Cuadro 2. Comportamiento de días a floración, días a madurez fisiológica de 15 genotipos de frijol común color negro, evaluados en época de primera del 2 013, El Plan-San Isidro, Matagalpa

Genotipo	Días a floración	Días a madurez fisiológica
INTA CÁRDENAS*	38	75
XRAV 40-4	38	74
BIOF 470	38	74
BAT 304	37	74
X02-33-159-1	36	73
SEQ 341-49	36	73
CR 642-3	35	72
BIOF 4-106	35	72
SEN 96	35	72
SJC 730-74	35	72
SEN 52	35	72
SEQ 341-99	35	72
RBF 7-25	35	72
DOR 390	34	71
MHN 322-49	34	71
Error estándar	0.1343	0.1343

*Variedad testigo

4.2 Variables relacionadas al rendimiento

4.2.1 Plantas cosechadas

El número de plantas cosechadas está directamente relacionado con la emergencia, el manejo agronómico, las condiciones ambientales existentes y la competencia entre los individuos, todos estos factores en conjunto hacen que el número de plantas cosechadas varíen con relación a la cantidad de semilla que se sembró (CIAT, 1978; Cerrato, 1992).

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas. Las medias obtenidas del análisis muestran que se cosecharon entre 173968 y 199 683 plantas por hectárea, correspondiendo al t genotipo CR 642-3 y DOR 390 respectivamente siendo al mismo tiempo los únicos que mostraron diferencias significativas (Cuadro 3).

White (1985), asocia la cantidad de plantas cosechadas con el rendimiento, pero no puede esperarse que únicamente la cantidad de plantas cosechadas determine el rendimiento de un cultivo, ya que existen otros componentes que determinan éste; tales como vainas por planta, granos por vaina, peso y tamaño del grano; estos componentes no pueden considerarse independientes unos de otros.

Las plantas cosechadas muestran una tendencia a tener una relación con el rendimiento (Cuadro 7), número de vainas por planta (Cuadro 4), ya que al disminuir la cantidad de plantas cosechadas aumentó el número de vainas por planta. Esto se debe a que al disminuir la densidad poblacional, cada planta tiene condiciones favorables en cuanto a su competencia por nutrientes y luz, lo que favorece el aumento de su número de vaina.

Cuadro 3. Número de plantas cosechadas por hectárea de 15 variedades de frijol negro, evaluados en época de primera del 2013, El Plan – San Isidro, Matagalpa

Genotipo	Número de plantas cosechadas por ha	Categorías
DOR 390	199 683	a
SJC 730-74	197 143	a b
X02-33-159-1	194 921	a b
BIOF 4-106	193 016	a b
INTA CÁRDENAS*	192 698	a b
XRAV 40-4	187 302	a b
RBF 7-25	187 301	a b
SEN 96	186 031	a b
MHN 322-49	184 762	a b
BIOF 470	183 809	a b
SEN 52	183 492	a b
SEQ 341-49	181 587	a b
SEQ 341-99	178 095	a b
BAT 304	177 778	a b
CR 642-3	173 968	b
Pr > F		0.00019
CV %		4.4

Variedades con la misma letra son estadísticamente iguales, según Tukey al 5%

* Variedad testigo

4.2.2 Vainas por planta

El número de vainas por planta es un carácter de tipo discontinuo ya que sus valores pueden ser expresados en números enteros (White, 1985). La variable vainas por planta es un componente cuantitativo del rendimiento que difiere entre las variedades, es de baja heredabilidad y, por ser poligénico, es altamente influenciado por el ambiente (White, 1985). Además de diferir entre variedades, los genotipos pueden presentar variaciones, incluso a lo interno de cada variedad (Marini *et al*, 1993).

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas. Las medias obtenidas del análisis muestran que la variedad con mayor número de vainas por planta fue la SEN 52 que obtuvo 16.4 y el menor número para la variedad SJC 730-74 con 7.3 vainas por planta (Cuadro 4). Las variedades SEN 52, BAT 304, DOR 390 resultaron en las categorías superiores y solamente la variedad SEN 52 resultó superior al testigo Inta Cárdenas (Cuadro 4).

White (1985), expresa que “un mayor número de vainas por plantas puede provocar reducción en el número de granos por vaina y peso de granos”, conocido esto como compensación. Lo anterior significa que, aunque las vainas por planta son un componente importante del rendimiento, no necesariamente la planta con mayor cantidad de vainas va a poseer el mejor rendimiento. En este experimento se observa una tendencia que variedades con mayor número de vainas por planta presentan mayores rendimientos, por ejemplo la variedad SEN 52 con 16 vainas por planta, dio un rendimiento de 2059.7 kg/ha (Cuadro 7).

Cuadro 4. Número de vainas por planta de 15 variedades de frijol negro, evaluados en época de primera del 2013, El Plan – San Isidro, Matagalpa

Genotipo	Número de vainas por planta	Categorías
SEN 52	16.4	a
BAT 304	14.4	a b
DOR 390	13.7	a b c
SEQ 341-49	12.7	b c d
INTA CÁRDENAS*	12.4	b c d e
BIOF 4-106	12.2	b c d e f
CR 642-3	11.7	b c d e f g
BIOF 470	11.3	b c d e f g
MHN 322-49	10.7	c d e f g
SEQ 341-99	9.6	d e f g h
RBF 7-25	9.2	e f g h
SEN 96	9.2	e f g h
XRAV 40-4	9.1	f g h
X02-33-159-1	8.4	g h
SJC 730-74	7.3	h
Pr > F		0.0001
C V %		9.73

Variedades con la misma letra son estadísticamente iguales, según Tukey al 5%

* Variedad testigo

4.2.3 Granos por vaina

El número de granos por vaina en una planta es una característica genética propia de cada variedad que se altera poco con las condiciones ambientales (Artola, 1990). Mezquita (1973) expresa que el número de granos por vaina se asocia con el rendimiento.

Los genotipos mostraron diferencias altamente significativas en cuanto a su número de granos por vaina ($P > = 0.0001$), el que varió entre 6.43 y 4.60 granos por vaina, la separación de medias por Tukey al 5% de confianza clasifica los genotipos 4 categorías estadísticas. La mayoría de los genotipos evaluados con respecto a la variable granos por vaina resultaron estadísticamente similares al testigo Inta Cárdenas, solamente SEN 96 y MHN 322-49 resultaron inferiores al testigo (Cuadro 5).

Cuadro 5. Número de granos por vaina de 15 variedades de frijol negro, evaluados en época de primera del 2013, El Plan – San Isidro, Matagalpa

Genotipo	Número de granos por vaina	Categorías
DOR 390	6.43	a
INTA CÁRDENAS*	6.23	a b
XRAV 40-4	6.16	a b
X02-33-159-1	6.03	a b
CR 642-3	5.73	a b c
SEN 52	5.73	a b c
BIOF 470	5.70	a b c
BIOF 4-106	5.66	a b c
RBF 7-25	5.63	a b c
BAT 304	5.56	a b c
SEQ 341-49	5.56	a b c
SJC 730-74	5.50	a b c d
SEQ 341-99	5.40	b c d
SEN 96	4.86	c d
MHN 322-49	4.60	d
Pr > F		0.0001
CV %		9.73

Variedades con la misma letra son estadísticamente iguales, según Tukey al 5%

* Variedad testigo

4.2.4 Peso de 100 granos

Según Cerrato (1992), el peso de 100 granos está determinado por el tamaño, que a su vez está determinado por el largo, ancho, grueso y densidad del grano. García (1991), menciona que el peso promedio del grano tiene efecto similar al número de vainas por planta y número de granos por vaina en la determinación del rendimiento, es decir, que es un componente importante en la determinación del rendimiento.

Por otro lado Bidwell (1979), señala que una vez alcanzada la fase reproductiva, el peso del grano es condicionado por el traslado de los nutrientes de la planta al grano durante la fase vegetativa de la planta.

Los genotipos mostraron diferencias altamente significativas en cuanto a su peso ($P > F = 0.0001$). La separación de medias por Tukey al 95% de confianza muestra que los pesos de 100 granos de las variedades se agruparon en 7 categorías estadísticas variando entre 26.93 y 17.30 g (Cuadro 6).

Según Shingh (1992), el peso del grano varía entre 15 y 60 g por cada 100 granos pesados. Respecto a esto, el CIAT (1987), clasifica al frijol por su peso en 3 categorías: pequeña, mediana y grande. La semilla pequeña corresponde a un peso de 25 g o inferior, la semilla mediana a un peso entre 25 y 40 g y la semilla grande a un peso mayor de 40 g, en base a esto y según los resultados obtenidos, las variedades estudiadas serían clasificadas en grano mediano (dos genotipos), y pequeño (13 genotipos). Las mayores áreas sembradas de frijol son sembradas con semilla pequeña en la zona de América Central y Mesoamérica con 6 000 000 de ha. Esto se debe a que la mayoría de países de América Latina y Estados Unidos demandan este tipo de frijol para su consumo (Singh, 1992).

El peso del grano de frijol, además de ser un carácter cuantitativo influenciado por el medio ambiente, es también un carácter influenciado por factores hereditarios (Marini *et al*, 1993 y García, 1991) y a esto se pueden atribuir las diferencias encontradas entre las variedades en el experimento.

En México, Colombia, Ecuador, Perú y Chile, al contrario de lo que ocurre en América Central, Venezuela y Brasil, los frijoles de mayor demanda entre agricultores y consumidores son los de grano grande (Voyset, 2000).

Tomando en consideración el párrafo anterior de Voyset, los genotipos evaluados la mayoría resultaron categoría pequeña; y dos de los genotipos categoría mediana. Esto indica que el país de Venezuela es un potencial importador de frijol negro que produce Nicaragua.

Cuadro 6. Peso en gramos de 100 granos de 15 variedades de frijol negro, evaluados en época de primera del 2013, El Plan – San Isidro, Matagalpa

Genotipo	Peso en g de 100 granos	Categorías
SEN 96	26.93	a
SEN 52	25.23	b
X02-33-159-1	21.10	c
BIOF 4-106	20.70	c
SEQ 341-99	20.33	c d
CR 642-3	20.10	c d
MHN 322-49	19.86	c d
RBF 7-25	19.80	c d
SEQ 341-49	19.66	c d e
BAT 304	19.53	c d e f
SJC 730-74	18.83	d e f g
BIOF 470	18.06	e f g
INTA CÁRDENAS*/	17.90	f g
DOR 390	17.63	g
XRAV 40-4	17.30	g
Pr > F		0.0001
CV %		2.68

Variedades con la misma letra son estadísticamente iguales, según Tukey al 5%

* Variedad testigo

4.2.5 Rendimiento

El rendimiento obtenido es el resultado de la combinación del genotipo, el medio ambiente y el manejo adecuado y efectivo que se le da al cultivo para que este desarrolle su potencial genético de producción (Thung, 1991 y Martínez, 1994). En el frijol común la estabilidad, el potencial de rendimiento son características diferentes determinados por genes diferentes (Llano *et al.*, 1983).

Los principales componentes que determinan el rendimiento son las vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 granos y la cantidad de plantas cosechadas (Tapia, 1987), entonces se puede afirmar que los componentes del rendimiento no pueden considerarse independientes unos de los otros, sino que existe una relación entre ellos que es lo que determina dicha variable. Los genotipos mostraron diferencias altamente significativas en el análisis de varianza en cuanto a su rendimiento en kg/ha ($Pr > F = 0.0001$). La separación de medias por Tukey al 95% de confianza señala que los rendimientos se distribuyeron en 3 categorías estadísticas, variando entre 2059.7 y 1484.3 kg/ha. Todos los genotipos superaron en rendimiento al promedio nacional de 804.54 kg/ha (MAGFOR, 2011), y de estos genotipos siete de ellos incluyendo al testigo comparten valores de rendimiento en las categorías estadísticamente superiores (Cuadro 7).

Según el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), en el año 2001, establece que la Calidad y Rendimiento se ha convertido en un factor determinante para la exportación y comercialización de productos agrícolas no tradicionales. La calidad de los productos agrícolas centroamericanos se reconoce en todo el mundo (Victoria, 2001).

White (1985), asocia la cantidad de plantas cosechadas con el rendimiento, es decir que a mayor cantidad de plantas cosechadas hubo aumento en el rendimiento. Lo anterior se puede comprobar con las variedades DOR 390, SJC 730-74, BIOF 4-106; las cuales se encuentran entre las variedades de mayor cantidad de plantas cosechadas (Cuadro 3), igualmente estas mismas variedades se encuentran entre las de mayor rendimiento obtenido en este ensayo (Cuadro 7). La variedad SEN 52 que fue la de mayor rendimiento (2059.70 kg/ha), no está entre las variedades de mayor número de plantas, pudiéndose entender esto de mayor rendimiento en la variedad SEN 52, como un beneficio la disminución poblacional con respecto a las demás variedades evaluadas, aumentando así el número de vainas por planta por las condiciones de mayor disponibilidad de nutrientes y luz.

Esta variedad (SEN 52) obtuvo valores y promedios altos en los componentes del rendimiento evaluados en este ensayo, obtuvo el mayor número de vainas por planta con 16, valor por encima del promedio de las variedades evaluadas en granos por vaina con 5.73 (Cuadro 5), y un valor alto en cuanto a la variable peso de 100 granos con 25.23 gramos, lo que fué determinante para que superara a la mayoría de genotipos en cuanto al rendimiento.

El genotipo SEN 52, DOR 390 y demás genotipos resultaron superiores en rendimiento (kg/ha), al promedio nacional de 804.54 kg/ha.

Cuadro 7. Rendimiento de 15 variedades de frijol negro, evaluados en época de primera del 2013, El Plan – San Isidro, Matagalpa

Genotipo	Rendimiento kg/ha	Categorías
SEN 52	2 059.70	a
DOR 390	2 004.30	a b
BIOF 4-106	1 843.70	a b
SJC 730-74	1 811.00	a b
BIOF 470	1 719.70	a b
SEQ 341-99	1 660.00	a b
INTA CÁRDENAS*	1 639.70	a b
SEQ 341-49	1 602.00	b c
CR 642-3	1 597.00	b c
XRAV 40-4	1 581.00	b c
X02-33-159-1	1 526.00	c
SEN 96	1 521.30	c
MHN 322-49	1 520.70	c
RBF 7-25	1 519.70	c
BAT 304	1 484.30	c
Pr > F		0.0001
CV %		8.85

Variedades con la misma letra son estadísticamente iguales, según Tukey al 5%

* Variedad testigo

4.2.6 Coeficiente de correlación de Pearson

La prueba de correlación realizada entre los componentes del rendimiento determinó la existencia de dos tipos de asociaciones. Se encontró un coeficiente de correlación considerable entre la asociación rendimiento / población; coeficiente de correlación media entre la asociación rendimiento / vaina, indicando una buena asociación lineal entre ellas. Estas asociaciones presentan significancia aceptándose la presencia de correlación entre las asociaciones antes mencionadas.

De este análisis, se puede afirmar que las principales variables que influyen en el rendimiento son en primer lugar: población, seguido de vainas por plantas.

Cuadro 8. Coeficiente de correlación de Pearson efectuados en el componente rendimiento de 15 variedades de frijol negro, evaluados en época de primera del 2013, El Plan – San Isidro, Matagalpa

	Rendimiento Kg/ha	Población	Vainas por Planta	Granos por Vaina	Peso de 100 Granos
Rendimiento Kg/ha	1.00000	0.54239	0.33225	0.29169	0.08346
		0.0001	0.0258	0.0519	0.5857
Población	0.54239	1.00000	-0.18611	0.26463	-0.10209
	0.0001		0.2209	0.0790	0.5046
Vainas por Planta	0.33225	-0.18611	1.00000	0.17622	0.12055
	0.0258	0.2209		0.2469	0.4302
Granos por Vaina	0.29169	0.26463	0.17622	1.00000	-0.42016
	0.0519	0.0790	0.2469		0.0041
Peso de 100 Granos	0.08346	-0.10209	0.12055	-0.42016	1.00000
	0.5857	0.5046	0.4302	0.0041	

Coeficiente de correlación de Pearson, N = 45

Prob > | r | under Ho: Rho = 0

V. CONCLUSIONES

En cuanto a componentes fenológicos, días a floración y días a madurez fisiológica, los datos resultantes, numéricamente muestran que no hay gran diferencia entre los genotipos evaluados, por lo que todas estas variedades son aptas para producirse en el municipio de San Isidro – Matagalpa, Nicaragua.

Los genotipos en estudio mostraron diferencias altamente significativas para todos los componentes del rendimiento, (plantas cosechadas, vainas por planta, granos por vaina y peso de 100 granos).

Seis de los genotipos en estudio y el testigo presentaron mayor rendimiento con respecto a la mayoría de genotipos oscilando entre 2 059.70 kg/ha y 1 484 .30 kg/ha, y SEN 52 mostró rendimiento estadísticamente superior que los últimos ocho genotipos.

Los genotipos, SJC 730-74, BIOF 470, INTA CÁRDENAS, SEQ 341-99, SEN 52, DOR 390 y BIOF 4-106 sobresalen por su rendimiento y los tres últimos por su precocidad por lo que se adaptan al ambiente y sistema de producción de los agricultores de San Isidro – Matagalpa.

VI. RECOMENDACIONES

Evaluar los mejores genotipos en otras épocas de siembra y otras zonas, para conocer mejor su adaptabilidad y potencial en otros ambientes.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, R. y Peske, S. 1988. Manual para el beneficio de semillas. CIAT, Cali, CO. 281 p.
- Artola, E. A. 1990. Efecto del espaciamiento entre surco y control de malezas en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), variedad Revolución 81 en el ciclo de primera 1988. Tesis. Ing. Agr. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. 137 p.
- Avelares, J. 1992. Evaluación comparativa de 8 variedades criollas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) recolectadas en Nicaragua. Germoplasma, revista informativa anual del programa Recursos Genéticos nicaragüenses N # 1, Agosto 1992 Pág. 1-8. Universidad Nacional Agraria, Managua, NI.
- Bidwell, R. G. 1979. Fisiología Vegetal. 1a. Edición. Español. Ast. MX, D. F. 784 p.
- Cerrato, J. E. 1992. Evaluación de 16 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) colectadas en diferentes zonas de Nicaragua. Tesis. Ing. Agr. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. 47 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1978. Avances logrados en 1978. Programa de frijol. Cali. CO. 1-25 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987. Sistema estándar para la evaluación de Germoplasma de frijol. Aart Van Schoomhoven y Marcial A. Pastor Corrales (comps). Cali. CO. 56 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2002. Acerca del frijol. www.ciat.cgiar.org/beans/htm.
- Escoto, 2011. El Cultivo de Frijol. (en línea). Tegucigalpa, HN. Consultado 18 oct. 2013. Disponible en <http://www.dicta.hn/files/Guia-cultivo-de-frijol-2011.pdf>
- García, I. P. 1991. Comportamiento agronómico de 11 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y su tolerancia a la roya (*Uromyces phaseoli*). Tesis Ing. Agr. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. p 27.
- Hernández, 2009. Manual de Recomendaciones Técnicas Cultivo de Frijol. (en línea). San José, CR. Consultado 31 oct. 2013. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00176.pdf>
- Instituto Nicaragüense de Tecnología agropecuaria (INTA), 2001. Cultivo de frijol. Guía Tecnológica No. 3. Managua, NI. 15 p.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología agropecuaria (INTA), 2004. Cultivando Frijol con menos riesgos. Editores: J. Pavón. A., Llano. Managua, NI. 39 p.

- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), 2009. Cultivo de frijol. Guía Tecnológica. Segunda edición. Managua, NI. 32 p.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales), 2013. Departamento de estadísticas de meteorología, estación experimental Raúl González, INTA, San Isidro- Matagalpa, NI.
- Llano A.; Tapia H. y Peláez D. 1983. Estabilidad y rendimiento de 7 variedades de frijol común rojo en 6 ambientes en Nicaragua. PCCMCA, tomo 2, Leguminosas, 1983.
- MAGFOR (Ministerio de Agricultura y Ganadería y Forestal), 2011. Informe de Producción Agropecuaria Acumulado a Octubre 2011. (en línea). NI. Consultado 5 nov. 2013. Disponible en <http://www.magfor.gob.ni/descargas/2011/estadisticas/InformeOct-2011.pdf>
- MAGFOR (Ministerio de Agricultura y Ganadería y Forestal), 2013. (en línea). NI. Consultado 25 agosto 2014. Disponible en <http://www.magfor.gob.ni/noticias/2013/junio/inagciclo.html>
- Marini, D. Vega, I. y Maggionini, L. 1993. Genética agraria. UNA. Managua, NI. p 346.
- Martínez, F. 1994. Evaluación de 20 variedades criollas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) recolectadas en Nicaragua. Tesis. Ing. Agr. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. p 47.
- Mezquita, B. E. 1973. Influencia de algunos componentes morfológicos en el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Tesis M. S.c. Chapingo, MX, Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Postgraduados.
- Olivas, A. 2002. Crece demanda por frijol negro. En: La Prensa, Managua, NI. 2 de Mayo. Sección Campo & Agro, Pág. 10B.
- Pearsons, F. 1981. Frijol y Chicharo. Editorial Trillas. México D.F. México. 58 p.
- Peralta, H. 2013. Presidente de la UNAG propone cambiar a frijoles negros. (en línea). NI. Consultado 27 abril 2014. Disponible en <http://www.diarionica.com/index.php/nacionales/5033-presidente-de-la-unag-propone-cambiar-a-frijoles-negros>
- Rosas, J. C. 1998. El cultivo de frijol común en América Latina. Tegucigalpa, Honduras. 52 p.
- Schwartz, H. F. y Gálvez, G., 1980. Problemas Misceláneos. En: Shar Wart. F; Gálvez G. Problema de producción de frijol. CIAT. Cali. CO. Pág. 329-339
- Singh, S. P. 1991. Beans Genetic. En: Common beans research for crop improvement. Edit. By Van Schoonhoven y Voyset, O. (CABI) CIAT Cali.CO, 114-126 p.
- Singh, S. P. 1992. Common Bean Improvement InThe Tropics. Volumen 10, CIAT. Cali, CO. 202 p.

- Tapia, H. 1987. Variedades mejoradas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con grano rojo para Nicaragua. 1ª edición. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua, NI. 26 p.
- Thung, M. 1991. Bean Agronomy in Monoculture. In. Common Beans: Research for Crop improvement. CIAT. Cali, CO. 737 –816 p.
- UASAN-FAO (Unidad de Apoyo a la Seguridad Alimentaria y Nutricional –Organización para Alimento y Agricultura), 2012. (en línea). NI. Consultado 15 julio 2014. Disponible en http://passthrough.fw-notify.net/download/353396/http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/14/13540579183450/libro_frijol_30-07-2012-2.pdf
- Victoria, A., 2001. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), La Calidad e Inocuidad de la Oferta Agrícola Exportable, Estudio País GT. p. 25
- Voyset, O., 1991. Common Beans: Research for Crop Improvement. CAB-CIAT. Cali. CO. Pág. 145.
- Voyset, O., 2000. Mejoramiento de Frijol Genético (*Phaseolus vulgaris* L.): Legado de Variedades de América Latina 1930-1999. CIAT, CO. 220, p.
- White, J. 1985. Conceptos Básicos de la Fisiología del Frijol. En: Frijol Investigación y Producción. CIAT. Editorial XYZ. Cali, CO. 43 – 60 p.