

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL



TRABAJO DE DIPLOMA

EFFECTO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL Y LA EPOCA DE SIEMBRA EN EL
RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE LA SEMILLA DE UNA POBLACIÓN DE CAUPI
ROJO [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] EN LA FINCA EL PLANTEL

AUTORES

Br. Eveling del Socorro Oporta Pichardo

Br. Arelis María Rivas Cáseres

ASESORES

Ing. M.Sc. Digno Marvin Fornos Reyes

Ing. M.Sc. Rosana Salgado Tórriz

Managua, Nicaragua

Octubre, 2006

DEDICATORIA

A **Dios** por haberme permitido vivir y ayudarme a vencer todos los obstáculos presentados, el que guía mi vida e inspira a seguir adelante.

Con mucho amor y cariño a mi madre **María Ofelia Pichardo Rivera**, que me brindó su apoyo incondicional para culminar esta etapa de mi formación profesional e impulsa a superarme día a día.

A mis hermanos **Verónica, Zorayda, Mayra, Carmen, Noel y Juan Oporta Pichardo**, que de alguna forma han contribuido en mi desarrollo personal, en especial a **Reyna Isabel Oporta Pichardo**, por estar siempre pendiente de mí brindándome su amor y cuidados.

A **Franklin Mauricio Tórrez Rizo**, que ha estado a mi lado dándome su cariño y apoyo en los momentos que más lo necesito.

Eveling del Socorro Oporta Pichardo

DEDICATORIA

Primeramente a la luz de mi vida a **Dios** por que él me a dado la fuerza y la sabiduría para alcanzar todas mis metas propuestas.

Muy especialmente a mis queridos padres, **Isabel Rivas y Estela Cáceres**, quienes me han apoyado incondicionalmente en toda mi vida.

A mi amado esposo **Lic. Isaac Ríos**, por estar siempre a mi lado en todos los momentos difíciles y brindándome comprensión en las decisiones a tomar.

A mis hermanos **Carolina, Keyla, Luciana, Fanny, Ariel, Melvin, Danny, Yader, Roberto y Leonso Rivas Cáceres**, quienes me han dado su amor y consejo.

Areli María Rivas Cáceres

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestros **familiares y amigos** quienes de una u otra forma contribuyeron en la realización y culminación de esta investigación.

Al **Ing. M.Sc. Marvin Fornos Reyes** y el **Ing. M.Sc. Rosana Salgado Tórrez**, nuestros asesores, por su colaboración y dedicación en la realización de este arduo trabajo.

Al **Ing. M.Sc. Aleyda López Silva**, por el tiempo dedicado en el establecimiento del ensayo experimental.

Al **Lic. Isaac Ríos Luna**, por habernos brindado su apoyo en el desarrollo de la presente investigación.

Al **Dr. Oscar Gómez** y al **Lic. Irma Vega Norori**, por haber dedicado su valioso tiempo a la revisión de nuestro trabajo y contribuir grandemente con la culminación del mismo

Al **Ing. M.Sc. Camilo Somarriba**, por brindarnos su valioso tiempo, el cual es un digno ejemplo a seguir.

A todos los trabajadores de la biblioteca y Hemeroteca, en especial al **Lic. Katy Sánchez Fonseca**, **Lic. Jacqueline López Martínez**, **Ing. Gabriel López Martínez** y **Lic. Guillermo Rodríguez**.

A dos trabajadores de el Centro de Experimentación y Validación El Plantel al **Sr Jorge Vega** y el **Sr. Luis Leiva** por habernos ofrecido su apoyo y tiempo en las labores de campo.

A todos los docentes de la **Universidad Nacional Agraria** por haber contribuido en nuestro desarrollo como futuros profesionales.

Eveling del Socorro Oporta Pichardo
Arelis Maria Rivas Cáseres

INDICE GENERAL

CONTENIDO	Páginas
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE GENERAL	iv
INDICE DE CUADROS	vi
INDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. REVISION DE LITERATURA	4
3.1 Importancia del caupí	4
3.2 Taxonomía	5
3.3 Fisiología	5
3.4 Toxicidad	5
3.5 Plagas	5
3.6 Enfermedades	5
3.7 Nemátodos	5
3.8 Breve descripción botánica	6
3.9 Requerimientos climáticos y edáficos	7
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	8
4.1 Ubicación del experimento	8
4.2 Zonificación ecológica	8
4.3 Material genético	9
4.4 Descripción del experimento y análisis estadístico	9
4.5 Manejo agronómico	11
4.6 Variables evaluadas	11
4.6.1 Variables morfológicas cualitativas y cuantitativas del caupí	12
4.6.2 Variables evaluadas sobre la calidad de semilla de caupí	14
4.6.3 Variables evaluadas sobre los componentes del rendimiento	

y el rendimiento de caupí	15
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
5.1 Variables morfológicas cualitativas del caupí	16
5.2 Variables morfológicas cuantitativas del caupí	16
5.3 Variables sobre la calidad de semilla de caupí	17
5.4 Variables sobre los componentes del rendimiento y el rendimiento del caupí	18
5.5 Número de vainas por parcela sobre la densidad de siembra de caupí	20
VI. CONCLUSIONES	21
VII. RECOMENDACIONES	22
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	23
IX. ANEXO	26

INDICE DE CUADROS

Cuadros	Títulos	Página
1	Factores evaluados en los ensayos establecidos en la finca El Plantel	10
2	Dimensiones de los ensayos establecidos en la finca El Plantel	10
3	Efecto de la época de siembra en algunos datos morfológicos cuantitativos de caupí	16
4	Efecto de la época de siembra sobre algunas variables sobre la calidad semilla de caupí	17
5	Efecto de la época de siembra sobre el rendimiento de caupí	18
6	Efecto de la densidad de siembra sobre el número de vainas por parcela.	20

INDICE DE ANEXOS

Anexos	Títulos	Páginas
1	Diámetro del tallo y número de ramas	26
2	Interpretación de resultados de laboratorio de suelos y agua de la Universidad Nacional Agraria	27
3	Análisis de suelos de la finca El Plantel	28
4	Fotos de caupí	29
5	Cuadro de colores basado en Metheun Book of color utilizado para las variables morfológicas cualitativas	30

RESUMEN

El presente ensayo se realizó en la Finca El Plantel, Zambrano, departamento de Masaya, Nicaragua durante las épocas de siembra de primera, postrera y de riego (Junio 2005-Marzo 2006) con el objetivo de determinar el efecto de la densidad poblacional y la época de siembra sobre el rendimiento y la calidad de semilla de una población de caupí rojo. Fue establecido un diseño bifactorial de bloques completos al azar (BCA), con cuatro bloques, cinco distancias de siembra (0.40, 0.60, 0.80, 1.00, 1.20) y tres épocas de siembra. Se realizó el análisis de varianza y separación de medias por Tukey al 5% de confianza, utilizando el programa Statistical Analysis System (SAS). La medición de las variables se basó en el descriptor de *Vignas sp* y en la tabla de colores de Methuen. Las variables cuantitativas medidas fueron longitud del foliolo central, longitud del pecíolo, longitud del pecíolulo, longitud del pedúnculo de la vaina, longitud de la rama, longitud de la vaina, diámetro del tallo, altura de la planta, número de ramas por planta, contenido de humedad de la semilla, materia seca, germinación, número de semilla por vainas, número de vainas por parcela, peso de 1000 semillas, y rendimiento. De acuerdo con los resultados no se encontró interacción entre épocas y distancias de siembra. Se determinó que hubo efecto entre épocas de siembra sobre las variables medidas a excepción de número de ramas y diámetro del tallo. El mayor rendimiento se obtuvo en postrera con 1228.8 kg.ha⁻¹, seguida de riego con 452.8 kg.ha⁻¹ y primera 361.6kg.ha⁻¹. La siembra con riego presentó el primer lugar en las variables peso de 1000 semillas (146.0 g), materia seca (1.8 g) y germinación (87.2 %). Respecto a distancia de siembra la variable número de vainas por parcela presentó efecto significativo correspondiente a la distancia de 1.20m con 406 vainas. De acuerdo a estos resultados se puede decir que la mejor época para producir semilla de caupí es riego por la calidad alcanzada de este insumo.

Palabras claves: Caupí, épocas de siembra, distancias de siembra, semilla, rendimiento.

I. INTRODUCCIÓN

El caupí [*Vigna unguiculata* (L) Walp] es originario de África Central aunque otros investigadores afirman que es originario de la India, siendo introducido a América por los colonizadores Españoles. El caupí ha sido ampliamente estudiado y cultivado en África, India, EE.UU. Cuba, Venezuela y Brasil. En Centroamérica se usa marginalmente por grupos de agricultores en el sur de Honduras y norte de Nicaragua, pero no se ha hecho mucha investigación ni esfuerzos de disseminación (CIDICCO, 2004).

El frijol caupí, fue introducido a Nicaragua en 1952 procedente del Centro Nacional de Agricultura de El Salvador, se hizo con el propósito de usarlo para forraje animal y abono verde en el mejoramiento de los suelos agrícolas del país. En Nicaragua se encuentran ocho especies, de las que tres son cultivadas: *Vigna sinensis*, *Vigna radiata* y *Vigna unguiculata* (Tapia y Herrera, 1983).

El frijol caupí es conocido por diversos nombres comunes como frijol de vaina, chícharo de vaca, arveja de vaca, frijol bejuco, frijol de costa, alazín, castilla entre otros.

Santiesteban *et al.*, (2001) citando a otros autores afirman que el género *Vigna* se cultiva entre los 35° N y los 30° S , siendo tolerante a la sequía, a la baja fertilidad de los suelos y a las altas temperaturas.

El caupí es una leguminosa herbácea de alto valor nutritivo, ya que posee un alto contenido de proteínas, calcio y vitamina D y casi todos los aminoácidos esenciales. Se utiliza como grano seco, grano tierno y vainas para el consumo humano. También se utiliza para el mejoramiento y conservación de suelos como abono verde, ya que suministra materia orgánica y es un excelente fijador de nitrógeno, ideal para la rotación de cultivos. Por el volumen de follaje que produce, se usa como forraje y ensilaje en la alimentación animal. En la actualidad existe un gran número de variedades comerciales, tanto de guía como arbustiva, con diversos colores de grano: crema, café, rojo y negro, siendo la de grano rojo la más utilizada en Nicaragua (MAG, 1991).

En Costa Rica el MAG, (1991) cita que este cultivo ha alcanzado su mayor difusión en el Pacífico Seco hasta los 200 msnm, donde la disponibilidad de terrenos mecanizables es mayor que en otras zonas, reportándose rendimientos promedios de 2 a 2.5 t ha⁻¹. Las épocas de siembra reportadas son Mayo, con el inicio del período lluvioso, en especial para la producción de vainas y grano tierno; octubre para la obtención de vainas y grano tierno o seco;

y noviembre y febrero para incorporar como abono verde y para la producción de grano seco y de semilla. Se recomienda distancia de 50 cm entre hileras y 10 cm entre plantas con 13 a 15 semillas por metro lineal.

En Cuba Basterrechea *et al.*, (1993); Caballero *et al.*, (1994) y Sánchez *et al.*, (1994 y 1996) recomiendan densidades de 50000 a 200000 plantas por hectárea. Soárez y Gómez, (1982); Kwapata y Hall (1990) y Sarker (1996), recomiendan densidades desde 50 hasta 400 mil plantas por hectárea (citados por CIDICCO, 2004).

En Nicaragua el INTA (2004), asegura que el frijol caupí lo están demandando las escuelas de agricultura del país, organismos que trabajan con productores locales como ONG's, y universidades, dada la importancia que está tomando esta especie por sus múltiples usos aumentando de esta manera la demanda de semillas.

Mendoza de Jiménez *et al.*, (1989) afirman que el frijol caupí [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] es después del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), la leguminosa de mayor importancia destinada al consumo directo de la población en las regiones tropicales y subtropicales.

Actualmente existe poco conocimiento relacionado a la producción de semilla de caupí. En primera instancia no hay producción de semilla como tal sino que ésta se obtiene de algunas áreas donde no se realiza el manejo adecuado encaminado a la producción de semilla, por lo tanto no existe información respecto a densidades y épocas de siembra con las que se obtengan los mejores rendimientos y semillas de mejor calidad.

El frijol caupí se encuentra poco difundido en nuestros campos, probablemente se debe al poco conocimiento que se tiene de este frijol a pesar de los múltiples beneficios que aporta.

La realización del presente trabajo de investigación genera información sobre la producción de semilla del caupí y una breve descripción del material utilizado.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Generar información respecto a la producción de semilla del caupí [*Vigna unguiculata* (L.) Walp], mediante la evaluación de cinco densidades poblacionales y tres épocas de siembra en la finca El Plantel, Zambrano, Masaya.

2.2 Objetivos específicos

Determinar la densidad poblacional que permita obtener buenos rendimientos y semilla de calidad de caupí rojo en la finca El Plantel.

Determinar el efecto de tres épocas de siembra sobre el rendimiento y la calidad de semilla de caupí rojo en la finca El Plantel.

Determinar el efecto de la interacción de los factores densidad y época de siembra sobre el rendimiento y calidad de semilla de caupí rojo en la finca El Plantel.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1 Importancia del caupí

Las leguminosas son de gran importancia económica por obtenerse de ellas altos rendimientos y gran proporción de principios nutritivos, cuya aplicación a la alimentación del hombre o de los animales domésticos ha ocupado y ocupa un lugar de primer orden en la práctica agrícola (Mateo, 1969).

Las semillas de estas plantas tienen propiedades valiosas principalmente por su alto contenido de proteínas, mayor que cualquier otro producto vegetal y que casi se aproxima al de la carne. Una vez maduras pierden fácilmente humedad permitiendo almacenarse sin peligro; gracias a esta propiedad y a la presencia de tegumentos bastantes impermeables las convierten en plantas de cultivos de enorme interés. Además, tiene buena cantidad de materias, minerales y vitaminas como A y B, su valor energético es muy elevado (Cubero y Moreno, 1983).

Aunque la primordial prioridad de las leguminosas de grano reside en sus semillas estas plantas tienen múltiples empleos en la agricultura como abonos verdes, forraje y ensilado (Mateo, 1969).

El caupí se siembra en relevo con maíz o sorgo y como cobertura en cultivos perennes, antes que el cultivo principal domine el campo. Es cultivo trampa para *Meloidogyne* spp. y *Bemisia tabaci* (Binder, 1997). Según el INTA, (2004) el caupí es una leguminosa resistente a sequías, que se produce con poca humedad, a diferencia del frijol común (rojo y negro). Puede lograrse hasta seis cosechas al año obteniéndose en promedio siete quintales por manzana en cada una de las cosechas sin volverlo a sembrar, contrario a lo que ocurre con el frijol común que en zonas secas solo se cosecha una vez al año con rendimientos de ocho quintales por manzana.

En la alimentación humana se utilizan los granos secos y vainas verdes como verdura, así como las semillas germinadas como forraje verde es excelente. Después de acostumbrarse el ganado a consumirlo, el caupí es muy palatable. Proporciona un heno muy bueno y la semilla se emplea como pienso concentrado para el ganado bovino (Binder, 1997).

3.2 Taxonomía

Nombre científico: [*Vigna unguiculata* (L). Walp]

Nombre común: frijol vara, frijol vaca, frijol caupí, frijol castilla

Reino: Vegetal

Clase: Angiospermae

Subclase: Dicotyledoneae

Orden: Leguminosae

Familia: Papilionaceae (Fabaceae)

Genero: *Vigna*

Especie: *unguiculata* (L). Walp (Ospina, 1995)

3.3 Fisiología. Son plantas de días cortos aunque hay variedades neutrales respecto al fotoperíodo. En las variedades arbustivas la floración es determinada y la maduración uniforme, en las variedades rastreras y enredaderas es indeterminada con maduración no uniforme, encontrándose en una misma planta flores y vainas maduras. En este caso se tienen que hacer de tres a cuatro cosechas. El desarrollo inicial es rápido y el crecimiento productivo es alto. Se reportan rendimientos de 808 a 969 kg/ha pudiendo alcanzar hasta 2908 kg ha⁻¹ (Binder, 1997).

3.4 Toxicidad. Los granos tienen una ligera toxicidad ya que contienen sustancias que bloquean la tripsina y la quimo tripsina, por lo que requieren cocción (Binder, 1997).

3.5 Plagas. Los problemas más comunes se encuentran con pulgones (*Diabrotica spp.*), virosis causada por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), *Spodoptera exigua*, *Estigmene acrea*, *Heliothis spp.*, hormigas, picudo de la vaina (*Apion golmani*) y a veces sompopos. Un elemento importante es que las vignas no son tan apetecidas por las babosas (*Sarasinula plebeia*); sin embargo, el grano almacenado es susceptible al ataque del gorgojo (*Zabrotes subfasciatus*) (Binder, 1997).

3.6 Enfermedades. El caupí puede verse afectado por diversas enfermedades; en las partes aéreas: *Cercospora canescens*, *Colletotrichum lindemuthianum*, *Phytophthora vignae*, *Xanthomonas spp.*; en las raíces: *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solana* (Binder, 1997).

3.7 Nemátodos. Varias especies de nemátodos pueden atacar al caupí entre las que se pueden mencionar *Belonolaimus gracilis*, *Meloidogyne spp.*, *Pratylenchus spp.*

A pesar de los posibles ataques de enfermedades, plagas, virus y nématodos, normalmente no es necesario efectuar un control de los mismos (Binder, 1997).

3.8 Breve descripción botánica

Planta. Es una planta herbácea anual habiendo variedades de crecimiento erecto, semi-erecto y rastrero. Existen variedades que se agrupan según la forma de las vainas y semillas o por su ciclo vegetativo: variedades precoces (60-80 días), semi-tardías (80-120 días) y tardías (120-150 días). Las variedades precoces y algunas semi-tardías tienen un porte erecto, mientras que la mayoría de las variedades semi-tardías son enredaderas y tienen vainas especialmente largas (Binder, 1997).

Tallo. Los tallos del caupí son glabrosos y poco ramificados (Binder, 1997).

Raíz. El caupí presenta un sistema radicular profundo que hace posible sembrarse en zonas cuya precipitación sea de 250 a 1000 mm (Binder, 1997).

Ramas. La ramificación comienza de dos a tres semanas después de la emergencia. Las ramas son útiles para aumentar el rendimiento cuando el número de plantas es bajo. Sin embargo, no puede aumentarlo cuando el número de plantas en el terreno es muy bajo (Binder, 1997).

Hojas. Las hojas son trifoliadas, de color verde intenso, de aspecto grueso con presencia de pubescencia. Foliolos aovados a lanceolados, foliolo terminal de mayor tamaño que los laterales que son oblicuos y puntiagudos (Binder, 1997).

Flores. Las flores blancas amarillentas o azul violeta hasta 3 cm de largo. El primer tallo floral se desarrolla en la parte media de la planta, en la axila entre hoja y tallo. A partir de la parte media la floración progresa hacia arriba y hacia abajo. De las flores apretadas en el ápice del pedúnculo de toda la inflorescencia solo de 3 a 4 se convierten en vainas (Anexo 4a).

Fruto. El fruto o legumbre es cilíndrico, colgante, recto o ligeramente curvado y comprimido sobre la semilla, con pergamino, liso y dehiscente (Anexo 4a).

Semilla. La semilla varía en cuanto a tamaño, color y textura. Los colores pueden ser blanco, amarillo, púrpura, rojo, café, y pardo. Superficie arrugada o lisa con una longitud de 4 a 8 x 3 a 4 mm (Binder, 1997).

3.9 Requerimientos climáticos y edáficos

Clima. Es un cultivo tropical adaptado a climas calientes y húmedos y áreas semi secas la temperatura ideal es de 20 a 35°C Tolera bajas temperaturas hasta 15°C, pero no las heladas, precipitación de 400 a 2000 mm/año con óptimo de 750 a 1000 mm/año, alturas de 0 a 1500 msnm optimas de 0 a 800 msnm.

Suelo. Crece en muchas clases de suelos como arenosos, arcillosos, en suelos compactos de baja infiltración, tolera suelos ácidos y neutros con pH de 4.3 a 7.5, tiene poca tolerancia a la salinidad (Pandey, 1990)

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del experimento

El experimento se estableció en primera (20 de junio al 6 de octubre del 2005), postrera (12 de septiembre al 29 de diciembre del 2005) y la siembra bajo riego (30 de noviembre del 2005 al 29 de marzo del 2006) en la finca El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el km 42 de la carretera Tipitapa - Masaya, en el municipio de Zambrano, departamento de Masaya.

4.2 Zonificación ecológica

El área donde se estableció el experimento se localiza en las coordenadas 12°06'24" latitud norte y 86°04'46" longitud oeste. La zona se caracteriza por poseer suelos franco arcillosos ligeramente ácidos. La altitud es de 98 a 110 msnm, precipitación de 800 a 1000 mm anuales, temperatura promedio anual de 26°C, humedad relativa de 75% y velocidad del viento de 3.5 m/s (INETER, 2006). La información obtenida sobre las precipitaciones ocurridas durante la realización del experimento se muestra en la **Figura 1**

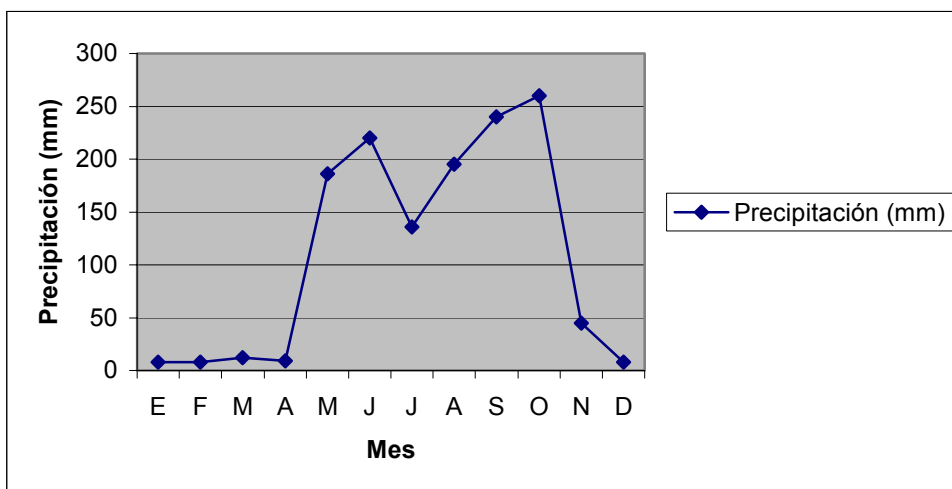


Figura 1: promedio de precipitación en la finca “El Plantel” durante el período del 2005 en el municipio de Zambrano, Masaya (INETER, 2006).

4.3 Material genético

Se utilizó una población de caupí con semilla de color rojo, la que fue obtenida a través del Ing. M.Sc. Juan Ramón Galeano Aburto ejecutivo de ventas de Agronegocios S. A. (AGRONEGSA), quien lo ha estado utilizando como abono verde en fincas del municipio de Villa El Carmen.

4.4 Descripción del experimento y análisis estadísticos

El estudio consistió en evaluar el efecto de cinco densidades poblacionales en tres épocas de siembra (primera, postrera y bajo riego), sobre el rendimiento y la calidad de la semilla de una población de caupí rojo en la finca El Plantel para un total de 15 tratamientos, los que se arreglaron en un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA). Para las variables cualitativas se utilizó la tabla de colores de Methuen y la Guía de descriptores de Vignas. Los datos de las variables cuantitativas se sometieron a análisis de varianza y separación de medias por Tukey al 5% de error, utilizando el programa Statistical Analysis System (SAS). En el **Cuadro 1** se presenta la descripción de los tratamientos.

Cuadro 1. Factores evaluados en los ensayos establecidos en la finca El Plantel

<i>Época</i>	<i>Distancia (m)</i>	<i>Tratamiento</i>	<i>Nº</i>
Primera (a1)	0.40 (b ₁)	a ₁ b ₁	1
	0.60 (b ₂)	a ₁ b ₂	2
	0.80 (b ₃)	a ₁ b ₃	3
	1.00 (b ₄)	a ₁ b ₄	4
	1.20 (b ₅)	a ₁ b ₅	5
Postrera (a2)	0.40 (b ₁)	a ₁ b ₁	1
	0.60 (b ₂)	a ₁ b ₂	2
	0.80 (b ₃)	a ₁ b ₃	3
	1.00 (b ₄)	a ₁ b ₄	4
	1.20 (b ₅)	a ₁ b ₅	5
Bajo Riego (a3)	0.40 (b ₁)	a ₁ b ₁	1
	0.60 (b ₂)	a ₁ b ₂	2
	0.80 (b ₃)	a ₁ b ₃	3
	1.00 (b ₄)	a ₁ b ₄	4
	1.20 (b ₅)	a ₁ b ₅	5

Para obtener las diferentes densidades de siembra se utilizaron cinco distancias entre surco: 0.40, 0.60, 0.80, 1.00, 1.20 metros, con promedio de 10 semillas por metro lineal. Este mismo diseño se utilizó en las épocas de postrera y bajo riego en la localidad antes mencionada. Cada parcela experimental constó de cinco surcos de cinco metros de largo cada uno, la parcela útil la constituyeron los tres surcos centrales, descartando 0.50 metros de los extremos. La distancia entre bloques y el borde de cada parcela fue de un metro. En el Cuadro 2 se presentan las dimensiones de los ensayos.

Cuadro 2. Dimensiones de los ensayos establecidos en la finca El Plantel

Distancia entre surcos (m)	Áreas (m ²)				Total del Ensayo	Densidad de siembra (semillas ha ⁻¹)
	Parcela experimental	Parcela útil	Cada Bloque	Total de bordes		
0.40	10.00	4.80				250000
0.60	15.00	7.20				166666
0.80	20.00	9.60	100	150	550	125000
1.00	25.00	12.00				100000
1.20	30.00	14.40				83333

4.5 Manejo agronómico

Preparación del suelo

En las tres épocas la preparación del suelo se realizó mediante el pase de chapoda, posteriormente se delimitó el área y se roturó el suelo con un pase de arado, un pase de nivelación y surcado.

Análisis de suelo

Se tomaron 12 muestras de suelo (tres por cada bloque, dos a los bordes y uno en el centro) al momento de la siembra, a una profundidad de 20cm. Luego se homogeneizó y se envió al laboratorio de Suelos y Agua de la Universidad Nacional Agraria aproximadamente un kg por cada época para su respectivo análisis físico-químico. Los resultados de análisis de suelos se muestran en los **Anexos 2 y 3**.

Siembra

Las distancias fueron de 0.40, 0.60, 0.80, 1.00 y 1.20 metros, se colocaron 10 semillas por metro lineal a una profundidad de 3 cm. La semilla utilizada para la siembra no se sometió a ningún tipo de tratamiento.

Fertilización

Esta se realizó al momento de la siembra con fertilizante completo utilizando la fórmula 10-30-10 a razón de 129.39 kg ha⁻¹ depositándose al fondo del surco.

Control de malezas

El primer control se realizó 15 días después de la siembra (dds) y el segundo control a los 30 dds de forma mecánica. Las malezas predominantes en cada una de las épocas de siembra fueron *zacate jhonson* (*Sorghum halepense*), coyolillo (*Cyperus rotundus*) y mirasol (*Simsia amplexicaule*).

Control de plagas

A los 25 dds se aplicó Monarca a razón de 1 litro por hectárea para el control de gusano peludo (*Estigmenea acrea*) en las épocas de primera y postrera; también se observó la presencia de mosca blanca (*Bemisia tabaci*), chinche verde o maya (*Nezara viridula*), chicharrita o salta hoja (*Empoasca kraemeri*). En postrera la semilla se vio afectada por el gorgojo del frijol (*Zabrotes subfasciatus*). Como medida de protección se le aplicó Phostoxin a razón de una pastilla por cada 4 metros cúbicos.

Riego

El agua de riego se suministró en dos momentos, a la siembra y 15 días después de la siembra.

Cosecha

La cosecha se inició cuando el 50 % de las plantas presentaron vainas secas, efectuándose 3 cosechas por época cada 8 días.

Trilla y limpieza

Para la trilla las vainas se colocaron en sacos y se procedió al aporreo (garroteo) cuando las vainas estuvieron secas, posteriormente se procedió a la limpieza eliminando la materia inerte mediante venteo y zarandas.

4.6 Variables evaluadas

Todas las variables se midieron utilizando la guía de descriptores para Vignas (1985) y La Guía del agricultor para el chícharo de vaca (Pandey, 1990). Para los datos de colores se empleó la Tabla de colores Methuen (Kornerup, 1983).

4.6.1 Variables morfológicas cualitativas del caupí

Color del hipocótilo, del pecíolo, del pecíolulo, de la hoja, del cáliz, de la corola. Se observó y comparó con la tabla de colores Methuen (1983).

Pubescencia de la vaina. Se observó la vaina seca en estado maduro (en el campo) y se calificó en glabrasas o pubescentes.

Color de la vaina en estado inmaduro. Se observó el color de la vaina y se comparó con la tabla de colores de Methuen (1983), la evaluación sobre la vaina se realizó en correspondencia al cuarto nudo.

Color de la vaina en estado maduro. Se observó en vainas secas recién cosechadas y se evaluó según la tabla de colores Methuen (1983).

Forma de la vaina madura. Se observó la vaina en estado maduro recién cosechada y se calificó en rectas, semi curvadas o curvadas.

Color de la semilla. Se observó el color de la semilla en estado maduro y se calificó según la tabla de colores Methuen (1983).

Forma de la semilla. Se observó la semilla y se calificó en redonda, oval, cuadrada o cilíndrica

Tamaño de la semilla. Esta variable se determinó visualmente y se calificó como pequeña, mediana o grande.

Textura de la semilla. Esta variable se evaluó al igual que la variable anterior y se calificó como lisa, áspera y arrugada.

Hábito de crecimiento del tallo. Se determinó observando la arquitectura de la planta y se calificó en dos categorías: determinado (erecta o semi erecta) e indeterminado (trepadora o rastrera).

VARIABLES MORFOLÓGICAS CUANTITATIVAS

Longitud del foliolo central, del pecíolo, del pecíolulo (cm). Se seleccionaron 10 plantas por parcela útil en cada época de siembra, realizándose la medición en el cuarto nudo de la planta a los 30 dds.

Longitud del pedúnculo de la vaina (cm). Se seleccionaron 10 plantas por parcela útil en cada época de siembra, realizándose la medición a partir del cuarto nudo de la planta a los 26 días después de la floración (Anexo 4f).

Longitud de la vaina (cm). Se seleccionaron 10 vainas secas por cada parcela útil en cada época de siembra a los cinco días después de la cosecha (ddc).

Altura de la planta (m). Se seleccionaron 10 plantas por parcela útil en cada una de las épocas de siembra, se efectuó la medición desde la base del tallo hasta el ápice de la planta (Anexo 4e).

Longitud de la rama (m). Se seleccionaron 10 plantas por parcela útil en cada una de las épocas de siembra, la medición se efectuó desde la base hasta el ápice de la rama al momento de la cosecha (Anexo 4e).

Diámetro del tallo (cm.) Se seleccionaron 10 plantas por parcela útil en cada una de las épocas de siembra. Para su registro se utilizó un vernier midiendo dicha variable en la base del tallo de la planta .

Número de ramas. Se seleccionaron 10 plantas por parcela útil en cada una de las épocas de siembra, contándoles el total de ramas por cada planta al momento de la cosecha (Anexo 4c).

4.6.2 Variables evaluadas sobre la calidad de semilla

Contenido de humedad (%). Se determinó el contenido de humedad de la semilla empleando el método del horno siguiendo las Reglas Internacionales de la ISTA (1996).

Germinación (%). La semilla cosechada de cada parcela se plantó en cajones de madera utilizando como substrato arena de lago esterilizada, se hicieron cuatro réplicas de 50 semillas cada una; el conteo final se realizó a los 10 días (Anexo 4d).

Materia seca (g). Esta variable se evaluó a través de la materia seca de plántulas; las semillas de cada parcela de cada una de las épocas de siembra se plantaron en cajones de madera utilizando como substrato arena de lago esterilizada, se hicieron cuatro réplicas de 50 semillas cada una. A los 12 días después de la siembra se tomaron diez plántulas por cada tratamiento colocándolas en bolsas de papel kraff y se les sometió a secado en horno a una temperatura de 60° C por 72 horas, posteriormente se pesaron empleando una balanza electrónica de cuatro decimales.

Peso de 1000 semillas (g). De cada uno de los tratamientos se tomaron ocho réplicas de 100 semillas de manera aleatoria, luego se pesaron en una balanza analítica, se obtuvo el promedio y el resultado se multiplicó por 10 al 12% de humedad.

4.6.3 Variables sobre los componentes del rendimiento y el rendimiento del caupí

Número de semillas por vainas. El tamaño de la muestra consistió en diez plantas por parcela útil y se registró el número de semillas viables por cada vaina. Posteriormente se determinó el promedio por vainas. Esta variable se midió a los cinco días después de la cosecha.

Número de vainas por parcela. Se contó el número de vainas por parcela útil en cada una de las épocas de siembra.

Rendimiento (kg). Se midió en g/m^2 con el 12% de humedad y el resultado se extrapoló a kg ha^{-1} .

RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 Variables morfológicas cualitativas del caupí

La población de caupí estudiada presentó hipocótilo, pecíolo, peciolulo, y vaina inmadura todos estos caracteres de color verde grisáceo. Con relación a la coloración de la hoja, cáliz, corola y vaina madura presentaron los siguientes colores: verde oscuro, violeta oscuro, violeta grisáceo y naranja grisáceo, respectivamente. El hábito de crecimiento fue indeterminado con presencia de pubescencia tanto en la vaina como en la hoja. La forma de la vaina es semi curvada con semillas de forma oval, pequeñas y de textura lisa (Anexo 5).

5.2 Variables morfológicas cuantitativas

Los resultados de análisis de varianza para estas variables reflejan que hubo diferencias estadísticas significativas entre épocas de siembra, lo se pude apreciar en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Efecto de la época de siembra en algunos datos morfológicos del caupí

<i>Variables</i>	<i>Primera</i>	<i>Postrera</i>	<i>Bajo Riego</i>
Longitud del foliolo central (cm)	13.6 a	12.3 b	12.7 b
Longitud del pecíolo (cm)	17.0 a	16.8 a	11.3 b
Longitud del peciolulo (cm)	4.6 a	4.1 b	3.1 c
Longitud del pedúnculo de la vaina (cm)	30.5 b	35.8 a	24.3 c
Longitud la vaina (cm)	17.0 ab	17.6 a	17.3 b
Altura de la planta (m)	4.1 a	2.4 b	1.6 c
Longitud la rama (m)	3.7 a	2.0 b	1.5 b

En términos generales los mayores efectos de la época de siembra evaluados en las características morfológicas lo presentó la época de primera seguida de postrera y bajo riego.

Según Binder (1997), la longitud del foliolo central va de 4 a 15 cm, la del pecíolo de 2.5 a 12.5 cm, la del pedúnculo de la vaina de 20 a 50 cm, la de la vaina de 10 a 30 cm. Tomando en cuenta los resultados obtenidos la longitud del foliolo central, del pedúnculo de la vaina y de la vaina, se encuentran dentro de lo planteado por Binder, mientras la longitud del pecíolo superó el rango establecido por este.

Los efectos del ambiente en interacciones genotipo y ambiente influye en las características morfológicas sobre todo en la altura de la planta y la longitud de la rama por lo que estos caracteres son controlados por muchos genes (Debouk e Hidalgo, 1985).

La siembra bajo riego fue la época en que se obtuvo los menores resultados para las variables altura de la planta y longitud de la rama, esto pudo deberse a la poca disponibilidad de agua que tuvo el cultivo en la fase vegetativa en la cual la planta necesita agua y nutrientes para su desarrollo.

5.3 Variables sobre la calidad de la semilla de caupí

El análisis de varianza para estas variables refleja que hubo diferencias estadísticas significativas entre épocas de siembra, tal como se aprecia en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Efecto de la época de siembra sobre algunas variables de la calidad de semilla de caupí

Variab les	Primera	Postrera	Bajo Riego
Contenido de humedad (%)	11.4 c	14.1 a	12.4 b
Materia seca (g)	1.5 b	1.4 b	1.8 a
Germinación (%)	74.8 b	70.5 c	87.2a
Peso de 1000 semillas (g)	125 c	132 b	146 a

Los mejores resultados obtenidos para la mayoría de las variables evaluadas sobre la calidad de las semillas los obtuvo la época de riego.

La época de primera y bajo riego están en el límite de contenido máximo de humedad para el almacenamiento de semilla de frijol, que es de el 13 % (Camacho y Carrillo, 1992). Sin embargo, la época de postrera presentó un contenido de humedad muy elevado para el almacenamiento seguro con 14.05 %, con este nivel de humedad el almacenamiento de semilla en cualquier tipo de envase es peligroso ya que puede ocurrir el desarrollo de hongos y plagas del almacén como ocurrió en esta época, con la presencia del gorgojo del frijol.

El mejor resultado de materia seca lo presentó la siembra bajo riego, esto puede deberse a diferentes razones como la poca competencia entre las plantas debido la baja densidad poblacional y el contenido de humedad al momento de ser almacenada.

A mayor acumulación de materia seca de plántulas se espera un mejor comportamiento fisiológico de la semilla. La acumulación de materia obedece a patrones de variedades, especies y condiciones ambientales (Galeano, 1993). Las semillas que se comportan bien son calificadas como semillas de vigor alto. Otros factores a considerar son el estadio de madurez a la recolección, el tamaño de la semilla, los daños que pueden ocurrir a la semilla durante la cosecha, el transporte, el ataque de patógenos dentro y fuera del campo y las condiciones de conservación (Gómez y Minelli, 1990).

Los mejores resultados de germinación lo presentaron las épocas de primera y riego, siendo la época de postrera la que germinó en menor cantidad, lo que pudo deberse al ataque del gorgojo del frijol.

Desde el punto de vista fisiológico, el proceso de germinación supone una secuencia de eventos en los niveles moleculares y celular que preceden al crecimiento visible del embrión (Andrade, 1992). La germinación, desde el punto de vista agronómico es la información más común que tiene el productor para observar la calidad de la semilla que se obtiene para su siembra.

Camacho y Carillo (1992), dicen que la semilla más pesada son las que acumulan mayor cantidad de materia seca y por consiguiente tendrán mayor vigor y germinación.

5.4 Variables sobre los componentes del rendimiento y el rendimiento del caupí

Estas variables reflejan que hubo diferencias estadísticas significativas entre época de siembra tal como se aprecia en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Efecto de la época de siembra sobre el rendimiento de caupí

Variables	Primera	Postrera	Bajo Riego
Número de semillas por vainas (unidad)	15.0 b	17.3 a	14.3 b
Número de vainas por parcela (unidad)	78.2 c	549.8 a	242.9 b
Peso de 1000 semillas (g)	125 c	132 b	146 a
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	361.6 b	1228.8 a	452.8 b

En términos generales el mayor efecto de las épocas de siembras evaluadas sobre el rendimiento del caupí lo presentó la época de postrera seguida de la siembra bajo riego y primera.

El número de semillas por vaina en una planta es una característica genética de una variedad que se altera poco a poco con las condiciones ambientales, dicho componente es heredable y se toma como indicador de la poca influencia que ejerce el ambiente (Valverde, 1986, citado por Artola, 1990).

Según Enríquez (1997), el comportamiento de la producción de semilla por vaina está ligado a condiciones de alta intensidad de radiación solar debido al incremento del área foliar, aumentando la capacidad fotosintética de la planta, formando de esta manera nutrimentos que estimulan la formación de la semilla. Binder (1997), afirma que las vainas de frijol caupí

contienen entre 10 a 15 granos, los resultado obtenido en la época de postrera superan un poco a los del autor.

El mayor número de vaina por parcela se obtuvo en la época de postrera (549.8). Los diferentes resultados obtenidos en cada una de las épocas pudieron deberse a las condiciones del ambiente presentes en cada una de las épocas. Según White (1985), el número de vainas por planta es un carácter cuantitativo, el cual es influenciado altamente por el medio ambiente.

El peso de la semilla está condicionado por el traslado de los nutrientes de la planta a las semillas durante la fase vegetativa de la planta (Bidwell, 1979). El mayor peso de la semilla se obtuvo en la siembra bajo riego, posiblemente por la poca densidad de plantas y por ende la poca competencia entre ellas.

Según Binder (1997) el peso de 1000 semillas va de 115 a 300 g, por lo tanto los resultados obtenidos en el ensayo se encuentran dentro de lo establecido por este autor.

Márquez (1991), menciona que el rendimiento del frijol está en función de varias características anatómicas y morfológicas que tienen que ver con el número de vaina por rama, el número de vaina por plantas, número de semilla por vaina y el peso de la semilla.

Los rendimientos obtenidos varían entre una época y otra. Los resultados obtenidos muestran que las épocas de primera, postrera y la siembra bajo riego se encuentran dentro del rango de cosechas obtenidas por PASOLAC en 1996 (250 a 2500 kg ha⁻¹); aunque Binder (1997), menciona rendimientos que van desde 808 a 969 kg ha⁻¹.

En la siembra bajo riego se obtuvieron los más bajos rendimientos lo que pudo deberse al poco suministro de agua en la fase vegetativa del cultivo, ya que se le aplicó solamente al momento de la siembra y a los 15 días de manera deficiente, llegando a tener un efecto de sequía en la fase de floración y llenado de vaina. La sequía detiene el crecimiento de la planta, reduce la nodulación y la fijación del nitrógeno y por ende reduce el rendimiento.

El frijol caupí no es muy exigente en agua, requiere riego ligero cuya frecuencia depende de la temperatura del ambiente, de la capacidad retentiva del suelo y del sistema de riego. Durante todo el desarrollo se recomienda efectuarle de 3 a 5 riegos, ya que requiere entre 4000 a 5000 m³ de agua por hectárea, concentrándose las mayores exigencias durante la siembra, la floración y el llenado de vainas (CIDICCO, 2004).

El cultivo de frijol caupí es muy susceptible al exceso de agua, de manera que las lluvias excesivas pueden perjudicar el crecimiento de las plantas y ofrecer condiciones favorables para el ataque de enfermedades radiculares y el follaje (Rosas, 1998).

La época de primera se vio afectada por el exceso de agua durante el invierno provocando el ataca de *Xanthomonas vignicola*, causando daños en las hojas y vainas reduciendo de esta manera el rendimiento.

5.5 Número de vainas por parcela sobre la densidad de siembra de caupí

Los resultados de análisis para el número de vainas por parcela refleja que hubo diferencias estadísticas entre densidades de siembra como se puede observar en el **Cuadro 6**.

Cuadro 6. Efecto de la densidad de siembra en el número de vainas por parcela

Distancias de siembra (m)	Número de vainas por parcela
0.40	220 b
0.60	251 b
0.80	258 b
1.00	327 ab
1.20	406 a

El mayor número de vainas por parcela se obtuvo en la menor densidad. Según Ospina (1995) afirma que el frijol sembrado a menor densidad presenta un número mayor de vainas por planta, ocasionado posiblemente por un número mayor de ramas lo cual se confirma con los resultados obtenidos.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se puede concluir que:

La densidad de siembra sólo tuvo efecto significativo para la variable número de vaina por parcela, siendo de 1.20 m entre surcos la de mayor cantidad de vainas (406 vainas por parcela útil). Esta densidad de siembra puede significar una densidad poblacional de 61600 a 71500 plantas por hectárea aproximadamente.

La época de siembra no tuvo efecto significativo sobre las variables diámetro del tallo y número de ramas por planta, por lo que el rendimiento no se vio afectado en el presente estudio si se consideran variables que influyen sobre el mismo.

El mejor rendimiento se obtuvo en la época de postrera con $1,228.8 \text{ kg ha}^{-1}$ (27.03 qq ha^{-1}).

Las variables materia seca, peso de 1000 semillas y germinación presentaron mejores resultados en la siembra bajo riego, siendo esta tecnología la mejor para producir semilla de calidad.

No se encontró efecto de la interacción entre densidades y épocas de siembra para las variables evaluadas.

RECOMENDACIONES

Someter a evaluaciones rigurosas al caupí rojo en otras localidades, considerando siempre épocas y densidades de siembra, para investigar la interacción de estos factores sobre el rendimiento y calidad de la semilla.

Seguir evaluando la producción de semilla de caupí en época seca con la garantía de un buen sistema de riego.

Colectar y evaluar otros materiales de caupí existentes en el país.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Andrade, H. 1992. Mejoramiento del vigor en semillas de maíz y su relación con emergencia y rendimiento. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Centro de Genética, Montecillo, México. 98p.
- Artola, A. 1990. Efecto del esparcimiento entre surcos, densidad y control de malezas en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de ing. Agr. Managua, Nicaragua. 28p.
- Bidwell, R. G. 1979. Fisiología vegetal. 1º edición en español. Ast. México. D. F. 784P.
- Binder, U. 1997. Manual de leguminosas en Nicaragua. Tomo I Y II. Primera Edición. PASOLAC, E.A.G.E. Esteli, Nicaragua. 528p.
- Camacho, A. N. y Carrillo, R. O. 1992. Tecnologías no convencionales para el manejo de poscosecha de semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.). Unidades de aprendizaje para la capacitación en tecnología de producción de frijol. No 7 CIAT-BIDPROFRIJOL.
- Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura (CIDICCO). 2004. El uso del frijol alacín (*Vigna* spp.) en la zona sur de Honduras. Noticias sobre cultivos de cobertura N° 10. Milton Flores y Norman Sagastume, recopiladores. Tegucigalpa, Honduras. [Internet]. Disponible en: <http://www.eris.unalmed.edu.co/~cescobar/caupi.html>. (Accesado: febrero 10 de 2005).
- Cubero, J. y Moreno, M. 1983. Leguminosas de Grano. Madrid, España. 98 p.
- Chochalow, N. 1985. Guía de Descriptor de Vignas. Roma, Italia. 1 a 20p.
- Debouck, D. e Hidalgo, R. 1985. Morfología de la planta de frijol común. En: Frijol Investigación y producción. Segunda Reimpresión por Schoonhoven, A. CIAT. Cali, Colombia. 7-42p.
- Enríquez, G. 1997. Mejoramiento genético sobre otros factores limitantes de la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) diferentes enfermedades e insectos. Turrialba, C. R. P. 3ª.
- Galeano, A. 1993. Relación entre la fecha de cosecha, calidad fisiológica, sanitaria y longevidad en semilla de sorgo. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de posgraduado. Programa interdisciplinario de fisiología vegetal. Montecillo, México. 134p.
- Gómez Gutiérrez, O. J. y Minelli, M. 1990. La producción de semilla. Texto básico para el desarrollo del curso de producción de semillas en la universidad de Nicaragua. Imprenta UCA. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias, Managua. 210p
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). Departamento de meteorología de Masaya, Nicaragua. 2006.

- International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International Rules for Seed Testing. Rules 1996. Seed Sci & Technol. 24 suplement. Roma. 335p.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2004. (Internet). Disponible en: (Accesado: septiembre 10 de 2004).
- Kornerup, A. y Wanscher, J. H. 1983. Methuen handbook of colour. Reprinted. London. 252p.
- Márquez, S. F. 1991. Genotecnia vegetal, métodos teóricos, resultados. Primera Edición A.G.T. editor. México, D.F. 500p.
- Mateo, J. M. 1969. Leguminosas de Granos. La Habana, Cuba. 550p.
- Mendoza de Jiménez, C. C.; O. L. Borges y E. A. Debrot C. 1989. Herencia de la resistencia del frijol (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) al virus del mosaico severo del caupí. Fitopatología venezolana 2:5 9.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG-FOR). 1991. Rabiza. Tomado del libro: Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. [Internet]. Disponible en: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-rabiza.pdf. (Accesado: enero 26 de 2005).
- Ospina, J. E.; ET BAL. 1995. Producción agrícola 1. Primera reimpresión. Editado por Terranova, Ltda. Santa fe de Bogota, D.C., Colombia. 128-130p.
- Pandey, R. K. 1990. Guía del Agricultor para el Cultivo del Chicharo de Vaca en Arrozales. Primera edición. Editorial LIMUSA, S. A. México. 218 p.
- PASOLAC. 1996. Guía Técnica. Integración de las Leguminosas en sistemas de producción agropecuaria. Managua, Nicaragua. Santiesteban Santos, R.; A. Zamora Rodríguez; L. Hernández González; E. Armela Suárez y E. Gómez Padilla. 2001. Densidad de siembra en frijol (*Vigna radiata* (L.) Walp) en dos épocas, en suelos fluvisoles. Revista Electrónica Granma Ciencia. [Internet]. Disponible en: http://www.grciencia.granma.inf.cu/vol5/no.2/resumen/2001_05_02_r06.htm. (Accesado: febrero 10 de 2005).
- Rosas, J. C. 1998. El cultivo del frijol común en América Tropical. Zamorano, Honduras Academic Press. 52p.
- Santiesteban, S., et al. 2001. Densidad de siembra en frijol [*Vigna radiata* (L.) Walp.] en dos épocas en suelos fluvisoles. Revista electrónica Granma ciencia (internet) disponible en <http://www.grciencia.inf.w/vol5/no2/resumen/200-05-02-r06.htm>. (accesado: febrero 10 del 2005)
- Tapia, H., Herrera, G. 1983. El Frijol de Costa *Vigna unguiculata* en Nicaragua. Managua, Nicaragua. 7 p.

White H. W. 1985. Asociación entre rendimiento, estabilidad del rendimiento y duración del ciclo de crecimiento (Ingl.) en IBYAM. En: reunión de trabajos para ensayos internacionales de frijol, noviembre 26-29, 1984. CIAT. Colombia. 380- 400p.

Zelaya, C. 1990. Los suelos y sus aptitudes agrícolas de la finca El Plantel. Trabajo de diploma. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Escuela de ciencias básicas. Departamento de suelos y agua. Managua, Nicaragua. 56p.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Diámetro del tallo y número de ramas

Épocas	Diámetro del tallo	Número de ramas
Primera	1.1 a	3.5 a
Postrera	1.1 a	3.6 a
Riego	1.1 a	3.1 a

Anexo 2. Interpretación de resultados del laboratorio de suelos y agua de la Universidad Nacional Agraria.

Rango de aproximación de nutrientes en suelos de Nicaragua.

<i>pH</i>	<i>Clasificación</i>
>4.6	Extremadamente ácido
4.6 – 5.2	Muy frecuentemente ácido
5.2 - 5.6	Fuertemente ácido
5.6 - 6.2	Medianamente ácido
6.2 - 6.6	Ligeramente ácido
6.6 - 6.8	Muy Ligeramente ácido
6.8 - 7.2	Neutro
7.2 – 7.4	Muy ligeramente alcalino
7.4 – 7.8	Ligeramente alcalino
7.8 – 8.4	Medianamente alcalino
8.4 – 8.8	Fuertemente alcalino
8.8 – 9.4	Muy frecuentemente alcalino
< 9.4	Extremadamente alcalino

Capacidad de intercambio catiónico

> 5 meq/100g suelo muy baja
5 – 15 meq/100g suelo baja
15 – 25 meq/100g suelo media
25 – 40 meq/100g suelo alta
> 40 meq/100g suelo muy alta

Rango de contenido de macro nutrientes

Nutrientes	Unidades	Pobre	Medio	Alto
Nitrógeno (N)	%	<0.07	0.07 – 0.15	> 0.15
Fósforo (P)	ppm	< 10	10 – 20	>20
Potasio (k)	meq/100g	<0.2	0.2 – 0.3	>0.3
Calcio (Ca)	meq/100g	< 2.5	2.5 – 5.5	>5.5
Magnesio (Mg)	meq/100g	<0.3	0.3 – 1.0	>1.0
Mat. Orgánica (MO)	meq/100g	< 2	2 – 4	>4

Rango de contenido de micro nutrientes (extracción Olsen)

Nutrientes	Unidades	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto
Hierro (Fe)	ppm	5 – 10	10 – 16	16 – 21	21 - 2
Zinc (Zn)	ppm	1 – 2	2.1 -3.1	3.1 – 4.2	4.2 – 5.3
Cobre (Cu)	ppm	0.2 – 0.8	0.8 - 1.5	1.5 – 2.2	2. 2 – 3.0

Anexo 3. Análisis de suelo de la finca El Plantel

Nutrientes de suelo	Primera	Postrera	Riego
Ph.	7.3	6.70	6.79
Mat. Org. (%)	3.52	3.11	2.32
N (%)	0.17	0.15	0.11
P (ppm)	13.18	12.65	19.16
K (meq/100g)	0.75	2.25	1.00
Ca (mg/100 g)	22.25	23.30	24.20
Mg (mg/100 g)	0.38	5.64	6.05
Textura	Franco arcilloso	Franco arcilloso	Franco arcilloso
	Limo (32)	Limo (36)	Limo (36)
	Arena (36)	Arena (28)	Arena (28)
	Arcilla (32)	Arcilla (36)	Arcilla (36)
CE (us/cm)	57.90		

La serie Zambrano consiste de suelos profundos a moderadamente superficiales, bien drenados con un subsuelo arcilloso de color pardo rojizo oscuro y que está sobre un estrato endurecido continuo pero fragmentado. Los suelos se han desarrollado de ceniza volcánica que descansan sobre arcilla parcialmente meteorizada o arena y escoria cementada, se encuentra en planicies ligeramente onduladas a fuertemente onduladas (Zelaya, 1990).

Anexo 4. Fotos de caupí



a. Flor y vaina de caupí



b. Desarrollo vegetativo de caupí



c. Medición del número de ramas de caupí



d. Prueba de germinación de caupí

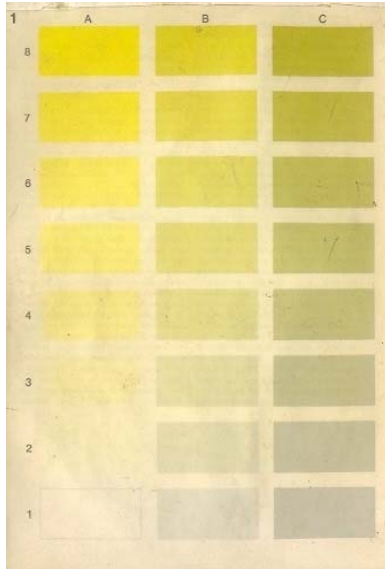


e. Medición de longitud de rama y altura de planta

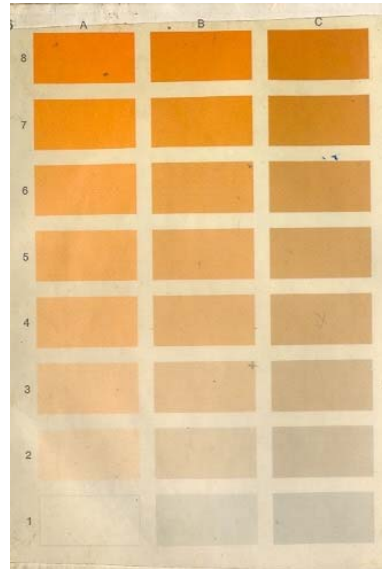


f. Longitud del pedúnculo de la vaina

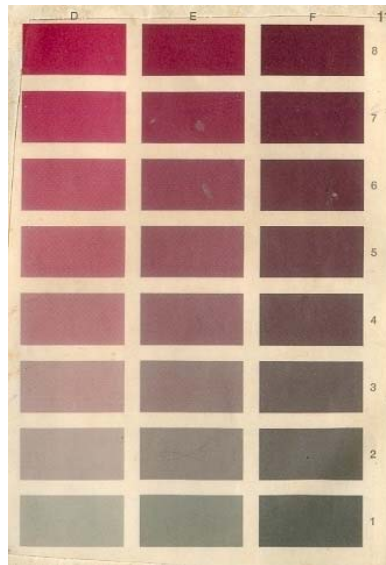
Anexo 5. Cuadro de colores basado en Methuen Book of color utilizado para las variables cualitativas.



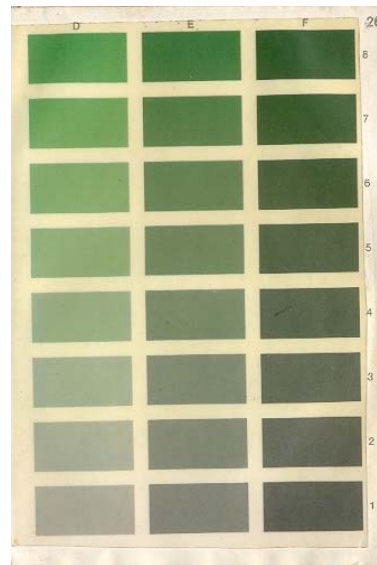
Color del hipocótilo (C6)



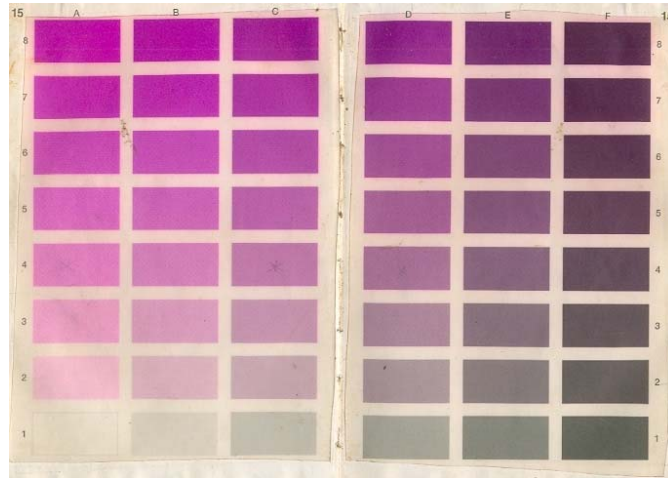
Color de la vaina madura (B3)



Color de la semilla (E8)



Color de la hoja (F8)



Color de la corola (C5), Color del cáliz (E8)



Color del peciolulo (D6), Color del pecíolo (E6)