



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

**Comportamiento agronómico de 13 variedades
locales y cinco mejoradas de frijol común
(*Phaseolus vulgaris* L.) en San Antonio de Padua
Somoto-Madriz, primera 2019**

Autores

Br. Elliot del Socorro Garrido Martínez

Br. Kevin Francisco Talavera Sánchez

Asesor

Dr. Oscar José Gómez Gutiérrez

**Managua, Nicaragua
Noviembre, 2020**



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Comportamiento agronómico de 13 variedades locales y cinco mejoradas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en San Antonio de Padua Somoto-Madriz, primera 2019

Autores

Br. Elliot del Socorro Garrido Martínez

Br. Kevin Francisco Talavera Sánchez

Asesor

Dr. Oscar José Gómez Gutiérrez

Presentado a la consideración del honorable tribunal
examinador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua

Noviembre, 2020

Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Tribunal Examinador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Tribunal Examinador

Ing. MSc. Rosario Chavarría
Presidente

Ing. MSc. Juan Avelares
Secretario

Ing. Rosario García
Vocal

Lugar y Fecha Sala Magna Facultad de Agronomía, 29 de octubre del 2020

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por ser el inspirador, guía, apoyo y fortaleza durante este proceso en los momentos de dificultad y debilidad a lo largo de mi existencia. A mis padres **Roger José Garrido Betanco y Patricia del Socorro Jarquín Martínez** por su amor, consejos, valores y sacrificio durante mi formación académica.

Br. Elliot del Socorro Garrido Martínez

Dedico este trabajo de investigación científica muy especialmente a:

A Dios por darme la sabiduría y fortaleza para culminar mis estudios y estar siempre conmigo en mi meta.

Mi Padre Sr. **Francisco Danilo Talavera Áreas**, por todo su apoyo incondicional en la etapa de mi carrera y vida por ser ese ejemplo de hombre para salir adelante.

Mi Madre Sra. **Sandra Eugenia Sánchez López**, por sus consejos y darme ánimos para seguir adelante y su confianza que me ayudo a ser quien soy ahora.

A mis hermanos menores **Agner Enmanuel y Enmanuel Moisés**.

Mis amigos y amigas, especialmente a mi compañera de tesis **Br. Elliot Del Socorro Garrido Martínez** por su comprensión para la realización del trabajo de investigación y compañeros de clase.

Br. Kevin Francisco Talavera Sánchez

AGRADECIMIENTO

A la Unión Europea por el financiamiento recibido a través de Amigos de la Tierra para la realización de esta investigación como parte del proyecto AGROPESQUERO y a la Universidad Nacional Agraria por proporcionarme los medios y condiciones para convertirme en una profesional.

A los docentes de nuestra alma mater, por su esfuerzo y dedicación.

A mi asesor **Dr. Oscar José Gómez Gutiérrez**, al **Ing. José Alejandro López Carazo** y al productor **Eddy Amador** por su apoyo, guía y colaboración en el desarrollo de la investigación.

A la **Lic. Iliria Saucedo** por proveerme una beca durante los cinco años de mi carrera además de sus consejos, afecto y apoyo incondicional.

A mi amado, amigo y confidente **Lic. Alex Javier Soto Palacios** por su gran aporte a lo largo de mi carrera, sus consejos, cariño y amor mutuo.

A mi compañera y fiel amiga **Heydi Jeannette Gutiérrez Fierro** por su amistad sincera e incondicional.

Br. Elliot del Socorro Garrido Martínez

Quiero expresar mis sinceros agradecimientos:

A la Unión Europea por el financiamiento recibido a través de Amigos de la Tierra para la realización de esta investigación como parte del proyecto AGROPESQUERO y a la Universidad Nacional Agraria por proporcionarme las herramientas necesarias para llevar acabo nuestro propósito y a los docentes a lo largo de 5 años quienes nos impartieron las asignaturas con esfuerzo y dedicación.

Al **Dr. Oscar José Gómez** por ayudarnos en la toma y análisis de los datos como nuestro asesor y darnos la oportunidad de trabajar en una de sus investigaciones.

A mis amigos **Bernardino Antonio Arauz** y **Elvin Emilio Matute** y a mi amada y confidente **Ana Alesia Duarte Lanzas**, por su apoyo incondicional.

Br. Kevin Francisco Talavera Sánchez

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Niveles productivos del cultivo de frijol en Nicaragua	4
3.2 Variedades locales	4
3.3 Variedades mejoradas	6
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	8
4.1. Ubicación del área de estudio	8
4.2. Diseño metodológico	9
4.3 Material genético	9
4.4 Manejo Agronómico	12
4.5 Variables evaluadas	15
4.6 Análisis de los datos	18
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
5.1 Análisis de varianza	20
5.2 Caracteres agronómicos cuantitativos	21
5.3 Caracteres agronómicos cualitativos	25
VI. CONCLUSIONES	29
VII. RECOMENDACIONES	30
VIII. LITERATURA CITADA	31
IX. ANEXOS	36

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Nombre común y procedencia de las variedades utilizadas en el ensayo de campo realizado en San Antonio de Padua, municipio de Somoto-Madriz, en el ciclo agrícola de primera, 2019	10
2. Características agromorfológicas de siete variedades locales, utilizadas en el ensayo de campo realizado en San Antonio de Padua, municipio de Somoto-Madriz, en el ciclo agrícola de primera, 2019	11
3. Características agromorfológicas de tres variedades locales, utilizadas en el ensayo de campo realizado en San Antonio de Padua, municipio de Somoto-Madriz, en el ciclo agrícola de primera, 2019	11
4. Características agromorfológicas de cuatro variedades mejoradas, utilizadas en el ensayo de campo realizado en San Antonio de Padua, municipio de Somoto-Madriz, en el ciclo agrícola de primera, 2019	11
5. Necesidades hídricas, precipitaciones acumuladas, evapotranspiración del cultivo, número de riegos y lámina de agua aplicada según las etapas fenológicas del cultivo de frijol, durante el ensayo de campo realizado en San Antonio de Padua, municipio de Somoto- Madriz, en el ciclo agrícola de primera, 2019	14
6. Significancia estadística y coeficientes de variación de los caracteres agronómicos cuantitativos de 13 variedades locales y cinco mejoradas de frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en San Antonio de Padua, municipio de Somoto-Madriz, en el ciclo agrícola de primera, 2019	20
7. Separación de medias a través de la prueba de rangos multiplex de Tukey de los caracteres agronómicos cuantitativos de 13 variedades locales y cinco mejoradas de frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluados en San Antonio de Padua, municipio de Somoto- Madriz, en el ciclo agrícola de primera, 2019	24

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Ubicación del área de estudio en donde se llevó a cabo el experimento	8
2. Distribución de precipitaciones acumuladas por pentadas, valores promedios de temperatura y humedad relativa, durante el experimento realizado en San Antonio de Padua, municipio de Somoto- Madriz, en el ciclo agrícola de primera, 2019 (INETER, 2019)	9
3. Color primario de semillas provenientes de 13 variedades locales y cinco mejoradas de frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en San Antonio de Padua, municipio de Somoto- Madriz, en el ciclo agrícola de primera, 2019	25
4. Forma de semillas de 13 variedades locales y cinco mejoradas de frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en San Antonio de Padua, municipio de Somoto- Madriz, en el ciclo agrícola de primera, 2019	26
5. Aspecto predominante de la testa en semillas provenientes de 13 variedades locales y cinco mejoradas de frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en San Antonio de Padua, municipio de Somoto- Madriz, en el ciclo agrícola de primera, 2019	27
6. Presencia de color alrededor del hilum en las semillas provenientes de 13 variedades locales y cinco mejoradas de frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en San Antonio de Padua, municipio de Somoto- Madriz, en el ciclo agrícola de primera, 2019	28

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS	PÁGINA
1. Plano de campo	36
2. Forma de semilla en frijol según Muñoz <i>et al.</i> , (1993)	37
3. Cuadro de colores para clasificar el color primario en semillas de frijol según Muñoz <i>et al.</i> , (1993)	38
4. Color primario en las semillas de 13 variedades locales y cinco mejoradas de frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en San Antonio de Padua, municipio de Somoto- Madriz, en el ciclo agrícola de primera, 2019	39
5. Coeficientes de cultivos anuales según el ciclo vegetativo o porcentaje de desarrollo (Palacios, 1996), utilizados como referencia los coeficientes en frijol para el cálculo de evapotranspiración del cultivo	40
6. Hoja de cálculo en Cropwat 8.0 para la determinación de la evapotranspiración mensual en Somoto, utilizando como referencia la evapotranspiración diaria de los meses de junio y julio para el cálculo de evapotranspiración del cultivo	41

RESUMEN

La producción de frijol en Nicaragua atraviesa ciertas limitantes. Por lo tanto, la búsqueda de alternativas varietales de buen comportamiento agronómico es una necesidad. El objetivo del experimento fue generar información técnica sobre el comportamiento agronómico de 13 variedades locales y cinco mejoradas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) mediante el estudio de caracteres cuantitativos y cualitativos, en San Antonio de Padua, Somoto-Madriz, primera 2019. Se estableció un diseño unifactorial en bloques incompletos al azar (Alfa Láctice) de tres repeticiones con tres bloques por repetición cada uno con seis variedades. Se registró información de nueve caracteres cuantitativos analizados en el programa JMP versión 13.2 sometidos a análisis de varianza y separación de medias por Tukey con $\alpha=0.05$ y de cuatro cualitativos analizados en Excel (Microsoft, 2016) sometidos a una distribución de frecuencia. Se encontró diferencias significativas en las variables; emergencia, días a floración, longitud de vainas, plantas a la cosecha y peso de 100 semillas. Al separar las medias por tukey las variedades Negro, Papa e INTA precoz presentaron una emergencia superior de 62, 59 y 61 plantas, respectivamente de las cuales las variedades Papa e INTA precoz mostraron un mayor número de plantas cosechadas, 19 y 22 plantas, respectivamente. La variedad Papa presentó la mayor longitud de vainas (12.84 cm) y el peso de 100 semillas (23.74 g). En relación a los caracteres cualitativos, las semillas locales mostraron siete variantes en el color primario (café rojizo, rojo, morado, crema oscuro, café oscuro, negro y gris), cuatro variantes en su forma (Arlh, ovoide, Aoeio y Acloh), los tres aspectos predominantes de la testa (opaco, intermedio, brillante) y las dos presencias de color alrededor del hilum (coloreado y sin colorear). Las semillas mejoradas mostraron en su cubierta un color café rojizo, la forma en sus semillas fue alargada, ovoide y Arlh, la presencia de color alrededor del hilum fue coloreado. Las variedades evaluadas no presentaron fluctuaciones significativas en el rendimiento del grano, número de vainas por plantas y granos por vaina. El resto de caracteres que componen al rendimiento (longitud de vainas, peso de 100 semillas y plantas a la cosecha) mostraron una respuesta estadística diferencial. Las variedades locales mostraron mayor variabilidad fenotípica a nivel de semilla.

Palabras claves: variabilidad, componentes de rendimiento, variedades

ABSTRACT

Bean production in Nicaragua faces certain limitations. Therefore, the search for varietal alternatives with good agronomic performance is a necessity. The objective of the experiment was to generate technical information on the agronomic behavior of 13 local varieties and five improved varieties of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by studying quantitative and qualitative characters, in San Antonio de Padua, Somoto-Madriz, first 2019. A univariate design was established in random incomplete blocks (Alpha Latx) of three repetitions with three blocks per repetition each with six varieties. Information was recorded from nine quantitative characters analyzed in the JMP version 13.2 program subjected to analysis of variance and separation of means by Tukey with $\alpha = 0.05$ and from four qualitative characters analyzed in Excel (Microsoft. 2016) subjected to a frequency distribution. Significant differences were found in the variables; emergence, days to flowering, length of pods, plants at harvest and weight of 100 seeds. When separating the averages by tukey, the Negro, Papa and INTA-precoz varieties presented a higher emergence of 62, 59 and 61 plants, respectively of which the Papa and INTA-precoz varieties showed a greater number of harvested plants, 19 and 22 plants, respectively. The papa variety had the longest pod (12.84 cm) and the weight of 100 seeds (23.74 g). Regarding the qualitative characters, the local seeds presented seven variants in the primary color (reddish brown, red, violet, dark cream, dark brown, black and gray), four variants in their shape (Arlh, ovoid, Aoeio and Acloh), the three predominant aspects of the testa (opaque, intermediate, bright) and the two presences of color around the hilum (colored without coloring). The improved seeds showed a reddish-brown color on their cover, the shape of their seeds was elongated, ovoid and Arlh, the presence of color around the hilum was colored. The evaluated varieties did not show significant fluctuations in grain yield, number of pods per plant and grains per pod. The rest of the characters that make up the yield (length of pods, weight of 100 seeds and plants in harvest) showed a differential statistical response. Local varieties showed greater phenotypic variability at the seed level.

Key words: variability, yield components, varieties

I. INTRODUCCIÓN

“El frijol común se originó en Mesoamérica y posteriormente se domesticó entre los años 5000 y 2000 A.C en dos sitios del continente americano: Mesoamérica; México y Centroamérica y los Andes; Sudamérica” (Hernández *et al.*, 2013, p.1).

El frijol común, es la leguminosa de más alto consumo a nivel nacional, considerado un alimento indispensable en la dieta de la población urbana o rural. Según el Plan Nacional de Producción, Consumo y Comercio (PPCC, 2019-2020) el consumo de frijol por habitante es de 30.2 kg/año.

En el ciclo de siembra 2018-2019 el (PPCC, 2019-2020) registró un área cosechada de frijol de (228,340 ha), correspondiendo el 98% (225, 260 ha) a frijol rojo y el 2% (3,080 ha) a frijol negro con una producción de (195,454,545 kg) y (3,645,454 kg) de frijol rojo y negro, respectivamente y un rendimiento promedio de 867 kg/ha.

Según el informe macroeconómico del Banco Central de Nicaragua (BCN, 2018) los ingresos por exportación de frijol sumaron 80.4 millones de dólares mostrando una tasa de crecimiento del 8.7 %. La participación del frijol en el producto interno bruto (PIB) nacional fue del 0.6% y en el PIB agrícola del 10.25%. Esto demuestra que el frijol es un rubro de gran importancia a nivel económico.

Landero *et al.*, (2017) señala que “el 95% del área de siembra a nivel nacional es realizado por pequeños productores y el 5% es explotado por grandes productores” (p.77). El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura a través del Proyecto Red innovación agrícola (Red SICTA - IICA, 2009, p.13) estima que “el 86% de los productores utilizan semillas locales y el 14% semillas mejoradas”. Esto indica que la producción agrícola en Nicaragua está a cargo de pequeños productores quienes utilizan a gran escala el uso de variedades locales y en poca proporción variedades mejoradas.

De acuerdo con el Instituto Tecnológico Agropecuario (INTA, 2013a) las variedades locales, poseen alta adaptación a determinados sistemas de manejo agronómico y diferentes condiciones climáticas. De igual forma las variedades mejoradas pueden presentar tolerancia o resistencia a condiciones adversas de clima y manejo. Ambos materiales genéticos han sido una opción viable en la producción de frijol en Nicaragua.

Sin embargo, la producción de frijol en el país se ve afectada por la influencia de factores bióticos y abióticos como; incidencia de plagas y enfermedades, sequía, poca tecnología, manejo agronómico inadecuado y suelos de baja fertilidad. El conjunto de estos factores limita su productividad.

Pese a que la producción de frijol atraviesa ciertas limitantes. La sequía se ha convertido en uno de los principales problemas. Bendaña (2018) reporta que “la sequía afecta un área considerable de 39,000 km², equivalente a un 30 % del territorio nacional de 130,373 km²” (p.190). Por lo tanto, la búsqueda de alternativas varietales de buen comportamiento agronómico es una necesidad.

Considerando la situación antes descrita, se llevó acabo el estudio del comportamiento agronómico de 13 variedades locales y cinco mejoradas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en la comunidad de San Antonio de Padua perteneciente al municipio de Somoto departamento de Madriz en la época de primera (junio-agosto) 2019 con el fin de generar información técnica sobre la respuesta agronómica de ambos materiales genéticos, la expresión del rendimiento y sus componentes y la variabilidad fenotípica a nivel de semilla.

Los resultados de investigación permitirán a los productores de la zona, la adopción de variedades de buen comportamiento agronómico e información del uso de las mismas. En particular se pretende responder las siguientes preguntas ¿Cuál de las variedades evaluadas presentó un rendimiento de grano marcadamente superior? ¿Cómo será la variabilidad fenotípica a nivel de semilla, entre las variedades evaluadas?

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Generar información técnica sobre el comportamiento agronómico de 13 variedades locales y cinco mejoradas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) mediante el estudio de caracteres cuantitativos y cualitativos, en San Antonio de Padua, Somoto-Madriz, primera 2019.

2.2 Objetivos específicos

Determinar el rendimiento del grano y sus componentes de 13 variedades locales y cinco mejoradas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en San Antonio de Padua, Somoto-Madriz, primera 2019.

Determinar la variabilidad fenotípica a nivel de semilla de 13 variedades locales y cinco mejoradas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en San Antonio de Padua, Somoto-Madriz, primera 2019.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Niveles productivos del cultivo de frijol en Nicaragua

“Nicaragua es el mayor productor de frijol en América Central, su producción en forma mayoritaria proviene del cultivo de frijoles rojos criollos, con color de grano rojo claro” (IICA, 2011, p.9). En Nicaragua los consumidores tienen gran preferencia por el frijol grano rojo debido a sus características asociadas con el sabor y color. Según el PPCC (2019-2020) en el año 2018 el consumo de frijol rojo por habitante fue de 30.2 kg/ año.

En el ciclo productivo 2018-2019 el PPCC (2019-2020) reportó un área cosechada de frijol a nivel nacional de (228,340 ha) correspondiente el 98% (225, 260 ha) a frijol rojo y el 2% (3,080 ha) a frijol negro con una producción de (195,454,545.45 kg) y (3,645,454.54 kg), 2.0% y 3.7% superior a la del ciclo anterior (190,909,090 kg) y (3,518,187 kg). La producción obtenida en el ciclo productivo 2018, representó el 100% y el 80% del cumplimiento de la meta estimada para dicho ciclo (195,454,545 kg) y (4,545,454 kg) de frijol rojo y negro, respectivamente.

Según el informe macroeconómico del BCN en el año 2018 los ingresos por exportación de frijol sumaron (80.4 millones de dólares) y en el 2017 (74.0 millones de dólares). Se estima que a nivel del sector agrícola el frijol se posicionó como uno de los productos que más aumentó sus exportaciones mostrando una tasa de crecimiento casi del 9%. Las actividades agrícolas aportaron el 6% (784,300 millones de dólares) del PIB nacional. La participación del frijol en el PIB agrícola fue del 10.25% y en el PIB nacional del 0.6%. En el año 2018, las exportaciones de frijol registraron un buen desempeño económico. Sin embargo, la economía nicaragüense registró una disminución del 3.8% producto de una serie de acontecimientos negativos que enfrentó el país.

3.2 Variedades locales

Morales (2019) sostiene que “las variedades locales son variedades conservadas, seleccionadas y multiplicadas que se encuentran estrechamente unidas al entorno en donde se han desarrollado formando parte no solo de la diversidad agrícola de sus orígenes sino también del patrimonio cultural de este “(p.3).

En relación a las semillas provenientes de las variedades locales. Morales (2019) indica que las semillas de estas variedades por sus propias características, “son multiplicadas y transmitidas de generación en generación, de tal forma que permiten la autonomía y control respecto a los insumos agrícolas por parte de aquellos que la han conservado” (p.4).

Bendaña (2018, p.195) reporta que:

La Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos (UNAG) a través del Programa Campesino a Campesino (PCAC) realizó un diagnóstico nacional de semillas criollas, proveniente de variedades de frijol, en 144 comunidades campesinas distribuidas en 34 municipios en donde se obtuvo un inventario total de 121 variedades de frijol.

El resultado de obtener un inventario sobre las variedades criollas que existen en el país permite realizar estudios que generen información en cuanto a la diversidad genética que existe en ellas en función de su conservación y mejoramiento.

En el amplio marco de esta iniciativa se han desarrollado más programas a través del impulso de otras organizaciones, por ejemplo, el Centro para la Promoción, la Investigación y el Desarrollo (CIPRES) también promueve el uso, información y caracterización de materiales criollos en Nicaragua.

El INTA (2018, p.7) sostiene que “las semillas criollas han sido cultivadas año con año, logrando sobrevivir a los diferentes ambientes y variaciones climáticas a las que han sido expuestas” (...). A su vez Red SICTA - IICA (2007, p.9) afirma que “las semillas criollas soportan algunas de las más difíciles condiciones agro climáticas en las que se desenvuelve el pequeño productor en América Central como; suelos pobres, lluvias esporádicas y escasa o nula fertilización”. La respuesta positiva de materiales criollos ante condiciones marginales se debe en gran medida a su alta diversidad genética que les permite adaptarse a cualquiera de los cambios existentes en su entorno.

El INTA (2014) y Rosas (2001) aseveran que es importante conocer la alta diversidad genética reflejada en los materiales criollos. Diversos autores como (Singh *et al.*,1991; Rosales *et al.*, 2000 y Voysest 2000) han mencionado que el conocimiento de la diversidad genética en materiales criollos puede ayudar a generar acciones para su conservación, uso eficiente y mejoramiento.

“En Nicaragua muchos agricultores tienen preferencia por los materiales criollos debido a varias características entre ellas; precocidad, adaptación, calidad, resistencia a plagas, enfermedades y buena demanda en el mercado” (INTA, 2018, p.7).

En el marco de la situación antes descrita, autores como Rosales *et al.*, (2000) y Rodríguez *et al.*, (2009) argumentan que, las variedades locales poseen alta adaptación a condiciones desfavorables y su ciclo corto lo utilizan como mecanismo de escape a la sequía, lo cual se convierte en una de las características de mayor preferencia para los productores. El uso de materiales precoces les permite a los productores obtener una producción en menor tiempo y más rentable debido a la reducción que se ejerce en los planes de ejecución y manejo.

En relación al rendimiento. Gómez *et al.*, (2005) aseveran que las variedades criollas están mejor adaptadas y pueden superar en rendimiento a las variedades mejoradas. Peralta (2018) confirma lo antes mencionado en un estudio realizado en frijol acerca del comportamiento agronómico de 14 variedades criollas y una mejorada como testigo. Peralta encontró resultados superiores de número de vainas por plantas, peso de 100 semillas y rendimiento del grano en las variedades criollas.

3.3 Variedades mejoradas

En base a información publicada por (Araya *et al.*, 1995; Gómez *et al.*, 1995; Márquez, 2008 y Camarena *et al.*, 2014). Las variedades mejoradas son el resultado final de un proceso de mejoramiento genético, el cual se efectúa con el fin de producir una variedad superior en características como (rendimiento, tolerancia a enfermedades y calidad del grano) respecto a variedades criollas, para dar soluciones a los problemas que se desarrollan a nivel productivo.

En Nicaragua el INTA (2013a, p.2) afirma que “las variedades mejoradas que poseen una amplia base genética para mayor adaptación, potencial de rendimiento y tolerancia a enfermedades, no han tenido un grado amplio de adopción, por falta de adaptación a sistemas de producción con bajo nivel tecnológico”. Esto se debe a que la producción de frijol proveniente de variedades mejoradas requiere de varios insumos químicos y de paquetes tecnológico, un problema muy difícil de solventar por pequeños productores quienes cuentan con un sistema de producción artesanal.

Al respecto, CATIE (2008) y Valentinetti (2012) señalan que, las variedades mejoradas por ser seleccionadas en ambientes favorables muestran un pobre comportamiento y adaptación cuando son utilizadas por agricultores en sus sistemas de producción.

El Red SICTA–IICA (2009, p. 29) menciona que, “el uso de variedades mejoradas en Nicaragua es del 14% una cobertura que corresponde al segmento atendido por programas de gobierno”.

Actualmente el gobierno ha creado una (estrategia nacional de producción de semillas para la siembra, en los ciclos productivos 2019-2022) con la participación del MEFCA, INTA, IPSA entre otras instituciones. La estrategia pretende mejorar la calidad y selección de semillas por parte de los productores, promover el continuo uso de semillas criollas y disponer de variedades mejoradas de alto rendimiento que sean resistentes a plagas y enfermedades.

No obstante, en los últimos años se han impulsado programas con el fin de promover el aumento del uso de variedades mejoradas por parte de pequeños productores en Nicaragua, pero la falta de seguimiento, recursos financieros y recursos humanos especializados son problemas que se envuelven en ellos, dichas acciones conllevan a la desmotivación en los productores. Por tal razón la adopción y aceptabilidad de las variedades mejoradas está en función de la respuesta agronómica que estas ejercen ante las condiciones de manejo que efectúan los productores en sus sistemas de producción.

En relación al rendimiento. Rosas (2003) sostiene que el “uso de variedades mejoradas incrementa los rendimientos y reduce las pérdidas debidas a daños causados por la alta incidencia de enfermedades, efectos de falta o excesos de lluvia y condiciones marginales de los suelos” (p.4). Por lo tanto, las variedades mejoradas pueden rendir más que las variedades criollas.

En síntesis, ambos tipos de materiales pueden ser una opción viable para los agricultores de recursos limitados, aunque es necesario experimentar y determinar qué variedad y en qué momento se debe cultivar en determinado sitio.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del área de estudio

El experimento se realizó en época de primera (junio- agosto 2019) en la finca El Guapinol propiedad del productor Eddy Amador, ubicada en la comunidad de San Antonio de Padua, municipio de Somoto, departamento de Madriz (Figura 1) con las coordenadas 13° 28' 29.56" latitud norte y 86° 32' 04.25" longitud oeste a una altura de 700 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m). Según Holdrige (1987) pertenece a una zona de vida de bosque seco tropical con transición a subtropical.

“El suelo presenta una textura franco arcillosa y las condiciones climáticas de precipitación y temperatura fluctúan entre los 800 a 1200 mm y 24°C a 32°C”, respectivamente. (Ministerio Agropecuario y forestal [MAGFOR], 2013, p.12). Las condiciones climáticas registradas durante el experimento se muestran en la (Figura 2).

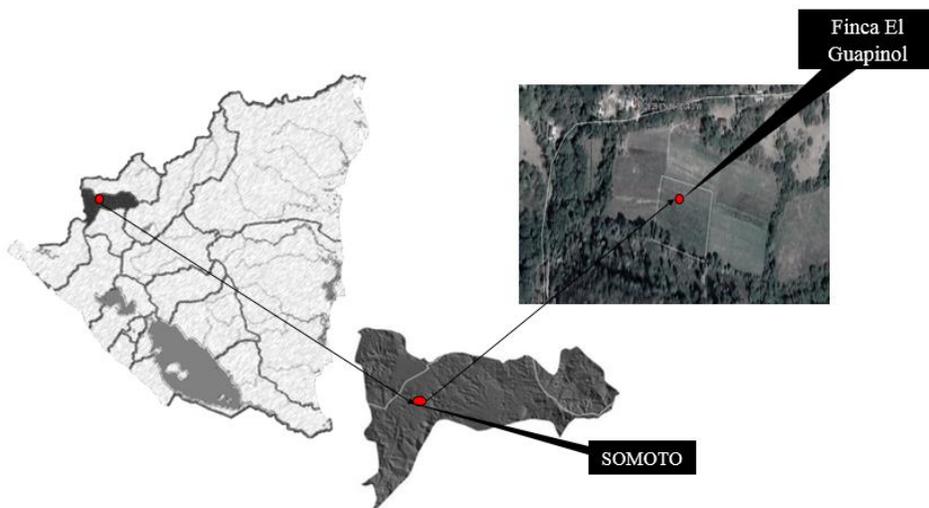


Figura 1. Ubicación del área de estudio en donde se llevó a cabo el experimento.

Según el Consejo Nacional de Pueblos Indígenas del Pacífico Centro y Norte (PCYN, 2020) los límites territoriales de San Antonio Padua son: Al norte con la comunidad de el Cascabel, al sur con Santa Barbara, al este con San Antonio de Yalaguina y al oeste con la comunidad el Rodeo.

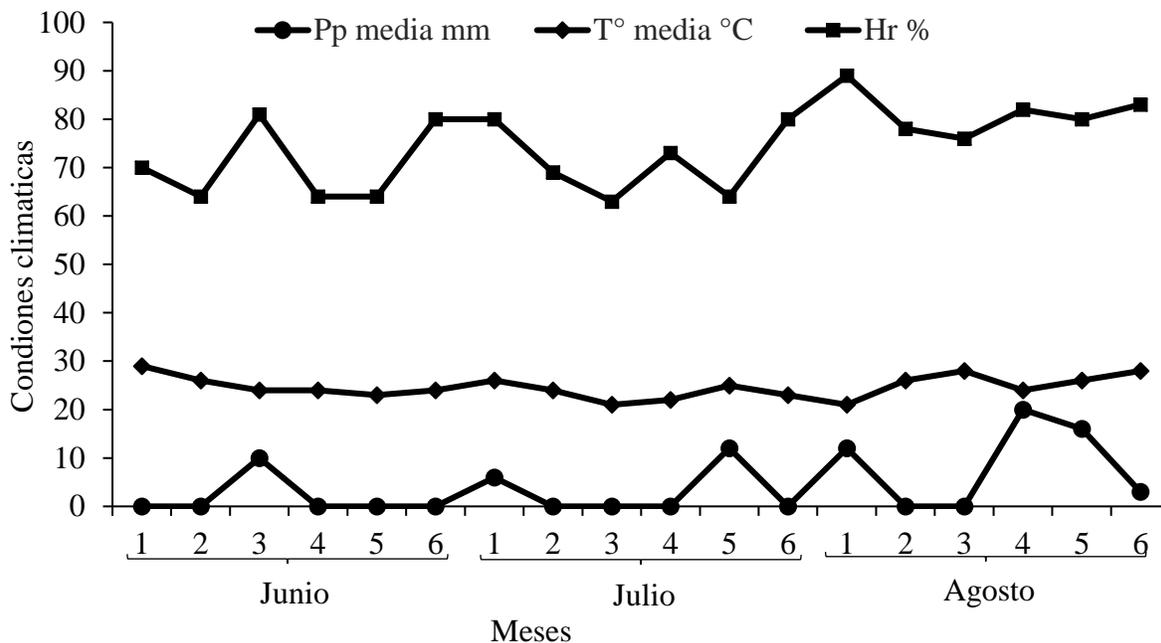


Figura 2. Distribución de precipitaciones acumuladas por pentadas, valores promedios de temperatura y humedad relativa durante el experimento realizado en San Antonio de Padua, municipio de Somoto- Madriz, en el ciclo agrícola de primera, 2019 (INETER, 2019).

4.2. Diseño metodológico

El estudio consistió en un experimento unifactorial. El diseño de campo fue un Alfa Látice de tres repeticiones, con tres bloques incompletos cada uno con seis variedades. La unidad experimental estuvo conformada por tres surcos, cada uno de tres metros de longitud y 1.5 metros de ancho separados entre surco a 0.50 m. Como parcela útil se consideró el surco central, eliminando tres metros de cada extremo para un área de 1.5 m²(3m * 0.5m).

4.3 Material genético

Se utilizaron 18 variedades de frijol común (13 variedades locales y cinco mejoradas) obtenidas de agricultores de Madriz (Totogalpa), Matagalpa (San Dionisio, San Ramón, Ciudad Darío, Esquipulas) y del INTA. El nombre común y la procedencia de las variedades evaluadas se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Nombre común y procedencia de las variedades utilizadas en el ensayo de campo realizado en San Antonio de Padua, municipio de Somoto-Madriz, en el ciclo agrícola de primera, 2019

N°	Tratamientos	Nombre común	Procedencia
1	Var. local	Colombiano	Totogalpa
2	Var. local	Papa	Totogalpa
3	Var. local	Negro	Totogalpa
4	Var. local	RACK	Esquipulas
5	Var. local	Rojito T2	San Dionisio
6	Var. local	Moro	San Dionisio
7	Var. local	Nicheño	San Dionisio
8	Var. local	Frijol Rojo	San Dionisio
9	Var. local	Rojo Seda	Esquipulas
10	Var. Local	Cuarenteño	Esquipulas
11	Var. local	Maravilla VB	Ciudad Darío
12	Var. local	Rojo VB	Ciudad Darío
13	Var. mejorada	INTA sequia	Managua
14	Var. local	Dor VB	San Ramón
15	Var. mejorada	SMR-100	Managua
16	Var. mejorada	INTA Precoz	Masatepe
17	Var. mejorada	SFF-60	Managua
18	Var. mejorada	INTA- NORTE	Managua

Var: Variedad; VB: Vaina blanca

La información previa sobre las características agromorfológicas de las variedades utilizadas, se describen en los cuadros 2, 3 y 4. Conforme al grupo perteneciente (locales o mejoradas) y de acuerdo a la fuente de información obtenida. No fue posible encontrar información de las variedades Papa, Rack, Dor vaina blanca y SFF-60.

Cuadro 2. Características agromorfológicas de siete variedades locales utilizadas en el ensayo de campo realizado en San Antonio de Padua, municipio de Somoto- Madriz, en el ciclo agrícola de primera, 2019

Descripción	Características /Variedades locales						
	Colombiano	Frijol rojo	Rojo seda	Negro	Cuarenteño	Rojito T2	Rojo VB
DF	35-37	34	33	36	30-35	30-35	30-35
DMF	65-70	60	62	58	60-65	60-65	60-65
VPP	25-30	22	15	13	8	8	8
LDV (cm)	10-12	8	8	11	10.07	10.21	10.74
GPV	6	6	6	7	6	6	6
PCS (g)	25-30	25	24	20	23-38	25.84	23.31
CDS	Rojo	rojo	-	negro	rojo	rojo	rojo
FDS	-	-	-	-	arriñonada	ovoide	ovoide
RDG (kg/ha)	1300-1600	1600	1300	1600	-	-	-

Fuente: (IICA, 2011; INTA, 2014 e INTA, 2018); (-) Información no disponible; VB: Vaina blanca; DF: Días a Floración; DMF: Días a madurez fisiológica; VPP: Vainas por planta; GPV: Granos por vaina; LDV: Longitud de vainas; PCS: Peso de 100 semillas; RDG: Rendimiento del grano; cm: centímetros; g: gramos; kg/ha: kilogramo por hectárea.

Cuadro 3. Características agromorfológicas de tres variedades locales utilizadas en el ensayo de campo realizado en San Antonio de Padua, municipio de Somoto- Madriz, en el ciclo agrícola de primera, 2019

Descripción	Características / Variedades locales		
	Nicheño	Moro	Maravilla vaina blanca
Días a floración	31	35	37
Días a madurez fisiológica	58	60	59
Vainas por planta	8	9	5
Granos por vaina	6	6	6
Color de semilla	Morado	crema	rojo
Rendimiento (kg/ha)	523.6	530.1	451.64

Fuente: Mota y Espinoza (2019) y León y González (2019)

Cuadro 4. Características agromorfológicas de cuatro variedades mejoradas utilizadas en el ensayo de campo realizado en San Antonio de Padua, municipio de Somoto- Madriz, en el ciclo agrícola de primera, 2019

Descripción	Características /Variedades mejoradas			
	INTA Norte	INTA sequia	INTA precoz	SMR-100
Progenitores	MDSx14825-2-3	NCB 228/RCB 224/F/S/B244MC-16P-MQ	Rojo Nacional/ bribri/ INTA	-
Origen de la variedad	CIAT	CIAT	Cárdenas Zamorano	-

Cuadro 4. Continuación...

Descripción	Características / Variedades mejoradas			
	INTA Norte	INTA sequia	INTA precoz	SMR-100
Días a floración	34-36	32-34	32-34	32-34
Días a madurez fisiológica	66-68	68	60-65	-
Vainas por planta	7-15	9-13	12-14	-
Granos por vaina	5-7	5	5-6	-
Peso de 100 semillas (g)	24-26	24-26	20-22	-
Color de semilla	Rojo claro	rojo brillante	rojo	rojo claro
Rendimiento (kg/ha)	1300-1600	100-1200	964-1300	-

Fuente: (INTA, 2013b e INTA, 2016); (-) Información no disponible; g: gramos; kg/ha: kilogramo por hectárea

4.4 Manejo Agronómico

Las labores agronómicas que se efectuaron durante el ensayo de campo se describen a continuación:

Preparación del terreno: La preparación del terreno se realizó de forma manual 15 días antes de la siembra, mediante la chapoda y eliminación de rastrojos sobrantes de las actividades anteriores. Se levantaron camellones a una altura de 30 cm.

Siembra: La siembra se realizó en época de primera el siete de junio del 2019, al espeque, depositando tres semillas por golpe o postura de siembra, dejando una distancia entre surco de 50 cm y 25 cm entre golpe, para obtener una densidad poblacional de 108 plantas por parcela experimental, 36 plantas por parcela útil y 5,832 plantas a nivel de experimento.

Riego: Se estableció un sistema de riego por goteo de forma complementaria, con el fin de asegurar el establecimiento de las plantas hasta la prefloración (33 dds). El riego se suministró cada tres días y hasta la etapa antes mencionada. En total se realizaron nueve aplicaciones de riego (cinco en junio y cuatro en julio) con frecuencia de dos horas, suministrando 0.06 mm de agua en cada riego (Cuadro 5).

El cálculo de la cantidad de agua antes mencionada se realizó mediante la fórmula propuesta por (Cisneros, 2003, p.150):

$$P = \frac{Q \times T}{A}$$

Dónde:

P= Lámina de agua aplicada

Q= Caudal del emisor

T= tiempo de riego

A = Área

Para determinar la efectividad del riego durante las etapas fenológicas que fue suministrado se calculó la evapotranspiración del cultivo.

La Evapotranspiración del cultivo se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Etc = Eto \times Kc$$

Dónde:

Etc = Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

Eto = Evapotranspiración potencial (mm/mes)

Kc = Factor del cultivo

Para el cálculo de evapotranspiración del cultivo se utilizó de referencia la evapotranspiración mensual de junio y julio (Anexo 6). En cuanto al factor del cultivo se utilizó la escala propuesta por Palacios, (1996) que varía de acuerdo al porcentaje de desarrollo o ciclo vegetativo del cultivo (Anexo 5). El cálculo de evapotranspiración de cultivo se realizó en las etapas fenológicas donde el riego fue suministrado (Cuadro 5).

La evapotranspiración de referencia mensual se calculó mediante la ecuación de Penman Monteith, en el programa Cropwat 8.0 desarrollado por la FAO. Para su cálculo se ingresaron en el programa los datos climáticos mensuales de Temperatura máxima- mínima, humedad relativa, velocidad del viento e insolación de la estación de Somoto (Anexo 6).

Cuadro 5. Necesidades hídricas, precipitaciones acumuladas, evapotranspiración del cultivo, número de riegos y lámina de agua aplicada según las etapas fenológicas del cultivo del frijol, durante el ensayo de campo realizado en San Antonio de Padua, municipio de Somoto- Madriz, en el ciclo agrícola de primera, 2019

Etapas Fenológicas	Necesidades Hídricas (mm)	Precipitaciones acumuladas (mm)	Evapotranspiración del cultivo (mm)	Nº de riegos	Lámina de agua aplicada (mm)
Germinación	9.3	3.6	2.15	1	0.06
Emergencia	5.1	2.8	2.3	1	0.06
Hojas primarias	8.0	8.9	2.7	2	0.12
Primera hoja trifoliada	13.8	16	2.7	2	0.12
Tercera hoja trifoliada	49.5	38	3.1	2	0.12
Prefloración	45.1	15.7	4.0	1	0.06
Floración	17	14	4.6	-	-
Formación de vainas	28	12.9	4.9	-	-
Llenado de vainas	47.5	21.8	5.3	-	-
Maduración	5.6	13	4.2	-	-

Nota: La información de necesidades hídricas se recopiló de Álvarez, 2018

Fertilización: Al momento de la siembra se aplicó edáficamente fosfato diamónico (DAP) cuya fórmula es 18-46-0, a razón de 3.7 kg en un área de 288 m² (0.02 ha). Después de la siembra se realizaron tres aplicaciones foliares de fertilizante Foliar Plus a los 5, 25 y 40 días, a razón de 0.15 L/ ha disueltos en 20 litros de agua, con el fin de equilibrar nutricionalmente al cultivo con micronutrientes.

Manejo de malezas: Se realizó de 15 a 30 días después de la siembra (dds) de forma cultural y con productos agroquímicos. Para el control post emergente de malezas y competencia en el cultivo se aplicó un herbicida sistémico y selectivo (Dupla 37.5 SL). Se realizaron dos aplicaciones a los 15 y 20 dds, a razón de 0.12 L/ ha disueltos en 20 litros de agua.

Manejo de plagas y enfermedades: Se efectuó con productos químicos, siguiendo criterios del productor. Para el control de mosca blanca se realizaron tres aplicaciones foliares de insecticida Engeo 24.7 SC a los 10, 25 y 40 dds a razón de 1 L/ ha disuelto en 20 litros de agua. Para la prevención de enfermedades fúngicas se realizaron tres aplicaciones foliares de Promet Cobre 32 SL un fungicida bactericida con acción citotrópica, intralaminar y sistémica, el cual se aplicó a los 12, 25 y 40 días dds a razón de 0.4 L/ ha disueltos en 20 litros de agua.

Cosecha: Se realizó manualmente cuando las plantas de la parcela útil mostraron un 90% de sus hojas secas y posteriormente se procedió a la trilla o aporreo.

4.5 Variables evaluadas

Para la determinación de las variables cuantitativas y cualitativas se utilizó la metodología descrita por Muñoz *et al.*, (1993) en libro de descriptores varietales.

Variables cuantitativas

Emergencia: Se registró 15 dds realizando un conteo del número de plantas emergidas en cada parcela.

Días a floración: Se cuantificó el número de días transcurridos desde la siembra de la semilla en el suelo húmedo hasta la apertura del primer botón floral, en cualquiera de las plantas de la parcela útil.

Días a madurez fisiológica: Se contabilizaron los días transcurridos desde la siembra hasta el momento en que el 50% de las plantas mostraron un cambio de coloración en sus vainas.

Número de vainas por planta: Se realizó el conteo a los 62 dds. El tamaño de muestra fue de 10 plantas por parcela útil. Como vaina se consideró aquella que tuviera al menos una semilla y posteriormente se calculó el valor promedio.

Longitud de vainas: Esta variable se determinó a los 62 dds y se midió en centímetros utilizando una cinta métrica. La medición se efectuó desde la inserción de la vaina en el pedicelo, hasta el extremo libre del ápice. El tamaño de muestra fue de 10 plantas por parcela útil, tomando cinco vainas por planta y luego se calculó el valor promedio.

Número de grano por vainas: Se registró a los 62 dds cuantificando el número de granos contenidos en las vainas empleadas para determinar la longitud. Posteriormente se calculó el valor promedio.

Número de plantas a la cosecha: Se efectuó al momento de la cosecha (77 dds). Contabilizando el número de plantas cosechadas por parcela útil.

Contenido de humedad de semillas: La prueba se llevó a cabo en el laboratorio de Fisiología Vegetal de la UNA en las semillas recién cosechadas de cada variedad. Para su determinación se utilizó el medidor de humedad DOLE 400. El resultado se expresó en porcentaje.

Peso de 100 semillas: Se realizó en el laboratorio de Fisiología Vegetal de la UNA utilizando cuatro muestras de 100 semillas por variedad. Cada muestra se pesó en una balanza electrónica de 0.1g de precisión. Para el cálculo se registró el peso en gramos de cada muestra y posteriormente se determinó el valor promedio.

Rendimiento del grano: Se obtuvo de las plantas cosechadas en la parcela útil de cada variedad y posterior al desgrane los granos se pesaron en una balanza digital de 0.05 g de precisión.

La información se registró en gramos y se expresó en kg/ha mediante la siguiente formula:

$$(10,000 \text{ m}^2 \times P. \text{ g} / 1.5 \text{ m}^2) / 1000$$

Dónde:

10,000 m²: Cantidad de metros que tiene una hectárea

P.g: Peso de los granos (g)

1.5 m²: Área por parcela útil

1000 g: Cantidad de gramos que posee un kilogramo

El rendimiento obtenido se ajustó al 14% de humedad mediante la fórmula propuesta por Aguirre y Peske (1988) que se describe a continuación: $PI (100 - HI) = PF (100 - HF)$

Realizando un despeje se obtiene: $P_f = \frac{P_i (100 - H_i)}{(100 - H_f)}$

Dónde:

P_f : Rendimiento ajustado a un 14% de humedad en el grano (kg/ha)

P_i : Rendimiento obtenido en campo (g)

100: Constante

H_i : Contenido de humedad del grano al momento de la cosecha (%)

H_f : Humedad ajustada a un 14%

Variables cualitativas

Las variables cualitativas se determinaron visualmente en la semilla seca y recién cosechada en una muestra de 50 semillas por variedad.

Color primario de la semilla: Para el registro de la información se utilizó el cuadro de colores (anexo 3) y el modelo siguiente:

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	3, 4, 5, 6, 10, 11
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	25, 100
16. Gris	97, 98, 99
17. Azul	21, 22,24
18. Verde	36, 37, 38, 39, 43

Forma de semilla: Se observó longitudinalmente y se comparó con las formas que se muestran en el anexo 2, las cuales se clasifican en:

1= Redonda

2= Ovoide

3= Elíptica

4= Pequeña, casi cuadrada

5= Alargada, ovoide

6= Alargada, ovoide en un extremo e inclinada en el otro

7= Alargada, casi cuadrada

8= Arriñonada, recta en el lado del hilum

9= Arriñonada, curva en el lado opuesto al hilum

Aspecto predominante de la testa: Este carácter se determinó en base al brillo procedente de las semillas clasificado en:

1= Opaco

2= Intermedio

3= Brillante

Presencia de color alrededor del hilum: Este carácter se calificó en las semillas como:

1= Coloreado

2= Sin colorear

4.6 Análisis de los datos

El análisis de los datos cuantitativos se realizó mediante el uso de estadística descriptiva. Los datos se analizaron en el programa JMP versión 13.2 (SAS, 2017) utilizando análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias por Tukey al 5%.

Para los datos cualitativos el análisis se determinó a partir de una distribución de frecuencia (frecuencia absoluta). Los valores fueron analizados en software Excel (Microsoft. 2016).

El Modelo Aditivo Lineal (MAL) utilizado para el análisis de ANDEVA fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + P_j + \beta_{jk} + E_{ijk}$$

Dónde:

μ = Valor de la media general.

Y_{ijk} = Denota el valor de la variable medida en el i-ésimo tratamiento, en el k-ésimo bloque dentro de la j-ésima repetición.

τ_i = Efecto fijo del i-ésimo tratamiento (i= 1,2, ... t)

P_j = Efecto de la j-ésima repetición (j= 1,2, ..., r)

β_{jk} = Efecto del k-ésimo bloque incompleto dentro de la j-ésima repetición (k= 1, 2... s)

E_{ijk} = Es el error experimental asociado a la observación del i-ésimo tratamiento en el k-ésimo bloque incompleto dentro de la j-ésima repetición.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Análisis de varianza

El análisis de varianza indicó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los valores promedios de las variables emergencia, días a floración, longitud de vainas, plantas a la cosecha y peso de 100 semillas. Para el resto de variables (días a madurez fisiológica, vainas por planta, granos por vaina y rendimiento) no se detectaron diferencias significativas ($p > 0.05$).

Los valores mínimos y máximos de coeficientes de variación fueron de 0.38 % y 25.20 % que correspondieron a las variables días a floración y rendimiento, respectivamente. Di Rienzo *et al.*, (2008) señala que un coeficiente de variación mayor al 20% en experimentos agronómicos se considera alto y sus valores se encuentran más dispersos o heterogéneos.

Ivanov (1985) indica que las variables con un alto coeficiente de variación son más susceptibles a la influencia de factores externos. Por lo tanto, las variables número de plantas a la cosecha y rendimiento quienes mostraron un CV superior al 20% fueron altamente influenciadas por factores no contralados.

Cuadro 6. Significancia estadística y coeficientes de variación de los caracteres agronómicos cuantitativos de 13 variedades locales y cinco mejoradas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en San Antonio de Padua, municipio de Somoto-Madriz, en el ciclo agrícola de primera, 2019

Fuente de Variación	E	DF	DMF	VPP	GPV	LDV	PC	PCS	RDG
Repetición	0.09	0.38	<0.01	0.06	<0.02	< 0.02	0.10	<0.001	<0.01
Bloque (Repetición)	< 0.03	0.44	0.27	0.52	0.50	0.35	0.59	<0.001	0.16
Variedades	<0.001	<0.0001	0.06	0.07	0.52	<0.0001	<0.001	<0.001	0.07
CV%	15.85	0.38	2.07	25	9.51	3.87	22.15	6.25	25.20

Significativo <0.05; No significativo > 0.05; CV: Coeficiente de variación; E: Emergencia; DF: Días a Floración; DMF: Días a madurez fisiológica; VPP: Vainas por planta; GPV: Granos por vaina; LDV; Longitud de vainas; PC: Plantas a la cosecha; PCS: Peso de 100 semillas; RDG: Rendimiento de grano

5.2 Caracteres agronómicos cuantitativos

En el cuadro 7 se presentan los resultados de emergencia, días a floración, días a madurez fisiológica, número de vainas por plantas, número de granos por vaina, longitud de vainas, número de plantas a la cosecha, peso de 100 semillas y rendimiento del grano de las variedades evaluadas. Los resultados indican que las variedades Negro, Papa e INTA precoz obtuvieron el mayor número de plantas emergidas 62, 59 y 61 respectivamente y difieren estadísticamente de las variedades Rack, Dor VB, Cuarenteño, Rojo seda y Moro quienes presentaron un total de 31, 25, 16, 11 y 9 plantas emergidas, respectivamente.

En general todas las variedades mostraron una emergencia en campo deficiente \leq a 62 plantas que equivale al 57% del total de plantas esperadas por parcela experimental (108 plantas) presentándose pérdidas \geq al 43% que influyeron negativamente en el total de plantas a cosechar por parcela útil (36 plantas) mostrando pérdidas \geq al 37%.

Las variedades con mayor número de plantas cosechadas fueron: Colombiano, Papa, Nicheño, INTA Precoz, SMR-100 y SFF-60 con 23, 19, 18, 22, 20 y 18 plantas, respectivamente. Las variedades con menos plantas cosechadas fueron: Rojo seda y Moro (5 y 4 plantas), lo cual se traduce en menores rendimientos $300.02 \text{ kg ha}^{-1}$ y $339.97 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente.

El reducido número de plantas emergidas y cosechadas posiblemente se deba a las condiciones edafoclimáticas de la zona y al bajo porcentaje de germinación en la semilla utilizada. El material de siembra permaneció 15 meses en almacenamiento, seis meses a cargo de productores en condiciones desconocidas y nueve meses en el laboratorio de semilla de la U.N.A, en bolsas de papel Kraft a una temperatura de $18 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Este material previo a la siembra no se sometió a una prueba de germinación para conocer su viabilidad.

De acuerdo con la organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2019) las condiciones adecuadas para un almacenamiento prologando dependen del contenido de humedad en la semilla (13%) y las condiciones de temperatura y humedad relativa en las instalaciones de almacenamiento ($T^{\circ} \leq$ a $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y $\text{Hr} \leq$ a 60%). Las condiciones adecuadas en un almacenamiento prolongado de semillas posibilitan su conservación sin que presenten problemas de viabilidad (germinación y vigor).

En relación a las variables fenológicas, las variedades Rojito T2 y Cuarenteño iniciaron su etapa de floración en menor tiempo 31 y 32 días, respectivamente. Considerándose como variedades precoces.

El resto de las variedades iniciaron su etapa de floración en mayor cantidad de días especialmente las variedades Maravilla vaina blanca y SFF-60 (37 días). Considerándose como variedades intermedias. Según Llano (2006) en Nicaragua se consideran precoces a las variedades cuyo inicio de floración ocurre entre los 30-33 dds, intermedias si sucede entre los 34-37 dds y tardías si es mayor a los 38 dds.

Entre las variedades evaluadas los días de madurez fisiológica no difieren estadísticamente. Sin embargo, el ámbito de tendencia de sus valores varía entre 62 y 66 días correspondiendo a las variedades Cuarenteño y SFF-60, respectivamente. Llano (2006) argumenta que en Nicaragua se consideran a las variedades precoces cuando el inicio de su madurez fisiológica sucede entre los 60-65 dds, intermedias si ocurre entre 66-68 dds y tardías si sobrepasa los 69 dds.

En ambas etapas fenológicas la variedad Cuarenteño resultó precoz. De acuerdo con Chaves *et al.*, (2018) la precocidad en un genotipo es un atributo relacionado con una mayor resistencia a la sequía. Esta característica es de gran interés para el fitomejorador al momento de seleccionar un genotipo.

En relación al rendimiento del grano y sus componentes. Las variedades evaluadas no presentaron fluctuaciones estadísticas en el número de vainas por plantas, granos por vainas y rendimiento, muestran un promedio general de 11 vainas por plantas, seis granos por vainas y 1019.47 kg/ha, respectivamente. La longitud de las vainas fue mayor en la variedad Papa (12.82 cm) y difiere estadísticamente de las variedades Nicheño, Rack, Dor vaina blanca, Cuarenteño, Rojo seda, Moro, INTA precoz, SMR-100, INTA sequía, SFF-60 e INTA Norte quienes obtuvieron una longitud de 10.64, 11.21, 10.31, 10.05, 10.40, 10.69, 11.21, 11.63, 10.71 y 10.10 centímetros, respectivamente.

El peso de 100 semillas resultó mayor para la variedad Papa (23.74 g) quien difiere estadísticamente de las variedades Negro, Colombiano, Frijol rojo, Nicheño, Rack, Dor vaina blanca, Cuarenteño, Rojo seda, INTA precoz e INTA Norte quienes obtuvieron un peso de 19.03, 19.04, 18.93, 14.77, 17.45, 14.97, 19.36, 16.67, 15.90 y 18.84 gramos, respectivamente.

La variedad Papa quien obtuvo la mayor longitud en sus vainas presentó el mayor peso de 100 semillas y rendimiento del grano. Al respecto, Flores *et al.*, (2005, p.8) señalan que, “las vainas de mayor longitud pueden contener mayor número, tamaño o peso de 100 semillas traduciéndose en mayores rendimientos”.

Pese a no encontrar diferencias estadísticas en el rendimiento del grano. El ámbito de tendencia de sus valores varía entre 300.02 kg ha⁻¹ y 1384.65 kg ha⁻¹ correspondiendo a las variedades Rojo seda y Papa. Posiblemente el hecho de no encontrar diferencias estadísticas en el rendimiento del grano se encuentre estrechamente relacionado con el grado de dispersión o variabilidad de los datos debido a la magnitud del error experimental.

Lamz *et al.*, (2015, p.116) argumentan que, “las diferencias en el rendimiento del grano están determinadas por el comportamiento de los componentes que lo conforman”. De acuerdo con Cárcova *et al.*, (2003) el número de vainas por plantas, número de granos por vaina y peso de 100 semillas son los componentes que más influyen en la determinación del rendimiento.

En este caso, el número de vainas por plantas y granos por vainas no presentaron diferencias significativas entre las variedades evaluadas y el déficit hídrico en la fase reproductiva del cultivo (Cuadro 5) causó una disminución en el peso de 100 semillas. Por tal razón, el comportamiento de dichos caracteres, además del reducido número de plantas a la cosecha influyeron de forma negativa sobre el rendimiento.

Cuadro 7. Separación de medias a través de la prueba de rangos múltiples de Tukey de los caracteres agronómicos cuantitativos de 13 variedades locales y cinco mejoradas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en San Antonio de Padua, municipio de Somoto-Madriz, en el ciclo agrícola de primera, 2019

Variedades	E (n°)	DF (n°)	DMF (n°)	VPP (n°)	GPV (n°)	LDV (cm)	PC (n°)	PCS (g)	RDG (kg ha⁻¹)
Locales									
Negro	62 a	36 b	66	11	5	10.84 bcde	14 abc	19.03 cdef	1364.00
Papa	59 a	35 c	66	12	6	12.82 a	19 a	23.74 a	1384.65
Colombiano	58 ab	36 b	66	13	6	11.94 abc	23 a	19.04 cdefg	949.03
Rojo VB	57 ab	35 b	63	9	6	11.61abcd	17 ab	20.5 abcde	1167.87
MaravillaVB	49 abcd	37 a	65	10	6	12.32 ab	13 abc	21.68 abc	798.49
Frijol Rojo	47 abcd	36 b	65	10	6	11.45 abcde	17 ab	18.93 cdefg	1119.74
Nicheño	51 abcd	33 e	65	12	6	10.64 bcde	18 a	14.77 g	1180.12
Rojito T2	35 bcde	32 f	63	12	6	11.51abcde	13 abc	21.15 abcd	1062.11
Rack	31 cdef	34 c	63	10	6	10.59cde	14 abc	17.45 defg	1157.84
Dor VB	25 def	34 c	65	10	6	11.21 bcde	11 abc	14.97 fg	668.57
Cuarenteño	16 ef	31 f	62	7	6	10.31 de	14 abc	19.36 bcde	1137.61
Rojo seda	11 f	36 b	65	10	6	10.05 e	5 bc	19.96 abcde	300.02
Moro	9 f	35 b	66	10	6	10.40de	4 c	16.67 efg	339.97
Mejoradas									
INTA precoz	61 a	34 d	63	11	6	10.69 bcde	22 a	15.90 efg	1257.50
SMR-100	57 ab	33 e	66	8	6	11.21bcde	20 a	21.49 abcd	1090.74
INTA sequia	55 abc	34 d	65	9	6	11.63 bcde	17 ab	23.20 ab	1036.03
SFF-60	44 abcd	37 a	67	8	6	10.71 bcde	18 a	20.77 abcd	836.59
INTA-Norte	44 abcd	35 c	66	12	6	10.10 e	12 abc	18.84 cdef	1148.56
Media	43	34	65	11	6	11.11	16	19.28	1019.47

Los valores no conectados por la misma letra son significativamente distintos; VB: Vaina Blanca; E: Emergencia; DF: Días a Floración; DMF: Días a madurez fisiológica; VPP: Vainas por planta; GPV: Granos por vaina; LDV: Longitud de vainas; PC: Plantas a la cosecha; PCS: Peso de 100 semillas; RDG: Rendimiento de grano; n°: número; cm: centímetro; g: gramo; kg ha⁻¹: Kilogramo por hectárea

5.3 Caracteres agronómicos cualitativos

El color primario en las semillas locales presentó siete variantes; café rojizo, café oscuro, crema oscuro, gris, rojo, morado y negro. En las semillas mejoradas no se registraron variantes todas mostraron en su cubierta un color café rojizo. Los resultados indican una alta variación en el color primario de las semillas locales e inexistente en las semillas mejoradas.

En general, el color que predominó fue el café rojizo, presentándose en 10 variedades; SMR-100, Inta precoz, Inta sequía, SFF-60, Inta Norte, Papa, Rojo VB, Maravilla VB y Rojo seda (Figura 3).

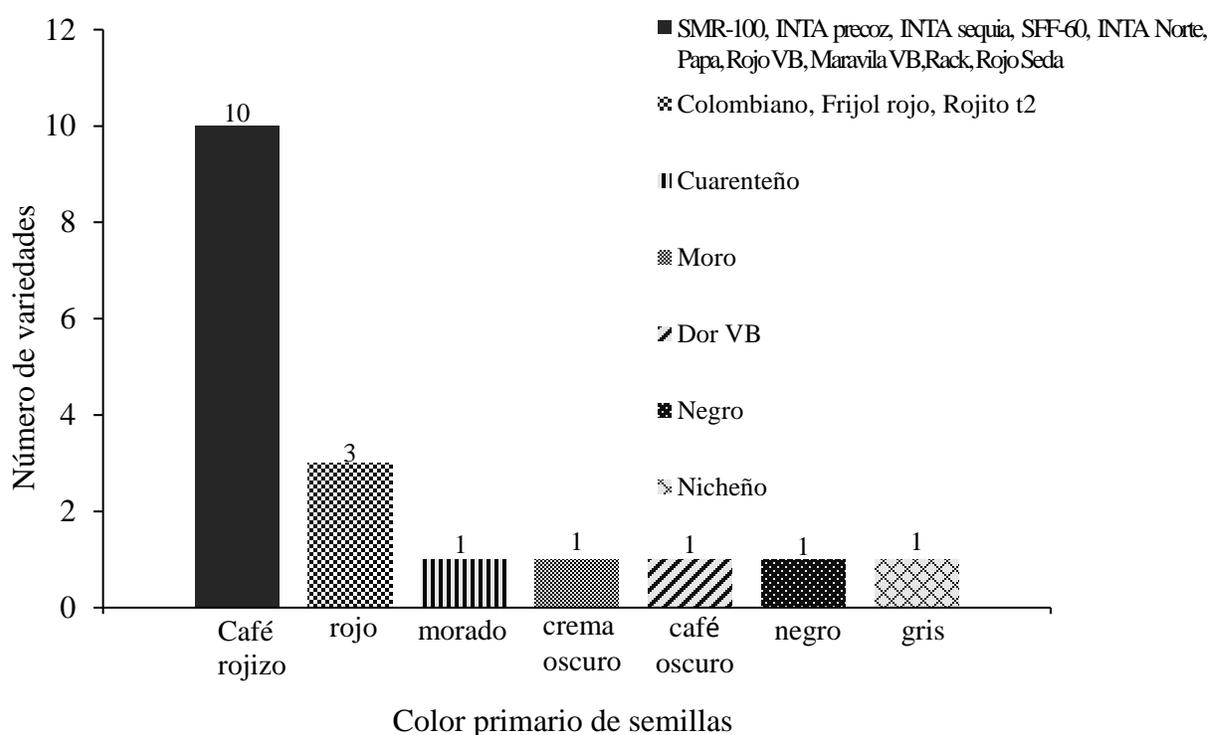


Figura 3. Color primario de semillas provenientes de 13 variedades locales y cinco mejoradas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en San Antonio de Padua, municipio de Somoto-Madriz, en el ciclo agrícola de primera, 2019.

La forma de la semilla en las variedades locales presentó cuatro variantes; arriñonada recta en el lado del hilum (Arlh), ovoide, alargada ovoide en un extremo e inclinado del otro (Aoeio) y arriñonada curva en el lado opuesto al hilum (Acloh). Las semillas mejoradas presentaron dos variantes en su forma; alargada, ovoide y arriñonada, recta en el lado del hilum (Arlh).

La forma de semilla que más predominó entre las variedades evaluadas fue, arriñonada, recta en el lado del hilum (Arlh) presentándose en 14 variedades; Negro, Papa, Colombiano, Rojo VB, Maravilla VB, Frijol rojo, Rojito T2, Rack, Dor VB, Cuarenteño, SMR-100, INTA sequía, SFF-60 e INTA- Norte. La forma de semillas en las variedades locales presenta una gran variabilidad (Figura 4).

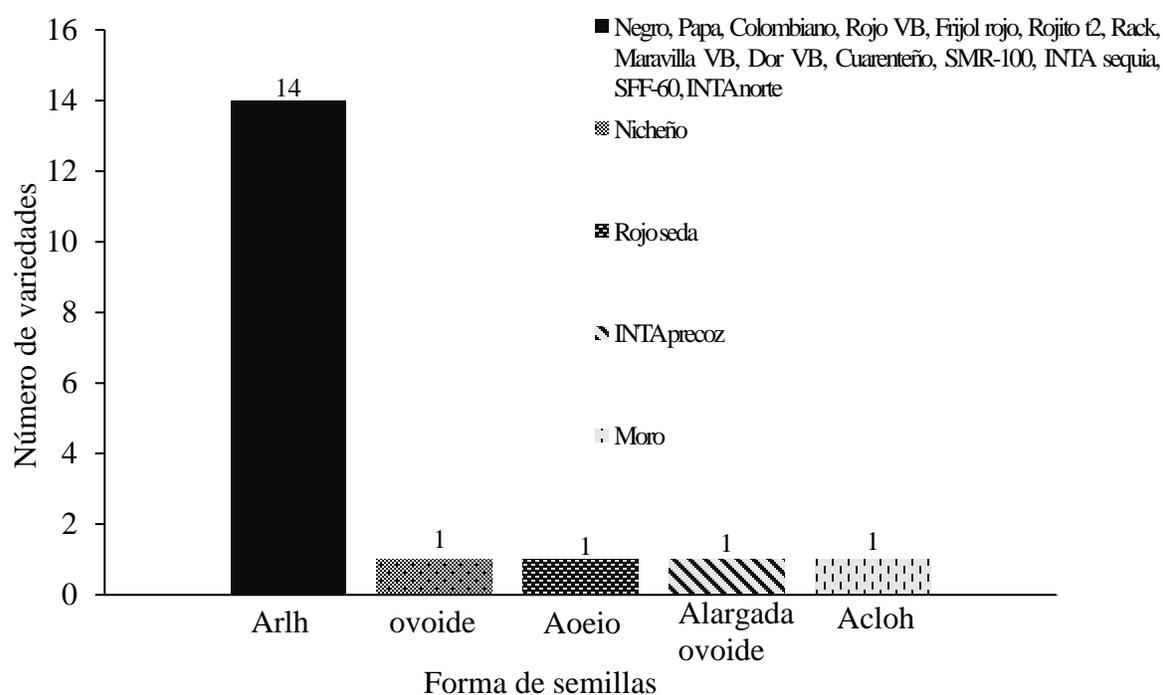


Figura 4. Forma de semillas de 13 variedades locales y cinco mejoradas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en San Antonio de Padua, municipio de Somoto-Madriz, en el ciclo agrícola de primera, 2019.

Las semillas locales mostraron los tres tipos de aspectos predominantes en la testa; Opaco en las variedades Moro y Cuarenteño. Intermedio en las variedades Frijol rojo, Maravilla VB, Papa, Negro, Rojo VB, Dor VB y Rack. Brillante en las variedades Rojo seda, Colombiano y Rojito T2.

Las semillas mejoradas mostraron dos variantes en el aspecto de la testa; Intermedio en las variedades INTA precoz, SMR-100 e INTA sequía y Brillante en las variedades SFF-60 e INTA-Norte. El aspecto de testa que más predominó entre las variedades evaluadas fue el intermedio presentándose en 11 variedades. Para este carácter las semillas locales mostraron mayor variabilidad (Figura 5).

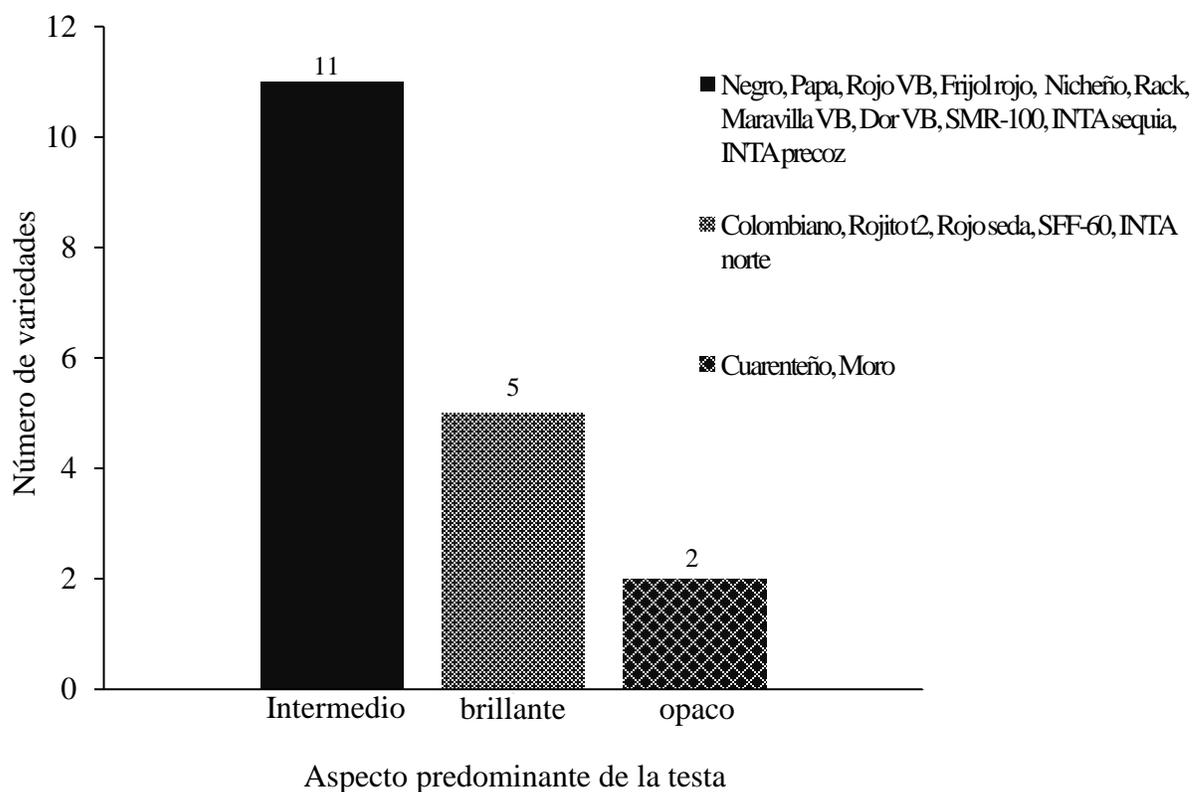


Figura 5. Aspecto predominante de la testa en semillas provenientes de 13 variedades locales y cinco mejoradas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en San Antonio de Padua, municipio de Somoto-Madriz, en el ciclo agrícola de primera, 2019.

Las semillas locales mostraron los dos tipos de presencias del color alrededor del hilum. Coloreado en las variedades Negro, Papa, Colombiano, Rojo VB, Maravilla VB, Nicheño, Rojito t2, Rack, Dor VB, Cuarenteño y Moro. Sin colorear en las variedades Frijol rojo y Rojo seda. No existió variabilidad para este carácter entre las semillas mejoradas la presencia de color alrededor del hilum fue coloreado.

En general, la presencia de color alrededor del hilum que predominó en las semillas provenientes de las variedades evaluadas fue coloreado, presentándose en 16 variedades; Negro, Papa, Colombiano, Rojo VB, Rojito t2, Cuarenteño, Rack, Maravilla VB, Moro, Dor VB, SMR-100, Inta sequía, Inta precoz, Inta Norte y SFF-60 (Figura 6).

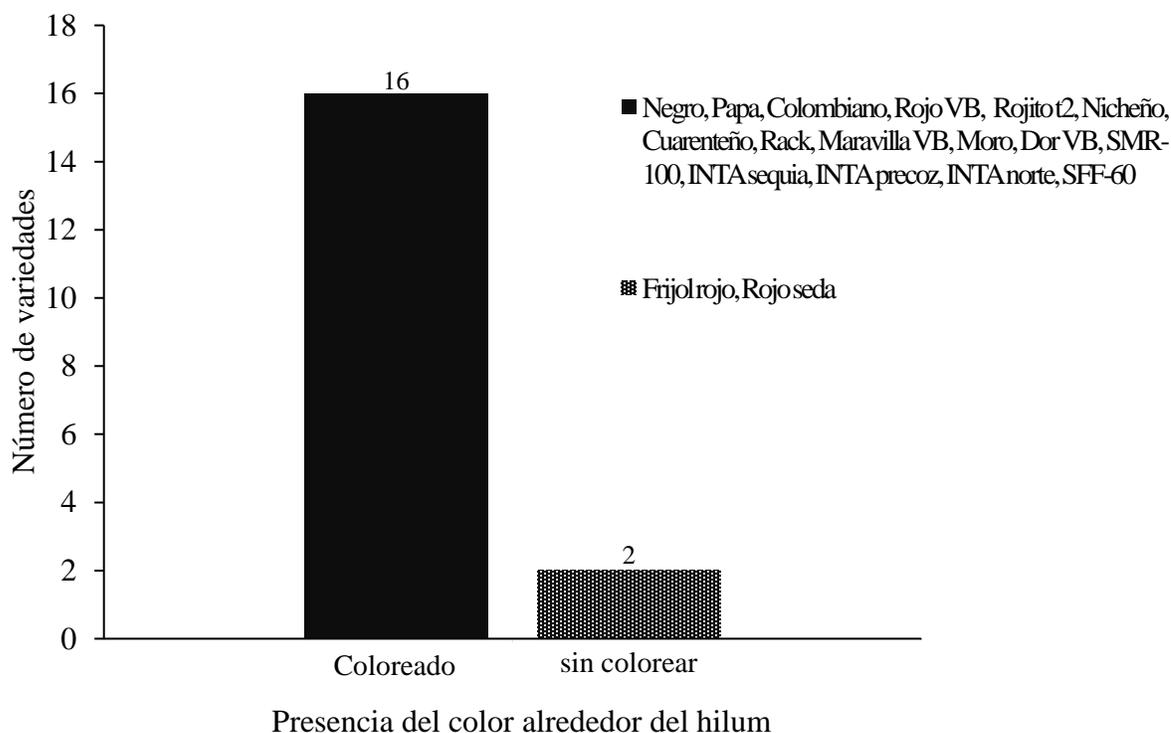


Figura 6. Presencia de color alrededor del hilum en las semillas provenientes de 13 variedades locales y cinco mejoradas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en San Antonio de Padua, municipio de Somoto-Madriz, en el ciclo agrícola de primera, 2019.

VI. CONCLUSIONES

Las variedades evaluadas no presentaron diferencias significativas en el rendimiento del grano, número de vainas por plantas y granos por vaina.

El resto de caracteres que componen al rendimiento (longitud de vainas, peso de 100 semillas y plantas a la cosecha) mostraron una respuesta estadística diferencial.

Las variedades locales mostraron mayor variabilidad fenotípica a nivel de semilla.

VII. RECOMENDACIONES

Continuar con la investigación y realizar un análisis de adaptabilidad y estabilidad.

Evaluar los materiales genéticos que presentaron resultados superiores de emergencia, longitud de vainas y peso de 100 semillas (Negro, Papa e Inta-precoz)

Realizar una prueba de germinación en el material de siembra a utilizar para conocer su porcentaje de viabilidad.

Para disminuir el error experimental, aumentar el número de repeticiones en el diseño experimental a utilizar y además de la pendiente, tener en cuenta el grado de fertilidad y heterogeneidad del suelo.

VIII. LITERATURA CITADA

- Aguirre, R., y Peske, S.M (1988). *Manual para beneficios de semillas*. Recuperado de http://ciatlibrary.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/SB118.3_A33_Manual_para_el_beneficio_de_semillas.pdf
- Álvarez, Córdova, E. (2018). *Cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris. L)*. Recuperado de http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa_Frijol%202019.pdf
- Araya, R., Rodríguez, R, Molina, J.C., y Trece Ramos, F. (1995). *Variedades mejoradas (Phaseolus vulgaris L.): concepto, obtención y manejo*. Recuperado de <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/79752/Fasciculo6variedades%20mejoradas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Banco Central de Nicaragua. (2018). *Informe macroeconómico 2018*. Recuperado de https://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/anual/informe_anual/index.php.
- Bendaña, G. (febrero, 2018) Breve Caracterización de la Situación Agropecuaria e Hidrológica del Norte del Corredor Seco de Nicaragua. *Temas Nicaragüenses*,118, (2164-4268). Recuperado de <http://www.temasnicas.net/split118/brevecaracterizacion.pdf>
- Camarena Mayta, F., Chura Chuquija, J., y Blas Sevillano, R.D. (2014). *Mejoramiento genético y biotécnico de las plantas*. Recuperado por https://www.agrobanco.com.pe/wpcontent/uploads/2017/07/MEJORAMIENTO_GENETICO_Y_BIOTECNOLOGICO_DE_PLANTAS.pdf
- Cárcova J.G, Abeledo G., y López P.M (2003) Análisis de la generación del rendimiento: Crecimiento, partición y componentes. En: Satorre E, Benech AR, Slafer GA, de la Fuente E, Miralles D, Otegui ME, y Savin R (eds) Producción de cultivos de granos. Bases funcionales para su manejo. (pp. 783) Buenos Aires: Facultad de Agronomía.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (2008). Producción Ecológica de Cultivos Anuales Básicos: Maíz, Frijol y Calabaza. Recuperado de. https://www.researchgate.net/publication/235340843_Produccion_ecologica_de_cultivos_anuales_basicos_maiz_frijol_y_calabaza
- Chaves Barrante, N. F., Polania, J.A., Muñoz Perea., C. G., Rao, I.M., y Beebe, S.E (abril,2018). Caracterización fenotípica por resistencia a sequía terminal de germoplasma de frijol común. *Agronomía Mesoamericana*. 29 (1), 1-17. Recuperado de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v29n01_001.pdf.
- Cisneros Almazán, R. (2003). Apuntes de la materia de riego y drenaje. Recuperado por <https://studylib.es/doc/4527928/riego-y-drenaje---facultad-de-ingenier%C3%ADa>
- Consejo Nacional de Pueblos Indígenas del Pacífico Centro y Norte. (2020). Pueblos indígenas del norte del País Recuperado de <http://www.pueblosindigenaspcn.net/territorios/san-antonio-de-padua>.

- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Gonzales, LA; Tablada, EM; Díaz, MP; Robledo, CW y Balzarini, MG. (2008). *Estadística para las ciencias agropecuarias*. Recuperado de http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/2103/mod_resource/content/0/DEPOSITO_DE_MATERIALES/LIBRO-EST.CIENCIAS.AGRP.UNC._7_Ed.pdf
- Flores, C, Madriz, P., Warnock de Parra., R y Trujillo de Leal, A. (octubre, 2005). Evaluación de altura de plantas y componentes del rendimiento de seis genotipos del género *Vigna* en dos localidades de Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía*. 22. (4). Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182005000400004.
- Gobierno de Nicaragua. (2020). *Estrategia Nacional de Producción de Semillas para la siembra en los diferentes ciclos productivos, 2019-2020*. Recuperado de <https://inta.gob.ni/project/estrategia-nacional-de-produccion-de-semillas-para-la-siembra-en-los-diferentes-ciclos-productivos-2019-2022/>.
- Gómez, F., Bueso, F., Reconco, R, Hughes, P., Bentley, J., y Smith, M. (1995). *Manual de Mejoramiento y Conservación del Maíz Criollo con Pequeños Agricultores*. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2930/4/01.pdf>.
- Gómez, O.J., B. Frankow, Lindberg and U. Gullberg. (2005). *Yield and yield stability of Nicaraguan landraces and bred cultivars of the common bean when grow in contrasting environments*. Recuperado de <https://doi.org/10.1017/S0021859605005502>
- Hernández López, M, Vargas Vásquez, M. L, Moraga Martínez, J. S, Hernández Delgado, S.J., y Mayek Pérez, N. (junio 2013). Origen, domesticación y diversificación del frijol común. Avances y perspectivas. *Revista fitotecnia mexicana*. 36 (2). Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802013000200002
- Holdridge, Leslie R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica: IICA
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2011). *Catálogo de frijoles criollos rojo seda de las Segovias, Nicaragua: caracterización molecular y morfo agronómica*. Recuperado de <http://repiica.iica.int/docs/B2984e/B2984e.pdf>.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. (2019). *Clima de Nicaragua*. Recuperado de <https://servmet.ineter.gob.ni/Meteorologia/climadenicaragua.php>
- 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*. Recuperado de <https://docplayer.es/27817047-Guia-metodologica-de-fitomejoramiento-participativo-en-los-cultivos-de-maiz-frijol-arroz-y-sorgo.html>
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2013b). *Catálogo de semillas de granos básicos, variedades de arroz, frijol y sorgo liberadas por el INTA*. Recuperado de https://nanopdf.com/download/descargar-pdf-observatorio-regional-de-las-cadenas-de-maiz-y-frijol_pdf

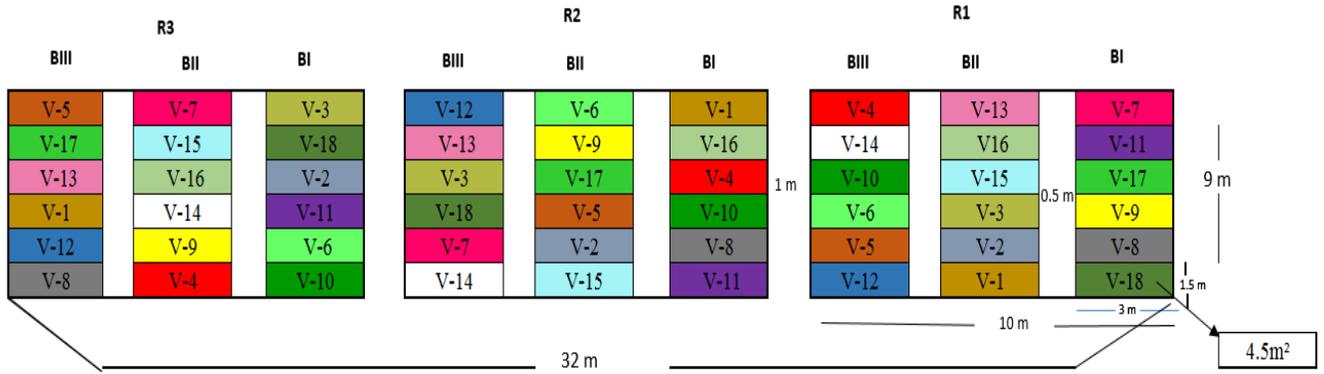
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2014). *Catálogo de variedades criollas de frijol y maíz seleccionadas en proceso de fitomejoramiento participativo en las Segovias*. Recuperado de <https://inta.gob.ni/project/catalogo-de-variedades-criollas-de-frijol-y-maiz-seleccionadas-en-procesos-de-fitomejoramiento-participativo-en-las-segovias/>
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2016). *Mejores prácticas de siembra y manejo para incrementar los rendimientos en el cultivo de frijol*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/430648374/Practicas-Para-Incremento-de-Frijol>
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2018). *Catálogo de variedades criollas y acriolladas de frijol y maíz*. Recuperado de <http://www.inta.gob.ni/wpcontent/uploads/2019/11/Catalogo-Semillas-FAO-2018-FINAL-WEB.pdf>.
- Ivanov, Z. (1985). *La experimentación agrícola*. Playa, Cuba: Pueblo y Educación
- Lamz Piedra, A, Regla, Cárdenas Travieso, R.M, Ortiz Pérez, R, Alfonzo, L.E., y Himely, A.S. (octubre-diciembre 2015). Evaluación preliminar de líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L). promisorios para siembras tempranas en melena sur. *Cultivos tropicales*.38 (4), pp. 111-118. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/323074412_Evaluacion_preliminar_de_lineas_de_frijol_comun_Phaseolus_vulgaris_L_promisorios_para_siembras_tempranas_en_Melena_del_Sur
- Landero, B, Obando, S, Salmerón, F, Valverde, L., y Vivas, E. (2017). *Agricultura Sostenible para enfrentar los efectos del Cambio Climático en Nicaragua*. Recuperado de <https://www.fesamericacentral.org/nicaragua/cambio-climatico/details/Agricultura+Sostenible+para+enfrentar+los+efectos+del+Cambio+Clim%C3%A1tico+en+Nicaragua.744.html>
- León González, F.G., y González Hernández, V. J. (2018). *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*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, Managua.
- Llano, A. (2006). *Investigador nacional del programa de frijol*. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, Nicaragua.
- Márquez Sánchez, F. (diciembre, 2008). De las variedades criollas de maíz (*Zea mays* L.) a los híbridos transgénicos, recolección de germoplasma y variedades mejoradas. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*.5 (2). Recuperado de <https://www.colpos.mx/asyd/volumen5/numero2/asd-08-010.pdf>.
- Ministerio Agropecuario y Forestal. (2013). *Departamento de Madriz y sus municipios*. Recuperado de <https://www.mag.gob.ni/documents/Publicaciones/CENAGRO/Madriz.pdf>.
- Morales, A.D, (2019). *Como conservar semillas de variedades locales* Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/336589413_Como_conservar_semillas_de_variedades_locales

- Mota Muñoz, S.C., y Espinoza Rosales, A. D. (2018). *Caracterización y evaluación preliminar de cuatro variedades locales de frijol común (Phaseolus vulgaris L) en las localidades Tamalapa, el Mojón, el Cristal y el Guineo del Municipio Ciudad Darío, Departamento Matagalpa Postrera 2017-Primera 2018*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, Managua.
- Muñoz Arguedas, G., Giraldo Ávila, G., y Fernández de Soto, J. (1993). *Descriptores varietales arroz, frijol, maíz, sorgo*. Recuperado de <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/54651>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). *Materiales para capacitación en semillas - Módulo 6: Almacenamiento de semillas*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/ca1495es/CA1495ES.pdf>.
- Peralta, D. (2018). *Comportamiento agronómico de 14 poblaciones criollas de frijol rojo (Phaseolus vulgaris L.) en los departamentos de Estelí y Nueva Segovia*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria: Managua.
- Plan Nacional de Producción, Consumo y Comercio (2019-2020). Recuperado de https://www.lavozdelsandinismo.com/wp-estaticos/2019/05/PPCC-2019-2020_100519.pdf.
- Proyecto Red de Innovación Agrícola- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2007). *Agro innovación al día en Centroamérica*. Recuperado de <http://repiica.iica.int/docs/B2947e/B2947e.pdf>
- Proyecto Red innovación agrícola- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2009). *Mapeo del mercado de semillas de maíz blanco y frijol en Centroamérica*. Recuperado de <http://repiica.iica.int/docs/B1897e/B1897e.pdf>
- Rodríguez, O, Chaveco, O, Ortiz, R, Ponce, M, Ríos, H, Miranda, S, Días, O, Portelles, J, Torres, R., y Cedeño, L. (mayo-agosto 2009). Líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) resistentes a la sequía. Evaluación de su comportamiento frente a condiciones de riego, sin riego y enfermedades. *Temas de ciencia y tecnología*, 13(38), 17-26. Recuperado de http://www.utm.mx/edi_anteriores/Temas38/1ENSAYO%2038-3.pdf
- Rosales Serna, R, Ramírez Vallejo, P; Acosta Gallegos, J. A.; Castillo González, F., y Kelly, J.D. (abril 2000). Rendimiento de grano y tolerancia a la sequía del frijol común en condiciones de campo. *Agrociencia*, 34 (2), pp. 153-165. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/302/30234205.pdf>
- Rosas, J. (2001). *Aplicación de metodologías participativas en el mejoramiento genético del frijol en Honduras*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/26595525_Aplicacion_de_metodologias_participativas_para_el_mejoramiento_genetico_de_frijol_en_Honduras
- Rosas, J. (2003). *El cultivo del frijol común en América Tropical*. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2424/1/prueba%2009.pdf>.
- SAS. Institute 2017. JMP versión stastics ang Graphis Guide. Version 13.2. SAS. Cary. NC

- Singh, SP; Gepts, P., y Debouck, DG. (1991). *Races of common bean (Phaseolus vulgaris, Fabaceae). Economic*. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02887079>
- Valentinetti, S. (2012). Estudio de la aceptación de la variedad mejorada de frijol común Amadeus 77 en la aldea de San Lorenzo, Danlí, El Paraíso, Honduras. (Tesis de pregrado) Recuperada de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1052/1/T3306.pdf>
- Voysest, V.O. (2000.) *Mejoramiento genético del frijol (Phaseolus vulgaris L.): legado de variedades de América Latina*. Recuperado de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=QT2001000423>

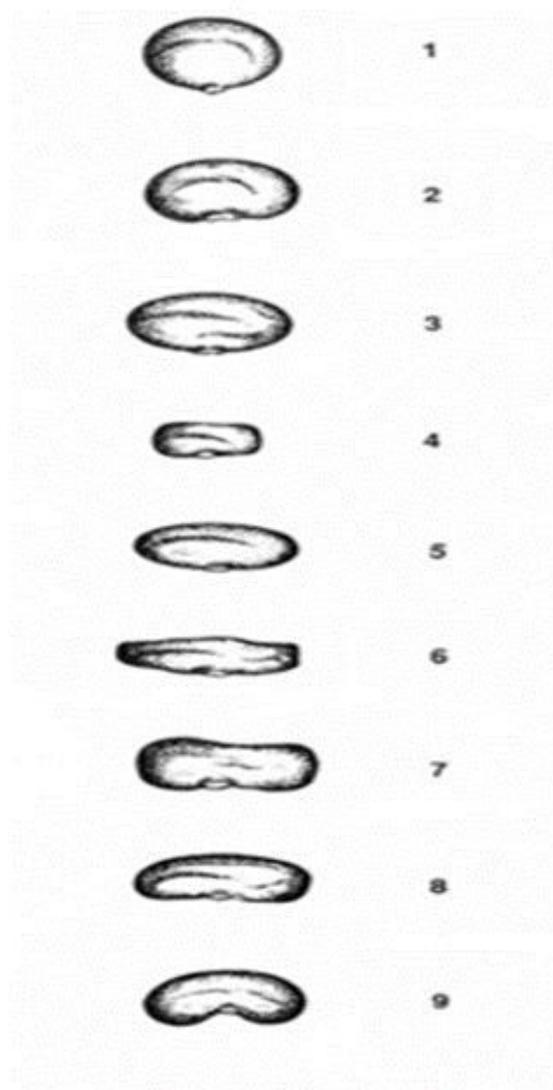
IX. ANEXOS

Anexo 1. Plano de campo



V-1	Colombiano	V-10	Cuarenteño
V-2	Papa	V-11	Maravilla Vaina Blanca
V-3	Negro	V-12	Rojo Vaina Blanca
V-4	RACK	V-13	INTA sequia
V-5	Rojito T2	V-14	Dor Vaina Blanca
V-6	Moro	V-15	SMR-100
V-7	Nicheño	V-16	INTA Precoz
V-8	Frijol Rojo	V-17	SCFF-100
V-9	Rojo Seda	V-18	INTA-NORTE

Anexo 2. Formas de semilla en frijol según Muñoz *et al.*, (1993)



1= redonda; 2= ovoide; 3= elíptica; 4= pequeña, casi cuadrada; 5= alargada, ovoide; 6= alargada, ovoide en un extremo e inclinada en el otro; 7= alargada, casi cuadrada; 8= arriñonada, recta en el lado del hilum; 9= arriñonada, curva en el lado opuesto al hilum.

Anexo 3. Cuadros de colores para clasificar el color primario en las semillas de frijol según Muñoz *et al.*, (1993)



Anexo 4. Color primario en las semillas de 13 variedades locales y cinco mejoradas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en San Antonio de Padua, Somoto-Madriz, primera, 2019



Colombiano



Cuarenteño



Dor Vaina blanca



Frijol Rojo



Rack



INTA Sequia



Papa



Maravilla Vaina blanca



Moro



Negro



Rojo seda



Nicheño



Rojo Vaina blanca



Rojito T2



INTA-NORTE



SFF-60



INTA precoz



SMR-100

Anexo 5. Coeficientes de cultivos anuales según el ciclo vegetativo o porcentaje de desarrollo (Palacios, 1996), utilizados como referencia los coeficientes en frijol para el cálculo de evapotranspiración del cultivo

CULTIVOS ANUALES																	
% DE DESARROLLO	MAÍZ	TRIGO	ALGODÓN	SORGO	CARTAMO	SOYA	ARROZ	FRIJOL	AJONJOLI	GARBANZO	CEBADA	JITOMATE	LINAZA	CHILE	PAPA	CACAHUATE	CUCURBITACEAS
0	0.42	0.15	0.20	0.30	0.14	0.51	0.45	0.50	0.30	0.30	0.15	0.43	0.30	0.48	0.30	0.15	0.45
5	0.45	0.20	0.22	0.35	0.16	0.45	0.50	0.54	0.35	0.35	0.20	0.43	0.35	0.50	0.35	0.17	0.47
10	0.48	0.30	0.25	0.40	0.18	0.41	0.55	0.60	0.40	0.40	0.30	0.43	0.40	0.55	0.40	0.20	0.50
15	0.51	0.40	0.25	0.45	0.22	0.45	0.65	0.65	0.50	0.50	0.40	0.45	0.50	0.65	0.45	0.25	0.53
20	0.60	0.55	0.32	0.60	0.27	0.51	0.72	0.73	0.60	0.55	0.55	0.45	0.55	0.75	0.50	0.29	0.56
25	0.65	0.70	0.40	0.70	0.35	0.51	0.80	0.80	0.70	0.65	0.70	0.50	0.70	0.80	0.60	0.36	0.60
30	0.70	0.90	0.50	0.80	0.44	0.51	0.85	0.90	0.80	0.70	0.90	0.55	0.90	0.90	0.70	0.43	0.65
35	0.80	1.10	0.62	0.90	0.54	0.52	0.90	0.97	0.87	0.75	1.10	0.65	1.00	0.95	0.62	0.82	0.70
40	0.90	1.25	0.89	1.00	0.64	0.55	0.92	1.05	0.95	0.78	1.25	0.75	1.10	0.93	0.97	0.61	0.75
45	1.00	1.40	0.90	1.08	0.76	0.57	0.93	1.10	1.00	1.80	1.40	0.85	1.15	1.03	1.05	0.61	0.80
50	1.05	1.50	0.98	1.07	0.88	0.60	0.93	1.12	1.10	0.82	1.50	0.95	1.20	1.05	1.16	0.80	0.81
55	1.07	1.57	1.00	1.05	0.97	0.63	0.93	1.12	1.20	0.85	1.57	1.00	1.28	1.05	1.25	0.90	0.82
60	1.08	1.62	1.02	1.00	1.07	0.66	0.92	1.10	1.28	0.85	1.62	1.03	1.30	1.05	1.30	1.00	0.80
65	1.07	1.61	1.00	0.95	1.07	0.68	0.90	1.05	1.30	0.82	1.61	1.02	1.35	1.03	1.35	1.01	0.79
70	1.05	1.55	0.95	0.90	1.08	0.70	0.85	1.02	1.32	0.80	1.55	0.98	1.30	1.00	1.38	1.02	0.77
75	1.02	1.45	0.87	0.82	1.02	0.70	0.80	0.95	1.29	0.75	1.45	0.95	1.28	0.97	1.38	0.91	0.75
80	1.00	1.30	0.80	0.75	0.96	0.69	0.66	0.87	1.25	0.70	1.30	0.90	1.25	0.90	1.35	0.80	0.72
85	0.95	1.10	0.75	0.70	0.86	0.63	0.63	0.80	1.10	0.65	1.10	0.85	1.10	0.85	1.33	0.60	0.71
90	0.90	0.95	0.65	0.65	0.76	0.56	0.58	0.72	1.00	0.60	0.95	0.80	0.95	0.80	1.30	0.41	0.70
95	0.87	0.80	0.55	0.60	0.60	0.43	0.55	0.70	0.90	0.50	0.80	0.75	0.60	0.70	1.25	0.25	0.67
100	0.85	0.62	0.50	0.55	0.45	0.31	0.47	0.62	0.50	0.40	0.62	0.70	0.60	0.60	1.20	0.11	0.65

Anexo 7. Hoja de cálculo en Cropwat 8.7 para la determinación de la evapotranspiración mensual en Somoto, utilizando como referencia la evapotranspiración diaria de los meses de junio y julio para el cálculo de evapotranspiración del cultivo

País: Nicaragua

Estación: Somoto

Altitud: 700 m.

Latitud: 13.28 °N

Longitud: 86.32 °E

Mes	Temp Min °C	Temp Max °C	Humedad %	Viento m/s	Insolación horas	Rad MJ/m ² /día	ETo mm/día
Enero	15.0	29.0	71	3.2	6.7	16.6	4.14
Febrero	16.0	30.0	69	3.9	7.3	18.8	4.92
Marzo	17.0	31.0	63	3.5	8.6	22.1	5.72
Abril	19.0	33.0	61	3.0	8.6	22.8	6.07
Mayo	20.0	31.0	74	2.3	6.6	19.5	4.67
Junio	20.0	29.0	78	2.6	6.4	19.0	4.30
Julio	19.0	29.0	72	3.7	8.1	21.6	5.12
Agosto	19.0	29.0	77	3.2	7.6	21.0	4.69
Septiembre	19.0	28.0	77	2.8	7.6	20.7	4.43
Octubre	19.0	28.0	82	2.3	5.5	16.5	3.53
Noviembre	17.0	28.0	78	3.0	7.4	17.8	3.84
Diciembre	16.0	29.0	76	3.6	7.5	17.2	4.04
Promedio	18.0	29.5	73	3.1	7.3	19.5	4.62