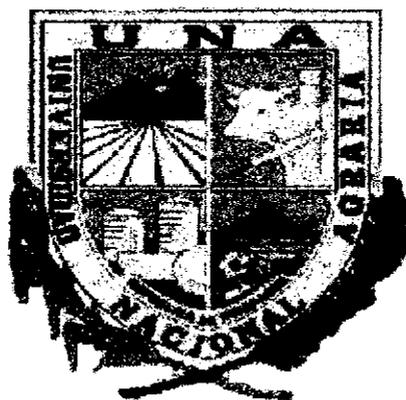


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
**PROGRAMA DE RECURSOS GENETICOS NICARAGÜENSES**



**TRABAJO DE DIPLOMA**

**TITULO**

**ESTUDIO AGROMORFOLOGICO DE 15 POBLACIONES DE FRIJOL COMUN**  
**(*Phaseolus Vulgaris* L) CONSERVADAS *IN SITU* Y *EX SITU***

**Presentado Por: SILVIA CORDERO GONZALEZ.**

**Asesor: Ing. MSc. OSCAR GÓMEZ GUTIÉRREZ.**

**Abril, 2002**

**Managua, Nicaragua**

## **INDICE GENERAL**

<b>Sección</b>	<b>Página</b>
<b>INDICE GENERAL</b>	<b>i</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b>	<b>iii</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>vii</b>
<b>I INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>II OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivos Específicos	3
<b>III MATERIALES Y METODOS</b>	<b>4</b>
3.1 Localización del estudio	4
3.2 Descripción del estudio	5
3.3 Material Genético	5
3.4 Manejo Agronómico	6
3.5 Análisis de los Datos	6
3.6 Variables Evaluadas	8
<b>IV RESULTADOS</b>	<b>10</b>
4.1 Análisis descriptivos de las variación observada en las 15 poblaciones	10
4.1.1 Características de la flor	10
4.1.1.1 Color de las alas	10
4.1.1.2 Color del limbo del estandarte	11
4.1.1.3. Color de las venaciones en los lóbulos del estandarte	11
4.1.1.4 Color del cuello del estandarte	12
4.1.1.5 Color del cáliz	13
4.1.2 Fenología	14
4.1.2.1 Días a inicio de floración y días a floración	14
4.1.2.2 Días a Madurez fisiológica	15
4.2 Cuantificación de las variabilidad en quince poblaciones de frijol	16

Continúa...

	<b>Sección</b>	<b>Página</b>
4.2.1	Días a inicio de floración y Días a floración	17
4.2.2	Altura de cobertura	17
4.2.3	Madurez fisiológica	18
4.2.4	Número de semilla por vaina	18
4.2.5	Peso de cien semillas	19
4.2.6	Índice de cosecha	20
4.2.7	Rendimiento por parcela útil	20
<b>V</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	<b>22</b>
5.1	Discusión general	22
<b>VI</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>24</b>
<b>VII</b>	<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b>	<b>25</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla no.</b>		<b>Página</b>
1	Origen de las poblaciones de frijol común conservadas <i>in situ</i> y <i>ex situ</i> utilizadas en este estudio	6
2	Significancia estadística para las variables cuantitativas de 15 poblaciones de frijol común ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	16
3	Efecto del tipo de conservación y color de semilla sobre días a la floración (dds) de 15 poblaciones de frijol común ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	17
4	Efecto del color de semilla y tipo de conservación ( <i>in situ</i> y <i>ex situ</i> ) sobre la altura de cobertura, días a inicio de floración y madurez fisiológica de poblaciones de frijol común ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	18
5	Efecto del tipo de conservación y color de semilla sobre el numero de semilla por vaina de 15 poblaciones de frijol común ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	19
6	Efecto del tipo de conservación y color de semilla sobre el peso de cien semillas (en gramos) de 15 poblaciones de frijol común ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	19
7	Efecto del tipo de conservación y color de semilla sobre el índice de cosecha de 15 poblaciones de frijol común ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	20
8	Efecto del tipo de conservación y color de semilla sobre el rendimiento (en gramos) por parcela útil de 15 poblaciones de frijol común ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	21

## INDICE DE FIGURAS.

<b>Figura No.</b>		<b>Página</b>
1	Comportamiento en pentadas de temperatura y precipitación en la estación experimental La compañía durante el período comprendido del 1º de Octubre al 30 de Diciembre del 2000	4
2	Variantes en el color de alas detectadas en 15 poblaciones locales de frijol común ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	10
3	Variantes en el color del limbo del estandarte de 15 poblaciones de frijol común ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	11
4	Color de las venaciones en los lóbulos del estandarte de 15 poblaciones de frijol común ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	12
5	Variantes en el color del cuello del estandarte de 15 poblaciones de frijol común ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	13
6	Color del cáliz de 15 poblaciones de frijol común ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	14
7	Días a inicio de floración y Floración de 15 materiales genéticos de frijol común ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	15
8	Comportamiento de la madurez fisiológica de 15 poblaciones de frijol común ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	16

## **DEDICATORIA.**

***Gracias Padre por dirigirme, ser mi Leit movit, mi halito de vida, mi momento de paz, mi minuto de fe.***

El presente trabajo de diploma representa el mayor logro de mi vida, por lo que quisiera dedicarlo a las personas que me dieron fuerzas a lo largo de mi vida, A mi abuela Socorro Balladares Morales (q.e.p.d) y a mi madre María Lourdes González Balladares, que este trabajo sea un homenaje por tantos esfuerzos que han hecho en toda su vida y nunca les fueron reconocido. A mis hermanos Karla, Laura, Wilfredo, Luis por apoyarme en todas las decisiones que he tomado en mi vida el haber hecho nacer en mi todo espíritu de superación. A mis tíos Ing. Orlando González, Lic. Wilfredo González, Lic. Daniel González, Lic. Melania González. por enseñarme de una forma muy particular la importancia de concluir mi carrera. A mis Padres cubanos Miriam Despaigne Lozada y Jesús Domínguez por todo el tiempo en que me apoyaron, protegieron y cuidaron sin pedir nada a cambio. A mi amigo, compañero, cómplice, pareja Paúl Mendoza por todo el apoyo incondicional brindado y la paciencia que tuvo todo este tiempo conmigo.

***Silvia Elena Cordero González***

## **AGRADECIMIENTO.**

A mi asesor Ing. MSc Oscar Gómez Gutiérrez, por haberme permitido tener el honor y la oportunidad de formar parte de su equipo de trabajo, por su ayuda en la realización de este documento, por sus comentarios útiles y por la confianza que deposito en nosotros todo este tiempo y por la cual se llevo a cabo esta investigación.

Al Ing. Miguel Ríos, por su apoyo, preocupación y ayuda a lo largo del desarrollo de este trabajo

A los profesores: Ing. MSc. Vidal Marín, Ing. Álvaro Benavides, Ing. MSc. Isabel Herrera, Ing. MSc. Víctor Aguilar por sus útiles comentarios y recomendaciones importantes al momento de revisión de este documento.

A mi amiga Martha Cajina, por su apoyo en la edición de este documento.

A mis amigos que me apoyaron a lo largo de mi carrera: Ing. Wilfredo Bejarano y Juan Ramón Maldonado por su apoyo y constancia, a mi amigo Marco Tulio por la confianza que siempre deposito en mí, Mariam, Alfredo, Vidal, Ottoniel, Roger por su amistad y apoyo en todos los años de estudio y por supuesto a Oswalt Jiménez por todos los momentos buenos y malos que pasamos juntos en el momento más decisivo, por todo el apoyo que recibí sobre todo en los tiempos más difíciles y al momento de iniciar este trabajo por todo ello muchas gracias, Ramiro y Alberto por todos las criticas y comentarios hechas a este documento

A todas estas personas mis mas sinceros agradecimientos.

***Silvia Elena Cordero González***

## **RESUMEN**

Los objetivos del trabajo fueron describir la variabilidad fenotípica presente tanto entre como dentro de las poblaciones evaluadas, y a su vez determinar los efectos de color de semilla y tipo de conservación (*ex situ* e *in situ*) sobre dicha diversidad. El estudio consistió en un experimento trifactorial, des balanceado y parcialmente anidado en un diseño de bloques completo al azar con tres repeticiones, cuyos factores de estudio fueron: Color de semilla, tipo de conservación y poblaciones anidadas dentro de cada uno de los factores. Se sometieron a análisis variables cualitativas de la flor, fenológicas y de producción (Rendimiento y sus componentes). Los resultados indicaron que el color de la semilla y el tipo de conservación resultaron ser los criterios principales de diferenciación de las poblaciones bajo estudiado destacándose el grupo de semilla de color café, la interacción de los efectos color de semilla y tipo de conservación resultaron significativas para el rendimiento, cierto de sus componentes e índice de cosecha, mostrando los materiales genéticos de color de grano crema y conservadas actualmente por los agricultores los mayores valores para la variable antes mencionadas. Las poblaciones conservadas *in situ* comparadas a las conservadas *ex situ*, presentaron valores diferentes para las variables bajo estudio.

## I. INTRODUCCION

En el grupo de las leguminosas comestibles se encuentra el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) planta anual, herbácea y diploide. Debido a la extensa distribución de los ancestros silvestres del frijol común, el sitio exacto de domesticación ha sido materia de especulación. Los datos de diversidad sugieren que el frijol común cultivado se origina de múltiples domesticaciones desde Meso América hasta los Andes de Sur América, por ello tanta variabilidad en forma, tamaño y color (Singh *et al.*, 1991). Para la población de los países Centro Americanos constituye un complemento nutricional indispensable en la dieta alimenticia (White, citado por Agurto y Cuadra, 1999), siendo el segundo cultivo en importancia en la alimentación básica nicaragüense por su alto contenido de proteína (22.7%) e igualmente rico en hierro, vitaminas y aminoácidos (Somarriba, 1997).

En Nicaragua el consumo per cápita por día de frijol común es, aproximadamente, de 38 gramos, lo que representa 14 kilogramos por año (INTA, 1985) superada solamente por el maíz (*Zea mays* L.), sin embargo a pesar de su importancia no ha logrado un desarrollo tecnológico comparado a otros granos (INTA, 1997). Se estima que el área de siembra destinada para este cultivo es de 625,314 hectáreas (CENIA, 1998), de éstas apenas se sembraron 171,505 hectáreas con un rendimiento promedio de 614.6 kilogramos por hectáreas para el ciclo agrícola 1999 – 2000 (CIPRES, 2001)

Tapia y Camacho (1988) señalan que gran parte de la producción es obtenida de la utilización de variedades locales (criollas y nativas), que permite disponer de una amplia adaptabilidad a las condiciones locales de producción, especialmente de los pequeños y medianos productores que siembran el 95% de la tierra dedicada al cultivo del frijol. Estos materiales genéticos conservados *in situ* por los agricultores a través de su utilización continua constituyen una parte importante de los recursos genéticos nacionales.

Durante los pasados veinticinco años, los recursos genéticos agrícolas han sido preservados *ex situ* en bancos de germoplasma, primeramente para usarlos como materia prima en el desarrollo de variedades modernas (Soleri y Smith, 1995). En los últimos años la conservación de los recursos genéticos agrícolas *in situ*, en fincas de agricultores, ha sido considerada como medida complementaria a la conservación *ex situ* (Maxted *et al.*, 1997). Bajo este enfoque la conservación de la diversidad genética radica en los agricultores, los que de manera continua mantienen y utilizan los recursos genéticos en su hábitat (Martín *et al.*, 1987), permitiendo que el proceso natural de evolución ocurra (Qualset *et al.*, 1997).

La diversidad genética conservada *ex situ* es para el mejorador convencional una fuente importante de genes específicos, por ejemplo resistencia a enfermedades e insectos, los que son transferidos a nuevas líneas o variedades ( Harlan, Plucknet *et al.*, citados por Soleri y Smith, 1995); sin embargo, los agricultores y fitomejoradores están interesados en la diversidad poblacional que permita a sus materiales genéticos mayor adaptación local para así lograr suplir sus necesidades básicas alimenticias, lo que se puede lograr a través de la conservación *in situ* (Soleri y Smith, 1995)

A pesar que las necesidades y objetivos de ambos grupos son totalmente diferentes, los programas de conservación *ex situ* e *in situ* han sido propuestas para satisfacer las necesidades de ambos grupos de usuarios (fitomejoradores y agricultores), (Frankel, citados por Soleri y Smith, 1995)

Dado que existe poca información acerca de los efectos del tipo de conservación (*in situ* y *ex situ*) sobre las poblaciones locales de frijol común, y tomando en cuenta la importancia que estos genotipos tienen como base del mejoramiento genético, y fuente principal de alimentos e ingresos económicos de pequeños y medianos productores se planteó el presente trabajo con los siguientes objetivos:

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Contribuir al conocimiento sobre las estrategias de conservación *in situ* y *ex situ* en poblaciones locales de frijol común.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Describir la variación de características fenotípicas evaluadas en cada una de las poblaciones bajo estudio.
- Determinar si existen diferencias significativas entre las poblaciones de frijol común agrupadas por el color de semilla.
- Evaluar la existencia de diferencias significativas entre grupos de poblaciones sometidas a distintas estrategias de conservación, así como también entre las poblaciones dentro de cada tipo de conservación evaluado.

Como hipótesis se planteó que las poblaciones de frijol común agrupadas por color de semillas y sometidas a formas y períodos diferentes de conservación; así como también aquellas que se encuentran dentro de un mismo tipo de conservación y color de semilla, presentan un comportamiento diferenciado para las variables consideradas en este estudio.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización del estudio

El presente estudio se estableció en el ciclo agrícola de postrera de Octubre a Diciembre del 2000 en la estación experimental “La Compañía” situada en Carazo en las coordenadas: 11°54' latitud norte y 86° 09' longitud oeste, a una altura de 450 msnm. La temperatura promedio para este ciclo fue de 26°, con una humedad relativa de 85% y precipitación promedio de 1200 – 1500 milímetros anualmente (INETER, 1999). Los suelos son de origen volcánico, pertenecen a la serie Masatepe, predominantemente de textura franca, moderadamente profundos, pendiente ligera, bien drenados, el contenido de potasio es medio con bajos niveles de fósforo. El comportamiento de la temperatura y las precipitaciones ocurridas durante el período en que se realizó el ensayo se describen en la figura 1

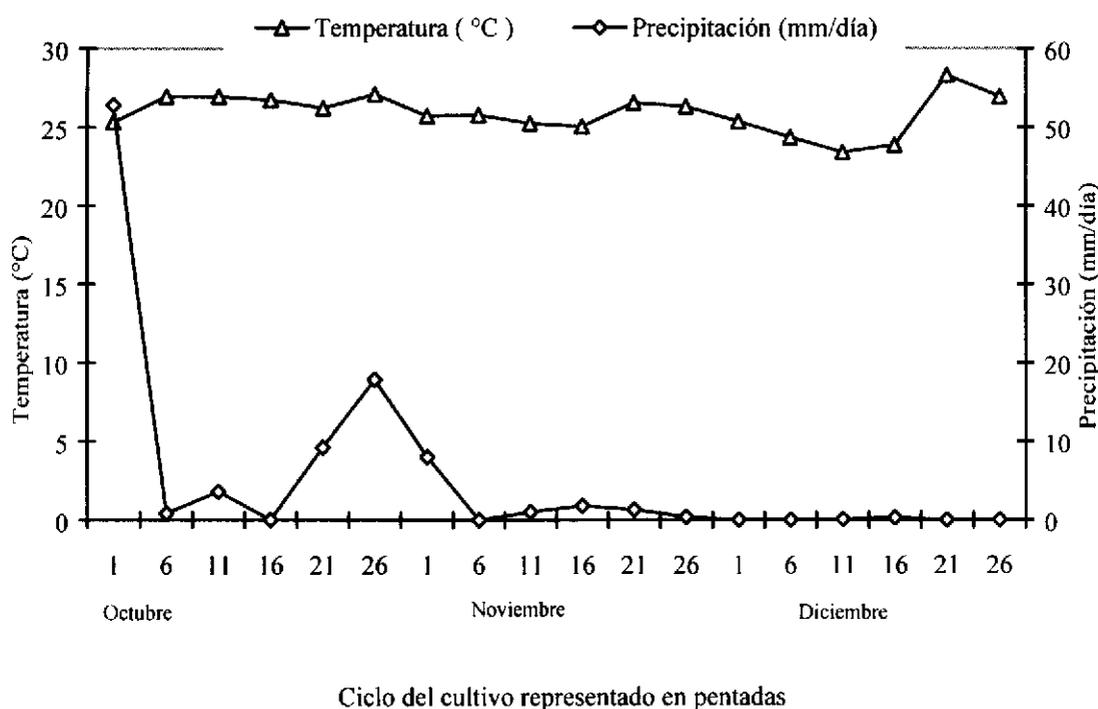


Figura 1. Comportamiento en pentadas de la temperatura y la precipitación en la Estación Experimental La Compañía durante el período comprendido del 1 de Octubre al 30 de Diciembre del 2000.

### **3.2 Descripción del estudio**

El estudio consistió en un experimento trifactorial, desbalanceado y parcialmente anidado, en un diseño de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones, cuyos factores de estudio fueron: Color de semilla, tipo de conservación y poblaciones anidadas dentro de cada uno de los factores antes descritos. Se consideró además en el modelo estadístico, la interacción del factor color de semilla con el tipo de conservación.

El área de la parcela fue de 15 m<sup>2</sup> con 5 surcos separados a 0.5 metros y de cinco metros de longitud, siendo el área de la parcela útil de 7.5 m<sup>2</sup>. La distancia de siembra entre plantas fue de 10 centímetros.

### **3.3 Material genético**

Con el propósito de evaluar posibles cambios en los valores promedios y en el patrón de crecimiento de algunas poblaciones locales de frijol común, se identificaron en la base de datos del Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN) y en la del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), accesiones que fueron colectadas en diferentes períodos de tiempo (Tabla 1) y provenientes de una misma localidad. De igual manera, sobre la base de la información anterior se visitó las mismas localidades y en algunos casos al mismo productor que había entregado muestras de su material a colectores del REGEN, a fin de encontrar la “misma” población y obtener una muestra para realizar el presente estudio. En algunos casos fue imposible encontrar la población colectada en el pasado por lo que incluyeron poblaciones del mismo material pero provenientes de diferentes localidades. Varios criterios se utilizaron para considerar dos o más poblaciones como las “mismas” o “similares”: Provenir de la misma localidad o cercana al sitio donde fueron colectadas en el pasado, conocimiento local del agricultor usuario o dueño de la población de interés y color de semilla. Se lograron conformar tres grupos de materiales siendo el color de semilla la principal característica distintiva. Estos se describen en la Tabla 1

Tabla 1. Origen, año y lugar de colecta de las poblaciones de frijol común conservadas *in situ* y *ex situ* utilizadas en el presente estudio

Color	Tipo de conservación						Sitio de colecta
	REGEN ( <i>ex situ</i> )		Finca ( <i>in situ</i> )		CIAT ( <i>ex situ</i> )		
	Accesión	Año	PL	Año	Accesión	Año	
Rojo	A-3008(r) A-3008(O)	1991	V-9 V-10 V-11	1999	G-2065	1965	El Guarumo, La Orilla, y La Granadilla. Nandaime, Granada.
Crema	A-3131(r) A-3131(O)	1992	V-21	1999	G-2129 G-17664	1965	Waslala, Matagalpa; Pantasma, Jinotega.
Café	A-1870(r) A-1870(o)	1987	V-19	1999	G-17663	1952	Rivas, Pantasma, Jinotega; Matagalpa.

PL: Población local o conservada *in situ*; Año: se refiere al año en que el material fue colectado y conservado *ex situ* ya sea en REGEN o CIAT. Las poblaciones locales no fueron sometidas a conservación *ex situ*. r: regenerado; o: original.

### 3.4 Manejo agronómico

Consistió en el manejo convencional que se la da al cultivo del frijol tal y como lo recomienda el INTA (1995): arado, gradeo y rayado con tractor, aplicación de dos quintales por manzana del fertilizante completo 12-30-10 y en casos necesarios, durante el desarrollo del cultivo, se hizo uso de insecticidas y funguicidas empleándose aquellos recomendados por la institución antes mencionada.

### 3.5 Variables evaluadas

*Días a inicio de floración* y *Días a la floración*: Estas variables se calcularon como días después de la siembra sobre una muestra de 20 plantas por parcela útil en las que se hacían observaciones diarias para determinar la aparición de la primera flor en al menos una planta. Este valor permitió calcular la variable días a inicio de floración. Con relación a la variable días a floración se consideró que la población había alcanzado dicha etapa fenológica (floración) cuando el 50% de las plantas muestreadas presentaron al menos una flor abierta. En ambas variables se practicó un análisis descriptivo y a su vez se realizó un análisis de varianza para corroborar algunas diferencias detectadas en el primer análisis.

*Color de alas, limbo del estandarte, venaciones en los lóbulos del estandarte y del cáliz:* Todas estas variables se midieron al momento de la floración para lo cual se tomó una muestra al azar de diez plantas en competencia completa por parcela, evaluándose cada variable con ayuda del cuadro de colores propuesto por Muñoz *et al.*, (1993).

*Altura de cobertura:* Esta variable se midió sobre una muestra de diez plantas tomadas de la parcela útil al final de la floración. Se evaluó determinando la distancia en centímetros desde el cuello de la raíz hasta la máxima altura del follaje.

*Días a madurez fisiológica:* Se calcularon como días después de la siembra sobre una muestra de 20 plantas por parcela útil en las que se hacían observaciones diarias para determinar un cambio de color en las vainas de cada planta muestreada. Se consideró que la población había alcanzado la madurez fisiológica cuando el 50% de las plantas que conformaban la muestra presentaron cambios en el color de las vainas. Los resultados de esta variable se sometieron a un análisis descriptivo y, a su vez, se realizó un análisis de varianza para corroborar algunas diferencias detectadas en el análisis anterior.

*Longitud de vainas:* Esta variable se determinó sobre una muestra de diez plantas de cada parcela útil tomando de cada planta tres vainas a las que se les midió su longitud, en centímetros, desde su inserción en el pedicelo hasta el extremo libre del ápice,

*Anchura de las vainas:* Para medir esta variable se usaron las mismas vainas utilizadas para determinar la variable anteriormente descrita. La anchura se determinó en centímetros en la parte más amplia de la vaina entre las suturas dorsal y ventral.

*Número de vainas por planta:* Se determinó en una muestra de diez plantas por parcela útil contabilizando el número de las vainas que tuvieran por lo menos una semilla viable.

*Número de semillas por vaina:* Para su medición se empleó la misma muestra utilizada para determinar longitud y anchura de vaina contando el número de semillas que contenía cada vaina calculándose, posteriormente, el promedio por vaina.

*Peso de cien semillas:* Esta variable se determinó siguiendo las normas internacionales del ISTA (1996), para lo cual se tomaron cuatro repeticiones de 100 semillas cada una determinando seguidamente, el peso de cada repetición en gramos, para obtener el valor promedio.

*Rendimiento:* Para su evaluación al momento de la cosecha primeramente se contó el número de plantas por parcela útil, la que estuvo conformada por los cuatro surcos centrales, se pesó la cantidad de grano obtenida y posteriormente se ajustó el peso al 14% de contenido de humedad de la semilla mediante la siguiente ecuación:

$$R = \frac{P(100 - \%H)}{86}$$

en donde R es el rendimiento final, P es el peso del grano al momento de la cosecha, %H es el contenido de humedad de la semilla expresado en porcentaje al momento de la cosecha, 100 y 86 son constantes.

*Índice de cosecha:* Su obtención fue posible a través de la siguiente ecuación:

$$IC = \frac{MSS}{MST}$$

En donde IC es el índice de cosecha, MSS es la materia seca de semilla en gramos, MST es la materia seca total de la planta en gramos.

### **3.6 Análisis de los datos**

Para las variables cualitativas se realizó un análisis descriptivo enfatizando la distribución de frecuencias de las mismas. Para el caso de las variables cuantitativas primeramente se realizó el análisis de varianza y posteriormente se procedió a realizar las comparaciones de interés mediante la prueba de la Diferencia Mínima Significativa LSD (siglas en ingles) al 5% de probabilidad. Los análisis se llevaron a cabo con ayuda del programa estadístico JMP 4.05 (SAS, 2001).

El modelo estadístico utilizado en este estudio para los análisis antes mencionados fue el siguiente:

$$\gamma_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta\alpha_{k(i)} + \tau_j + \alpha\tau_{ij} + \theta\alpha\tau_{l(ij)} + \xi_{ijkl}$$

$\gamma_{ijkl}$  = observación aleatoria

$\mu$  = media general

$\alpha_i$  = efecto del color de semilla

$\beta\alpha_{k(i)}$  = efecto del bloque dentro de cada color de semilla

$\tau_j$  = efecto del tipo de conservación

$\alpha\tau_{ij}$  = efecto de la interacción color de semilla y tipo de conservación

$\theta\alpha\tau_{l(ij)}$  = efecto de las poblaciones dentro de cada color y tipo de conservación

$\xi_{ijkl}$  = error experimental

$i = 1, 2, 3.$

$j = 1, 2, 3.$

$k = 1, 2, 3.$

$l = 1, 2, \dots, 15.$

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Análisis descriptivo de la variación observada en las 15 poblaciones

#### 4.1.1 Características de la flor

##### 4.1.1.1 Color de las alas

El color de las alas presentó tres variantes: blanco, blanco con rosado y morado, observándose con mayor frecuencia la primera variante dentro de cada grupo de materiales genéticos clasificados por color de semilla. Dentro del grupo de materiales genéticos de color de semilla café en la variedad local V-19 cultivada actualmente por los agricultores, el 10% de los individuos mostraron alas de color blanco con rosado y con relación a la última variante (color de alas morado) ésta se registró únicamente en la accesión original A-3131 (conservada en el REGEN) y V-21 (crema, variedad local cultivada actualmente por los agricultores)

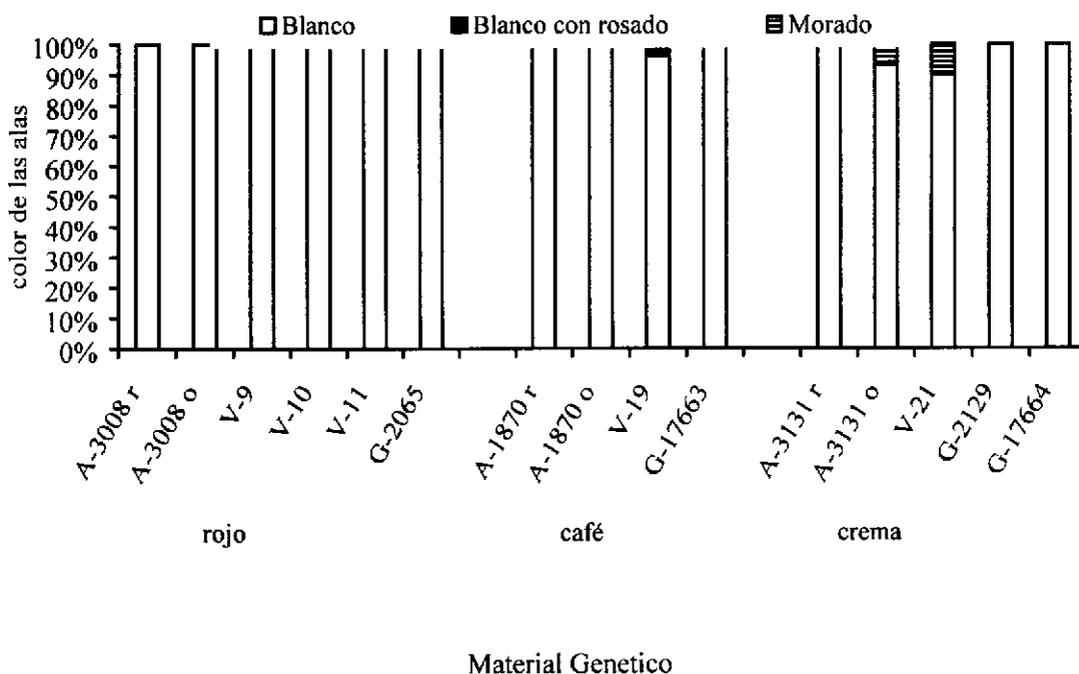


Figura 2. Variantes en el color de las alas detectadas en 15 poblaciones locales de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L).

#### 4.1.1.2 Color del limbo del estandarte

El material criollo evaluado mostró una amplia variabilidad, en lo que respecta a esta variable. En total se identificaron cuatro variantes: blanco, blanco con café rojizo, blanco con Rosado y lila. Las variedades locales de grano rojo actualmente utilizadas por los agricultores (V-9, V-10 y V-11) y la accesión original A-3008 conservada en el REGEN mostraron las primeras tres variantes, aunque el porcentaje de individuos dentro de cada variante fue mayor en el primer grupo. En los otros grupos de poblaciones, las de color de semilla café y crema, se registraron las variantes blanco y blanco con rosado, aunque en el último grupo, la accesión original A-3131 y la variedad local utilizada por los agricultores V-21 mostraron la variante lila no encontrada en el resto de materiales. (Figura 3).

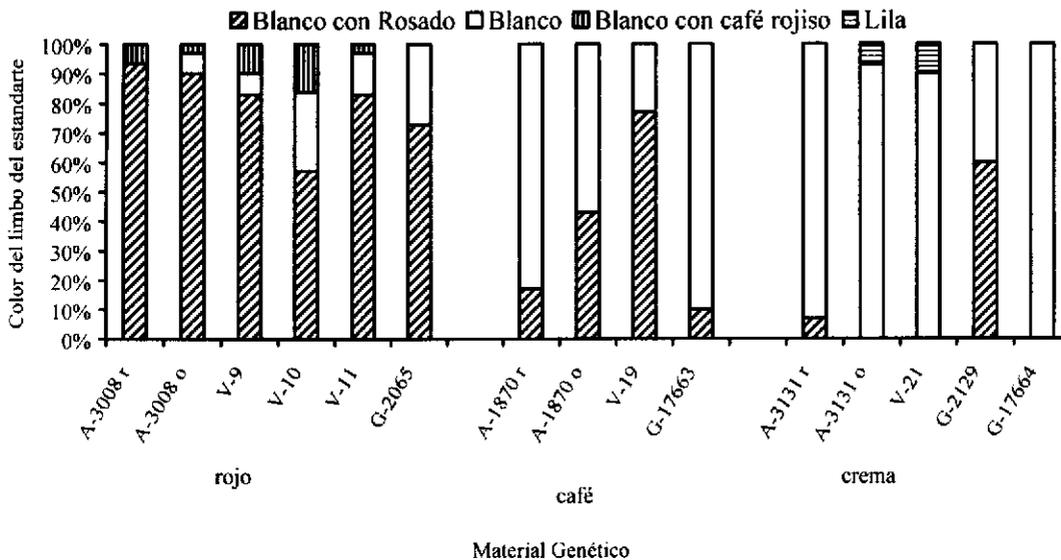


Figura 3. Variantes en el color del limbo del estandarte de 15 poblaciones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

#### 4.1.1.3 Color de las venaciones en los lóbulos del estandarte

Para este carácter se observaron cinco colores diferentes: morado, café rojizo, verde, verde con café rojizo y verde con morado. La primera variante fue la más abundante al registrarse en todas las poblaciones independientemente del color de semilla, siendo predominante principalmente en las poblaciones de grano rojo y café. Dentro del grupo de poblaciones de

color de semilla crema se registraron individuos que presentaron un color de venaciones verde con café rojizo sobre todo en las accesiones G-2129 y G-17664 conservadas *ex situ* en CIAT y en la población local.

Actualmente utilizada por los agricultores V-21. Se debe señalar que todas las plantas evaluadas de la accesión regenerada A-3008 presentaron un color de venaciones morado (Figura 4).

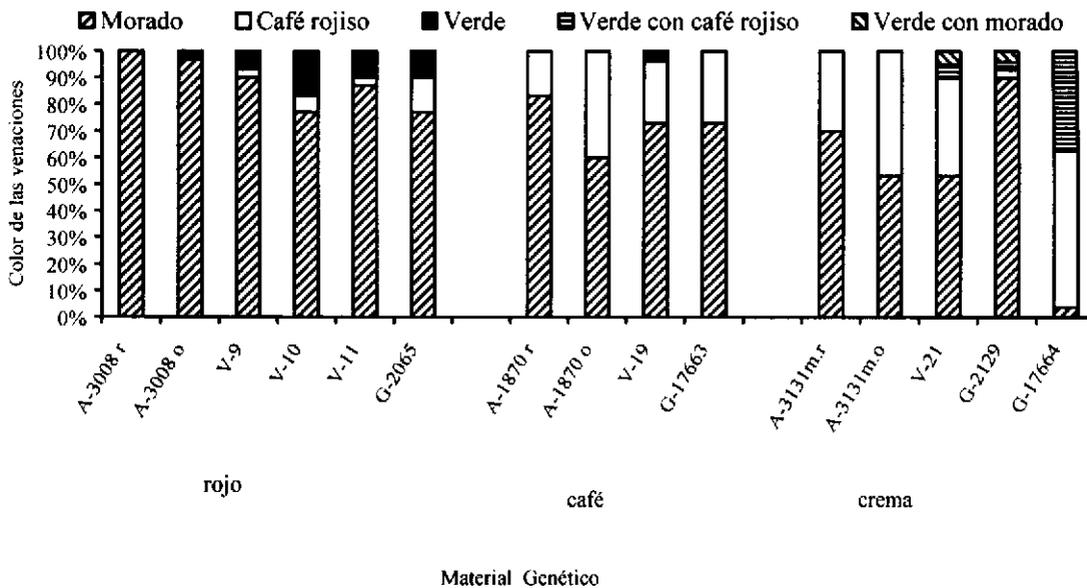


Figura 4. Color de las venaciones en los lóbulos del estandarte 15 poblaciones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L)

#### 4.1.1.4 Color del cuello del estandarte

Para este carácter el material evaluado presentó bastante uniformidad presentándose únicamente dos variantes dentro poblaciones o grupo de las mismas, clasificadas por color de semilla: verde y verde con morado, mostrándose con mayor frecuencia el color verde en todos los materiales evaluados. Dentro del grupo de poblaciones de grano café, únicamente en la variedad local conservada *in situ* V-19 se detectaron las dos variantes antes mencionadas, ya que el resto de materiales (accesiones originales y regenerada A-1870 conservadas *ex situ* en REGEN y la G-17663 del CIAT), resultaron monomórficos para el carácter bajo estudio. Lo

mismo puede decirse de la accesión de color de semilla crema G-17664 proveniente del CIAT (Figura 5).

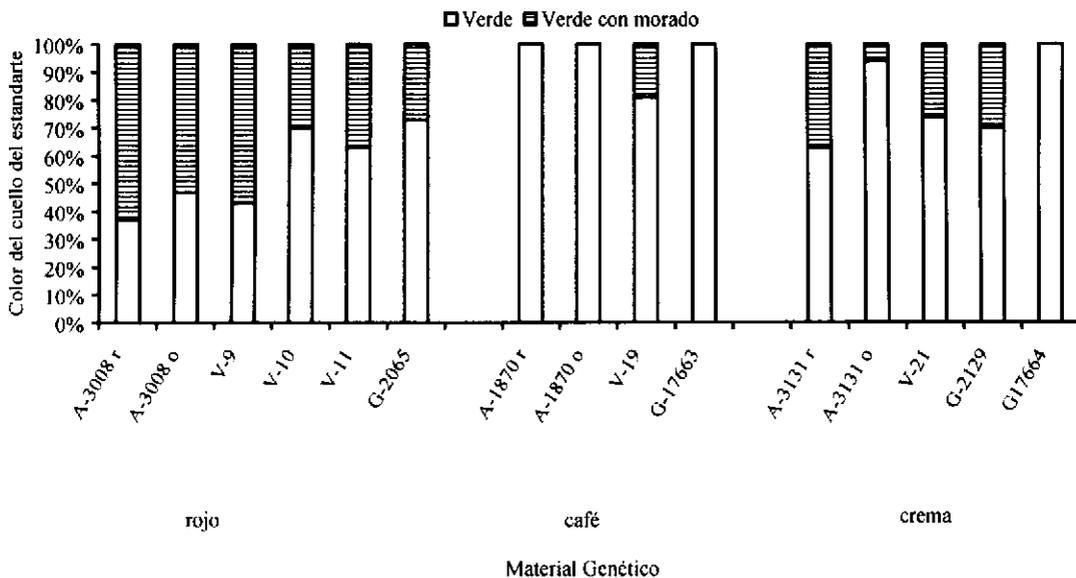


Figura 5. Variantes en el color del cuello del estandarte de 15 poblaciones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L)

#### 4.1.1.5 Color del cáliz

En todos los materiales evaluados para este carácter se mostraron tres variantes: verde, morado y verde con morado, mostrándose con mayor frecuencia el color verde dentro de grupos y poblaciones. Con relación al color morado éste se registró únicamente en el grupo de poblaciones de color de semilla crema específicamente en la accesión original del REGEN A-3131, en la variedad local V-21 y en una de las accesiones provenientes del CIAT (Figura 6).

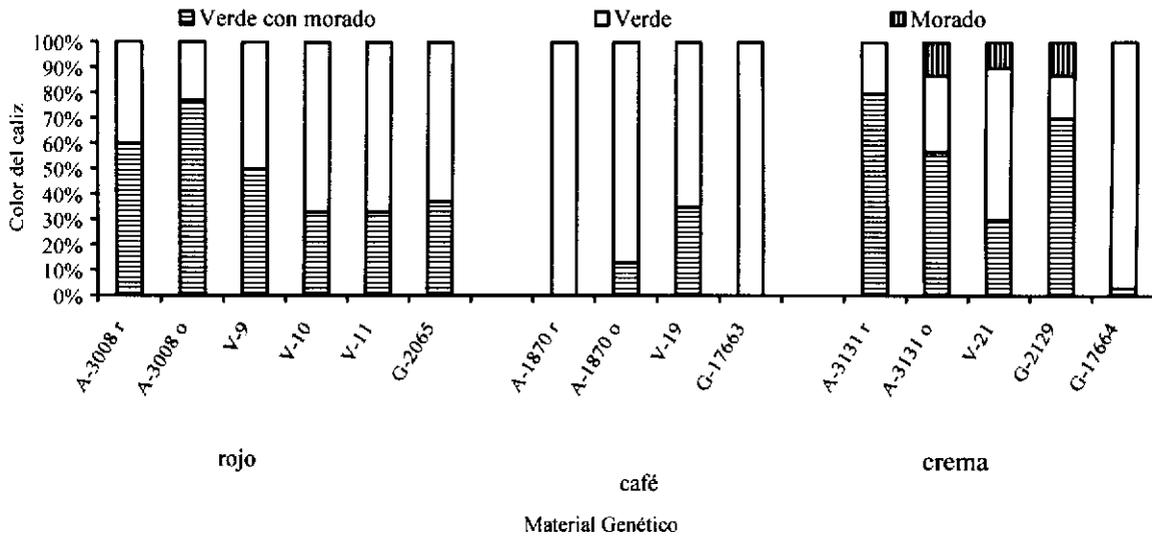


Figura 6. Color del cáliz de 15 poblaciones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L)

## 4.1.2 Fenología

### 4.1.2.1 Días a inicio de floración y días a floración

Para ambas características el grupo de poblaciones de color crema resultó más precoz (28.3-29 días a inicio de floración y 31-31.7 días a floración) en comparación con las poblaciones de grano rojo y café. Entre estos dos últimos grupos de poblaciones las diferencias en días a inicio de floración y floración, cuyos intervalos fueron 30.7-32 y 33.3-37, respectivamente, para las variables antes mencionadas, no fueron tan marcadas con excepción de la población V-19 cultivada actualmente por los agricultores, que resultó la más tardía (32 y 37 días a inicio de floración y floración, respectivamente) (Figura 7)

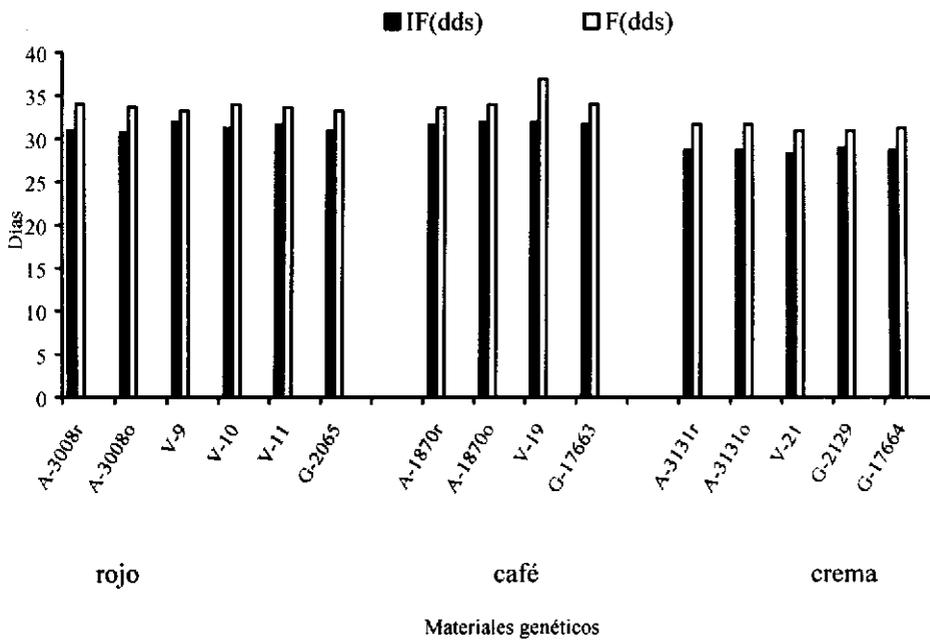


Figura 7. Días a inicio de floración y floración de 15 materiales genéticos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

#### 4.1.2.2 Días a madurez fisiológica

Con relación a esta variable claramente se pudo diferenciar el grupo de poblaciones de color de semilla café, el cual resultó el más tardío alcanzando dicha etapa fenológica entre los 57.7 y 61.7 días después de la siembra. Los grupos de color de semilla rojo y crema mostraron valores similares para esta característica oscilando entre 55-57 y 55-56 días después de la siembra para alcanzar dicha etapa, respectivamente en cada grupo.

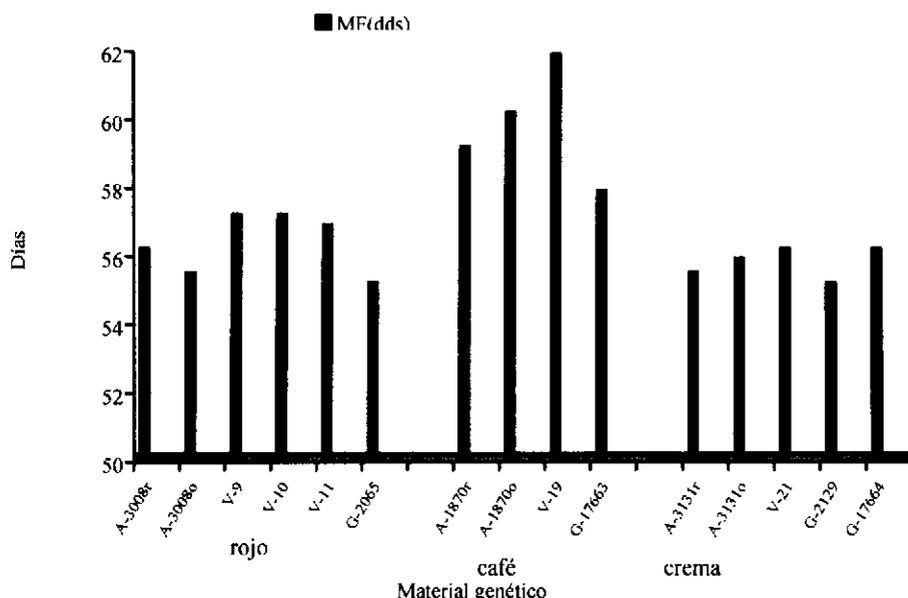


Figura 8. Comportamiento de la madurez fisiológica de 15 poblaciones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).

#### 4.2 Cuantificación de la variabilidad en quince poblaciones de frijol común.

Según los resultados del análisis de varianza (Tabla 2), el efecto de los factores en estudio y sus distintas combinaciones (anidamiento o interacciones) resultaron significativos en distintos grados en las diferentes variables evaluadas, con excepción de números de vainas por planta, longitud y ancho de vaina.

Tabla 2. Significancia estadística para las variables cuantitativas de 15 poblaciones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

Variable	Color	Bloque (Color)	TC	Color * TC	Pob(Color,TC)
Días a inicio de floración	***	ns	ns	ns	ns
Días a la floración	***	ns	***	***	ns
Altura de cobertura	*	ns	ns	ns	ns
Madurez fisiológica	***	ns	**	ns	ns
Longitud de vaina	ns	ns	ns	ns	ns
Ancho de vaina	ns	ns	ns	ns	ns
No. vainas por planta	ns	ns	ns	ns	ns
No. semillas por vaina	**	ns	ns	*	ns
Peso 100 Semillas	***	ns	***	***	ns
Rendimiento	***	ns	ns	*	ns
Índice de cosecha	**	ns	*	**	ns

TC: Tipo de conservación; Pob: Población; \*, \*\* y \*\*\*: Niveles de significancia <0.05, <0.01 y <0.001, respectivamente.

#### 4.2.1 Días a inicio de floración y Días a floración

La aparición de la primera flor abierta, que determina el inicio de la floración, en la muestra de plantas estudiadas ocurrió a los 28.6 días después de la siembra en el grupo de poblaciones de color de semilla crema, difiriendo significativamente de los valores observados en las poblaciones de color de grano rojo y café mostrando estos dos últimos grupos cifras, estadísticamente, similares para esta variable (Tabla 4). En lo referente a la segunda variable (Días a la floración), el grupo de poblaciones de color de semilla crema resultó ser el más precoz en comparación con los grupos de color rojo y café resultando éste último el más tardío (Tabla 3). En lo referente al tipo de conservación las poblaciones locales (materiales genéticos actualmente cultivados por los agricultores) el color de semilla crema resultaron más precoces (31 dds) y las de color de grano café más tardías (37 dds). Dentro del grupo de poblaciones de grano rojo no se detectaron diferencias significativas entre los diferentes tipos de conservación evaluados (Tabla 3).

Tabla 3. Efecto del tipo de conservación y color de semilla sobre días a la floración (dds) de 15 poblaciones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).

TC \ Color	Crema(Gualiceño)	Café(Mono)	Rojo	LSD <sub>0.05</sub>
CIAT	31.2	34.0	33.3	0.74
Población local	31.0	37.0	33.7	0.74
REGEN	32.0	33.8	33.8	0.74
LSD <sub>0.05</sub>	0.74	0.74	ns	

LSD<sub>0.05</sub>: Diferencia mínima significativa al 5% de probabilidad; TC: Tipo de conservación; CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical; REGEN: Recursos Genéticos Nicaragüenses; dds: Días después de la siembra.

#### 4.2.2 Altura de Cobertura

En las mediciones realizadas para este carácter se pudo apreciar diferencias significativas únicamente entre poblaciones agrupadas por color de semilla. Las variedades locales de grano rojo al compararlas con las de color café, cuyo valor promedio para esta variable fue de 72.1 centímetros, resultaron poseer una mayor altura de cobertura (81.5 centímetros), siendo este último valor estadísticamente similar al mostrado por las poblaciones de color crema de semilla 81.4 centímetros (Tabla 4).

### 4.2.3 Madurez fisiológica

En las comparaciones hechas para este carácter para el efecto color de semilla se observó que las poblaciones de color de semilla rojo y crema alcanzaron ésta etapa fenológica más temprana que las de color café, ocurriendo la misma a los 55.8 y 55.6 días después de la siembra, respectivamente. En relación con el tipo de almacenamiento se apreció que las Poblaciones Locales cultivadas actualmente por los agricultores alcanzaron la madurez fisiológica más tardía en comparación con las poblaciones conservadas *ex situ* en los bancos de germoplasma del REGEN y CIAT (Tabla 4).

Tabla 4. Efecto del color de semilla y tipo de conservación (*in situ* y *ex situ*) sobre la altura de cobertura, días a inicio de floración y madurez fisiológica de poblaciones locales de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

Efecto Color	Variable			Efecto Tipo de conservación	Variable Madurez Fisiológica (dds)
	Altura de Cobertura (cm)	Días a inicio de floración (dds)	Madurez fisiológica (dds)		
Crema (Gualiceño)	81.4	28.6	55.6	CIAT	56.0
Café (Mono)	72.1	31.8	59.6	Poblaciones locales	58.1
Rojo	81.5	31.1	55.8	REGEN	56.8
LSD <sub>0.05</sub>	9.0	0.95	1.99		1.99

LSD: Diferencia mínima significativa; REGEN: Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses; CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical; dds: Días después de la siembra.

### 4.2.4 Número de semillas por vaina

Los resultados del análisis de varianza mostraron una interacción significativa ( $P < 0.05$ ) entre el color de semilla y el tipo de conservación para ésta variable. Tanto las poblaciones de color de semilla crema como las de color rojo mostraron un mayor número de semillas por vaina al compararlas con las de color café. Vale la pena mencionar que las poblaciones locales dentro del grupo de poblaciones de color de semilla crema mostraron un mayor valor promedio de semillas por vaina (6.3). En los otros dos grupos restantes (rojo y café) no se detectaron diferencias significativas entre los diferentes tipos de conservación (Tabla 5).

Tabla 5. Efecto del tipo de conservación y color de semilla sobre el número de semillas por vaina de 15 poblaciones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

TC \ Color	Crema (Gualiceño)	Café (Mono)	Rojo	LSD <sub>0.05</sub>
CIAT	5.9	5.3	5.7	0.54
Población Local	6.3	5.1	5.7	0.54
REGEN	5.6	5.5	5.7	ns
LSD 0.05	0.54	ns	ns	

LSD<sub>0.05</sub>: Diferencia mínima significativa al 5% de probabilidad; TC: Tipo de conservación; CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical; REGEN: Recursos Genéticos Nicaragüenses.

#### 4.2.5 Peso de cien semillas

Al analizar el comportamiento de los materiales evaluados para esta variable se puede apreciar en la Tabla 6 que en las variedades locales de color de semilla crema y rojo no se apreciaron diferencias significativas entre los diferentes tipos de conservación. Únicamente en el grupo de poblaciones de color de semilla café los materiales genéticos conservados *in situ* (Poblaciones locales) mostraron poseer semillas más pesadas, con un peso promedio de cien semillas de 18.5 gramos. Para el peso de cien semillas las mayores diferencias se observaron entre poblaciones agrupadas por color de semilla mostrando los materiales genéticos de color de semilla crema los mayores valores para ésta variable seguido del grupo de color de semilla café, Por otro lado, las variedades locales de grano rojo resultaron las de menor peso para la variable en mención.

Tabla 6. Efecto del tipo de conservación y color de semilla sobre el peso de cien semillas (en gramos) de 15 poblaciones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L)

TC \ Color	Crema (Gualiceño)	Café (Mono)	Rojo	LSD <sub>0.05</sub>
CIAT	18.9	16.7	13.3	1.01
Población local	19.6	18.5	14.2	1.01
REGEN	19.2	15.2	14.0	1.01
LSD <sub>0.05</sub>	ns	1.01	ns	

LSD<sub>0.05</sub>: Diferencia mínima significativa al 5% de probabilidad; TC: Tipo de conservación; CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical; REGEN: Recursos Genéticos Nicaragüenses.

#### 4.2.6 Índice de cosecha

Los valores de índice de cosecha resultaron estadísticamente similares para las poblaciones conservadas *ex situ*, en CIAT y REGEN, no detectándose diferencias estadísticas entre los grupos de poblaciones clasificados por color de semilla dentro de cada uno de los tipos de conservación antes mencionados (Tabla 7). Sin embargo, dentro del grupo de poblaciones de grano café los materiales conservados *in situ* (poblaciones locales) mostraron los menores valores para esta variable (IC=0.43).

Tabla 7. Efecto del tipo de conservación y color de semilla sobre el índice de cosecha de 15 poblaciones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L)

TC \ Color	Crema (Gualiceño)	Café(Mono)	Rojo	LSD <sub>0.05</sub>
CIAT	0.56	0.55	0.53	ns
POB.LOCAL	0.58	0.43	0.53	0.06
REGEN	0.56	0.57	0.54	ns
LSD <sub>0.05</sub>	ns	0.06	ns	

LSD<sub>0.05</sub>: Diferencia mínima significativa al 5% de probabilidad; TC: Tipo de conservación; CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical; REGEN: Recursos Genéticos Nicaragüenses.

#### 4.2.7 Rendimiento por parcela útil

Las poblaciones de frijol de color de semilla crema presentaron mayores rendimientos por parcela al compararlas con los materiales de color de semilla café y rojo, presentando este último grupo los menores valores para esta variable. Con respecto al tipo de conservación los materiales conservados *in situ* (poblaciones locales) mostraron un comportamiento opuesto en las poblaciones de color de semilla crema y café ya que en el primer grupo dichos materiales manifestaron los mayores rendimientos (824.8 gramos / parcela útil) y todo lo contrario en el segundo grupo (348.4 gramos / parcela útil). En las poblaciones de grano rojo no se detectaron diferencias significativas entre los diferentes tipos de conservación (Tabla 8).

Tabla 8. Efecto del tipo de conservación y color de semilla sobre el rendimiento (en gramos) por parcela útil de 15 poblaciones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

TC \ Color	Crema (Gualiceño)	Café (Mono)	Rojo	LSD <sub>0.05</sub>
CIAT	683.7	589.1	423.5	90.55
POB LOCAL	824.8	348.4	453.8	90.55
REGEN	768.4	539.7	471.4	90.55
LSD <sub>0.05</sub>	90.55	90.55	ns	

LSD<sub>0.05</sub>: Diferencia mínima significativa al 5% de probabilidad; TC: Tipo de conservación; CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical; REGEN: Recursos Genéticos Nicaragüenses.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1 Discusión General

El presente estudio permitió la identificación de una alta variabilidad en características fenotípicas tanto entre como dentro de las diferentes poblaciones estudiadas siendo esto último más marcado en el grupo de poblaciones de color de semilla café. La distribución geográfica de éstas poblaciones es bastante reducida cultivándose mayormente en el Norte de Nicaragua y su preferencia por los agricultores también es limitada. Esta situación puede que haya contribuido al mantenimiento de la diversidad dentro de dichas poblaciones al estar las mismas sometidas a una menor presión de selección. Es importante rescatar el conocimiento de los pocos agricultores que cultivan estas poblaciones raras de este tipo de frijol a fin de conocer las potencialidades de las mismas tanto para su uso directo por otros agricultores o para ser utilizadas en programas de mejoramiento.

El color de semilla resultó ser el criterio principal para la diferenciación de las distintas poblaciones con relación a las diferentes variables evaluadas, tanto cualitativas como cuantitativas observándose un gradiente de variabilidad de mayor a menor en el siguiente orden: poblaciones de color de semilla café, crema y Rojo. Cabe mencionar que dentro de algunas poblaciones de color de semilla crema se encontraron estados únicos para los descriptores color de limbo del estandarte, venaciones y color del cáliz.

En lo referente al efecto del tipo de conservación (*in situ* y *ex situ*) únicamente se detectaron diferencias significativas para días a madurez fisiológica presentando las poblaciones locales actualmente utilizadas por los agricultores (conservación *in situ*), los mayores valores para la variable antes mencionada. Esta situación puede ser el resultado de la selección conciente o no por parte del agricultor de materiales genéticos más rendidores o de “buena carga” según palabras de ellos (Gómez y Fornos, 1998), lo que de manera indirecta podría estar favoreciendo a aquellos materiales con ciclo vegetativo un poco más prolongado. Con relación a lo anterior Laing *et al.*, (1984) en su trabajo sobre fisiología del frijol observaron, que al retrasar la madurez del cultivar Porrillo sintético, el rendimiento se incrementó hasta un 40% bajo condiciones optimas de cultivo. Por otro lado, es posible que los grupos *in situ* y *ex situ* de materiales genéticos, hayan sido derivados de poblaciones originalmente distintas por lo que las diferencias que se observaron hoy sean un reflejo de esto. Lo anterior es probable que haya ocurrido en las poblaciones de color de semilla café ya que las localidades donde se tomaron las muestras de las poblaciones estudiadas se encontraban geográficamente

distanciadas (Tabla 1) lo que puede explicar en parte las diferencias encontradas, al respecto Gómez *et al.*, (2001) al evaluar molecularmente poblaciones locales de frijol común actualmente utilizadas por los agricultores encontraron una diferenciación marcada entre las mismas debido en parte a su distribución geográfica. Otra posibilidad, pero para las poblaciones de grano rojo, es que los materiales genéticos estudiados se hayan originado de poblaciones inicialmente muy similares, en este caso los cambios que se observan hoy es posible que se deban a deriva genética, selección, flujo de genes o una combinación de estos factores.

Para las variables días a floración, el rendimiento y sus componentes, e índice de cosecha la interacción color por tipo de conservación resultó altamente significativa. De forma general las poblaciones locales conservadas *in situ* (variedades actualmente utilizadas por los agricultores) de color de semilla crema presentaron valores relativamente superiores para algunos componentes del rendimiento, y el rendimiento mismo. Jiménez (2001), trabajando con los mismos materiales genéticos de frijol común que se evaluaron en el presente trabajo y evaluando ciertas variables de crecimiento encontraron que las poblaciones de color de grano crema presentaron mayor longitud de tallo y mayor área foliar. Estas características juegan un papel importante en la formación del rendimiento de la planta; sin embargo, también se debe considerar la eficiencia con que la planta transloca los fotosintatos acumulados hacia el producto de interés, en este caso el grano. En este sentido, las poblaciones de color crema resultaron ser más eficientes lo que se refleja en los valores mayores de índice de cosecha mostrados por las mismas (Tabla 7). Dentro del grupo materiales de grano café y de grano rojo, los resultados mostrados por las poblaciones conservadas *in situ* fueron un poco contradictorios, principalmente en el primer grupo, ya que se apreció una tendencia contraria a lo expresado anteriormente. Las plantas de estas poblaciones presentaron una área foliar mayor que la mostrada por las poblaciones de grano rojo; sin embargo, los valores de rendimiento e índice de cosecha fueron inferiores. En general, las plantas de las poblaciones de color de semilla café presentaron un desarrollo vegetativo vigoroso, pero pocas vainas y tal como lo expresa Wallace y Yan (1998), a mayor área foliar se esperaría una mayor actividad fotosintética y por ende una mayor disponibilidad de fotosintatos. La realidad es que se debe considerar también que la traslocación de éstos hacia el producto económico de interés varía en diferentes materiales genéticos.

Los resultados anteriormente discutidos y basado en los objetivos e hipótesis planteadas al inicio de la presente investigación se pueden mencionar las conclusiones que se describen en el acápite siguiente.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se pudo detectar una alta variabilidad en los caracteres cualitativos tanto dentro como entre las diferentes poblaciones estudiadas.
2. De las poblaciones estudiadas las de color de grano café y las conservadas actualmente por los agricultores *in situ* (poblaciones locales) resultaron más tardías
3. La interacción de los efectos color de semilla y tipo de conservación resultó significativa para rendimiento, ciertos de sus componentes e índice de cosecha, mostrando los materiales genéticos de color de grano crema y conservados actualmente por los agricultores los mayores valores para las variables antes mencionadas.
4. Se detectó un alto polimorfismo a nivel de poblaciones individuales basado en las variables cualitativas pero no para las cuantitativas al hacer las comparaciones en los niveles inferiores de los anidamientos estudiados. Al agrupar los materiales, ya fuese por el color de semilla o tipo de conservación, sí fue posible detectar diferencias significativas para el último tipo de variables mencionadas anteriormente.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agurto, A.; Cuadra, R. 1999. Diagnostico agronómico del sistema de producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en tres localidades representativas del municipio de Ticuantepe, Managua. Tesis. EPV-UNA. Managua, Nicaragua.
- Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA). 1998. Perfil de la población de frijol en Nicaragua. Aurelio Llano, Abelardo Vaina, y Roberto Murguía. Managua, Nicaragua. 28p
- Centro para la Investigación, la promoción y el desarrollo rural y social.(CIPRES). 2001. Guía Agropecuaria: El Agro en cifras. Vol. 4 Managua, Nicaragua. p: 6-8.
- Gomez G., O.J., M. Blair, B. Frankow-Lindberg, U. Gullberg, J. Thomas y E. Gaitán. 2001. Estructura genética de poblaciones locales de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) conservadas en fincas (no publicado).
- Gómez G., O.J.; D. M., Fornos R, . 1998. Identificación y Priorización de Problemas Relacionados con el Manejo y la Producción de Semillas de Maíz y Frijol en Cuatro Localidades de Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 102 p.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). Dirección de Meteorología, Tabla Climatográfica, 1999
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 1997. Desarrollo de la producción nacional de granos básicos: informe anual. Managua, Nicaragua.
- Jiménez Caldera, O.R. 2001. Comparaciones en los patrones de crecimiento de quince poblaciones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) conservadas en fincas de agricultores (*in situ*) y *ex situ*. Trabajo de tesis. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria. 25 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.
- Martin, B. G, Adams, W. M. 1987. Landraces of *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) in northern Malawi regional variation In: Economic Botany 41, p 190- 203.
- Maxted. N, Ford-Lloyd, B.V Hawkes, J. G.1997. Complementary Conservation Strategies In: Plant Genetic Conservation. Maxted. N, Ford-Lloyd, B.V Hawkes, J. G(Eds). University of Birmingham, London. U.K p: 15-19

- Muñoz, G.; Giraldo, G; Fernández de Soto, J. 1993. Descriptores Varietales: Arroz, Frijol, Maíz y Sorgo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 174p.
- Qualset, C.O, Damania, A.B, Zanatta, A.C.A, Brush, S.B.1997. Locally based crop plant conservation In: Plant Genetic Conservation. Maxted, N, Ford-Lloyd, B.V Hawkes, J. G (Eds). University of Birmingham, London. U.K p: 160-175.
- SAS Institute. 2000. JMP. Statistic and Graphics Guide. Version 4.05. SAS Institute, Cary, NC.
- Singh, S.P; Nodari, R.; Gepts, P.1991. Genetic Diversity in Cultivated Common Bean: I. Allozymes. Crop Science. Vol 31. p: 19-23
- Soleri, D ; Smith, S. 1995. Morphological and Phenological comparisons of two Hopi Maize Varieties Conserved *in situ* and *ex situ* Economic Botany 49: 56-76. Fuentes original: Frankel, O. Genetic Conservation in Perspective. P 469-486. In: Frankel, O; Bennet, E. (eds) Genetic Resources in plant their exploration and conservation. Blackwell Scientific Publications, Oxford, U. K.
- Somarriba, C. 1997. Granos Básicos: Texto básico. EPV-UNA. Managua, Nicaragua. 197p.
- Tapia B, H; Camacho Henríquez, A. 1988. Manejo integrado de la producción de frijol basado en la labranza cero. GTZ. Managua, Nicaragua. 182p.
- Wallace, D; Yan, W. 1998. Plant breeding and whole-system crop physiology. CAB International. Cambridge, UK 390 p.