

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE RECURSOS GENETICOS
NICARAGUENSES

**EVALUACION DE LA VARIABILIDAD FENOTIPICA DE
CATORCE MATERIALES GENÉTICOS DE FRIJOL COMUN
(Phaseolus vulgaris L.) EN LA LOCALIDAD DE SAN MARCOS,
CARAZO.**

AUTORES

Br. Marian del Carmen Carballo Orozco
Br. Dersania del Rosario Jenkins Reyes

ASESOR

Ing. M.Sc. Oscar Gómez Gutiérrez

**NICARAGUA,
MANAGUA
MAYO, 2002**

Dedicatoria

Ante todo a Dios ya que gracias a él fue posible la ejecución de este trabajo y me ha dado las fuerzas y sabiduría para seguir adelante.

A mis padres :ROGER CARBALLO y MARCELINA OROZCO, por sus múltiples esfuerzos para hacer posible esté triunfo alcanzado, quienes a su vez han estado a mi lado para brindarme ánimo y deseos de seguir adelante con una amplia visión hacia el futuro.

A mis hermanos : MARCIA, KASSANDRA, HENRY

A YADER JOEL SÁNCHEZ C. por el respaldo de ternura y afecto que me ha brindado como un aliento a lo largo de mis estudios universitarios.

Marian Carballo Orozco

Dedicatoria

Primeramente a Dios por darme fortaleza y sabiduría para salir adelante a lo largo de mi vida.

A mis padres : ALEJANDRO JENKINS DIAZ y MERCEDES REYES HERRERA que con mucho amor y sacrificio brindaron su confianza y apoyo incondicional, tanto moral, espiritual y económico para hacer posible mi formación profesional.

A la memoria de mis hermanos : RICARDO AGUSTÍN (q.e.p.d.) y DIGNA (q.e.p.d.) que de una u otra manera han sido mi aliciente para salir adelante

Dersania Jenkins Reyes

Agradecimiento

Ante todo a Dios

Ningún trabajo es el resultado del esfuerzo de una sola persona; incluso cuando está escrito por un solo individuo, un trabajo de tal envergadura requiere la utilización de muchas fuentes, y el apoyo de muchas personas que se encuentran en las instituciones que las poseen es de gran importancia.

En especial agradecemos el esmero, dedicación y confianza a nuestro asesor Ing. MSc. Oscar Gómez Gutiérrez en la elaboración de este trabajo.

Al Ing. MSc. Marvin Fornos R,

Al Ing. MSc. Vidal Marín F.

Al Ing. Alvaro Benavides González.

Al Ing. Miguel Rjos

Al Ing. MSc. Guillermo Reyes Castro.

A todos ellos gracias por la revisión y apoyo en la finalización de este trabajo.

Al personal del Cenida a todos ellos gracias por su valiosa colaboración en la búsqueda de información.

A todas aquellas personas que de una u otra manera brindaron su apoyo.

A todos ellos gracias.

Mariam Carballo Orozco

Dersania Jenkins Reyes

Índice General

Sección	Página
Dedicatoria	
Agradecimiento	
Índice general	<i>i</i>
Índice de tablas	<i>iii</i>
Índice de figuras	<i>iv</i>
Resumen	<i>v</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1 Descripción del lugar	4
3.2 Tratamientos a evaluar	5
3.3 Manejo agronómico	5
3.4 Variables a evaluar	6
3.4.1 Al momento de la floración	6
3.4.2 Al momento de la madurez fisiológica	6
3.4.3 Al momento de la cosecha	7
3.4.4 Rendimiento y sus componentes	7
3.5 Dimensiones del experimento	8
3.6 Análisis estadísticos	8
IV. RESULTADOS	9
4.1 Resultado general de varianza	9
4.2 Al momento de la floración	10
4.2.1 Inicio de floración y floración	10
4.3 Madurez fisiológica	11
4.3.1 Descripción de la variabilidad dentro de poblaciones	11
4.3.2 Cuantificación de la variabilidad	12
4.3.3 Presencia de enfermedades virales	12
4.4 Al momento de la cosecha	13
4.4.1 Longitud de vaina	13
4.4.2 Ancho de vaina	13
4.5 Rendimiento y sus componentes	14
4.5.1 Número de vainas por plantas	14
4.5.2 Número de granos por vaina	14
4.5.3 Peso de cien semillas	14
4.5.4 Plantas cosechadas	14
4.5.5 Rendimiento	15

V.	DISCUSIÓN.....	16
VI.	CONCLUSIONES.....	18
VII.	RECOMENDACIONES.....	19
VIII.	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	20

Índice de Tablas

Tabla No.		Página
1.	Materiales genéticos evaluados en la estación experimental “La Compañía”, San Marcos, Carazo	5
2.	Cuadrado medio y significancia estadística para las variables en estado reproductivo, componentes del rendimiento y rendimiento de las poblaciones evaluadas en la estación experimental “La Compañía” durante la postrera del	9
3.	Valores promedios y significancia estadística entre poblaciones de grano rojo y entre materiales genético agrupados por color de semilla para diferentes características fenotípicas.	10

Índice de Figuras

Figura No		Página
1.	Comportamiento en pentadas de temperatura y precipitación en la estación experimental “La Compañía” durante el período de postera 2000.	4
2.	Días a madurez fisiológica de las poblaciones evaluadas en la Estación experimental “La Compañía”.	11
3.	Evaluación de incidencia (IV) y severidad (SV) de enfermedades virales en las poblaciones de frijol común bajo las condiciones de la estación experimental “La Compañía”.	12

Resumen

El presente trabajo se realizó en época de postrera 2000 en la estación experimental “La Compañía”, San Marcos, Carazo con los objetivos de evaluar el comportamiento agronómico de catorce poblaciones de frijol común, determinar si existen diferencias significativas entre poblaciones para diferentes caracteres cuantitativos, determinar si existen diferencias significativas entre poblaciones locales clasificadas por color de semilla y entre materiales genéticos dentro del grupo de granos rojos. Las poblaciones objeto de estudio fueron colectadas en diferentes regiones del país, el diseño consistió en un experimento bifactorial jerárquico en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se observó gran variabilidad genética en las poblaciones estudiada, para los caracteres días a floración y madurez fisiológica, sobresalen con mayor precocidad las poblaciones de color rosado y crema suave. Se observó diferencias significativas para la mayoría de las variables cuantitativas estudiadas entre las poblaciones evaluadas, para la variable de mayor interés que es el rendimiento se encontró diferencia estadística sobresaliendo los materiales de color rosado, crema suave y V-16 y V-26 del grupo de variedades locales de grano rojo. También se encontró algunas limitantes como lo es la alta susceptibilidad a enfermedades.

I. INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) fue domesticado hace más de 7000 años en dos centros de origen: Meso América (México y América Central) y la Región Andina. Los científicos creen que el frijol, junto con el maíz, el calabacín y el amaranto, empezó probablemente como maleza en los campos sembrados de yuca y batata de América Central. Con el tiempo los agricultores cultivaron mezclas complejas de tipos de frijol como un mecanismo contra la sequía, las enfermedades y los ataques de plagas. Este proceso ha producido una combinación genética casi infinita de frijol con una amplia variedad de colores, texturas y tamaños, que satisfacen las condiciones de cultivo y las preferencias gustativas de muchas regiones diferentes (CIAT, 2002).

Dentro de las especies leguminosas, el frijol común es una de las más importantes. Es una planta anual, herbácea, intensamente cultivada desde la zona tropical hasta la zona templada. Se le conoce con diferentes nombres como poroto, haricot, caraota, judía, aluvia, habichuela y otros. El frijol se cultiva desde el nivel del mar hasta más de 3000 metros por pequeños agricultores, necesitando entre 300 a 400 milímetros de lluvia. La falta de agua durante las etapas de floración, formación y llenado de vainas afecta seriamente el rendimiento; por otro lado, el exceso de humedad afecta el desarrollo de la planta y favorece el desarrollo de un gran grupo de enfermedades. Se recomienda que los suelos para el cultivo de frijol sean profundos, fértiles, preferiblemente de origen volcánico con no menos de 1.5% de materia orgánica en la capa arable y de textura liviana (CIAT, 2002).

Llano (1981) menciona que el hecho de cultivar el frijol en suelos marginales y de ladera, sin mecanización, empleando semilla de calidad dudosa, condiciones climáticas erráticas y alta presencia de plagas y enfermedades, ha ocasionado que los rendimientos obtenidos por los pequeños productores, quienes son los que mayormente siembran frijol, sean bajos. Dada esta situación se considera que el mejoramiento del frijol sea una de las alternativas más deseables.

Todas las variedades existentes en Nicaragua son el resultado de la adaptación a la ecología y prácticas de manejo a que han estado sometidas. Durante este proceso hubo selección natural y artificial dirigida hacia caracteres medibles y beneficiosos para los usuarios. Esto permite disponer con las variedades criollas de una amplia base genética que ofrezca en todo momento variedades con diversos caracteres morfológicos, fisiológicos y agronómicos, que son verdaderas opciones para satisfacer la demanda de productores y consumidores nacionales (Tapia, 1987). Este mismo autor afirma que los cultivares de frijol común son abundantes

encontrándose entre sus principales características las siguientes: ciclo vegetativo de 56 a 65 días, hábito de crecimiento de semi-guía o guía-larga, arquitectura III en su mayoría, susceptibilidad a patógenos fungosos, bacteriales y virales en su totalidad, testa de colores diversos, grano de tamaño pequeño con forma redonda y en algunos casos arriñonada.

Para que la diversidad tenga uso práctico debe medirse y/o cuantificarse. Según Montalván (1993), para determinar la variabilidad genética de una especie se hace necesario realizar estudios de caracterización y evaluación, a través de los cuales se puede obtener información que permita aprovechar eficazmente la variabilidad presente en cada especie para la obtención de nuevas variedades. Por su parte, Crochemore (1998) considera que el conocimiento de la diversidad genética, indispensablemente a todo esquema de mejoramiento genético, presupone la medida de caracteres que revelen esta diversidad y permita la estructuración de las poblaciones. Este mismo autor afirma que en una primera aproximación se puede considerar que cuanto más las poblaciones se asemejen a través de estos caracteres, mayor será el parentesco entre ellas; así mismo, el conocimiento geográfico de las poblaciones puede contribuir para la interpretación de la diversidad observada.

Un mayor conocimiento de las bondades y limitantes de las poblaciones locales de frijol común actualmente cultivadas por los agricultores puede permitir una mejor utilización de las mismas, ya sea de manera directa en la producción o bien, como fuente de progenitores para ser utilizados en programas de mejoramiento. La necesidad de la situación primera surge debido a la poca capacidad actual para poder abastecer de semilla de variedades mejoradas (BCN, 2000; INTA, 1999; MAG-FOR, 2000; citados por Mercado y Méndez, 2002) a todos los agricultores que cultivan esta especie en las diferentes regiones agroecológicas del país, por lo que el uso de variedades locales directamente en la producción es considerada una alternativa real. Se conoce que la mejora de plantas es un proceso continuo (Vega, 1988) en donde la evaluación de materiales genéticos es una actividad fundamental, por tal motivo se realizó el presente trabajo de investigación a fin de valorar la diversidad presente en poblaciones de frijol común cultivadas actualmente por los agricultores en diferentes regiones de Nicaragua y el comportamiento agronómico de las mismas. Tomando en cuenta lo anterior la presente investigación se realizó en base a los objetivos que se describen en el siguiente acápite.

II. OBJETIVOS

Objetivo General

Con el presente trabajo se pretende contribuir a un mayor conocimiento, acerca de la variabilidad presente en las poblaciones locales de frijol común.

Objetivos Específicos

1. Evaluar el comportamiento de 14 poblaciones de frijol común en cuanto a caracteres morfológico, fenológicos y de rendimiento.
2. Determinar si existen diferencias significativas entre dichas poblaciones clasificadas por color de semillas y entre materiales genéticos dentro del grupo de granos rojos.

En base a los objetivos descritos anteriormente se planteó la siguiente hipótesis: Las poblaciones locales de frijol común presentan altos niveles de diversidad en cuanto a su comportamiento agronómico y caracteres cuantitativos, de igual manera se considera que el color de semilla es un criterio útil para la diferenciación de las poblaciones.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del lugar

El ensayo se estableció en la estación experimental “La Compañía” localizada en el municipio de San Marcos, Carazo, situada a 11° 54' latitud norte y a 86° 9' longitud oeste y a una altura aproximada de 450 m.s.n.m. La temperatura promedio anual es de 26 °C con precipitación promedio de 1200 a 1500 mm por año y una humedad relativa del 85 % (INETER, 1999). La precipitación y temperatura registradas durante el establecimiento del ensayo se aprecia a continuación.

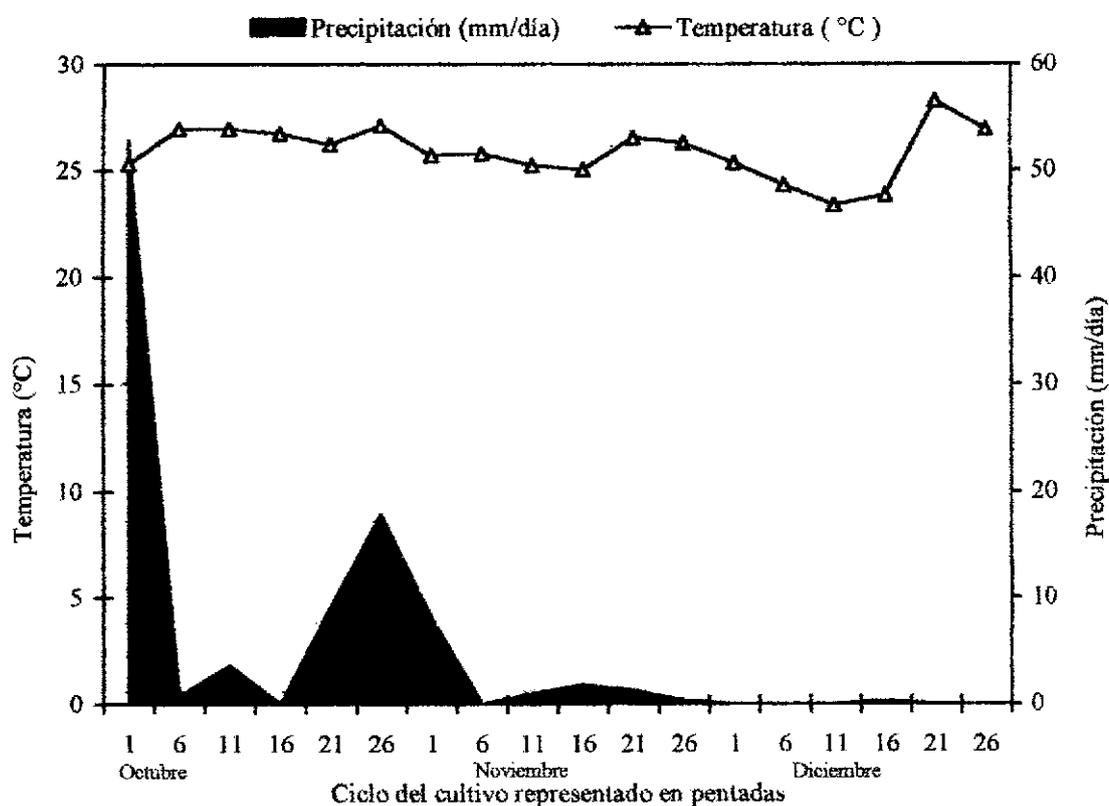


Figura 1. Comportamiento en pentadas de la temperatura y la precipitación en la Estación Experimental “La Compañía” durante el periodo postrera 2000.

3.2 Tratamientos a evaluar

El material genético evaluado consistió en 13 poblaciones locales de frijol común colectados en diferentes zonas de Nicaragua y un testigo nacional (DOR-364). Sus características en cuanto a color, nombre local y lugar de recolecta se describen en la siguiente tabla:

Tabla 1. Materiales genéticos evaluados en la estación experimental “La Compañía”, San Marcos, Carazo.

Material Genético	Color	Nombre local	Localidad	Municipio	Dpto.
V-1	Rojo	Chile rojo	Santa Rosa	Condega	Esteli
V-6	Rojo	Rojo criollo	palo quemado	Diriomo	Granada
V-9	Rojo	Rojo criollo	Guarumo	Nandaime	Granada
V-12	Café	Frijol kaki	El Horno	San Ramón	Matagalpa
V-16	Rojo	Rojo criollo	Sant Cruz	Santa Cruz	Esteli
V-17	Rojo	Chile rojo	Condega	Condega	Esteli
V-18	Rojo	Frijol rojo	San Fco. del Gamalote	Juigalpa	Chontales
V-19	Café-oscuro	Frijol mono	Pantasma	Pantasma	Jinotega
V-21	Crema suave	Gualiceño	Jinotega	Jinotega	Jinotega
V-22	Rojo	Chile cuarentano	Yali	Yali	Condega
V-26	Rojo	Rojo criollo	Monte Grande	Nandaime	Granada
V-29	Rojo	Rojo criollo	Santa Lucía	Santa Lucía	Boaco
V-30	Rosado	Bayo	El Loro	San Juan del Sur	Rivas
DOR-364	Rojo oscuro	DOR-364	INTA		

Dpto: Departamento.

3.3 Manejo agronómico

La preparación del suelo se realizó de forma mecanizada siguiendo el sistema de labranza convencional. La siembra se efectuó en época de postrera el día 12 de Octubre del 2000, de forma manual a razón de una semilla por golpe y espaciamiento de 10 centímetros entre planta y 50 centímetros entre surco, con una densidad poblacional de 160 plantas por parcela. Como fertilizante se aplicó la fórmula completa 18-46-0 al momento de la siembra a chorrillo en el fondo de surco a razón de 120 kg/ha, correspondiendo a 96 gramos del producto por parcela experimental (8.0 m²). El control de malezas se realizó de forma manual cuando fue necesario, manteniendo el área experimental razonablemente libre de malezas en los primeros 21-28 días del ciclo vegetativo del cultivo, correspondiendo éste al período crítico. Para el control de plagas se utilizó el método convencional empleando metamidofos (O,S- dimetil amidotiofosfato) a razón de 1.4 litros por hectárea. Con relación a la cosecha, se realizó de manera manual cuando las poblaciones presentaron en su mayoría defoliación en un 85 a 90 %.

3.4 Variables a evaluar

Para la evaluación de las características fenotípicas de las poblaciones estudiadas se siguieron las indicaciones planteada por Muñoz *et al.*, (1993).

3.4.1 Al momento de la floración

Días a inicio de floración y días a floración. Estas variables se calcularon como días después de la siembra sobre una muestra de 30 plantas por parcela útil, en las que se realizaron cinco muestreos para determinar la aparición de la primera flor en al menos una planta. Estos valores permitieron el cálculo de la segunda variable, considerándose ésta cuando las poblaciones en estudio presentaron al menos una flor abierta, en el 50 % de las plantas muestreadas.

Longitud del tallo principal. Se determinó sobre una muestra de 20 plantas tomadas al azar de la parcela útil, midiéndose en centímetros desde el cuello del tallo a nivel de la superficie del suelo hasta el último meristema apical al final de la floración.

3.4.2 Al momento de la madurez fisiológica

Días a inicio de madurez fisiológica y días a madurez fisiológica. Estas variables se calcularon como días después de la siembra sobre una muestra de 30 plantas por parcela útil en las que se realizaron ocho muestreos a partir de los 50 días después de la siembra para determinar el inicio de madurez fisiológica, es decir un cambio de color de una vaina en cualquier planta de la muestra estudiada y el momento en el que el 50% de las plantas de la muestra alcanzaron dicha etapa fenológica.

Presencia de enfermedades virales. Se evaluó en base a dos variables, las cuales se describen a continuación: Incidencia de virus: se determinó de una muestra de 20 plantas tomadas al azar a los 57 días después de la siembra, determinándose el porcentaje de plantas afectadas de la muestra. Severidad de virus: se determinó en base a la proporción de tejido afectado en cada una de las plantas que mostraron los síntomas de la(s) enfermedad(es) viral(es). Posteriormente se calculó el valor promedio de afectación por planta.

3.4.3 Al momento de la cosecha

Longitud de las vainas. Esta evaluación se realizó tomando una muestra de 15 plantas de los surcos centrales de la parcela útil y de cada planta se tomaron tres vainas correspondientes al cuarto nudo, considerando como nudo número uno el de los cotiledones. La medición se realizó en centímetros, desde su inserción en el pedicelo hasta el extremo libre del ápice.

Anchura de las vaina. Para su determinación se tomaron 15 plantas de los surcos centrales y de cada una de éstas plantas se tomó tres vainas, midiéndose en centímetros, en la parte más amplia de la vaina, entre las suturas dorsal y ventral.

3.4.4 Rendimiento y sus componentes

Número de vainas por planta. Se contó el número de vainas con al menos una semilla viable en 15 plantas elegidas al azar de la parcela útil, determinándose posteriormente el promedio por planta.

Número de semillas por vaina. Para su determinación se emplearon las mismas vainas utilizadas para determinar longitud y anchura de vaina, se contó el número de semillas que contenía cada vaina, calculándose después el promedio de semillas por vaina.

Peso de 100 semilla. Para su cálculo se utilizaron cuatro repeticiones de 100 semillas cada una y posteriormente se determinó el valor promedio. Los resultados se expresaron en gramos estandarizando el peso a un 14% de contenido de humedad de la semilla siguiendo las normas internacionales de la ISTA (1996).

Plantas cosechadas. Se determinó en base al número de plantas cosechadas de los dos surcos centrales de la parcela útil de cada material genético, promediándose el valor de las cuatro repeticiones.

Rendimiento por parcela útil. Para su determinación se cosecharon todas las plantas de la parcela útil calculándose posteriormente el valor promedio de cada material genético. Los resultados se expresaron en gramos / parcela estandarizando el peso a un 14 % de contenido de humedad de la semilla.

3.5 Dimensiones del experimento

El experimento consistió en un Bifactorial jerárquico en Bloques Completos al Azar (BCA) con cuatro repeticiones. El área total del experimento consistió de 532 m², siendo el área de la unidad experimental de 4 x 2 metros (8 m²) con cuatro surcos separados a 0.5 metros. El área de la parcela útil fue de 3 m², equivalente a los dos surcos centrales.

3.6 Análisis Estadístico

Los datos obtenidos de las variables cuantitativas se sometieron a análisis de varianza, en base al siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_j + \tau\alpha_{i(j)} + \varepsilon_{ijk};$$

en donde:

Y_{ijk} = Variable dependiente.

μ = Media general (efecto común para cualquier observación).

β_k = Efecto de bloque.

α_j = Efecto de color.

$\tau\alpha_{i(j)}$ = Efecto de material genético dentro de color.

ε_{ijk} = Efecto aleatorio de variación (error experimental).

Para las comparaciones de medias se utilizó la Diferencia Mínima Significativa a un nivel de probabilidad del 0.05, comparando el valor promedio del grupo de color rojo de semilla versus el valor promedio de cada uno de los grupos de colores de semilla rosado, rojo oscuro, café, café oscuro y crema suave. Los análisis se realizaron empleando el paquete estadístico JMP 4.05 (SAS, 2000)

IV RESULTADOS

4.1 Resultado general de varianza

De forma general, en el análisis de varianza (Tabla 2), se encontró diferencias estadísticamente significativas, tanto entre poblaciones clasificadas por color de semilla, así como dentro del grupo de poblaciones de grano rojo, para variables en etapa reproductiva, componentes del rendimiento y rendimiento.

Tabla 2. Cuadrado medio y significancia estadística para las variables en estado reproductivo, componentes del rendimiento y rendimiento de las poblaciones evaluadas en la estación experimental "La Compañía" Durante la postrera del 2000.

Fuentes	IF	F	LTP	MF	LDV	ADV	NDVP	NDGV	P100S	PC	R
Bloque	0.6ns	1.9ns	231.1ns	3.9ns	0.3ns	0.001ns	3.9ns	0.2ns	1.9ns	112.0ns	5128.6ns
Color	31.5***	25.5ns	253.9ns	121.4***	1.3***	0.009***	17.4***	0.5**	12.3***	730.4***	28595.7**
MG(C)	7.2***	5.5**	354.3ns	50.9***	0.5**	0.003***	4.3ns	0.1ns	10.7***	60.6ns	13727.4*
Error	0.4	0.6	287.3	2.0	0.1	0.0008	2.17	0.1	1.3	71.1	5606.2
C.V %	2.1	2.3	18.7	2.4	3.7	3.3	11.6	5.7	6.4	15.6	15.24

MG (C): Material genético dentro de color; C.V: Coeficiente de variación; %: Porcentaje; IF: Inicio de floración; F: Floración; LTP: Longitud del tallo principal; MF: Madurez fisiológica; LDV: Longitud de vaina; ADV: Ancho de vaina; NDVP: Numero de vainas por planta; NDGV: Numero de granos por vaina; P100S: Peso de cien semillas; PC: Plantas cosechadas; R: Rendimiento; ns: No significativo; *: Significancia al 0.05; **: significancia al 0.01; ***: significancia al 0.001.

Los resultados obtenidos en este ensayo, para las variables cuantitativas en las que se detectaron diferencias significativas correspondientes a los efectos estudiados en el modelo estadístico descrito en materiales y métodos, se aprecian en la siguiente tabla:

Tabla 3. Valores promedios y significancia estadística entre poblaciones de grano rojo y entre materiales genéticos agrupados por color de semilla para diferentes características fenotípicas

Color	MatGen	IF (dds)	F (dds)	MF (dds)	LDV (cm)	ADV (cm)	NDVP (N ^o)	NDGV (N ^o)	P100S (g)	PC (N ^o)	R (g/p)
Rojo	V-1	32.2	34.7	65.5	10.6	0.8			18.5		448.4
	V-6	30.2	32.5	58.5	9.9	0.8			15.3		420.7
	V-9	30.5	32.0	57.2	10.2	0.8			14.9		426.8
	V-16	29.0	31.0	54.5	10.3	0.9			18.9		587.3
	V-17	28.0	31.0	53.5	10.5	0.9			19.2		528.1
	V-18	28.2	31.7	58.0	9.5	0.8			16.1		453.0
	V-22	28.7	31.2	54.5	10.2	0.9			17.8		514.0
	V-26	29.7	31.7	55.7	9.9	0.8			15.7		548.5
	V-29	28.7	31.2	57.7	10.1	0.8			16.7		517.8
Rojo (Prom.)		29.5	31.9	57.2	10.2	0.8	12.1	5.9	17.0	66.7	493.8
Café	V-12	33.7*	36.0*	65.5*	10.8*	0.9*	13.3ns	6.5*	17.8ns	66.0ns	505.5ns
Café oscuro	V-19	31.7*	33.7*	61.5*	10.4ns	0.9*	13.3ns	6.0ns	19.9*	43.7*	390.1ns
Crema suave	V-21	28.7ns	31.0ns	57.2ns	9.5*	0.9*	12.2ns	5.5ns	19.2*	67.7ns	542.5ns
Rojo oscuro	DOR-364	33.5*	35.7*	64.0*	11.0*	0.8ns	16.9*	6.0ns	19.7*	27.5*	391.3ns
Rosado	V-30	27.5*	31.0ns	51.5*	10.2ns	0.9*	13.2ns	6.3ns	17.3ns	68.7ns	603.6*
DMS $\alpha_{0.05}$		0.91	1.08	2.03	0.5	0.04	2.1	0.49	1.63	12.04	107

MatGen: Material Genético; IF: Inicio de floración; F: Floración; MF: Madurez fisiológica; LDV: Longitud de vaina; ADV: Ancho de vaina; NDVP: Número de vainas por planta; NDGV: Número de granos por vaina; P100S: Peso de cien semillas; PC: Plantas cosechadas; R: Rendimiento; ns: No significativo; *: Significativo al 5 %; prom: Promedio; cm: Centímetros; g/p: Gramos/parcela ; dds: Días después de la siembra; No : Número.

4.2 Al momento de la floración

4.2.1 Inicio de floración y floración.

El inicio de floración estuvo comprendido entre 27.5 y 33.7 y la floración entre 31 y 36 días después de la siembra, destacándose las variedades locales V-30 y V-12 como la más precoz y tardía, respectivamente (Tabla 3). Al comparar el valor promedio del grupo de poblaciones de grano rojo con los grupos de poblaciones de otros colores, éste mostró valores similares para inicio de floración con la población V-21 (color de semilla crema suave), únicamente y para floración con la población recién mencionada y, además con la V-30 (color de semilla rosado) siendo la principal características de estos materiales su precocidad. El resto de poblaciones agrupadas por color de semilla (V-12 color de semilla café, V-19 color de semilla café oscuro y DOR-364 color de semilla rojo oscuro) resultaron más tardías para las variables en estudio. Dentro del grupo de poblaciones de color de semilla rojo también se registraron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,01$), para las variables inicio de floración y floración (Tabla 2). Al observar los resultados obtenidos se encontró que la población V-17 (chile rojo)

mostró los menores valores y V-1 (chile rojo), los mayores tanto en la variable inicio de floración así como en floración (Tabla 3).

4.3 Madurez fisiológica

4.3.1 Descripción de la variabilidad dentro de poblaciones

En la figura siguiente se describe el comportamiento de cada una de las poblaciones estudiadas con relación a la variable madurez fisiológica. Tal y como se describió en materiales y métodos, el registro de cambios en la coloración de las vainas inició a los 50 días después de la siembra y dado que los materiales genéticos en estudio mostraron diferentes niveles de precocidad en algunos casos, como en las poblaciones V-22, V-16, V-17 y V-30, no fue posible determinar el inicio de ésta fase fenológica. La línea horizontal en la parte central de la Figura 2 refleja el 50% y sirve para indicar el tiempo en que una determinada población alcanzó la madurez fisiológica.

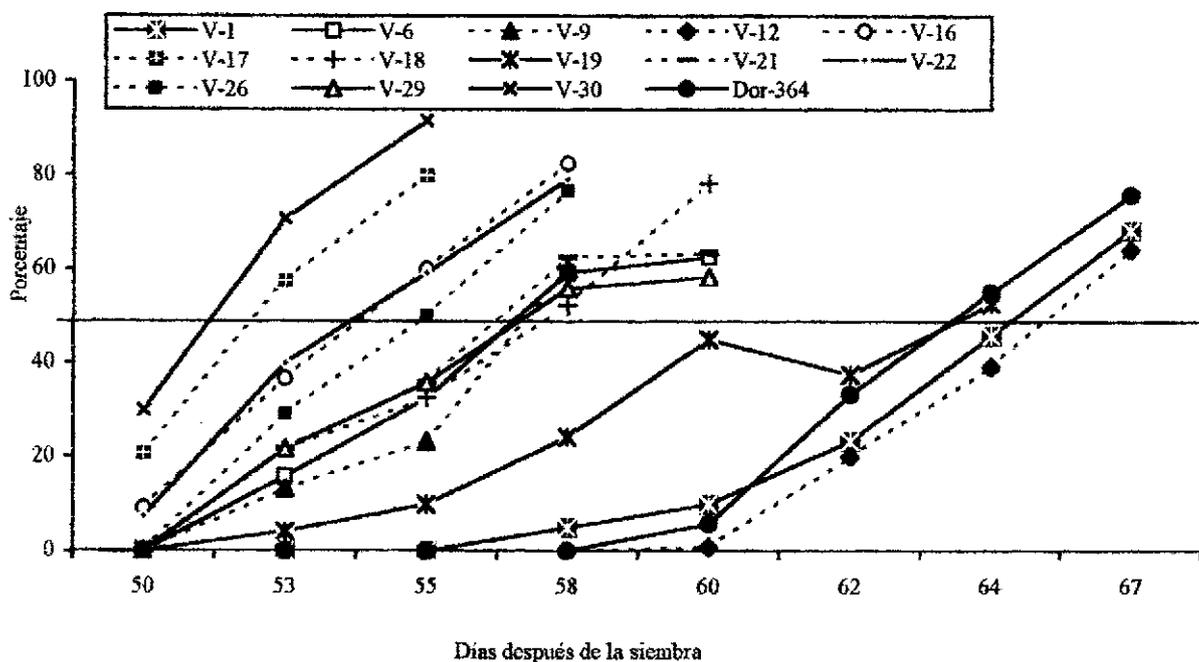


Figura 2. Días a madurez fisiológica de las poblaciones evaluadas en la estación experimental "La Compañía", Carazo, en postrera del 2000.

En la figura anterior se pueden apreciar tres grupos de poblaciones de acuerdo al tiempo en que alcanzaron la madurez fisiológica: el primero está conformado por las poblaciones más precoces que son: V-16, V-17, V-22, V-26, y V-30; el segundo por las poblaciones V-6, V-9,

V-18, V-21 y V-29; por último el grupo conformado por las poblaciones V-1, V-12, V-19 y DOR-364, que resultaron las más tardías.

4.3.2 Cuantificación de la variabilidad

Los valores promedios del número de días a madurez fisiológica entre grupos de poblaciones clasificadas por color de semillas y entre poblaciones dentro del grupo de color de semilla rojo resultaron significativamente distintos para la variable en mención ($p < 0.001$) Tabla 2. El valor promedio del grupo de poblaciones de grano rojo (57.2 días después de la siembra) resultó significativamente inferior a los valores mostrados por las poblaciones de color de semilla café (V-12), Café oscuro (V-19) y rojo oscuro (DOR-364) y significativamente superior al valor mostrado por la población de color de semilla rosado (V-30); por último, la población de color de semilla crema (V-21) mostró un valor estadísticamente similar al valor promedio del grupo de poblaciones de grano rojo (Tabla 3).

4.3.3 Presencia de enfermedades virales

En la siguiente figura se reflejan los valores mostrados por las diferentes poblaciones con relación a la incidencia y severidad de enfermedades virales que se presentaron durante el ciclo del cultivo.

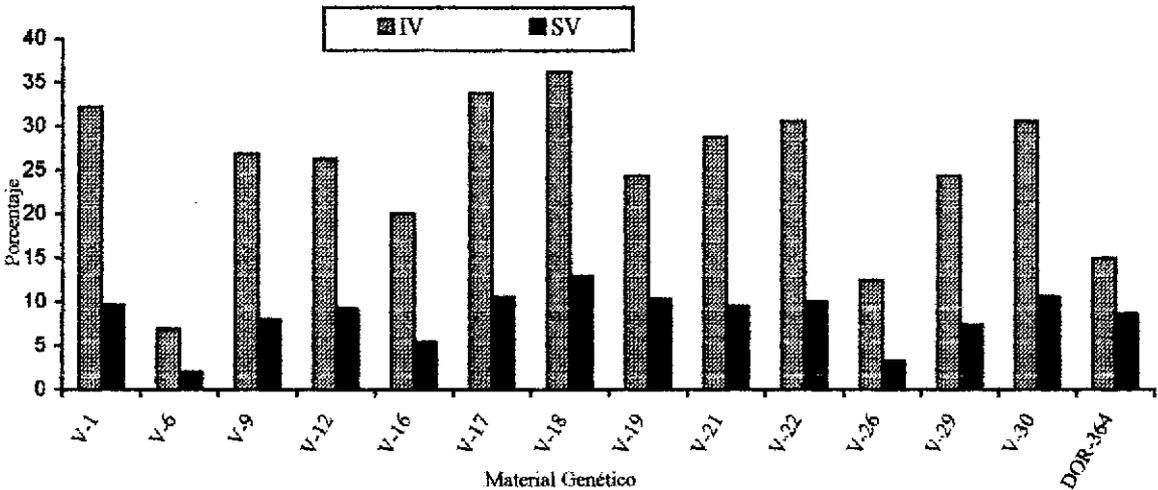


Figura 3. Evaluación de la incidencia (IV) y severidad (SV) de enfermedades virales en las poblaciones de frijol común bajo las condiciones de la estación experimental “La Compañía”.

Bajo el ambiente característico de la estación experimental “La Compañía” se determinó la incidencia de virus en las poblaciones evaluadas, encontrándose que los materiales genéticos V-1 (chile rojo), V-18 (frijol rojo), V-17 (chile rojo), V-22 (chile cuarentano), V-30 (rosado), V-19 (café oscuro) y V-12 (café), presentaron los mayores porcentajes de incidencia de virus y las poblaciones V-26 (rojo criollo) y V-6 (rojo criollo) los menores. Con relación a severidad, las poblaciones que presentaron un mayor porcentaje fueron V-22 (chile cuarentano), V-18 (frijol rojo), V-19 (frijol mono), V-17 (chile rojo), V-30 (rosado) y, con el menor porcentaje resultó la población V-6 (rojo criollo).

4.4 Al momento de la Cosecha

4.4.1 Longitud de vaina

Con relación a esta variable, el valor promedio de longitud de vaina del grupo de poblaciones de grano rojo difirió significativamente de los valores mostrados por las poblaciones café (V-12), rojo oscuro (DOR-364) y crema suave (V-21), mostrando los dos primeros grupos valores estadísticamente superiores y el último un valor menor al manifestado por el grupo de poblaciones de grano rojo (Tabla 3). Con relación a los grupos de poblaciones de color de semilla café oscuro (V-19) y rosado (V-30), el valor promedio de longitud de vaina de cada uno de estos grupos no difirió estadísticamente del valor promedio mostrado por el grupo de poblaciones de grano rojo (Tabla 3). Dentro del grupo de poblaciones de grano rojo se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las mismas (Tabla 2), siendo los materiales V-1 y V-17 provenientes de Condega, Estelí, con las mayores longitudes de vainas (Tabla 3).

4.4.2 Ancho de vaina

El grupo de poblaciones de grano rojo y la población de grano de color rojo oscuro mostraron un valor promedio similar para la variable ancho de vaina (0.8 cm), aunque dicho valor fue significativamente inferior al mostrado por el resto de poblaciones agrupadas por color de semilla (Tabla 3). Con relación al grupo de poblaciones de color de semilla rojo se encontró diferencias significativas entre las mismas ($P < 0.01$), manifestando las poblaciones V-16, V-17 y V-22 un mayor ancho de vaina con 0.9 centímetros.

4.5 Rendimiento y sus componentes

4.5.1 Número de vainas por planta

Entre los materiales agrupados por color de semilla los resultados fueron estadísticamente similares, exceptuando la población rojo oscuro (DOR-364), la cual presentó un mayor valor promedio de vainas por planta (16.9), siendo ésta una de las razones principales del alto potencial de rendimiento de dicha variedad mejorada (Tabla 3). Por otro lado, dentro del grupo de poblaciones de grano rojo no se detectaron diferencias significativas entre las mismas para la variable en estudio (Tabla 2).

4.5.2 Número de granos por vaina

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza, únicamente el efecto color resultó significativo para esta variable (Tabla 2), presentando el grupo de poblaciones de grano rojo un valor promedio estadísticamente similar al resto de grupos de poblaciones de color diferente al rojo, con excepción de la población de color de semilla café (V-12), que manifestó el mayor número de semillas por vaina con un promedio de 6.5 (Tabla 3).

4.5.3 Peso de cien semillas

El carácter peso de cien semillas mostró variabilidad entre las poblaciones agrupadas por color de semilla, encontrándose que el valor promedio del grupo de poblaciones de color de semilla rojo resultó significativamente inferior a los valores promedios mostrados por las poblaciones de color de semilla crema suave (V-21), rojo oscuro (DOR-364) y café oscuro (V-19), siendo este último el que mostró el mayor peso para esta variable (Tabla 3). Para las poblaciones dentro del grupo de color de semilla rojo se observó gran variación en esta variable, encontrándose un rango entre 14.9 y 19.2 gramos, correspondiendo estos valores a las poblaciones V-9 y V-17, respectivamente.

4.5.4 Plantas cosechadas

Según el análisis de varianza únicamente el efecto color resultó significativo en la variable número de plantas cosechadas (Tabla 2). Solamente los valores promedios presentados por las poblaciones de color de semilla café oscuro (V-19) y rojo oscuro (DOR-364) difirieron significativamente del valor promedio mostrado por el grupo de poblaciones de grano rojo.

Dichas poblaciones (V-19 y DOR-364) manifestaron el menor número de plantas cosechadas por parcela útil, viéndose más afectada la última población (DOR-364) siendo esta una de las principales razones del bajo rendimiento de estas poblaciones en el presente experimento (Tabla 3).

4.5.5 Rendimiento

Con relación a esta variable, el valor promedio de rendimiento del grupo de poblaciones de grano rojo difirió significativamente del valor mostrado por la población de color rosado (V-30) únicamente, presentando ésta el mayor valor para la variable en mención con un rendimiento promedio de 603.6 gramos por parcela útil (Tabla 3).

Dentro del grupo de materiales de grano rojo, al observar los resultados de la Tabla 3 se puede apreciar que las poblaciones V-16 (rojo criollo, Santa Cruz, Estelí) y V-26 (rojo criollo, Nandaime, Granada) mostraron los mayores rendimientos, y la población V-6 (rojo criollo, Diriomo, Granada) con el menor rendimiento.

V. DISCUSIÓN

El propósito del presente trabajo fue evaluar el comportamiento agronómico de 14 poblaciones de frijol común y a la vez determinar el grado de variabilidad presente tanto entre poblaciones individuales de color de semilla rojo, así como entre grupos de poblaciones considerando como criterio de clasificación el color de semilla.

Al comparar el valor promedio del grupo de poblaciones de grano rojo con los valores promedios del resto de poblaciones consideradas cada una como un grupo, se pudo apreciar diferencias significativas para todas las variables consideradas en el presente estudio, con excepción de la variable longitud del tallo principal. Igual comportamiento se observó al realizar comparaciones individuales entre las poblaciones de grano rojo, con excepción de las variables longitud del tallo principal, número de vainas por planta y número de granos por vaina. La variación encontrada en las poblaciones puede estar relacionado a como lo mencionan Esquinas (1983) y Cortés (1995), con la naturaleza propia de las variedades locales, en donde es común encontrar diferentes grados de variación tanto entre como dentro de ellas, así como una amplia diversidad genética, inclusive entre poblaciones que se asemejen en cuanto a coloración de sus semillas. Por otra parte esta variabilidad también puede estar relacionada con la selección practicada por los agricultores, debido a la aceptabilidad o no por parte de los consumidores de determinados tipos de color de semilla (Llano y Vanegas, 1997).

Una de las características principales de las variedades locales de frijol común es su precocidad (Tapia, 1987) y en el presente estudio se pudo comprobar lo anterior no solamente en las poblaciones de color de semilla rojo, sino en otras como en las poblaciones V-21 y V-30 de color de semilla crema suave y rosado, respectivamente; siendo esta última población la más precoz de todas con 51.5 días después de la siembra a madurez fisiológica. Las poblaciones más tardías fueron aquellas con coloraciones de semilla café (V-12), café oscuro (V-19), rojo oscuro (DOR-364) y solamente una población de color de semilla rojo (V-1). Esto último resulta interesante, ya que es un indicativo de que dentro de las poblaciones de grano rojo existe diversidad en lo relacionado a la duración del ciclo vegetativo. Además, lo anterior pone en evidencia que el color de semilla, a pesar de ser un criterio ampliamente utilizado para la diferenciación de las poblaciones de frijol común, no siempre es indicativo seguro de ello lo que puede depender en un momento dado del carácter que se esté empleando para la clasificación de dichas poblaciones.

La capacidad de rendimiento de un cultivar está íntimamente relacionado con su ciclo vegetativo y diversos autores (Laing *et al.*, 1984) han manifestado que los materiales más tardíos tienden a presentar los mayores rendimientos. En el presente trabajo la variedad DOR-364 resultó una de las más tardías; sin embargo, al igual que la población V-19, presentó el menor rendimiento siendo la razón principal de esto el menor número de plantas cosechadas de la parcela útil. Durante su crecimiento en campo, la variedad DOR-364 se vio fuertemente afectada por la enfermedad conocida como virus del mosaico severo del frijol, lo que redujo la población de plantas significativamente (Tabla 3). Al analizar algunos de los componentes de rendimiento de esta variedad como son el peso de cien semillas (19.7 g) y el número de vainas por plantas (16.9), claramente se puede tener una idea del potencial de rendimiento de dicha variedad en comparación con el resto de variedades locales.

Otra característica de las variedades locales de frijol común es su susceptibilidad a distintas enfermedades ocasionadas por diferentes patógenos (Tapia, 1987; Cardona *et al.*, 1997). En la Figura 3 se puede apreciar que todas las poblaciones locales de frijol común se vieron afectadas por enfermedades virales en mayor o menor grado, aunque los niveles de incidencia y severidad no sobrepasaron el 37 y 13%, respectivamente (Figura 3), de plantas afectadas en la muestra estudiada; sin embargo, en la mayoría de los casos la presencia de dichas enfermedades no ocasionó una reducción en el número de plantas cosechadas; por lo que su efecto negativo en el rendimiento final se puede entender al estudiar el comportamiento de los componentes del mismo, sobre todo en lo referente a número de vainas por planta y peso de cien semillas, siendo los valores de estas variables en las poblaciones de grano rojo, menores a los mostrados por la variedad DOR-364 (Tabla 3). Con relación al peso promedio de granos maduros en arroz, el CIAT (1986) menciona que la disminución del mismo puede deberse a dos aspectos: fallas en el proceso de desarrollo lo que afecta a la cáscara al no alcanzar ésta su tamaño normal y a una restricción en la fabricación del almidón o en su almacenamiento dentro de la espiguilla. Ambas condiciones son generalmente el resultado de insuficiencia de luz y nutrimentos, así como de enfermedades en las hojas. Es posible que lo anterior haya ocurrido en las poblaciones locales en estudio, sobre todo en lo concerniente a las enfermedades.

VI. CONCLUSIONES

En base a los resultados y discusión anteriormente descritos se pueden mencionar las siguientes conclusiones:

- 1 Bajo las condiciones ambientales del centro experimental "La Compañía", la presente investigación permitió encontrar diferencias significativas, tanto entre poblaciones individuales de grano rojo así como entre grupos de poblaciones clasificadas por color de semilla para la mayoría de los caracteres evaluados.
- 2 Los materiales de color rosado (V-30) y crema suave (V-21), presentaron una mayor precocidad con respecto a las variables días a floración y madurez fisiológica, presentando valores de 27.5, 51.5 y 28.7, 57.2 días después de la siembra respectivamente. Dentro de las poblaciones de grano rojo únicamente la población V-1 (Chile rojo Condega, Estelí), resultó tardía al igual que las poblaciones de color de grano café (V-12), café oscuro (V-19) y rojo oscuro DOR-364.
- 3 La presencia de enfermedades virales afectó a todas las poblaciones en mayor o menor grado, detectándose en el caso de las poblaciones locales más de una enfermedad. En el caso de la variedad mejorada DOR-364, ésta presentó síntomas de mosaico severo únicamente, lo que redujo de manera significativa el número de plantas cosechadas y por ende el rendimiento de dicha variedad.
- 4 A pesar de la presencia de enfermedades virales, algunas poblaciones locales mostraron rendimientos aceptables entre las que se tienen: la población de color de grano rosado (V-30), crema suave (V-21) y entre las poblaciones de grano rojo sobresalieron la V-16 y V-26, provenientes de Estelí y Granada, respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

1. Continuar la evaluación de estas poblaciones y en la medida de lo posible incluir un mayor número de poblaciones en los grupos representados por una sola población, como en el caso de las poblaciones de color café, café oscuro, crema suave y rosado.
2. Evaluar el comportamiento de éstas y otras poblaciones locales de frijol común con relación a las enfermedades más importantes bajo condiciones controladas que permita la identificación de individuos con ciertos niveles de tolerancia a dichas enfermedades.

VIII. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Cardona, C., C.A. Flor, F.J. Morales y M.A. Pastor Corrales. 1997. Problemas de campo en los cultivos de frijol en el trópico. CIAT. Cali, Colombia
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 2002. Acerca del frijol. [www. ciat. cgiar. org/beans/htm](http://www.ciat.cgiar.org/beans/htm)
- Centro Internacional de Agricultura (CIAT).1998. Componentes del rendimiento en arroz. Guía de estudio. Contenido Científico: Internacional Rice Research Intitute. Traducción y Adaptación. Oscar Arregóces. Cali, Colombia.
- Cortez, E. F. 1995. Evaluaciones de ochenta y nueve líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) obtenidos a partir de ocho poblaciones recolectadas en Nicaragua. Tesis de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 43 p.
- Crochemore, M. L. 1998. Variabilidad genética de alfalfa: Marcadores Agro morfológicos y moleculares Instituto Agronómico de Panamá, Londrina, Brasil. 59 p.
- Esquinas, J. T. 1983. Los recursos fitogenéticos, una investigación segura para el futuro. 4^{ta} Edición. Madrid, España. Neografis S. L. 44 p.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). Dirección de meteorología, tabla climatológica 1999.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International rules for seed testing. Rules 1996. Seed Sci Technol. 24 suplement. Roma 335 p.
- Laing, D.R.,P.G. Jones, and J.H.C. Davis.1984. Common beans (*phaseolus vulgaris* L.) In: Goldsworthy, P; R: and Fisher , N. (Eds).The physiology of tropical field crops. Wiley, NY, USA. p. 305-352.
- Llano G., A. 1981. Enfermedades del frijol. En: Curso de producción de frijol. Managua Nicaragua. p. 120-126.

- Llano G.,A. y Vanegas, J.A. 1997 Manual tecnológico para los cultivos maíz y frijol. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CNIA) Managua, Nicaragua.
- Montalbán N., G. 1993. Características y evaluación preliminar de treinta accesiones de Frijol común (*phaseolus vulgaris* L) Universidad Nacional Agraria. Managua Nicaragua. 101p.
- Mercado P., A. y Méndez M., C. 2002. Diagnóstico sobre el manejo de post- cosecha y la calidad inicial de semilla de granos básicos producida artesanalmente en cinco zonas de Nicaragua. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 28p.
- Muñoz, G; Giraldo, G y J. Fernández de Soto. 1993. Descriptores Varietales: arroz, frijol, maíz y sorgo. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 174 p.
- SAS Intitute.2000. JMP statistics and Graphics Guide. Version 4.05.SAS Instute, Cary, Nc.
- Tapia, H. 1987. Mejoramiento Varietal del fríjol en Nicaragua. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua. 20 p.
- Vega O. , U. 1988. Mejoramiento Genético de Plantas. Editorial América C.A. Maracay. Venezuela. 200 p.