UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

Trabajo de Graduación

Caracterización, evaluación preliminar y adaptabilidad de cuatro variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en tres localidades de San Ramón, Matagalpa, postrera 2012

Autores

Br. Ana Emileyda Jarquín Palacios
Br. Lisayda Isabel Vega Reyes

Asesores

Dr. Oscar José Gómez Gutiérrez
M.Sc. Digno Marvin Fornos Reyes

Managua, Nicaragua
Octubre, 2013

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

Trabajo de Graduación

Caracterización, evaluación preliminar y adaptabilidad de cuatro variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en tres localidades de San Ramón, Matagalpa, postrera 2012

Autores
Br. Ana Emileyda Jarquín Palacios
Br. Lisayda Isabel Vega Reyes

Asesores
Dr. Oscar José Gómez Gutiérrez
M.Sc. Digno Marvin Fornos Reyes

Presentado a la consideración del Honorable Tribunal Examinador como requisito parcial para optar al grado de Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua
Octubre, 2013

INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN
ÌNDICE GENERAL **PÁGINA**
DEDICATORIA i
AGRADECIMIENTO iii
ÍNDICE DE CUADROS vii
ÍNDICE DE FIGURAS viii
ÍNDICE DE ANEXOS ix
RESUMEN x
ABSTRACT xi
I. INTRODUCCIÓN 1
II. OBJETIVOS 4
2.1 Objetivo general 4
2.2 Objetivos específicos 4
III. HIPÓTESIS 5
IV. METODOLOGÍA 6
4.1 Ubicación del área de estudio 6
4.2 Diseño metodológico 8
4.3 Tamaño de las unidades experimentales 9
4.3.1 Manejo del ensayo 10
4.4 Variables evaluadas 10
4.4.1 En estado de plántula 12
4.4.2 Al momento de la floración 12
4.4.3 Al momento de la madurez fisiológica 14
4.4.4 Al momento de la cosecha 14
4.5 Análisis de datos 18
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 20
5.1 Análisis general de las condiciones agroclimáticas y de manejo agronómico de los ensayos 20
5.2 Comportamiento de las plagas y enfermedades durante el ensayo 21
5.3 Análisis de variables cualitativas de las cuatro variedades de frijol común evaluadas en las tres fincas del municipio de San Ramón, Matagalpa 23
5.4 Análisis de variables cuantitativas de las cuatro variedades de frijol común evaluadas en las tres localidades, San Ramón, Matagalpa 25
5.5 Análisis de Adaptabilidad 28

5.5.1 Adaptabilidad de las variedades y localidades en estudio 29
VI. CONCLUSIONES 32
VII. RECOMENDACIONES 33
VIII. LITERATURA CITADA 34
IX. ANEXOS 37

DEDICATORIA

Primeramente a *Dios* por ser mi guía, darme salud, sabiduría, fortalezas y paciencia para poder culminar con mi trabajo de graduación.

A mis padres: ***Esteban Vega Robleto*** y *Juana Reyes Vanegas* por su amor, consejos, apoyo incondicional y anhelos de verme convertida en una profesional.

A mis hermanos(a*): Norlan Reyes, William Reyes, José Esteban Vega Reyes* y *Ruth Vega* por depositar la confianza en mí y su apoyo para poder concluir mi carrera.

A mi tía: *Prof. Esperanza Reyes Vanegas,* su esposo *Bayardo Robles* y mi primo *Byron Robles* por darme los consejos, ayuda y ánimos para poder cumplir uno de mis grandes sueños.

A mis amigos(a) y *demás familiares* que me animaron hasta la culminación de mi trabajo.

Br. Lisayda Isabel Vega Reyes

DEDICATORIA

A *Dios Nuestro Señor,* fuente inagotable de luz, supremo gobernante de la paz y el amor. El Todopoderoso quien me otorgó el don de la vida, que me dio los padres más maravillosos que alguien ha llegado tener, me guió por la senda del bien, resguardándome en momentos difíciles, brindándome esta oportunidad de haber culminado mi carrera. Me regaló la salud y fortaleza para seguir adelante y nunca rendirme; la fe, sabiduría y paciencia para poder comprender y entender muchas circunstancias difíciles que enfrenté en este camino; la inteligencia, entendimiento y conocimiento para poder realizar este trabajo de investigación. Y a mi Madre Celestial, *María Santísima* porque siempre estuvo intercediendo por mí.

De manera especial a mis padres: *Sr. Teófilo Jarquín Castellón* **y** *Sra. María Elena Palacios Hernández*, quienes con su ejemplo, amor, trabajo y abnegación lograron hacer de este sueño una realidad. Porque a pesar de los sacrificios que pasaron siempre confiaron en mí y jamás me reprocharon algo. Por sus valores y principios inculcados que no me permitieron flaquear en este camino; los consejos que me hicieron reflexionar día a día formando una profesional de bien y por las palabras que salían de sus bocas, que siempre me brindaron aliento, me llenaron de ánimos y motivación para seguir adelante. Porque los adoro viejitos, son mi mayor orgullo y el tesoro más preciado que poseo.

A mi novio *Br. Hanniel Romarck Gutiérrez Chavarría*, por su amor y fidelidad entregada en estos años de noviazgo. Por su confianza, apoyo moral e incondicional, motivación, entusiasmo y aliento a seguir adelante, por su paciencia brindada y jamás dejarme sola. Le doy gracias al Señor por haberte conocido.

Br. Ana Emileyda Jarquín Palacios

AGRADECIMIENTO

Primeramente a *Dios* por ser el Todopoderoso que me dió la vida, fortaleza y sabiduría para poder cumplir esta meta.

A mis padres *Esteban Vega Robleto y Juana Reyes Vanega* por su amor sin igual, apoyo incondicional y consejos infinitos para poder llegar a ser una profesional.

A mi tía *Prof. Esperanza Reyes* por su apoyo y consejos durante estos 5 años.

A mi hermano *Norlan Reyes* por su apoyo económico para la culminación de mi trabajo de graduación.

A mis profesores que ayudaron en mi formación secundaria en el Colegio Centro Pedagógico Cristo Redentor: *Ing. Omar Aguilar, Frida Weiss, Licenciados(a). Ana Victoria Solís, Leonardo Aguilar, Isabel Aguilar, Carmen Aguilar* por los aprendizajes transmitidos, consejos y ánimos para poder terminar mis estudios.

Al *Lic. Antonio Ruíz* por animarme, aconsejarme y apoyarme para ingresar a mi carrera y cumplir la meta.

Al tutor *Dr. Oscar Gómez* por su paciencia, ayuda incondicional, aclaración a dudas y proporcionar la información suficiente para poder concluir el tema de investigación.

A *M.Sc. Digno Marvin Fornos* por brindarme ayuda y aclaraciones de dudas cuando lo solicitamos.

A *M.Sc. Gregorio Varela* por su tiempo, disposición, amistad, consejos que hicieron posible este trabajo.

A ***Ing. Aleyda López*** por su tiempo, consejos y apoyo en todo momento.

A *Swissaid* por el financiamiento para la toma de datos de campo.

A *Lic. Ana Clemencia Avalos* por su apoyo para poder cumplir esta meta.

A mi mejor amiga *Karla Cano* por ser como una hermana, por sus consejos, amistad sin igual, apoyo incondicional y paciencia en todos los momentos compartidos.

A mis amigas y familiares: ***Estela Hernández, Kenia Zamora, Paola Úbeda, Silma Bermúdez, Regina Aguilar, Kiara Sequeira, Priscilla Briceño, Ana Gabriela Aguilar, Ashly Vega, Meyling Vega, Ana Jarquín, Pamela Rodríguez, Pamela Martínez*** por brindarme su amistad incondicional y ser mi apoyo en las buenas y malas.

A mis amigos y familiares: ***Luis Ramos, Byron Robles, Melvin Vargas, Melvin Sandoval, Marlon Sandoval, Juan Carlos Ayerdis, José David Orozco, José Luis López y Prof. Edgard Gutiérrez y Sergio Ramírez*** por animarme a seguir adelante y brindarme su amistad y apoyo sin igual.

Br. Lisayda Isabel Vega Reyes

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a ***Dios*** sobre todas las cosas, por ser mi guía y el pilar principal en mi vida, brindándome las armas necesarias en esta trayectoria universitaria logrando así la realización de este trabajo de investigación.

A mis padres: ***Sr. Teófilo Jarquín Castellón y Sra. María Elena Palacios Hernández***, por su apoyo moral y esfuerzos inagotables, por su lucha en regalarme el tesoro de la educación y esta carrera profesional.

A la ***Universidad Nacional Agraria (UNA), Facultad de Agronomía (FAGRO) y de manera especial sus docentes*** quienes se entregaron, esforzaron y me transmitirnos sus conocimientos, ya que sin las oportunidades brindadas y sus enseñanzas no hubiese sido posible la culminación de esta labor, ni desarrollarme como profesional.

Al ***Departamento de Servicios Estudiantiles***, por la beca brindada durante mi vida universitaria.

De manera muy especial a nuestros asesores ***el Dr. Oscar José Gómez Gutiérrez*** **y** ***Ing. M.Sc. Digno Marvin Fornos Reyes,*** por su amistad, consejos, tiempo, paciencia, confianza y apoyo incondicional al brindarnos todo el conocimiento, la información y material para hacer posible este trabajo.

A ***SWISSAID y la Ing. Elizabeth Rizo*** por el financiamiento brindado a este trabajo durante la etapa de campo.

A los productores: ***don Antonio Zamora, don Apolinar Sánchez y don Roberto Flores***, quienes facilitaron elementos esenciales para la realización de este trabajo.

A mi compañera ***Br. Lisayda Isabel Vega Reyes,*** por su amistad, dedicación, apoyo y entrega durante este trabajo investigativo.

A mis compañeros (as) ***Br. Pamela Martínez, Br. Pamela Rodríguez, Br. José David Orozco y Br. José Luis López,*** por su amistad brindada y apoyarnos mutuamente para llegar hasta el final con la realización de este trabajo.

Al *Ing. M.Sc. Gregorio Varela*, por su amistad, disposición, conocimiento, apoyo, tiempo y paciencia brindada para la elaboración de este documento.

A mi novio *Br. Hanniel Romarck Gutiérrez Chavarría*, por su disposición y solidaridad en el desarrollo de este trabajo investigativo.

A mi mejor amiga *Br. Suyen de los Ángeles Pérez Galeano*, con quien compartí buenos y malos momentos, por su amistad sincera, su confianza, apoyo incondicional, paciencia, fidelidad y compañía durante estos cinco años de nuestra carrera. También por su compañerismo, bondad y solidaridad en la elaboración de mi trabajo escrito.

Al *personal del CENIDA* por su valiosa cooperación en la búsqueda y obtención de información necesaria para la elaboración del documento.

A *todos mis amigos y compañeros de clases* por su apoyo moral en todo momento, el entusiasmo y motivación brindado durante mi formación académica y culminación de este trabajo.

A *mis hermanos de Comunidad Cristiana Hijos de Dios*, porque siempre me resguardaron con sus oraciones ante el Señor.

A *mis tías, a mis primas y la Lic. Jessica Rodríguez* que con sus ejemplos, consejos y su confianza puesta en mí, me alentaban y motivaban a seguir adelante.

Y a *todas aquellas personas* que desinteresadamente de una u otra forma incidieron en mi formación, formando parte de un conjunto de elementos importantes para hacer posible la coronación de mis estudios con éxito.

Muchas gracias a *TODOS…*

Br. Ana Emileyda Jarquín Palacios

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Características físicas y geográficas de las tres fincas donde se establecieron los tres ensayos de frijol en postrera de 2012	6
2	Características agro morfológicas de la variedad mejorada INTA Rojo (INTA, 2002)	8
3	Características agro morfológicas registradas por agricultores y promotores locales de las variedades criollas o acriolladas de frijol común	9
4	Etapas de desarrollo del cultivo de frijol común	11
5	Evaluación del daño por plagas y enfermedades de las cuatro variedades de frijol evaluadas en tres fincas de San Ramón, Matagalpa, postrera, 2012	22
6	Variables cualitativas de las cuatro variedades de frijol evaluadas en tres fincas, San Ramón, Matagalpa,postrera, 2012	24
7	Variables cuantitativas medidas en cuatro variedades de frijol común evaluadas en tres fincas del municipio de San Ramón, Matagalpa, postrera, 2012	26
8	Análisis de varianza del modelo de efectos principales aditivos e interacción multiplicativo (AMMI) de la interacción de variedad por finca	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Precipitaciones acumuladas (mm) registradas en pentadas durante el ensayo en las fincas de Guadalupe 1 (a), Guadalupe 2 (b) y Guadalupe 3 (c), en el municipio de San Ramón, Matagalpa durante el ciclo agrícola de postrera.	7
2	Representación gráfica de los valores del primer componente de la interacción versus el índice ambiental de cuatro materiales genéticos (●) del frijol (*Phaseolus vulgaris* L) evaluados en tres fincas (○).	30

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Descriptores para determinar el color de la planta de frijol común	38
2	Cuadros de colores basados en Munsell Book Of Color utilizado para la caracterización de las 24 líneas evaluadas, recopilado del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (Muñoz *et al*., 1993)	39
3	Descriptores para determinar la forma de la vaina	40
4	Formas del perfil de la vaina del frijol	40
5	Descriptores para determinar el ápice de la vaina de la planta de frijol	41
6	Formas predominantes del ápice de la vaina del frijol	41
7	Descriptores para determinar el color de la semilla	42
8	Descriptores para determinar las formas que presenta la semilla	42
9	Formas que presenta la semilla	43

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar la variabilidad fenotípica y adaptabilidad de tres variedades criollas o acriolladas (CCR, HVR, Rojo Nica) de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.*)* y una variedad mejorada (INTA Rojo) en tres fincas del municipio de San Ramón, Matagalpa (Guadalupe: 1, 2 y 3) durante el ciclo agrícola postrera, 2012. Para el ensayo se estableció una sola repetición de los tratamientos por localidad en parcelas de cinco metros de ancho por diez metros de largo. Como parcela útil se tomó los cinco surcos centrales de cinco metros de largo por dos metros de ancho (10 m^2). Para la caracterización se utilizaron 13 variables cualitativas donde el tamaño de muestra fue de 25 plantas por parcela útil. Para las 12 variables cuantitativas la muestra varió de acuerdo a la variable evaluada. La interacción Genotipo x Ambiente (G x A) se determinó a través del Análisis Efectos Principales Aditivos e Interacciones Multiplicativas (AMMI), esto permitió una mejor interpretación del efecto principal de las variedades y de los ambientes. Los resultados de dicha interacción demostraron que los materiales genéticos se comportaron de manera diferente en las distintas fincas. La variedad acriollada CCR y la finca Guadalupe 2 mostraron los mayores valores promedios en cuanto al rendimiento de grano, aunque también resultaron los más inestables. El análisis AMMI permitió detectar interacciones positivas y negativas entre los diferentes materiales genéticos y fincas resaltando el comportamiento de INTA Rojo en la finca Guadalupe 2 (ambiente de alta productividad) y la variedad H-vaina roja en la finca Guadalupe 3 (ambiente de baja productividad). Las variedades Rojo Nica y H-vaina roja resultaron estables pero deficientes en cuanto al rendimiento. En términos generales, el presente estudio permitió conocer mejor fenotípicamente las variedades criollas o acriolladas del frijol común que están siendo utilizadas por los agricultores de la comunidad de Guadalupe.

ABSTRACT

This study was conducted with the objective of determining the phenotypic variability and adaptability of three varieties of creole or creolized (CCR, HVR, Rojo Nica) of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and an upgraded (INTA Rojo) in three farms of the municipality of San Ramón, Matagalpa (Guadalupe: 1, 2 and 3) during the second farming season, 2012. For testing established a single repetition of the treatments plots locality five meters wide and ten meters long. As a useful plot was taken five central furrows five meters long and two meters wide (10 m^2). To characterize 13 qualitative variables were used where the sample size was 25 plants per plot useful. For the 12 quantitative variables the sample varied according to the variable evaluated. Genotype x Environment Interaction (G x A) was determined through analysis of Additive Main Effects and Multiplicative Interaction (AMMI) allowed a better interpretation of the main effect of varieties and environments. The results of this interaction showed that the genetic materials behaved differently in different farms. The CCR and creolized variety Guadalupe farm 2 showed higher average values in terms of grain yield, but were also the most unstable. AMMI analysis allowed to detect positive and negative interactions between different genetic materials and farms highlighting INTA Rojo behavior on the farm Guadalupe 2 (high productivity environment) and the variety H-Vaina Roja on the farm Guadalupe 3 (low productivity environment) Rojo Nica varieties and H- Vaina Roja were stable but deficient in performance. Overall, this study provided further insights phenotypically of the creole or creolized varieties of the common bean that are being used by the farmers of the community of Guadalupe.

I. INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es considerado uno de los cultivos más antiguos entre los granos básicos. En Nicaragua es uno de los alimentos básicos en la dieta de la población, siendo el consumo *per cápita* de 26.1 kilogramos por año y es el más alto de Centroamérica, pero varía año con año dependiendo de la producción, las importaciones, exportaciones, precio y existencia (IICA, 2009). El frijol es cultivado, mayoritariamente, por pequeños y medianos productores en todo el país. La producción de éste cultivo está destinada principalmente para satisfacer las necesidades de consumo interno del país y en menor proporción a la exportación hacia Centroamérica (REPCAR, 2007). Según MAGFOR (2012), en Nicaragua la producción de frijoles se elevó a 245,330, 010 kg (5, 397,800 qq). El área sembrada fue de 276,824.4 ha (394,000 mz) con un rendimiento promedio de 886.23 kg/ha.

El cultivo de frijol ha estado sujeto a distintos factores adversos que han limitado la producción y la productividad del mismo. El rendimiento promedio de grano de frijol por unidad de superficie es bajo (INTA *et al*., 2010). Entre las principales causas se pueden mencionar la baja fertilidad de los suelos, manejo inadecuado de factores bióticos adversos al cultivo, uso de variedades susceptibles a insectos y enfermedades y cambios imprevisibles en el ambiente (IICA, 2011). En los últimos años el Programa Nacional de Frijol ha desarrollado variedades de frijol con rendimientos, bajo condiciones ambientales y de manejo favorables, superiores al de las variedades criollas o acriolladas (INTA, 2002). A pesar de la disponibilidad de tales variedades, las semillas de éstas no llegan a manos de los agricultores de escasos recursos en el tiempo, en las cantidades y a los precios requeridos por ellos. Por tal razón, sobre todo en zonas aisladas de las áreas urbanas, las variedades criollas y acriolladas representan una alternativa para la producción de frijol. Otras razones para el uso de las variedades criollas y acriolladas, son el hecho de que éstas pueden estar mejor adaptadas a las condiciones ambientales y de manejo prevalecientes en campos de los agricultores de escasos recursos y en el caso de algunas variedades criollas ciertos atributos de calidad (color de grano, sabor, precocidad, entre otras) las hace muy valiosas para su cultivo hoy en día (Semillas de Identidad, 2011).

Una variedad criolla de frijol es un cultivar con una amplia base genética (marcadamente heterogénea, en términos genéticos), que ha sido resultado de siglos de desarrollo y adaptación a tipos de suelos y microclimas particulares (Castro, 2005). Por otro lado, por variedad acriollada entenderemos aquellas variedades que en el pasado fueron introducidas a determinados municipios y a las fincas de los agricultores como variedades mejoradas. Las variedades mejoradas son aquellas que han sido obtenidas por cualquier método de mejoramiento convencional y son las que se siembran actualmente.

Al comportamiento relativo diferente que exhiben los genotipos cuando se les somete a diferentes ambientes se le denomina Interacción Genotipo-Ambiente (Márquez, 1976). Dicha interacción es un fenómeno de gran importancia ya que permite conocer el comportamiento de los cultivares en diferentes ambientes de evaluación, así como la estabilidad y consistencia de dichos genotipos (Espinoza *et al*., 2002).

Por otro lado, la estabilidad espacial es el atributo que le permite a los genotipos ajustar su capacidad productiva a la más amplia variación del estímulo ambiental cuando son evaluados en ambientes diferentes. Muchas veces ocasionan que el mejorador debe desarrollar genotipos adaptados a diferentes fincas a través de selección independiente, intentando entonces alcanzar el máximo potencial de rendimiento en dicho ambiente y aumentando, sustancialmente los costos. De aquí surge el concepto de adaptabilidad de los genotipos, cuando las diferencias entre fincas son consistentes de año a año y explican que el genotipo se comporte bien en una localidad y no en otra (Giménez *et al*., 2001). Estabilidad espacial y adaptabilidad son términos usados como sinónimos o asociados a dos conceptos diferentes. Algunos autores utilizan el término estabilidad para describir un comportamiento uniforme y predecible a través del tiempo (semestres o años) o prácticas agronómicas de un determinado genotipo a una determinada fincas y el término adaptabilidad para describir un comportamiento uniforme y predecible de un determinado genotipo a través de distintas fincas (Vallejo y Estrada, 2002).

La cantidad de variedades criollas y acriolladas de frijol en manos de los agricultores de escasos recursos es bastante considerable. El Programa Campesino a Campesino (PCaC) reporta alrededor de 121 variedades entre criollas y acriolladas de frijol común. Esta diversidad genética debe ser estudiada y utilizada, existiendo ya algunos esfuerzos en este sentido (Pol *et al*., 2007).

No obstante, aún permanecen muchas poblaciones de distintas variedades criollas y acriolladas que deben ser caracterizadas y evaluadas, a fin de poder identificar sus bondades y nichos ecológicos donde éstas puedan expresarse favorablemente para contribuir a una mayor producción de granos y con ello a la seguridad alimentaria de las familias de los agricultores de escasos recursos. En esta investigación entenderemos por caracterización el registro de varias características fenotípicas de la planta de alta heredabilidad que permiten la identificación de la variedad y por evaluación la medición de características fenotípicas que determinan el valor agronómico de una variedad, por ejemplo, rendimiento, resistencia a enfermedades, etc., (Franco e Hidalgo, 2003).

En base a la problemática antes indicada se planteó en la presente investigación las preguntas siguientes: ¿Cómo es la variabilidad fenotípica contenida en las variedades criollas y acriolladas actualmente cultivadas por los agricultores de la comunidad de Guadalupe? ¿Cómo es la adaptabilidad de las variedades criollas y acriolladas sometidas a estudio?

Los resultados que se obtengan en el presente estudio serán de gran relevancia, ya que un conocimiento más profundo de las variedades criollas y acriolladas actualmente cultivadas por los agricultores de la localidad de Guadalupe, lo cual permitirá una mejor utilización de las mismas tanto en la producción, directamente, como en programas de mejoramiento de la especie en mención.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Generar información acerca de las variedades criollas y acriolladas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), sometidas a estudio que permita la mejor utilización de las mismas por los agricultores de la comunidad de Guadalupe, en el municipio de San Ramón, Matagalpa.

2.2 Objetivos específicos

1. Determinar la variabilidad fenotípica presente en tres variedades criollas o acriolladas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), y una variedad mejorada a través del uso de descriptores morfológicos en tres fincas del municipio de San Ramón, Matagalpa en el ciclo agrícola de postrera del 2012.

2. Determinar la adaptabilidad tres variedades criollas o acriolladas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), y una variedad mejorada a las condiciones ambientales y de manejo prevalecientes en tres fincas del municipio de San Ramón, Matagalpa en el ciclo agrícola de postrera del 2012.

III. HIPÓTESIS

En base a la pregunta de investigación descrita previamente nos planteamos las siguientes hipótesis:

H_o: Las variedades criollas y acriolladas son reservorio de una alta variabilidad tanto para caracteres cuantitativos como cualitativos.

H_o: Las variedades criollas o acriolladas presentan una mayor adaptabilidad que la variedad mejorada en las fincas en estudio.

Ha: Las variedades criollas y acriolladas son reservorio de una baja variabilidad tanto para caracteres cuantitativos como cualitativos.

Ha: Las variedades criollas o acriolladas presentan menor adaptabilidad que la variedad mejorada en las fincas en estudio.

IV. METODOLOGÍA

4.1 Ubicación del área de estudio

El ensayo se estableció en la época de postrera en el período comprendido entre septiembre-Diciembre del 2012 en tres fincas cuyos dueños son los productores Antonio Zamora, Apolinar Sánchez y Roberto Flores, localizadas a cuatro kilómetros del poblado del municipio San Ramón, en la comunidad Guadalupe, Matagalpa. En lo que sigue, para referirnos a las fincas antes mencionadas se utilizará el código Gua (de Guadalupe) seguido de los números 1, 2 y 3 respectivamente, la ubicación geográfica y algunas características físicas de las fincas antes mencionadas se describen en los Cuadros 1.

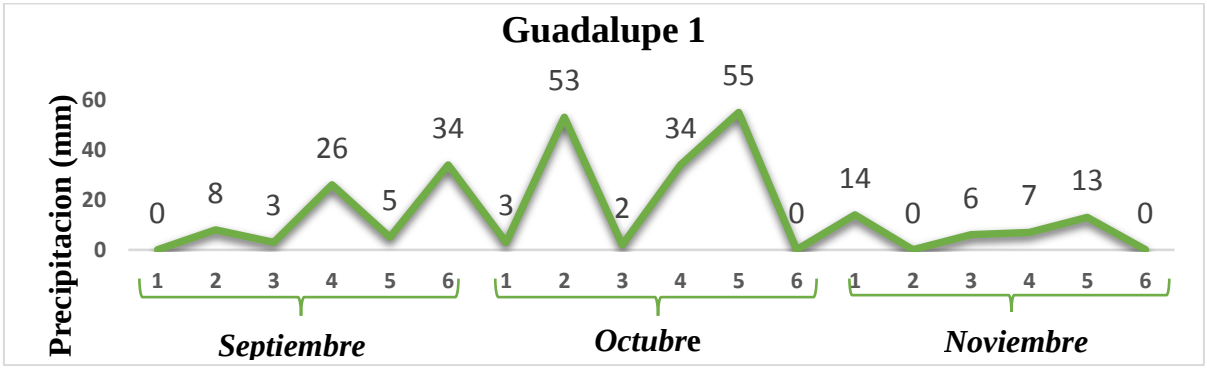
Cuadro 1. Características físicas y geográficas de las tres fincas donde se establecieron los tres ensayos de frijol en postrera de 2012

Fincas	Fecha Siembra	Latitud Norte	Longitud Oeste	msnm	Drenaje	Profundidad del Suelo (cm)	Pendiente (%)
Gua 1	08 Sep.	12°52'22.4''	85°51'24.1''	683	Bueno	22	S.I.
Gua 2	10 Sep.	12°52'29.5''	85°51'10.1''	670	Bueno	20	30.2
Gua 3	10 Sep.	12°52'7''	85°50'57''	601	Bueno	22	28.5

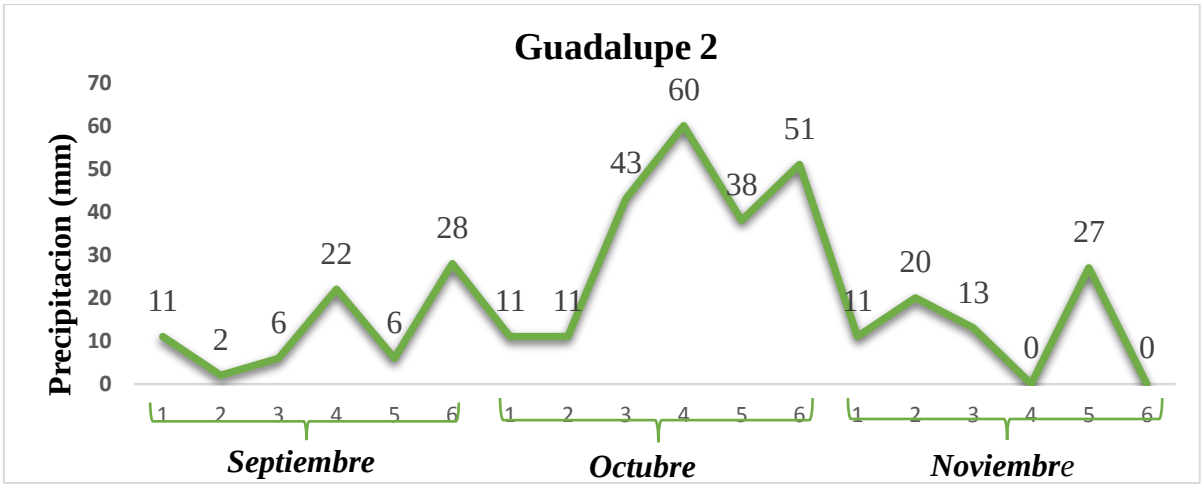
Gua: Guadalupe; **cm:** Centímetro; **S.I:** Sin información

En las fincas descritas en el cuadro anterior la siembra se realizó al espeque, los suelos son franco arcillosos con pH 7 y de textura moderadamente fina.

a)



b)



c)

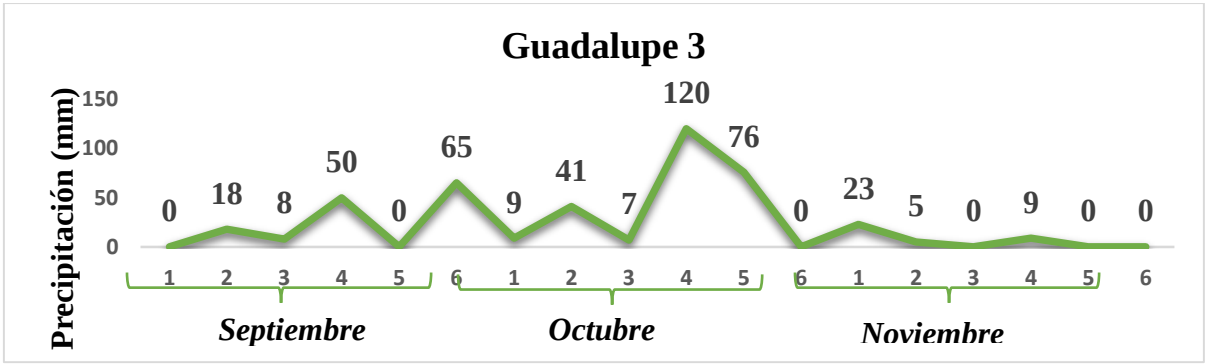


Figura 1. Precipitaciones acumuladas (mm) registradas en pentadas durante el ensayo en las fincas de Guadalupe 1 (a), Guadalupe 2 (b) y Guadalupe 3 (c), en el municipio de San Ramón, Matagalpa durante el ciclo agrícola de postrera.

4.2 Diseño metodológico

En este estudio se evaluaron tres variedades criollas o acriolladas (H-Vaina Roja o HVR; CCR y Rojo Nica) y una mejorada (INTA Rojo). En cada una de las tres fincas se estableció una sola repetición en el ciclo de postrera 2012. Las características agronómicas de las variedades establecidas se describen en los cuadros 2 y 3.

Cuadro 2. Características agro- morfológicas de la variedad mejorada INTA Rojo (INTA, 2002)

Descripción	**Características**
Nombre de la variedad	INTA Rojo
Nombre de la línea original	EAP 9510-77
Progenitores	MD 30-75/DICTA 105
Tipo de crecimiento	Arbustivo indeterminado, guía corta
Días a floración	33-35
Días a madurez fisiológica	63-65
Días a cosecha	75-78
Color del grano y testa	Rojo brillante
Reacción a enfermedades	
Mosaico dorado	Resistente
Mosaico común	Resistente
Bacteriosis	Susceptible
Mancha angular	Susceptible
Roya	Tolerante
Reacción a sequía	Tolerante
Reacción a alta temperatura	Tolerante

Esta variedad mejorada se caracteriza por desarrollar una planta de porte pequeño, pudiendo entrar las primeras vainas en contacto con el suelo. También se pueden presentar decoloraciones del grano en las últimas vainas desarrolladas.

Respecto a las variedades criollas o acriolladas, en el Cuadro 4 se presentan algunas características agro morfológicas de registros previos de datos obtenidos por promotores y agricultores locales organizados en el Programa Campesino a Campesino (PCaC), Semillas de Identidad u otras organizaciones que trabajan en el campo rural (Semillas de Identidad, 2011).

Cuadro 3. Característica Agro- morfológicas registradas por agricultores y promotores locales de las variedades criollas o acriolladas de frijol común

Descripción	**Variedad**	
Características	H-Vaina roja	Rojo Nica
Tipo de crecimiento	Bejuco intermedio, Matón	Bejuco
Días a floración	30	27
Días a madurez fisiológica	96	36
Días a cosecha	99	55
Color de Vaina a la madurez fisiológica	Roja	Roja
Color de la semilla	Rojo quemado	Roja
Adaptación al clima	Buena	Buena y regular
Resistencia a sequia	Regular	Mucha y mediana
Resistencia a lluvia	Mediana	Mucha
Resistencia al viento	-	Mucho
Resistencia a plagas y enfermedades	Mediana	Mucha y mediana
Adaptación a manejo orgánico	Buena	Buena
Adaptación a cultivo asociado	Buena	Buena
Precocidad	-	Ligera

Nota: No fue posible obtener información de la variedad acriollada CCR (nombre local asignado por los agricultores)

Las variedades criollas y acriolladas se caracterizan por presentar las siguientes desventajas: bajos rendimientos, no se adaptan a zonas no nativas y son susceptibles a algunas enfermedades en zonas de baja altitud.

4.3 Tamaño de las unidades experimentales

Las parcelas de campo en las que se sembró la semilla de cada una de las variedades en estudio tuvieron dimensiones de 5 m de ancho por 10 m de largo, obteniendo un total de diez surcos. La parcela útil consistió de los cinco surcos centrales en superficies que oscilaron entre 10 y 13 m^2.

4.3.1 Manejo del ensayo

Este ensayo fue una investigación pasiva por agricultores de la comunidad de Guadalupe donde el manejo agronómico de las parcelas experimentales estuvo a elección de ellos, pero bajo las políticas de SWISSAID fundación quien dirigió el ensayo, evitando en lo posible la aplicación de insumos como los fertilizantes sintéticos y el control químico de plagas, enfermedades y arvenses.

En los acápites siguientes se describen las principales actividades llevadas a cabo por los agricultores en los ensayos realizados.

Preparación del suelo: Consistió en la chapia o roza de la vegetación. No se realizó ningún tipo de laboreo previo a la siembra.

Siembra*:* Se realizó en la época de postrera (Septiembre del 2012) al espeque, con una distancia entre surco de 50 cm, y entre golpe 30 cm, sembrando dos semillas por golpe.

Control de malezas*:* Fue mecánico utilizando machetes y azadones, durante los primeros 30 días después de la siembra.

Control de plagas y enfermedades*:* No se aplicó ningún producto.

Cosecha*:* Se realizó cuando las plantas de cada variedad presentaron un 90 % de defoliación.

4.4 Variables evaluadas

Para el registro de la información de las variables evaluadas, se siguió la metodología descrita por Muñoz *et al*., (1993), donde se calificaron de manera visual y con el cuadro de colores mostrado en los descriptores varietales del cultivo del frijol. Para el caso de la medición de las variables cualitativas el tamaño de muestra estuvo conformado por 25 plantas de la parcela útil, en cuanto a las cuantitativas el tamaño de muestra varió dependiendo de la variable que se evaluó, esto se describe al momento de especificar como se midió cada variable. Las variables se midieron en las etapas fenológicas del cultivo del frijol descritas por Tapia y Camacho (1988) y se detallan a continuación:

Cuadro 4. Etapas de desarrollo del cultivo de frijol común

Fase	Etapa		Evento con que se inicia cada etapa
	Còdigo	Nombre	
Vegetativa	V0	Germinación	La semilla está en condiciones favorables para iniciar la germinación.
	V1	Emergencia	Los cotiledones del 50% de las plantas aparecen al nivel del suelo.
	V2	Hojas primarias	Las hojas primarias del 50% de las plantas están desplegadas.
	V3	Primera hoja trifoliolada	La primera hoja trifoliolada del 50% de las plantas está desplegada.
	V4	Tercera hoja trifoliolada	La tercera hoja trifoliolada del 50% de las plantas está desplegada.
Reproductiva	R5	Prefloración	Los primeros botones o racimos han aparecido en el 50% de las plantas.
	R6	Floración	Se ha abierto la primera flor en el 50% de las plantas.
	R7	Formación de vainas	Al marchitarse la corola, el 50% de las plantas muestra por lo menos una vaina.
	R8	Llenado de vainas	Llenado de semillas en la primera vaina en el 50% de las plantas.
	R9	Maduración	Cambio de color en por lo menos una vaina en el 50% de las plantas (del verde al amarillo uniforme o pigmentado).

4.4.1 En estado de plántula

Color predominante de los cotiledones (Ver anexo 1 y 2): El color se observó al momento de la máxima expansión de las hojas primarias y cuando se inició la formación del primer trifolio. El descriptor se evaluó según los estados siguientes:

1. Amarillo pálido
2. Rosado
3. Café rojizo
4. Morado
5. Amarillo con pigmentos rosado
6. Verde con pigmento rosado
7. Verde
8. Amarillo con pigmento café rojizo

***Color predominante del hipocotílo (Ver anexo 1 y 2)*:** El hipocotílo es la parte del tallo comprendida entre el punto de inserción de los cotiledones o nudo cotiledóneo, y el punto de iniciación de la raíz principal. Se tomó a los nueve días después de la siembra, según los estados siguientes:

1. Verde
2. Rosado
3. Morado
4. Café rojizo
5. Café
6. Verde con pigmentos café

4.4.2 Al momento de la floración

Número de días a floración: Es el número de días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas muestran una o más flores abiertas, coincidiendo con el inicio de la etapa de desarrollo R6.

***Color predominante de la flor (Ver anexo 1)*:** Se determinó cuando el 50% de las plantas estaban en floración. Los estados del descriptor son los siguientes:

1. Blanco
2. Blanco con pigmento crema
3. Rosado
4. Lila
5. Morado
6. Blanco con pigmento rosado
7. Blanco con pigmento café rojizo

Hábito de crecimiento (Ver anexo 1): Se determinó siguiendo los estados que se mencionan a continuación:

1. Arbustivo Determinado
2. Arbustivo Indeterminado
3. Postrado Indeterminado
4. Trepador Indeterminado

Longitud del tallo principal: La medición de esta variable se realizó en centímetros, midiendo desde el punto de inserción de las raíces hasta el último meristema apical del tallo. Se realizó al final de la floración.

***Color predominante del tallo principal (Ver anexo 1 y 2)*:** Se calificó utilizando los estados siguientes:

1. Verde
2. Verde con pigmento rosado
3. Verde con pigmento morado
4. Verde muy pigmentado de rosado
5. Verde muy pigmentado de morado

Tamaño de la hoja trifoliolada

***Longitud de la hoja*:** La medición se realizó en la hoja correspondiente al tercer nudo del tallo principal, desde el punto de inserción de la lámina foliar en el pecíolo hasta el ápice del foliolo. El resultado se expresa en centímetros.

Ancho de la hoja: La medida se realizó sobre el mismo folíolo evaluado anteriormente, midiendo la distancia de borde a borde en el punto donde el foliolo es más ancho. El resultado se expresa en centímetros.

Área foliar*:* Es el resultado de multiplicar la longitud por la anchura por un factor de corrección estimado en 0.75.

4.4.3 Al momento de la madurez fisiológica

Días a la madurez fisiológica: Es el número de días transcurridos desde la siembra de la semilla hasta que el 50% de las plantas inician decoloración y el secado de vainas. Coincide con el inicio de la etapa de desarrollo R9.

Color predominante de la vaina (Ver anexo 1): Se determinó observando la coloración de vainas en la población. Se calificó según los estados siguientes:

1. Verde
2. Rosado
3. Rojo
4. Verde rosado
5. Blanco crema
6. Verde amarillo
7. Morado café
8. Amarillo rosado

4.4.4 Al momento de la cosecha

Longitud de las vainas: Medición realizada en centímetros desde su inserción en el pedicelo hasta el extremo libre del ápice. Se tomó en cuenta las vainas correspondientes al cuarto nudo, considerando como nudo número uno el de los cotiledones. El tamaño de muestra consistió en 50 vainas.

Forma predominante del perfil de la vaina (Ver anexo 5 y 6): Se calificó utilizando los estados siguientes:

1. Recto
2. Medianamente curvo
3. Curvado
4. Recurvado

Forma predominante del ápice de la vaina (Ver anexo 5 y 6): La forma del ápice se calificó utilizando los estados siguientes:

1. Romo
2. Puntiagudo

Grado predominante de la curvatura del ápice de la vaina (Ver anexo 5 y 6): La curvatura del ápice se calificó en base a los estados siguientes:

1. Recto
2. Medianamente curvo
3. Curvado

Dirección predominante de la curvatura del ápice de la vaina con respecto a la sutura placental (Ver anexo 5 y 6): La dirección de la curvatura del ápice de la vaina se calificó según los estados siguientes:

1. Normal (Cuando sigue la dirección de la sutura placental)
2. Inverso (Cuando sigue la dirección contraria a la sutura placental).

Número de vainas por planta: Se contabilizaron las vainas que tenían por lo menos una semilla viable. El tamaño de muestra fue de 25 plantas de la parcela útil por variedad por finca.

Número de semillas por vaina: Se muestrearon cinco plantas por surcos tomando dos vainas por cada planta y se contó el número de semillas viable que contenían.

Color primario de las semillas (Ver anexo 2 y 7): Se realizó después de la cosecha. El color se calificó de acuerdo al cuadro de colores (descrito en Muñoz *et al*., 1993) y según los estados siguientes:

1. Blanco limpio
2. Blanco sucio
3. Amarillo
4. Amarillo Dorado
5. Amarillo Azufrado
6. Crema Suave
7. Crema Oscuro
8. Café
9. Café Rojizo
10. Café oscuro
11. Café casi-verde
12. Rosado
13. Rojo
14. Morado
15. Negro
16. Gris
17. Azul
18. Verde

Aspecto predominante de la testa (Ver anexo 7): Para este dato fueron utilizadas las mismas semillas de la variable anterior y la clasificación se realizó según los estados siguientes:

1. Opaco
2. Intermedio
3. Brillante

Forma predominante de la semilla (Ver anexo 8 y 9): La semilla se observó longitudinalmente y se determinó sus formas según los estados siguientes:

1. Redonda
2. Ovoide
3. Elíptica
4. Pequeña, casi cuadrada
5. Alargada, ovoidea
6. Alargada, ovoide en un extremo e inclinada en el otro
7. Alargada, casi cuadrada
8. Arriñonada, recta en el lado del hilo
9. Arriñonada, curva en el lado opuesto al hilo

***Evaluación de plagas y enfermedades*:** Se realizó el conteo de plantas afectadas por la incidencia de plagas y enfermedades. El tamaño de muestra de 25 plantas por parcela útil.

Número de plantas a la cosecha: Se contabilizó el total de plantas de cada parcela útil al momento de la cosecha.

Rendimiento de plantas cosechadas por parcela: Fueron cosechadas todas las plantas de la parcela útil, luego fueron aporreadas y se registró el peso en gramos. Posteriormente se ajustó el rendimiento a un 14% de humedad y se traspoló a kilogramos por hectárea. El ajuste del rendimiento del grano se realizó empleando la igualdad siguiente propuesta por Morales (1993):

Pf: Pi (100- Hi)/ (100- Hf); en donde:
Pf: Peso final
Pi: Peso inicial
Hi: Humedad inicial
Hf: Humedad final

Peso de 1000 semillas: Para registrar el peso de 1000 semillas primeramente se determinó el peso en gramos de cuatro repeticiones de 100 semillas en cada una de las variedades y en cada finca con la balanza electrónica a una precisión de 0.1 g. Posteriormente se calculó el valor promedio de 100 semillas y se multiplicó por 10.

El peso de 1000 semillas a partir de las cuatro repeticiones se calculó con la fórmula propuesta por el ISTA (1996):

$P1000s = \overline{X} \times 10$

Donde:
P1000s = Peso de 1000 semillas

$\overline{X}$ = Media del peso de las cuatro repeticiones de 100 semillas.

4.5 Análisis de datos

El análisis de los datos consistió en el uso de la estadística descriptiva. Para los datos cuantitativos se utilizó la media, desviación estándar y coeficiente de variación y la moda y frecuencia para los datos cualitativos. La adaptabilidad de las variedades se determinó mediante el modelo de efectos principales aditivos e interacción multiplicativa (AMMI). El Análisis de Efectos Principales Aditivos e Interacciones Multiplicativas estudia primeramente los efectos principales de genotipos y ambientes por medio de un análisis de la varianza y describe la parte no-aditiva de la variación, esto es, la interacción genotipo-ambiente por medio de un análisis de componentes principales

El modelo descrito por Cubero *et al*., (1994) es:

$$Yge = \mu + \alpha g + \beta e + \Sigma \lambda n \, \tau gn + \delta en + \Theta ge$$

Donde:

***Y* ge:** Es el rendimiento de las variedades en cada ambiente

Los parámetros aditivos son:

μ: Es la media general.
αg: Efecto principal debido a la variedad.
βe: Efecto principal debido a la localidad.

Los parámetros multiplicativos son:

λ_n: es el auto valor del eje n del análisis de componentes principales.

τ_{gn}; δ_{en} : Son los vectores propios unitarios de las variedades y localidades, respectivamente, asociados al ACP (Análisis de Componentes Principales).

Los programas de computación utilizados fueron: Excel (Ver, 2010) y JMP (Ver 10, Instituto, SAS).

Para este trabajo se consideraron las medidas de tendencia siguiente:

Media: Es la suma de todos los valores de la variable dividida entre el número total de elementos, la cual se representa por la formula siguiente:

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}$$

Varianza: es el promedio de los cuadrados de las desviaciones de las observaciones de su media, considera la posición de cada observación en relación con la media de la muestra. Se define con la estadística:

$$S^2 = \frac{\sum_{i} (Xi - \bar{X})^2}{n}$$

Desviación estándar: es la raíz cuadrada positiva de la varianza de la muestra, la cual mide cuanto se separan los datos y se representa por las formula:

$$S = \sqrt{S^2}$$

Coeficiente de variación: es la relación entre la desviación estándar de una muestra y su media el cual se expresa en porcentaje.

$$C.V. = \frac{S}{\overline{X}} * 100$$

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Análisis general de las condiciones agroclimáticas y de manejo agronómico de los ensayos

Al compararla información de los Cuadros 1 y 2 con lo mencionado por Tapia y Camacho (1988) para el rango de adaptación y zonificación ecológica del cultivo del frijol, se puede decir que las características físicas de las fincas donde se establecieron los ensayos presentan rangos óptimos en cuanto a altura, drenaje, textura, precipitación acumulada, pH y marginales en cuanto a profundidad del suelo y pendiente. Según estos autores, alturas de 200-800 msnm, precipitaciones acumuladas de 200-700 mm, suelos de textura franco o franco arcillosa, pendientes < 15 a 30, drenaje de moderado a bueno y un pH de 5.5 a 6.5 son valores requeridos para que el frijol presente una buena adaptabilidad medida a través de la capacidad de producción por unidad de superficie. Sin embargo, los rendimientos obtenidos en el ensayo según los niveles relativos de productividad del frijol en América Latina propuesta por el CIAT (1991), fueron bajos para las fincas de Guadalupe 1 y Guadalupe 3 con valores promedios de 609.2, 689.3 kg ha^{-1} respectivamente. No obstante la finca Guadalupe 2 según este autor mostró una productividad intermedia con un valor de 910.7 kg ha^{-1}. Los niveles de rendimientos obtenidos pudo haber sido afectado por la baja densidad de plantas a la cosecha en todas las fincas (valores promedios de 46 y 85 plantas en un área de 10 $m^{2)}$ valores inferiores a la densidad normal la cual se esperó que fuera de 166 plantas por parcela útil. La finca Guadalupe 2 a pesar del bajo número de plantas cosechadas superó el rendimiento histórico del municipio de San Ramón, el cual es de 776.2 kg ha^{-1} (RAMAC, 2010). La diferencia de rendimientos de Guadalupe 2 pudo haber sido producto a un mejor manejo de las parcelas experimentales en comparación con las otras dos fincas, parcelas libres de malezas, construcción de pequeñas acequias de drenaje, poca incidencia de plagas y enfermedades a excepción de *Cerotoma* spp que se registró con alta presencia pero no causó daño de importancia económica.

5.2 Comportamiento de las plagas y enfermedades durante el ensayo

Referente a las plagas, se puede observar en el Cuadro 5 que hubo alta incidencia de *Cerotoma* spp en todas las variedades en la finca de Guadalupe 2, presentándose en las 25 plantas muestreadas en cada variedad; por otro lado, *Bemisia tabaci* se presentó en las 100 plantas de la finca Guadalupe 1 y en 92 plantas de Guadalupe 2, ausentándose en la finca Guadalupe 3; respecto a *Empoasca* spp se encontró en 50 plantas en Guadalupe 1 y en 27 plantas en Guadalupe 2, no encontrándose en Guadalupe 3. El daño causado por plagas ya sea directo (ocasionado por insectos masticadores) o indirectos (causado por insectos chupadores, que transmiten principalmente enfermedades de tipo viral) es uno de los principales factores que afectan la producción de frijol (Inforural, 2012). El DICTA (2011) en una publicación sobre el cultivo del frijol, menciona a las plagas registradas en el presente estudio como las más importantes de este cultivo. Sin embargo, el nivel de presencia de estas plagas no afectó significativamente al cultivo, ya que las poblaciones encontradas no presentaban valores altos a excepción de *Cerotoma* spp con una mayor presencia en todas las variedades de Guadalupe 2. Al respecto, Arias *et al.,* (2007) señalan que la presencia de insectos en el cultivo no les da connotación de plaga, siempre y cuando no cause un daño de importancia económica.

En cuanto a enfermedades (Cuadro 5), durante el cultivo se registró el daño por Mancha Angular *(Phaseisariopsis griseola*) y Mustia Hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*). En general, hubo alta incidencia por mancha angular en todas las variedades, siendo afectadas 276 plantas de un total de 300 plantas muestreadas en las tres fincas en estudio. Respecto a mustia hilachosa también se encontró alta incidencia, siendo afectadas 287 plantas de un total de 300 plantas muestreadas en las tres fincas en estudio. Era de esperarse la presencia de las enfermedades antes mencionadas, ya que representan dos de los seis principales patógenos fungosos que se presentan con mayor frecuencia en los campos de frijol común en Nicaragua (Tapia y Camacho, 1998).

Cuadro 5. Evaluación del daño por plagas y enfermedades de las cuatro variedades de frijol evaluadas en tres fincas de San Ramón, Matagalpa, Postrera, 2012

Finca	Variedad	Enfermedades				Plagas					
		Phaeoisariopsis griseola		*Thanatephorus cucumeris*		*Cerotoma spp.*		*Bemisia tabaci*		*Empoasca spp.*	
		PS	PE	PS	PE	PSI	PCI	PSI	PCI	PSI	PCI
Gua 1	INTA Rojo	0	25	0	25	25	0	0	25	0	25
	HVR	0	25	0	25	25	0	0	25	25	0
	CCR	0	25	0	25	25	0	0	25	25	0
	Rojo Nica	0	25	0	25	25	0	0	25	0	25
Gua 2	INTA Rojo	12	13	0	25	0	25	0	25	25	0
	HVR	0	25	0	25	0	25	0	25	25	0
	CCR	7	18	8	17	0	25	0	25	12	13
	Rojo Nica	5	20	5	20	0	25	8	17	11	14
Gua 3	INTA Rojo	0	25	0	25	25	0	25	0	25	0
	HVR	0	25	0	25	25	0	25	0	25	0
	CCR	0	25	0	25	25	0	25	0	25	0
	Rojo Nica	0	25	0	25	25	0	25	0	25	0

Gua: Guadalupe; **HVR**: H - Vaina Roja; **PE:** Plantas enfermas; **PS**: Plantas sanas; **PSI:** Plantas sin insectos; **PCI:** Plantas con insectos

5.3 Análisis de variables cualitativas de las cuatro variedades de frijol común evaluadas en las tres fincas del municipio de San Ramón, Matagalpa

En el cuadro 6 se muestran las frecuencias absolutas que se registraron para cada uno de los estados de los descriptores o variables estudiadas. Cada variable presentada en el cuadro antes mencionado mostró más de un estado. Esto pudo ser debido al hecho de que las variedades criollas de frijol están formadas por una mezcla de líneas puras, razón por la cual se observa mucha variabilidad, coincidiendo con expresado Paredes (2007), en su estudio sobre mejoramiento genético en plantas. Para el caso de la variedad mejorada pudo deberse a que los productores están haciendo uso de semilla certificada de calidad inferior. En lo que sigue se presenta el estado predominante de las variables estudiadas.

En general las variedades criollas, acriolladas y la mejorada, mostraron predominantemente las características siguientes: color del cotiledón verde (7) color del hipocotílo verde (1), color del tallo principal verde muy pigmentado con morado (5); hábito de crecimiento indeterminado (2), flor blanca (1); color de vaina roja (3), vainas medianamente curvas (2) con ápice puntiagudo y medianamente curvado (2), distribución del ápice de la vaina con respecto a la sutura placental normal (1).En las semillas los estados predominantes de las variables evaluadas fueron: el color rojo oscuro claro (9) y rojo oscuro (10), forma alargada ovoidea (5) y arriñonada (8), recta al lado del hilo y presencia de brillo (3).

En el color primario de las semillas no se observó mucha variación entre las variedades evaluadas, caracterizándose por presentar colores variados de rojo: rojo oscuro, rojo claro y rojo, colores que caracterizan a las variedades evaluadas en el ensayo.

Cuadro 6. Variables cualitativas de las cuatro variedades de frijol evaluadas en tres fincas del municipio de San Ramón, Matagalpa,Postrera, 2012

Fincas	Variedad	Color										Vaina									Dirección de la sutura		Semilla								
		Cotiledón					Hipocotílo			Tallo principal			Color			Forma			Curva de la punta					Color			Forma			Brillo		
		1	3	4	6	7	1	3	4	1	3	5	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	9	10	13	4	5	8	1	2	3
Gua 1	INTA Rojo	0	0	0	0	25	25	0	0	0	21	4	0	0	25	5	18	2	4	15	6	22	3	16	9	0	0	5	20	0	6	19
	HVR	0	0	0	0	25	25	0	0	0	0	25	0	0	25	5	16	4	3	20	2	22	3	0	25	0	0	17	8	2	11	12
	CCR	0	0	25	0	0	25	0	0	25	0	0	25	0	0	6	19	0	10	15	0	14	11	16	9	0	3	13	9	0	5	20
	Rojo Nica	0	0	0	0	25	25	0	0	0	16	9	0	0	25	7	18	0	9	16	0	18	7	0	0	25	0	19	6	0	5	20
Gua 2	INTA Rojo	13	0	0	0	12	25	0	0	0	5	20	0	16	9	2	9	14	5	13	7	23	2	15	10	0	0	11	14	0	6	19
	HVR	18	0	0	0	7	25	0	0	0	0	25	0	0	25	4	21	0	3	22	0	22	3	0	25	0	0	17	8	0	7	18
	CCR	0	0	0	17	8	25	0	0	25	0	0	25	0	0	12	11	2	5	18	2	21	4	25	0	0	3	6	16	0	15	10
	Rojo Nica	8	8	0	0	9	25	0	0	0	5	20	0	0	25	0	25	0	0	25	0	21	4	0	0	25	0	19	6	0	5	20
Gua 3	INTA Rojo	0	0	0	0	25	0	0	25	0	25	0	7	0	18	14	11	0	2	23	0	23	2	14	11	0	0	13	12	0	13	12
	HVR	0	0	0	0	25	25	0	0	0	0	25	0	0	25	7	17	1	5	20	0	21	4	0	25	0	5	12	8	0	9	16
	CCR	0	0	0	17	8	25	0	0	25	0	0	25	0	0	0	25	0	25	0	0	25	0	25	0	0	7	13	5	0	6	19
	Rojo Nica	16	0	0	0	9	16	9	0	0	0	25	0	0	25	0	25	0	0	25	0	25	0	0	0	25	0	12	13	0	14	11

Código: **Color de los cotiledones:** 1: Amarillo pálido, 3: Café rojizo, 4: Morado, 6: Verde con pigmento rosado, 7: Verde**; Color del hipocotílo:** 1: Verde, 3: Morado, 4: Café Rojizo**; Color del tallo principal:** 1: Verde, 3: Verde con pigmento morado, 5: Verde muy pigmentado de morado; **Color de la vaina:** 1: Verde, 2: Rosado, 3: Rojo, 4: Verde rosado, 5: Blanco crema, 6: Verde amarillo, 7: Morado café, 8: Amarillo rosado; **Forma de la vaina:** 1: Recto, 2: Medio curvado, 3: Curvado; **Curvatura de la punta de la vaina:**1: Recto, 2: Medio curvado, 3: Curvado; **Dirección de la sutura:** 1: Normal, 2: Inverso**; Color primario de la semilla:** 9: Rojo claro, 10: Rojo oscuro, 13: Rojo; **Forma de la semilla:** 4: Pequeña casi cuadrada, 5: Alargada, ovoide, 7: Alargada, casi cuadrada, 8: Arriñonada, recta en el lado del hilo, 9: Arriñonada, curva en el lado opuesto al hilo; **Brillo de la semilla:** 1: Opaco, 2: Intermedio, 3: Brillante.

5.4 Análisis de variables cuantitativas de las cuatro variedades de frijol común evaluadas en las tres localidades, San Ramón, Matagalpa

En el Cuadro 7 se muestra los resultados del análisis de los caracteres cuantitativos. Se presentan en dicho cuadro los valores correspondientes a la media, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, mínima y máxima para cada variable en estudio. Se encontró una gran variabilidad fenotípica en los caracteres cuantitativos, principalmente en las variables área foliar, altura de planta, vainas por planta, y por supuesto en rendimiento de grano. En todas estas variables el coeficiente de variación osciló entre 13.46 y 59.05. Di Rienzo *et al*., (2008) indica que un coeficiente de variación mayor que 20% en experimentos agronómicos se considera alto. Un alto coeficiente de variación puede indicar una mayor heterogeneidad entre las variables mientras que un bajo indica una alta homogeneidad entre las variables.

Al observar los valores promedios del rendimiento de grano de las variedades en estudio se puede apreciar en el Cuadro 7 que estos fueron relativamente bajos. Esto pudo ser debido al hecho de que el número de plantas a la cosecha de la parcela útil fue bajo (valores promedios entre 46 y 85 en un área de 10 m²). Esto traspolado a hectárea significan entre 46,000 y 85,000ptas ha^{-1} y de acuerdo al DICTA (2011) la cantidad de plantas sugeridas por hectárea es de 275,000 coincidiendo con (Reinag, 1998) quien menciona que el rendimiento en un lote depende en gran parte de la densidad de plantas por unidad de superficie. La drástica reducción del número de plantas por parcela útil pudo ser debida a una pobre capacidad de germinación de la semilla.

Por otro lado, las variables número de días a floración (valor promedio de 26.33 a 34.33 días), número de días a la madurez fisiológica (valor promedio de 50 a 53 días), granos por vaina (valor promedio de 5 a 6 granos) y peso de 1000 semillas (valor promedio entre 207 y 250 gramos) mostraron una menor variación entre las variedades evaluadas en las distintas fincas.

La alta variabilidad en los caracteres cuantitativos encontrada en las variedades evaluadas puede estar influenciada por los diferentes grados de expresión genética de estos materiales en los diferentes ambientes en que se evaluaron, concordando con lo expuesto por (Genghiniet al., 2002), quién menciona que los caracteres cuantitativos se encuentran controlados por muchos genes y se encuentran fuertemente influenciados por variables ambientales.

Cuadro 7. Variables cuantitativas medidas en cuatro variedades de frijol común evaluadas en tres fincas del municipio de San Ramón, Matagalpa,Postrera, 2012

Variable	Estadísticas Descriptivas	Variedades			
		INTA Rojo	H-Vaina Roja	CCR	Rojo Nica
Largo de la hoja (cm)	Media	8,16	8,32	7,43	8,47
	D.E.	1,11	1,06	1,2	1,23
	Varianza	1,24	1,12	1,43	1,51
	C.V.	13,64	12,71	16,1	14,52
	Mínima	5,1	5,5	3	5,25
	Máxima	10	10,16	9,39	10,66
Ancho de la hoja (cm)	Media	7,04	6,43	6,52	6,82
	D.E.	1,08	1,05	1,07	0,97
	Varianza	1,17	1,1	1,15	0,94
	C.V.	15,32	16,28	16,45	14,23
	Mínima	5	4	4	2,79
	Máxima	10	80,38	8,63	9
Área foliar (cm^2)	Media	43,66	40,77	36,43	43,57
	D.E.	11,26	10,43	9,05	10
	Varianza	126,88	108,72	81,96	100,09
	C.V.	25,8	25,58	24,85	22,96
	Mínima	19,51	16,5	16,56	15,69
	Máxima	75	58,45	55,66	67,5
Número de días a flor	Media	31,92	26,33	34,33	31,67
	D.E.	0,69	0,47	1,9	3,8
	Varianza	0,48	0,23	3,6	14,41
	C.V.	2,17	1,8	5,53	11,99
	Mínima	26	26	33	29
	Máxima	32	27	37	37
Altura de la planta (cm)	Media	56,85	65,18	62,83	70,9
	D.E.	13,26	8,77	9,95	25,35
	Varianza	175,85	76,94	98,92	642,54
	C.V.	23,33	13,46	15,83	35,75
	Mínima	38,04	48,02	42,86	42,32
	Máxima	111,76	85,26	90,02	167,5
Número de dias madurez fisiológica	Media	52,67	50	51	51
	D.E.	0,47	2,17	0,82	0,82
	Varianza	0,23	4,73	0,68	0,68
	C.V.	0,9	4,35	1,61	1,61
	Mínima	52	47	50	50
	Máxima	53	52	52	52

D.E: Desviación estándar; **C.V**: Coeficiente de variación; **Cm**: Centímetro

Continuacion...

Variable	Estadísticas Descriptivas	Variedades			
		INTA Rojo	H-Vaina Roja	CCR	Rojo Nica
Número de vainas/planta	Media	12,28	8,63	7,65	7,52
	D.E.	7,25	3,32	3,54	4,33
	Variación (N-1)	52,58	11,05	12,5	18,74
	C.V.	59,05	38,53	46,2	57,57
	Mínima	6,32	2	2	5,16
	Máxima	36	19	18	19
Número de granos/vaina	Media	5,49	5,45	5,61	4,93
	D.E.	1,02	0,72	0,91	0,8
	Variación (N-1)	1,04	0,52	0,82	0,63
	C.V.	18,6	13,24	16,15	16,15
	Mínima	3	3,5	1	3
	Máxima	7,5	6,5	7	6,5
Longitud de la vaina (cm)	Media	10,3	10,23	9,7	9,89
	D.E.	0,6	0,91	0,74	1,12
	Variación (N-1)	0,36	0,83	0,55	1,25
	C.V	5,81	8,91	7,67	11,32
	Mínima	8,89	8,26	8	8,02
	Máxima	11,65	12,6	11,5	13,15
Número de plantas de la parcela útil	Media	54,33	66,33	85	46
	D.E.	4,95	19,05	34,88	5,55
	Variación (N-1)	24,55	363,06	1216,89	33,11
	C.V.	9,12	28,72	41,04	12,51
	Mínima	48	45	60	39
	Máxima	60	91	134	53
Rendimiento ajustado kg/ha	Media	793,52	691,51	820,86	639,68
	D.E.	438,31	49,04	294,65	233,06
	Variación (N-1)	192112,87	2404,97	86817,7	54315,48
	C.V.	55,24	7,09	35,9	36,43
	Mínima	455,84	629,26	580,99	342,93
	Máxima	1408,24	748,19	1232,92	1232,92
Peso de 1000 semillas (g)	Media	246,08	206,58	249,83	241,55
	D.E.	8,48	25,75	14,08	32,32
	Variación (N-1)	71,89	662,85	198,16	1110,09
	C.V.	3,45	12,46	5,63	13,78
	Mínima	236,5	179,75	230,25	209,5
	Máxima	257	241	262	287,25

D.E: Desviación estándar; **C.V**: Coeficiente de variación; **Cm**: Centímetro; **kg:** Kilogramo; **ha**: Hectáreas; **g**: gramo

Al inicio del documento se planteó la siguiente hipótesis nula:

Las variedades criollas y acriolladas son reservorio de una alta variabilidad tanto para caracteres cuantitativos como cualitativos.

Los resultados antes descritos nos llevan a aceptar parcialmente dicha hipótesis ya que como se evidenció, se encontró una alta variabilidad fenotípica tanto para caracteres cualitativos (más de un estado para los descriptores reflejados en el cuadro 6) como cuantitativos (altos valores del coeficiente de variación en el cuadro 7).

Para los caracteres cualitativos (color de la flor, hábito de crecimiento y distribución del ápice de la vaina con respecto a la sutura placental) y cuantitativos (número de días a floración, y madurez fisiológica, granos por vaina y peso de 1000 semillas) la variación genotípica no fue alta, por lo tanto para estos caracteres se rechaza la hipótesis antes mencionada.

5.5 Análisis de Adaptabilidad

Como se describió en materiales y métodos, en cada finca solo había una repetición lo que no permitió el cálculo de significancia estadística de los factores en estudio. Sin embargo, se puede tener una idea de la contribución de los factores en estudio, mediante el análisis de la contribución de suma de cuadrados de cada factor al total. Dada la situación anterior el análisis de los datos se realizó por medio del modelo de efectos principales aditivos e interacción multiplicativa (AMMI).

Cuadro 8. Análisis de varianza del modelo de efectos principales aditivos e interacción multiplicativo (AMMI) de la interacción de variedad por finca

Fuentes de Variación	**Grados de Libertad**	**Suma de Cuadrados**	**Porcentaje del total**	**F**	**F Probabilidad**
Variedades	3	41411.3	6.76		
Finca	2	110484	18.04		
Variedad por finca	6	460473	75.20		
CPI 1	4	380846	82.7	2.391	0.314
CPI 2	2	79626.2	17.3	********	1.000
TOTAL	11	612368			

CPI: Componente Principal de interacción

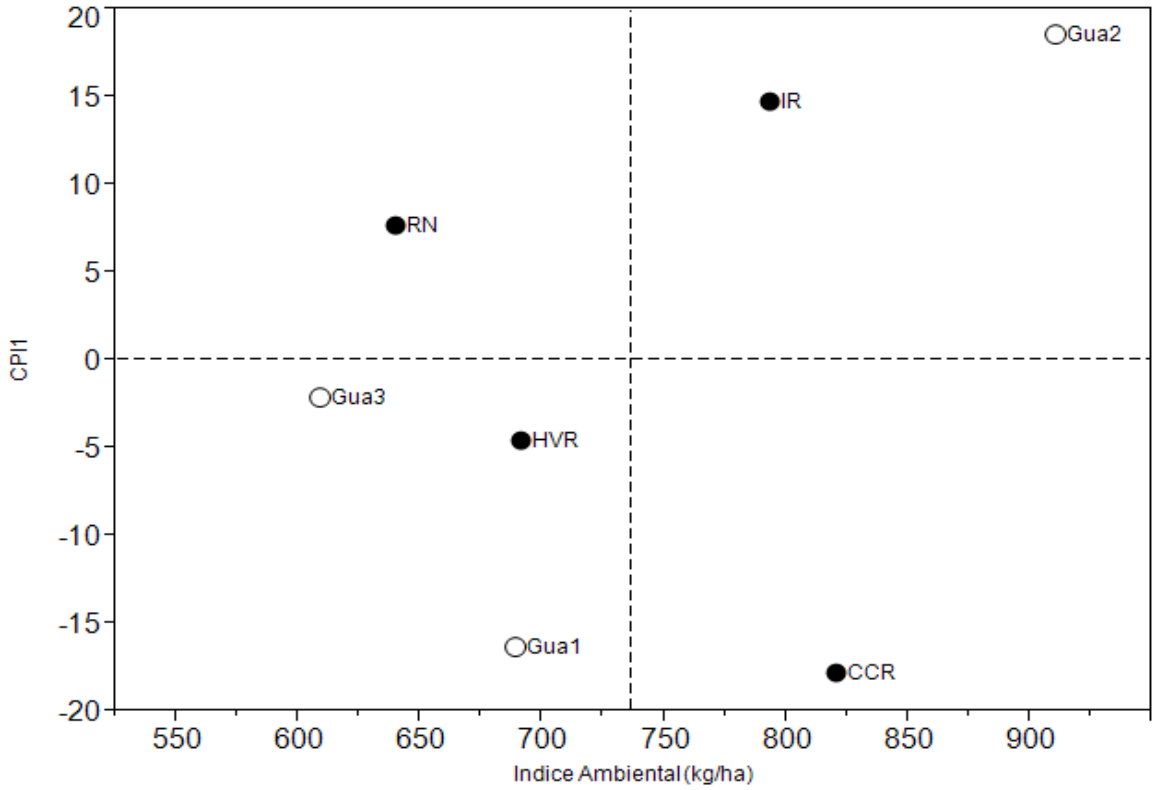
Del cuadro anterior se observa que una mayor proporción de la suma de cuadrados total se debió a la interacción variedad por finca (75.2%), seguido del efecto de finca (18.0%) y de variedad (6.8%).

La mayor contribución de la interacción genotipo- ambiente a la suma de cuadrados total indica que podría indicar una respuesta diferenciada de las variedades a los diferentes ambientes (condiciones biofísicas de las fincas y manejo agronómico).

Este análisis AMMI realizado a través de las tres localidades nos muestra que el componente principal de la Interacción 1 (CPI 1) explica el 82. 7 % de la suma de cuadrados de la interacción genotipo- ambiente, con cuatro grados de libertad.

5.5.1 Adaptabilidad de las variedades y localidades en estudio

En la Figura 2 en el eje de la abscisa podemos apreciar el efecto principal de las variedades y de los ambientes. En el eje de las ordenadas se tiene los "scores" AMMI de los dos factores antes mencionados. Es decir, los valores de la abscisa brindan información de la adaptabilidad de las variedades, medida está por la capacidad de rendimiento de grano de una variedad determinada, así como también de forma indirecta indican las condiciones ambientales generales que prevalecieron durante el ensayo. Por otro lado, el eje de las ordenadas brinda información de la contribución de las variedades y de las localidades a la interacción genotipo-ambiente.



Gua: Guadalupe; **R.N**: Rojo Nica; **I.R**: Inta Rojo; **H.V.R**: H - Vaina Roja

Figura 2. Representación gráfica de los valores del Primer Componente de la Interacción versus el Índice Ambiental de cuatro Materiales Genéticos (●) del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L) evaluados en tres fincas (○).

De esta manera en la Figura 2 se aprecia que la variedad H- Vaina Roja y la finca Guadalupe 3 contribuyeron menos a la interacción variedad x finca; es decir fueron, más estables. Por otro lado se aprecia en la misma figura que la variedad acriollada CCR y la finca Guadalupe 2 mostraron los mayores valores promedios en cuanto a rendimiento de grano, aunque también resultaron los más inestables (valores en el CPI alejados del cero). Se observa también que la finca Guadalupe 2 mostró altos valores positivos para el eje CPI-1. Esto indica que las condiciones ambientales y de manejo prevalecientes en la finca Gua 2 contribuyeron fuertemente al rendimiento de grano registrado en aquellas variedades que presentaron valores positivos en el eje CPI 1 (I.R y RN) y todo lo contrario se puede decir para el caso de aquellas variedades con valores negativos en el eje en mención (HVR y CCR).

Como se aprecia en la figura mencionada las variedades en estudio presentaron rendimientos similares, siendo la variedad acriollada CCR la de mayor rendimiento promedio con 820.9 kg ha^{-1}seguida de la variedad INTA Rojo con una media de 793.5 kg/ha. Por otro lado las variedades HVR y Rojo Nica mostraron los rendimientos promedios más bajos con valores de 691.5 y 639.7 kg ha^{-1} respectivamente.

Si se considera la interacción en la finca Gua 1 con las variedades en estudio se puede observar una imagen contraria a lo expresado anteriormente. Para finalizar podemos decir que la finca donde se obtuvo el mayor valor promedio de rendimiento fue Gua 2 con 910.7 kg ha^{-1}.

Considerando los resultados antes descritos podemos aceptar la hipótesis nula planteada al inicio de la investigación, ya que efectivamente la variedad acriollada H-Vaina Roja, seguida de la variedad criolla Rojo Nica resultaron más estables que la variedad mejorada INTA Rojo. La anterior, sin embargo no aplica para la variedad acriollada CCR que fue la más inestable. Esta variedad de acuerdo con lo expresado por los agricultores es de más reciente introducción que las otras criollas o acriolladas y probablemente se deba a este hecho su inestabilidad reflejada está en su alta contribución a la interacción variedad x finca.

En términos generales, el presente estudio permitió conocer mejor fenotípicamente las variedades criollas o acriolladas que están siendo utilizadas por los agricultores de Nicaragua. Si bien la variable rendimiento de grano mostró valores promedios similares o inferiores al promedio nacional (886.23 Kg ha^{-1}), el estudio permitió detectar en parte el porqué de tan bajos rendimientos.

La principal causa detectada fue el pobre manejo agronómico del cultivo en campo y producto directo de esto la baja densidad poblacional en el campo. En otras palabras es posible mejorar el rendimiento de grano de las variedades criollas o acriolladas y mejoradas que utilizan los agricultores si se hace un mejor manejo agronómico del cultivo de frijol.

VI. CONCLUSIONES

Los resultados anteriores nos permiten llegar a las conclusiones siguientes:

Las variedades en estudio mostraron una alta variabilidad fenotípica para la mayoría de caracteres cualitativos y cuantitativos. Las variedades Rojo Nacional y H-vaina Roja (criolla y acriollada respectivamente) con excepción de la CCR (acriollada) resultaron más estables que la variedad INTA Rojo.

Las variedades INTA Rojo y CCR, mostraron la mayor adaptabilidad, medida esta como la mayor capacidad de rendimiento de grano, pero con el inconveniente de lo reflejado en el punto anterior.

En rendimiento de granos de las variedades criollas, acriolladas o mejoradas utilizadas por los agricultores de San Ramón puede incrementarse significativamente mediante el mejoramiento del manejo agronómico de las parcelas de campo incluyendo el uso de semilla con alta calidad fisiológica.

VII. RECOMENDACIONES

Sugerimos que el manejo de las parcelas experimentales sea igual o mejor al de las parcelas comerciales.

Promover la investigación sobre variedades criollas nacionales, ya que hay poca información sobre estas variedades.

Que estos tipos de estudios se realicen en un mayor número de localidades y con más variedades, dado a que el número de localidades es mínimo, se sugiere incrementar el número de repeticiones por finca.

VIII. LITERATURA CITADA

Arias, J.H.; Rengifo, T.; Jaramillo, M. 2007. Manual: Buenas prácticas Agrícolas (BPA), en la Producción de Frijol Voluble. (en línea). Antioquía, CO. Consultado 2 Jul 2013. Disponible en http://www.fao.org.co/manualfrijol.pdf

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1991. Frijol: investigación y producción. Cali, CO. 419p

Cubero, J; Flores, F. 1994. Métodos estadísticos para el estudio de la estabilidad varietal en ensayos agrícolas. Junta de Andalucía Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla, ES. 179 p

DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria); SAG (Secretaria de Agricultura y Ganadería) .2011. El cultivo del Frijol (en línea).Tegucigalpa, HO. Consultado 18 de Jun 2013. Disponible en http://www.iica.int.ni/pdf_redsicta/guiaCultivoFrijol_Honduras.pdf

Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Gonzales, L.A.; Tablada, E.M.; Díaz, M.P.; Robledo, C.W.; Balzarini, M.G. 2008. Estadística para las ciencias agropecuarias. Córdoba, AR. 356 p.

Espinoza, A.; Urbina, R.; y Ortega, D. 2002. Evaluación de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) de grano blanco y amarillo en ambientes contrastantes de Nicaragua. En: Síntesis de Resultados Experimentales del PRM. Volumen 6. 172 p.

Franco, T.; Hidalgo, R. 2003. Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos filogenéticos. (en línea). Boletín técnico no.8. Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos (IPGRI). Cali, CO. 89 p. Consultado 28 ene 2013. Disponible en http://www.bioversityinternational.org/fileadmin/bioversity/publications/pdfs/894_An%C3%A1lisis_estad%C3%ADstico_de_datos_de_caracterizaci%C3%B3n_morfol%C3%B3gica_de_recursos_fitogen%C3%A9ticos.pdf?cache=1348565154

Genghini, R; Bonvillani, A. Wittouck, P.; Echevarría, A. 2002. Introducción al mejoramiento animal. (en línea). Argentina, AR. Consultado 18 Jun 2013. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/genetica_seleccion_cruzamientos/genetica_en_general/05-introduccion_al_mejoramiento_animal.pdf

Giménez, F.; Lúquez, J.; Suárez, J.C. 2001. Estabilidad y adaptabilidad de cultivares de soja para rendimiento en el Sudeste de la provincia de Buenos Aires. (en línea). Buenos Aires, AR. Consultado 8 May 2013. Disponible en http://www.agro.unlp.edu.ar/uploads/R/104_93_103.pdf

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura); RED SICTA (Proyecto Red de Innovación Agrícola). 2009. Guía técnica para el cultivo del frijol en los municipios de Santa Lucía, Teustepe y San Lorenzo del departamento de Boaco, Nicaragua (en línea). Boaco, NI. Consultado 4 feb 2013. Disponible en http://www.redsicta.org/PDF_Files/guiaTecnicaFrijol_Boaco.pdf

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2011. Catálogo de frijoles criollos rojo seda de Las Segovia, Nicaragua: caracterización molecular y morfo agronómica (en línea). Managua. NI. Consultado 5 de feb 2013. Disponible en http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A7586E/A7586E.PDF

INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2002. INTA Rojo: Variedad mejorada de frijol Rojo. (en línea). Managua, NI. Consultado 4 feb 2013.Disponible en http://www.funica.org.ni/docs/gran_basic_20.pdf

INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria); COSUDE (Cooperación Suiza para el Desarrollo); RED SICTA (Proyecto Red de Innovación Agrícola); IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura); ATC (Asociación de Trabajadores del Campo). 2010. Guía técnica para la producción artesanal de semilla de frijol.(en línea). Estelí, NI.28 p. Consultado 9 feb 2013. Disponible en http://www.redsicta.org/PDF_Files/guiaSemilla_Artesanal_Frijol.pdf

Inforural. 2012 .Frijol, plagas y enfermedades. (en línea). Iztapalapa, MX. Consultado 2 Jul 2013. Disponible en http://www.inforural.com.mx/spip.php?article85956

ISTA (International Seed Testing Association). 1996. International rules for seed testing. Seed science and technology rules vol 24. Zurich, Switzerland.

MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal). 2012. Plan nacional de producción 2011/2012. (en línea). Managua, NI. Consultado 6 feb 2013. Disponible en http://www.magfor.gob.ni/descargas/planes/PlanNacional2011-2012.pdf

Márquez, S. 1976. El Problema de la interacción genética ambiental en genotecnia vegetal. Ed. PATENA, A. C. Universidad Autónoma, Chapingo México.113p.

Morales, D. 1993. Caracterización y evaluación preliminar de 21 genotipos de maíz (Zea *mays* L.) recolectados en Nicaragua. Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional agraria (UNA). Managua, NI. 80 p.

Muñoz, G.; Giraldo, G; Fernández de Soto, J. 1993. Descriptores varietales: Arroz, frijol, maíz, sorgo. Cali, CO. CIAT. 51-71 p.

Paredes Fernández, W. 2007. Mejoramiento genético en plantas. (en línea). Arequipa, PR. Consultado 18 Ago 2013. Disponible en http://www.monografias.com/trabajos53/mejoramiento-plantas/mejoramiento-plantas2.shtml

Pol, A.; Irán Vásquez, J. 2007. Semillas criollas nicaragüenses para la seguridad alimentaria. (en línea). Laderas. 11 (25):8-10 p. Consultado 14 feb 2013. Disponible enhttp://www.pasolac.org.ni/files/publicacion/1181165394_REVISTA%20LADERAS%20N%C2%BA%2025%20texto%20final.pdf

RAMAC (Rappaccioli McGregor, S.A).2010. Alta tecnología a producción de frijoles (en línea). Managua, NI. 1p. Consultado 3 May 2013.Disponible en http://ramac.com.ni/index.php?option=com_content&view=article&id=49:aplican-alta-tecnologia-a-produccion-de-frijoles-&catid=45:articulos-de-prensa&Itemid=150

Reinag, C.A. 1998. Evaluación de pérdidas postcosecha del frijol *(Phaseolus vulgaris* L). Que se comercializa en la ciudad de Neiva. (en línea). Neiva. Consultado 15 Jun 2013. Disponible en http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/Evualuacion%20de%20perdidas%20en%20poscosecha%20en%20frijol.pdf

REPCAR (Reduciendo el escurrimiento de plaguicidas al Mar Caribe). 2007. Importancia del Cultivo de frijol en Nicaragua. (en línea). Managua, NI. Consultado 13 feb 2013. Disponible en http://cep.unep.org/repcar/proyectos-demostrativos/nicaragua-1/seleccion-de-cultivo-nicaragua

Semillas de identidad.2011. Taller de socialización: Presentación de resultados de la caracterización de variedades de semillas nativas de granos básicos. Managua, NI. 1 Disco compacto, 8 mm.

Tapia Barquero.; Camacho Henríquez, A. 1988. Manejo integrado de la producción de frijol basado en labranza cero. Managua, NI.81 p.

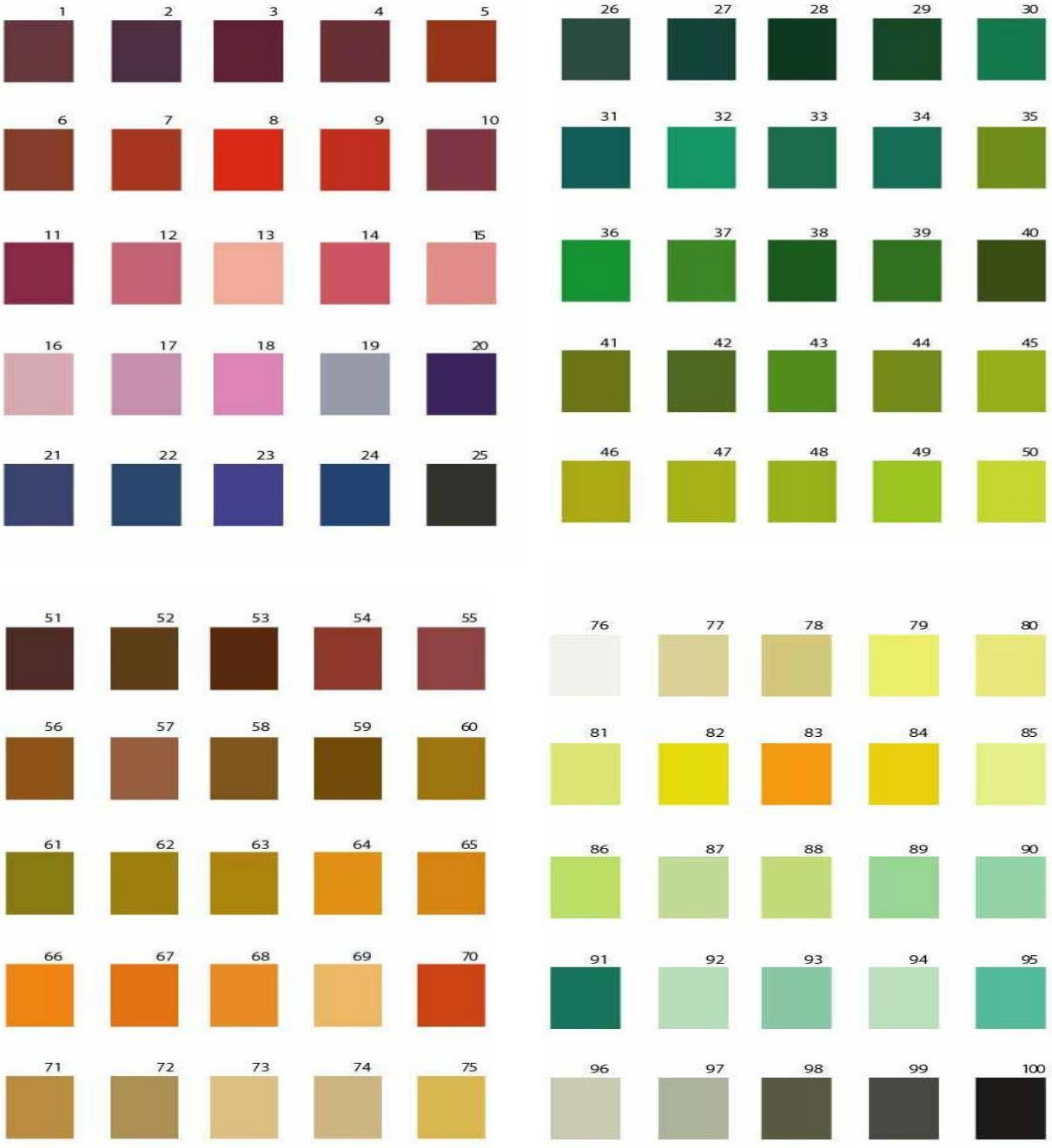
Vallejo, F.A; Estrada, E.I. 2002. Mejoramiento genético de plantas, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, Publicación financiada por Dipal. 183-185 p.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Descriptores para determinar el color de la planta de frijol común

Etapa	Carácter	Descripción	Clasificación		
			No.	**Nombre**	**Tipo**
Plántula	Color predominante de los cotiledones	El color se observó al momento de la máxima expansión de las hojas primarias y cuando se inició la formación del primer trifolio. El descriptor se evaluó según los estados siguientes:	1	Amarillo pálido	81, 85
			2	Rosado	13,15
			3	Café rojizo	4,5,6,10
			4	Morado	23
			5	Amarillo con pigmento rosado	84 con 13,15
			6	Verde con pigmento rosado	36,37,38,39,43
			7	Verde	13,15
			8	Amarillo con pigmento café rojizo	
	Color predominante del hipocotílo	El hipocotílo es la parte del tallo comprendida entre el punto de inserción de los cotiledones o nudo cotiledóneo, y el punto de iniciación de la raíz principal. Se tomó a los nueve días después de la siembra, según los estados siguientes:	1	Verde	36,37,38,39,43
			2	Rosado	13,15
			3	Morado	23
			4	Café rojizo	4,5,6,10
			5	Café	54,55,57
			6	Verde con pigmento café	36,37,38,39,43
Floración	Color predominante de la flor	Se determinó cuando el 50% de las plantas estaban en floración. Los estados del descriptor son los siguientes:	1	Blanca	
			2	Blanca con pigmento crema	
			3	Rosado	
			4	Lila	
			5	Morado	
			6	Blanco con pigmento rosado	
			7	Blanco con pigmento café rojizo	
	Hábito de crecimiento	Se determinó siguiendo los estados que se mencionan a continuación:	1	Arbustivo Determinado	
			2	Arbustivo Indeterminado	
			3	Postrado Indeterminado	
			4	Trepador Indeterminado	
	Color predominante del tallo principal	Se calificó utilizando los estados siguientes:	1	Verde	36,37,38,39,43
			2	Verde con pigmento rosado	36,37,38,39,43 con 13,15
			3	Verde con pigmento morado	36,37,38,39,43,23
			4	Verde muy pigmentado de rosado	36,37,38,39,43 con 13,15
			5	Verde muy pigmentado de morado	36,37,38,39,43,23
Madurez fisiológica	Color predominante de la vaina	Se determinó observando la coloración de vainas en la población. Se calificó según los estados siguientes:	1	Verde	
			2	Rosado	
			3	Rojo	
			4	Verde rosado	
			5	Blanco crema	
			6	Verde amarillo	
			7	Morado café	
			8	Amarillo rosado	

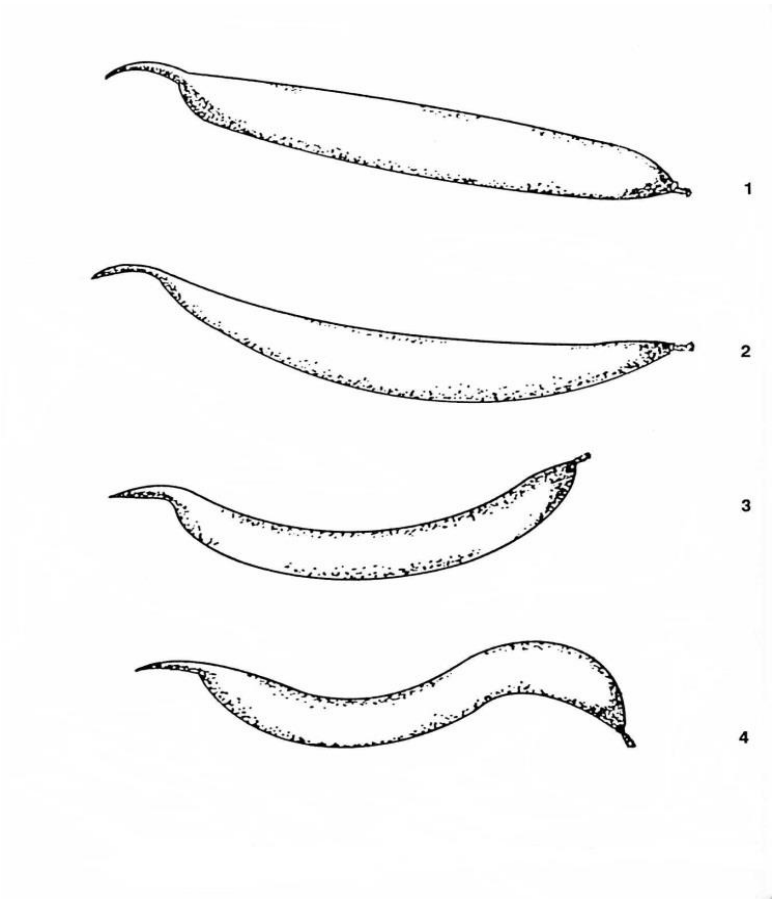
Anexo 2. Cuadros de colores basados en Munsell Book Of Color utilizado para la caracterización de las 24 líneas evaluadas, recopilado del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (Muñoz *et al*., 1993)



Anexo 3. Descriptores para determinar la forma de la vaina

Etapa	Carácter	Descripción	Clasificación	
			No.	**Nombre**
Cosecha	Forma predominante del perfil de la vaina	Se calificó utilizando los estados siguientes:	1	Recto
			2	Medianamente curvo
			3	Curvado
			4	Recurvado

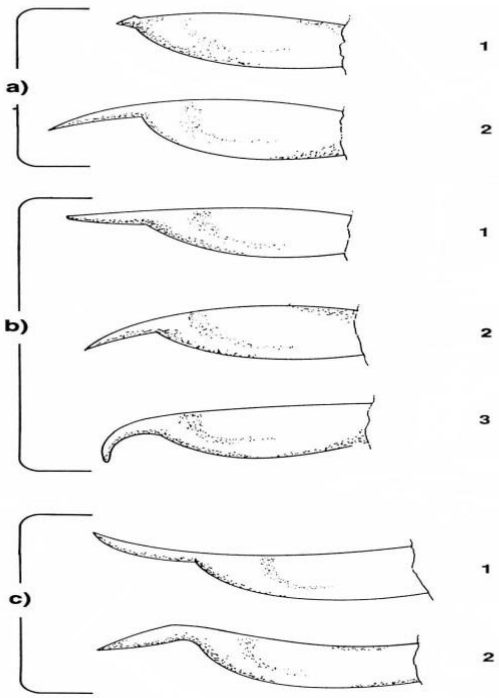
Anexo 4. Formas del perfil de la vaina del frijol



Anexo 5. Descriptores para determinar el ápice de la vaina de la planta de frijol

Etapa	Carácter	Descripción		Clasificación	
				No.	**Nombre**
Cosecha	Forma predominante del ápice de la vaina	Se calificó en base a los estados siguientes:	a	1 2	Romo Puntiagudo
	Grado predominante de la curvatura del ápice de la vaina		b	1 2 3	Recto Medianamente Curvado Curvado
	Dirección predominante del ápice con respecto a la sutura		c	1 2	Normal Inversa

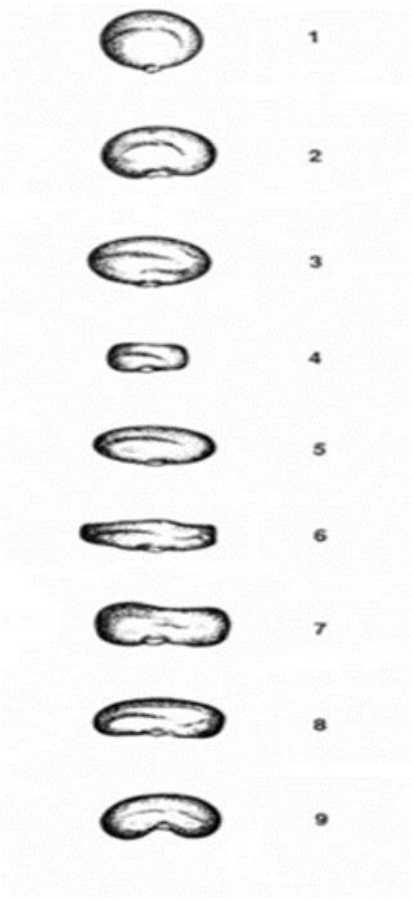
Anexo 6. Formas predominantes del ápice de la vaina del frijol



Anexo 7. Descriptores para determinar el color de la semilla de frijol común

Etapa	Carácter	Descripción	Clasificación		
			No.	Nombre	Tipo
Cosecha	Color primario de la semilla	Se realizó después de la cosecha. El color se calificó de acuerdo al cuadro de colores (descrito en Muñoz et al., 1993) y según los estados siguientes:	1	Blanco limpio	76
			2	Blanco sucio	76
			3	Amarillo	84
			4	Amarillo dorado	64,65
			5	Amarillo azufrado	82
			6	Crema suave	73
			7	Crema oscuro	69
			8	Café	54,55,57
			9	Café rojizo	4,5,6,10
			10	Café oscuro	1,51,53
			11	Café casi verde	52
			12	Rosado	13,15
			13	Rojo	7,8,9
			14	Morado	23
			15	Negro	25100
			16	Gris	97,98,99
			17	Azul	21,22,24
			18	Verde	36,37,38,39,43
	Aspecto predominante de la testa	Para este dato fueron utilizadas las mismas semillas de la variable anterior y la clasificación se realizó según los estados siguientes:	1	Opaco	
			2	Intermedio	
			3	Brillante	

Anexo 8. Descriptores para determinar las formas que presenta la semilla

Etapa	Carácter	Descripción	Clasificación		
			No.	Nombre	Tipo
Cosecha	Forma predominante de la semilla	La semilla se observó longitudinalmente y se determinó sus formas según los estados siguientes:	1	Redonda	
			2	Ovoidea	
			3	Elíptica	
			4	Pequeña casi cuadrada	
			5	Alargada, ovoidea	
			6	Alargada, ovoidea en un extremo e inclinado en el otro	
			7	Alargada casi cuadrada	
			8	Arriñonada, recta en el lado del hilo	
			9	Arriñonada, curva en el lado opuesto del hilo	

Anexo 9. Formas que presenta la semilla