

Evaluación de Genotipos Biofortificados de *Phaseolus vulgaris* L., Ciclo productivo apante, Siuna, RACCN, Nicaragua

Evaluation of Biofortified Genotypes of Phaseolus vulgaris L., Apante productive cycle, Siuna, RACCN, Nicaragua

Adán Alí Flores Rivas¹
Arnulfo Bladimir Torres Jarquín²
Jamill Castillo Martínez³

Resumen

El cultivo del *Phaseolus vulgaris* en la región Caribe de Nicaragua, se cultiva mayoritariamente en la siembra de apante. Esta investigación se realizó en la comunidad del Hormiguero, en la unidad productiva La Bonita, del Señor Fanor Salgado, jurisdicción del municipio de Siuna, Caribe Norte de Nicaragua. Se evaluó el comportamiento agronómico de 16 genotipos de frijol biofortificado. El diseño utilizado fue Bloques Completamente al Azar con 3 réplicas y 16 tratamientos, utilizándose un marco muestral de 12, 672 plantas, y un área experimental de 500 metros cuadrados, la cual corresponde a 3 bloques y 48 subparcelas, el análisis e interpretación de los datos se realizó a través de un análisis de varianza (ANOVA) y separación de medias a través de Tukey ($\alpha=0.05$). Se evaluaron las variables de fenología, afectación de plagas y enfermedades y rendimiento productivo.

El genotipo SMR 186 evidenció el mejor comportamiento agronómico en el indicador de altura con 59 cm, en los días de floración y cosecha el genotipo SMR 181 y SMR 169 con 35 días y 59 días de cosecha, estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos y bloques. Los genotipos SMR 186, 183, 171, 178 presentan los niveles más bajos de afectación de plagas y enfermedades. El genotipo SMR 169 evidenció el mayor rendimiento productivo con una producción de 3,370 kg/ha.

Palabras Clave: Genotipos biofortificados, productividad, comportamiento agronómico

¹ Ingeniero Agroforestal. Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense, CUR-Las Minas. Correo electrónico floresrivasadan@yahoo.com

Agroforestry Engineer. University of the Autonomous Regions of the Nicaraguan Caribbean Coast, CUR-Las Minas

² Ingeniero Agroforestal, Técnico del Centro de Información Socio Ambiental. Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense, CUR-Las Minas. Correo: arnulfobladiri96@gmail.com; ORCID: 0000-0003-4084-7030

Agroforestry Engineer, Technician of the Socio-Environmental Information Center. University of the Autonomous Regions of the Nicaraguan Caribbean Coast, CUR-Las Minas.

³ Magíster en Docencia Universitaria, Ingeniero Agroforestal, Director del Departamento de Evaluación y Acreditación. Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense (URACCAN). Correo: jamill.castillo@uraccan.edu.ni, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3648-9165>

Master in University Teaching, Agroforestry Engineer, Director of the Evaluation and Accreditation Department. University of the Autonomous Regions of the Nicaraguan Caribbean Coast (URACCAN) CUR-Las Minas.

Recibido: 21/02/2023 - Aprobado: 16/01/2024

Flores Rivas, A. A., Tórriz Jarquín, A. B., & Castillo Martínez, J. (2023). Evaluación de Genotipos Biofortificados de *Phaseolus vulgaris* L., Ciclo productivo apante, Siuna, RACCN, Nicaragua. *Revista Universitaria del Caribe*, 31(2). <https://doi.org/10.5377/ruc.v31i2.17952>

Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-NoDerivadas



Abstract

The cultivation of *Phaseolus vulgaris* in the Caribbean region of Nicaragua is mainly cultivated in apante crops. This research was carried out in the community of Hormiguero, in La Bonita farm, owned by Mr. Fanor Salgado, jurisdiction of the municipality of Siuna, Northern Caribbean of Nicaragua. The agronomic performance of 16 biofortified bean genotypes was evaluated. The design used was Completely Randomized Blocks with 3 replications and 16 treatments, using a sampling frame of 12,672 plants, and an experimental area of 500 square meters, which corresponds to 3 blocks and 48 subplots, the analysis and interpretation of the Data was performed through an analysis of variance (ANOVA) and separation of means through Tukey ($\alpha=0.05$). The variables of phenology, pest and disease impact and productive performance were evaluated.

The SMR 186 genotype showed the best agronomic performance in the height indicator with 59 cm, in the days of flowering and harvest the genotype SMR 181 and SMR 169 with 35 days and 59 days of harvest, statistically there are no significant differences between the treatments and blocks. The SMR 186, 183, 171, 178 genotypes have the lowest levels of pest and disease impact. The SMR 169 genotype showed the highest productive performance with a production of 3,370 kg/ha.

Keywords: Biofortified genotypes, productivity, agronomic behavior.

I. Introducción

El cultivo de (*Phaseolus vulgaris L.*), es originario del continente americano. Constituye el componente fundamental del régimen alimenticio para una gran parte de la población en América Latina y resto del mundo por su alto contenido de proteínas, carbohidratos beneficiosos, fibra, vitaminas y minerales. Además de su bajo precio y disponibilidad en los mercados y la generación de empleo e ingreso a las familias. Se caracteriza por ser una actividad de pequeños y medianos productores en diferentes zonas del país. (Chazan, 2008).

La superficie agrícola de frijol en el año 1980 era de 62,300 hectáreas y en el año 2014 ascendió a 232.830 hectáreas, lo que significa un crecimiento absoluto de 170.53 hectáreas en 34 años, con un rendimiento en los últimos 34 años entre los 800 y 1,300 kg/ha, la producción no ha variado mucho, debido a la susceptibilidad del rubro a daños climáticos, plagas y falta de tecnificación y de manejo del cultivo, en si lo que ha incrementado es el área sembrada (Solís Espinoza, 2017).

En Nicaragua desde el 2005 se comenzó a trabajar en el tema de la biofortificación y ha centrado sus esfuerzos en la investigación. A pesar de todo se liberó una variedad, pero sus niveles de hierro y zinc no se ajustaban a la meta, pero se liberó por sus características agronómicas y calidad del grano que es muy importante en el país y después de cuatro años se comenzó a hacer una reelección y en el proceso de inscribir otra variedad que el próximo año podría estar liberada y lista para que los productores la utilicen (Castellon, 2014).

Esta investigación tiene como objetivo la evaluación del comportamiento agronómico, niveles de afectaciones de plagas y enfermedades y el comportamiento productivo de los 16 genotipos de frijol recientemente incorporados en la zona, se utilizarán como testigo la variedad INTA rojo e INTA ferroso ya cultivados en nuestro municipio y así verificar cuál de las variedades presenta mejores resultados.

Servirá a futuros investigadores de la universidad para profundizar en la temática y lograr la validación de uno de los genotipos de frijol que compense los gastos de producción, y dará aportes a los productores del municipio que cultivan el rubro de frijol, para que conozcan el comportamiento productivo de los genotipos y verificar si son mejores que las variedades tradicionales que cultivan y aseguren mejorar su producción.

II. Revisión de literatura

Fenología del frijol

Al hablar de la fenología del frijol se refiere a las distintas etapas de crecimiento y desarrollo que experimenta en su ciclo de vida dividida en dos fases, la vegetativa y reproductiva, donde lo integran las siguientes etapas: la germinación, emergencia, hojas primarias, primera hoja trifoliada, tercera hoja trifoliada, prefloración, floración, formación de vainas, llenado de vainas, madurez fisiológica y cosecha.

En un estudio realizado por el INTA en el ciclo de postrera en el municipio de Pueblo Nuevo, en Matapalo en el año 2016 con el objetivo de conocer el comportamiento agronómico de las líneas SMR 156, SMR 155, SMR 159 y las variedades INTA rojo e INTA ferroso, se logró una floración a los 36 días (Llano, 2016).

En un estudio realizado con el objetivo de valorar el comportamiento agronómico de cuatro variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) evaluadas preliminarmente en siete localidades del municipio de Matagalpa, en dos ciclos agrícolas, postrera 2013, primera 2014. Donde se estableció una sola repetición por finca, tomando como parcela útil un área de 18 metro cuadrado. Donde las variedades más precoces en días a floración fueron el INTA sequía, el cual floreció a los 29.9 días, variedad Madero 32.3 días, la variedad Rojo Cutacha 32 días y la variedad Rojo Seda 30.4 días (Blandón Herrera y Peralta Chavarría, 2016).

Con relación a los rendimientos productivos, Matey (2018) evaluó 16 genotipos biofortificados de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) en 11 ambientes de Nicaragua, los mejores resultados fue de la variedad cincuentaño con 52 días. un promedio de 12 días menos que los demás genotipos.

Plagas y enfermedades

Dentro de las plagas que afectan el cultivo de frijol están: la Gallina ciega, Gusano alambre, la Babosa y la Mosca blanca, en el caso de las plagas las que afectan son: Mustia hilachosa, Tizón común, Antracnosis, Mancha angular, Mosaico común y Mosaico dorado.

En el estudio realizado por Martínez, las enfermedades que más afectaron durante el ciclo fueron BGMV (mosaico dorado) y Mustia hilachosa ambas ocasionan grandes pérdidas en el rendimiento de la producción (Ramírez Martínez y Bency Alarcón, 2007).

En el año 2016, el INTA realizó un estudio para la Validación de líneas promisorias de frijoles biofortificados, referidos a las líneas SMR 100 y SMR 88, se determinó que la línea SMR 88 presenta resistencia al Mosaico Dorado y tolerancia a otras enfermedades y es susceptible a Mancha Angular, color retinto y la línea SMR 100 presenta tolerancia a mosaico dorado y otras enfermedades y es susceptible a Mancha Angular (Llano, 2016).

En un estudio realizado en el departamento de Matagalpa en el año 2012 en el periodo de postrera, (H- Vaina blanca, H- Vaina roja y Rojo Claro) y una mejorada (INTA- Rojo) de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*), la plaga con mayor presencia es la *Diabrotica sp.*, que se encontró en casi todas las localidades, sin embargo, la *Bemisia tabaci* y la *Sarasinula plebeia*, fueron las otras con más presencia (Rayo y Mejía, 2013).

Rendimientos productivos

El rendimiento por hectáreas no ha variado mucho en los últimos 34 años manteniéndose entre los 800 y 1,300 kg/ha lo cual se deriva de la susceptibilidad del rubro a daños climáticos, plagas y falta de tecnificación y de manejo del cultivo.

Un estudio realizado con el objetivo de evaluar el rendimiento productivo de 16 genotipos biofortificados de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) en 11 ambientes de Nicaragua, periodo 2015-2016, en lo referido al rendimiento por hectárea se obtuvieron los siguientes resultados: SMR 100 1231 kg/ha, SMR 91 1052 kg/ha,

SMR 85 1176 kg/ha, SMR 104 1120 kg/ha, SMR 128 1129 kg/ha, SMR 96 1129 kg/ha, SMR 108 1153 kg/ha, SMR 92 1058 kg/ha, SMR 106 1086 kg/ha, SMR 130 1079 kg/ha, SMR 105 1006 kg/ha, SMR 124 1124 kg/ha, SMR 88 1274 kg/ha, SMR 115 1168 kg/ha, INTA Ferroso 1101 kg/ha y Cincuentaño 897 kg/ha (Matey, 2018).

En un estudio realizado por el INTA en el año 2016 en los departamentos de Estelí, Madriz y Nueva Segovia, con el objetivo de comprobar los rendimientos productivos de dos líneas de frijoles biofortificados: SMR 88 Y SMR 100 y la variedad INTA Ferroso se obtuvieron los siguientes resultados referidos a los rendimientos productivos, SMR 88 obtuvo un rendimiento de 1249 kg/ha y la línea SMR 100 obtuvo 1415 kg/ha y la variedad INTA ferroso alcanzó un rendimiento de 1497 kg/ha obteniendo el mejor rendimiento (Llano, 2016).

Por otra parte, un estudio realizado en el año 2016 por el INTA en el municipio de Pueblo Nuevo Matapalo, con el objetivo de estimar los rendimientos productivos de 4 líneas y 2 variedades se obtuvieron los siguientes resultados, línea SMR 156 1435 kg/ha, SMR 155 1406 kg/ha, SMR 159 1397 kg/ha, INTA rojo 1483 kg/ha y INTA ferroso 1436 kg/ha (Llano, 2016).

En un estudio realizado con el objetivo de valorar el comportamiento agronómico de cuatro variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) evaluadas preliminarmente en siete localidades del municipio de Matagalpa, en dos ciclos agrícolas, postrera 2013, primera 2014. Donde se estableció una sola repetición por finca, tomando como parcela útil un área de 18 m². En lo concerniente al rendimiento por hectárea en kilogramos se obtuvieron los siguientes resultados, la variedad INTA sequia con 676 kg/ha, variedad Madero 820 kg/ha, la variedad Rojo Cutacha con 754 kg/ha y la variedad Rojo Seda 518 kg/ha (Blandón Herrera y Peralta Chavarría, 2016).

III. Materiales y métodos

Localización del experimento: La investigación se realizó en la comunidad El Hormiguero jurisdicción del municipio de Siuna, Caribe Norte, específicamente en la unidad productiva propiedad del señor Fanor Salgado, situada sobre la vía que conduce al municipio de Waslala, ubicada aproximadamente a 17 kilómetros del área urbana de la ciudad de Siuna, en las coordenadas en UTM son x: 726904 y eje y: 1518266.

La investigación es cuantitativa experimental, en el nivel explicativo, donde se pretende determinar el genotipo con mejor comportamiento. Se evaluaron 16 genotipos de *Phaseolus vulgaris L.* A través de un Diseño experimental de Bloque Completamente al Azar, con tres repeticiones cada una. Las variables evaluadas fueron; fenología, afectación de plagas y enfermedades y el rendimiento productivo. El marco muestral es de 12, 672 plantas, y un área de 20 x 32 m (500 m²), la cual corresponde a tres bloques y 48 subparcelas. Donde cada bloque es de un área de 4.5 m x 32 m (144m²), cada subparcela tiene un área de 9m² y un total de 264 plantas en 4 surcos.

El procesamiento y análisis de los resultados se realizó a través del programa estadístico de InfoStat versión 2017, a través del análisis de varianza y la diferencia mínima significativa de Tukey ($\alpha = 0.05$) a través de su modelo estadístico $Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$

IV. Resultados y discusión

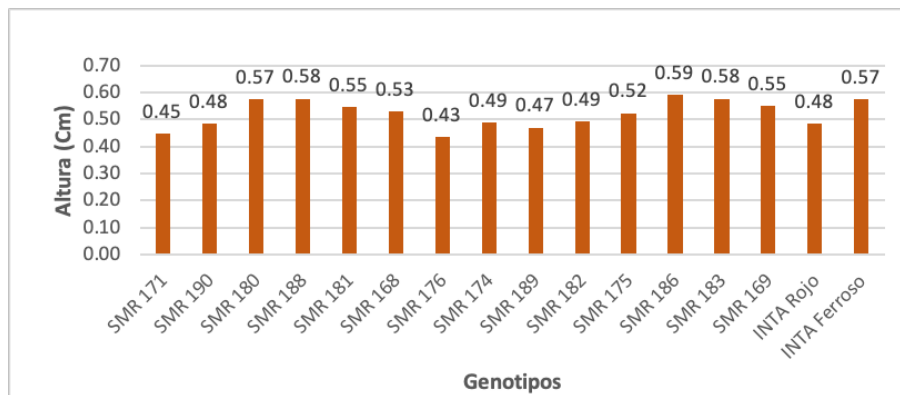
Comportamiento agronómico del *Phaseolus vulgaris L.* biofortificados

Altura de las plantas de frijol

La altura de la planta es a menudo la característica más notable con respecto al crecimiento, es usado como un criterio de crecimiento, el cual abarca desde el nivel del suelo hasta la última hoja y puede ser de importancia para la producción de vainas, en esta investigación se compararon 16 genotipos de *Phaseolus vulgaris L.*, como se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Altura de los genotipos biofortificados del Phaseolus vulgaris L., Siuna RACCN Nicaragua



En la Figura 1, se muestra el crecimiento de las plantas cuando alcanza su grado de madurez, los rangos de altura van desde los 45 cm hasta los 59 cm, siendo el genotipo SMR 186 que obtuvo la mayor altura, con 59 cm, superando a los testigos y el de menor altura fue el genotipo SMR 176 con 43 cm por debajo de los testigos, con un promedio de altura de 52 cm.

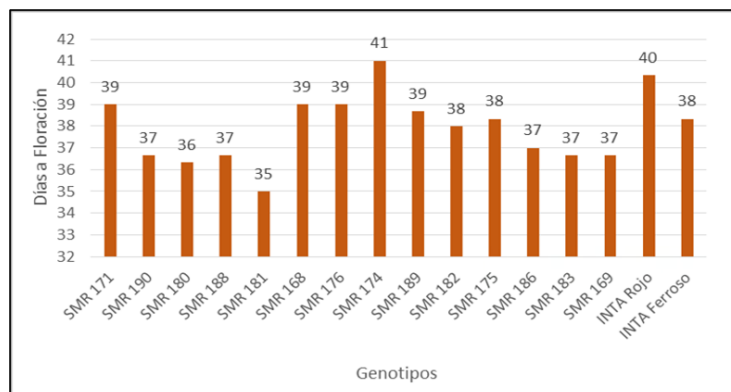
Estos resultados no coinciden con la investigación realizado por Rayo y Mejía en el año 2013, en el departamento de Matagalpa, ya que alcanzaron una altura por encima de los 59 cm, esto se debe a que las condiciones edafoclimáticas de Matagalpa van de buenas a óptimas para el cultivo de frijol, con una altitud entre los 480 a 860 metros, suelos de profundidad de 15 a 30 cm, con pH de 7 y drenaje de bueno a moderado, con respecto a las precipitaciones durante el ensayo fueron de 277 a 428 milímetros, rangos que requiere el cultivo del frijol y que en nuestro municipio no son tan óptimos, los suelos son de uso forestal, con un pH de 5.5 a 5.8, con una precipitación de 1904.2 mm y una altitud de 120 metros sobre el nivel del mar, donde se puede notar que no cumple con las condiciones requeridas por el frijol, por lo que afecta el desarrollo del cultivo.

Días a floración

La variable días a floración es muy importante en el ciclo vegetativo del cultivo y es el período transcurrido desde la siembra de la semilla hasta que más del 50% de la planta tenga al menos una flor abierta. En la Figura 2 se presentan los resultados que se obtuvieron en esta investigación.

Figura 2

Días a floración de los genotipos biofortificados de Phaseolus vulgaris L., Siuna RACCN Nicaragua



Los resultados reflejan que el genotipo SMR 181 es el más precoz, ya que floreció a los 35 días superando a los testigos, y el más tardío el genotipo SMR 174 a los 41 días. Esto se debe a la genética de los genotipos.

Estos resultados coinciden con una investigación realizada por Ramírez Martínez y Bency Alarcon (2007) en el período de postrera en San Andrés, donde obtuvieron rangos de floración entre los 35 y 40 días, esto se debió a que el manejo de la investigación fue similar a la nuestra, ya que utilizaron abonos químicos y controladores de plagas y enfermedades, pero difiere con una investigación realizado por Rayo y Mejía en Matagalpa en el año 2013, donde obtuvieron un promedio de floración de 38.9 días por encima de nuestros resultados, esto se debió a que no utilizaron ningún tipo de insumos, quedando propenso a plagas y enfermedades.

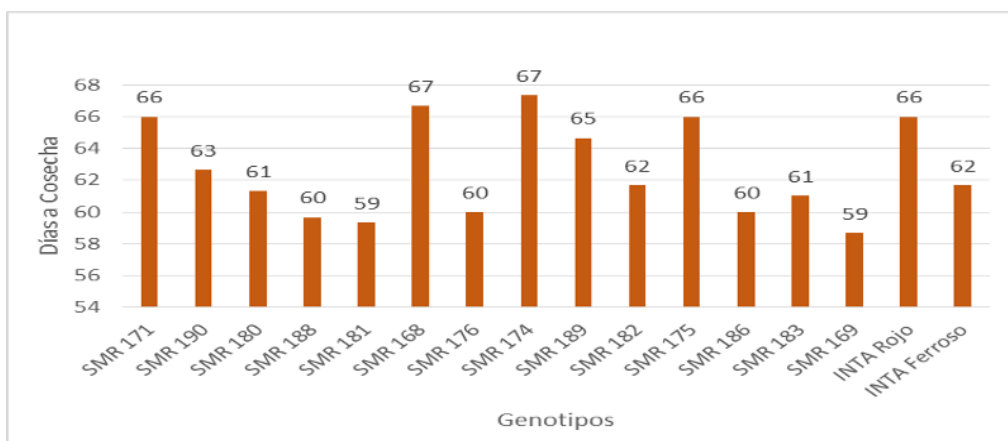
Además, difiere con la investigación realizada por Blandón y Peralta en el año 2016, ya que el genotipo que floreció más tarde fue a los 32 y obtuvieron un promedio de 31.2 días, por debajo de los resultados obtenidos en nuestra investigación, esto se debió a las buenas condiciones edafoclimáticas, ya que son adecuadas para el desarrollo del frijol, sumado a ello la presencia de una buena precipitación y la aplicación de fertilizantes orgánicos importantes para la fijación de nutrientes, promoviendo y estimulando la floración más temprana.

Días a cosecha

La variable días a cosecha, es la última etapa del frijol, comienza con el llenado de las primeras vainas, continuando con la decoloración y secado de la planta donde ha acumulado su mayor contenido de materia seca. Es una variable que nos indica cuándo el frijol está listo para ser cosechado, y se realizó cuando las plantas han alcanzado un 90% de defoliación, donde la Figura 3 nos muestra los resultados obtenidos en esta investigación.

Figura 3

Días a cosecha de los genotipos biofortificados de *Phaseolus vulgaris* L., Siuna RACCN Nicaragua



Los resultados de los días a cosecha, reflejan un rango que va de los 59 días a los 67 días, donde el genotipo más precoz fue el SMR 169 y 181 con 59 días superando a los testigos en 3 y 6 días, y los genotipos más tardíos fueron el SMR 168 y 174 con 67 días por encima de los testigos, con un promedio de 62.67 días. Sin embargo, esta diferencia no es relevante, mostrando similitudes en los rangos del ciclo completo de cada uno de los genotipos.

Los resultados no coinciden con la investigación realizada en Matagalpa por Blandón Herrera y Peralta Chavarría en el año 2016, ya que en los días a cosecha obtuvieron un promedio de 51 días, en nuestros resultados el caso más precoz corresponde a los genotipos SMR 169 y SMR 181 con un promedio de 59 días a cosechas. Todo se debió a las condiciones edafoclimáticas que no favorecieron a todos los genotipos, lo que determina la importancia de una fertilización en tiempo, forma y cantidades óptimas.

En el análisis estadístico realizado de los 16 genotipos del cultivo de *Phaseolus vulgaris* biofortificados, se evidencia que no existen diferencias significativas entre los 16 genotipos comparados en la investigación sobre el desarrollo fenológico, por lo que se acepta la hipótesis nula, que establece que los genotipos tienen un comportamiento fenológico similar en las condiciones edafoclimáticas del municipio de Siuna.

Tabla 2

Análisis estadístico en el desarrollo fenológico del Phaseolus vulgaris L., Siuna RACCN Nicaragua

Factores	Variables fenológicas (P-valor)		
	Altura de la planta	Días a floración	Días a cosecha
Bloques	0.138	0.318	0.092
Genotipos	0.223	0.651	0.495

Esto no coincide con una investigación realizada por Rayo y Mejía en el año 2012, ya que en el caso de la variable de la altura se encontró diferencias significativas, debido a las condiciones edafoclimáticas, pero si coincide en el caso de las variables de los días a floración y los días a cosecha.

Niveles de afectación de plagas y enfermedades en genotipos de *Phaseolus vulgaris* L. Biofortificados

En el caso de las afectaciones de plagas y enfermedades se realizaron observaciones en toda la fenología del cultivo, evaluando los resultados en tres categorías: Leve, intermedio y severo, según el nivel de afectación.

Se presentó afectaciones de 8 enfermedades como: El mal de talluelo, Hongo fusarium, Hongo tizón sureño con afectaciones en el sistema radicular, provocando por ende la muerte de las plantas, el mosaico amarillo, mancha angular, antracnosis y ácaros con afectaciones en el follaje y tallo, provocando estancamiento en el crecimiento, deformación y decoloración, Así, como la presencia de maya como plaga principal. Donde se evidenció que los genotipos INTA Ferroso, SMR 169, 181, 188, 190 y 168 fueron los que presentaron menor incidencia de las plagas y enfermedades, lo que indica que son los más resistentes.

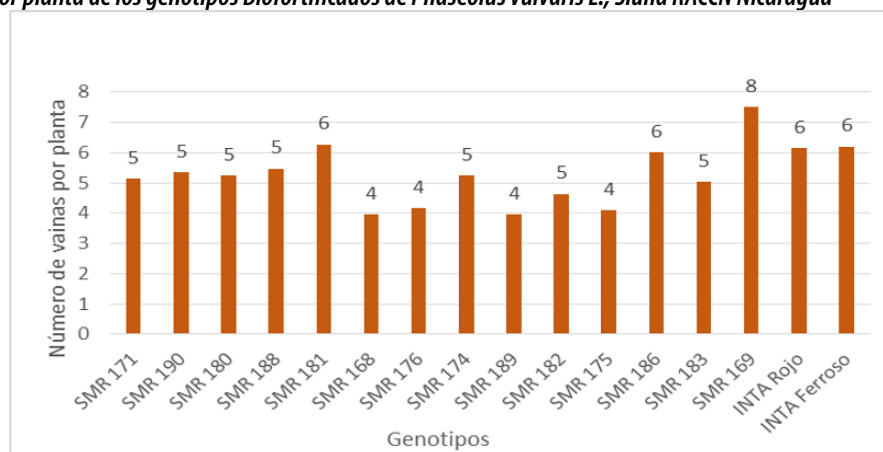
Rendimientos productivos en genotipos de *Phaseolus vulgaris* L. biofortificados

Número de vainas por planta

El número de vainas es una de las características más importantes del frijol ya que de ellas dependerá la producción ya que a mayor carga de vainas en la planta habrá mejores resultados, ver Figura 4.

Figura 4

Número de vainas por planta de los genotipos Biofortificados de *Phaseolus vulgaris* L., Siuna RACCN Nicaragua



En lo referido al número de vainas por planta, se produjo un rango de 4 a 8 vainas por planta, con mejores resultados el genotipo SMR 169 con 8 vainas por planta superando a los testigos en 2 vainas y con menores resultados los genotipos SMR 168, 176, 189 y 175 con 4 vainas por planta, por debajo de los testigos.

Los resultados no coinciden con la investigación de Rayo y Mejía realizado en Matagalpa en el año 2012, ya que lograron obtener un promedio 4.25 vainas por planta, por debajo de los resultados obtenidos en la mayoría de los genotipos, esto se debió al buen manejo de nuestra investigación con la aplicación de fertilizantes en tiempo y forma, además se dio un control eficiente de plagas y enfermedades.

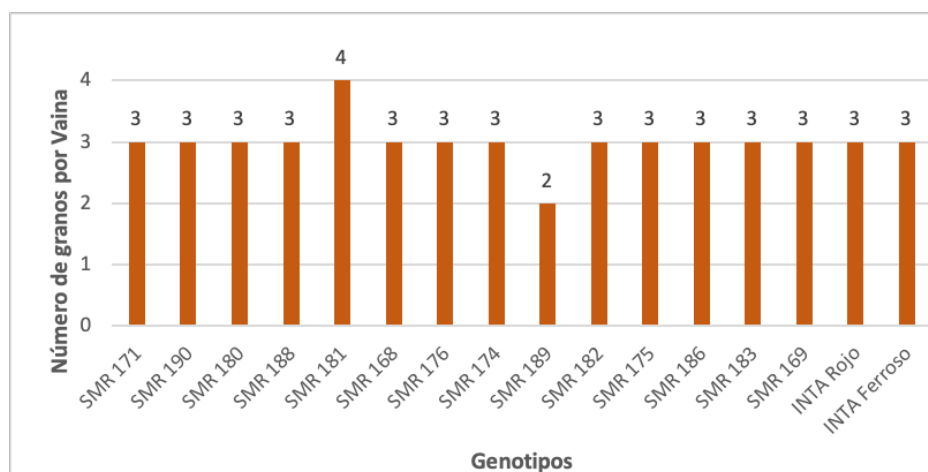
También, difiere con la investigación realizado por Martínez y Alarcón, donde obtuvieron un promedio de 6.3 vainas, esto se debió a que esta investigación se vio influenciada con periodos de sequía prolongados y los suelos son de uso forestal, sumado a ello que se han subutilizado y no hay rotación de cultivos.

Número de granos por vaina

El número de granos por vaina es un factor determinante en la producción de frijol, por lo tanto, es deseable tener más vainas por plantas, para así incrementar los rendimientos, ver la Figura 5.

Figura 5

Número de granos por vaina de los genotipos Biofortificados de *Phaseolus vulgaris* L., Siuna, RACCN Nicaragua



Respecto al número de granos por vaina, fue un rango que va desde los 2 a los 4 granos, con mejores resultados el genotipo SMR 181 con 4 granos por vaina superando a los testigos en 1 grano, y con menores resultados el genotipo SMR 189 con 2 granos. Se alcanzó un promedio de 3 granos por vaina.

Los resultados no coinciden con esta investigación realizado en Matagalpa por Martínez y Alarcón, ya que obtuvo un promedio de 4.1 granos por vaina por encima del rango máximo de los resultados obtenidos en esta investigación, esto se debió a que las condiciones climáticas de Matagalpa son más favorables y obtuvieron un mejor comportamiento en el número de vainas por planta.

Además, difieren con esta investigación realizado por Blandón Herrera y Peralta Chavarría en el año 2013, donde obtuvieron un rango de número de granos por vaina que va de los 5 a los 6 granos, con un promedio de 5.4 granos por encima de nuestros resultados, todo gracias a las buenas condiciones edafoclimáticas, la aplicación de fertilizantes y se controlaron las plagas y enfermedades.

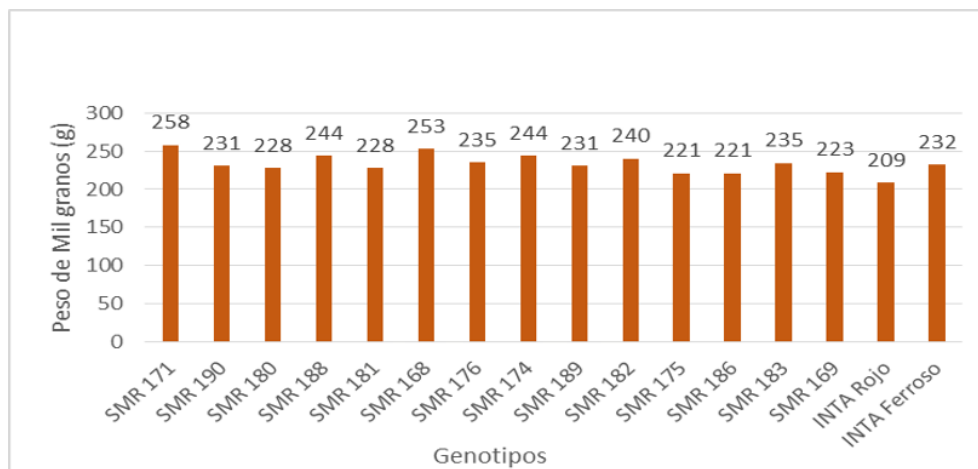
Peso de 1000 granos

El peso de los mil granos es un indicador del tamaño del grano. Es importante ya que el tamaño del grano está relacionado con los rendimientos.

La Figura 6 muestra los resultados obtenidos en lo referido al peso de mil granos, donde se obtuvo un rango que oscila entre los 209 y 258 gramos, con mejores resultados el genotipo SMR 171 con 258 gramos superando a los testigos, y con menores resultados el INTA Rojo con 209 gramos.

Figura 6

Peso de mil granos de los genotipos Biofortificados de Phaseolus vulvaris L. Siuna RACCN Nicaragua



Los resultados no coinciden con la investigación realizado por Rayo y Mejía en el año 2013 ya que obtuvieron un rango que oscila entre los 218 a los 294 gramos, con un promedio de 258 por encima de nuestros resultados, esto se debió a las condiciones climáticas, ya que no se permitió el uso de insumos. Igualmente, no coinciden con la investigación realizado por Blandón Herrera y Peralta Chavarría en el año 2013, ya que obtuvieron un promedio de 272 gramos por encima de nuestros resultados.

Sin embargo, nuestros resultados son buenos, porque en Nicaragua, la producción es en promedio 12 quintales por manzana y en esta investigación se produjo 22 quintales de frijoles, lo que implica una rentabilidad para un productor.

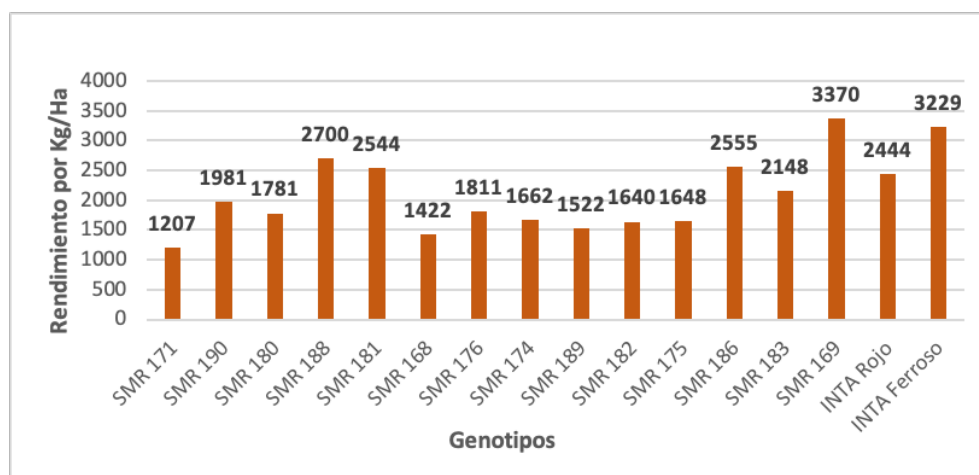
Rendimiento productivo de los 16 genotipos de *Phaseolus vulgaris* L.

El rendimiento es una característica determinada por el genotipo, la ecología y el manejo de la plantación; en el caso del frijol, es un cultivo notoriamente susceptible a muchos factores adversos que pueden disminuir considerablemente la producción.

La Figura 7 muestra los resultados obtenidos en los rendimientos por hectárea, donde se obtuvo un rango que oscila entre los 1,207 y los 3,370 kg/ha. Los mejores rendimientos fueron para el genotipo SMR 169 con 3,370 kg/ha superior a los testigos, además los genotipos con menores rendimientos fueron el SMR 171 con 1207 kg/ha.

Figura 7

Rendimiento por hectárea de los genotipos Biofortificados de *Phaseolus vulgaris* L. Siuna RACCN Nicaragua



Los resultados obtenidos no coinciden con la investigación realizado por Ramírez Martínez y Bency Alarcón (2007) en el Centro Norte de Nicaragua, ya que en dicha investigación obtuvieron un promedio de 426 kg/ha y el genotipo que obtuvo mejores resultados fue de 517.2 kg/ha por debajo de nuestros resultados. Esto se debió a que fue muy lluvioso sobre todo en el mes de octubre registrándose precipitaciones de 305 mm producto del huracán Félix. Lo anterior causó anegamiento en el área donde se estableció el ensayo, lo que provocó pérdida en el rendimiento.

Estos resultados difieren con la investigación realizada por Rayo y Mejía en el año 2013, donde obtuvieron un promedio de rendimiento por hectárea de 227 kg/ha por debajo de nuestros resultados. Esto se debió en gran parte al manejo que se brindó a los ensayos por parte del productor; este no fue el más adecuado durante la fase de desarrollo del cultivo por factores como calidad de la semilla, plagas y enfermedades.

En el análisis estadístico realizado a los 16 genotipos del cultivo de *Phaseolus vulgaris* Biofortificados, para la variable número de vainas por planta se encontró diferencia significativa entre bloques y genotipos (0,003), y en los genotipos en la variable de rendimiento por Hectárea (0,004), ver Tabla 2.

Tabla 2

Análisis estadístico del Rendimiento productivo de *Phaseolus vulgaris* L. Siuna RACCN Nicaragua

Factores de medición	Número de vainas por planta	Variables Rendimiento (P-valor)		
		Número de granos por vaina	Peso de mil granos	Rendimiento por Ha
Bloques	0,003 *	0,062	0,246	0,130
Genotipos	0,059 *	0,458	0,848	0,004*

Según el análisis de la prueba de separación de medias a través de la diferencia mínima significativa de Tukey ($\alpha=0.05$), el genotipo productivamente mejor es el SMR – 169.

Según el análisis del Alfa=0.05 y una Diferencia Mínima Significativa de =42.51663 la variedad SMR 169 es la variedad como mejores resultados en el rendimiento con 74.15 seguido del INTA ferroso con 71.05 quintales por hectárea (Tabla 3).

Tabla 3

Comparación de medias en el rendimiento del Phaseolus vulgaris L., Siuna RACCN Nicaragua

Genotipos	Rendimiento (qq/ha)	N	EE	Categoría estadística		
SMR 171	26.56	3	8.07	A		
SMR 168	31.29	3	8.07	A	B	
SMR 189	33.49	3	8.07	A	B	C
SMR 182	36.1	3	8.07	A	B	C
SMR 175	36.26	3	8.07	A	B	C
SMR 174	36.59	3	8.07	A	B	C
SMR 180	39.19	3	8.07	A	B	C
SMR 176	39.85	3	8.07	A	B	C
SMR 190	43.59	3	8.07	A	B	C
SMR 183	47.26	3	8.07	A	B	C
INTA Rojo	53.78	3	8.07	A	B	C
SMR 181	55.98	3	8.07	A	B	C
SMR 186	56.22	3	8.07	A	B	C
SMR 188	59.4	3	8.07	A	B	C
INTA Ferroso	71.05	3	8.07		B	C
SMR 169	74.15	3	8.07			C

Nota: Promedios de rendimiento con letras iguales, son estadísticamente iguales.

V. Conclusiones

- Los genotipos con mejor comportamiento agronómico en las variables altura, días a floración y días fueron el SMR 169 y SMR 181 y 186.
- Se evidenció que los genotipos INTA Ferroso, SMR 169, 181, 188, 190 y 168 presentaron la menor incidencia de las plagas y enfermedades, lo que indica que son los más resistentes.
- En el caso de los rendimientos productivos, el genotipo que obtuvo mejores resultados fue el SMR 169, con 3370 kg/ha, por encima de los rendimientos promedios a nivel nacional y cerca del punto de equilibrio de 1272 kg/ha para compensar los gastos productivos en una manzana de frijol.
- Con estos resultados se acepta estadísticamente la hipótesis alternativa ya que se demuestra que los genotipos Biofortificados presentan mejores comportamientos agronómicos y mejores resultados productivos que los que existen en la zona.

VI. Referencias

- Llano, A. R. C. (2016). *Proyecto Generación de variedades de frijol con mayor contenido nutricional para mejorar dieta de la familia campesina*. Pueblo Nuevo.
- Blandón Herrera, R. I., y Peralta Chavarría, I. (2016). *Comportamiento agronómico de cuatro variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) evaluadas preliminarmente en siete localidades del municipio de Matagalpa, en dos ciclos agrícolas, postrera 2013 primera 2014*. Managua.
- Castellon, L. B. (05 de 09 de 2014). Agro con semillas biofortificadas. *Diario La Prensa*. <https://www.laprensani.com/2014/09/05/economia/210749-agro-con-semillas-biofortificadas>
- Chazan, M. (2008). *Phaseolus vulgaris: Taxonomía*. https://es.wikipedia.org/wiki/Phaseolus_vulgaris.
- Matey, R. A. (2018). *Rendimiento de grano de 16 genotipos biofortificados de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en 11 ambientes de Nicaragua, 2015-2016*. Managua.
- Ramírez Martínez, E. J., & Bency Alarcon, J. (2007). *Evaluación agronomica de líneas avanzadas de frijol biofortificado (Phaseolus vulgaris L.) en el centro norte de Nicaragua en época de postrera 2007*. Managua.
- Rayo, B. J., & Mejía, B. J. (2013). *Caracterización, evaluación preliminar y adaptabilidad de cuatro variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en cuatro localidades de San Dionisio, Matagalpa, postrera, 2012*. Managua.
- Solís Espinoza, A. J. (2017). *Análisis Económico del Cultivo del Frijol (Phaseolus vulgaris L.) en Nicaragua, 1980 - 2014*. Managua.