



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL

Trabajo de Graduación

Adaptabilidad y estabilidad de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en seis localidades de San Dionisio, Matagalpa, en dos ciclos agrícolas, postrera 2013 y primera 2014.

Autores

Br. José Ramón Ruiz Escobar  
Br. Obed Rivera Obregón

Asesor

Dr. Oscar José Gómez Gutiérrez  
MSc. Digno Marvin Fornos Reyes

Managua, Nicaragua  
Abril, 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL

Trabajo de Graduación

Adaptabilidad y estabilidad de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en seis localidades de San Dionisio, Matagalpa, en dos ciclos agrícolas, postrera 2013 y primera 2014.

Autores

Br. José Ramón Ruiz Escobar  
Br. Obed Rivera Obregón

Asesor

Dr. Oscar José Gómez Gutiérrez  
MSc. Digno Marvin Fornos Reyes

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

Managua, Nicaragua  
Abril, 2016



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria como requisito parcial para optar al título profesional de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Miembro del Tribunal Examinador:

**Dr. Victor Aguilar B.  
Presidente**

**MSc. Marbell Aguilar M.  
Secretario**

**MSc. Vidal Marín F.  
Vocal**

Managua, 18 de abril del 2016.

## INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
<b>DEDICATORIA</b> .....	i
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iii
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	v
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	vi
<b>RESUMEN</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos .....	3
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	4
3.1. Ubicación y establecimiento de los ensayos .....	4
3.2. Descripción del diseño metodológico .....	7
3.3. Tamaño de las unidades experimentales .....	7
3.4. Manejo agronómico del cultivo .....	8
3.5. Variables evaluadas .....	8
3.6. Análisis de los datos .....	10
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	11
5.1. Resumen general de las condiciones agroclimáticas de las fincas.....	11
5.2. Resultado de las variables cuantitativas .....	12
5.3. Análisis de adaptabilidad y estabilidad de las variedades .....	15
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	17
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	18
<b>VII. LITERATURA CITADA</b> .....	19

## DEDICATORIA

Dedico muy especialmente el logro de este trabajo de investigación científica a:

**Dios**, por haberme dado la fortaleza y la sabiduría necesaria para culminar mi carrera universitaria y realizar esta investigación científica.

Mi madre, **Sra. María Lucrecia Escobar F.** por el apoyo incondicional mostrado a lo largo de mi carrera y la confianza mostrada.

Mi padre, **Sr. José Ramón Ruiz G.** (q.e.p.d) por ser un ejemplo a seguir y enseñarme a salir adelante por mí mismo.

Mi esposa, **Br. Jackeline Amador Gómez**, por su comprensión, cariño, amor y confianza brindada en todo momento.

Mis compañeros de estudio, que me brindaron su amistad incondicional y apoyo siempre.

**Br. José Ramón Ruiz Escobar**

## DEDICATORIA

La culminación de este trabajo de graduación es dedicado con mucha especialidad a:

***Jesucristo, el único Dios verdadero***, por ser el impulso divino que me permitió las fuerzas, conocimiento y sabiduría necesaria para que este trabajo sea una realidad, ya que con él la victoria es segura.

Mis padres ***Sr. Eligio Rivera Meza y Sra. Benita Pastora Obregón***, mi principal apoyo moral, espiritual y económico y ser un ejemplo a seguir. De igual manera a cada uno de mis hermanos(as) y demás familiares.

Mi esposa ***Br. Xenia Paola Cerda Pérez***, por su ternura, cariño, consejos y estar siempre a mi lado brindándome confianza. Así mismo a mi hija ***Kathya Belén Rivera Cerda***, por ser una bebé que me transmite alegría en cada una de sus etapas de su vida.

A cada uno de mis hermanos en Cristo de la ***Iglesia Apostólica Unida***, por apoyarme en gran manera espiritualmente y ser una familia muy especial y ejemplar.

A cada uno de mis compañeros de estudios, en particular a mi compañero de tesis ***Br. José Ramón Ruiz Escobar***, por su comprensión en los momentos de dificultad y esmero para la realización de este trabajo de investigación.

**Br. Obed Rivera Obregón**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a:

El Programa de Campesino a Campesino (PCaC) – San Dionisio, Matagalpa, por el apoyo financiero para llevar a cabo la presente investigación y a sus técnicos por ser la guía y apoyarnos en la ejecución de tomas de datos.

Nuestros asesores, quienes con sus orientaciones y correcciones hicieron posible realizar esta investigación de la mejor manera posible.

**Br. José Ramón Ruiz Escobar**

## AGRADECIMIENTOS

Para la culminación de este trabajo de investigación se le agradece a:

*Dios Omnipotente*, fuente de sabiduría, protección y proveer todas sus bendiciones a diario durante la carrera profesional.

*Dr. Oscar Gómez Gutiérrez* e *Ing. MSc. Digno Marvin Fornos Reyes* por habernos compartirnos tiempo y experiencia para que este mismo sea una realidad. Y motivarnos a que este resultado solo se logra con grandes esfuerzos.

Al organismo suizo *SWISSAID*, por su apoyo económico, siendo este una herramienta fundamental para el desarrollo de cualquier proyecto durante la etapa de campo que perduró el mismo.

A los *técnicos y agricultores del Programa de Campesino a Campesino (PCaC)* en San Dionisio por sus orientaciones, acompañamiento y compartirnos su experiencia durante el tiempo necesario.

**Br. Obed Rivera Obregón**



## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Características físicas y geográficas de las seis localidades donde se establecieron los ensayos de las variedades criollos y acriollados de frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en San Dionisio, Matagalpa.	4
2	Características agro-morfológicas registradas por agricultores locales de las variedades criollas y acriolladas de frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.).	7
3	Medidas de dispersión y de tendencia central de las variables cuantitativas de las cuatro variedades de frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en las seis localidades de San Dionisio – Matagalpa, Postrera 2013 y Primera 2014.	14
4	Resultados del análisis de varianza y regresión conjunta del rendimiento del grano de las 4 variedades de frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en 12 fincas de 6 localidades del municipio de San Dionisio. Matagalpa durante los ciclos agrícolas postrera 2013 y primera 2014.	15
5	Resultados de la Desviación de la Regresión de cada variedad de frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) con respecto a la media de sus rendimientos durante los ciclos agrícolas postrera 2013 y primera 2014.	16

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Distribución de las precipitaciones (mm) en pentadas registradas durante los ciclos agrícolas Postrera 2013 (Ago, Sep, Oct y Nov) y Primera 2014 (May, Jun, Jul y Ago), en las localidades de: (a) El Bonete, (b) El Carrizal, (c) El Corozo, (d) Los Limones, (e) Piedra Colorada y (f) Susulí, Municipio de San Dionisio, Matagalpa	5
2	Distribución de las Temperaturas (° C) durante los ciclos agrícolas Postrera 2013 (Ago, Sep, Oct y Nov) y Primera 2014 (May, Jun, Jul y Ago), en las localidades de: (a) El Bonete, (b) El Carrizal, (c) El Corozo, (d) Los Limones, (e) Piedra Colorada y (f) Susulí, Municipio de San Dionisio, Matagalpa	6

## RESUMEN

El cultivo del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es uno de los principales rubros que producen los agricultores del Municipio de San Dionisio, Matagalpa, haciendo uso de diferentes variedades criollas y acriolladas persistentes en la zona. El objetivo de ésta investigación fue estudiar la variabilidad fenotípica y la adaptabilidad de tres variedades criollas (Guaniseño, Rojo seda y Rack sequía) y una variedad acriollada (INTA Sequía) durante dos ciclos agrícolas (Postrera 2013 y Primera 2014). Para esto, se establecieron las parcelas experimentales en una finca por localidad (6), las dimensiones de las parcelas fueron 5 m de ancho por 10 m de largo y la parcela útil consistió de 3 m de ancho y 6 m de longitud. Para la variabilidad fenotípica se analizaron variables cuantitativas de crecimiento y desarrollo de las plantas a través de medidas de tendencias estadísticas y para el análisis de adaptabilidad se analizó la estabilidad del rendimiento de las variedades en las diferentes localidades por medio de Análisis de Varianza y de Regresión Lineal. Entre los resultados obtenidos se encontró que todas las variedades criollas y acriolladas evaluadas presentaron mayor variabilidad fenotípica en el ciclo agrícola postrera 2013. Las variables emergencia, vainas por planta, plantas cosechadas y rendimiento por parcela mostraron los coeficientes de variación más altos con valores que oscilan entre 17.96 y 56.01, principalmente la variable rendimiento por parcela que fue la que mostró los valores más altos. En cuanto a la adaptabilidad de las variedades, el modelo de regresión lineal no resultó apropiado para analizar los datos obtenidos en ambos ciclos, sin embargo, se pudo tener una idea de la estabilidad de las variedades a través de la Regresión de la Desviación en donde se encontró que la variedad Rack Sequia fue la que mostró menor coeficiente de Desviación (8.22) lo que demuestra que sus rendimientos fueron los más estables a nivel de fincas y ciclos agrícolas por lo tanto, fue la mejor adaptada a los diferentes ambientes.

**Palabras claves:** Variedades criollas, Variabilidad fenotípica, Adaptabilidad y Estabilidad.

## ABSTRACT

The common bean crop (*Phaseolus vulgaris* L.) is one of the main items produced by farmers in the Municipality of San Dionisio, Matagalpa, using different varieties creoles and creolized persistent in the area. The objective of this research was to study the phenotypic variability and adaptability three varieties creoles (Guaniseño, Red silk and Rack drought) and a variety creolized (INTA Drought) for two agricultural cycles (Postrera 2013 and First 2014). For this, the experimental plots were established on a farm by locality (6), the dimensions of the plots were 5 m wide by 10 m long and nef plot consisted of 3 m wide and 6 m length. For phenotypic variability quantitative variables of growth and development of plants they were analyzed through measures of statistical trends and adaptability analysis yield stability of varieties in different locations using Analysis of Variance and Linear Regression was analyzed. Among the results we found that all landraces and creolized evaluated showed greater phenotypic variability in their variables in the data of the agricultural cycle postrera 2013. The emergency pod per plant, plants harvested and yield per plot variables showed coefficients of variation higher with values ranging between 17.96 and 56.01, mainly the variable yield per plot was the one that showed the highest values. As for the adaptability of varieties, the linear regression model was not appropriate. After analyze the data of both cycles, did not explain the nature of adaptability. However, it could have an idea of the stability of the varieties through Regression deviation where it was found that the variety Rack drought was the one that showed lower coefficient of deviation (8.22) which shows that their yields were more stable at the level of farms and agricultural cycles therefore was the best adapted to different environments.

Keywords: landraces, phenotypic variability, Adaptability and Stability.

## I. INTRODUCCIÓN

Existen distintas teorías sobre el origen del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Algunos autores creen que proviene de América Central y otros que proviene de las zonas semiáridas de México y Guatemala y parte de los países andinos, especialmente Perú (Monge, 1994).

Este cultivo está principalmente en manos de pequeños agricultores en regiones de América Latina, África y Asia, donde predominan países en proceso de desarrollo y donde se produce aproximadamente el 77% de la producción mundial (Rosas, 1998). En Nicaragua el 95% de la siembra la realizan agricultores de pequeña y mediana escala en áreas de 0.35 a 2.11 ha, el 5% restante es explotado por agricultores de gran escala, los que poseen recursos económicos y están ubicados en suelos planos a ondulados que permiten la mecanización (INTA, 2009). Por otro lado, la producción de frijol en manos de pequeños agricultores se ubica en áreas donde las condiciones edafoclimáticas son más adversas (zonas de alta pendiente y de irregularidad climática) y por supuesto más vulnerables a la degradación producto de la intervención antrópica desordenada (INTA–PAPSSAN, 2013b).

Según el MAGFOR (2013), se estima que la producción de frijol rojo en Nicaragua para el ciclo agrícola 2013-2014, aumentó en 1.43% respecto al ciclo agrícola 2012-2013. Los rendimientos alcanzaron 233,968.8 toneladas en un área sembrada de 288,941.7 hectáreas a nivel nacional. El rendimiento promedio fue de 822.75 kg/ha, ligeramente superior a los 808.44 kg/ha registrados en el ciclo 2012-2013.

Existen diversos factores que limitan la producción de frijol en Nicaragua, algunos relacionados con la baja fertilidad de los suelos, manejo inadecuado de factores bióticos adversos al cultivo, uso de variedades susceptibles a plagas y enfermedades, y cambios imprevisibles en el ambiente (Jarquín y Vega, 2013). Según FAO (2013), la falta de acceso físico y económico a semillas de calidad es una de las principales causas de los bajos rendimientos de los cultivos alimenticios de los agricultores. En los últimos años el INTA ha liberado un buen número de variedades mejoradas, no obstante, estas variedades han tenido poca adopción por parte de aquellos agricultores de recursos limitados. Las razones son múltiples y entre ellas se pueden mencionar la falta de adaptación a los sistemas de producción de bajo nivel tecnológico de la mayoría de los pequeños agricultores, poca aceptación del producto (grano) por parte de los consumidores y el alto costo de la semilla (INTA–PAPSSAN, 2013a). Por otro lado, las variedades criollas y acriolladas son una

enorme fuente de variabilidad, con capacidad de adaptación a diversos ambientes y a los crecientes cambios climáticos y lo más importante es que la semilla de estas variedades puede ser obtenida por el mismo agricultor sin mayores costos económicos. Esto hace que las semillas de variedades criollas y acriolladas en Nicaragua sean la principal alternativa para la mayoría de agricultores de pequeña y mediana escala. Entendemos por variedad criolla aquellas variedades nativas o locales que se cultivan desde siglos y que están adaptadas a nuestros suelos, humedad, temperatura y ciertas plagas y enfermedades. Por su parte, las variedades acriolladas son variedades mejoradas que se han cruzado con variedades locales y han perdido su pureza genética original a través del tiempo, pero han quedado como una variedad local.

Según Mercer y Perales, (2010) la variabilidad genética de las variedades criollas y acriolladas es amplia, y es por ello que aún permanecen diferentes variedades de frijol que no han sido identificadas ni evaluadas a fin de conocer su adaptabilidad y estabilidad. Para facilitar la interpretación de los resultados, en esta investigación definimos adaptabilidad como la característica que posee un genotipo de producir en forma consistente buenos rendimientos en diferentes localidades y estabilidad como la característica del genotipo que le permite producir buenas cosechas a través del tiempo en una misma localidad.

En esta investigación se determinó la adaptabilidad y estabilidad de tres variedades criollas y una variedad acriollada de frijol común evaluadas en seis localidades del municipio de San Dionisio, Matagalpa en dos ciclos agrícolas, postrera 2013 y primera 2014.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1.Objetivo general**

Generar información sobre la variabilidad fenotípica, adaptabilidad y estabilidad del rendimiento de cuatro variedades de frijol en seis localidades de San Dionisio, Matagalpa en dos ciclos agrícolas, postrera 2013 y primera 2014.

### **2.2.Objetivos específicos**

1. Determinar la variabilidad fenotípica de las variedades de frijol en base a características de crecimiento y desarrollo mostradas en dos ciclos agrícolas postrera 2013 y primera 2014.
2. Analizar la adaptabilidad y estabilidad del rendimiento de las cuatro variedades de frijol en dos ciclos agrícolas, postrera 2013 y primera 2014.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación y establecimiento de los ensayos

El ensayo se estableció en seis localidades del municipio de San Dionisio: El Bonete, El Carrizal, El Corozo, Los Limones, Piedra Colorada y Susulí, durante dos ciclos agrícolas, postrera 2013 y primera 2014. El municipio de San Dionisio se encuentra ubicado a 37 km de la cabecera departamental de Matagalpa y a 166 km al norte de Managua (INIFOM, 2014). En el **Cuadro 1** se muestran algunas características físicas y geográficas tomadas en las fincas donde se establecieron los ensayos de las seis localidades en estudio.

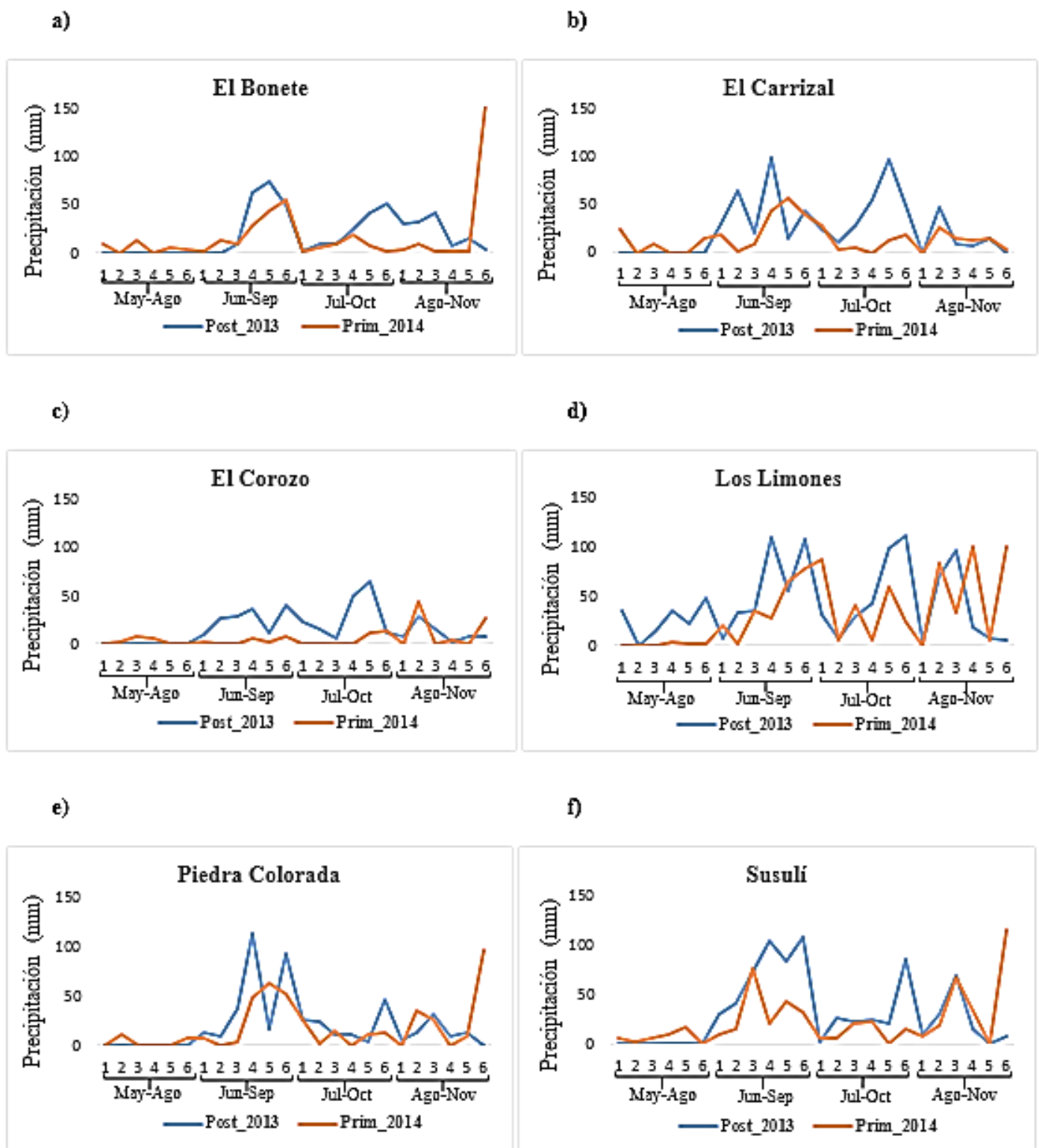
**Cuadro 1.** Características físicas y geográficas de las seis localidades donde se establecieron los ensayos de las variedades criollos y acriollados de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en San Dionisio, Matagalpa.

Localidad	Altitud (msnm)	Coordenadas		Textura del suelo	Perfil de la capa arable (cm)	pH
		Latitud	Longitud			
El Bonete	787	06°17'08.8"	14°10'50.8"	Franco	17	6.0
El Carrizal	750	06°22'69.0"	14°11'05.4"	Franco	24	6.0
El Corozo	430	06°22'36.0"	14°13'37.6"	Franco	24	6.5
Los Limones	429	06°30'32.6"	14°12'27.9"	Franco	20	6.0
Piedra Colorada	746	06°22'68.0"	14°16'66.4"	Franco	16	6.5
Susulí	750	06°26'68.1"	14°14'93.9"	Franco	16	6.0

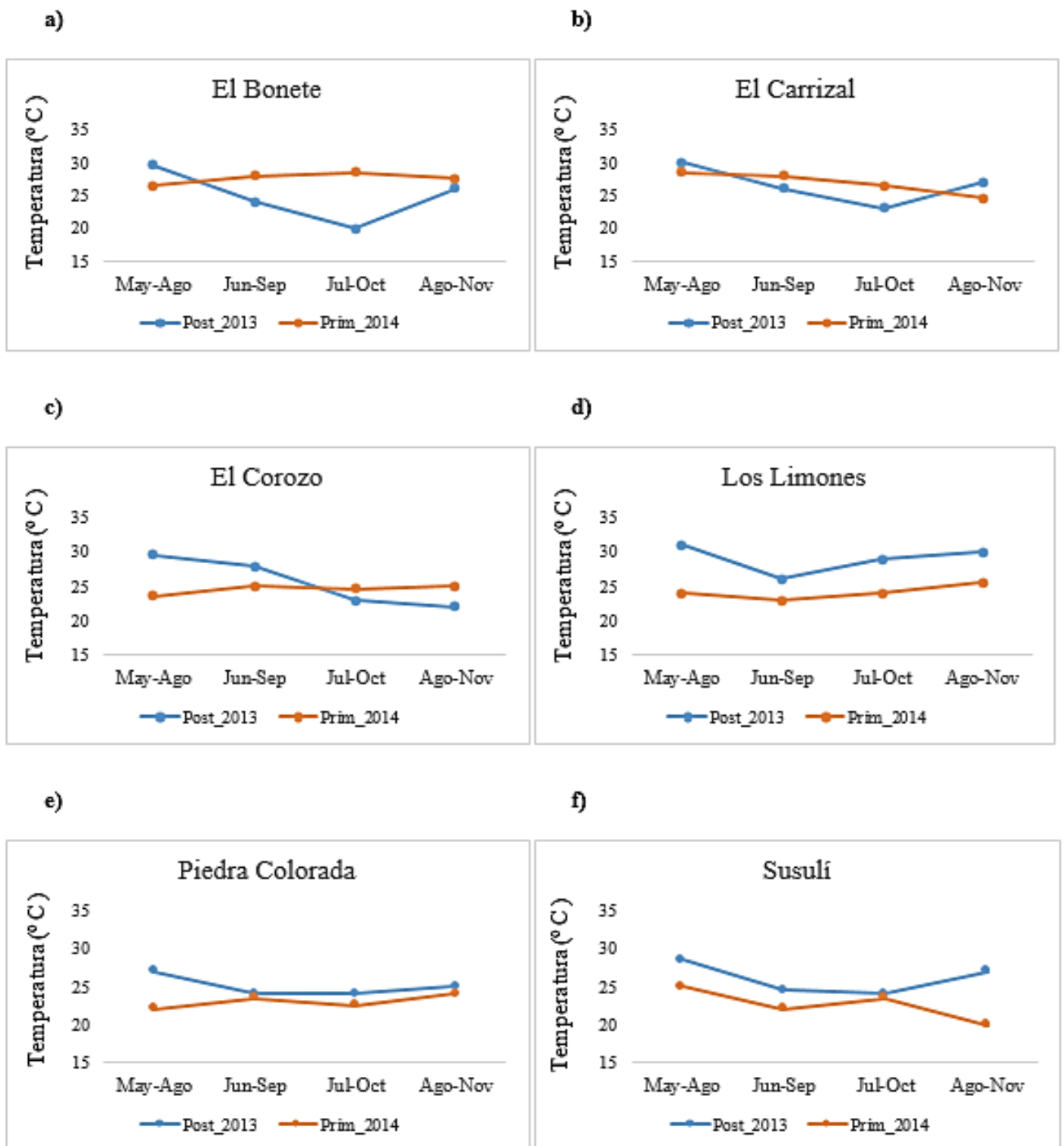
En las seis localidades en estudio la siembra se realizó el 12 de agosto del 2013 para el ciclo agrícola postrera y el 17 de junio del 2014 para el ciclo agrícola primera.

En la **Figura 1 y 2** se nota el comportamiento de la precipitación y la temperatura durante los dos ciclo agrícolas en que se realizaron los ensayos. En general, se aprecia que en postrera 2013 fue donde se registraron mayores precipitaciones durante los meses que se desarrollaron los ensayos, sin embargo, estas precipitaciones no se distribuyeron de manera uniforme durante el ciclo de vida del cultivo. Por otra parte, la temperatura mostró un comportamiento inverso a las precipitaciones, es decir, que los valores más altos de temperatura se registraron en los meses menos lluviosos y viceversa.





**Figura 1.** Distribución de las precipitaciones (mm) en pentadas registradas durante los ciclos agrícolas Postrera 2013 (Ago, Sep, Oct y Nov) y Primera 2014 (May, Jun, Jul y Ago), en las localidades de: (a) El Bonete, (b) El Carrizal, (c) El Corozo, (d) Los Limones, (e) Piedra Colorada y (f) Susulí, Municipio de San Dionisio, Matagalpa.



**Figura 2.** Distribución de las Temperaturas (° C) durante los ciclos agrícolas Postrera 2013 (Ago, Sep, Oct y Nov) y Primera 2014 (May, Jun, Jul y Ago), en las localidades de: (a) El Bonete, (b) El Carrizal, (c) El Corozo, (d) Los Limones, (e) Piedra Colorada y (f) Susulí, Municipio de San Dionisio, Matagalpa.

### 3.2.Descripción del diseño metodológico

**Material genético:** En este ensayo se evaluaron tres variedades criollas (Guaniseño, Rojo seda, Rack sequía) y una variedad acriollada (INTA Sequía). Las características agro morfológicas de las variedades mencionadas se muestran en el cuadro siguiente.

**Cuadro 2.** Características agro-morfológicas registradas por agricultores locales de las variedades criollas y acriolladas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

Variedades	Color de grano	Características principales
Guaniseño	Crema	Días a floración: 43-47 días Días a cosecha: 68-70 días Hábito de crecimiento: Arbustivo determinado
Rojo seda	Rojo	Días a floración: 37-45 días Días a cosecha: 76-78 días Hábito de crecimiento: Arbustivo indeterminado
Rack sequía	Rojo oscuro	Días a floración: 38-42 días Días a cosecha: 76-80 días Hábito de crecimiento: Trepador indeterminado
INTA Sequia*	Rojo brillante	Días a floración: 34-36 días Días a cosecha: 76-78 días Hábito de crecimiento: IIA. Arbustivo, guía corta Rango de adaptación: 0-1200 msnm Resistencia al Mosaico común: Resistente (I, bc-3) Resistencia al Mosaico dorado: Resistente (bgm-1)

PCaC – UNAG, (2014); INTA, (2013)\*; Ocón, (2014)<sup>1</sup>

### 3.3.Tamaño de las unidades experimentales

En cada localidad se seleccionó la finca de un agricultor en la que se estableció una parcela experimental (una sola repetición) de cada una de las variedades estudiadas, en total se obtuvieron 12 fincas diferentes (6 en postrera 2013 y 6 en primera 2014). Las dimensiones de las parcelas experimentales fueron 5 m de ancho por 10 m de largo, para un área de 50 m<sup>2</sup>. En dichas parcelas se establecieron diez surcos separados a 0.50 m. La siembra se realizó al espeque dejando entre golpe y golpe 0.33 m. En cada golpe se depositaron tres semillas para una densidad esperada de 909 plantas/parcela o 181,800 plantas por hectárea

Dentro de la parcela experimental se delimitó la parcela útil cuyas dimensiones eran de 6 m de largo por 3 m de ancho, para un área de 18 m<sup>2</sup> en la que se distribuyeron 6 surcos y una población aproximada de 327 plantas. Dentro de la parcela útil se seleccionaron al azar 5 plantas para la toma de datos de las variables vegetativas y reproductivas de la planta.

<sup>1</sup> Ocón, J. 2014. Características agro-morfológicas de las variedades criollas de Guaniseño, Rojo Seda y Rack Sequia (Comunicación personal). San Dionisio, Matagalpa, NI. Programa de Campesino a Campesino – Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos.

### **3.4. Manejo agronómico del cultivo**

- 3.4.1. Preparación del terreno.** Consistió en la chapia y roza de la vegetación. Posteriormente se realizó la delimitación de la parcela para definir las medidas correspondientes.
- 3.4.2. Control de malezas.** Se realizó de forma manual mediante el uso de machete o azadón cada semana durante los primeros 30 días después de la siembra del cultivo.
- 3.4.3. Control de plagas y enfermedades.** Se aplicaron productos sintéticos para el control de *Sarasinula plebeia* y *Diabroticas* spp que fueron las plagas con mayor presencia durante los ensayo. Los productos aplicados fueron Imidacloprid (Gaucho 60 SF) y Caracolex 5,95 RB a razón de 0.35ml/50m<sup>2</sup> de Imidacloprid y 0.03 a 0.05 kg/50m<sup>2</sup> de Caracolex, dependiendo del nivel de daño de la plaga. Los momentos de aplicación se realizaron en diferentes fechas desde la emergencia de la planta hasta la floración.
- 3.4.4. Cosecha.** Se realizó manualmente, al momento o ligeramente después de la madurez fisiológica, que es cuando las vainas se han secado y el grano ha alcanzado aproximadamente un 20% de contenido de humedad. Para esto se cosecharon todas las plantas de la parcela útil.

### **3.5. Variables evaluadas**

#### **3.5.1. En estado de plántula**

*Número de plantas emergidas.* Se realizó un conteo cuando más del 50% de las semillas habían emergido en la parcela. Esto se realizó a los ocho días después de la siembra.

#### **3.5.2. En la etapa de floración**

*Número de días a floración.* Se contaron los días transcurridos después de la siembra hasta el momento en que se observó más del 50% de plantas con al menos una flor abierta y del color típico de la variedad. El registro de esta información se realizó en la etapa de desarrollo R6.

### 3.5.3. En la etapa de madurez fisiológica

**Número de días a la madurez fisiológica:** Se contabilizó el número de días desde la siembra hasta el momento en que se observó más del 50% de plantas iniciando el cambio de color de vainas y secado de las mismas. La información se recolectó en la etapa de desarrollo R9

**Número de vainas por planta.** Los datos de esta variable se obtuvieron por medio del conteo del número de vainas de cinco plantas tomadas al azar, por variedad, considerando como vaina aquellas que tuvieran al menos una semilla formada. Posteriormente se obtuvo el valor promedio dividiendo el total de vainas entre el número de plantas muestreadas.

**Número de granos por vaina.** De las mismas cinco plantas seleccionadas para registrar la variable anterior se eligió una vaina de la parte central de cada planta y se contó el número de granos por cada vaina, determinándose posteriormente, el valor promedio de granos por vainas.

### 3.5.4. En la etapa de cosecha

**Número de plantas a la cosecha.** Se refiere al total de plantas de la parcela útil de cada variedad que se cosecharon y extrajeron los granos, para posteriormente determinar el rendimiento del grano por parcela útil.

**Humedad de los granos a la cosecha.** Se obtuvo mediante una prueba del contenido de humedad de las semillas cosechadas para lo cual se empleó el determinador de humedad portátil Gehaka G300. El resultado se expresó en porcentaje.

**Peso de mil granos a la cosecha.** Para medir esta variable se tomaron ocho muestras de 100 semillas cada una por cada variedad. A cada muestra (repetición) se le registró su peso en gramos empleando una balanza electrónica. Posteriormente se calculó el valor promedio y se multiplicó por 10 para obtener el peso de las 1000 semillas.

**Rendimiento del grano.** Esta variable se determinó en gramos por parcela útil por cada variedad, tomando en cuenta el contenido de humedad de las semillas, el cual se utilizó para realizar una corrección del peso por humedad empleando la ecuación siguiente:  $Pf(100 - Hf) = Pi(100 - Hi)$ ; en Donde: **Pf:** Peso final; **Pi:** Peso inicial; **Hf:** Humedad final; **Hi:** Humedad inicial. El peso final se registró a un 14% de contenido de humedad de las semillas.

### 3.6. Análisis de los datos

Las variables cuantitativas del cultivo se analizaron haciendo uso de estadística descriptiva tal como, la media, varianza, desviación estándar, coeficiente de variación, máximo y mínimo calculadas en los dos ciclos agrícolas.

La forma de calcular las estadísticas antes mencionadas está ampliamente documentado para lo cual se puede consultar el libro de Di Rienzo *et al*, (2005).

Los datos de rendimiento de grano sobre los que se determinó la adaptabilidad y estabilidad de las variedades, se sometieron al Análisis de Varianza y al Análisis de Regresión Simple en base al modelo siguiente:

$$Y_i = \alpha + \beta X_i; \quad \text{en Donde:}$$

$Y_i$ : Es el rendimiento de la i-esima variedad de frijol.

$\alpha$ : Es el intercepto de la línea de regresión con el eje Y.

$\beta$ : Es la pendiente de la recta e indica el coeficiente de regresión lineal.

$X_i$ : Es el valor del índice ambiental, es decir la variable independiente

Para la realización de los análisis estadísticos antes mencionados se emplearon los software siguientes: Excel (Microsoft. 2014) y CROPSTAT versión 7.0. (2003).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Resumen general de las condiciones agroclimáticas de las fincas donde se establecieron los ensayos

De acuerdo con la información presentada en el **Cuadro 1** los suelos en las localidades donde se establecieron los ensayos de campo presentaron un pH entre 6.0 a 6.5, una profundidad de la capa arable de 16 a 24 cm y se clasificaron de acuerdo a su textura como francos. Rosas (1998) afirma que los suelos que presentan texturas franco a franco arcilloso, con pH 6.0 a 7.5 es decir, ligeramente ácidos y profundidades arables de 20 a 30 cm, son óptimos para el buen desarrollo del cultivo de frijol en donde puede tener su mayor grado de adaptabilidad y obtener sus mejores rendimientos.

Con respecto a la precipitación, en postrera 2013 fueron mayores si las comparamos con las del ciclo agrícola primera 2014. Los valores registrados fueron de 459, 605, 391, 1029, 468 y 750 mm totales, durante los ensayos, en las localidades El Bonete, El Carrizal, El Corozo, Los Limones, Piedra Colorada y Susulí respectivamente, mientras que en primera 2014 se registraron valores de 399, 347, 131, 781, 419 y 542 mm en las mismas localidades siguiendo el mismo orden. Sin embargo, en ambos ciclos las precipitaciones fueron inadecuadas, ya que, en la mayoría de las localidades las cantidades registradas no se asemejan a los 200 a 400 mm de agua que recomienda el INTA (2009) para este cultivo durante su ciclo de vida. En la figura 1 se aprecia que las precipitaciones no fueron uniformes en ninguno de los dos ciclos, en ninguna localidad, se evidencia claramente que durante los primeros 30 días después de la siembra los valores fueron bajos notándose un mayor incremento después de esta fecha.

En cuanto a la temperatura, en postrera 2013 se registró valores más altos llegando a alcanzar temperaturas de 29 a 31°C promedias por mes. Según Rosas (2003), el frijol es una planta de origen tropical y se desarrolla y produce mejor a temperaturas entre 18 y 24 °C, las que generalmente predominan a elevaciones de 400 a 1200 msnm; condición que cumplen todas las localidades en que se llevaron a cabo los ensayos. Por otro lado, temperaturas mayores a los 24 °C afectan el desarrollo vegetativo de la planta y aceleran la floración lo cual disminuye considerablemente las etapas fenológicas de crecimiento del cultivo.

## 5.2.Resultado de las variables cuantitativas

Los resultados del análisis descriptivo de las variables cuantitativas se presentan en el **Cuadro 3**. En general, se aprecia que los datos para todas las variables presentaron una mayor variabilidad en el ciclo de postrera del 2013, medida a través de los valores del coeficiente de variación. En base a este estadístico las variables que presentaron mayor variabilidad fenotípica en postrera del 2013, en orden descendente fueron; Rendimiento del grano, Número de vainas por planta y Número de plantas a la cosecha, esta última variable no corresponde a una variable fenotípica de la planta, pero representa el tercer lugar en cuanto a las variables con valores altos de variación. La alta variabilidad fenotípica de las variables cuantitativas mencionadas pudo estar influenciada por diferencias inherentes a cada variedad, pero también por las variaciones ambientales y de manejo de las variedades en las distintas localidades donde fueron evaluadas. De acuerdo con Franco y Vallejo (2002), al comportamiento relativo diferencial que muestran los genotipos o variedades cuando se les somete a diferentes ambientes se le conoce como interacción genotipo - ambiente.

Como se mencionaba anteriormente, la variable rendimiento de la parcela fue la más afectada en cuanto a variación, respecto a las demás variables, esto puede atribuirse a que el número de plantas a la cosecha en todas las variedades fue menos de lo esperado, alcanzando valores promedios de 240 en postrera y 230 en primera de un total de 327 plantas esperadas en 18 m<sup>2</sup>. White (1985) asocia la cantidad de plantas cosechadas con el rendimiento, a menor cantidad de plantas cosechadas menor rendimiento, pero no puede esperarse que únicamente la cantidad de plantas cosechadas determine el rendimiento, ya que existen otros componentes cuantitativos que también determinan esta variable, tales como; vainas por planta, granos por vaina y peso y tamaño del grano; estos componentes no pueden considerarse independientes unos de otros. Así mismo, el manejo agronómico brindado a los ensayos por parte de los agricultores pudo no haber sido el mismo durante el desarrollo del cultivo, al igual que las condiciones edafoclimáticas de las localidades, coincidiendo de esta manera con lo mencionado por Tapia y Camacho (1988) en el que afirman que los rendimientos de las variedades criollas de frijol disminuyen sino se cumplen con la ubicación de zonas ecológicas óptimas y se garantiza un manejo agronómico adecuado al cultivo.

Al analizar los valores del rendimiento de grano (**Cuadro 3**) no fue posible identificar una variedad que mostrara un patrón (superior o inferior) consistente en ambos ciclos de siembra



en base a dicha variable, aunque en promedio de los dos ciclos la variedad Rojo Seda mostró un rendimiento de grano ligeramente superior al resto (706.94 kg/ha).

Dos variables importantes en el estudio de variedades de frijol es el número de días a la floración y a la madurez fisiológica. Con relación a la primera variable las variedades florecieron ligeramente más rápido en el ciclo de Postrera 2013 (entre 32 y 38 días después de la siembra, **Cuadro 3**) en comparación con el ciclo de primera del 2014 (entre 42 y 44 días después de la siembra) a pesar de que este fue más seco. Las discrepancias en el número de días a la floración pudieron deberse a diferencias reales entre variedades o al hecho de que las temperaturas registradas durante los primeros 30 dds en este ciclo fueron mayores a los 24 °C provocando de esta manera un incremento en la tasa respiratoria y fotosintética de la planta y por ende, disminución en los días a floración. Esto último es lo más probable, ya que, al revisar el número de días a la madurez fisiológica (**Cuadro 3**) vemos que las diferencias entre ciclos de siembra fueron menores, de 2 a 5 días.

En general las variedades alcanzaron su madurez fisiológica entre los 62 y 63 días lo que las clasifica como precoces, característica muy apreciada por los Fitomejoradores de frijol ya que puede significar una estrategia para escapar a sequías tempranas y asegurar el alimento a las familias campesinas.

**Cuadro 3.** Medidas de dispersión y de tendencia central de las variables cuantitativas de las cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en las seis localidades de San Dionisio – Matagalpa, Postrera 2013 y Primera 2014.

Variedad	Estadísticas	Plantas germinadas (n°)		Días a floración (n°)		Días a madurez fisiológica (n°)		Vainas por planta (n°)		Granos por vaina (n°)		Plantas a la cosecha (n°)		Humedad de los granos a la cosecha (%)		Peso de 1000 granos (g)		Rendimiento por PU (g)	
		Pos	Prim	Pos	Prim	Pos	Prim	Pos	Prim	Pos	Prim	Pos	Prim	Pos	Prim	Pos	Prim	Pos	Prim
Guaniseño	Media	sd	660	32	42	57.4	61.1	6	8	4	5	218	236	14.6	14.3	254.6	252.9	1076	1275
	D.E.	sd	131.8	5.4	4.6	8.2	3.9	3.7	1.7	0.7	0.4	48.8	70.3	2.8	3.1	18.9	23.8	691.9	70.6
	Varianza	sd	17378	29.3	21	67	15.4	13.7	2.9	0.5	0.2	2380	4937	8.5	6.7	357	567.7	478750	49090
	CV (%)	sd	19.9	17.2	10.9	14.3	6.4	41.2	20.6	15.9	8.7	30.9	29.8	6.4	5.6	7.4	9.4	64.3	54.9
	Mínimo	sd	402	23	33	50	54	4	4	4	4	85	150	14.2	13.9	221	220	265.9	499.8
	Máximo	sd	886	42	47	74	70	14	10	5	6	250	404	14.8	14.5	274	295	2265	2571
Rojo Seda	Media	sd	670	35	44	64.6	62.5	9	9	5	5	265	229	14.5	14.7	248.5	255	1420.3	1124.6
	D.E.	sd	135.1	6.9	4.1	9.7	5.5	3.7	2.3	0.6	0.4	40.9	64.2	1.9	2.3	20.8	18.7	857.7	468.01
	Varianza	sd	18253	48.7	16.5	94.5	29.9	13.9	5.3	0.3	0.2	1678.6	4120.8	5.4	8.5	431.8	351	735762	21903
	CV (%)	sd	20.1	19.9	9.2	15.1	8.7	40.3	27.1	10.6	8.6	24.8	28.1	3.6	5.2	8.4	7.1	60.4	41.6
	Mínimo	sd	495	27	37	56	56	3	4	4	4	111	160	14.4	14.5	201	230	355.9	519.7
	Máximo	sd	891	49	50	81	78	17	12	6	6	257	385	15.3	15.5	274	292	2634.8	2072.5
Rack Sequía	Media	sd	586	34.2	42.8	58.2	62.8	8	9	5	5	208	224	14.5	14.2	261	250	1104.4	1170.9
	D.E.	sd	170.6	8.8	4.2	13.4	5.3	2.9	2.5	0.3	0.5	52.1	52.5	4.3	2.2	22.3	18.4	980.9	538.1
	Varianza	sd	29136	77.2	17.8	178.6	28.3	8.3	6.1	0.1	0.3	2713.3	2758.6	10.9	7.3	500	340.4	962114	28950
	CV (%)	sd	29.1	25.7	9.8	23	8.5	35.1	28.7	6.1	9.9	27.7	23.4	5.9	3.1	9.3	7.4	88.8	45.9
	Mínimo	sd	237	24	37	47	57	4	5	5	4	110	160	14	13.9	217	230	277.5	289.4
	Máximo	sd	882	51	51	79	76	13	13	6	6	280	358	15.1	14.5	285	287	2990.1	1916.5
INTA Sequía	Media	sd	604	37.7	43.1	64.2	61.7	8	6	5	4	267	229	14.5	14.4	259.9	256	1259	923.5
	D.E.	sd	108.5	7.3	3.5	13	5.4	3.3	2.1	0.6	0.3	63.3	58.4	3.3	4.7	21.2	17.4	885.6	517.2
	Varianza	sd	11773	53.50	12.1	168.7	29.3	11.1	4.1	0.4	0.1	4011	3415.9	6.8	9.3	450.1	302.9	784353	26758
	CV (%)	sd	17.9	19.4	8.1	20.2	8.8	42.5	24	13.5	6.4	33.8	25.5	9.5	12.8	8.3	6.8	70.3	56
	Mínimo	sd	393	23	37	47	54	4	5	4	4	130	170	14.1	14	235	230	301.5	394.4
	Máximo	sd	744	49	48	79	76	14	12	6	6	315	375	15.2	14.8	287	287	2767.8	2028.6

Pos: ciclo agrícola postrera 2013. Prim: ciclo agrícola primera 2014. D.E: Desviación Estándar. C.V: Coeficiente de Variación. sd: Sin dato

### 5.3. Análisis de adaptabilidad y estabilidad de las variedades

En el Cuadro 4 se muestra el Análisis de varianza realizado para determinar la significancia o no significancia estadística de los factores principales y su interacción.

**Cuadro 4.** Resultados del análisis de varianza y regresión conjunta del rendimiento del grano de las 4 variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en 12 fincas de 6 localidades del municipio de San Dionisio. Matagalpa durante los ciclos agrícolas postrera 2013 y primera 2014.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Porcentaje del total	F	F Probabilidad
Variedades	3	28.4411	0.97		
Fincas	21	1957.11	66.52		
Variedad*Finca	60	956.490	32.51		
<b>Términos del Modelo de Regresión</b>					
Regresión	3	12.8332	0.44	0.258	0.856
Desviación	57	943.656	32.07		

En el cuadro anterior, no se refleja la significancia de los factores principales ni su interacción dado a que no se tenía repeticiones dentro de las fincas, sin embargo, la significancia estadística de la interacción genotipo ambiente se pudo obtener a través de los términos del modelo de regresión. Los resultados reflejan que el modelo de regresión lineal no resultó apropiado en nuestro estudio para explicar la naturaleza de la interacción genotipo por ambiente ( $p=0.856$ ). En otras palabras, la interacción genotipo ambiente no resultó ser una función lineal del efecto ambiental (valores del coeficiente de regresión. b. estadísticamente no diferente de la unidad,  $p = 0.856$ ), principio en el que se basó el análisis realizado.

Debido a la alta contribución mostrada por la Desviación de la Regresión (943.656) a la suma de cuadrados, pudimos determinar la estabilidad de las variedades evaluadas en los ensayos, ya que, en el modelo de regresión propuesto por Eberhart y Russell (1966), citado por Cubero y Flores, (1994) para el análisis de adaptabilidad y estabilidad, fue también considerado como parámetro de estabilidad la Varianza de los Desvíos de la Regresión de cada genotipo. De acuerdo con los autores, un genotipo estable es aquel para el cual se obtiene una mínima Varianza de la Desviación de la Regresión ( $S^2_{di}=0$ ), es decir, que entre más cercano a cero sea el valor de la Desviación de la Regresión, más estable es el genotipo en estudio.

En el **Cuadro 5** se brinda información adicional de algunos estadísticos relacionados con cada una de las variedades en estudio y se puede apreciar que, en lo general, las variedades presentaron un rendimiento de grano muy similar, aunque la contribución de cada una de ellas a la interacción fue distinta, sobresaliendo en este sentido la variedad Rack Sequía como la más estable, lo que dedujimos a partir de su menor valor de la varianza de la desviación de la regresión ( $S_{di}^2 = 8.22$ ).

**Cuadro 5.** Resultados de la Desviación de la Regresión de cada variedad de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con respecto a la media de sus rendimientos durante los ciclos agrícolas postrera 2013 y primera 2014.

Variedad	Media General (kg/ha)	Pendiente (b)	$S_{di}^2$
Guaniseño	640.35	0.95	15.2
INTA Sequía	595.07	0.95	13.6
Rack Sequía	633.89	1.14	8.22
Rojo Seda	711.50	0.96	12.0

$S_{di}^2$ : Cuadrado medio residual (Varianza de la desviación de la regresión)

Los resultados antes descritos resumen el comportamiento agronómico de las variedades estudiadas en dos ciclos agrícolas y en seis localidades. De acuerdo a la información suministrada por los agricultores el rendimiento promedio de grano del cultivo de frijol en el municipio de San Dionisio es de 776.18 a 970.23 kg/ha. Tomando como patrón de comparación estos valores se puede decir que el rendimiento promedio de las variedades fue ligeramente inferior. Estos bajos rendimientos pudieron deberse en parte a las precipitaciones abundantes en postrera 2013 y escasas en primera 2014. En ambos ciclos dichas precipitaciones no fueron uniformes. No obstante, los bajos rendimientos mostrados por las variedades en estudio constituyen una alternativa para las familias campesinas, al obtener con estas variedades rendimientos estables a través del tiempo. Además, bajo las cambiantes condiciones ambientales una característica valorada positivamente hoy en día es la estabilidad del rendimiento, característica mostrada por Rack Sequía. Esta variedad, sin embargo, por el color de grano, que es rojo oscuro tiene poca demanda en el mercado local, aunque es muy apreciada por los agricultores por sus atributos antes mencionados.

## **V. CONCLUSIONES**

Los resultados obtenidos en este estudio y los objetivos planteados al inicio del mismo, nos permiten obtener las siguientes conclusiones:

1. Las variedades criollas y acriolladas evaluadas presentaron mayor variabilidad fenotípica en sus variables en los datos del ciclo agrícola postrera 2013.
2. Las variables; Rendimiento del grano, Número de vainas por planta y Número de plantas a la cosecha, fueron las que mostraron mayor coeficiente de variación en las variedades evaluadas.
3. La variedad que mostró rendimientos más estables en todas las localidades fue Rack Sequia.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Que los ensayos que se realicen a futuro contemplen el control de variables externas al cultivo en donde su variación esté sujeta a control por parte de los investigadores.

Establecer un mayor número de repeticiones por localidad a fin de tener una mayor precisión de los datos y disminuir el error residual del ensayo.

Contemplar análisis multivariados de adaptabilidad y estabilidad varietal para futuros ensayos.

## VII. LITERATURA CITADA

- Cubero, J.; Flores, F. 1994. Métodos estadísticos para el estudio de la estabilidad varietal en ensayos agrícolas. Junta Andalucía Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla. ES. 179 p
- Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Gonzales, L.A.; Tablada, E.M.; Díaz, M.P.; Robledo, C.W.; Balzarini, M.G. 2005. Estadística para las ciencias agropecuarias. (en línea). Córdoba, AR. Editorial Brujas. Consultado 26 abr 2015. Disponible en: <http://agro.uncor.edu/~estad/EstadisticaPCA.pdf>
- FAO. 2013. FAO potencia producción de semillas de calidad en América Latina. América Economía. Negocios e Industrias. Consultado 15 ago. 2014. Disponible en: <http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/fao-potencia-produccion-de-semillas-de-calidad-en-america-latina>
- Franco, A; Vallejo, C. 2002. Mejoramiento genético de plantas. Universidad Nacional de Colombia. Publicación financiada por Dipal. Cali. CO. 402 p.
- INIFOM (Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal. NI). 2014. Ficha municipal: San Dionisio. (en línea). Managua. NI. Consultado: 31 ago. 2014. Disponible en: [http://www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/MATAGALPA/san\\_dionisio.pdf](http://www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/MATAGALPA/san_dionisio.pdf)
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2009. Guía Tecnológica: Cultivo del Frijol. Segunda edición. Managua. NI. 25 p.
- \_\_\_\_\_. 2013. Variedad de frijol INTA Sequia Precoz. (en línea). Consultado 15 ago. 2014. Disponible en: <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/index.php/component/booklibrary/101/view/55/Plegables%20INTA/58/variedad-de-frijol-inta-sequia-precoz>.
- INTA – PAPSSAN (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria - Proyecto de Apoyo a la Producción de Semillas de granos básicos para la Seguridad Alimentaria de Nicaragua). 2013a. Guía Metodológica de Fitomejoramiento Participativo en los Cultivos de: Maíz. Frijol. Arroz y Sorgo (en línea). Managua. NI. Consultado 10 ago. 2014. Disponible en: <http://intapapssan.info/wp-content/uploads/2013/07/Gu%C3%ADaFitomejoramientoParticipativo2013.pdf>
- \_\_\_\_\_. 2013b. Informe Final: “Elaboración de mapas de adaptación agroecológica de granos básicos en las zonas de intervención del Proyecto PAPSSAN” (en línea). Managua. NI. Consultado 12 ago. 2014. Disponible en: <http://intapapssan.info/wp-content/uploads/2013/12/InformeFinalMapas2013.pdf>
- Jarquín, A. E.; Vega, L. I. 2013. Caracterización, evaluación preliminar y adaptabilidad de cuatro variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en tres localidades de San Ramón. Matagalpa, postrera 2012. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua. NI. 43 p.

- MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal). 2013. Boletín Informativo año 2. No 14: Presidente Daniel Ortega inaugura ciclo agrícola 2013 – 2014 (en línea). Managua. NI. Consultado 14 ago. 2014. Disponible en: <http://www.magfor.gob.ni/boletines.html?v=RECURSOS/media/boletines/boletin14.swf>
- Mercer. K.; Perales. H. 2010. Evolutionary response of landraces to climate change in centers of crop diversity. (en línea). Evolutionary Applications. 3: 480-493. Consultado 29 oct. 2014. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3352508/pdf/eva0003-0480.pdf>
- Monge L. A. 1994. Cultivo del Frijol. Los Cultivos Básicos en Costa Rica, fascículo n. 4. Segunda edición. San José. CR. Editorial EUNED. 68 p.
- PCaC – UNAG (Programa de Campesino a Campesino – Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos). 2014. Guía departamental de variedades criollas y acriolladas de granos básicos Matagalpa. Nicaragua 2014. Matagalpa. NI. 28 p.
- Rosas. J. C. 1998. El Cultivo del Frijol Común en América Tropical. Zamorano. Honduras. Zamorano Academic Press. Tegucigalpa. HN. 52 p.
- \_\_\_\_\_. 2003. El Cultivo del Frijol Común en América Tropical. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 2da edición, Imprenta Litocom, Tegucigalpa, HN, 57 p.
- Tapia. H.; Camacho. A. 1988. Manejo integrado de la producción de frijol basado en labranza cero. Editorial GTZ. Managua. NI. 181. P
- White, J. 1985. Frijol investigación y producción: Conceptos de fisiología del frijol. (en línea). Editorial XYZ. Cali, CO. Consultado 22 junio de 2015. Disponible en: [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/pnabf466.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnabf466.pdf)