

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Graduación

Caracterización, evaluación preliminar y adaptabilidad de tres variedades locales y una variedad mejorada de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en cinco localidades de San Dionisio, Matagalpa durante Postrera 2017 – Primera 2018

AUTORES

Br. Francisco José León González

Br. Vladimir de Jesús González Hernández

ASESOR

PhD. Oscar Gómez Gutiérrez

Managua, Nicaragua

Octubre, 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



Trabajo de Graduación

Caracterización, evaluación preliminar y adaptabilidad de tres variedades locales y una variedad mejorada de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en cinco localidades de San Dionisio, Matagalpa durante Postrera 2017 – Primera 2018

AUTORES

Br. Francisco José León González

Br. Vladimir de Jesús González Hernández

ASESOR

PhD. Oscar Gómez Gutiérrez

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

Managua, Nicaragua

Octubre, 2019

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE DE CUADROS.....	iv
INDICE DE FIGURA.....	v
INDICE DE ANEXOS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General	3
2.2. Objetivos Específicos.....	3
III.MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1. Ubicación del ensayo	4
3.2. Descripción general de las condiciones agroclimáticas en los ensayos establecidos.	4
3.3. Diseño metodológico	5
3.4. Variables evaluadas.....	5
3.5. Manejo del ensayo	8
3.6. Análisis de datos	9
3.7. Análisis de adaptabilidad	10
IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
4.1. Registro general de plagas y enfermedades registradas en los ciclos agrícolas de Postrera 2017 y Primera 2018.....	11
4.2. Descripción de los resultados de las variables cualitativas	11
4.3. Descripción de los resultados de las variables cuantitativas	12
4.4. Análisis de Adaptabilidad	14
4.4.1. Adaptabilidad y estabilidad agronomica de las variedades y localidades en estudio	15
V.CONCLUSIONES.....	18
VI.RECOMENDACIONES.....	19
VII.LITERATURA CITADA.....	20
VIII.ANEXOS	22

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis de grado lo dedico primeramente a Dios, por darme la sabiduría y paciencia para culminar mi carrera, por la vida y el entendimiento para enfrentar los diferentes problemas.

A mis Padres, **Dra. Hassalia González Robles e Ing. Francisco León González**, quienes me dieron todo su esfuerzo y dedicación para ayudarme en todo momento de manera incondicional, para hacer posible este logro.

A mi familia y amigos por brindarme su incondicional apoyo, el cual fue fundamental en mi formación profesional.

A cada uno de los profesores, que aportaron sus conocimientos para poder consolidar mi aprendizaje y lograr mi formación como profesional, les agradezco de todo corazón por sus valiosas enseñanzas.

A mi amigo y compañero de tesis **Br. Vladimir González Hernández** por su apoyo incondicional en todo el trayecto de la tesis.

Br. Francisco José León González

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis de grado para optar a mi título de Ingeniero Agrónomo se lo dedico primeramente a Dios padre todo poderoso que ilumino mi camino con mucha sabiduría.

A mi madre **Luisa Hernández** por su amor incondicional y en especial a mi padre **Ing. Eder Vladimir González** que me apoyo en todo momento de mi carrera y seguir por el buen camino.

A mis abuelos y tíos por siempre creer en mí y darme apoyo en mi camino a convertirme en un profesional.

A mi novia **Ethel Hernández** que me apoyo en los malos momentos y alentarme siempre a ser mejor cada día y superar todos mis obstáculos.

A todos los profesores que instruyen a todos sus alumnos y en especial a mi tutor **Dr. Oscar Gómez Gutiérrez** por dedicar su tiempo a apoyarnos y crecer en nuestra formación para culminar nuestros estudios.

A mi amigo y compañero de tesis **Br. Francisco José León González** por dedicar su tiempo en nuestra tesis y apoyarme en el trascurso de nuestra carrera.

Br. Vladimir González Hernández

AGRADECIMIENTOS

A Dios, nuestro señor por habernos dado la vida, la salud y el tiempo para culminar este trabajo y alcanzar una de nuestras metas.

A nuestro asesor y amigo, **Dr. Oscar José Gómez Gutiérrez**, por todas sus enseñanzas y orientaciones que nos brindaron y sobre todo por dedicar su valioso tiempo durante la realización de este trabajo.

A la ONG suiza de cooperación al desarrollo (SWISSAID) y al programa de campesino a campesino (PCaC) quienes facilitaron la ayuda económica para la realización de este ensayo.

A los productores que nos brindaron su ayuda para la recolección de información en las distintas localidades en donde se realizó el estudio.

A nuestros amigos, **Br. José Sánchez, Br. Rigoberto Aguirre, Br. Jerome Rivera, Br. Eliar Navarrete y Br. Juan Díaz** que nos brindaron su apoyo en cada momento de nuestra carrera.

A la Universidad Nacional Agraria (UNA), Facultad de Agronomía (FAGRO) y a todos los docentes de la facultad, que a lo largo de la carrera contribuyeron a la meta que nos propusimos, ya que sin las oportunidades brindadas y sus enseñanzas no hubiese sido posible la culminación de esta labor, ni desarrollarnos en nuestra formación como profesional.

Br. Francisco José León González

Br. Vladimir de Jesús González Hernández

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Características físicas y agroclimáticas de las cinco localidades del municipio de San Dionisio, departamento de Matagalpa donde se establecieron los ensayos de cuatro variedades de frijol común en Postrera 2017-Primera 2018	4
2	Características agromorfológicas de la variedad mejorada INTA Rojo evaluada en cinco localidades del municipio de San Dionisio, departamento de Matagalpa, en los ciclos agrícolas de Postrera 2017-Primera 2018	5
3	Códigos para clasificar los colores de las flores	6
4	Códigos para clasificar los colores de las vainas	7
5	Códigos para clasificar los colores de las semilla	8
6	Conteo de variables cualitativas en una muestra de 25 plantas, registradas en cinco localidades del municipio de San Dionisio, departamento de Matagalpa en el ciclo agrícola de Postrera 2017	12
7	Estadísticas descriptivas de variables cuantitativas de cuatro variedades de frijol común, en cinco localidades del municipio de San Dionisio, departamento de Matagalpa, durante los ciclos agrícolas Postrera 2017-Primera 2018	13
8	Resultado del análisis de varianza del modelo de efectos principales aditivos e multiplicativo (AMMI)	15

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Representación gráfica de los datos del Componente Principal de la Interacción (CPI-1) versus el rendimiento promedio de cuatro variedades de fríjol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) de cinco localidades y 4 variedades.	17

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Distribución de las precipitaciones acumuladas (mm) y temperaturas promedias (°C) registradas durante los meses de septiembre a noviembre, en 5 localidades del municipio San Dionisio, departamento de Matagalpa, durante el ciclo agrícola Postrera 2017.	22
2	Distribución de las precipitaciones acumuladas (mm) y temperaturas (°C) registradas durante los meses de mayo a agosto, en las cinco localidades del municipio San Dionisio, departamento de Matagalpa, durante el ciclo agrícola primera 2018.	23
3	Conteo global de plantas afectadas por plagas en cada variedad durante el ciclo agrícola postrera 2017	24
4	Conteo global de plantas afectadas por plagas en cada variedad durante el ciclo agrícola primera 2018	25
5	Conteo global de plantas afectadas por enfermedades en cada variedad durante el ciclo agrícola postrera 2017	26

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar y evaluar preliminarmente la adaptabilidad de cuatro variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), teniendo como referencia el rendimiento de dichas variedades locales y mejorada presente en las localidades de San Dionisio, Matagalpa. Los ciclos agrícolas evaluados fueron postrera 2017 y primera 2018, donde se ocuparon semillas locales como Rojito, Moro y Nincheño; semilla mejorada como INTA Rojo. Las localidades donde se realizaron los ensayos son: La Laguna, Piedra Colorada, Bonete, Wibuse y Susuli. Las variedades se establecieron en parcelas de 10 metros de longitud y 5 metros de ancho, con una parcela útil delimitada de 6 metros de longitud por 3 metros de ancho. Para la caracterización se evaluó 10 variables cuantitativas para crecimiento y desarrollo, donde se utilizó la estadística descriptiva y para la caracterización cualitativa (color de la vaina, flor y semilla) se utilizó el cuadro de colores descrito por Muñoz *et al.* (1993). El análisis de adaptabilidad se realizó por medio del modelo de efectos principales aditivos e interacción multiplicativa (AMMI), según Cubero, J; Flores, F (1994). Con respecto a la adaptabilidad, las variedades en estudio presentaron valores similares, siendo la de mayor adaptabilidad la variedad local Rojito, mostrando un rendimiento en las diferentes localidades de 549.2 kg ha⁻¹, seguido de las variedades locales Nincheño (546.6 kg ha⁻¹) y Moro (540.3 kg ha⁻¹). Además de ello, la variedad INTA Rojo (472.6 kg ha⁻¹) obtuvo un valor por debajo al rendimiento promedio de las variedades antes mencionadas. En base a los resultados descritos, estos facilitan una evidencia para aceptar la segunda hipótesis alternativa la cual indica que al menos una de las cuatro variedades en estudio presenta una adaptabilidad diferente bajo las condiciones ambientales y de manejo en las distintas localidades en estudio.

Palabras Claves: Frijol Común, evaluar, adaptabilidad, variedades, variables, ciclos, locales

ABSTRACT

This paper aims to characterize and preliminary evaluate the adaptability of four varieties of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.), having as reference the yield of these local and improved varieties present in the localities of San Dionisio, Matagalpa. The agricultural cycles evaluated were second harvest 2017 and first harvest 2018, where local seeds such as Rojito, Moro and Nincheño were occupied; Improved seed like INTA Rojo. The locations where the tests were carried out are: La Laguna, Piedra Colorada, Bonete, Wibuse and Susuli. The varieties were established in plots 10 meters long and 5 meters wide, with a useful plot of 6 meters long and 3 meters wide. For the characterization, 10 quantitative variables were evaluated for growth and development, where descriptive statistics were used and for the qualitative characterization (pod, flower and seed color) the color chart described by Muñoz *et al.* (1993). The adaptability analysis was performed using the main additive effects and multiplicative interaction (AMMI) model, according to Cubero, J; Flores, F (1994). With respect to adaptability, the varieties under study presented similar values, the Rojito local variety being the most adaptable, showing a yield in the different locations of 549.2 kg ha⁻¹, followed by the local Nincheño varieties (546.6 kg ha⁻¹) and Moro (540.3 kg ha⁻¹). In addition, the INTA Rojo variety (472.6 kg ha⁻¹) obtained a value below the average yield of the aforementioned varieties. Based on the results described, these provide evidence to accept the second alternative hypothesis which indicates that at least one of the four varieties under study presents a different adaptability under the environmental and management conditions in the different locations under study.

Key words: Common bean, evaluate, adaptability, varieties, variables, cycles, localities

I. INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo importante para la alimentación humana por su alto contenido de proteína (INTA, 2009). En 100 g de frijol hay de 6.4 a 7.6 g de proteína, 52 a 76 g de carbohidratos, 1.5 a 6.2 g de lípidos y 14 a 19 g de fibra. (Ulloa, J., *et al*, 2011, p.6).

El frijol se siembra en todos los departamentos del país, entre los que destacan los departamentos Matagalpa y Jinotega, con una superficie de más de cien mil manzanas a la producción de frijol, que constituye más del 30% del total del área sembrada en el país y se produce durante todo el año. (INTA, 2009, p.3)

Las variedades criollas y acriolladas por siglos han sido mejoradas y conservadas por manos campesinas e indígenas nicaragüenses; adaptándolas a condiciones ambientales diversas, de acuerdo al interés productivo y alimentario de las comunidades. Al cultivarse estas en diversos ambientes y bajo diferentes formas de manejo, se encuentran en un constante proceso de adaptación y evolución, existiendo en la actualidad una amplia diversidad de variedades.

Los pequeños agricultores son los protagonistas de la actividad productiva del frijol, se estima que unos 200 mil pequeños y medianos productores cultivan el grano a nivel nacional en un área total de aproximadamente 225 mil hectáreas alrededor de todo el país. Sin embargo, este rubro sigue enfrentando problemas, por la falta de financiamiento, poca tecnología y altos costos que perjudican a los campesinos que lo cultivan. (Estrada, Morales, & Emmanuel., 2015, p.31).

El frijol es un alimento que cada día toma mayor relevancia en la economía nacional, debido al crecimiento que registra en las exportaciones. Según CETREX (2018) durante los últimos dos años las exportaciones de frijol han incrementado de 73, 650,769.9 kg exportados en 2017 a 78, 244,954.9 kg exportados en 2018.

La diversidad genética entre y dentro de las poblaciones criollas la convierten en una fuente invaluable y con potencial para donar genes para el desarrollo y el mantenimiento de variedades y para el uso directo por los agricultores (Soleri y Smith, 1995, p. 77).

La diversidad de variedades criollas y a acriolladas de frijol en Nicaragua es amplia, sin embargo, la información sobre ellas no es completa sobre todo en el marco del cambio climático en el que,

además, de las características relacionadas con la productividad bajo condiciones agronómicas favorables, se debe prestar atención a características que permitan la adaptabilidad de las variedades en general a las cambiantes condiciones ambientales (Mercer y Perales, 2010, p. 480-493).

La caracterización, como cualquier otra actividad, tiene sus herramientas y procesos, en este caso la herramienta de trabajo es el descriptor. La caracterización ex situ responde a la necesidad utilitaria del agricultor, realizando ensayos en el campo, tratando de diferenciar variedades, utilizando características morfológicas. Si tenemos en cuenta que debemos diferenciar variedades para demostrar la riqueza de los cultivos nativos debemos utilizar una misma medida, es decir, la misma herramienta, en este caso específico los mismos descriptores (INIEA, 2006, p.11).

La caracterización de las variedades de frijol es de vital importancia para obtener información sobre sus potenciales y limitación que podrían ser de mucha utilidad tanto para los fitomejoradores como para los productores de semilla, repercutiendo en el agro nicaragüenses (Vallejos & Martinez, 2005). En los últimos años muchos esfuerzos han sido realizados con el propósito de dar a conocer la riqueza fenotípica y genotípica de los materiales criollos, acriollados y silvestres del frijol común explotados en diferentes zonas agroecológicas, Un ejemplo es el “Catálogo de frijoles criollos rojo seda de Las Segovias” publicado en 2010 (INTA, 2014, p.4).

Tomando en cuenta lo antes mencionado como base, se realizó el presente trabajo con el fin de caracterizar, evaluar preliminarmente y determinar la adaptabilidad de cuatro variedades de frijol común en distintas comunidades del municipio de San Dionisio, departamento de Matagalpa. La información combinada de los aspectos antes mencionados permitirá, primero, conocer los materiales para, luego utilizarlos de la mejor manera posible y con ello asegurar su mantenimiento en los campos de los agricultores para hacer posible la realización de este estudio.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- Identificar las virtudes y debilidades de las variedades locales de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) que se cultivan en cinco localidades del municipio de San Dionisio, departamento de Matagalpa durante los ciclos agrícolas de postrema 2017 y primera 2018.

2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar morfológicamente cuatro variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en cinco localidades del municipio de San Dionisio, departamento de Matagalpa durante los ciclos agrícolas de postrema 2017 y primera 2018.
- Determinar el rendimiento, estabilidad y adaptabilidad de cuatro variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) estudiadas en cinco localidades del municipio de San Dionisio, departamento de Matagalpa durante los ciclos agrícolas de postrema 2017 y primera 2018.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del ensayo

El trabajo se realizó en cinco comunidades del municipio de San Dionisio, Matagalpa, en los ciclos agrícolas postrera 2017 y primera 2018. Las fechas del establecimiento se describen en el Cuadro 1., completadas con información sobre las características físicas del suelo y condiciones agroclimáticas de los sitios donde se establecieron los ensayos.

Cuadro 1. Características físicas y agroclimáticas de las cinco localidades del municipio de San Dionisio, departamento de Matagalpa donde se establecieron los ensayos de cuatro variedades de frijol común en Postrera 2017-Primera 2018

Localidad	Fecha de Siembra		Altitud (msnm)	Drenaje	Profundidad del suelo (cm)	pH	T °C	Precipitaciones (mm)
	Postrera 2017	Primera 2018						
Susuli	03/10/17	13/6/18	721	Regular	25	5	25	690
Wibuse	19/09/17	1/6/18	746	Bueno	30	6	25	620
Bonete	26/09/17	11/6/18	682	Bueno	30	6	26	910
Piedra Colorada	08/10/17	12/6/18	747	Bueno	30	6	24	780
La Laguna	08/10/17	14/6/18	641	Bueno	30	6	27	510

3.2. Descripción general de las condiciones agroclimáticas en los ensayos establecidos.

En base a la información descrita en el Cuadro 1, las características físicas y agroclimáticas de las localidades donde se establecieron las parcelas, fueron agrónomicamente adecuadas ya que, en lo general, los indicadores reflejados en dicho cuadro, coinciden con aquellos sugeridos por el INTA (2009), quien describe los rangos de adaptación y zonificación ecológica del frijol común en Nicaragua. Respecto a las precipitaciones acumuladas en postrera 2017 y primera 2018 estas oscilaron entre 50 y 1287 mm (Anexo 1 y 2), por ello algunas parcelas se vieron afectadas por las precipitaciones principalmente en la comunidad el bonete.

3.3. Diseño metodológico

En este estudio se evaluaron las cuatro variedades siguientes: INTA Rojo (variedad mejorada), Nincheño, Rojito y Moro (Locales). Con respecto a las características agromorfológicas de las variedades, solo presenta información de la variedad mejorada INTA Rojo, la cual se describe en el (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características agromorfológicas de la variedad mejorada INTA Rojo evaluada en cinco localidades del municipio de San Dionisio, departamento de Matagalpa, en los ciclos agrícolas de Postrera 2017-Primera 2018

Características agromorfológicas	INTA Rojo
Días a madurez fisiológica	66-68
Días a cosecha	73-75
Resistencia a	Mosaico dorado
Tolerante a	Roya y Sequias
Susceptible a	Bacteriosis
Color de la semilla	Rojo vino brillante

El diseño en campo consistió en cuatro parcelas con dimensiones de cinco metros de ancho por diez metros de largo, tomando como parcela útil un área de tres metros de ancho por seis metros de largo. Las distancias de siembra fueron de cincuenta centímetros entre surco y 6 semillas por metro lineal. Por cada localidad se estableció una sola repetición tanto en Postrera 2017 como en Primera 2018.

3.4. Variables evaluadas

En este estudio las variables cualitativas fueron tomadas durante el ciclo agrícola postrera 2017, las cuales se clasificaron en categorías específicas de manera visual, en base al cuadro de colores elaborado por Muñoz *et al.* (1993). El tamaño de la muestra de donde se obtuvieron los datos de las variables cualitativas fue de 25 plantas por variedad. En el caso de las variables cuantitativas fueron tomadas tanto en postrera 2017 como en primera 2018, el tamaño de muestra fue de 25 plantas por variedad.

Registro de plagas y enfermedades

Se tomó una muestra de 25 plantas en los surcos centrales de cada parcela útil de las cuatro variedades en todas las localidades en estudio, registrando las plantas que fueron afectadas por plagas y enfermedades, para posteriormente calcular un conteo global de las plantas dañadas en cada variedad.

En estado de plántula

Días a emergencia: En la variable días a emergencia, se determinó el número de días transcurridos desde la siembra hasta el momento en el que 50% de la población estimada emergió.

Días a floración: Para la variable días a floración, se realizó mediante el cálculo del número de días desde que se efectuó la siembra hasta el momento en que se produjo la apertura del último botón floral de la última planta.

Color de la flor: Se escogió una flor del racimo floral del cuarto nudo, observando más detenidamente las alas. La toma de este dato se realizó cuando el 50% de las plantas presentaron flores, tomando una muestra de 25 plantas por variedad.

Cuadro 3. Códigos para clasificar los colores de las flores

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

Al momento de la madurez fisiológica

Días a madurez fisiológica: Se calculó la cantidad de días transcurridos desde la siembra de la semilla hasta que se observa un cambio de color en las vainas del 50% de las plantas.

Al momento de la cosecha

Días a cosecha: Se tomó la cantidad de días desde la siembra hasta el momento en el que la semilla alcanza la madurez de campo; es decir, la semilla debe de tener un grado de humedad entre el 16 % y el 18 %, con un 90% de defoliación de la planta.

Color de la vaina: Se tomó en cuenta las vainas correspondientes al cuarto nudo, considerando como número uno el de los cotiledones, tomando 25 plantas como muestra por cada variedad.

Cuadro 4. Códigos para clasificar los colores de las vainas

Código	Color
1	Crema
2	Café
3	Morado
4	Crema con pigmentos morados
5	Café con pigmentos morado
6	Habano o café claro

Plantas de la parcela útil: Se contabilizó el número de plantas que se tomaron al momento de la cosecha. La variable de número de vainas por planta, se realizó mediante un conteo de las vainas que al menos tenían una semilla en cada planta muestreada.

Número de granos por vaina: Se utilizaron dos vainas por plantas muestreadas. Del total de las plantas muestreadas en la variable anterior se tomaron cinco vainas al azar por planta y se contaron el número de granos por cada vaina. Posteriormente se calculó el valor promedio.

Número de plantas a la cosecha: Se contabilizó la cantidad de total de plantas en la parcela útil de las cuatro variedades.

Contenido de humedad de las semillas: Se determinó mediante un medidor de humedad portátil marca Dickey John; Multi-Grain.

Peso de 1000 semilla: Se obtuvo en gramos, en la cual se utilizó una balanza para conocer el peso de las 1000 semillas.

Rendimiento de la parcela útil: Se realizó al momento de la cosecha, determinando el peso de semilla por parcela útil de cada variedad en el cual el dato fue obtenido en kg.

Color primario de la semilla: Se evaluó cuando la semilla estaba seca y recién cosechada. El color primario de la semilla se calificó de acuerdo al cuadro de colores, de los descriptores varietales propuesto por Muñoz *et al.* (1993).

Cuadro 5. Códigos para clasificar los colores de las semillas

Código	Color
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

3.5. Manejo del ensayo

Este trabajo se realizó mediante una investigación participativa que fue llevada a cabo con los productores, quienes seleccionaron las variedades y localidades a evaluar, además estos les dieron el manejo agronómico a los ensayos establecidos.

La preparación del suelo consistió en una serie de operaciones empezando con la limpieza manual del terreno utilizando machete (chapoda). Esta actividad se realizó quince días antes de la siembra. Posteriormente se delimitó en el área del ensayo.

La siembra se realizó en surcos, sembrando 6 semillas por metro lineal. El control de malezas se llevó a cabo de forma manual utilizando azadones y machetes durante los primeros 30 días después de la siembra. Para el control de plagas y enfermedades no se aplicó ningún insumo químico. La Cosecha se llevó a cabo después que todas las plantas de la parcela útil mostraran un 50% de cambio de coloración en las vainas.

3.6. Análisis de datos

El análisis de las variables cuantitativas se llevó a cabo mediante el uso de la estadística descriptiva.

Las estadísticas descriptivas calculadas para las variables cuantitativas fueron:

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

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

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

$$S = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

Máximo: es el valor de los datos que es mayor o igual que todos los demás valores de nuestro conjunto de datos.

Mínimo: es el valor de los datos que es menor o igual que todos los demás valores de nuestro conjunto de datos.

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

$$CV(\%) = \frac{S}{\bar{X}} * 100$$

3.7. Análisis de adaptabilidad

El análisis de adaptabilidad se realizó mediante el modelo de efectos principales aditivos e interacción multiplicativa (AMMI). Los programas estadísticos utilizados fueron, Excel 2013 (Microsoft) y CropStat versión 7.2.

Formula del modelo AMMI según Cubero, J; Flores, F (1994).

$$y_{ge} = \mu + \alpha g + \beta e + \sum \lambda_n \tau_{gn} \delta_{en} + \theta_{ge}$$

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 Componente Principales).

θ_{ge} : Error

Los programas estadísticos utilizados fueron Excel 2013, Infostat 2018 y CropStat v7.2

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Registro general de plagas y enfermedades registradas en los ciclos agrícolas de Postrera 2017 y Primera 2018

Plagas registradas en los ciclos agrícolas Postrera 2017 y Primera 2018

Con relación a las plagas, estas se presentaron de manera irregular en los ciclos agrícolas considerados. Durante el ciclo Postrera 2017 (Anexos 3), se presentaron afectaciones de tres plagas, (*Sarasinula plebeia*), (*Diabrotica spp*) y (*Bemisia tabaci*) en las 4 variedades en estudio, siendo la variedad INTA Rojo (49 plantas) la variedad más afectada, seguida de las variedades Moro (46 plantas), Rojito (42 plantas) y por último la variedad Nincheño (28 plantas). Durante el ciclo primera 2018 se presentaron las mismas plagas antes mencionadas, presentándose mayormente en la variedad Rojito con 67 plantas afectadas del total, seguidas de las variedades Moro y Nincheño con 49 y 38 plantas afectadas respectivamente y por último la variedad INTA Rojo con 29 plantas afectadas.

Enfermedades registradas en los ciclos agrícolas Postrera 2017

Con respecto a las enfermedades, éstas se presentaron únicamente en el ciclo postrera 2017 (ver Anexo 5). Siendo la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), roya (*Uromyces appendiculatus*) y la mancha angular (*Pseudocercospora griseola*) las enfermedades tuvieron regularidad en las distintas variedades en estudio, presentando mayor afectación en la variedad Nincheño con 100 plantas afectadas, seguidas de las variedades Moro y Rojito con 95 y 76 plantas afectadas respectivamente y por último la variedad INTA Rojo con 74 plantas afectadas.

4.2. Descripción de los resultados de las variables cualitativas

En el Cuadro 3, se presentan las frecuencias absolutas para cada una de las variables estudiadas. Las variedades Moro y Nincheño se diferenciaron de rojito e INTA Rojo en el color de la flor, de la vaina y de la semilla. En el primer grupo las flores, vainas y semillas presentaron el color morado (excepto Moro cuyas semillas fueron de color crema) y en el segundo grupo se apreció el color blanco, para las dos primeras variables cualitativas y el color rojo para la última.

Cuadro 6. Conteo de variables cualitativas en una muestra de 25 plantas, registradas en cinco localidades del municipio de San Dionisio, departamento de Matagalpa en el ciclo agrícola de Postrera 2017

Variedad	Códigos del color						
	Color de la Flor		Color de la Vaina		Color de la Semilla		
	Morado	Blanco	Morado	Crema	Crema	Morado	Rojo
	(5)	(1)	(3)	(1)	(6)	(14)	(13)
Moro	25		25		25		
Nincheño	25		25			25	
Rojito		25		25			25
INTA Rojo		25		25			25

4.3. Descripción de los resultados de las variables cuantitativas

En las variables altura de panta, número de vainas por planta, número de plantas a la cosecha y rendimiento promedio de grano se registraron los mayores valores del coeficiente de variación (Cuadro 7) muy superiores al 20%, valor que según Dicovskiy (2010), se pueden considerar como aceptables en ensayos agronómicos. Aunque en estudios de mejoramiento de plantas, una población con coeficientes de variación superiores al 20%, es deseable ya que puede indicar la presencia de variabilidad genética sobre la cual practicar selección. Una posible razón de los altos valores observados de los coeficientes de variación de las variables cuantitativas mencionadas anteriormente, pudo estar asociada al proceso de muestreo que dio origen a los datos que se analizaron.

Por otro lado, las variables que mostraron una menor variación en sus datos fueron días a floración, días a madurez fisiológica, número de semillas por vaina y peso de 1000 semillas, presentando coeficientes de variación inferiores al 20%.

Con respecto al rendimiento de grano, en general fue bajo, tomando como referencia el promedio nacional que es de 886.23 kg ha⁻¹ (MAGFOR, 2012). Además, todas las variedades superaron a la variedad mejorada INTA Rojo que registró el menor valor promedio con 465 kg/ha (Cuadro 7).

Factores tales como una baja densidad poblacional (reducción con relación a la densidad teórica esperada entre el 24.3 y el 31.1%), poco o nulo control de plagas y enfermedades y condiciones ambientales inapropiadas para el cultivo del frijol, pudieron incidir negativamente en el valor promedio del rendimiento de grano.

Cuadro 7. Estadísticas descriptivas de variables cuantitativas de cuatro variedades de frijol común, evaluadas en cinco localidades del municipio de San Dionisio, departamento de Matagalpa, en Postrera 2017 y Primera 2018

Variables Cuantitativas	Estadístico	Moro	Rojito	Nincheño	INTA Rojo
Altura planta (cm)	\bar{X}	70.4	54.9	60.4	66.2
	Mínimo	27	21	20	22
	Máximo	90	90	90	90
	S	19.9	18.5	18.5	18.8
	C.V. (%)	28.2	33.8	30.7	28.3
Días a Floración	\bar{X}	35.4	36.8	31.7	33.9
	S	2.6	2.7	2.7	2.8
	Mínimo	31	35	28	30
	Máximo	38	38	37	40
	C.V. (%)	7.3	7.4	8.6	8.1
Días a Madurez Fisiológica	\bar{X}	59.7	60.5	58.1	59.1
	S	6.5	7.0	6.5	6.3
	Mínimo	53	51	53	52
	Máximo	70	72	70	70
	C.V. (%)	10.8	11.6	11.2	10.6
Numero de Vainas por Planta	\bar{X}	8.9	5.2	7.9	7.1
	S	2.5	2.5	2.6	2.6
	Mínimo	5	4	3	4
	Máximo	12	10	12	13
	C.V. (%)	28.4	47.2	32.9	36.6

VARIABLES CUANTITATIVAS	ESTADÍSTICO	MORO	ROJITO	NINCHEÑO	INTA ROJO
Numero de Semillas por Vainas	\bar{X}	5.9	5.4	5.6	5.1
	S	0.7	0.8	0.7	0.7
	Mínimo	4	4	4	4
	Máximo	7	7	6	6
	C.V. (%)	11.8	14.5	13.0	14.1
Plantas Cosechadas	\bar{X}	167.6	171.0	181.8	165.3
	S	56.2	59.5	56.0	57.2
	Mínimo	94	58	100	60
	Máximo	198	200	210	211
	C.V. (%)	33.5	34.8	30.8	34.6
Rendimiento de Grano (kg/ha)	\bar{X}	530.1	519.4	523.6	465.0
	S	257.8	241.0	240.8	236.2
	Mínimo	207	69	86	71
	Máximo	981	895	1124	1036
	C.V. (%)	48.6	46.4	46.0	50.8
Peso de 1000 Semillas (g)	\bar{X}	217.2	238.8	211.2	256.8
	S	34.9	35.1	36.1	35.1
	Mínimo	200	190	170	200
	Máximo	270	310	270	300
	C.V. (%)	16.1	14.7	17.1	13.7

Nota: \bar{X} : Media; S^2 : Varianza; S: Desviación estándar; C.V: Coeficiente de variación; cm: Centímetro; kg: Kilogramo; ha: hectáreas; g: gramo.

4.4. Análisis de Adaptabilidad

Para el estudio de la adaptabilidad de las cuatro variedades en estudio se utilizó el modelo de efectos principales aditivos e interacción multiplicativa (AMMI). El análisis de varianza permitió la detección de la Interacción Variedad x Localidad, (Cuadro 8).

Cuadro 8. Resultado del análisis de varianza del modelo de efectos principales aditivos e multiplicativo (AMMI)

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Porcentaje del total	Cuadrado medio	F	F Probabilidad
Variedad	3	20083.0	2.2	6694.34		
Localidad	4	764992	83.7	191248		
Variedad x Localidad	12	129000	14.1	10750.0		
CPI-1	6	92404.9	10.1	15400.8	2.53	0.142
CPI-2	4	35933.2	3.9	8983.29	27.16	0.035
CPI-3	2	661.436	0.1	330.72	****	1.000
Total	19	914075				

Nota: CPI (Componente Principal de la Interacción)

En el Cuadro 5 no se presentan las significancias de los efectos principales Variedad, Localidad y tampoco de la interacción Variedad x Localidad, debido a que en cada localidad solo se estableció una repetición por cada variedad. Sin embargo al comparar la suma de cuadrados de las fuentes de variación en estudio antes mencionadas con la suma de cuadrados total se pudo observar el efecto (en porcentaje) de la Localidad (83.7%), de la variedad (2.2%) y de la Interacción Variedad x Localidad (14.1%). En el mismo cuadro se puede apreciar la contribución de los Componentes Principales de la Interacción. Resultando estadísticamente significativo el CPI-2 ($p= 0.035$).

4.4.1. Adaptabilidad y estabilidad agronómica de las variedades y localidades en estudio

En la Figura 1, en el eje de la abscisa se indican los efectos principales de las variedades y de las localidades consideradas en este ensayo y en el eje de las ordenadas se tiene los puntajes AMMI de la interacción variedad por localidad. Por otro lado, el eje de las ordenadas indica la contribución de las variedades y de las localidades a la interacción genotipo por localidad y de esta manera estimar la estabilidad de las variedades y de los ambientes.

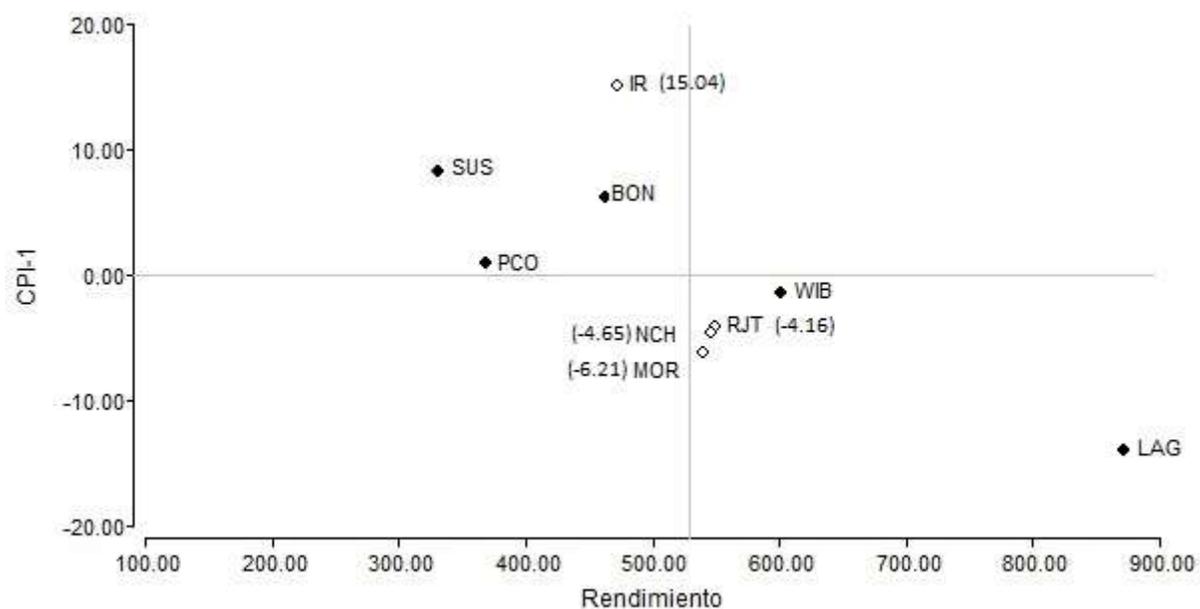
De acuerdo al modelo AMMI, el cual indica que el valor más cercano a cero es el más estable, los resultados indican que la variedad local Rojito fue la que presentó una mayor estabilidad (-4.19), seguido de las variedades locales Nincheño (-4.65) y Moro (-6.21), por último la variedad mejorada INTA Rojo fue la que presentó una menor estabilidad (15.04). Figura 1.

Con respecto a la adaptabilidad, las variedades en estudio presentaron valores similares, siendo la de mayor adaptabilidad la variedad local Rojito, mostrando un rendimiento en las diferentes localidades de 549.2 kg ha⁻¹, seguido de las variedades locales Nincheño (546.6 kg ha⁻¹) y Moro (540.3 kg ha⁻¹). Esto demuestra lo dicho por Finlay y Wilkinson (1963, p.742-754), que definen la adaptabilidad como la capacidad de algunos genotipos para comportarse óptimamente en un amplio rango de ambientes.

Las interacciones positivas entre variedades y localidades que se aprecian en la Figura 1, se observa que las variedades locales Moro, Rojito y Nincheño mostraron un buen rendimiento de grano esencialmente en las localidades de Wibuse y La Laguna.

El rendimiento promedio en general del municipio de San Dionisio en la producción de frijol fue de 527.2 kg ha⁻¹. En este caso tres variedades de frijol (Nincheño, Rojito y Moro), mostraron valores en cuanto a rendimiento superior al valor promedio antes mencionado. Además de ello, la variedad INTA Rojo (472.6 kg ha⁻¹) obtuvo un valor por debajo al rendimiento promedio de las variedades, posiblemente por las afectaciones por plagas. En el ámbito nacional el rendimiento promedio de frijol es de 886.23 kg ha⁻¹ (MAGFOR, 2012), en base a esto, el rendimiento de la localidad La Laguna (971.48 kg ha⁻¹), fue el único que supero el rendimiento nacional.

En base a los resultados descritos, estos facilitan una evidencia para aceptar la segunda hipótesis alternativa la cual indica que al menos una de las cuatro variedades en estudio presenta una adaptabilidad diferente bajo las condiciones ambientales y de manejo en las distintas localidades en estudio. Dicha hipótesis se cumplió a cómo podemos observar en la Figura 1, tanto los valores promedio del rendimiento de grano, así como los de estabilidad (valores AMMI) mostraron diferentes en dependencia de los tipos de variedades en estudio.



Variedades: ○ MOR (Moro), ○ RJT (Rojito), ○ NCH (Nincheño), ○ IVB (INTA VB)
 Localidades: ● LAG (La Laguna), ● SUS (Susuli), ● WIB (Wibuse), ● PCO (Piedra Colorada),
 ● BON (Bonete)

Figura 1. Representación gráfica del Componente Principal de la Interacción (CPI-1) versus el rendimiento promedio de cuatro variedades de fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de cinco localidades y 4 variedades.

V. CONCLUSIONES

Se evaluaron morfológicamente las cuatro variedades de frijol común en estudio, logrando determinar que estas presentaron diferencias entre sí, más marcadamente por caracteres cualitativos (color de la flor, de la vaina y de la semilla).

La adaptabilidad y estabilidad agronómica de las cuatro variedades en estudio, resultaron ser distintas en cada una de las localidades en estudio.

La variedad Rojito presentó la mejor adaptabilidad y estabilidad agronómica con un rendimiento de 549.2 kg ha⁻¹, con respecto a las demás variedades en estudio.

Ninguna de las variedades en estudio presentó un rendimiento superior al rendimiento promedio nacional.

VI. RECOMENDACIONES

Sembrar las variedades Moro, Rojito, Nincheño en las localidades de Wibuse y La Laguna, ya que se obtuvo buenos rendimientos del grano.

Realizar más investigaciones y ensayos de las variedades acriolladas de frijol en Nicaragua, para brindarle una mejor información al agricultor de variedades adaptadas a su zona y resistentes a enfermedades y plagas, para que aumenten el rendimiento promedio de frijol de Nicaragua.

Incluir el uso de insumos en este tipo de investigaciones para evaluar de mejor manera el comportamiento de las variedades acriolladas en distintas condiciones.

Brindarles apoyo a los agricultores mediante organizaciones sin fines de lucro para mejorar sus variedades y adaptarlas a los diferentes cambios climáticos.

VII. LITERATURA CITADA

- Cubero, J; Flores, F. (1994). *Métodos estadísticos para el estudio de la estabilidad varietal en ensayos agrícolas*. Sevilla, España: Edita Junta de Andalucía Consejería de Agricultura y Pesca.
- Dicovski Riobóo, L. M. (2010). *Estadística básica para ingenieros*. Recuperado de <https://docs.google.com/file/d/0B3bb-Pp228aLbFhtZHczMmR1ck0/edit>
- Estrada, O., Morales, J., & Enmanuel, A. (2015). *La Producción y destino del Frijol en Nicaragua 2008-2013*. (Tesis de Grado). Recuperado de <http://repositorio.unan.edu.ni/3897/1/8016.pdf>
- Finlay, K.W., & Wilkinson, G.N. (1963). The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. Australia: Australian Journal of Agricultural Research.
- Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria. (2006). Manual para caracterización in situ de cultivos nativos, Conceptos y Procedimientos. Recuperado de <http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL459.pdf>
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2009). Cultivo del frijol. Recuperado de <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/guias/GUIA%20FRIJOL.pdf>
- Instituto Nicaragüense de tecnología agropecuaria. (2014). Catálogo de semillas criollas, acriolladas y parientes silvestres del frijol común. Recuperado de <http://intapapssan.info/wpcontent/uploads/2013/12/Cat%C3%A1logoSemillasCriollasFrijol2013.pdf>.
- Ministerio Agropecuario y Forestal. (2012). Plan nacional de producción 2011/2012. Recuperado de <http://www.magfor.gob.ni/descargas/planes/PlanNacional2011-2012.pdf>
- Mercer, K. and Perales, H. (2010). Evolutionary response of landraces to climate change in centers of crop diversity. *Evolutionary Applications*. Vol (3), 480-493.
- Muñoz, G.; Giraldo, G; Fernández de Soto, J. (1993). Descriptores varietales: Arroz, frijol, maíz, sorgo. Cali, Colombia: CIAT.

Soleri, D; Smith, S. (1995). Morphological and phenological comparisons of two hopi maize varieties, Conserved in situ and ex situ. *Economy Botanic vol.* (49), 77p.

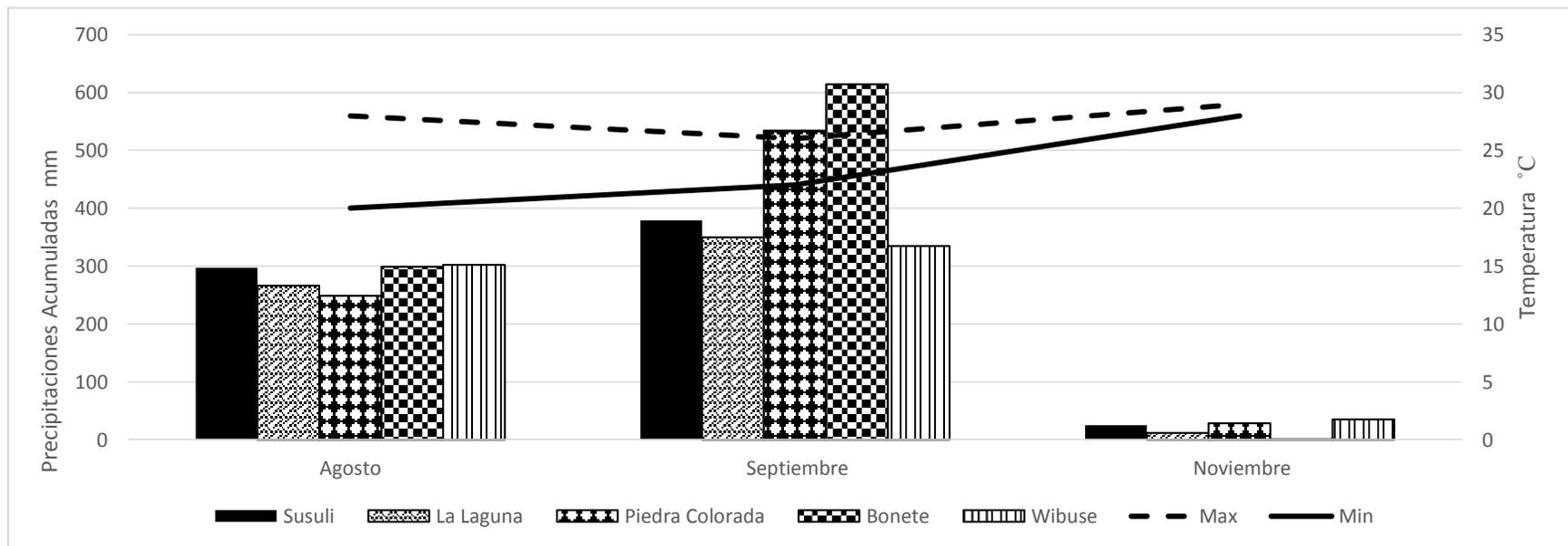
Ulloa, J. A., Ulloa, P. R., Ramírez Ramírez, J. C., & Ulloa Rangel, B. E. (2011). El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/268406171_El_frijol_Phaseolus_vulgaris_su_importancia_nutricional_y_como_fuente_de_fitoquimicos

Vallejos Treminio, B. & Martínez Maltes, L.H. (2005). Caracterización y evolución de 7 genotipos de frijol común grano color rojo (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Estación Experimental La Compañía, Carazo 2004-2005. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/1956/1/tnf30v182c.pdf>

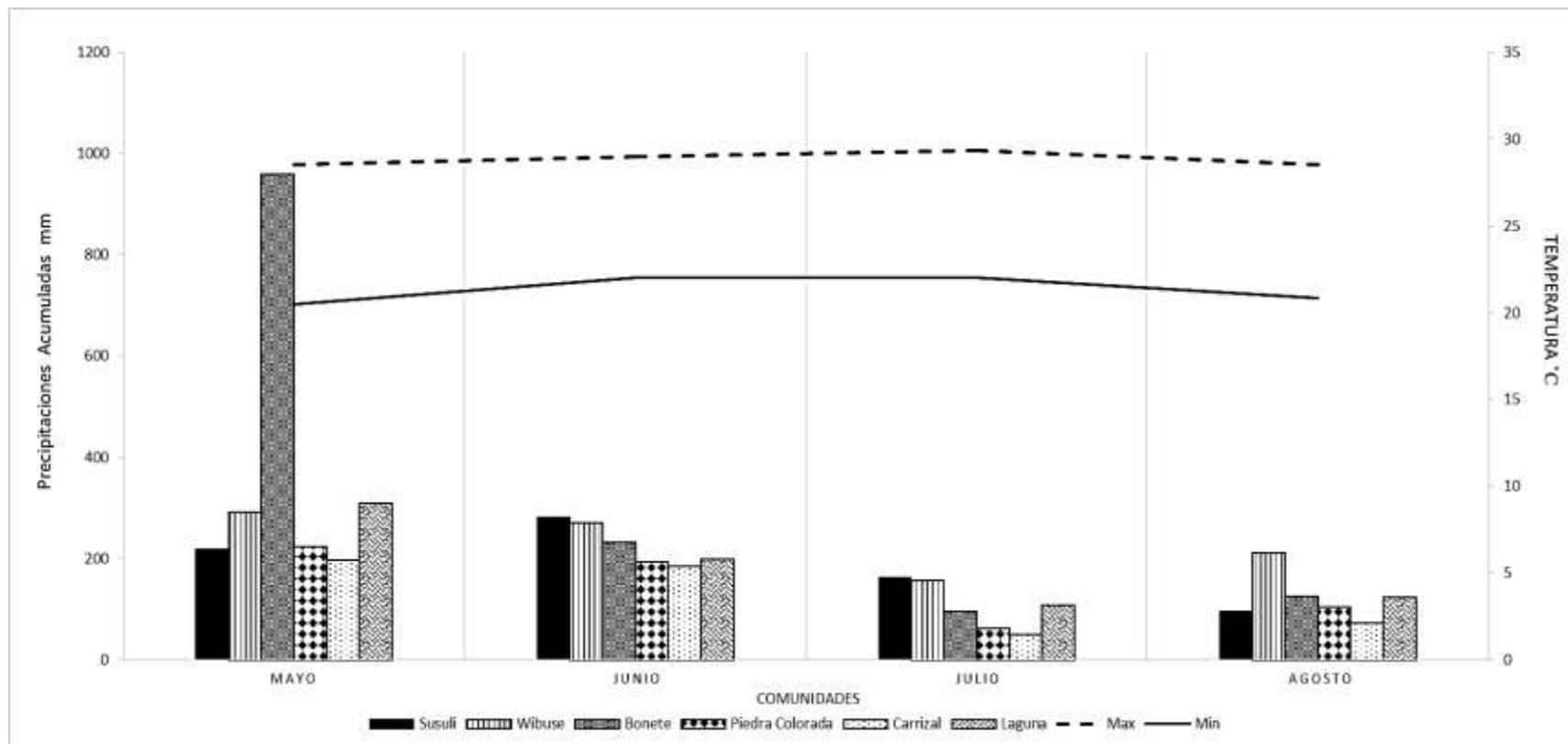
Zeas Garcia, K. (2013). *Caracterización, adaptabilidad y evaluación preliminar de cuatro variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en seis localidades de San Dionisio, Matagalpa, postrera, 2013.* (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. 31 p.

VIII. ANEXOS

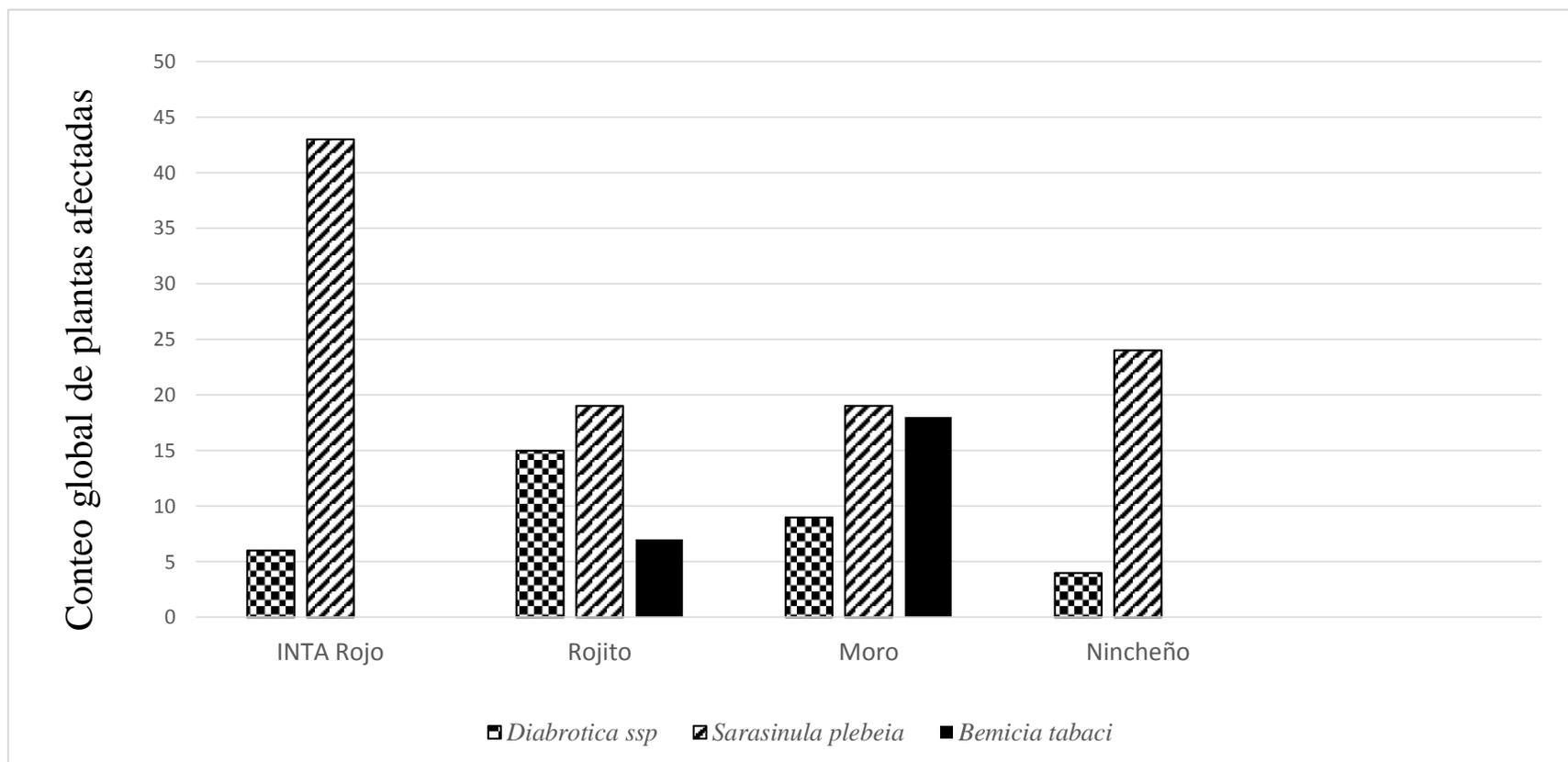
Anexo 1. Distribución de las precipitaciones acumuladas (mm) y temperaturas promedio ($^{\circ}\text{C}$) registradas durante los meses de septiembre a noviembre, en 5 localidades del municipio San Dionisio, departamento de Matagalpa, durante el ciclo agrícola Postrera 2017.



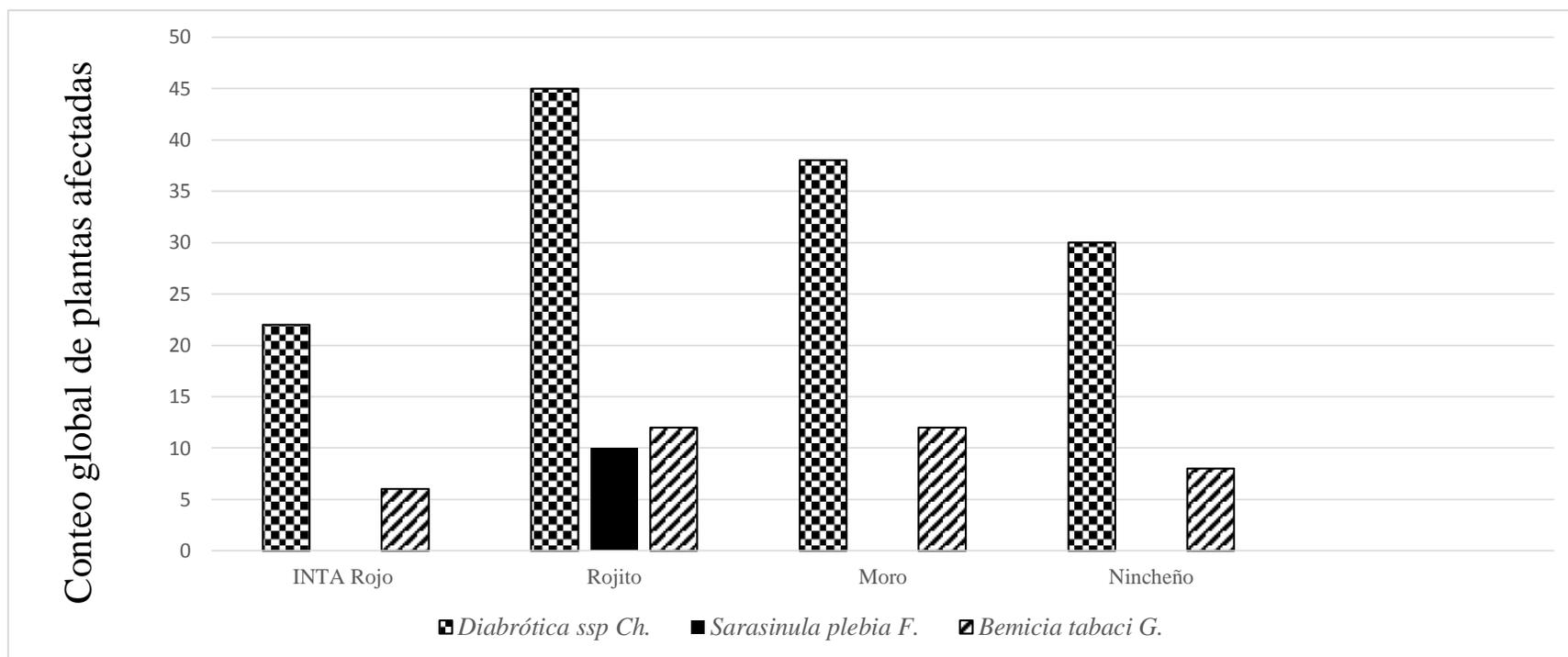
Anexo 2. Distribución de las precipitaciones acumuladas (mm) y temperaturas (°C) registradas durante los meses de mayo a agosto, en las cinco localidades del municipio San Dionisio, departamento de Matagalpa, durante el ciclo agrícola primera 2018.



Anexo 3. Conteo global de plantas afectadas por plagas en cada variedad durante el ciclo agrícola postrera 2017



Anexo 4. Conteo global de plantas afectadas por plagas en cada variedad durante el ciclo agrícola primera 2018



Anexo 5. Conteo global de plantas afectadas por enfermedades en cada variedad durante el ciclo agrícola postrera 2017

