

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL



TRABAJO DE DIPLOMA

EFECTO DE CINCO DISTANCIAS Y TRES ÉPOCAS
DE SIEMBRA SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL
CAUPÍ ROJO (*Vigna unguiculata* (L.) WALPERS),
CIUDAD DARÍO, MATAGALPA

AUTORES:

Br. ANIELKA PALACIOS LÓPEZ
Br. DALIA MONTENEGRO CENTENO

ASESORES:

Ing. M.Sc. MARVIN FORNOS REYES
Ing. M.Sc. ALEYDA LÓPEZ SILVA

MANAGUA, NICARAGUA
AGOSTO, 2006

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL



TRABAJO DE DIPLOMA

EFECTO DE CINCO DISTANCIAS Y TRES ÉPOCAS
DE SIEMBRA SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL
CAUPÍ ROJO (*Vigna unguiculata* (L.) WALPERS),
CIUDAD DARÍO, MATAGALPA

AUTORES:

Br. ANIELKA PALACIOS LÓPEZ
Br. DALIA MONTENEGRO CENTENO

Presentado a la consideración del
Honorable Tribunal Examinador como requisito para optar al grado de
INGENIERO AGRÓNOMO GENERALISTA

MANAGUA, NICARAGUA
AGOSTO, 2006

DEDICATORIA

Le ofrendo mi trabajo,

A mi gran *Dios*, por ser mi pastor y por él nada me falta, me brinda amor, conocimiento y discernimiento para ser todo cuanto soy.

Con mucho cariño, dedico este trabajo a mis hijos: María Fernanda y Fernando Xavier Palacios, por ser ellos la respiración y motor para culminar esta etapa muy importante de mi vida.

Br. Anielka M. Palacios López

DEDICATORIA

Al señor todopoderoso: *Dios* es la luz que ilumina mis senderos, guía mis pasos, y me brinda capacidad de discernimiento en la vida. ¡ Al jefe de jefes !

A mis dorados hijos: Denis Rafael y Byron Ramón. Va cariñosamente ofrendado este trabajo quienes han sido la fuerza que me impulsa a asumir los retos y metas de mi vida.

Br. Dalia Montenegro Centeno

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento de manera especial:

Al Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN), y al grupo Abonos Orgánicos, principalmente al Subgrupo Abonos Verdes, por su apoyo en la realización del presente estudio.

A nuestro asesor: *Ing. M.Sc.* Digno Marvin Fornos Reyes, con el respeto y el cariño que se merece, y por haber confiado en nosotras y brindarnos su apoyo sabio e incondicional para la conformación del presente trabajo.

Al *Ing. M.Sc.* Alvaro Benavides González, quien de forma generosa e incondicional nos ayudó en el análisis estadístico e interpretación, así como la revisión y redacción del texto conformado.

A nuestra co-asesora: *Ing. M.Sc.* Aleyda López Silva, por su apoyo en la etapa de campo de la investigación y sus aportes en la revisión y escritura del presente texto.

A la *Ing. M.Sc.* Rosana Salgado Tòrrez, por su apoyo en la fase de campo de esta investigación.

A todo el cuerpo docente, que nos brindaron sus conocimientos para culminar la carrera de *Ingeniería Agronómica Generalista*.

A los Sres (as). Antonio Mejía y Elma María Delgadillo Ramírez, promotores del Programa Campesino a Campesino (PCaC), quienes nos apoyaron incondicionalmente en el establecimiento y manejo de los ensayos en sus fincas.

A los *Ing.* José Manuel Galán, Wilfredo Nicaragua González, Oswaldo Jiménez, María Verónica Reyes, Roberto Dávila, Lenín Salmerón y Boanerges Espinaza, y el niño Bryan Palacios por su colaboración invaluable en la realización de nuestro trabajo.

Br. Anielka M. Palacios López
Br. Dalia Montenegro Centeno

C O N T E N I D O

	Página
ÍNDICE GENERAL	<i>i</i>
ÍNDICE DE CUADROS	<i>iii</i>
ÍNDICE DE FIGURAS	<i>v</i>
ANEXO DE CUADROS	<i>vi</i>
RESUMEN	<i>vii</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Importancia de las leguminosas	3
2.2 El caupí (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walpers)	3
2.2.1 Botánica y taxonomía del caupí	4
2.2.2 Alimentación humana y animal	4
2.2.3 Manejo agronómico y rendimientos	5
2.2.4 investigación y aspectos sociales	6
III. MATERIALES Y MÉTODOS	7
3.1 Localización del experimento	7
3.2 Material Biológico	8
3.3 Descripción del experimento y tratamiento	8
3.4 Manejo agronómico	8
3.4.1 Preparación del suelo	9
3.4.2 Siembra y fertilización	9
3.4.3 Control de malezas	10
3.4.4 Control de plagas	10
3.4.5 Riego	10
3.4.6 Cosecha	10

3.4.7	Trilla	11
3.4.8	Limpieza	11
3.5	Variables estudiadas	11
3.5.1	Variables de crecimiento y desarrollo	11
3.5.2	Variables de rendimiento	13
3.6	Análisis estadístico	14
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
4.1	Variables de crecimiento en los factores estudiados (Densidad y Época)	16
4.1.1	Variables de hojas en los factores evaluados	16
4.1.2	Variables de tallo y ramas en los factores evaluados	19
4.1.3	Variables de vaina y rendimiento	24
4.2	Análisis de correlación en variables de crecimiento y rendimiento	30
4.3	Relación de los tratamientos evaluados (Densidad y Épocas)	32
V.	CONCLUSIONES	35
VI.	RECOMENDACIONES	36
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
VIII	ANEXOS	43

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Análisis químico-físico del suelo de la comunidad Dulce Nombre de Jesús, municipio de Ciudad Darío, Matagalpa.	8
Cuadro 2. Descripción de los efectos principales conformados	9
Cuadro 3. Comparación de valores medios de la longitud de hojuela en las distancias siembra y momentos de evaluación en el cultivo del caupí rojo (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa	17
Cuadro 4. Comparación de valores medios en las distancias y épocas de siembra para las variables de hoja en el cultivo del caupí rojo (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa.	19
Cuadro 5. Comparación de valores medios de la longitud del tallo en las distancias siembra y momentos de evaluación en el cultivo del caupí rojo (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa	20
Cuadro 6. Comparación de valores medios del diámetro del tallo en las distancias siembra y momentos de evaluación en el cultivo del caupí rojo (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa	21
Cuadro 7. Comparación de valores medios en las distancias y épocas de siembra para las variables de tallo y ramas en el cultivo del caupí rojo (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa.	23
Cuadro 8. Comparación de valores medios de la longitud del pedúnculo de la vaina en las distancias siembra y momentos de evaluación en el cultivo del caupí rojo (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa	24

Cuadro 9.	Comparación de valores medios del peso de mil semillas en las distancias siembra y momentos de evaluación en el cultivo del caupí rojo (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa	27
Cuadro 10.	Comparación de valores medios del rendimiento en las distancias siembra y momentos de evaluación en el cultivo del caupí rojo (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa	29
Cuadro 11.	Comparación de valores medios en las distancias y épocas de siembra para las variables de vaina y rendimiento en el cultivo del caupí rojo (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa.	30
Cuadro 12.	Correlaciones fenotípicas en variables crecimiento y rendimiento en el cultivo del caupí rojo (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa	31

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Promedios de temperatura y precipitación. Estación Metereológica de Ciudad Darío. INETER, 2006.	7
Figura 2.	Distribución espacial de los tratamientos evaluados utilizando 14 variables cuantitativas a través de los dos primeros componentes principales en el cultivo del caupí rojo (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa. Primera (•), Postrera (△) y Riego (■)	33
Figura 3.	Relación de los tratamientos evaluados utilizando 14 variables cuantitativas a través del método UPGMA y la distancia r^2 en el cultivo del caupí rojo (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa. Primera (Pri), Pos (Pos) y Riego (Rie)	34

ANEXO DE CUADROS

		Página
Cuadro 1A.	Comparación de valores medios de la longitud del peciolulo y pecíolo en las distancias siembra y momentos de evaluación en el cultivo del caupí rojo (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa	44
Cuadro 2A.	Comparación de valores medios de la longitud del peciolulo y pecíolo en las distancias siembra y momentos de evaluación en el cultivo del caupí rojo (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa	44
Cuadro 3A.	Comparación de valores medios de la longitud del peciolulo y pecíolo en las distancias siembra y momentos de evaluación en el cultivo del caupí rojo (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa	45
Cuadro 4A.	Comparación de valores medios en los tratamientos (interacciones) en variables evaluadas en el cultivo del caupí rojo (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa	45

RESUMEN

Para evaluar el comportamiento del cultivo del caupí rojo (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers.), se estableció el ensayo en tres lotes cercanos ubicados en la comunidad Dulce Nombre de Jesús, municipio de Ciudad Darío, departamento de Matagalpa. El diseño utilizado fue un Bloques Completos al Azar repetidos en el tiempo, en donde se conformaron los siguientes factores: época de siembra (Primera, Postrera y de Riego) y distancia de siembra entre hileras (0.4, 0.6, 0.8, 1.0 y 1.2 metros), para la conformación de 15 tratamientos. Se utilizaron análisis de varianza (ANDEVA) sobre variables de crecimiento, desarrollo y rendimiento, y agrupación mediante LSD ($\alpha=0.05$). Además, se conformaron análisis de correlación, componentes principales (ACP) y agrupamientos (AA). En base a los resultados, se concluye que las variables presentaron efecto significativo sobre los efectos principales. Se encontraron correlaciones fenotípicas significativas de variables de interés con la longitud de hojuela; y entre variables de vaina y semillas con el rendimiento. Ciertas variables de crecimiento, y de rendimiento discriminaron los tratamientos conformados. Los mejores rendimientos promedios se obtuvieron en época de Riego ($1,987.5 \text{ kg ha}^{-1}$) y Primera ($1,839.7 \text{ kg ha}^{-1}$) con distancias de siembra de 0.6 y 0.4 metros entre hileras. Los mejores tratamientos (interacciones) se alcanzaron en Riego con 0.4 y 0.6 m entre hileras, con rendimientos promedios de $1,968.97$ y $2,035.69 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente. La asociación a través de análisis cluster agrupó las tres épocas de siembra, y relacionó las densidades de siembra evaluadas. El núcleo conformado en Primera se diferenció del grupo formados por los tratamientos de Riego y Postrera.

I. INTRODUCCIÓN

El caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers) es una planta herbácea anual originaria de África, y su uso data desde hace 5 a 6 mil años (Davis *et al.*, 1991). Es una leguminosa con alto contenido de proteínas (14-21 % para el follaje y 18-26 % en semillas), calcio, vitamina D y todos los aminoácidos esenciales (Binder, 1997). Se utiliza como abono verde, siendo ideal en la rotación de cultivo y asocio. Por su follaje se usa como forraje, heno y ensilaje en la alimentación animal; y en la alimentación humana como grano seco y verdura (Peters *et al.*, 2003).

Esta especie se adapta bien a diferentes suelos y climas, y es poca afectada por plagas y enfermedades. Santiesteban *et al.*, (2001), citan que el género *Vigna* se cultiva entre los 35° latitud Norte y los 30° latitud Sur, y la época de siembra y la distancia son importantes para el valor de los rendimientos, la calidad y los plazos en que se obtiene la producción. El caupí o vigna ha sido estudiado y cultivado en su lugar de origen, India y los EE.UU. En Centroamérica se usa marginalmente por grupos de agricultores en el sur de Honduras, Nicaragua y algunas regiones en El Salvador; pero no se han realizado suficientes investigaciones ni esfuerzos de diseminación (CIDICCO, 2004).

En Nicaragua, se siembran vignas de crecimiento arbustivas, semi-arbustivas y rastreras, testa de color crema, café, rojo y negro. La variedad más utilizada es la roja (Juan Ramón Galeano, comunicación personal). Dichas variedades se están convirtiendo en una opción para aquellas zonas donde los pequeños productores insisten en el frijol común y las cosechas cada vez son menores; lo anterior provoca que aumente la demanda de semilla de caupí. Por otro lado, la semilla obtenida no es de calidad, y existe poco conocimiento sobre producción, y no hay semilla certificada. Además, las investigaciones sobre el manejo agronómico como densidades y épocas de siembra son incipientes. Otro aspecto a considerar es la falta de información sobre la descripción de los materiales existentes basados en caracteres morfológicos y reproductivos, así como las características fenológicas del cultivo.

Tomando en consideración lo anterior, el presente estudio pretende aportar información sobre arreglos de siembra y establecimiento del caupí en tres épocas de siembra, por lo que se proponen los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Generar información relacionada al crecimiento y rendimiento del caupí rojo (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers), a través de la evaluación de cinco distancias y tres épocas de siembra en la localidad de Dulce Nombre de Jesús, Ciudad Darío, Matagalpa.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de cinco distancias de siembra en el comportamiento agronómico del cultivo de caupí rojo (*V. unguiculata* (L.) Walpers).
- Evaluar el efecto de tres épocas de siembra sobre el comportamiento agronómico de caupí rojo (*V. unguiculata* (L.) Walpers).
- Evaluar el efecto de interacción en los factores distancia y época de siembra sobre el crecimiento y rendimiento de caupí rojo (*V. unguiculata* (L.) Walpers).
- Determinar la relación en los factores distancia y época de siembra sobre el crecimiento y rendimiento de caupí rojo (*V. unguiculata* (L.) Walpers) mediante técnicas multivariadas.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importancia de las leguminosas

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 en la práctica agrícola. Aunque la primordial utilidad de las leguminosas de grano reside en sus semillas, estas plantas tienen también múltiples empleos en la agricultura, por ejemplo, como abono verde, forraje y ensilado (Velásquez y Rodríguez, 1986). Abono verde, son todas aquellas leguminosas que se utilizan en la mejora de los suelos; con su utilización se pretende incrementar la fertilidad de los suelos a la vez que se preservan de la erosión, se conserva la humedad para períodos de sequía, se controlan malezas y plagas y se obtiene un ingreso adicional.

Los residuos de leguminosas como fuentes de nitrógeno para el cultivo siguiente son mucho más importantes que los residuos de cereal. Los residuos de las leguminosas en general resultan buenos abonos debido a su mayor contenido en nitrógeno y porque dicho nitrógeno es más rápidamente accesible para otras plantas que los residuos de otros cultivos ya que suelen tener una relación C:N menores que 30:1 y por lo tanto tiende a liberar el nitrógeno y descomponerlo rápidamente (Reyes, 1992).

Las principales ventajas que presenta el uso de leguminosas de cobertura en los cultivos son el manejo de malezas, mantener una capa húmeda en el suelo, aumentar el contenido de materia orgánica, la fijación de nitrógeno y la protección del suelo para prevenir la erosión (Mendoza de Jiménez *et al.*, 1989).

2.2 El caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers)

El caupí (*V. unguiculata*) pertenece a la familia de las leguminosas, siendo originaria de África. El frijol de costa (*V. unguiculata*), 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 (Tapia y Herrera, 1983).

2.2.1 Botánica y taxonomía del caupí

Presenta un sistema radicular profundo que hace posible pueda sembrarse en zonas cuya precipitación sea de 250-1000 mm. Tiene exigencias concretas de fotoperíodos (Kwapata & Hall, 1990), las variedades sensibles florecen en octubre o noviembre en las condiciones nicaragüenses. Es una planta herbácea anual habiendo también variedades de crecimiento erecto, semierecto y rastrero, teniendo un ciclo de vida promedio que oscila desde los 75 a 150 días. El tallo presenta ramificaciones varias que hace que se extienda hasta 80 cm a partir del centro del surco. Las hojas son trifoliadas de color verde intenso y aspecto grueso. Las flores se presentan en racimos a partir de 40 días después de la siembra, debido a que la floración es continua (Tapia, 1981; Stevens, 2001; citado por Suárez y Solís, 2006). Es una especie semiperenne con crecimiento rápido del follaje, y presenta diversidad de materiales con semillas de color blanco, amarillo, púrpura, pardo, negro o moteado (Binder, 1997).

La taxonomía descrita por Tapia (1981) y Stevens, 2001; citado por Suárez y Solís, 2006) se presenta a continuación:

Reino: Vegetal
Clase: Angiosperma
Sub-clase: Dicotiledónea
Familia: Fabaceae
Orden: Papilionaceae
Tribu. Phaseolae
Genero: *Vigna*
Especie: *unquiculata*

2.2.2 Alimentación humana y animal

Análisis químicos realizados a la semilla demuestran que contienen: humedad 9.0 %, proteínas 18.9 %, grasa 1.5 %, extracto etéreo 63.8 %, fibra 3.2 %, y ceniza 3.6 % (Binder, 1997). Además, presenta contenidos en Cianógenos de 2.1 mg de HCN en 100 g de semilla de caupí, nivel ligeramente superior al del frijón común (2.0 mg/100 g), lo que no supone ningún inconveniente para la alimentación humana ni animal (Aykroyd, Doughty y Walter, 1982; citados por Moreu i Guix, 1995).

Para alimentación humana se utilizan los granos secos y las vainas verdes como verdura. Como cultivo forrajero se puede asociar con maíz y sorgo. Los rastrojos se usan para el pastoreo de toda clase de ganado. Es utilizado como cobertura en cultivos perennes, antes que el cultivo principal domine el campo, las semillas empleadas como pienso concentrado para el ganado bovino (Binder, 1997).

Para ensilar, el caupí ofrece buenas características, es recomendable mezclarlo con otras forrajeras para equilibrar un mejor valor nutritivo MAG-FOR (1999). Los análisis químicos realizados al forraje verde demuestran que contienen: 88.9 % de humedad, proteínas totales 3.4 %, proteínas digeribles 2.6 %, grasas 0.2 %, extractos no nitrogenados 3.2 %, celulosa 2.7 % y cenizas 1.6 % (Mateo, 1961; citados por Moreu i Guix, 1995).

2.2.3 Manejo agronómico y rendimientos

El caupí, crece en suelos superficiales y profundos, tolera suelos ácidos y neutros entre 4.3 y 7.5 de pH (PASOLAC, 1996). Asimismo, se puede sembrar en condiciones de intercultivo de mínimos recursos, ya que permite un buen control de malezas y coberturas del suelo, a pesar de los escasos rendimientos obtenidos. La posibilidad de utilizarlo como abono verde depende fuertemente de su crecimiento vegetativo, que a su vez es función entre otras causas del contenido en fósforo y nitrógeno del suelo (Velásquez y Rodríguez, 1996). Además, el ataque de plagas sobre este cultivo no es considerable en Nicaragua. Jiménez (1999), reporta varias especies de trips (*Frankliniella* sp.) transmisores de virus; gusano picador (*Elasmopalpus lignosellus* (Zeller)), gusano elotero (*Heliothis zea* (Boddie)), entre otros. Las enfermedades de importancia son las mismas que afectan a las leguminosas de granos, tal es el caso de la mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*), entre otras (Tapia, 1987). Es utilizado como cultivo trampa contra la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y *Meloydogyne* sp. (Binder, 1997).

De manera general parece que el rendimiento en todos los componentes del cultivo del caupí está más ligado al nivel de humedad del suelo que al aporte de nitrógeno y/o potasio (Gangadhar, 1990; citados por Moreu i Guix, 1995), aunque se reporten también mejores rendimientos en condiciones óptimas de Riego y fertilización.

Para siembras comerciales en Postrera se han obtenido rendimientos entre 965 y 2,570 kg ha⁻¹ (Tapia, 1980). En tanto Binder (1997), reporta rendimientos entre 806.74 y 968.09 kg ha⁻¹ (hasta 2,904.26 kg ha⁻¹). Durante el ciclo agrícola 97-98, se sembró este cultivo en Matagalpa en el Valle de Sébaco con una producción de 5,931.23 kg ha⁻¹ (MAG-FOR, 1999). Su período de maduración varía de 70 a 140 días, obteniéndose rendimientos que oscilan entre 400 y 3,000 kg ha⁻¹. Se consiguieron rendimientos de 900 kg ha⁻¹ en intercultivo de maíz y caupí, var Vita-3, en Palmira, Colombia (Angel y Prager, 1989; citados por Moreu i Guix, 1995).

2.2.4 Investigación y aspectos sociales

La mayoría de las líneas de trabajo para el empleo del frijol abono o caupí coinciden en el uso de leguminosas de doble o triple propósito (abono verde, alimentación humana y alimentación animal), en encontrar ciclos que se complementen con los períodos de descanso tradicionales de los suelos, o en el cultivo asociado de las leguminosas con los cultivos tradicionales como maíz, sorgo, arroz, frijol común, caña de azúcar, musáceas, frutales entre otros (MAG-FOR, 1999). Dichas investigaciones en Nicaragua, son reducidas o están dispersas.

Para aquellas zonas sometidas a una fuerte presión poblacional o en grave riesgo ecológico, es necesario establecer un sistema que combine el frijol abono con la obtención campesina de productos agrícolas comercializable. La siembra de frijol abono no puede hacer disminuir la renta campesina, ya que esta disminución no se puede compensar con un aumento del área explotada (Vandermeer, 1990 y Fageira, 1992; citados por Moreu i Guix, 1995).

La investigación agrícola muchas veces es poco adecuada a las necesidades de los pequeños productores y los servicios de extensión son muy reducidos. Los servicios técnicos oficiales tardan en darse cuenta de que los pequeños productores necesitan tecnologías que utilicen menos recursos externos a la finca que no pueden costearse (CIDICCO, 2004).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del experimento

El ensayo se estableció en el departamento de Matagalpa municipio de Ciudad Darío en la comunidad Dulce Nombre de Jesús en el km 71 (Puertas Viejas) sobre la Carretera Panamericana, 16 km. hacia el Este. Las coordenadas son de 12° 33' 02" Latitud Norte y 86° 00' 49" Longitud Oeste, con una altitud de 680 msnm, precipitación de 750 mm, temperatura promedio anual de 18 °C y humedad relativa promedio de 68 %.

Los valores medios mensuales de las principales características agroclimáticas de la zona, se presentan en la Figura 1.

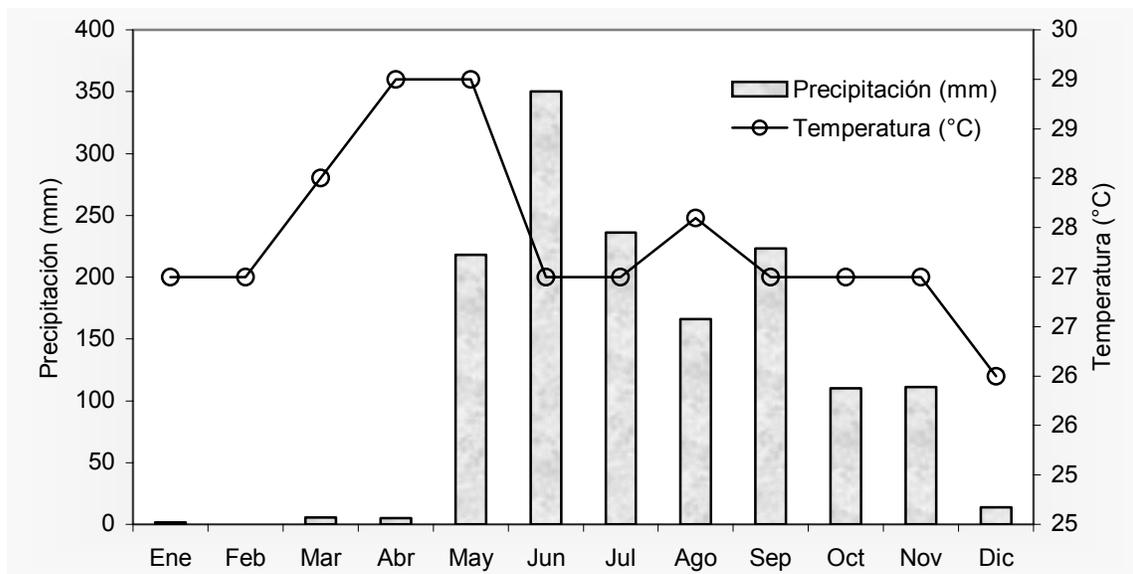


Figura 1. Promedios de temperatura y precipitación. Estación Metereológica de Ciudad Darío. INETER, 2006.

En Dulce Nombre de Jesús se seleccionaron tres lotes cercanos para el establecimiento de los experimentos, esto basado en las condiciones encontradas. Las muestras de suelo provenientes de la comunidad de Dulce Nombre de Jesús se analizaron en el Laboratorio de Suelos y Aguas (LABSA, 2006). En el Cuadro 1 se presentan dichas características básicas edáficas.

Cuadro 1. Análisis químico-físico del suelo de la comunidad Dulce Nombre de Jesús, municipio de Ciudad Darío, Matagalpa.

Muestra	pH (H ₂ O)	MO %	N %	P Ppm	(Meq/100 g) K	Partículas (%)		
						Arcilla	Limo	Arena
DNJ-1	6.3	3.33	0.16	7.47	0.35	26	24	50
DNJ-2	6.0	1.21	0.06	9.80	0.60	34	38	28
DNJ-3	6.4	1.26	0.06	34.38	0.91	38	38	24

DNJ-1 Corresponde al primer ensayo en Dulce Nombre de Jesús (Primera)

DNJ-2 Corresponde al segundo ensayo en Dulce Nombre de Jesús (Postrera)

DNJ-3 Corresponde al tercer ensayo en Dulce Nombre de Jesús, La Pita (Riego)

Según los rangos propuestos por Quintana *et al.*, (1992). Los resultados del Cuadro. 1 se pueden interpretar de la siguiente manera: pH ligeramente ácido, materia orgánica (MO) pobre en DNJ-2 y DNJ3, y medio para DNJ-1, nitrógeno (N) pobre, fósforo (P) pobre para DNJ-1 y DNJ-2 y alto para DNJ-3, potasio (K) alto, suelo franco-arcilloso en DNJ-2 y DNJ-3, y franco arcillo arenoso en DNJ-3. REVISAR TABLA.

Estas condiciones edáficas son aptas para que el cultivo del caupí se pueda desarrollar. Peters *et al.*, (2003), afirma que el caupí crece entre un pH de 4 y 8, y en suelos de baja a alta fertilidad, y con un buen drenaje.

3.2 Material biológico

Para este ensayo se utilizó un genotipo de caupí con testa de color rojo, suministrado por la empresa comercializadora de semilla AGRONEGSA, del cual se produce y comercializa semilla entre pequeños y medianos productores.

3.3 Descripción del experimento y tratamientos

Se utilizó un diseño en Bloques Completamente al Azar (BCA) con tres réplicas, en el cual los tratamientos fueron representados por las distancias de siembra entre hileras (0.4, 0.6, 0.8, 1.0 y 1.2 m). Dichos experimentos se establecieron repetidos en el tiempo donde los factores en estudio fueron las distancias de siembra y las

diferentes épocas de siembra (Cuadro 2). Estos ensayos son propuestos por Romagosa *et al.*, (2000), para este tipo de situación en el que se incluyen las interacciones: Bloque*Distancia, Distancia*Epoca y Bloque*Epoca.

Cuadro 2. Descripción de los efectos principales conformados

	Distancia de siembra (m)	Épocas de Siembra
Nivel	a1. 0.40	b1. Primera (junio)
	a2. 0.60	b2. Postrera (septiembre)
	a3. 0.80	b3. Riego (noviembre)
	a4. 1.00	
	a5. 1.20	

Los tratamientos se establecieron sobre 20 unidades experimentales (2, 3, 4, 5 y 6 m²) que representan las diferentes distancias de siembra) para cada diseño BCA establecidos en cada época. En cada parcela se establecieron cinco surcos, de los cuales los 3 surcos centrales sirvieron como parcela útil y los dos restantes de cada parcela como borde; se dejó un metro entre cada bloque. El área experimental total fue de 110 m², incluyendo defensas internas y externas.

3.4 Manejo agronómico

3.4.1 Preparación del suelo

La preparación del terreno se inició con la chapoda o corte de malezas, arado, roturación del terreno halado con bueyes, nivelación y realización de surcos antes de la siembra en los meses de junio, septiembre y noviembre del 2005.

3.4.2 Siembra y fertilización

Se utilizaron las distancias entre surcos definidas previamente, colocando 50 semillas por cada surco, lo que equivale a un promedio de 10 semillas por metro lineal. Las siembras se realizaron el 9 de junio, 15 de septiembre y 24 de noviembre del 2005, las que corresponden a las épocas de Primera, Postrera y Riego, respectivamente. Para la fertilización inorgánica se utilizó la fórmula 10-30-10 al momento de la siembra por cada surco del experimento, en dosis de 129.08 kg ha⁻¹.

3.4.3 Control de malezas

Se efectuó el primer control mecánico con azadón durante el período crítico, 30 días después de la siembra (dds), y los otros dos con machete en el transcurso del desarrollo del cultivo que son entre los 45 y 65 dds, se hizo una aplicación química de 2-4-DSL (Sal dimetilamina del ácido 2.4 diclorofenoxiacético) a los 45 dds debido a la presencia de la maleza predominante *Melampodium divaricatum* (Flor amarilla); esta aplicación se hizo en la época de Primera, las otras dos épocas solamente se realizó control mecánico.

3.4.4 Control de plagas

Se realizó una aplicación de MONARCA 11.25 SE (Thiacloprid y Beta-Cyflutri) un insecticida que no perjudica el medio ambiente en dosis de 0.75 lt ha⁻¹. Para insectos chupadores y masticadores, como el gusano picador (*Elasmopalpus lignosellus*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y lorito (*Empoasca kraemeri*).

3.4.5 Riego

Desde el momento de la siembra se aplicaron 6 Riegos para la época seca, considerando que las etapas críticas del cultivo son el desarrollo vegetativo que se da durante la germinación, prefloración y el llenado de las vainas.

3.4.6 Cosechas

Se realizó cuando el 95 % de las vainas estaban secas, los índices de cosecha a considerar fueron cambios del color de las vainas, amarillamiento de hojas y curvaturas de las vainas. Se realizaron de 3 a 4 cosechas por época. Las cosechas se realizaron los días 25 de agosto, 1 y 9 de septiembre para la época de Primera. Para el caso de la época de Postrera, las cosechas fueron los días 30 de noviembre, 9, 15 y 29 de diciembre. En cuanto a Riego se refiere, las cosechas se llevaron a efecto los días 9, 18 y 25 de febrero del año 2006.

3.4.7 Trilla

La trilla se programó posterior a cada de las cosechas realizadas. Se efectuó cuando las vainas se podían abrir fácilmente al presionarlas con las manos. Esto se realizó después de poner las semillas al sol, hasta que las vainas quedaran totalmente sin humedad y las semillas se desprendieran fácilmente. Se evitó que el grano hiciera contacto con el suelo para evitar su contaminación.

3.4.8 Limpieza

Se eliminaron los materiales indeseables mediante venteo y zarandas para obtener una semilla libre de impurezas de otras semillas y del ambiente. La limpieza de las semillas se programó posterior a cada de las cosechas realizadas.

3.5 Variables estudiadas

Desde el momento de la siembra hasta la finalización del experimento se evaluaron variables de crecimiento, desarrollo y rendimiento. Muchas de estas variables son propuestas por el IBPGR (1982, 1983 y 1985) en las diferentes Guías de Descriptores de la familia del cultivo a estudiar.

3.5.1 Variables de crecimiento y desarrollo

Las variables de crecimiento se midieron en centímetro (cm) sobre 10 plantas azarizadas de la parcela útil y se tomó en los meses de julio del 2005 hasta febrero del 2006, estas variables se midieron cada 15 días dependiendo de la época de establecimiento del cultivo. Dichas variables se midieron el 9 de septiembre (Primera); el 3 de noviembre (Postrera), y el 18 de febrero del año 2006.

Longitud de hojuela

Se tomó la rama del cuarto nudo del tallo y se realizó en la hoja central para medir la longitud en 10 plantas al azar

Longitud del peciolulo

Es el tallo más pequeño que une a la hoja con el pecíolo y este a su vez se une a la rama, de igual manera es del cuarto nudo del tallo en 10 plantas al azar

Longitud del pecíolo

Se realizó en el cuarto nudo del tallo, es la parte más larga que une a la hoja con el Pedúnculo en 10 plantas al azar

Longitud de pedúnculo

Se midió en el cuarto nudo del tallo hasta donde inicia la vaina en 10 plantas al azar

Altura de planta

Se midió en cm el momento de la cosecha en cada una de las épocas, y va desde el cuello de la raíz hasta la del ápice del eje central de la planta en 10 plantas al azar.

Número de ramas

Se realizó al momento de la cosecha, y se contó el número de ramas primarias que habían en la planta en 10 plantas al azar.

Longitud de rama

Para este dato se tomó la rama primaria más larga que tenía la planta, se realizó al momento de la cosecha.

Diámetro de tallo

Se midió a unos 3-5 cm arriba del cuello de la raíz, haciendo uso de un Vernier, al momento de la cosecha en 10 plantas al azar.

Peso seco en plántulas

Se realizaron pruebas de germinación de los tratamientos evaluados en canteros, posteriormente a los 10 dds en el cantero se tomaron 10 plántulas por tratamiento y se secaron en el horno, para después medir el peso seco.

3.5.2 Variables de rendimiento

Estas variables fueron tomadas durante los períodos en que se realizaron las cosechas en los diferentes experimentos establecidos.

Número de vainas por parcela

Se contabilizaron después de la cosecha de cada una de las épocas de siembra.

Longitud de vaina

Se evaluaron después de la cosecha, y se midió desde la unión con el pedúnculo hasta el ápice terminal de la vaina. Se tomaron 10 vainas al azar.

Número de semillas por vaina

Se contabilizaron después de la cosecha, se tomaron al azar 10 vainas secas para contar el número total de semillas por vaina.

Peso de mil semillas

Se determinó el peso en gramos (g) mediante la metodología del ISTA (1985), Gómez y Minelli (1990). Se conformaron 8 repeticiones de 100 semillas y se pesaron, para después determinar el coeficiente de variación (CV), el promedio y multiplicarlo por 10 y así obtener el peso de mil semillas. La humedad se estandarizó al 12 % mediante la relación.

Rendimiento

Se determinó el peso en gramos por cada parcela útil en el campo y se transformó a kilogramos por hectárea (kg ha^{-1}), estandarizando la humedad al 12 %.

3.6 Análisis estadístico

La información se procesó en hojas electrónicas (Excel) y analizadas con SAS (v. 8.2.). Se conformaron análisis de varianza (ANDEVA) en cada una de las épocas evaluadas tomando como un solo factor (tratamientos) las distancias de siembra (0.4, 0.6, 0.8, 1.0 y 1.2 m).

El modelo aditivo lineal de un diseño en Bloques Completos al Azar utilizado, fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

$i = 1, 2, \dots, 5$ es el número de densidades poblacionales

$j = 1, 2, \text{ y } 3$ es el número de réplicas

en donde,

Y_{ij} Representa a las j -ésimas observaciones en i - j -ésima densidades poblacionales

μ Estima a la media poblacional

β_j Estima el efecto del j -ésimo bloque o réplica

τ_i Estima el efecto del i -ésimo niveles de distancia de siembra

ε_{ij} Estima el efecto del error experimental

De igual manera, se analizaron las variables en un modelo estadístico de efectos fijos y aleatorios para Ensayos en BCA repetidos en el Tiempo según Romagosa *et al.*, (2000) estudiándose dos factores (distancias y épocas de siembra). Con el objetivo de determinar las categorías estadísticas en los factores evaluados se procedió a realizar la prueba de rangos múltiple LSD (Diferencia Mínima Significativa) con $\alpha=0.05$.

El modelo aditivo lineal de un diseño en Bloques Completos al Azar repetidos en el tiempo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \tau_i + \varepsilon_{ik} + \alpha_j + (\tau\alpha)_{ij} + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

$i = 1, 2, \dots, 5$ es el número de densidades poblacionales

$j = 1, 2, \text{ y } 3$ es el número de réplicas

$k = 1, 2, \text{ y } 3$ el número de épocas de siembra.

en donde,

Y_{ijk}	Representa a las k -ésimas observaciones en i - j -ésima densidades poblacionales
μ	Estima a la media poblacional
β_k	Estima el efecto del k -ésimo bloque o réplica
τ_i	Estima el efecto del i -ésimo niveles de distancia de siembra
$(\beta\tau)_{ik}$	Estima la interacción del k -ésimo Bloque y del i -ésimo nivel de distancia de siembra
α_j	Estima el efecto del j -ésimas Épocas de Siembra
$(\tau\alpha)_{ij}$	Estima el efecto del i -ésimo niveles de distancia de siembra y la j -ésima Épocas de Siembra
$(\alpha\beta)_{jk}$	Estima el efecto del j -ésimo Bloque y las k -ésimas Épocas de Siembra
ε_{ijk}	Estima el efecto del error experimental

Asimismo, se aplicaron técnicas de taxonomía numérica: Análisis de Agrupamientos (AA) y Análisis de los Componentes Principales (ACP). El ACP tuvo como función aislar la proporción de los descriptores cuantitativos y cualitativos que más afectaron a la variación de los materiales, y el AA determinó las semejanzas entre los diferentes tratamientos a través de la metodología UPGMA y la medida de similitud r^2 basada en el coeficiente de correlación (r) de Pearson. Para solucionar en parte el problema que se presenta con las diferencias de escala medida en caracteres, se estandarizaron para que los nuevos valores tuvieran media cero y varianza uno (Crisci y López, 1983).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Variables de crecimiento en los factores estudiados (Densidad y Época)

Generalmente se entiende por crecimiento al cambio en volumen o en peso, y está representado por fenómenos cuantitativos que pueden medirse basándose en parámetros como: ancho, longitud, materia seca, número de nudos, índice de área foliar, entre otros. El desarrollo, es un fenómeno cualitativo que se refiere a los procesos de diferenciación o cambios estructurales y fisiológicos, conformados por una serie de fenómenos sucesivos (Fernández *et al.*, 1985; citado por Carballo, 1998). Chow (1990), plantea que el crecimiento y desarrollo de las plantas dependen de la condiciones edafoclimáticas, bióticas y de las especies en estudio, las que no deben considerarse independientes, sino de manera integral.

Las variables de crecimiento son caracteres cuantitativos que están determinados por algunos o muchos pares de genes, y se distinguen por una variabilidad continua en la cual no aparecen clases fenotípicas que se diferencien. En estos caracteres no son reconocibles el efecto individual de cada uno, sino que solamente se conoce la suma de los efectos génicos. Es por esto que la expresión puede variar de acuerdo a las variaciones del medio ambiente (White, 1985).

4.1.1 Variables de hojas en los factores evaluados

Longitud de hojuela (LHOJ)

La longitud de hojuela es una variable de interés, ya que según Duarte y Adams (1972), citados por Suárez y Solís (2006), está asociada con la longitud de vainas y número de semillas, y es influenciada por el ambiente. Además, el área foliar no necesariamente es beneficioso, por que dicho incremento resulta en costos grandes de taza respiratoria y la reducción de la intensidad de la luz hacia las hojas de la parte baja de la planta (Wien & Wallace, 1973; citados por Suárez y Solís (2006).

El Cuadro 3, muestra los valores promedios de la variable longitud de hojuela a través de un modelo lineal en BCA, en donde las distancias de siembra corresponden a los tratamientos. Se puede observar que los valores medios obtenidos en Postrera y Riego mostraron significación estadística ($Pr < 0.05$) en las distancias evaluadas; no así la época de Primera ($Pr > 0.05$). La época de Primera exhibió los mayores promedios, con un rango entre 12.63 y 13.38, y un promedio de 13.03 cm. El menor promedio lo mostró la época de Postrera, seguido de Riego, con 10.55 y 11.25 cm, respectivamente.

Cuadro 3. Comparación de valores medios de la longitud de hojuela en las distancias siembra y momentos de evaluación en el cultivo del caupí rojo (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa

Distancia	Primera	Postrera	Riego
0.4	13.10 a	10.40 ab	11.43 ab
0.6	13.05 a	10.37 ab	11.75 a
0.8	13.38 a	10.27 b	11.50 a
1.0	13.00 a	11.30 a	10.65 c
1.2	12.63 a	10.53 ab	10.92 bc
Media	13.03	10.55	11.25
LSD	0.81	0.99	0.57
R ²	0.45	0.60	0.71
CV (%)	4.06	5.59	3.29

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente ($\alpha = 0.05$)

LSD = Es la Diferencia Mínima Significativa ($\alpha = 0.05$)

R² = Coeficiente de Determinación, CV = Coeficiente de Variación (Distancia)

La variable longitud de hojuela mostró significación estadística ($Pr < 0.05$) en la distancia de siembra, así como la época de siembra ($Pr = 0.01$). Los valores más altos se obtuvieron en las distancias de 0.8 y 0.6 metros (m) entre hileras con valores de 11.85 y 11.73 centímetros (cm), respectivamente. La mayor distancia entre hileras presentó los menores valores en la longitud de hojuela. Mediante la técnica de separación de medias LSD ($\alpha = 0.05$), se comprobó un efecto significativo en las épocas de siembra para esta variable, esto debido al efecto que tuvieron las condiciones edafoclimáticas durante el desarrollo del cultivo (Cuadro 4).

Benavides y Pinchinat (2005), señalan que el crecimiento del cultivo de leguminosas es particularmente susceptible a la escasez o al exceso de agua en el suelo, y al manejo agronómico como arreglos de siembra, fertilización y establecimiento de la siembra, entre otros.

Longitud del peciolulo (LPEC)

La longitud del peciolulo es un carácter afectado por factores climáticos (Carballo, 1998), por lo que debe considerarse el momento y lugar de evaluación.

Esta variable, no presentó diferencias estadísticas ($Pr > 0.01$) en las diferentes épocas de siembra para las distancias de siembra, en donde el promedio general en las épocas fue de 3.03 cm (Anexo, Cuadro 1A).

Los resultados obtenidos del modelo estadístico mixto (Distancia y Época) también indicaron que no hubieron diferencias estadísticas ($Pr > 0.05$). Esto se puede apreciar en el Cuadro 4.

Longitud del pecíolo (LOLO)

Carballo (1998), expresa que la longitud del pecíolo es un carácter bastante variable; asimismo, White (1985) agrega que está muy influenciado por las condiciones ambientales, y reporta valores entre 4 y 18 cm en longitud del pecíolo.

La longitud del pecíolo obtuvo similar comportamiento estadístico ($Pr > 0.05$) a la longitud del peciolulo (Anexo, Cuadro 1A). Los mayores valores promedios se midieron en Primera, con una media de 15.65 cm, seguido de Postrera y Riego, 13.54 y 11.85, respectivamente. En el Cuadro 4, se presentan los valores medios de los efectos principales.

Cuadro 4. Comparación de valores medios en las distancias y épocas de siembra para las variables de hoja en el cultivo del caupí rojo (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa.

Factor	Nivel	Longitud de hojuela (cm)	Longitud del peciolulo (cm)	Longitud del pecíolo (cm)
Distancia	0.8	11.85 a	3.04	13.63
	0.6	11.73 ab	2.98	13.63
	1.0	11.68 ab	2.92	13.13
	0.4	11.64 ab	3.15	14.26
	1.2	11.36 b	3.05	13.74
<i>LSD</i>		0.3219	0.3589	1.1968
Epoca	Primera	13.03 a	3.03	15.65 a
	Riego	11.25 b	3.02	11.85 b
	Postrera	10.55 c	3.02	13.54 c
<i>LSD</i>		0.45	0.16	0.69
R ²		0.91	0.75	0.91
CV (%)		4.82	6.77	6.44

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente ($\alpha = 0.05$)

LSD = Es la Diferencia Mínima Significativa ($\alpha=0.05$)

R² = Coeficiente de Determinación, CV = Coeficiente de Variación (Época e Interacción)

4.1.2 Variables de tallo y ramas en los factores evaluados

Altura o longitud del tallo (ALPL)

La altura del tallo es una característica genética propia de la variedad que interactúa con el medio ambiente, y es el resultado del número de nudos y la longitud de entrenudos en el tallo (Reyes. 1992). Dicha variable es muy importante debido a la competencia intraespecífica que se da entre el cultivo; y es producto de las condiciones de alta presión de competencia, lo cual hace que las plantas elonguen sus tallos para facilitar la captación de la radiación solar (Pallavicini y Valverde, 2000).

Los valores medios de la longitud del tallo en las distancias de siembra se aprecian en el Cuadro 5, en donde los valores medios no variaron significativamente ($Pr > 0.05$). Los mayores valores se midieron en Primera, los cuales superaron los 270 cm de longitud; no así en Riego que presentó valores inferiores a los 40 cm.

Cuadro 5. Comparación de valores medios de la longitud del tallo en las distancias siembra y momentos de evaluación en el cultivo del caupí rojo (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa

Distancia	Primera	Postrera	Riego
0.4	254.70 a	137.01 a	36.43 a
0.6	260.73 a	121.30 a	39.60 a
0.8	307.10 a	146.30 a	37.70 a
1.0	242.50 a	122.93 a	30.50 a
1.2	300.30 a	121.00 a	32.70 a
Media	273.06	129.47	35.35
LSD	101.32	49.17	14.38
R ²	0.35	0.35	0.65
CV (%)	24.08	24.61	25.50

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente ($\alpha = 0.05$)

LSD = Es la Diferencia Mínima Significativa ($\alpha = 0.05$)

R² = Coeficiente de Determinación, CV = Coeficiente de Variación (Distancia)

Esta variable fue afectada significativamente ($Pr = 0.01$) por la época en que se estableció el cultivo; todo esto es debido a las condiciones climatológicas y edáficas imperantes. Moreu i Guix (1995), afirma que la altura de plantas en el caupí está influenciada por diferentes factores, entre ellos, humedad, temperatura y la competencia de malezas.

En el presente estudio, la altura o longitud del tallo tuvo similar comportamiento a la longitud del pecíolo. Los rangos de altura del tallo oscilaron entre 163.68 cm y 131.98 cm, respectivamente para el factor Distancia. La época de siembra afectó significativamente a esta variable. Los valores promedios obtenidos en las épocas fueron: 273.06, 129.71 y 35.35 cm; para Primera, Postrera y Riego, respectivamente (Cuadro 7).

Diámetro del tallo (DIT)

El diámetro del tallo está muy influenciado por el medio ambiente induciendo a un comportamiento particular y diferente en cada genotipo evaluado (White, 1985). Por otro lado, Hakansson (1998), citado por Moreu i Guix (1995), revela que la densidad de siembra afecta tanto a la altura de planta como a su diámetro, y afirma que generalmente el diámetro es menor cuando la distancia de siembra entre hileras disminuye, y esto es debido a que la densidad poblacional aumenta, y por ende la competencia entre las plantas del cultivo del caupí.

El diámetro del tallo en las distancias de siembra como tratamiento obtenido de un modelo estadístico de diseño en Bloques Completos al Azar se representa en el Cuadro 6, en donde los mayores diámetros se midieron Primera, Postrera y Riego, respectivamente.

Cuadro 6. Comparación de valores medios del diámetro del tallo en las distancias siembra y momentos de evaluación en el cultivo del caupí rojo (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa

Distancia	Primera	Postrera	Riego
0.4	1.00 a	0.78 a	0.50 b
0.6	1.10 a	0.80 a	0.73 ab
0.8	1.17 a	0.93 a	0.73 ab
1.0	1.03 a	0.95 a	0.73 ab
1.2	1.13 a	0.95 a	0.90 a
Media	1.09	0.88	0.70
LSD	0.24	0.20	0.24
R ²	0.47	0.40	0.65
CV (%)	14.60	14.78	22.00

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente ($\alpha = 0.05$)

LSD = Es la Diferencia Mínima Significativa ($\alpha = 0.05$)

R² = Coeficiente de Determinación, CV = Coeficiente de Variación (Distancia)

En el presente estudio, al estudiarse los factores distancia y época de siembra simultáneamente, el diámetro del tallo presentó significación estadística (Pr = 0.03) en las distancias de siembra como efecto principal; así como también diferencias altamente significativas (Pr = 0.001) en las épocas en que se estableció el cultivo (Cuadro 7).

Número de ramas (NRAM)

El número de ramas por planta es propio de cada variedad, aunque las ramificaciones no necesariamente están asociadas a un alto rendimiento (Estrada y Peralta, 2001).

En Anexo, Figura 2A, se muestran los promedios del número de ramas para cada una de las distancias con su respectiva época de siembra. Los mayores valores promedios se midieron en Primera (3.84 ramas en el tallo). Muy constantes se mantuvieron los promedios en la época de Riego, esto puede ser atribuido a las condiciones de humedad (Riego) mantenido en las unidades experimentales durante el crecimiento del cultivo del caupí.

El ANDEVA realizado indicó que no hay suficientes evidencias ($Pr=0.06$) que indiquen diferencias estadísticas en los distintos niveles de la distancia de siembra; generalmente se contabilizaron promedio de 3 ramas en el tallo. Las épocas de siembra sí lograron diferenciarse estadísticamente, presentando la época de Primera el menor valor promedio (Cuadro 7). Tapia (1987), reporta rangos entre 2 y 4 ramas en el tallo para el caso del frijol común, especie muy parecida al caupí.

Longitud de ramas (LRAM)

Según Tapia (1981), el tallo del frijol de costa o caupí presenta ramificaciones que hace que se extienden hasta 80 cm, además pueden ser afectadas por el ambiente, y agrega que las hojas trifoliadas son verde intenso y de aspecto grueso, y las flores se presentan generalmente en racimos a partir de 40 dds. Algunos de los tratamientos superan a los valores reportados por Tapia (1981), esto fue debido al material genético empleado y las condiciones edafoclimáticas propias de la zona en que se estableció el cultivo, así como las épocas de siembra ensayadas.

Los valores promedios en las distancias de siembra no se diferenciaron estadísticamente, no así los niveles en las tres épocas de siembra. Las medias en los niveles del factor distancia, independientemente de la época, oscilaron entre 148.79 cm para la distancia de 1.2 m y 11.31 cm para la distancia de 0.4 m entre surcos; por el contrario las épocas de siembra, independientemente de la distancia, tuvieron comportamiento similar a la altura del tallo (Cuadro 7). En la época de Primera se

midieron las ramas de mayor longitud (254.58 cm) y la época de Riego los menores valores promedios (38.06 cm).

Cuadro 7. Comparación de valores medios en las distancias y épocas de siembra para las variables de tallo y ramas en el cultivo del caupí rojo (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa.

Factor	Nivel	Altura de tallo (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Número de ramas	Longitud de ramas (cm)
Distancia	0.8	163.68	9.42 a	3.09	138.28
	1.2	151.32	9.75 a	3.17	148.79
	0.4	142.69	7.58 b	2.53	111.31
	0.6	140.53	8.75 ab	2.93	118.99
	1.0	131.98	9.11 a	3.28	116.98
<i>LSD</i>		64.69	1.28	0.77	56.61
Epoca	Primera	273.06 a	1.09 a	3.84 a	254.58 a
	Postrera	129.71 b	0.88 b	2.67 b	87.98 b
	Riego	35.35 c	0.71 c	2.49 b	38.06 c
<i>LSD</i>		30.38	0.12	0.53	24.11
R ²		0.95	0.82	0.77	0.96
CV (%)		26.33	17.05	22.23	24.06

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente ($\alpha = 0.05$)

LSD = Es la Diferencia Mínima Significativa ($\alpha=0.05$)

R² = Coeficiente de Determinación, CV = Coeficiente de Variación (Época e Interacción)

Peso seco de plántulas (PS)

El peso seco determinado en semillas y plántulas refleja la cantidad de materia verde obtenida en cada uno de los tratamientos (Trujillo y Úbeda, 2004). La producción de materia verde en las plántulas puede representar en cierta manera el vigor de las semillas, ya que a mayor vigor en semillas habrá mayor número de plántulas emergidas, o plántulas de mayor crecimiento.

El peso seco evaluado en plántulas no mostró significación estadística ($Pr > 0.05$) en las densidades. Los mayores valores promedios se obtuvieron en la época de Primera, esto se debió al mejor desarrollo que presentaron las plantas madres establecidas en esas condiciones edafoclimáticas (Anexo, Cuadro 2A).

4.1.3 Variables de vaina y rendimiento

El rendimiento del caupí depende principalmente de la humedad, nitrógeno y/o potasio presente en los suelos (PASOLAC, 1996); asimismo, responde al fósforo y potasio, por lo que valores altos en estos elementos mejorará los componentes del rendimiento (Peters *et al.*, 2003). La disponibilidad del fósforo, dependerá en algunos casos, del pH que presenten los suelos (Arzola *et al.*, 1986).

Longitud del pedúnculo en la vaina (LPED)

Los valores encontrados en las distancias de siembra presentaron un rango entre 26.3 y 32.4 cm para la época de Riego (Pr=0.01; LSD $\alpha=0.05$); 27.2 y 30.85 cm en Postrera (Pr=0.08); 33.42 y 36.05 cm (Pr=0.11). Se puede apreciar que la longitud del pedúnculo se mantuvo más estable en la época de Primera, no así en las otras épocas (Cuadro 8). El ANDEVA utilizado en la variable longitud del pedúnculo de la vaina (Cuadro 10) no detectó diferencias estadísticas (Pr = 0.01). El rango estuvo comprendido entre 32.76 cm (0.8 m) y 30.05 cm (0.6 m). La técnica de separación de medias LSD ($\alpha=0.05$) en el factor época logró aislar dos grupos: la categoría **a** encabezada por la época de Primera, y la categoría **b** conformada por las épocas de Postrera (29.47 cm y Riego (29.01 cm).

Cuadro 8. Comparación de valores medios de la longitud del pedúnculo de la vaina en las distancias siembra y momentos de evaluación en el cultivo del caupí rojo (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa

Distancia	Primera	Postrera	Riego
0.4	33.43 b	29.50 a	28.6 ab
0.6	34.80 ab	27.20 a	28.23 b
0.8	35.30 ab	30.60 a	32.40 a
1.0	36.10 a	29.30 a	26.30 b
1.2	35.40 ab	30.90 a	29.60 ab
Media	34.99	29.47	29.01
LSD	2.58	3.80	3.82
R ²	0.60	0.64	0.67
CV (%)	4.79	8.37	8.54

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente ($\alpha = 0.05$)

LSD = Es la Diferencia Mínima Significativa ($\alpha=0.05$)

R² = Coeficiente de Determinación, CV = Coeficiente de Variación (Distancia)

Longitud de la vaina (LVai)

Según FAO (1991), la longitud de vaina de frijol caupí puede oscilar de 10 a 23 cm. De igual manera; Binder (1997), confirma que la longitud de la vaina fluctúa entre 10 y 30 cm.

En Anexo, Cuadro 3A, se representan los valores medios en la longitud de vainas para los tratamientos conformados. Dicha variable no fue afectada significativamente ($Pr=0.25$) en las parcelas experimentales en cada distancia de siembra.

En el modelo estadístico mixto, la longitud de la vaina, no varió significativamente ($Pr > 0.05$) en las distancias de siembra; no obstante, el ANDEVA detectó diferencias estadísticas ($Pr < 0.05$) en las épocas de siembra (Cuadro 11). Los valores promedios frecuentes en los factores evaluados fueron de 17.83 cm. De manera general, los valores promedios encontrados se encuentran dentro del rango reportados por FAO (1991) y Binder (1997).

Número total de vainas por parcela (NTVP)

El número de vainas por planta es un carácter de tipo discontinuo, ya que sus valores pueden ser expresados en número enteros (White, 1985). Se relaciona con el rendimiento (Artola, 1990) y depende del número de flores en la planta (Tapia, 1991); además está influenciado por factores ambientales (temperatura, viento y agua), en la época de floración y por el estado nutricional durante la fase de formación de vainas y semillas (Moraga y López, 1993, citado por Estrada y Peralta).

El número total de vainas por parcela logró diferenciarse estadísticamente ($Pr=0.0015$) en el factor densidad (Cuadro 11); de igual manera en las diferentes épocas de siembra ($Pr=0.0062$). Los mayores valores promedios de vainas por parcelas se contabilizaron en las menores densidades de siembra (mayores distancias entre surcos). También, Fletes (1997), reporta que las parcelas con bajas densidades de siembra tienen la menor competencia intraespecífica, la ramificación aumenta al haber mayor espaciamiento, por lo tanto aumenta la producción de vainas por parcela. Por otro lado, Flores (1997), alcanzó los mayores valores de

vainas en las menores distancias de siembra en frijol. Estas coincidencias dependerán de las condiciones imperantes en cada uno de los ensayos.

White (1985), expresa que un mayor número de vainas por planta puede provocar reducción en el número de semillas por vainas y peso de semillas, lo que se conoce como compensación.

En el Cuadro 11, se observa que la distancia de 0.4 m el número total de vainas por parcela fue de 325.08, pero el rendimiento fue de 1,759.6 kg ha⁻¹; de igual manera, la distancia entre surcos de 0.8 m obtuvo 1,461.1 kg ha⁻¹; lo que indica que aunque esta variable esté muy relacionada con el rendimiento, no siempre las plantas que tengan un mayor número de vainas tendrán el mejor rendimiento; resultados muy similares son reportados por Hernández y Barquero (2003) al evaluar variedades de frijol negro.

Rosas (1998), revela que los genotipos y/o tratamientos que presentan un mayor número de vainas por planta no son precisamente los que producen un mayor número de granos por vaina, y aduce que esto se debe a los períodos de llenado de vainas y la tasa con la cual las vainas individuales se pueden llenar, representan una limitante. Dicha afirmación, tiene validez en el presente experimento, ya que las condiciones edafoclimáticas imperantes durante el llenado de las semillas no fueron las mismas en los ensayos establecidos.

Número de semillas por vaina (SVai)

El rango obtenido en el cultivo del caupí fue de 16 y 17 semillas por vainas (Anexo, Cuadro 3A). Cabe señalar que con mayor frecuencia se contabilizaron los mayores valores medios en la época de Postrera; estos valores superan a los reportados por Peters *et al.*, (2003) con 10 a 15 semillas por vainas.

El número de semillas por vaina es uno de los factores determinantes del rendimiento (Artola, 1990). Este carácter es propio de cada variedad, y es altamente heredable y se altera muy poco con las condiciones ambientales (Tapia, 1987, 1991). Millon y Rayo (2003), encontraron que las épocas de siembra en que se evaluó un genotipo de frijol común no afectaron significativamente al número de semillas por vainas, entre otras variables relacionadas con el rendimiento.

Peso de mil semillas (PMS)

El mayor tamaño y peso de las semillas se obtiene en el punto de madurez fisiológica y está relacionado con el vigor y la pureza varietal (Gómez y Minelli, 1990). White (1985), asevera que es un carácter determinado por factores genéticos y es poco influenciado por el ambiente. Asimismo, el MIDINRA (1996), afirman que es una variable importante que demuestra la capacidad de trasladar nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo al grano en la etapa reproductiva.

El peso de mil semillas presentó significación estadística ($P=0.03$) en la época de Primera (Cuadro 9) con promedios entre 111.2 y 119.2 g en mil semillas. Se reportan los mayores valores para la época de Riego, esto se debió principalmente a que estas semillas fueron cosechadas posterior a las otras épocas de siembra.

Cuadro 9. Comparación de valores medios del peso de mil semillas en las distancias siembra y momentos de evaluación en el cultivo del caupí rojo (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa

Distancia	Primera	Postrera	Riego
0.4	111.21 b	129.62 a	152.03 a
0.6	118.22 a	135.76 a	151.11 a
0.8	119.06 a	132.68 a	162.54 a
1.0	116.49 a	131.40 a	155.75 a
1.2	105.21 c	132.72 a	153.66 a
Media	114.04	132.44	155.02
LSD	4.88	6.36	12.28
R ²	0.83	0.60	0.53
CV (%)	2.78	3.12	5.14

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente ($\alpha = 0.05$)

LSD = Es la Diferencia Mínima Significativa ($\alpha=0.05$)

R² = Coeficiente de Determinación, CV = Coeficiente de Variación (Distancia)

Rendimiento (REN)

Binder (1997), asevera que la formación del rendimiento tiene lugar a lo largo de todo el período de crecimiento y desarrollo, desde la emergencia de la planta hasta la formación del último órgano con la influencia de factores edafoclimáticos. Asimismo, Márquez (1991), menciona que el rendimiento es función de varias características anatómicas y morfológicas que tienen que ver con el número de vainas por ramas, número de vainas por planta, número de semillas por vainas, y peso de cien semillas. Tapia y Camacho (1988), agregan que las diferentes épocas en que se establezca el cultivo pueden afectar al rendimiento, y las variables relacionadas con éste. Peters *et al.*, (2003), recomienda distancias entre surcos de 0.3-0.6 m y de 10 a 15 cm entre plantas para producción de granos. Por otro lado, González (1977), aconseja para la producción de semilla: 0.80 y 0.4 m entre surcos e hileras, respectivamente.

El rendimiento, según el ANDEVA resultó altamente significativo ($Pr=0.001$) en Primera y Postrera (Cuadro 10) en las distancias evaluadas. Los mejores rendimientos promedios se lograron en las menores distancias de siembra.

Los valores promedios de las distancias como tratamientos y analizado por cada una de las épocas se muestran en el Cuadro 10. De forma general, se observa que los mayores rendimientos se obtuvieron en la distancia de siembra de 0.6 m en Riego ($1,987.5 \text{ kg ha}^{-1}$) y Primera ($1,839.7 \text{ kg ha}^{-1}$), esto se debió a que con menores distancias de siembra se cosecharon un mayor número de plantas por área.

En cuanto a tratamientos o interacciones, los mayores valores promedios se alcanzaron en Riego con 0.4 y 0.6 m entre hileras, con rendimientos promedios de $1,968.97$ y $2,035.69 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente (Anexo, Cuadro 4A).

Téllez y Jarquín (1999), indican que al aumentar la densidad de siembra en el cultivo del caupí aumenta el rendimiento, hasta que un punto después del cual el rendimiento se reduce., resultados similares se presentaron en el presente estudio.

Cuadro 10. Comparación de valores medios del rendimiento en las distancias siembra y momentos de evaluación en el cultivo del caupí rojo (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa

Distancia	Primera	Postrera	Riego
0.4	1839.70 a	1583.40 a	1831.60 a
0.6	1247.40 b	817.60 c	1987.50 a
0.8	1192.40 b	1251.80 ab	1819.60 a
1.0	1271.20 b	1051.40 bc	1479.40 a
1.2	1196.10 b	790.20 c	1630.40 a
Media	1338.74	1079.56	1749.72
LSD	535.12	402.23	585.18
R ²	0.71	0.79	0.35
CV (%)	22.81	20.30	21.71

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente ($\alpha = 0.05$)

LSD = Es la Diferencia Mínima Significativa ($\alpha=0.05$)

R² = Coeficiente de Determinación, CV = Coeficiente de Variación (Distancia)

En cuanto al factor época de siembra (Cuadro 11), los promedios superiores se alcanzaron en Riego (1,749.70 kg ha⁻¹), Primera (1,338.70 kg ha⁻¹) y Postrera (1,079.60 kg ha⁻¹). La humedad mantenida en Riego, así como la disponibilidad de fósforo en el área experimental (Cuadro 1), son también factores determinantes en la mejora de los rendimientos.

Para siembras comerciales en la época de Postrera, Tapia (1983), reporta rendimientos de 965-250 kg ha⁻¹. De igual manera; Binder (1977), menciona rendimientos de 568.1 y 2045.3 kg ha⁻¹., y Peters *et al.*, (2003), rendimientos entre 500 y 3,000 kg ha⁻¹ de granos.

El MAG-FOR (1999), en el Valle de Sébaco, Matagalpa, alcanzó en el ciclo agrícola 97-98, una producción óptima de 4,091 kg ha⁻¹, con densidad poblacional recomendada para la producción de granos en el cultivo del caupí.

En Anexo, Cuadro 4A, se presentan los valores medios en los tratamientos conformados para la mayoría de las variables

Cuadro 11. Comparación de valores medios en las distancias y épocas de siembra para las variables de vaina y rendimiento en el cultivo del caupí rojo (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa.

Factor	Nivel	Longitud del pedúnculo(cm)	Longitud de vaina (cm)	Número total de vainas	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
Distancia	0.8	32.76	17.75	570.00 a	1,461.1 ab
	1.2	31.94	17.91	646.75 a	1,206.4 b
	1.0	30.53	18.11	527.80 ab	1,286.9 b
	0.4	30.51	17.70	325.08 c	1,759.6 a
	0.6	30.05	17.68	400.58 bc	1,399.3 b
<i>LSD</i>		2.89	0.67	134.81	308.55
Epoca	Primera	34.99 a	18.05 a	551.05 a	1,338.7 b
	Postrera	29.47 b	17.89 ab	464.30 b	1,079.6 c
	Riego	29.01 b	17.56 b	466.75 b	1,749.7 a
<i>LSD</i>		1.77	0.41	69.19	224.30
R ²		0.87	0.57	0.88	0.85
CV (%)		7.21	2.93	21.46	22.22

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente ($\alpha = 0.05$)

LSD = Es la Diferencia Mínima Significativa ($\alpha=0.05$)

R² = Coeficiente de Determinación, CV = Coeficiente de Variación (Época e Interacción)

4.2 Análisis de correlación en variables de crecimiento y rendimiento

La correlación ente dos variables (r) expresan la asociación que existe entre ellas. Dicha relación puede ser negativa o positiva, y sus valores pueden estar entre cero y uno ($0 < r < 1$). Cuando más cerca esté de cero la relación será menos estrecha, y cuando se aproxime a uno la relación es significativa y dependiente (Gutiérrez, 2000). Las correlaciones de mayor interés y significación estadística se presentan en el Cuadro 6.

La longitud de hojuela (LHO) estuvo relacionada con la mayoría de las variables, con excepción de la longitud del peciolulo, número de ramas, diámetro del tallo y número de semillas por vaina. Se puede observar en el Cuadro 6, que cuando la longitud de hojuela aumenta, el peso de mil semillas (PMS) disminuye ($r=0.497$ y $Pr < 0.000$). Por otro lado; el rendimiento se relacionó significativamente, pero inversamente, con la longitud de vaina (LVai) con $r=-0.380$ y $Pr=0.005$, y el peso de

mil semillas (PMS) con $r=-0.372$ y $Pr=0.006$, siendo los resultados discrepantes con los encontrados por Blandón y Rodríguez (2004), y Chavarría y Escoto (2003), debido principalmente al material genético, tratamientos evaluados y las condiciones en que se desarrolló el cultivo. Blandón y Rodríguez (2004), reportan significación estadística significativa ($r=0.343$, $Pr=0.0027$) entre el rendimiento y el número de vainas por planta al evaluar germoplasma de frijol negro. El Cuadro 12 no refleja esta correlación significativa, y se debe a que los valores promedios obtenidos en los diferentes tratamientos conformados (densidad y época) difieren del trabajo de los autores antes mencionados. Según Avelares (1992), cuando un componente se ve afectado en forma negativa, otros pueden actuar en forma contraria compensándolo, por lo que no se concluye que la reducción de un componente afectará en una misma vía el rendimiento final.

Cuadro 12. Correlaciones fenotípicas en variables crecimiento y rendimiento en el cultivo del caupí rojo (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa

	LHOJ	LULO	LOLO	LPED	ALPL	NRAM	LRAM	DIT	LVai	NTVP	SVai	PMS	REN
LULO	0.252												
	0.052												
LOLO	0.675	0.362											
	<.0001	0.005											
LPED	0.605	0.110	0.580										
	<.0001	0.404	<.0001										
ALPL	0.634	0.082	0.813	0.594									
	<.0001	0.535	<.0001	<.0001									
NRAM	0.477	-0.159	0.427	0.452	0.660								
	0.000	0.226	0.001	0.000	<.0001								
LRAM	0.671	0.046	0.723	0.680	0.928	0.726							
	<.0001	0.729	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001							
DIT	0.386	-0.126	0.483	0.413	0.753	0.741	0.732						
	0.002	0.339	<.0001	0.001	<.0001	<.0001	<.0001						
LVai	0.220	-0.038	0.262	0.249	0.351	0.456	0.326	0.403					
	0.092	0.775	0.044	0.055	0.006	0.000	0.011	0.001					
NTVP	0.1499	-0.1370	0.1150	0.4250	0.2030	0.3260	0.3020	0.2810	0.2740				
	0.2570	0.296	0.380	0.001	0.120	0.0110	0.0190	0.030	0.0340				
SVai	-0.238	-0.054	0.044	-0.110	0.135	0.142	0.046	0.194	0.388	0.1310			
	0.067	0.679	0.737	0.405	0.302	0.279	0.727	0.138	0.002	0.3190			
PMS	-0.497	-0.016	-0.767	-0.546	-0.858	-0.590	-0.813	-0.644	-0.393	-0.135	-0.062		
	<.0001	0.905	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.002	0.304	0.638		
REN	0.123	0.058	-0.228	-0.150	-0.265	-0.197	-0.209	-0.241	-0.380	-0.086	-0.134	0.372	
	0.381	0.680	0.100	0.283	0.055	0.156	0.133	0.082	0.005	0.5400	0.339	0.006	
PS	0.384	0.162	0.365	0.359	0.423	0.298	0.449	0.198	0.109	-0.136	-0.228	-0.378	-0.192
	0.004	0.242	0.007	0.008	0.001	0.029	0.001	0.151	0.432	0.339	0.097	0.005	0.191

Nota: La Primera fila corresponde al coeficiente de correlación (r) y la segunda a Pr

4.3 Relación de los tratamientos evaluados (Densidad y Épocas)

Los componentes principales (CP) deben ser interpretados independientemente, ya que contienen una parte de la varianza no expresada en otro CP. Por esto, el análisis de componentes principales (ACP) agrupa toda la variación presente de datos originales en unos pocos ejes o componentes, éstos contienen información en diferentes proporciones de los descriptores originales y su número depende del número que se incorporen en el análisis (Hidalgo, 2003) e indica que la variación aceptable para la interpretación sobre el ACP debe ser aproximado a un 70 %, en el que se incluye al menos los primeros cinco CP.

En el presente estudio la variación total en los primeros tres componentes principales aisló el 80 %, en donde la variación inicial fue determinada por el 61 % de la variación total y es proporcionada principalmente por la longitud de las ramas (LRAMA), la altura de planta (ALTPL), peso de mil semillas (PMS), diámetro del tallo (DIT), longitud del pecíolo (LOLO), número de ramas (NRAM), longitud del pedúnculo de la vaina (LPED), entre otros.

Otras variables como el número de semillas por vaina (SVai), el rendimiento (REN), longitud del peciolulo (LULO), entre otras también sirvieron para discriminar los tratamientos en un 19.2 %. La variación total de los primeros tres componentes explica o retiene el 80.1 % de la variación total determinada por las variables o componentes.

En la Figura 2, se representan los diferentes tratamientos (interacciones) conformados en el cultivo del caupí. Se puede observar la similitud de los tratamientos, así como la posible agrupación entre ellos.

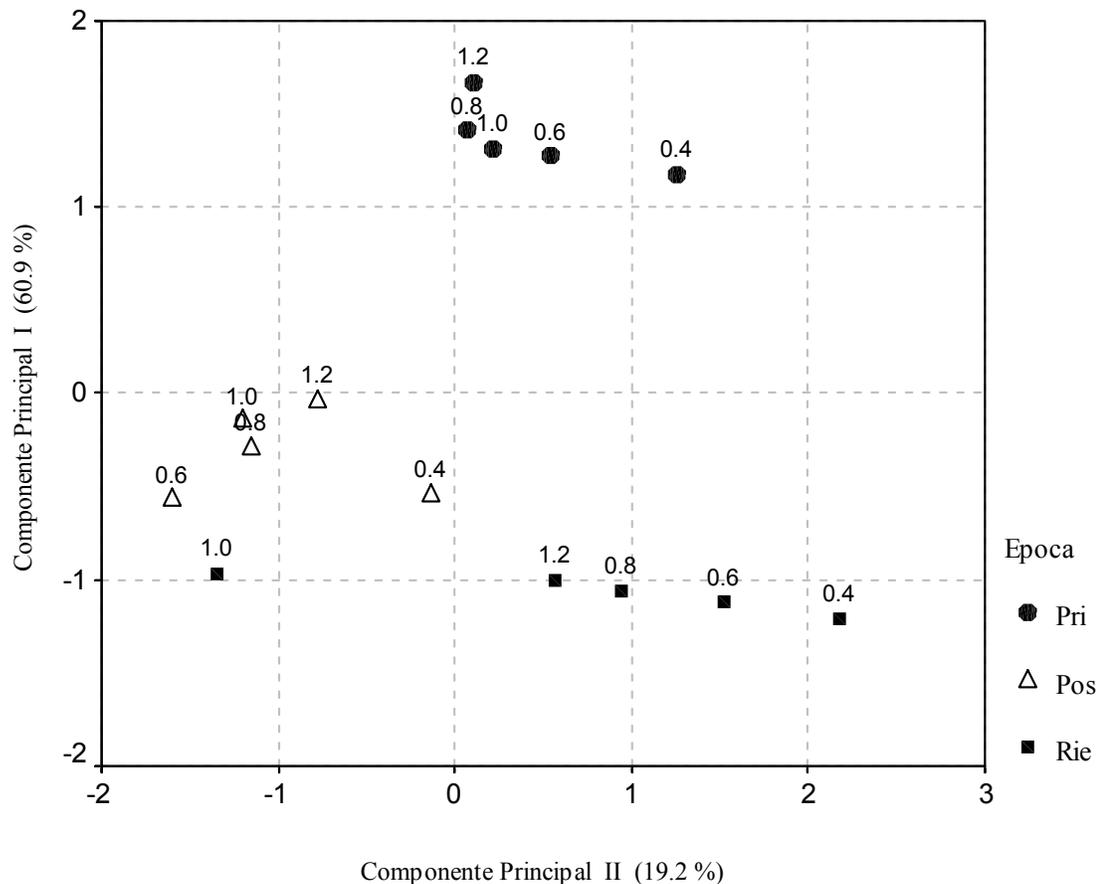


Figura 2. Distribución espacial de los tratamientos evaluados utilizando 14 variables cuantitativas a través de los dos primeros componentes principales en el cultivo del caupí rojo (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa. Primera (●), Postrera (△) y Riego (■)

El análisis de agrupamiento (AA) o conglomerados es un método analítico para clasificar tratamientos en grupos relativamente homogéneos con base en alguna semejanza entre ellos. El objetivo en este análisis es clasificar un conjunto de n tratamiento en un número pequeño de conglomerados, donde la conformación puede obedecer a leyes naturales o a cualquier conjunto de características comunes a los tratamientos. Franco y Crossa (1999), mencionan la metodología UPGMA como una técnica que utiliza el promedio para proceso de clasificación. Asimismo, López (1991) y Benavides (2004), indican que existen algunos índices de similitud apropiados como el r^2 y Semiparcial r^2 , entre otros, para diferenciar los individuos, grupos o tratamientos conformados.

En la Figura 3, se puede apreciar la relación y similitud de los tratamientos conformados (época-distancia de siembra). La relación preliminar definida por el ACP es demostrada por el AA aplicado a los tratamientos conformados en el presente estudio. Las épocas de siembra se diferencian drásticamente, conformando cada una de ellas un grupo determinado. A una distancia de similitud de 25 en r^2 , se logra diferenciar los tres grupos muy bien definidos.

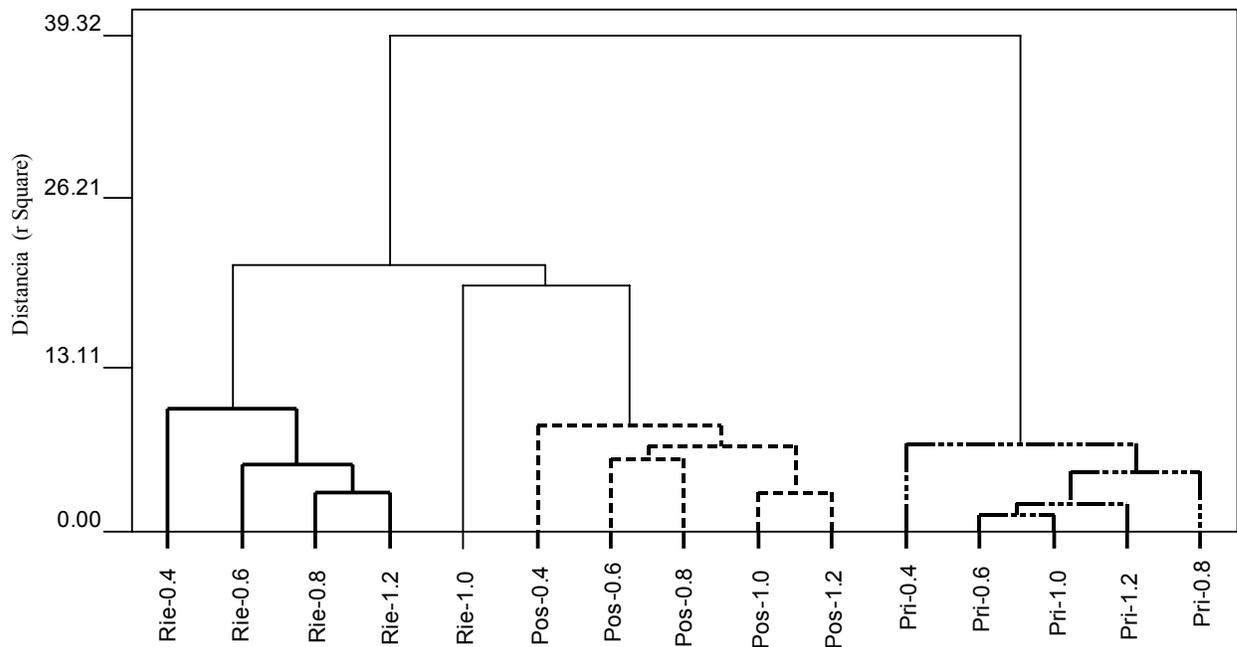


Figura 3.Relación de los tratamientos evaluados utilizando 14 variables cuantitativas a través del método UPGMA y la distancia r^2 en el cultivo del caupí rojo (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa. Primera (Pri), Pos (Pos) y Riego (Rie)

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados alcanzados en el presente estudio y las condiciones edafoclimáticas imperantes, se puede considerar lo siguiente:

- A través del análisis de correlación se determinó relación significativa alta en la longitud de hojuela con la mayoría de las variables de crecimiento. De igual manera, el rendimiento estuvo asociado con variables de vaina y semilla.
- Se concluye, que los mejores rendimiento en cuanto a época se refiere, se obtuvieron en Riego y Primera, con las distancias de 0.6 y 0.4 m, respectivamente. Los rendimientos más altos y uniformes se lograron en Riego, con arreglos de distancias de siembra de 0.4, 0.6, y 0.8 metros entre hileras.
- Algunas variables de crecimiento, y de rendimiento fueron suficientes para diferenciar los tratamientos conformados. La agrupación mediante conglomerados aisló claramente las épocas de siembra y densidades de siembra. La época de Primera se diferenció del núcleo conformado por los tratamientos de Riego y Postrera, debido principalmente al mayor desarrollo obtenido en las plantas en Primera.

VI. RECOMENDACIONES

- Considerar algunos estudios de interés con las distancias y épocas de siembra en otros ambientes del país.
- Se proponen las distancias entre hileras de 0.6, 0.4 y 0.8 m para la siembra de Riego; 0.4 m para la siembra de Primera; 0.4 y 0.8 m para la siembra de Postrera.
- Incluir análisis de calidad de la semillas para determinar el verdadero efecto de las condiciones edafoclimáticas, así como la distancia de siembra establecidas en la producción de semillas.
- Conformar otros estudios sobre la fijación del nitrógeno de variedades de caupí sobre los suelos.

VII. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Artola, E. A., 1990. Efecto del espaciamiento entre surco y control de maleza en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), genotipo Revolución 81 en el ciclo de Primera 1988. Tesis de Ing. Agr. Universidad nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 137 p.
- Arzola, P. N.; O. Fundora H.; J. Machado de Armas, 1986. Suelo, planta y abonado. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana, Cuba. 461 p.
- Avelares, J. J., 1992. Evaluación comparativa de 8 genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) recolectadas en Nicaragua. Revista informativa anual del Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN), Universidad nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 137 p. 1-8.
- Blandón, P. I.; M. A. Rodríguez M., 2004. Evaluación de 16 genotipos de frijol común de color negro (*Phaseolus vulgaris* L.) en época de Postrera, El Sapote, San Ramón, Matagalpa, 2002. Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 43 p.
- Benavides, G. A., 2004. Caracterización numérica de germoplasma de guanábana (*Annona muricata* L.) muestreado *in situ* en el Pacífico y Norte de Nicaragua. Revista LA CALERA. Universidad Nacional Agraria. Año 4. No. 4-julio-2004. p. 29-35.
- Benavides, G. J.; A. Pinchinat. 2005. Efecto de la época de siembra sobre el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Turrialba. Costa Rica. Agronomía Tropical 24(2):113-125. IICA-CTEI. Turrialba, Costa Rica.
- Binder, U., 1997. Manual de leguminosas de Nicaragua. Tomo I. Estelí, Nicaragua. 191 p.
- Chavarría, M. E.; E. F. Escoto, 2003. Evaluación de 16 variedades de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) en época de Postrera, CEO, Chinandega, 2002. Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 50 p.
- Carballo, J. M., 1998. Caracterización y evaluación preliminar de 30 accesiones de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) recolectadas en diferentes localidades de Nicaragua. Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 111 p.

- 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 No. 10. Milton Flores y Norman Sagastume, recopiladores. Tegucigalpa, Honduras. Disponible en: <http://www.eris.unalmed.edu.co/~cescobar/caupi.html>. (Accesado: febrero 10 de 2005).
- Chow, W. Z., 1990. Efecto de la fertilización fosfórica sobre el crecimiento y rendimiento de cuatro variedades de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 28 p.
- Crisci, J. V.; M. F. López A., 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Monografía No. 26. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos (OEA), Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Washington, D.C., 93 p.
- Davis, D. W.; E. A. Oelke; E. S. Oplinger; J. D. Doll; C. V. Hanson & D. H. Putnam. 1991. Alternative: Field Crops Manual Cowpea. University of Wisconsin-Extension Cooperative Extension University of Minnesota. Center for Alternative plant & Animal Products and the Minnesota Extension Service. USA. 8 p.
- Estrada, G. M.; C. J. Peralta, 2001. Evaluación de dos tipos de fertilizantes orgánicos (gallinaza y estiércol vacuno) y un mineral en el crecimiento y rendimiento del cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Dor-364, Postrera 2001. Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 75 p.
- FAO, 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. p. 510-516.
- Fletes, E. B. G., 1997. Efecto de distancias de siembra y frecuencia de control mecánico de malezas, sobre la dinámica de las malezas y el crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Rev-79. Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 38 p.
- Flores, B. A. G., 1997. Efecto de distancias de siembra y frecuencia de control mecánico de malezas, sobre la dinámica de las malezas y el crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 35 p.

- Franco, J.; J. Crossa. 1999. Clasificación de accesiones para la selección de grupos núcleos. Quinto Curso Internacional sobre Muestreo y Colecciones Nucleares. INIA/JICA. Santiago, Chile, 40 p.
- Gómez, G. O.; M. Minelli, 1990. La Producción de Semillas. Texto básico para el desarrollo del Curso de Producción de Semillas en la Universidad de Nicaragua. Instituto de Ciencias Agropecuarias (ISCA), Escuela de Producción Vegetal. ISCA-MOLISV. Edit. en Imprenta UCA. Managua, Nicaragua. 210 p.
- González, V., 1977. El cultivo del caupí rojo (*Vigna unguiculata*). ICOAMA-CIEETS. Managua, Nicaragua. p. 2-6.
- Gutiérrez, E. E., 2000. Métodos estadísticos para las ciencias biológicas. 1ra. Edición. Heredia, Costa Rica. 175 p.
- Hernández, A. L. G.; E. I. Barquero N., 2003. Evaluación de 16 variedades de frijol común negro (*Phaseolus vulgaris* L.) en época de Primera en La compañía, Carazo. Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 52 p.
- Hidalgo R., 2003. Variabilidad genética caracterización de especies vegetales. En Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de Recursos Fitogenéticos, Franco T. e Hidalgo R. (eds.). Boletín Técnico No. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Calí, Colombia, p. 2-26.
- INETER, 2005. Datos climatológicos del año 2004. Departamento de meteorología.
- Internacional Board for Plant Genetic Resources (IBPGR). 1982. Revised Winged Bean Descriptors. FAO. Rome, Italy. 18 p.
- Internacional Board for Plant Genetic Resources (IBPGR). 1983. Lima Bean Descriptors. FAO. Rome, Italy. 36 p.
- Internacional Board for Plant Genetic Resources (IBPGR). 1985. Descriptors for *Vigna aconitifolia* and *V. trilobata*. FAO. Rome, Italy. 39 p.
- Kwapata, M. B.; A. E. Hall. 1990. Determinants of cowpea (*Vigna unguiculata*) seed yield at extremely high plant density. Disponible en: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T6M-48YNWCG-42&.

- Internacional Seed Testing Association. 1985. International rules for testing. Zurich. 117 p.
- Jiménez, M. E. S., 1999. Seasonal occurrence and species composition of insect pest on cowpea, *Vigna unguiculata*, (L) Walpers. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of *Master of Science*. December 1999, University of Arkansas. USA. 49 p.
- Laboratorio de Suelos y Aguas (LABSA). 2006. Informe de resultados de muestras de suelo. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 2 p.
- López M. A. 1991. Descripción Sistemática y Parámetros Genéticos para características cualitativas y cuantitativas en la colección de *Batata Ipomoea batata* (L) Lam. de la Catia. Tesis para Maestría, Turrialba, Costa Rica. (CATIE). p. 144.
- MAG-FOR, 1999. Estudio de mercado de frijol de vara (*Vigna unguiculata*). Managua, Nicaragua. 27 p.
- Márquez, S. F.; 1991. Genotecnia vegetal, métodos teóricos, resultados. Primera Edición A. G. T. Editores. México D. F., 500 p.
- Mendoza de Jiménez, C. C.; O. L. Borges y E. A. C. Debrot. 1989. Herencia de la resistencia del frijol (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) al virus del mosaico severo del caupí. *Fitopatología Venezolana* p. 2-59.
- MIDINRA, 1996. Guía tecnológica para la producción del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Managua, Nicaragua. 25 p.
- Millon, B. I.; L. A. Rayo, 2003. Producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad DOR-364, en dos épocas de siembra y tres labranzas. Efecto sobre la dinámica de la maleza, el rendimiento y el beneficio económico. Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 42 p.
- Moreu i Guix R.; 1995. Cultivo intercalar de *Vigna sinensis* con maíz en Nicaragua. Universitat de Lleida, Escola Tècnica Superior d' Enginyeria Agraria. Lleida. 79 p.

- Palaviccinni, A. C.; J. Valverde, 2000. Evaluación del efecto de fertilización de diferentes niveles de fósforo y la extracción de macro y micronutrientes en tres variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 75 p.
- PASOLAC, 1996. Guía técnica. Integración de leguminosas en sistemas de producción agropecuaria. Managua, Nicaragua. p. 74-77.
- Peters, M.; L. H. Franco, A. Schmidt & B. Hincapié, 2003. Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores de Centroamérica. CIAT-MZ-GTZ. Imp. Publicación CIAT No. 333. Feriva S. A. Calí, Colombia. 113 p.
- Quintana, B. O.; J. Blandón, J. Flores y A. E. Mayorga, 1992. Manual de fertilización para los suelos de Nicaragua. UNA-Consultora profesional Indígena (INDOCONSUL S. A). Managua, Nicaragua. 75 p.
- Reyes, J., 1992. Historia de la producción del maíz. En memoria del Simposio Internacional de Sanidad Vegetal. ESAVE-UNA. Managua, Nicaragua. 47 p.
- Romagosa, I.; J. Voltas; R. Blanco. 2000. Diseños de experimentos. Vol I y II. Escola Tècnica Superior d' Enginyeria agrària, Universitat de Lleida. 90 p.
- Rosas, R. C, 1998. El cultivo del frijol común en América Tropical. Zamorano Academia Press. Tegucigalpa, Honduras. 52 p.
- Santiesteban, S.; 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. Disponible en: http://www.grciencia.granma.inf.cu/vol5/no.2/resumen/2001_05_02_r06.htm.
- Suárez, P. E.; E. J. Solís, 2006. Caracterización y evaluación preliminar de 24 líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en el centro experimental La Compañía, carazo. Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 60 p.
- Tapia, H., 1981. Cultivo del frijol de costa para Nicaragua. Managua, Nicaragua. 9 p.

- Tapia, H.; G. Herrera, 1983. El frijol de costa *Vigna unguiculata* en Nicaragua. Managua, Nicaragua. 7 p.
- Tapia, B. H., 1987. Variedades mejoradas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con grano color rojo para Nicaragua. Primera Edición. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Managua, Nicaragua. p. 6-20.
- Tapia, B. H.; H. Camacho, 1988. Manejo integrado de la producción de frijol basado en labranza cero. GTZ. 188 p.
- Tapia, B. H., 1991. Influencia de labranza y fertilización sobre los cultivos de maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de Ing. Agr. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Managua, Nicaragua. 52 p.
- Téllez, J. A.; F. D. C. Jarquín, 1999. Efecto de tres densidades de siembra de frijol caupí (*Vigna unguiculata*) sobre la producción de grano, en la zona seca de Managua. Universidad Nacional Agraria. Tesis de Ing. Agr.. Managua, Nicaragua. 40 p.
- Trujillo, M. N.; Úbeda R. I. F., 2003. Efecto del revestimiento de la semilla con fósforo sobre el crecimiento y rendimiento de tres variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Universidad Nacional Agraria. Tesis de Ing. Agr. Managua, Nicaragua. 43 p.
- Velásquez, J. M.; Rodríguez, F. 1986. Evaluación de la respuesta Vita3 (*Vigna sinensis*) a la aplicación de niveles de fertilizante (NPK) Centro Experimental del Algodón. Posoltega, Nicaragua. 35 p.
- White, J., 1985. Conceptos básicos de fisiología del frijol. *En: Frijol, investigación y producción*. Edit. por Fernández F., R. Schoonhoven, A. López. CIAT. Calí, Colombia. p. 43-60.

ANEXOS

ANEXOS

Cuadro 1A. Comparación de valores medios de la longitud del peciolulo y pecíolo en las distancias siembra y momentos de evaluación en el cultivo del caupí rojo (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa

Longitud del peciolulo (cm)				Longitud del pecíolo (cm)			
Distancia	Primera	Postrera	Riego	Distancia	Primera	Postrera	Riego
0.4	3.03	3.15	3.27	0.4	16.03	13.98	12.77
0.6	3.03	2.90	3.00	0.6	15.33	13.48	12.10
0.8	3.13	2.90	3.10	0.8	15.93	12.53	12.45
1.0	3.00	3.10	2.65	1.0	15.13	13.88	10.40
1.2	2.95	3.10	3.10	1.2	15.85	13.85	11.53
Media	3.03	3.03	3.03	Media	15.65	13.54	11.85
LSD	0.36	0.36	0.35	LSD	1.44	1.39	1.28
R ²	0.44	0.39	0.66	R ²	0.46	0.55	0.72
CV (%)	7.77	7.62	7.50	CV (%)	5.98	6.71	7.04

LSD = Es la Diferencia Mínima Significativa ($\alpha=0.05$)

R² = Coeficiente de Determinación, CV = Coeficiente de Variación (Distancia)

Cuadro 2A. Comparación de valores medios del número de ramas y peso seco en plántulas en las distancias siembra y momentos de evaluación en el cultivo del caupí rojo (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa

Número de ramas en el tallo				Peso seco en plántulas (g)			
Distancia	Primera	Postrera	Riego	Distancia	Primera	Postrera	Riego
0.4	3.55	1.93	2.10	0.4	1.92	1.35	1.47
0.6	3.93	2.28	2.58	0.6	1.62	1.37	1.23
0.8	3.95	3.18	2.25	0.8	1.63	1.30	1.18
1.0	3.90	3.00	2.95	1.0	1.69	1.27	1.35
1.2	3.98	2.95	2.58	1.2	1.82	1.21	1.25
Media	3.84	2.67	2.49	Media	1.72	1.30	1.31
LSD	0.85	1.21	0.86	LSD	1.10	0.36	0.63
R ²	0.35	0.50	0.42	R ²	0.30	0.36	0.30
CV (%)	14.45	29.47	22.41	CV (%)	38.25	16.06	29.97

LSD = Es la Diferencia Mínima Significativa ($\alpha=0.05$)

R² = Coeficiente de Determinación, CV = Coeficiente de Variación (Distancia)

Cuadro 3A. Comparación de valores medios de la longitud de vaina y número de semillas por vainas en las distancias siembra y momentos de evaluación en el cultivo del caupí rojo (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa

Longitud de vaina (cm)				Número de semillas por vaina			
Distancia	Primera	Postrera	Riego	Distancia	Primera	Postrera	Riego
0.4	17.90	17.78	17.43	0.4	16.25	16.98	15.70
0.6	18.02	17.73	17.30	0.6	16.17	17.15	15.85
0.8	17.93	17.82	17.50	0.8	17.00	16.97	16.60
1.0	18.23	18.02	18.07	1.0	16.48	17.17	16.85
1.2	18.15	18.07	17.50	1.2	16.43	16.53	16.38
Media	18.05	17.88	17.56	Media	16.47	16.96	16.27
LSD	0.42	0.99	0.87	LSD	1.33	0.88	0.87
R ²	0.45	0.30	0.30	R ²	0.33	0.45	0.61
CV (%)	1.51	3.62	3.22	CV (%)	5.26	3.38	4.09

LSD = Es la Diferencia Mínima Significativa ($\alpha=0.05$)

R² = Coeficiente de Determinación, CV = Coeficiente de Variación (Distancia)

Cuadro 4A. Comparación de valores medios en los tratamientos (interacciones) en variables evaluadas en el cultivo del caupí rojo (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa

EPO	DEN	LHOJ	LULO	LOLO	LPED	ALPL	NRAM	LRAM	DIT	SVai	REN
Pri	0.4	13.10	3.03	16.03	33.43	254.68	3.55	223.50	1.00	16.25	1907.63
Pri	0.6	13.05	3.03	15.33	34.78	260.73	3.93	259.95	1.10	16.18	1247.42
Pri	0.8	13.38	3.13	15.93	35.33	307.10	3.85	268.03	1.18	17.00	1056.47
Pri	1.0	13.00	3.00	15.13	36.05	242.50	3.90	237.20	1.03	16.48	1271.15
Pri	1.2	12.63	2.95	15.85	35.40	300.30	3.98	284.20	1.13	16.43	1181.45
Pos	0.4	10.40	3.15	13.98	29.50	137.05	1.93	79.70	0.78	16.98	1452.91
Pos	0.6	10.38	2.90	13.48	27.15	121.28	2.28	57.43	0.80	17.15	759.05
Pos	0.8	9.73	2.90	12.53	30.55	146.28	3.18	100.25	0.93	16.98	1283.05
Pos	1.0	10.63	3.10	13.88	29.28	122.93	3.00	78.23	0.95	17.18	995.93
Pos	1.2	10.53	3.10	13.85	30.85	121.00	2.95	124.30	0.95	16.53	790.16
Rie	0.4	11.34	2.86	12.41	26.98	35.43	2.03	16.25	0.59	15.82	1968.97
Rie	0.6	11.57	2.98	12.40	28.00	45.94	2.57	35.14	0.84	15.57	2035.69
Rie	0.8	11.50	3.10	12.45	32.40	37.65	2.25	46.58	0.73	16.58	1819.62
Rie	1.0	10.53	2.56	10.44	28.36	36.50	2.85	29.88	0.59	16.99	1512.76
Rie	1.2	10.96	3.03	11.44	30.22	35.21	2.91	20.22	0.85	16.29	1583.43

EPO=Época, DEN=Distancia entre hileras, Pri= Primera, Pos=Postrera, Rie=Riego

LHOJ=Longitud de hojuela, LULO=Longitud del peciolulo, LOLO=Longitud del peciolo, LPED=Longitud del pedúnculo de vaina, ALPL=Altura de planta, NRAM=Número de ramas, LRAM=Longitud de ramas, DIT=Diámetro del tallo, SVai=Número de semillas por vaina, REN=Rendimiento.