

**Universidad Católica del Trópico Seco
Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda**



**Trabajo de tesis para optar al título
Profesional de Ingeniero Agropecuario**

Evaluación de 14 líneas promisorias de fríjol rojo (*Phaseolus vulgaris L.*), tolerantes a sequía, en la comunidad Moropoto, San Lucas, 2015

Autores

Israel Leonardo Fuentes Ortuño

Roberto de Jesús López Olivas

Tutor

Ing. Jimmy Antonio Meza

Asesor

MSc. Julio Cesar Molina Centeno

Estelí, Junio 2016

INDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE DE TABLAS.....	i
INDICE DE ANEXOS.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	v
RESUMEN.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. HIPÓTESIS.....	4
IV. MARCO TEORICO.....	5
4.1. Particularidades del frijol.....	5
4.2. Zonas productivas de frijol en Nicaragua.....	5
4.3. Características fenológicas del cultivo del frijol.....	6
4.3.1. Fase vegetativa.....	6
4.3.2. Fase reproductiva.....	6
4.3.3. Hábito de crecimiento.....	6
4.3.4. Días a floración.....	7
4.3.6. Rendimiento.....	8
4.3.7. Rendimiento del grano.....	9
4.3.8. Vainas por planta.....	9
4.3.9. Semillas por vainas.....	10
4.4. Requerimientos climáticos del cultivo de frijol.....	10
4.4.1 Temperatura.....	10
4.4.3 Agua.....	11
4.4.4 Sequia.....	12
4.4.5 Efectos del déficit hídrico.....	13
4.4.6 Resistencia y tolerancia a sequia.....	13
4.5. Mejoramiento Genético del Frijol para condiciones de sequia.....	14
4.6. Mejoramiento genético del frijol bajo altas precipitaciones.....	14
4.7. Mejoramiento genético del frijol en Nicaragua.....	15
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
5.1. Ubicación geográfica del experimento.....	16

5.2.	Diseño de la investigación	16
5.3.	Material genético evaluado	16
5.4.	Progenitores de líneas evaluadas	17
5.5.	Matriz de variables y su operacionalización	19
5.6.	Selección de las técnicas o instrumentos para la recolección de datos	22
5.7.	Aplicación de la técnica o instrumento para la recolección de datos	22
5.8.	Manejo del Experimento.....	22
5.9.	Procedimiento para el análisis de resultados	23
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
6.1.	Prueba de normalidad	24
6.2.	Adaptación vegetativa.....	24
6.3.	Días a Floración	25
6.4.	Adaptación reproductiva	26
6.5.	Madures fisiológica.....	27
6.6.	Plantas Cosechadas	28
6.7.	Aspecto del grano	29
6.8.	Rendimiento.....	30
6.9.	Precipitaciones	31
VII.	CONCLUSIONES.....	32
VIII.	RECOMENDACIONES.....	33
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	34
X.	ANEXOS	38

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PAG
Tabla 1. Progenitores de las 14 líneas de frijol para resistencia a sequía.	17
Tabla 2. Azarización de líneas evaluadas.....	18
Tabla 3. Shapiro wiks Prueba de Normalidad	24
Tabla 4. Prueba de Kruskal Wallis para la variable Adaptación vegetativa.....	25
Tabla 5. Prueba de Kruskal Wallis para la variable días a flor	26
Tabla 6. Prueba de Kruskal Wallis para la variable adaptación reproductiva.....	27
Tabla 7. Prueba de Kruskal Wallis para la variable Madurez fisiológica	28
Tabla 8. Prueba de Kruskal Wallis para la variable Plantas Cosechadas	29
Tabla 9. Prueba de Kruskal Wallis para la variable Aspecto del Grano .	30
Tabla 10 Prueba de Kruskal Wallis para la variable Rendimiento del grano Kg7ha.....	31

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Hoja de campo para la evaluación de la	38
ANEXO 2. Plano de campo del experimento de las 15 líneas de frijol adaptadas al trópico seco en la comunidad Santa Adelaida	40
ANEXO 3. Análisis de varianza variable de adaptación vegetativa.	41
ANEXO 4. Análisis de varianza para la variable días a flor	41
ANEXO 5. Análisis de varianza para la variable de adaptación reproductiva.....	41
ANEXO 6. Análisis de varianza para la variable madures fisiológica.	41
ANEXO 7. Análisis de varianza para la variable plantas cosechadas.	42
ANEXO 8. Análisis de varianza para la variabe kg/parcela.....	42
ANEXO 9. Análisis de varianza para la variable kg/ hectárea.	42
ANEXO 10. Análisis de varianza para la variable aspecto del grano.....	42

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y la sabiduría que me mantuvo en pie durante los momentos más difíciles en el transcurso de mi educación universitaria

Con mucho cariño a mi madre, Paula del Carmen Ortuño Molina y a mi padre José Joaquín Fuentes Castellón por brindarme amor, apoyo económico y desearme lo mejor a lo largo de toda mi carrera

A mi esposa Betssy Cristina Molina silva, y a mis hijos José Leonardo Fuentes Molina e Israel Alcides Fuentes Molina ya que son el motivo por el cual luchar para seguir adelante

Leonardo Fuentes

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso por darme las fuerzas, la sabiduría y el conocimiento para poder realizar este trabajo y culminar mi carrera universitaria.

Se la dedico a mis padres por brindarme su apoyo incondicional en todo este recorrido universitario que gracias a su gran apoyo supere todos los obstáculos que se me presentaron.

Se la dedico a mis demás familiares quien también me apoyaron en este caminar dándome ánimos para continuar.

Roberto López

AGRADECIMIENTOS

A Dios todo misericordioso por darnos la vida y el entendimiento para poder complementar nuestros estudios.

A nuestros padres y familiares por confiar en nosotros y darnos su apoyo incondicional en el trayecto de toda la carrera universitaria.

A nuestro tutor Ing. Jimmy Antonio Meza por su invaluable aporte y consejo para llevar a cabo esta investigación , a nuestro asesor M.Sc Julio Cesar Molina Centeno por su inmenso aporte y por brindarnos la oportunidad de trabajar en conjunto durante el proceso de nuestro trabajo investigativo.

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), por facilitarnos los métodos, insumos y materiales para llevar a cabo nuestra investigación.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la localidad de Moropoto - San Lucas, municipio de Somoto, departamento de Madriz, con el objetivo de Evaluar 14 líneas promisorias de fríjol rojo (*Phaseolus vulgaris* L.), tolerantes a condiciones de sequía, en la época de primera del 2015, el diseño experimental que se utilizó fue, Bloques Completos al Azar de 15 tratamientos. En los resultados obtenidos en este estudio, se encontró que a nivel de la localidad de Moropoto en donde se realizó este trabajo, la variable adaptación vegetativa presentó valores de 3.75 de acuerdo a la escala de valoración del CIAT (1 – 9). Las líneas que demostraron esta valoración fueron (NIC 921-19) y (INTA Norte (T.L.)), en cuanto a la adaptación reproductiva los datos obtenidos oscilaron en un rango de 2.75 a 4.75 según la escala de valoración del CIAT (1 – 9), siendo la línea (INTA Norte) (TL) la que presentó mejor resultado con un grado de adaptabilidad de 2.75. Cabe señalar que en estos resultados no se dieron diferencias significativas entre las líneas en estudio. Con relación a los días de madurez fisiológica, los materiales en estudio presentaron datos entre 59.25 a 63.25 días después de la siembra, con mayor frecuencia las líneas (NIC 921-19)(NIC 923-17)(BCR 122-17)(BCR 122-24) (FBN 1203-10)(FBN 1206-34)(FBN 1207-29)(INTA Norte (T.L.)) que maduraron a los 60 y 63 días, siendo las más precoces (FBN 1201-57) y (FBN 1206-14) a los 59.25 días, superando a los demás tratamientos evaluados, representadas con las líneas más tardías la (BCR 122-24) y (FBN 1207-29 con 63.25 días después de la siembra. Para la variable rendimiento no se detectó diferencias significativas entre los genotipos en estudio, obteniendo promedios de 682 a 1050 kg ha, siendo el valor más alto para la línea FBN 1206-34 y el más bajo para (NIC 921-19).

A pesar del déficit hídrico transcurrido durante este experimento los valores obtenidos a esta variable son aceptables.

Palabras claves: Rendimiento, adaptación, precoces, sequia, promisorias.

I. INTRODUCCIÓN

Haciendo énfasis en que el frijol es el segundo cultivo más importante para las familias de la zona norte del país, no obstante, también es uno de los más vulnerables al cambio climático debido a que es muy sensible al estrés por sequía y a las altas temperaturas que reducen la floración y por ende la producción. Es necesario destacar que cualquier reducción en la producción de este grano implicaría pérdidas económicas y perjuicios a la seguridad alimentaria de la región. Por lo antes planteado fue necesario encontrar líneas de frijol promisorias que se adapten a las condiciones de sequías que se dan en la región I manteniendo una producción sostenible.

En relación a la problemática del cambio climático, el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), a través del área de investigación agrícola, ha venido seleccionado materiales de frijol por medio de la evaluación de 10 líneas avanzadas de frijol, evaluadas en los municipios de Pueblo Nuevo y San Lucas en el año 2014. También, se han seleccionado líneas promisorias a partir de la evaluación del Vivero Centroamericano de Adaptación y Rendimiento de Frijol Rojo (VIDAC), introducido de la Escuela Agrícola del Zamorano en el año 2014. A partir de estos trabajos fue posible realizar la selección de 14 líneas promisorias que se adapten a la sequía y que cuenten con un color de grano aceptable para el mercado.

De igual forma el proyecto sol del Centro Internacional de agricultura tropical (CIAT), en la comarca el Cobano, San Dionisio, Matagalpa, durante la época de postrera del 2004. Realizó un estudio el cual llevaba como objetivo evaluar 14 líneas de frijol rojo, con tolerancia a sequía en condiciones edafoclimáticas de la zona, el testigo utilizado fue la línea A-774 que se ha utilizado en la zona en experimentos anteriores relacionados a resistencia a sequía. En conclusión cuatro de los materiales evaluados superaron al testigo por lo que deben ser considerados promisorios para esta zona agroecológica (LEIVA, 2008).

Con la realización de este estudio el cual presenta muchos beneficios a los pequeños y medianos productores ubicados en zonas de escasa e irregular precipitación, se pretende que las familias productoras del lugar en estudio tengan disponibilidad de alimentos

garantizando de esta manera la seguridad alimentaria, de igual forma se pretende con la validación de esta líneas obtener la más rentable y adaptable a las condiciones agroecológicas del corredor seco.

La evaluación de estos materiales es de vital importancia para obtener información sobre sus potencialidades y limitaciones que podrían ser de mucha utilidad tanto para los Fito mejoradores como para los productores de semilla, repercutiendo en el agro Nicaragüense lo que contribuye al nivel de vida de las familias productoras, es por esta razón que el INTA a través del área de investigación agrícola, plantea la evaluación de 14 líneas avanzadas de frijol rojo, seleccionadas en pruebas preliminares de rendimiento, realizadas con materiales introducidos a través del Vivero Centroamericano de Adaptación y Rendimiento, de la Escuela Agrícola del Zamorano.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar 14 líneas promisorias de frijol rojo (*Phaseolus vulgaris* L.), tolerantes a condiciones de sequía, en la comunidad Moropoto, San Lucas, en primera del 2015.

Objetivos específicos

Determinar la precocidad, rendimiento, y características comerciales de las líneas evaluadas.

Identificar genotipos de frijol rojo que se adapten a las condiciones climáticas de Moropoto, San Lucas, departamento de Madriz.

III. HIPÓTESIS

Al menos dos líneas de las evaluadas son igual o superior al testigo en los que respecta a su capacidad de producir grano bajo condiciones de sequía y/o altas precipitaciones.

IV. MARCO TEORICO

4.1. Particularidades del frijol

Dentro del grupo de las especies leguminosas, el frijol común es una de las más importantes. Es una planta anual, herbácea intensamente cultivada desde la zona tropical hasta las templadas. Es originario de América y se le conoce con diferentes nombres: poroto, caraota, judía, habichuela y otros. (MAG, 1991)

Es un cultivo importante para la alimentación humana por su alto contenido de proteína y generar empleo e ingresos a las familias rurales. Como fuente alimenticia tiene alto contenido de proteína, carbohidratos, vitaminas y minerales (MAGFOR 2011).

El 95% de la siembra la realizan pequeños y medianos productores en áreas de 0.5 a 3 manzanas, el 5% restante es explotado por productores grandes, los que poseen recursos económicos y están ubicados en suelos planos a ondulados que permiten la mecanización. La producción y los rendimientos del frijol son inestables, depende de las condiciones climáticas, la escasa disponibilidad de semilla de calidad, al daño provocado por malezas, plagas y enfermedades, altos precios de los insumos, escases de mano de obra, falta de financiamiento, acceso a la tecnología para mejorar los rendimientos, capacitación y precios de garantía en la venta del grano. Estos factores evitan mejorar la calidad de vida de los productores (INTA, 2013).

4.2. Zonas productivas de frijol en Nicaragua

En Nicaragua se produce fríjol en casi todo el territorio nacional a diferentes escalas. En el país se han identificado 3 zonas agro climáticas diferenciadas por las épocas de siembra: 1) la zona seca o cálida y áreas secas del Norte, para siembra de primera y postrera: que incluye los municipios de Estelí, Condega, La Trinidad, Limay, Somoto, Ocotal, Pueblo Nuevo, San Lucas, Teustepe, Esquipulas, Terrabona, Darío, La Concordia, Sebaco, San Isidro, 2) la zona Semihúmeda (Pacífico e Interior Central) para siembra de postrera: contempla las Sierras de Managua, Carazo, Masaya, Matagalpa, San Dionisio, Santa Cruz, San Fernando, Ciudad Antigua, Jícaro, Jalapa, Jinotega y partes altas de Rivas y 3) la zona

húmeda para siembra de apante: comprende los municipios de Nueva Guinea, San Carlos, zonas montañosas de Matagalpa y Jinotega, áreas de la zona Atlántica en las riberas de los grandes ríos. (MEFCA, 2015)

4.3. Características fenológicas del cultivo del frijol

El desarrollo de la planta de frijol comprende dos fases sucesivas: vegetativa y reproductiva. Las complicaciones en la producción de frijol común en cuanto a los caracteres: fotoperiodo, sensibilidad y plasticidad en las diferentes etapas fenológicas alteran la adaptación local del genotipo dependiendo de la cantidad de lluvia (Acosta Gallegos y White, (1995). Ludlow y Muchow (1990) afirman que el estado fenológico del cultivo; recibiendo el suministro de agua necesario es el carácter más importante para la adaptación a diferentes tipos de humedad.

4.3.1. Fase vegetativa

Se inicia en el momento en que la semilla dispone de condiciones favorables para germinar, y termina cuando aparecen los primeros botones florales. En esta fase se forma la mayor parte de la estructura vegetativa que la planta necesita para iniciar su reproducción.

4.3.2. Fase reproductiva

Termina cuando el grano alcanza el grado de madurez necesario para la recolecta; a pesar de ser esta fase predominantemente reproductiva, durante ella las variedades indeterminadas (Tipo II, III y IV) continúan, aunque con menor intensidad, produciendo estructuras vegetativas (Fernández *et al*, 1986).

4.3.3. Hábito de crecimiento

Hidalgo *et al*. (1980) define el hábito de crecimiento como: el resultado de la interacción de algunas características que determinan finalmente la arquitectura de la planta.

Debouck e Hidalgo (1985), menciona que algunos de esos caracteres son: tipo de desarrollo de la parte terminal (Determinado o Indeterminado), número de nudos sobre el tallo; longitud de los entrenudos, longitud de la planta, el grado y tipo de ramificación.

En el hábito de crecimiento determinado actúa un gen simple recesivo, significa que su expresión es consistente cualesquiera que sean los cambios en las condiciones ambientales. Las plantas de hábito indeterminado tienen períodos de crecimiento más prolongados y una notoria capacidad de recuperación, después de haber estado sometidos a condiciones adversas, lo contrario ocurre con los de hábito determinado que es susceptible, con menos capacidad de regeneración (Zeledón *et al.*, 1997).

Davis (1985) indica que el carácter hábito de crecimiento indeterminado es controlado por un gen dominante, las plantas son determinadas solo cuando es homocigoto por el alelo recesivo.

Es un carácter de importancia, según el sistema de producción que se tenga, en monocultivos se utilizan variedades de hábito I y II y cuando se asocian con maíz; en relevo se usan variedades de hábito III y IV (Castellón *et al.*, 2000).

4.3.4. Días a floración

El frijol es una planta de día corto sin embargo las variedades expuestas a días largos y que demoran su floración son clasificadas como sensibles al fotoperiodo y las que se cultivan en regiones con altas latitudes se conocen como insensibles al fotoperiodo. Las variedades insensibles a los cambios en la duración del día se les conoce como reacción neutra al fotoperiodo.

La floración en las ramas ocurre en el mismo orden que en el tallo, es de orden descendente, en el hábito determinado y ascendente en el hábito indeterminado. En el determinado los puntos de crecimiento terminan en un botón floral por ende su ciclo es corto, por el contrario en el hábito indeterminado ocurre elongación de los puntos de crecimiento prolongándose su ciclo y presentando estructura arbustiva. Esta etapa corresponde a la R6 y se inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta y en el cultivo cuando el 50% de las plantas presentan esta característica (Van Schoonhen *et al.*, 1989).

CIAT (1985), afirma que las variedades del Tipo I corresponde al hábito determinado y su floración inicia cuando los botones florales de las partes apicales se abren y los tipos II y III son de hábito indeterminado, en ellos la floración comienza cuando los botones florales axilares se abren en forma ascendente.

La probabilidad de floración decrece a medida que se aleja de la superficie del suelo, igual el porcentaje de abortos en botones florales y vainas al aproximarse al ápice de la planta (Zeledón *et al.*, 1997).

4.3.5. Llenado de vaina

La etapa R8 inicia cuando en el 50% de las plantas del cultivo la primera vaina cesa de alargarse y empieza a llenarse, debido al crecimiento de la semilla. Esto se puede comprobar observando las vainas por el lado de la sutura: se notan los abultamientos correspondientes a la semilla en crecimiento (Tapia y Camacho, 1988).

4.3.6. Rendimiento

El rendimiento es un carácter cuantitativo, determinado por un genotipo, el ambiente y la interacción entre el genotipo y el ambiente (Blandón y Arvizú, 1991). El rendimiento de la semilla se reduce de 22 a 71% debido a la sequía.

El rendimiento es la expresión de una serie de fenómenos fisiológicos que tienen lugar en la planta de acuerdo al ambiente en que crecen y desarrollan. Está dado en función de varias características anatómicas: de ramas por planta, número de vainas por rama, número de ramas por planta, número de grano por vaina, el tamaño y peso del grano (Castellón *et al.*, 2000).

Tapia (1987), indica que un alto rendimiento es la expresión del potencial genético de una variedad en función de las óptimas condiciones ambientales requeridas por la variedad y un buen manejo agronómico.

Las variedades mejoradas no siempre representan un avance notable en rendimiento junto a otras variedades dentro de una zona agroecológica de producción, muchas veces la

superioridad de una variedad mejorada se manifiesta en el momento que esta puede hacer uso de sus atributos especiales frente a condiciones adversas (CATIE, 2002).

Las variedades mejoradas producen potencialmente hasta 3.2 toneladas por hectárea; los rendimientos efectivos cuantifican en 1.6 toneladas por hectárea (Rosales *et al.*, 1986).

4.3.7. Rendimiento del grano

Uno de los principales factores que limitan los rendimientos en el frijol y, como consecuencia, la estabilidad del área cultivada, es el estrés hídrico durante la fase vegetativa y reproductiva.

El estrés hídrico causa varios efectos deletéreos: en la expansión de la hoja y la extensión del tallo, en la actividad fotosintética de la planta, debido a la senescencia temprana de las hojas.

El déficit hídrico en el período de floración tiene como consecuencia que los principales componentes del rendimiento como son: número de vainas por planta y semillas por vainas se reduzcan en mayor grado, debido al acortamiento en el período de floración, caída de vainas y abortos de semillas, por tanto el rendimiento disminuye en gran proporción (White, 1989).

La calidad y rendimiento del frijol son afectados negativamente por los períodos breves de escasez de agua.

(Crothers, 1977) demostraron que el rendimiento de la semilla es favorablemente influenciado por el número de vaina por planta, pero no el número de semilla por vaina o peso de la semilla en los cultivares de frijol; no obstante los resultados indican que el número de vaina por planta tiene mayor influencia en el rendimiento de la semilla, que el número de la semilla por vaina o peso de la semilla.

4.3.8 Vainas por planta

Este carácter es de tipo continuo ya que sus valores se expresan en números enteros, es cuantitativo y difiere entre las variedades por ser poli génico. El número de hojas y nudos se correlacionan positivamente con el número de vainas (Zeledón *et al.*, 1997).

4.3.9. Semillas por vainas

Es característica propia de cada variedad, altamente heredable y se altera poco con las condiciones ambientales. Es un factor determinante en el rendimiento; es deseable que una planta tenga vainas pequeñas pero numerosas, argumentándose que las semillas más grandes son deseables, por lo tanto la única alternativa es tener menos semillas por vainas (Zeledón *et al.*, 1997).

4.4. Requerimientos climáticos del cultivo de frijol

4.4.1 Temperatura

La temperatura del suelo tiene un papel importante en el desarrollo de la planta, a menos de 17°C las plantas no se desarrollan bien; elevando la temperatura de 17 a 27°C se alcanza mayor absorción de calcio y aumenta la precocidad de la planta. Temperaturas mayores a 27°C provocan caídas de flores y reducen el número de semillas por vainas.

Para el frijol las temperaturas entre las cuales se puede desarrollar oscilan, desde los rangos de 10°C hasta 27°C. La germinación de la semilla es un proceso activado por la presencia de humedad, pero sobre todo por los cambios térmicos en el suelo y necesita una temperatura mínima de 8°C, esto hace que se pueda desarrollar en diferentes lapsos de tiempo dependiendo de la temperatura prevalente en el suelo. En Nicaragua el tiempo en que la semilla germina corresponde a los 4 ó 6 días dependiendo de la zona (CATIE, 2002).

El ciclo vegetativo del cultivo se alarga en la medida que las temperaturas decrecen hasta 14°C y a la vez ésta juega un papel importante sobre los procesos fisiológicos de la planta (respiración, evapotranspiración, fotosíntesis, tipo de crecimiento, entre otros) que aumentan o disminuyen su ritmo a medida que se experimentan oscilaciones moderadas en la temperatura del suelo y ambiente (Tapia y Camacho, 1988).

Las temperaturas altas en combinación con factores como el viento causan desecaciones severas que conllevan al estrés de la planta, acame, necrosis y abrasiones en las hojas y flores de la planta con pérdidas de hasta el 14% del rendimiento. Temperaturas extremas causan inhibición de la floración, esterilidad o caída intensa de botones florales, flores y vainas en formación (CATIE, 2002).

4.4.2 Luz

El período de duración y disponibilidad de la luz juega como otros factores un papel esencial en el crecimiento del cultivo. La fotosíntesis es un proceso que depende directamente de la luz, al igual que la floración y la madurez de la semilla (CATIE, 2002).

El frijol requiere buena luminosidad para desarrollarse adecuadamente, las variedades o cultivares tropicales son neutras en cuanto a fotoperiodo lo que favorece la precocidad de la planta. El hábito de crecimiento puede modificarse al variar la longitud del día.

Para florecer el frijol necesita de días cortos. Los días largos retardan la floración y la maduración de las semillas. Se estima que cada hora adicional de luz retarda de dos a seis días la maduración de la semilla (Tapia y Camacho, 1988). Sin embargo, en Nicaragua cuyo fotoperiodo se presenta en 11 horas a partir de febrero y de 13 horas en junio ninguna de las variedades utilizadas es afectada negativamente (CATIE, 2002).

4.4.3 Agua

White (1985) explica que el agua es reactivo de la fotosíntesis, también como medio de transporte y regulador de temperatura. El agua es el factor externo que determina más decisivamente el desarrollo del frijol. En variedades con ciclo aproximado a los 64 días, los requerimientos de agua se han estimado en los 362 mm durante el ciclo. Sin embargo, dado que la diversidad de variedades cumplen su ciclo en períodos entre los 64 a 84 días después de la siembra los requerimientos del frijol se establecen entre un rango de los 300 a 500 mm de agua a lo largo de su ciclo.

Se obtienen buenos resultados en zonas con precipitaciones que oscilan entre 500 – 2300 mm por año, esta cantidad de agua debe distribuirse de la siguiente manera: 110 – 180 mm entre la siembra y la floración; 20 – 70 mm durante la floración y 50 – 170 mm hasta la madurez fisiológica de las vainas. Lluvias fuertes durante la floración pueden ocasionar la caída de flores y el volcamiento de las plantas.

La absorción de agua ocurre a una profundidad de 50-70 cm. en el suelo lo que significa que la siembra en terrenos arcillosos o pesados es contraproducente para el buen

crecimiento del cultivo debido a las restricciones que este tipo de suelo pone al desarrollo vertical y horizontal de las raíces (CATIE, 2002).

4.4.4 Sequía

El término sequía se aplica a un período de tiempo en donde la escasez de lluvia produce desequilibrio hidrológico grave. La gravedad de la sequía se calibra por el grado de humedad, su duración y el área afectada. Si ésta es breve, se considera un periodo seco o sequía parcial. Un período seco suele definirse como más de 14 días sin precipitaciones apreciables, mientras que una sequía puede durar años. Las sequías suelen producirse en latitudes entre 15° y 20°.

El estrés hídrico intermitente o terminal es una expresión, que puede confundirse con altas temperaturas en ciertas situaciones, y se agrava por los suelos poco profundos y los patógenos que afectan las raíces.

(Muñoz, 1988) afirman que la resistencia a la sequía es un carácter cuantitativo, integrado por numerosos efectos genéticos que varían a través de las etapas ontogénicas de las plantas, entre especies y variedades; denominando a estas variaciones resistencia ontogénica y resistencia filogénica a sequía respectivamente.

La respuesta más importante que ocurre durante el déficit hídrico es la que se presenta en el comportamiento de los estomas; se da el cierre de éstos evitando la pérdida excesiva de agua por transpiración; es considerado como la primera línea de defensa de las plantas en condiciones de sequía.

Si el déficit hídrico llega a ser más intenso se disparan otros mecanismos de defensa como el hormonal, en donde el ácido abscísico es la hormona de mayor importancia provocando en los estomas cierre prolongado, el cual puede durar algunos días o semanas.

Algunos genotipos tienen altos volúmenes de ABA (Ácido Abscísico) en las hojas bajo condiciones de estrés hídrico, por lo cual no siempre producen rendimientos estables. De hecho, durante el estrés hídrico, un volumen alto de ABA, limita el cambio de gases, y

fotosíntesis por el cierre de los estomas; provocando la reducción en el rendimiento de la planta significativamente.

Las etapas de floración y llenado de grano son las más sensibles al déficit hídrico produciéndose disminución en el rendimiento, pues hay menor número de vainas y el grano es de menor peso; de igual forma durante la formación de vainas y llenado de granos ocurren deformaciones en ambas etapas, en consecuencia se reduce el volumen producido. Seguidamente el grano se pigmenta de manera des uniforme, lo que impacta negativamente en su calidad (CATIE, 2002).

4.4.5 Efectos del déficit hídrico

Durante la etapa vegetativa la sensibilidad al déficit de agua es letal en caso de prolongarse en el tiempo. Sin embargo es mínima siempre y cuando este período de ausencia de agua sea corto y venga acompañado de un período posterior con lluvias o suministro de agua abundante.

La susceptibilidad de un genotipo bajo condiciones de estrés hídrico es a menudo moderada en función a la reducción del rendimiento bajo las mismas condiciones (Blum, 1988).

Las condiciones de humedad limitada reducen la expresión de la mayoría de los caracteres de los genotipos de frijol, con la excepción de días para florecer y capacidad de retención de humedad en la hoja.

Durante la sequía las plantas además de perder turgencia, tienden a disminuir su área foliar como un efecto de la marchitez, así pues se forman diferentes zonas de abscisión que terminan con el desprendimiento de gran parte de sus hojas.

4.4.6 Resistencia y tolerancia a sequia

Resistencia: es definida como el rendimiento relativo de un genotipo comparado a otros genotipos sujetos a la misma tensión de estrés hídrico.

Tolerancia: es la capacidad especial que tiene la planta de recuperarse de daños causados por déficit hídrico y otros que afectan la producción (Tapia y García, 1983).

Tapia y Camacho (1988), afirman que la recuperación en la planta de frijol depende de la etapa de desarrollo en que es afectada, cuando afecta entre la etapa V4 - R6, la posibilidad de recuperación es nula, debido que el estado de estrés al que se sometió la planta es de tal intensidad que causa la muerte de ésta.

4.4.7 Efecto de la sequía en el rendimiento

El déficit hídrico en el periodo de floración tiene como consecuencia que los principales componentes del rendimiento como son: número de vainas por planta y semillas por vainas, se reduzcan en mayor grado, debido al acortamiento en el periodo de floración y a la caída de la vainas y abortos de semilla; por lo tanto el rendimiento disminuye en gran proporción, comparando materiales tolerantes y susceptibles de frijol. De igual manera un suelo debe tener condiciones favorables para recibir, almacenar y hacer aprovechable el agua para las plantas, a profundidad de por lo menos del susodicho metro. En un suelo profundo las plantas resisten mejor la sequía, ya que a más profundidad mayor capacidad de retención de humedad (Ibañes, 2007).

4.5. Mejoramiento Genético del Frijol para condiciones de sequia

El déficit hídrico en las plantas provoca toda una serie de respuestas morfológicas, fisiológicas y fenológicas, las cuales pueden tener un valor adaptativo y por lo tanto conferir un cierto grado de tolerancia a esta condición de estrés (*Attipalli et al., 2004*). Bajo condiciones de sequía la reducción en la producción se debe a la deficiencia en el llenado de grano, disminución del número de semillas por vaina y reducción de la longitud de las vainas (*López et al., 2008*), y en consecuencia el rendimiento de grano disminuye (*López et al., 2002*), siendo mayores las reducciones cuando la sequía incide en la etapa reproductiva; en esta etapa se han observado reducciones en el rendimiento durante la formación de vainas hasta en un 23%, y en 18% en el llenado de grano, resultando más sensible la primera de estas dos etapas (*Castañeda et al., 2006*).

4.6. Mejoramiento genético del frijol bajo altas precipitaciones

Las altas precipitaciones en primera y postrera favorecen el desarrollo de enfermedades tanto del sistema radicular como aéreo, al grado que las áreas sembradas en esta época

favorece la aparición de pulgones, chicharritas, babosas y enfermedades como roya y bacteriosis.

(Reyes-Matamoros, 2014) Confirma que (Peña y Muñoz) encontraron que un estrés de humedad reduce severamente el índice de área foliar, peso seco, número de granos y el rendimiento del frijol.

4.7. Mejoramiento genético del frijol en Nicaragua

A pesar del costo y del tiempo requerido para el desarrollo de nuevas variedades, el mejoramiento genético representa una de las mejores opciones para incrementar y estabilizar los rendimientos del cultivo.

El mejoramiento genético para resistencia a sequía en frijol se ha basado en métodos tradicionales que requieren la evaluación de numerosos genotipos para incrementar las probabilidades de identificar y seleccionar los de comportamiento superior en las condiciones de selección. A pesar de sus limitaciones, esos métodos han sido útiles ya que han permitido desarrollar variedades de comportamiento agronómico superior al de las variedades criollas tradicionales (INTA, 2014).

Los Fito mejoradores seleccionan su genotipo de acuerdo al comportamiento que estos muestren. Los ensayos ejecutados por el INTA son realizados en condiciones naturales para obtener datos más veraces, de modo que cuando la nueva semilla llegue al productor ya se haya comprobado la adaptación de esta a la zona donde se va a sembrar y que el productor se dedique a darle un manejo adecuado para que se logre la máxima expresión fenotípica que dio origen a su selección (INTA , 2014).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Ubicación geográfica del experimento

El presente trabajo se realizó en época de primera del año 2015, en la localidad de Moropoto - San Lucas, municipio de Somoto, departamento de Madriz, localizado en las coordenadas geográficas 14° 81' 386'' latitud norte, 05° 41' 302'' longitud oeste, con una altitud de 928 msnm.

5.2. Diseño de la investigación

Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar de 15 tratamientos (genotipos) y cuatro repeticiones (15x4) de acuerdo al siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + e_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} : Valor del carácter estudiado

μ : Media General

G_i : Efecto del genotipo

B_j : Efecto del Bloques dentro de repetición

e_{ij} : Efecto aleatorio del error

La parcela o unidad experimental consto de cuatro surcos con cinco metros de longitud, espaciados a 0.50 metros, entre calle. La parcela útil o de interés estuvo formada por los dos surcos centrales. Al momento de la cosecha se dejaron las plantas que están a la orilla del surco, para evitar efectos de borde.

5.3. Material genético evaluado

En este trabajo, se evaluaron 14 líneas de frijol rojo previamente seleccionadas a partir de la evaluación de 10 líneas avanzadas de frijol rojo para cambio climático, realizada en la época de postrera del año 2014, en las localidades de Casa Blanca – Pueblo Nuevo y El Porcal – San Lucas, las cuales provienen del Vivero Centroamericano de Adaptación y

Rendimiento (VIDAC Rojo) introducido de la Escuela Agrícola del Zamorano en el año 2,013. También, se incluyen 8 genotipos seleccionados del VIDAC Rojo 2014, que se evaluó en la localidad de Casa Blanca en la época de postrera, se utilizará la variedad comercial INTA Frijol Norte utilizada como testigo local.

5.4. Progenitores de líneas evaluadas

Tabla 1. Progenitores de las 14 líneas de frijol para resistencia a sequía.

No	Línea	Progenitores
1	NIC 921-19	(Rojo de Seda 4 x DEORO) x (Rojo de Seda 7 x MIB 438)
2	NIC 923-17	(Rojo de Seda 7 x MIB 438) x (SX 14825-7-1 x 628 SM 15212-33-3)
3	NIC 923-35	(Rojo de Seda 7 x MIB 438) x (SX 14825-7-1 x 628 SM 15212-33-3)
4	BCR 122R-31	DEORO x (DEORO x UPR 9825-49-4)
5	BCR 122-17	DEORO x UPR 9825-49-4
6	BCR 122-24	DEORO x UPR 9825-49-4
7	FBN 1201-9	SRS 2-34-90 x RS 812-53
8	FBN 1201-57	SRS 2-34-90 x RS 812-53
9	FBN 1203-10	IBC 301-91 x BRT 941-22
10	FBN 1206-14	RS 813-28 x SRS 2-34-89
11	FBN 1206-34	RS 813-28 x SRS 2-34-89
12	FBN 1207-29	IBC 301-204 x ELS 804-2
13	FBN 1207-37	IBC 301-204 x ELS 804-2
14	FBN 1211-53	RS 951-84 x IBC 306-62
15	INTA Norte (T.L.)	(SXB 122 x EAP 9653-16B-1)F1 x RCB 137

Tabla 2. Azarización de líneas evaluadas

No.	Líneas	Repeticiones			
		I	II	III	IV
1	NIC 921-19	101	208	305	413
2	NIC 923-17	102	212	315	410
3	NIC 923-35	103	205	304	406
4	BCR 122R-31	104	207	306	411
5	BCR 122-17	105	213	308	409
6	BCR 122-24	106	203	311	402
7	FBN 1201-9	107	210	302	415
8	FBN 1201-57	108	201	309	412
9	FBN 1203-10	109	214	307	405
10	FBN 1206-14	110	211	312	401
11	FBN 1206-34	111	202	313	414
12	FBN 1207-29	112	215	310	408
13	FBN 1207-37	113	206	301	404
14	FBN 1211-53	114	204	303	403
15	INTA Norte (T.L.)	115	209	314	407

5.5. Matriz de variables y su operacionalización

Variable	Definición conceptual	Medida de expresión	Fuente	Instrumentos
Adaptación vegetativa	Se visualizara la adaptación que expresa la planta en cuanto a desarrollo vegetativo antes de la floración (tamaño y numero de hojas, color)	Se utilizara una escala de 1 a 9, en donde 1 es la mejor y 9 es la peor	Planta	Libro de campo
Días a flor	Cuando la primer flor de cada planta se encuentra completamente abierta	Cuando el 50% de las plantas en la parcela presenten su primer flor abierta	Planta	Libro de campo
Habito de crecimiento	Se determina si una planta , es erecta o es postrada ,si tiene guía larga o guía corta, o si es trepadora o no	Se considera una planta erecta de guía corta como II A , una planta erecta de guía larga como II B , una planta postrada de guía corta como III A, y una planta postrada de guía larga como III B	Planta	Libro de campo
Días a madures fisiológicas	Cuando la primer vaina de cada planta se encuentra seca	Cuando el 90% de las plantas tengan la primera vaina seca	Planta	Libro de campo
Adaptación reproductiva	Grado de adaptación que expresa la planta al momento de la madures fisiológica	Se utilizará la escala de 1 a 9, en donde 1 es lo mejor y 9 es lo peor	Planta	Libro de campo
Plantas cosechadas	Es el número de plantas que se cosecha en la parcela útil al momento de la cosecha	Se considerará el número total de plantas en los dos surcos centrales, a excepción de las plantas cabeceras,	Parcela	Libro de campo, calculadora

Variable	Definición conceptual	Medida de expresión	Fuente	Instrumentos
		para evitar efectos de borde.		
Rendimiento del grano	Es el peso del grano cosechado en cada parcela útil por variedad ,y transformado a qq/mz o Kg/ha considerando el área de cada parcela útil	Se desgranaran las plantas cuando todas las vainas estén secas y se registrara su peso en kg / parcela	Vainas	Libro de campo, calculadora, sacos, marcadores, ramas para aporrear, bolsas de papel craft
Valor comercial	Se considera el aspecto del grano (Tamaño,forma y color) de manera que nos permita valorar los genotipos evaluados por su calidad de grano	(color, tamaño y forma). Se utilizará la escala de 1 a 9, en donde 1 es similar a Rojo de Seda, 4 a INTA Rojo, 7 a DOR 364, 8 y 9 muy pobre a colores no comerciales	Granos	Libro de campo, cintas multicolores
Peso de 100 semillas	Se determina el tamaño del grano por genotipo considerando el peso de 100 semillas	Se tomarán cuatro muestras de 100 semillas y se determinará su peso en gramos.	Granos	Libro de campo , balanza ,recipientes

Variable	Definición conceptual	Medida de expresión	Fuente	Instrumentos
Humedad de grano	Determina el grado de humedad del grano por cada genotipo, y con los datos obtenidos por cada variedad , nos permite atravez del uso de la formula $Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + e_{ij}$	Se determinará con un probador de humedad eléctrico.	Grano	Libro de campo, probador de humedad
Datos de precipitación	La precipitación nos permite definir si en el ciclo del cultivo se presentaron condiciones de sequía o condiciones normales	Haciendo uso de un pluviómetro se registrarán los datos de precipitación ocurrida durante el ciclo de cultivo.	Pluviómetro	Libro de campo

5.6. Selección de las técnicas o instrumentos para la recolección de datos

Hojas de campos, (anexo 1), bolsas craf, probador de humedad, pluviómetro, balanzas, cámara, computadoras, cintas multicolores para comparación de variedades.

5.7. Aplicación de la técnica o instrumento para la recolección de datos

La técnica que se utilizó es la observación y su respectiva hoja de campo (Anexo 1) como medio de recolección de datos, se registró desde la siembra hasta la última evaluación para luego procesar la información mediante el paquete estadístico infostat, el pluviómetro para medir los milímetros de lluvias caídos en cada etapa fenológica, la cámara para tener un respaldo por medio de fotos que indique que la investigación se llevó a cabo, el probador de humedad para medir el porcentaje de humedad cada 100 semillas, bolsas craf para almacenar y mantener las líneas de frijol libres de humedad, las balanzas para pesar los granos y computadora para realizar el informe final y los análisis. La recopilación de datos para cada una de las variables se hizo de acuerdo a la etapa del cultivo que esta amerita ya que estos datos solo se tomaron una vez por cada variable haciendo un promedio de todas las repeticiones por tratamiento.

5.8. Manejo del Experimento

Al momento de la siembra se fertilizó con la fórmula 18-46-0 a razón de (129 kg/ha), y se depositaron 13 semillas por metro lineal, para obtener una población aproximada de 160,000 plantas por manzana.

Para el manejo de plagas se utilizó un insecticida de amplio espectro (Engeo), a razón de 10 cc por bombada de 20 litros (100cc/mz), cuando en el cultivo se presentaron ataques de plagas des foliadoras, en las etapas de la segunda hoja trifoliada y en la etapa de formación de vainas.

Para el manejo de malezas, se hicieron dos controles manuales y una desmatona en las etapas de inicio de la tercera hoja trifoliada y de formación y llenado de vainas de manera que las diferencias encontradas sean debidas a los genotipos y no a otros factores externos. Para ello, es necesario hacer una aplicación de glifosato antes de la

siembra, de manera que el cultivo nazca en lo limpio. Después de la floración, se debe hacer una desmatonada al cultivo.

5.9. Procedimiento para el análisis de resultados

La toma de datos se realizó cada 7 días y se resumieron y ordenaron en una base de datos para posteriormente las variables cuantitativas fueron sometidas a una prueba de normalidad y homocedasea, una vez realizada la prueba se pasó a realizar un ANOVA al 95% de confiabilidad y su correspondiente prueba de separación de medias con DUNCAN ($P < 0.05$) con el fin de detectar diferencias estadísticas entre los tratamientos, el paquete estadístico a utilizarse será INFOSTAT 2010.

En el caso de la variable peso de grano, los datos obtenidos se transformaron a un 14 % de humedad, para realizar su respectivo análisis.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Prueba de normalidad

Al realizar la prueba de normalidad Shapiro wilks para las variables en estudio, resultando la adaptación vegetativa, adaptación reproductiva, valor comercial con datos no normales y las variables días a floración, días a madurez fisiológica, altura de la planta, plantas cosechadas, rendimiento de grano, valor comercial y humedad de grano se acepta la hipótesis nula ($p>0.05$), considerando que las variables corresponden a una distribución normal, para realizar la separación de medias con Duncan (ver Tabla 3). Por consiguiente a la variable reacción a enfermedades (virus del mosaico dorado y fusarium resultando distribuciones no normales. (Ver Tabla 3)

Tabla 3. Prueba de Normalidad

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Kg/ha	60	863.23	222.65	0.96	0.2408
kg/parcel	60	0.43	0.11	0.96	0.2408
Adap Veget	60	4.42	0.81	0.84	<0.0001
Días a Flor	60	31.90	2.02	0.86	<0.0001
A. Reprod.	60	4.03	1.02	0.87	<0.0001
Mad. Fisiol.	60	60.85	1.62	0.89	<0.0001
Pcosech	60	99.05	8.00	0.59	<0.0001
A. Grano	60	2.77	1.61	0.77	<0.0001

6.2. Adaptación vegetativa

La adaptación vegetativa mide el vigor de las plantas, el cual bajo condiciones de sequía, es un indicador de la adaptación al estrés hídrico en las primeras etapas de crecimiento del cultivo.

Los resultados de este ensayo presentan buenas características adaptativas, las cuales son atractivas para la producción de frijol en la región, resultando ser las plantas más vigorosas en sus etapas de crecimiento vegetativo donde se obtuvo valores de 3.75 de acuerdo a la escala de valoración del CIAT (1 – 9). Las líneas que presentaron esta valoración fueron (NIC 921-19) y (INTA Norte (T.L.)), sin embargo lá línea (FBN 1207-29), mostro valores menores con. 5.50 con lo que respecta a la adaptación vegetativa.

Tabla 4. Prueba de Kruskal Wallis para la variable Adaptación vegetativa

Variable	Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Adaptación vegetativa	1.00	4	3.75	0.50	4.00	16.24	0.1757
Adaptación vegetativa	2.00	4	4.75	0.50	5.00		
Adaptación vegetativa	3.00	4	4.75	0.50	5.00		
Adaptación vegetativa	4.00	4	4.25	0.96	4.50		
Adaptación vegetativa	5.00	4	4.75	0.96	4.50		
Adaptación vegetativa	6.00	4	4.50	1.00	4.00		
Adaptación vegetativa	7.00	4	4.00	0.82	4.00		
Adaptación vegetativa	8.00	4	4.25	0.50	4.00		
Adaptación vegetativa	9.00	4	4.25	0.50	4.00		
Adaptación vegetativa	10.00	4	4.75	0.50	5.00		
Adaptación vegetativa	11.00	4	4.25	0.50	4.00		
Adaptación vegetativa	12.00	4	5.50	0.58	5.50		
Adaptación vegetativa	13.00	4	4.75	1.26	5.00		
Adaptación vegetativa	14.00	4	4.00	0.82	4.00		
Adaptación vegetativa	15.00	4	3.75	0.96	3.50		

6.3. Días a Floración

El frijol no es reconocido como una especie resistente a sequía, sin embargo, posee características de precocidad que le confieren escape a la sequía, la cual se debe identificar y utilizar en un programa de mejoramiento genético (Acosta – Días *et al.*, 2004).

En el número de días transcurridos desde el momento de la siembra hasta que el 50 % de las plantas tienen al menos una flor abierta, se presentó alta significancia según el análisis de la prueba de Kruskal Wallis (Tabla5).

En la comunidad Moropoto se presentó un rango de días a flor entre 29- 34 días, la mayoría de las líneas sometidas a este estudio florecieron entre 31 y 34 días después de la siembra. De las líneas evaluadas la más precoz fue la FBN 1207-37) y la (FBN 1211-53) con 29.75 días, con relación a las líneas (BSR 122-17) e (INTA Norte (T.L.) que presentaron floración más tardía con un rango de 34.75 días (Tabla 5).

En frijol común tanto la precocidad, como la madurez tardía proveen al cultivo de un medio de escape a la sequía y su utilidad es relativa dependiendo del patrón de disponibilidad de agua, considerándose que la precocidad puede ser ventajosa para variedades sembradas en áreas donde la humedad del suelo es adecuada en las primeras

etapas de desarrollo, pero que declina rápidamente al final del ciclo (sequia terminal) (White. 1991 y Singh. 1991).

Dado que los materiales evaluados en su mayoría son precoces es una ventaja para ser cultivados en zonas donde prevalece sequia terminal, de ahí su importancia para ser establecidos esto en lugares donde exista estas características similares antes mencionadas.

Tabla 5. Prueba de Kruskal Wallis para la variable días a flor

Variable	Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Días a Flor	1.00	4	31.50	0.58	31.50	53.06	<0.0001
Días a Flor	2.00	4	33.75	0.50	34.00		
Días a Flor	3.00	4	31.50	0.58	31.50		
Días a Flor	4.00	4	31.50	0.58	31.50		
Días a Flor	5.00	4	34.75	0.50	35.00		
Días a Flor	6.00	4	34.50	0.58	34.50		
Días a Flor	7.00	4	31.50	0.58	31.50		
Días a Flor	8.00	4	30.25	0.50	30.00		
Días a Flor	9.00	4	31.25	0.50	31.00		
Días a Flor	10.00	4	29.00	0.00	29.00		
Días a Flor	11.00	4	30.25	0.50	30.00		
Días a Flor	12.00	4	34.50	0.58	34.50		
Días a Flor	13.00	4	29.75	0.50	30.00		
Días a Flor	14.00	4	29.75	0.50	30.00		
Días a Flor	15.00	4	34.75	0.50	35.00		

6.4. Adaptación reproductiva

El fríjol es una planta que tiene características fisiológicas distintivas, realiza la fotosíntesis mediante el ciclo de Calvin, leguminosa capaz de producir nódulos en las raíces, planta auto gama con cierto porcentaje de polinización cruzada, hábito de crecimiento, floración y desarrollo consecuente de sus frutos, producción de un gran número de botones, flores y vainas jóvenes mayor que el que finalmente llega a la madurez fisiológica (CIAT, 1985).

Los datos de esta variable se tomaron 45 días después de la siembra observando la carga reproductiva de las líneas evaluadas. Se tuvo un rango de 2.75 a 4.75, siendo la línea (INTA Norte) (TL) la que presento mejor resultado con un grado de adaptabilidad de 2.75 según la escala de valoración del CIAT (1 – 9) (tabla 6). Cabe señalar que en estos resultados no se dieron diferencias significativas entre las líneas en estudio.

A pesar del déficit hídrico transcurrido durante este experimento los valores obtenidos a esta variable son aceptables ya que bajo condiciones favorables de humedad estas expresaran mayor aspecto reproductivo y por ende mayor rendimiento.

Tabla 6. Prueba de Kruskal Wallis para la variable adaptación reproductiva

Variable	Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
A. Reprod.	1.00	4	4.00	0.00	4.00	11.87	0.5208
A. Reprod.	2.00	4	3.75	1.26	4.00		
A. Reprod.	3.00	4	4.50	1.00	5.00		
A. Reprod.	4.00	4	3.75	1.50	4.00		
A. Reprod.	5.00	4	3.50	1.29	3.50		
A. Reprod.	6.00	4	4.00	0.82	4.00		
A. Reprod.	7.00	4	3.75	1.50	4.00		
A. Reprod.	8.00	4	4.25	0.50	4.00		
A. Reprod.	9.00	4	4.00	0.82	4.00		
A. Reprod.	10.00	4	4.75	0.50	5.00		
A. Reprod.	11.00	4	4.25	0.50	4.00		
A. Reprod.	12.00	4	4.25	1.71	4.50		
A. Reprod.	13.00	4	4.50	1.29	4.50		
A. Reprod.	14.00	4	4.50	0.58	4.50		
A. Reprod.	15.00	4	2.75	0.50	3.00		

6.5. Madures fisiológica

La madurez fisiológica en frijol, se da cuando las vainas cambian del color verde al color característico de las vainas que representan una variedad determinada, y con base a este criterio se tienen variedades precoces, intermedias y tardías (CIAT, 1987).

El análisis de Prueba de Kruskal Wallis demuestra que hay diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre los genotipos evaluados (Tabla 7), con relación a los días de madurez fisiológica.

Los materiales en estudio presentan un rango entre 59.25 a 63.25 días después de la siembra, con mayor frecuencia las líneas (NIC 921-19)(NIC 923-17)(BCR 122-17)(BCR 122-24) (FBN 1203-10)(FBN 1206-34)(FBN 1207-29)(INTA Norte (T.L.)) que maduraron a los 60 y 63 días, siendo las más precoces (FBN 1201-57) y (FBN 1206-14) a los 59.25 días, superando a los demás tratamientos evaluados, representadas con las líneas más tardías la (BCR 122-24) y (FBN 1207-29 con 63.25 días después de la siembra.

Con este resultado se comprueba las variedades que florecieron temprano no coincidieron con las que maduraron más temprano, posiblemente como consecuencia de las condiciones ambientales.

Tabla 7. Madurez fisiológica

Variable	Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Mad. Fisiol.	1.00	4	60.25	0.50	60.00	46.86	<0.0001
Mad. Fisiol.	2.00	4	60.75	0.50	61.00		
Mad. Fisiol.	3.00	4	59.50	0.58	59.50		
Mad. Fisiol.	4.00	4	59.50	0.58	59.50		
Mad. Fisiol.	5.00	4	63.00	0.00	63.00		
Mad. Fisiol.	6.00	4	63.25	0.50	63.00		
Mad. Fisiol.	7.00	4	59.50	0.58	59.50		
Mad. Fisiol.	8.00	4	59.25	0.50	59.00		
Mad. Fisiol.	9.00	4	60.75	0.50	61.00		
Mad. Fisiol.	10.00	4	59.25	0.96	59.50		
Mad. Fisiol.	11.00	4	61.25	0.50	61.00		
Mad. Fisiol.	12.00	4	63.25	0.50	63.00		
Mad. Fisiol.	13.00	4	59.50	1.73	59.50		
Mad. Fisiol.	14.00	4	60.75	0.50	61.00		
Mad. Fisiol.	15.00	4	63.00	0.00	63.00		

6.6. Plantas Cosechadas

García (1998), menciona que el frijol permite variar mucho la densidad de plantación. Cuando ésta es baja, la planta se ramifica más y ocupa el espacio disponible, creciendo menos en altura. Si se utilizan densidades más elevadas, la ramificación resulta menor y la altura de la planta es mayor.

Para plantas cosechadas, en la división de medias no se detectó diferencias estadísticas entre los genotipos evaluados en la localidad donde se realizó esta investigación (Tabla 8).

De los materiales evaluados, el mayor número de plantas cosechadas lo obtuvo las (NIC 923-17) y (FBN 1203-10) con un rango de 100 a 104 plantas cosechadas y el menor número lo obtuvieron las líneas (NIC 923-35) (BCR 122-24) (FBN 1201-9) (FBN 1201-57) (FBN 1207-37) (FBN 1211-53) (INTA Norte (T.L.)) con un total de 95 plantas cosechadas (Tabla6). Según estos resultados no se observa una relación entre las variables plantas cosechadas y el rendimiento de grano pues las variables que obtuvieron un mayor número de plantas no necesariamente resultaron con mayor rendimiento de grano.

Tabla 8. Plantas Cosechadas

Variable	Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Pcosech	1.00	4	96.75	2.06	96.50	12.98	0.2804
Pcosech	2.00	4	102.50	9.26	100.00		
Pcosech	3.00	4	95.00	0.00	95.00		
Pcosech	4.00	4	96.00	1.41	95.50		
Pcosech	5.00	4	100.25	6.18	99.50		
Pcosech	6.00	4	95.00	0.00	95.00		
Pcosech	7.00	4	97.50	5.00	95.00		
Pcosech	8.00	4	97.25	4.50	95.00		
Pcosech	9.00	4	105.25	5.56	104.00		
Pcosech	10.00	4	101.00	8.98	97.50		
Pcosech	11.00	4	95.50	1.00	95.00		
Pcosech	12.00	4	104.00	16.06	96.50		
Pcosech	13.00	4	99.00	7.35	95.50		
Pcosech	14.00	4	95.75	1.50	95.00		
Pcosech	15.00	4	105.00	20.00	95.00		

6.7. Aspecto del grano

En los últimos años, además del rendimiento de grano, la calidad del grano de frijol ha venido a ser un objetivo importante en el mejoramiento, ya que la comercialización se ha convertido en uno de los problemas para los productores.

En este estudio, el análisis de varianza para esta variable dio diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre las líneas en estudio (Tabla 9). Los genotipos que presentaron mejor calidad de grano fueron: FBN 1207-29 (2.00), FBN 1207-37 (2.00), FBN 1211-53 (2), NIC 923-35 (2), FBN 1201-57 (2), NIC 923-17 (2), BCR 122R-31 (1.25) y FBN 1206-34.

Los colores menos comerciales fueron presentados por los cultivares FBN 1203-10 (6.50) y BCR 122-17 (5.25). El resto de líneas presentó valores intermedios (Tabla 9). Del grupo de cultivares que tuvieron mejor calidad de grano, los que manifestaron mayor precocidad fueron: FBN 1206-34, FBN 1201-57, FBN 1207-37 y BCR 122R-31.

Tabla 9. Aspecto del Grano

Variable	Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
A. Grano	1.00	4	2.25	0.50	2.00	43.65	<0.0001
A. Grano	2.00	4	2.00	0.82	2.00		
A. Grano	3.00	4	2.00	0.00	2.00		
A. Grano	4.00	4	1.25	0.50	1.00		
A. Grano	5.00	4	5.25	1.26	5.00		
A. Grano	6.00	4	4.50	1.00	5.00		
A. Grano	7.00	4	4.00	0.82	4.00		
A. Grano	8.00	4	2.00	0.00	2.00		
A. Grano	9.00	4	6.50	0.58	6.50		
A. Grano	10.00	4	2.25	0.50	2.00		
A. Grano	11.00	4	1.00	0.00	1.00		
A. Grano	12.00	4	2.00	0.00	2.00		
A. Grano	13.00	4	2.00	0.00	2.00		
A. Grano	14.00	4	2.00	0.00	2.00		
A. Grano	15.00	4	2.50	0.58	2.50		

6.8. Rendimiento

El rendimiento de grano está influenciado por varios factores, entre los cuales la sequía y/o altas precipitaciones afectan a las variedades comerciales de diferentes maneras. Según Vorosmarty, et al., 2000, el cambio climático y el desarrollo humano acelerado han provocado que regiones que naturalmente no son áridas ó semi áridas comiencen a ser vulnerables a la sequía al consumir y agotar sus reservas de agua.

El problema de la sequía es grave y se podría agravarse si se considera que las próximas décadas serán críticas en lo que se refiere a la relación demanda – suministro de agua.

En este estudio, el análisis de varianza p (0.05) efectuado a la variable rendimiento no detectó diferencias significativas entre los genotipos en estudio en la localidad de Moropoto (Tabla 10). A nivel de promedios se dio un rango de 682 a 1050 kg ha, siendo el valor más alto para la línea FBN 1206-34 y el más bajo para NIC 921-19 (Tabla 10). En esta localidad se presentaron condiciones de sequía tanto en la fase vegetativa y reproductiva del cultivo, afectando el potencial de rendimiento de los genotipos

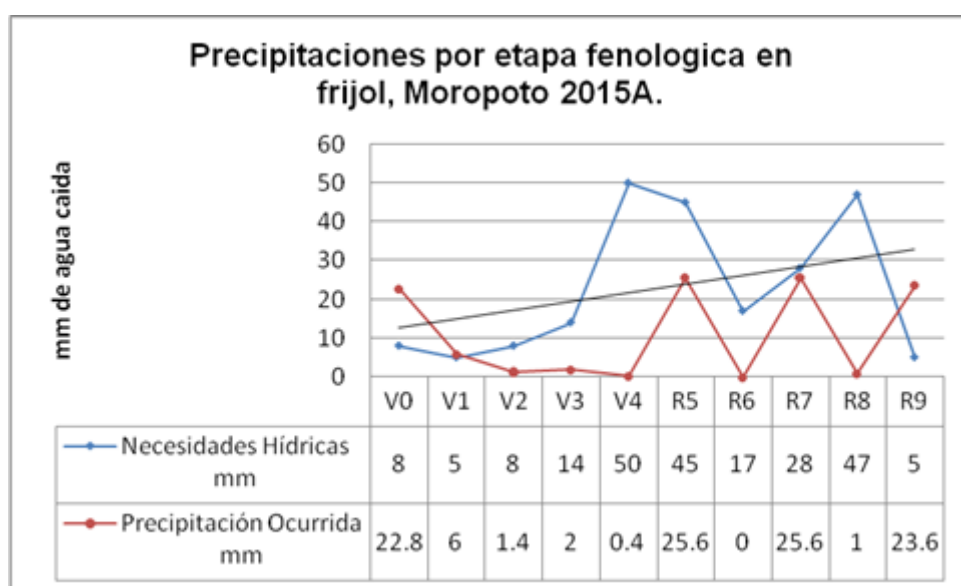
evaluados. Además, de tener buenos rendimientos de grano, la línea FBN 1206-34 presentó una mayor precocidad y arquitectura de planta erecta con guía corta.

Tabla 10. Rendimiento del grano Kg/ha.

Trat	Medias	n	E.E.	
1.00	682.00	4	115.87	A
6.00	750.50	4	115.87	A
14.00	783.00	4	115.87	A
5.00	786.50	4	115.87	A
2.00	808.50	4	115.87	A
3.00	829.00	4	115.87	A
13.00	831.00	4	115.87	A
4.00	870.00	4	115.87	A
12.00	880.50	4	115.87	A
10.00	894.50	4	115.87	A
7.00	935.50	4	115.87	A
9.00	936.50	4	115.87	A
15.00	944.00	4	115.87	A
8.00	967.50	4	115.87	A
11.0	1049.50	4	115.87	A

6.9. Precipitaciones

La distribución irregular de la precipitación ocurrida en la localidad de Moropoto en la época de primera 2015, se reflejó en un bajo contenido hídrico edáfico en este ambiente de secano (Fig. 1), lo que redujo el rendimiento de grano en el cultivo de frijol.



VII. CONCLUSIONES

Con este estudio se pretendió encontrar una alternativa que represente una de las mejores opciones para incrementar y estabilizar los rendimientos del cultivo de frijol seleccionando los de comportamiento superior en las condiciones de zona del estudio.

De acuerdo a las líneas evaluadas las que presentaron mejor adaptación al estrés hídrico en las primeras etapas de crecimiento del cultivo fueron las líneas (NIC 921-19) y (INTA Norte (T.L.)),

Con respecto a la variable de rendimiento se presentaron los rango de 682 a 1050 kg/ha, siendo el valor más alto para la línea (FBN 1206-34).

De los materiales evaluados los que presentaron mejores características comerciales son las líneas (FBN 1206-34), (FBN 1201-57), FBN 1207-37 y BCR 122R-31, según la escala de valoración.

En la localidad donde se realizó este estudio, las líneas FBN 1206-34 (1050 kg ha^{-1}) FBN 1201-57 (968 kg ha^{-1}) sobresalieron por su buen potencial de rendimiento, una mayor precocidad y una mejor arquitectura de planta (erecta con guía corta).

VIII. RECOMENDACIONES

Implementar otro tipo de testigo que sea utilizado actualmente por los productores o que se haya liberado durante los últimos años.

Realizar parcelas experimentales más representativas en cuanto al área de cada tratamiento en diferentes localidades y épocas del año (postrera).

Que las mejores líneas evaluadas sean utilizadas en el proceso de validación y liberación que ejecuta el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria durante las épocas de primera, postrera, y apante.

Una vez liberadas estas líneas la universidad, se apropie de estos tipos de materiales genéticos para su reproducción y que estos estén disponible para facilitarle a los productores de las comunidades aledañas a través de la asignatura de extensión y desarrollo rural.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Alejandra Marlins. 2,011. Es urgente desarrollar cultivos adaptados al cambio climático. En: BBC Mundo Noticias.
- Attipalli RR, Kolluru VC, Munusamy V. 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *J. PlantsPhysiol.* 161: 1189-1202.
- Acosta – gallegos, j. a., y j. w. white, 1995. Phenological plasticity as and adaptation by common bean to rainfed environments. *Crop Sci* 35:199-204.
- Aguilar, y. (2011). impactos del cambio climatico en la agricultura de america central y el las familias product
- Blandón, r. l. y arvizú, v. j. 1991. Efecto del sistema de labranza. Método de control de malezas y rotación de cultivo sobre la dinámica de la maleza, crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y soya (*Glicine max.* L. Merr). Tesis Ingeniero Agrónomo UNA. Managua, Nicaragua. BLUM, A. 1988. Plant Breeding for stress Enviroments, CRC Press, Boca Ratón, Florida, USA. pp. 1-223.
- Censo Nacional Agropecuario. 2,011. Informe Final IV Censo Nacional Agropecuario. Managua, Nicaragua. 28p.
- Castellón, e; grádiz, i. y ortega, j. 2000. Evaluación de 12 genotipos de fríjol rojo (*Phaseolus. vulgaris* L.) tolerante a la sequía y mosaico dorado en la comunidad de las Cámaras Estelí 1997. Nicaragua. Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco. 48p.
- Catie, (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR); INTA, (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria); MIP/AF, UNA, (Universidad Nacional Agraria); UNAG-PCAC SEGOVIAS, (Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos-Programa Campesino a Campesino Las Segovias); PROMIPAC, (Programa de Manejo Integrado de Plagas para América Central); CNIGB (Centro Nacional de Investigación en Granos Básicos). 2002 Guía para el manejo agroecológico del fríjol.

- Challenger, A. 2,003. La situación actual del medio ambiente en Veracruz: los servicios ambientales y la conservación ecológica. Memoria del Primer Simposio – Taller Internacional sobre servicios Ambientales en el estado de Veracruz. Instituto de Ecología S.A. Comisión Nacional Forestal, Huasteco, Veracruz, del 11 al 14 de mayo del 2,003.
- Castañeda, C. L. Córdova, V. Gonzales, A. Delgado, A. Santacruz y G. García. 2006. Respuestas fisiológicas y calidad de semilla en frijol sometido a estrés hídrico. Interciencia, Caracas. Venezuela.
- Clements, N., Gaggero, R., Nicolas, Manzano, O., Hintze, L., Sanchez, C., . . . Gaggero, R. (2010). Proyecto Regional Adaptación de Maíz y Frijol al Cambio Climático en Centroamérica y República Dominicana. Una herramienta para mitigar la pobreza. Regional.
- Ciat (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1,987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Aart Van Schoonhoven y Marcial A. Pastor Corrales (Comps.). Cali, Colombia. 56p.
- Ciat (Centro Internacional de Agricultura Tropical), 1985. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Centro de documentación. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia
- Debouck, d. y r. hidalgo. Morfología de la planta de frijol común P v L. En López, M., F. Fernández de C., A. Van Shoonhoven. 1985. Eds. Frijol: Investigación y producción. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Cali, Colombia. p.7-41
- Davis, j. 1985. Conceptos básicos de genética de frijol. En frijol: Investigación y producción. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Cali, Colombia. p.81-87 DIP/ISCA. Managua, Nicaragua. 27 p.
- Eitzinger A, P. Laderach, K. Sander, A. Schmidt, G. Saín, S. Beebe, B. Rodríguez, M. Fisher, P. Hicks, C. Navarrete y A. Nowat. 2,014. Tortillas en el Comal: Los sistemas de maíz y frijol de América Central y el cambio climático.
- Estrada, A. Á. (2015). paso a paso en la adactacion al cambio climatico. Madriz: Antonia Calero Sequeira.

- Fernández de, c. f.; p. gepts., y m. lópez. 1986. Estados de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). CIAT, Cali, Colombia. 34 p.
- Fontagro (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria). 2,010. Adaptación del maíz y el frijol al cambio climático en Centro América y República Dominicana. Una herramienta para mitigar la pobreza.
- Hidalgo, r.; sang y gepts, 1980. Diversidad genética de las especies cultivadas del género *Phaseolus*. Guía de estudio CIAT. Cali, Colombia. 52 pp.
- Ibañes, J. J. (14 de Mrso de 2007). un universo invencible bajo nuestros pies . Obtenido de biod. un lugar para la ciencia y la tecnologia: www.madrimasd.org
- Leiva, e. e. (2008). Evaluación de 14 líneas de frijol rojo (*Phaseolus vulgaris* L.), con tolerancia a sequía, en condiciones edafoclimáticas del municipio de San Dionisio, Matagalpa. Postrera 2004. Esteli .
- López S., Oscar H., Tosqui V., Francisco U., Jorge A. 2,008. Rendimiento y tolerancia a sequía de genotipos de frijol negro en el estado de Veracruz. Fitotec. Mex. Vol.31:35-39.
- Ludlow, m. m. y r. c. muchow, 1990. Critical evaluation of the posibiliteís for modifying crops for high production per unit of precipitation. Adv Agron 43:107-153
- Mag. (1991). *Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica*. San José.
- Mendoza, E. G. (septiembre de 2009). Guia tecnica para el cultivo del Frijol. Boaco, Nicaragua.
- Mefca. (2015). *Cultivo del Frijol*. Managua
- Midinra/gtz. Alemania Federal. Managua, 181 p.
- Muñoz, o. y rodríguez, l. 1988. Models to evaluate drought resistance in proceedings of internacional conference on Dryland farming amarillo Bushland, Texas. USA. s/p.

- Nancy Jesurun- Clements, R. G.-O.-S. (2010). Proyecto Regional Adaptación de Maíz y Frijol al Cambio Climático en Centroamérica y República Dominicana. Una herramienta para mitigar la pobreza. Regional.
- Oras de granos basicos. observatorio de sostenibilidad Red Latino Americana.
- Palacios, M; Moncada, R; & Morazan, Cilena. (2005). Evaluación de Rendimiento y Características Agronómicas de 33 líneas de Frijol para tolerancia a sequía provenientes de la cruza BAT 881 x G 21212 El Mancico Madriz.1986).
- Reyes-Matamoros, J. (2014). Efecto del estrés hídrico en plantas de frijol. *Revista Iberoamericana de Ciencias* .
- Rodríguez-, Y. B.-L.-E. (2003). Evaluación de 20 líneas de frijol rojo en 3 localidades de la zona húmeda de las Segovias. Esteli.
- Rosales, e. f.; f. herrera m. y s. corrales b. 1986. Estabilidad de rendimiento de 15 variedades criollas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en 4 localidades del departamento de Estelí, Nicaragua. PCCMCA. 32. San Salvador, el Salvador, 13 p.
- Tapia barquero, h. y camacho, A. 1988. Manejo integrado de la producción de frijol basado en la labranza cero. Centro Nacional de Protección Vegetal.
- Tapia, h. 1987. Variedades mejoradas de frijol con grano rojo para Nicaragua.
- Van schoonhen, a. y o. voysest. 1989. Common beans in Latin America and their constraints. In: H.F. Schwartz y M.A. Pastor – Corrales (Eds.), Bean Production problems in the Tropics, pp. 33 – 57. CIAT, Colombia.
- Westermann, d. t. y s. e. crothers. 1997. Plant population effects on the seed yield components of bean. *Crop Sci* 17:493-496.
- Zeledón, f.; gomes, a. y membreño, F. 1997. Evaluación de adaptabilidad y rendimiento de 14 líneas de frijol rojo (*Phaseolus vulgaris* L.), en la comunidad de la Angélica, Jalapa, Nueva Segovia. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNA. Managua, Nicaragua.12p

X. ANEXOS

ANEXO 1. Hoja de campo para el registro de datos.

No	Identificación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
101	NIC 921-19										
102	NIC 923-17										
103	NIC 923-35										
104	BCR 122R-31										
105	BCR 122-17										
106	BCR 122-24										
107	FBN 1201-9										
108	FBN 1201-57										
109	FBN 1203-10										
110	FBN 1206-14										
111	FBN 1206-34										
112	FBN 1207-29										
113	FBN 1207-37										
114	FBN 1211-53										
115	INTA Norte (T.L.)										
201	FBN 1203-10										
202	FBN 1206-34										
203	BCR 122-24										
204	FBN 1211-53										
205	NIC 923-35										
206	FBN 1207-37										
207	BCR 122R-31										
208	NIC 921-19										
209	INTA Norte (T.L.)										

210	FBN 1201-9											
211	FBN 1206-14											
212	NIC 923-17											
213	BCR 122-17											
214	FBN 1203-10											
215	FBN 1207-29											
301	FBN 1207-37											
302	FBN 1201-9											
303	FBN 1211-53											
304	NIC 923-35											
305	NIC 921-19											
306	BCR 122R-31											
307	FBN 1203-10											
308	BCR 122-17											
309	FBN 1201-57											
310	FBN 1207-29											
311	BCR 122-24											
312	FBN 1206-14											
313	FBN 1206-34											
314	INTA Norte (T.L.)											
315	NIC 923-17											
401	FBN 1206-14											
402	BCR 122-24											
403	FBN 1211-53											
404	FBN 1207-37											
405	FBN 1203-10											
406	NIC 923-35											
407	INTA Norte (T.L.)											

408	FBN 1207-29													
409	BCR 122-17													
410	NIC 923-17													
411	BCR 122R-31													
412	FBN 1201-57													
413	NIC 921-19													
414	FBN 1206-34													
415	FBN 1201-9													

ANEXO 2. diseño del experimento

Bloque 4

401 (10)	402 (6)	403 (14)	404 (13)	405 (9)	406 (3)	407 (15)	408 (12)	409 (5)	410 (2)	411 (4)	412 (8)	413 (1)	414 (11)	415 (7)
-------------	------------	-------------	-------------	------------	------------	-------------	-------------	------------	------------	------------	------------	------------	-------------	------------

Bloque 3

301 (13)	302 (7)	303 (14)	304 (3)	305 (1)	306 (4)	307 (9)	308 (5)	309 (8)	310 (12)	311 (6)	312 (10)	313 (11)	314 (15)	315 (2)
-------------	------------	-------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-------------	------------	-------------	-------------	-------------	------------

Bloque 2

201 (8)	202 (11)	203 (6)	204 (14)	205 (3)	206 (13)	207 (4)	208 (1)	209 (15)	210 (7)	211 (10)	212 (2)	213 (5)	214 (9)	215 (12)
------------	-------------	------------	-------------	------------	-------------	------------	------------	-------------	------------	-------------	------------	------------	------------	-------------

Bloque 1

101 (1)	102 (2)	103 (3)	104 (4)	105 (5)	106 (6)	107 (7)	108 (8)	109 (9)	110 (10)	111 (11)	112 (12)	113 (13)	114 (14)	115 (15)
------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

ANEXO 3. Análisis de varianza variable de adaptación vegetativa.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12.33	14	0.88	1.51	0.1464
Tratamiento	12.33	14	0.88	1.51	0.1464
Error	26.25	45	0.58		
Total	38.58	59			

C.V=17.29 R²=0.32

ANEXO 4. Análisis de varianza días a flor

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	229.40	14	16.39	61.45	0.0001
Tratamiento	229.40	14	16.39	61.45	0.0001
Error	12.00	45	0.27		
Total	241.40	59			

C.V=1.62 R²=0.95

ANEXO 5. Análisis de varianza variable de adaptación reproductiva.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13.93	14	1.00	0.93	0.5324
Tratamiento	13.93	14	1.00	0.93	0.5324
Error	48.00	45	1.07		
Total	61.93	59			

C.V=25.61 R²=0.22

ANEXO 6. Análisis de varianza madures fisiológica.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	134.90	14	9.64	20.90	0.0001
Tratamiento	134.90	14	9.64	20.90	0.0001
Error	20.75	45	0.46		
Total	155.65	59			

C.V=1.12 R²=0.87

ANEXO 7. Análisis de varianza plantas cosechadas.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	768.10	14	54.86	0.82	0.6431
Tratamiento	768.10	14	54.86	0.82	0.6431
Error	3006.75	45	66.82		
Total	3774.85	59			
C.V=8.25		R ² =0.20			

ANEXO 8. Análisis de varianza kg/parcela.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.13	14	0.01	0.68	0.7846
Tratamiento	0.13	14	0.01	0.68	0.7836
Error	0.60	45	0.01		
Total	0.73	59			
C.V=26.85		R ² =0.17			

ANEXO 9. Análisis de varianza kg/ hectárea.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	508353.73	14	36310.98	0.68	0.7846
Tratamiento	508353.73	14	36310.98	0.68	0.7846
Error	2416575.00	45	53701.67		
Total	2924928.73	59			
C.V=26.85		R ² =0.17			

ANEXO 10. Análisis de varianza aspecto del grano

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	136.73	14	9.77	27.47	0.0001
Tratamiento	136.73	14	9.77	27.47	0.0001
Error	16.00	45	0.36		
Total	152.73	59			
C.V=21.55		R ² =0.90			

