

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL
PROGRAMA RECURSOS GENÉTICOS NICARAGÜENSES



TRABAJO DE TESIS

**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE SEIS POBLACIONES DE
FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris L.*) EN LA LOCALIDAD DE SAN MARCOS,
CARAZO**

ASESOR:

Ing. M.S.c. Oscar José Gómez Gutiérrez

AUTORES:

Br. Idalia María Marenco Mejía
Br. Gaydin Montserrat Laguna

Managua, Nicaragua
Octubre, 2003

ÍNDICE GENERAL

SECCIÓN	Página.
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE TABLAS	ii
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
RESUMEN	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS	4
2.1 Ubicación del experimento	4
2.2 Material Genético	4
2.3 Manejo Agronómico	5
2.4 Mediciones realizadas	5
2.5 Diseño y dimensiones del experimento	7
2.6 Análisis estadístico	7
III. RESULTADOS	9
3.1 Variables de crecimiento	9
3.1.1 Materia seca de órganos reproductivos	9
3.1.2 Área foliar	10
3.1.3 Materia seca de hojas	11
3.2 Rendimiento, sus componentes e índice de cosecha	12
3.3 Análisis de correlación	13
IV. DISCUSIÓN	15
V. CONCLUSIÓN	17
VI. LITERATURA REVISADA	18

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N^o		Página.
1	Ubicación geográfica y características edafoclimáticas de la estación experimental “La Compañía, San Marcos, Carazo	4
2	Significancia estadística de las diferencias encontradas en las variables de crecimiento para los factores material genético, tiempo y su interacción	8
3	Significación estadística y coeficiente de variación del rendimiento, sus componentes y del índice de cosecha	11
4	Efecto del material genético de frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L) en el rendimiento, sus componentes e índices de cosecha	12
5	Relación entre el rendimiento y el número de vainas planta ⁻¹ con ciertas características fisiológicas durante el crecimiento de seis poblaciones de frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	13

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura.№	Página.
1. Cambios en la materia seca de órganos reproductivos (g/planta^{-1}) durante el crecimiento de seis poblaciones de frijol común (<i>Phaseolus vulgar</i> L.)	10
2. Cambios en el área foliar (cm^2) durante el crecimiento de seis poblaciones de frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	11
3. Cambios en materia seca de hojas (g planta^{-1}) durante el crecimiento de seis poblaciones de frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	12

DEDICATORIA

Dedico el esfuerzo y realización de este trabajo de investigación a Dios por darme vida, guiarme, iluminarme y protegerme durante toda mi carrera.

A mi madre *Miriam Mejía*, por brindarme su apoyo a lo largo de mi carrera y la confianza otorgada.

A mi esposo *Otilio José González Obando*, por el respaldo de ternura y amor que me ha brindado como un aliento a lo largo de mis estudios universitarios.

A mi hijo *Jean Carlos González Marengo*, por ser el motivo de inspiración y superación para mi.

Idalia María Marengo Mejía

DEDICATORIA

A Dios, Divinidad Materna, por ser la antorcha Divina de Luz que ilumina mi camino como brújula de conocimiento y humildad para cumplir la misión encomendada.

A mi madre **Guillermina Laguna**, por ser ejemplo de triunfadores y por transmitirme mediante sus desvelos y trabajos la motivación necesaria para llegar a la meta.

A mi abuelita **Ninfa Laguna Pastora** (q.e.p.d), por su dedicación y amor maternal y por ejemplificar con su vida el esfuerzo y la perseverancia en el recorrer cotidiano.

A mi hija **Madaí Montserrat**, por ser el alma de mi vida e inspiración de fortaleza para vencer los obstáculos y lograr mediante la dedicación y el esfuerzo los medios adecuados para alcanzar el éxito.

A mis tías **Socorro Leytón** y **Elsa María Trewin Laguna**, por su incondicional amistad convertida en pilares importantes para la construcción de mi futuro.

A mis hermanos **Josué** y **Joel Laguna**, por su paciencia y comprensión anteponiendo a sus aspiraciones los medios para alcanzar mis objetivos.

Gaydin Montserrat Laguna

AGRADECIMIENTO

Para que el hombre llegue a su plena realización debe crecer en el plano terrenal mediante el cumplimiento de sus metas, por eso en primer lugar nuestro agradecimiento a Dios por ser el pilar fundamental y fuente de sabiduría mediante el cual obtenemos el conocimiento.

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

Al ***Prof. Ing. MSc. Marvin Fornos Reyes***, por haber estado siempre dispuesto a colaborar con la elaboración de este escrito y habernos brindado su amistad.

A los trabajadores del CENIDA, muy especial a ***María Catalina Sánchez y Gabriel López***, por estar siempre dispuestos a colaborar con material bibliográfico.

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron con este trabajo investigativo.

***Idalia María Marengo Mejía
Gaydin Montserrat Laguna***

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar aspectos del crecimiento y desarrollo de seis materiales genéticos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y su relación con el rendimiento de grano de los mismos. El experimento consistió en un bifactorial en un diseño de bloques completamente al Azar (BCA). Se evaluaron las variables de crecimiento (área foliar, materia seca de hojas, materia seca de tallo, materia seca de órganos reproductivos y materia seca total de parte aérea), las que se determinaron semanalmente entre los 13 y 62 días después de la siembra, el rendimiento, componentes del rendimiento y el índice de cosecha. Los datos de las variables de crecimiento se sometieron al análisis de varianza de mediciones repetidas; en tanto que los datos de rendimiento, sus componentes y el índice de cosecha se analizaron mediante el análisis de varianza. Se utilizó el procedimiento de SAS Proc GLM (SAS Institute, 2001). Los resultados determinaron que el factor tiempo resultó altamente significativo, para todas las variables de crecimiento estudiadas. Únicamente se detectaron diferencia significativa entre material genético para la variable materia seca de órganos reproductivos. Se detectó una interacción tiempo por material genético altamente significativa para las variables área foliar y materia seca de hoja. La mayor capacidad de rendimiento de las variedades mejoradas estuvo asociada a su mayor capacidad en la retención de órganos reproductivos, en particular número de vainas por planta y en el mayor peso de 100 semillas. Esto pudo ser debido en parte a la mayor duración del período de llenado de grano asociado con la mayor capacidad del follaje de las variedades mejoradas de permanecer verdes por más tiempo durante la fase reproductiva, en comparación con las hojas de las variedades locales.

I. INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una planta anual herbácea y es una importante fuente de proteínas, aminoácidos esenciales y hierro (Rivas, 1992). Dentro del grupo de las leguminosas comestibles, el frijol común es uno de los más importantes debido a su amplia distribución y por ser un complemento nutricional indispensable en la dieta alimenticia (INTA, 1995).

En Nicaragua la producción y los niveles de consumo se han concentrado en el frijol rojo (MAG, 1995). Sandoval y López (citados por Sotelo, 1999) indican que en los últimos años el frijol ha cobrado auge no solo por su importancia en la dieta de las familias del área rural y urbana, sino como una actividad que genera mayores ingresos dentro del rubro de granos básicos.

En Nicaragua el 95% de este cultivo es producido por pequeños y medianos productores, frecuentemente ubicados en áreas marginales y un 5 % en buenos suelos (Chow, 1991). Las zonas donde mayormente se cultiva son Santa Lucía, Nueva Guinea, Tola, Ticuantepe, considerándose óptimas Jalapa, Condega, Pueblo Nuevo, Meseta de los pueblos, Samulalí, San Dionisio y San Ramón. Físicamente, el cultivo se encuentra distribuido en todo el país, obteniéndose buenos resultados en rendimientos, siempre y cuando la variedad utilizada se adapte a las características climáticas y edáficas de una zona determinada (Somarriba, 1998).

El bajo rendimiento observado en el cultivo de frijol obedece a una combinación de diversos factores entre los que se pueden mencionar los siguientes: uso de variedades criollas con alta susceptibilidad a enfermedades y bajo potencial de rendimiento, siembra en suelos marginales y pobres, así como el deficiente uso de insumos en variedades mejoradas y los que hacen uso de ellos lo hacen de manera irracional o inadecuada. Lo anterior se refleja en una baja productividad y altos costos de producción, lo que incide directamente en los costos del consumidor (INTA, 1996).

La producción de frijol en Nicaragua ha dependido del uso de variedades locales (criollas) y mejoradas. Las primeras son el resultado de la adaptación a la ecología y prácticas de manejo a que han estado sometidas; además, son genotipos de eficiencia productiva comprobada, sobre todo son variedades económicas en el uso de insumos agroquímicos (Tapia, 1987). Es importante mencionar que el uso de variedades criollas en zonas marginales juega un papel determinante en la producción, debido a que responden consistentemente en ambientes desfavorables (Avelares, 1992).

Con relación a las variedades mejoradas, éstas tienen un alto potencial de producción cuando se les brinda un manejo adecuado y se cultivan en buenas condiciones climáticas (Blanco, 1995). Muchas de las variedades mejoradas actualmente cultivadas presentan tolerancia o resistencia a uno o varios de los principales factores limitantes que afectan la producción de frijol. En este sentido, el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) en colaboración con el Programa Cooperativo Regional de Frijol para Centroamérica y el Caribe (PROFRIJOL), han venido generando nuevas variedades que presentan resistencia ó tolerancia a enfermedades como mosaico dorado,(BGMV) mustia hilachosa,(*Thanatephorus cucumeris*) bacteriosis, sequía y altas temperaturas y con alta capacidad de rendimiento, lo que ha mejorado la producción de frijol en algunas de las principales zonas de producción (INTA, 2000).

En Nicaragua, debido a la poca disponibilidad de variedades mejoradas o a la falta de acceso o escasez de semilla certificada de aquellas pocas variedades mejoradas liberadas por el programa de frijol, el uso de variedades locales o criollas es una realidad para una gran cantidad de pequeños y medianos productores. El rendimiento de grano es la característica más importante en cultivos como el frijol; sin embargo, es posible obtener una mejor apreciación de la capacidad de producción de un cultivo si se efectúan muestreos periódicos durante el crecimiento y desarrollo del mismo. Por lo anterior es importante entender mejor el crecimiento y desarrollo de los materiales genéticos, a fin de identificar características que pudieran promover o limitar el rendimiento en los mismos. En estudios de evaluación y caracterización de variedades locales de frijol común en Nicaragua, se han identificado muchas con resultados inferiores a las variedades mejoradas; no obstante, algunos han

mostrado comportamientos superiores a las mismas (INTA, 1996; Carballo, 1998). Dada esta situación se planteó la realización del presente trabajo con el objetivo de evaluar aspectos del crecimiento y desarrollo de seis materiales genéticos de frijol común y con los fines específicos de caracterizar el proceso de acumulación de materia seca y su distribución hacia diferentes componentes de la planta, y determinar la relación de la materia seca acumulada con el rendimiento.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1 Ubicación del experimento

El ensayo se estableció el 27 de septiembre del 2001 época de postrera, en la Estación Experimental La Compañía, municipio de San Marcos, departamento de Carazo. Las condiciones edafoclimáticas registradas durante el establecimiento del ensayo se aprecian en la tabla siguiente:

Tabla 1. Ubicación geográfica y características edafoclimáticas de la Estación Experimental “La Compañía”, San Marcos, Carazo

Característica	Valor
Latitud Norte	12°19'00"
Longitud Oeste	86°04'00"
Altitud (msnm)	450
Temperatura	24.1
Precipitación acumulada (mm)	600 mm
pH (%)	6.4
Materia orgánica (%)	11.6
Nitrógeno (%)	0.57
Fósforo (ppm)	11.0
Potasio(Meq/100 g)	0.56
Textura	Franco limoso

Ppm: Partes por millón
Laboratorio de suelos (UNA), INETER, 2001

2.2 Material genético

Para el estudio fueron utilizados seis materiales genéticos de frijol común: cuatro variedades locales de color de semilla rojo actualmente utilizadas por los agricultores y recolectadas en las localidades de Santa Cruz (Estelí), Santa Lucía (Boaco), Palo Quemado y El Guarumo (ambas localidades de Granada); y dos variedades mejoradas con semilla de color rojo oscuro (DOR-364 e INTA-Masatepe) producidas por el Programa de Frijol (INTA, 2000) y cultivadas ampliamente en diferentes partes del país.

2.3 Manejo agronómico

Primeramente se preparó el suelo mediante un pase de arado y dos pases de grada, se utilizó un rayador al momento de la siembra. La fertilización se efectuó utilizando fertilizante completo 10-30-10 a razón de 90 kilogramos por hectárea al momento de la siembra. El control de plagas se realizó a los 18, 29 y 48 días después de la siembra con metamidofos a razón de 0.5 litros por hectárea. Además, se aplicó 0.5 kilogramos por hectárea de benomil para la protección del cultivo en contra de enfermedades fungosas. El control de maleza se realizó de forma mecánica con azadón a los 13 y 26 días después de la siembra. La cosecha final de las variedades locales y mejoradas se llevó a cabo a los 69 y 77 días después de la siembra, respectivamente.

2.4 Mediciones realizadas

Los datos primarios utilizados en el análisis de crecimiento se recolectaron de plantas del primero y sexto surco de cada parcela y para el cálculo del rendimiento y sus componentes se utilizaron plantas cultivadas en los surcos centrales restantes. La muestra de estudio consistió de cinco plantas por parcela cosechadas semanalmente entre los 13 (Etapa de crecimiento: V3; CIAT, 1987) y 62 (Etapa de crecimiento: R8; CIAT, 1987) días después de la siembra (dds). En total se realizaron ocho muestreos, pero debido a problemas prácticos los datos del sexto muestreo fueron descartados.

En cada muestreo las plantas fueron cortadas a nivel del suelo y separadas en cada uno de sus componentes: hojas, tallo más pecíolos (de aquí en adelante simplemente tallo) y órganos reproductivos (botones florales, flores y vainas). A cada componente se le determinó su peso seco, para lo cual se sometieron a secado en horno a 80 °C por 72 horas. Entre las características evaluadas se tienen: materia seca de hoja, materia seca de tallo, materia seca de órganos reproductivos y materia seca total de parte aérea. Además, se determinó el área foliar, para lo cual se tomó una submuestra de 12 hojas por planta. A cada hoja se midió su longitud y anchura, calculándose posteriormente el área mediante la siguiente ecuación: $AF=K(LxA)$ en donde: AF =área foliar (cm^2), L = longitud de hoja (cm), A = anchura de hoja en la parte más

ancha de la misma (cm), K =constante cuyo valor es 0.75 de acuerdo con Muñoz *et al.*, (1993). Después de calcular el peso seco, tanto de la submuestra como del resto de hojas, el área foliar de la planta se calculó por proporción. Todas las características de crecimiento se expresaron sobre la base del promedio por planta.

Para el cálculo de los componentes del rendimiento se empleó una muestra de diez plantas siguiendo la metodología propuesta por Muñoz *et al.*, (1993). Entre los componentes del rendimiento se tiene:

Número de vainas por planta: Es el número total de vainas de una planta. Se procedió a contar el total de vainas en la muestra de plantas estudiadas y posteriormente se determinó el valor promedio por planta.

Número de semillas por vaina: Es el número total de semillas de una vaina, su determinación se llevó a cabo en las mismas plantas estudiadas en la variable anterior. De cada planta de la muestra estudiada se seleccionó una vaina del cuarto nudo del tallo central, luego se contabilizó el número de granos contenidos en la vaina y finalmente se determinó el promedio de semillas por vaina.

Peso de 100 semillas: Para su cálculo se utilizaron cuatro repeticiones de 100 semillas. Posteriormente se determinó el peso promedio. Esta variable se expresó en gramos estandarizándose a un contenido de humedad de 14 %.

Rendimiento: Para su determinación se cosecharon todas las plantas de la parcela útil (cuatro surcos centrales de cada parcela). Los resultados se expresaron en kilogramos por hectárea, previa estandarización a un contenido de humedad del grano de 14%.

Índice de cosecha: Para su determinación se consideró la información de materia seca total de parte aérea y materia seca de órganos reproductivos (materia seca sólo de semilla) registrada en el último muestreo (62 días después de la siembra). Esta variable se calculó basándose en la siguiente expresión:

$$\text{Índice de cosecha} = \frac{\text{Materia seca de semilla (g)}}{\text{Materia seca total de parte aérea (g)}}$$

2.5 Diseño y dimensiones del experimento

El experimento bifactorial consistió en un diseño de bloques completamente al azar (BCA) con cuatro repeticiones, para un total de 24 parcelas. El área de la parcela experimental consistió en 15 m² (5×3 m). Cada parcela estuvo constituida por 6 surcos de 5 metros de largo separados a 0.5 m. Las semillas se sembraron cada 10 cm para una densidad poblacional de 20 plantas por metro cuadrado.

2.6 Análisis estadístico

Los resultados de las variables de crecimiento se sometieron a análisis de varianza de mediciones repetidas, mientras que los resultados del resto de variables se sometieron al análisis clásico de varianza. El modelo estadístico en estudio fue el siguiente: $Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \gamma_k + \alpha\gamma_{jk} + \epsilon_{ijk}$, en donde: Y_{ijk} = variable dependiente, μ = media general, β_i = efecto de bloque, α_j = efecto del material genético, γ_k = tiempo, $\alpha\gamma_{jk}$ = interacción material genético por tiempo y ϵ_{ijk} = error

Todos los resultados se evaluaron usando la opción PROC GLM del programa estadístico SAS (SAS Institute, 2001). Para el caso de los valores de las variables de crecimiento previo a los análisis, éstos se transformaron a logaritmo natural y para el caso del índice de cosecha sus valores se transformaron a arcsen. En los casos en que las diferencias entre tratamientos resultaron significativas se procedió a la separación de medias utilizando la prueba LSD al 5%.

III. RESULTADOS

3.1 Variables de crecimiento

El análisis de varianza de las mediciones repetidas en el tiempo reflejó que de los dos factores estudiados, el tiempo, tal a como se esperaba, resultó altamente significativo ($p < 0.001$) para todas las variables de crecimiento estudiadas (Tabla 2). El efecto entre sujetos (ó entre material genético) resultó significativo ($p < 0.01$) únicamente para la variable materia seca de órganos reproductivos. Por otro lado, se detectó una interacción material genético por tiempo altamente significativa para las variables área foliar ($p < 0.001$) y materia seca de hoja ($p < 0.001$).

Tabla 2. Significancia estadística de las diferencias encontradas en las variables de crecimiento para los factores material genético, tiempo y su interacción

Variables	Material genético	Tiempo	Material genético x Tiempo
Area foliar	ns	***	***
Materia seca de hojas	ns	***	**
Materia seca de tallo	ns	***	ns
Materia seca de órganos reproductivos	**	***	ns
Materia seca total de parte aérea	ns	***	ns

** , ***: Significativo a 0.01 y 0.001 niveles de probabilidad, respectivamente.

ns: no significativo

3.1.1 Materia seca de órganos reproductivos

Los resultados reflejados en Tabla 2 indican que no se detectaron diferencias significativas entre materiales genéticos en cuanto a materia seca total de parte aérea, pero sí en cuanto a la capacidad de partición de la materia seca total hacia el componente órganos reproductivos ($p < 0.01$). En este sentido cabe resaltar el comportamiento de las variedades locales, las que sobre la base de su valor general a través de los diferentes tiempos de muestreo resultaron superiores en comparación con las variedades mejoradas, sobresaliendo dentro de ellas los materiales V16 y V29. La variedad local V9, por el contrario presentó un comportamiento similar a las variedades mejoradas. Esta tendencia se puede apreciar en los valores presentados

en la figura siguiente:

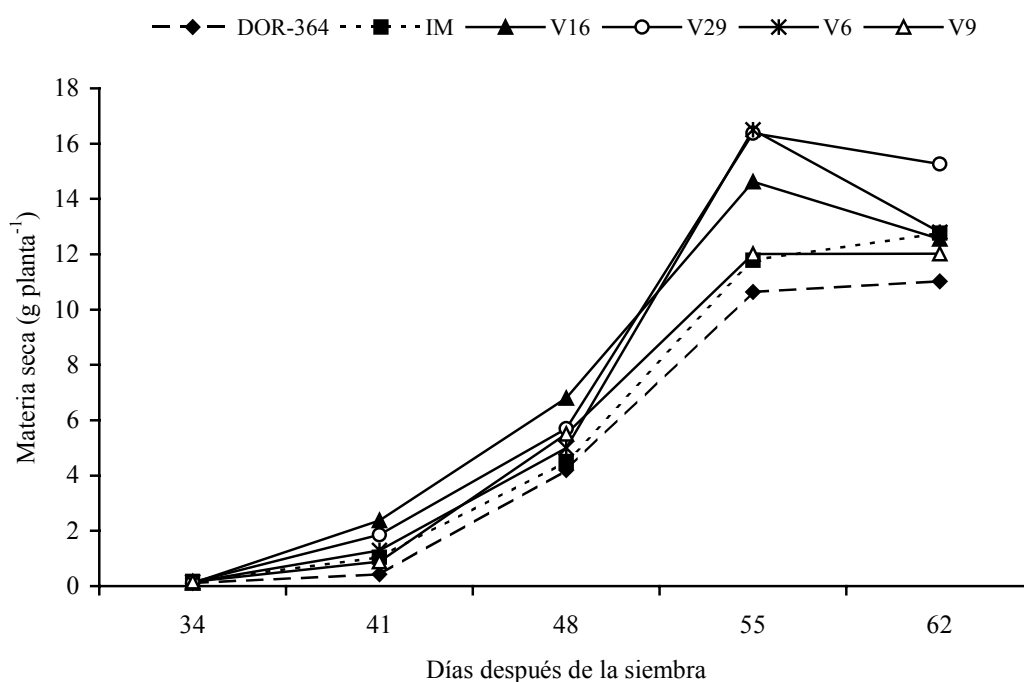


Figura 1. Cambios en la materia seca de órganos reproductivos (g/planta^{-1}) durante el crecimiento de seis poblaciones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

3.1.2 Área foliar

Todos los materiales genéticos presentaron un patrón de crecimiento similar en cuanto a área foliar hasta los 55 días después de la siembra (Figura 2). A partir de ese momento se apreció una reducción del área foliar siendo más evidente en las variedades locales y en particular la variedad V16, cuyos valores resultaron significativamente ($p < 0.001$) inferiores del resto de materiales en el último muestreo (62 días después de la siembra).

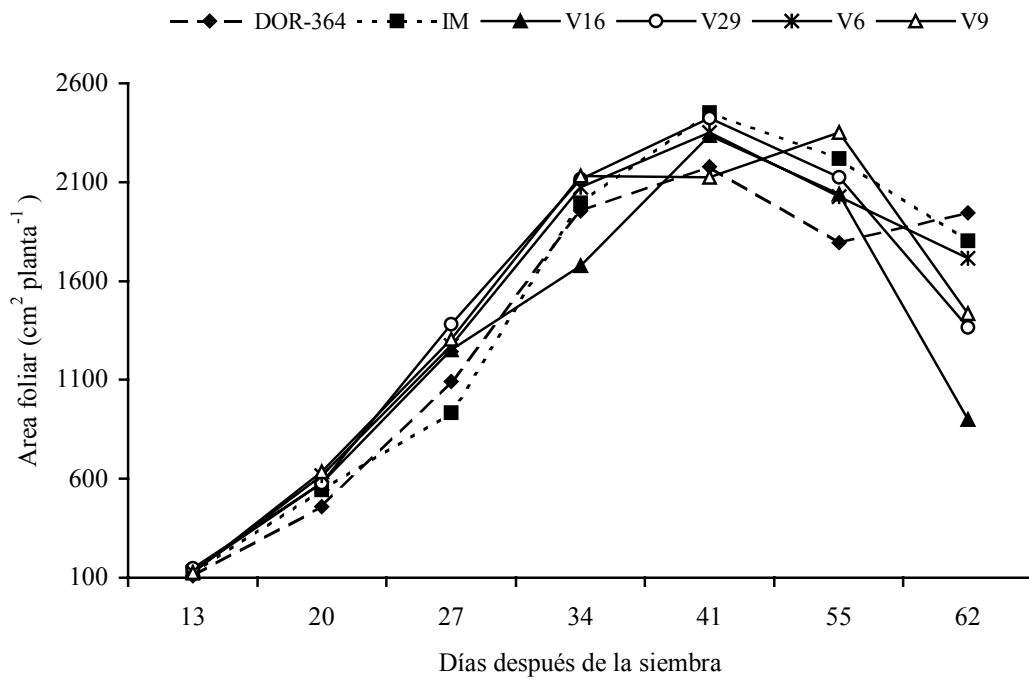


Figure 2. Cambios en el área foliar (cm^2) durante el crecimiento de seis poblaciones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

3.1.3 Materia seca de hojas

Hasta los 55 días después de la siembra las diferencias entre materiales resultaron no significativas (Figura 3), observándose un comportamiento diferenciado para esta variable en el último muestreo (62 dds), en este sentido ambos materiales mejorados (IM y DOR-364) mostraron mayores valores para la variable en mención

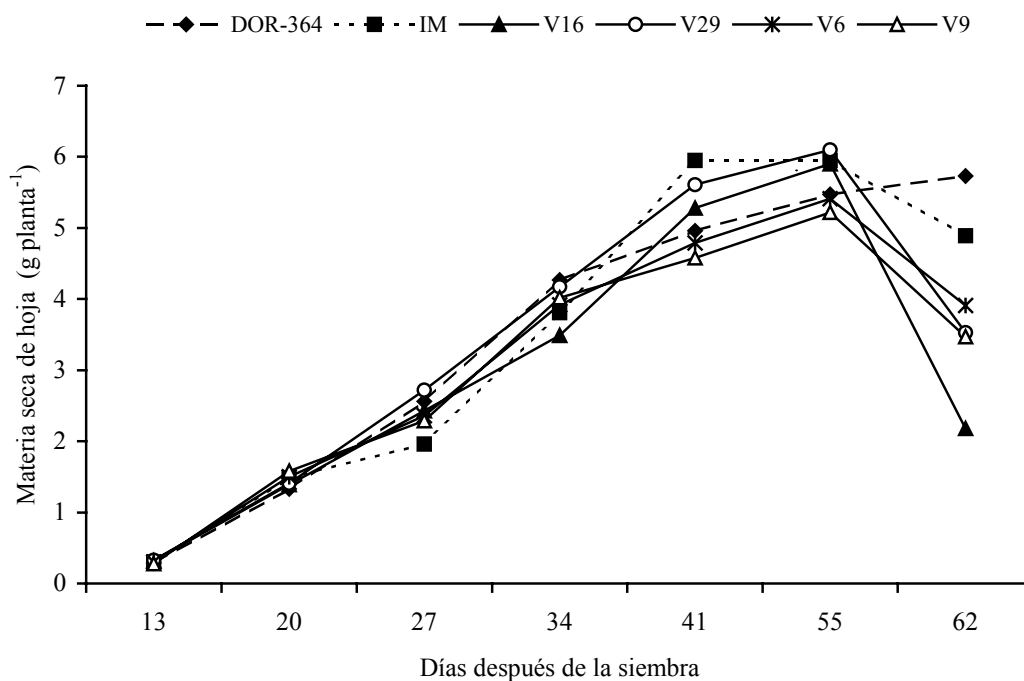


Figura 3. Cambios en material seca de hojas ($\text{g} / \text{planta}^{-1}$) durante el crecimiento de seis poblaciones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

3.2 Rendimiento, sus componentes e índice de cosecha

Los resultados del análisis de varianza (Tabla 3) indicaron diferencias estadísticamente significativas para las diferentes variables evaluadas entre materiales genéticos con excepción del número de semillas por vaina.

Tabla 3. Significación estadística y coeficiente de variación del rendimiento, sus componentes y del índice de cosecha

Variabes	Material genético	Coficiente de variación (%)
Vaina por plantas	***	10.0
Semilla por vaina	ns	3.50
Peso de 100 semilla	***	3.20
Rendimiento	**	13.0
Índice de cosecha	***	5.3

, *: Significativo a 0.01 y 0.001 niveles de probabilidad, respectivamente.
ns: No significativo

Las variedades mejoradas DOR-364 e INTA-Masatepe presentaron un mayor número de

vainas por planta y semillas más pesadas que las variedades locales lo que se reflejó en un mayor rendimiento de dichos materiales genéticos (Tabla 4). De las dos variedades mejoradas, DOR-364 presentó una mayor diferenciación para las variables antes mencionadas con relación a las variedades locales. Por otro lado, ambas variedades mejoradas presentaron índices de cosecha estadísticamente similar o inferior a las variedades locales, resultando DOR-364 el material genético con valor promedio menor (0.35) a los mostrados por las variedades locales.

Tabla 4. Efecto del material genético de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en el rendimiento, sus componentes e índice de cosecha

Material Genético	Vainas por plantas (N°.)	Peso de 100 semillas (g)	Rendimiento (kg.ha ⁻¹)	Índice de cosecha
DOR-364	24 a	22.5 b	2190 a	0.35 c
INTA-Masatepe	20 b	23.8 a	1944 ab	0.40 bc
V-16	14 d	21.4 c	1602 bc	0.52 a
V-29	16 cd	19.6 d	1538 c	0.48 ab
V-6	17 bc	20.0 d	1718 bc	0.44 b
V-9	16 c	19.1 d	1867 abc	0.45 b
LSD (0.05)	2.67	1.03	347.3	0.06

3.3 Análisis de correlación

En el presente trabajo no se apreció una correlación entre el rendimiento con la materia seca total de parte aérea. Sin embargo, el área foliar y la materia seca de hojas resultaron significativa y positivamente correlacionadas con el rendimiento hasta en el último período de muestreo a los 62 días después de la siembra (Tabla 5) y con número de vainas por planta a partir de los 41 días después de la siembra y en adelante.

Tabla 5. Relación entre el rendimiento y el número de vainas planta⁻¹ con ciertas características fisiológicas durante el crecimiento de seis poblaciones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

Días después de la siembra	Correlación del rendimiento con			Correlación del número de vainas planta ⁻¹	
	Área foliar (cm ²)	Materia seca de hoja (g)	Materia seca total de parte aérea (g)	Area foliar (cm ²)	Materia seca de hojas (g)
13	-0.35 NS	-0.15 NS	-0.20 NS	-	-
20	-0.24 NS	0.09 NS	0.05 NS	-	-
27	-0.16 NS	0.08 NS	0.07 NS	-	-
34	-0.05 NS	0.11 NS	0.07 NS	0.19 NS	0.26 NS
41	-0.10 NS	-0.06 NS	-0.19 NS	0.57 **	0.59 **
55	-0.15 NS	0.17 NS	-0.5 NS	0.51 *	0.54 *
62	0.50 *	0.50 *	0.19 NS	0.68 **	0.70 ***

*P<0.05, **P<0.01 y ***P< 0.001, NS: no significativo

IV. DISCUSION

De acuerdo con Singh (1991), el incremento en el rendimiento potencial a través del mejoramiento en ambientes favorables puede lograrse por medio de la acumulación de genes que maximizan la producción de biomasa o translocación eficiente de fotosintatos hacia el órgano de interés. En el presente trabajo no se detectaron diferencias en materia seca total de la parte aérea entre variedades mejoradas y locales, por lo que se puede asumir que el mejoramiento no ha conducido a un incremento de dicha variable. Resultados similares han sido reportados en otros cultivos, por ejemplo, en trigo (Calderini *et al.*, 1997; Brancourt-Hulmel *et al.*, 2003), en Soya (Morrison *et al.*, 1999). Por otro lado, se encontraron diferencias significativas entre materiales genéticos en cuanto a la partición de la materia seca acumulada hacia el componente materia seca de órganos reproductivos (botones florales, flores o vainas). Lo anterior se pudo apreciar en algunas variedades locales, sin embargo la mayor acumulación de materia seca en órganos reproductivos en dichos materiales no se tradujo en mayores rendimientos. Lo anterior sugiere que posiblemente dichos materiales genéticos presentaron una mayor tasa de absorción de órganos reproductivos en comparación con las variedades mejoradas probablemente debido a la competencia por fotosintatos, ya sea entre los diferentes órganos reproductivos (botones florales, flores y vainas) o entre estos y las otras partes en crecimiento de la planta (resto de partes vegetativas de la planta). Esta característica (alta producción de órganos reproductivos), aunque aparentemente negativa con relación al potencial de rendimiento de la variedad, puede resultar en una ventaja adaptativa (Finalay y Wilkinson, 1963), sobre todo cuando dichos materiales son cultivados en condiciones ambientales sujetas a múltiples factores limitantes (sequía, altas temperaturas, suelos de baja fertilidad), ya que le permite a la planta, si bien, no obtener altos rendimientos pero si al menos asegurar suficiente semilla para la perpetuación de la variedad y suplir el mínimo de producción que el agricultor necesita para su sobrevivencia. Podría resultar interesante evaluar la tasa de absorción de ambos grupos de materiales cultivados tanto en ambientes favorables (como en el presente experimento), así como en condiciones desfavorables para determinar el efecto del ambiente y del genotipo en la variable antes mencionada.

Las variedades locales presentaron una transición de la fase vegetativa a la reproductiva más

rápida y más completa en comparación con las variedades mejoradas. Esta situación influyó en que el último grupo de materiales genéticos presentara un mayor área foliar en el último muestreo secuencial (62 después de la siembra), lo que pudo haber afectado los valores de índice de cosecha que fueron inferiores en las variedades mejoradas comparadas con las variedades locales. A pesar de que el índice de cosecha fue menor en las variedades mejoradas, éstas tuvieron un mayor rendimiento de grano, debido en parte, al mayor número de vainas por planta y semillas más pesadas. Lo anterior parece indicar que en las variedades mejoradas hubo un mejor suministro de fotosintatos, debido a una mayor duración del área foliar durante el período de llenado de grano. Igualmente importante ha resultado el incremento en la duración del ciclo de crecimiento del cultivo, lo que pudo influir positivamente en el mayor rendimiento de las variedades mejoradas. Resulta importante resaltar el comportamiento de la variedad local V9, la que tuvo un rendimiento no significativamente distinto al de las variedades mejoradas, a pesar de haber presentado una menor área foliar y ser mucho más precoz. La variedad local V9, al igual que las mejoradas, se diferenciaron del resto de materiales genéticos (V16, V29 y V6) en la menor partición de materia seca hacia los órganos reproductivos en las etapas tempranas de la fase reproductiva. Es posible que la mayor inversión de materia seca de las variedades locales V16, V29 y V6 en estructuras reproductivas que no alcanzaron su etapa final (vaina) haya sido una pérdida definitiva, lo que se reflejó en su menor rendimiento.

Finalmente, se pudo apreciar una buena correlación entre el rendimiento y el número de vainas por planta (datos no presentados), característica que a su vez estuvo correlacionada con el área foliar y con la materia seca de hojas. Esta asociación se apreció desde el inicio de la etapa de formación de vainas (41 días después de la siembra), pero fue más fuerte en etapas posteriores (mayores valores del coeficiente de correlación), lo que implica que la duración del área foliar resultó importante en la obtención de altos rendimientos. Estos resultados coinciden con los presentados por Berrocal *et al.* (2002) en frijol, y por Kumudini *et al.* (2001) y Takahashi *et al.* (2003) en soya.

V. CONCLUSION

En conclusión se puede indicar que la mayor capacidad de rendimiento de las variedades mejoradas estuvo asociada a una mayor área foliar durante el período de llenado de grano y a una mayor duración del ciclo de crecimiento del cultivo, aunque la variedad local V9, cuyo rendimiento fue similar al de las variedades mejoradas presentó características diferentes: menor área foliar y mayor precocidad. El número de vainas por planta y el peso de cien semillas fueron entre otros los factores más influyentes en el alto rendimiento de las variedades mejoradas. En el presente trabajo no se encontró evidencia de que el mejoramiento haya conducido a una mayor producción de materia seca total de la parte aérea en las variedades mejoradas, en comparación con las variedades locales, aunque si es probable que el primer grupo de materiales genéticos presente una mayor disponibilidad de fotosintatos asociado a la mayor duración del área foliar durante el período de llenado de granos. Finalmente, se apreció una buena correlación entre el rendimiento y el área foliar y materia seca de hojas, lo que significa que la duración del área foliar fue importante en la obtención de altos rendimientos.

VI. LITERATURA REVISADA

- Avelares, J. 1992. Evaluación comparativa de ocho variedades criollas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). In: XXXVIII Reunión Anual PCCMCA. Managua, Nicaragua. p. 399-403.
- Berrocal Ibarra, S., Ortiz Cereceres, J., Peña Valdivia, C.B., 2002. Yield components, harvest index and leaf area efficiency of a sample of a wild population and a domesticated variant of the common bean *Phaseolus vulgaris*. South African Journal of Botany. 68, 205-211.
- Blanco, M. 1995. Comparación de variedades criollas y mejoradas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo sistema de labranza cero y mínima en asocio con café (*Coffea arabica* L.). Masatepe, Carazo. 10 p.
- Brancourt-Hulmel, M., Doussinault, G., Lecomte, C., Bérard, P., Le Buanec, B. and Trttet, M. 2003. Genetic improvement of agronomic traits of winter wheat cultivars released in France from 1946 to 1992. Crop Sci. 43:37-45.
- Calderini, D.F., Dreccer, M.F. and Slafer, G.A. 1997. Consequences of breeding on biomass, radiation interception and radiation-use efficiency in wheat. Field Crops Res. 52:271-281.
- Carballo, Calero, J. M. 1998. Caracterización y evaluación preliminar de 30 accesiones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) recolectadas en diferentes localidades de Nicaragua. Tesis Ing. agrónomo. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 111 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Aart van schoonhoven y Marcial A. Pastor-Corrales (comps.), Cali, Colombia. 56 p.
- Chow, Z. 1991. Estudio preliminar de leguminosas con posibilidad de uso como cobertura vegetal. Congreso Nacional de Granos Básicos. Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos (CNIGB). Managua, Nicaragua. p. 40-47.

- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Aart van schoonhoven y Marcial A. Pastor-Corrales (comps.), Cali, Colombia. 56 p.
- Finlay, K.W. and Wilkinson G.N. 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding proramma. Aust. J. Agric. Res., 14:742-54.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 1995. Informe anual. Ensayo centroamericano de adaptación y rendimiento grano rojo y grano negro. ECAR 1994 – 1995. Obando, J. Managua, Nicaragua. 46 p.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 1996. Informe anual. Estabilidad de rendimiento de 14 líneas promisorias de frijol en 6 ambientes de Nicaragua. Editores A, Llano, J. Obando. Managua, Nicaragua. 197 p.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2000. Variedades de frijol rojo de alto potencial de rendimiento y tolerancia a enfermedades. Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA). 12 p.
- Kumudini, S., Hume, D.J., Chu, G., 2001. Genetic improvement in short season soybeans, I. Dry matter accumulation, partitioning, and leaf area duration. Crop Sci. 41, 391-398.
- Morrison, M. J.; Voldeng Harvey, D. and Cober, Elroy R. 1999. Physiological changes from 58 years of genetic improvement of short-season soybean cultivars in Canada. Agron. J. 91:685-689.
- 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.
- Rivas, R. 1992. Producción y mantenimiento de semilla básica de frijol. Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos (CNIGB) Managua, Nicaragua. 9 p.
- Sotelo, M. 1999. Estudio de adopción de dos variedades mejoradas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) en la meseta de los pueblos, Región IV. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 94 p.

- Somarriba, C. 1998. Granos Básicos: Texto Básico EPV-UNA. Managua, Nicaragua. 197 p.
- SAS Institute. 2001. SAS Institute versión 8.2 Inc., NC, USA SAS Inst. Cary, NC.
- Singh, S. P. 1991. Breeding for seed yield, ed. A. Van Schoonhoven and O. Voysest, Common beans; research for crop improvement, CAB International, Wallingford. pp 383, 443.
- Takahashi, M., Arihara, J., Nakayama, N., Kokubun, M., 2003. Characteristics of growth and yield formation in the improved genotype of supernodulating soybean (*Glycine max* L. Merr.). Plant Prod. Sci. 6, 112-118.
- Tapia B., H. 1987. Variedades mejoradas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) con grano rojo para Nicaragua. Primera edición. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Dirección de Investigación y Postgrado. Managua, Nicaragua. 26 p.