



**UNIVERSIDAD DE MATANZAS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**Título: Comportamiento productivo de variedades de frijol común (negro) en condiciones de sequía en CCS "Sabino Pupo".**

**Autor: Alberto Bello Alfonso**

**Tutores: Dr.C Amalia Domínguez Suárez**

**Ms.C Rodolfo Darías Rodríguez**

**Ms.C Yordanys Martínez Dávalos**



**2018**

# **Pensamiento**

**“ Sin una agricultura fuerte y eficiente que podemos desarrollar con los recursos de que disponemos sin soñar con las grandes asignaciones de otros tiempos, no podemos aspirar a sostener y elevar la alimentación de la población, que tanto depende todavía de importar productos que pueden cultivarse en Cuba ”.**

**Raúl Castro Ruz**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

-----  
-----  
-----  
-----  
-----

-----

Presidente del Tribunal

-----

Tribunal

-----

Tribunal

-----

Tribunal

-----

**Evaluación**

## DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Declaro que yo, Alberto Bello Alfonso soy el único autor de este Trabajo de Diploma por lo que autorizo a la Universidad de Matanzas a hacer uso del mismo, con la finalidad que estime conveniente.

Firma: \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres Marta Elena Alfonso y Félix Alberto Bello por su entrega y esfuerzo para que fuera posible cumplir esta meta.

A toda mi familia por siempre mostrarme su apoyo.

A mi novia Elianis C. Alfonso por su apoyo incondicional en la realización de este trabajo.

A mis suegros Homnya Negrín y Santiago Oliva por su compañía, cariño y apoyo durante estos 5 años.

A mis tutores Dr.C Amalia Domínguez Suárez, Ms.C Yordanys Martínez Dávalos y Ms.C Rodolfo Darias por su dedicación y compromiso durante la realización de la tesis.

A todos mis compañeros que siempre estuvieron en las buenas y las malas por su compañía y ayuda, especialmente Yaudelkis Quiñónez Fernández y Yasel Cabrera Alonso.

A todo el claustro de profesores de la facultad de Ciencias Agropecuarias por su ayuda, compromiso y dedicación durante el transcurso de mi carrera permitiéndome desarrollarme como estudiante y atleta con una química de mucho esfuerzo.

A la CCS “Sabino Pupo” del municipio Unión de Reyes por permitirnos la realización del proyecto en sus fincas.

A los productores Pedro Negrín, Yuniesky Negrín y Santiago Oliva por brindarnos sus tierras y apoyo para la realización de los experimentos.

Al equipo de trabajo por su apoyo en todas las actividades realizadas.

**UNIVERSIDAD DE MATANZAS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**OPINIÓN DEL TUTOR**

El estudiante Alberto Bello Alfonso ha logrado una amplia formación, en Metodología de la Investigación y en técnicas de evaluación de indicadores fenológicos y de productividad en condiciones de sequía. Ha demostrado una constancia en la solución de los problemas presentados en el transcurso de la investigación, lo que le ha permitido culminar con éxito el trabajo científico emprendido, ha consolidado los conocimientos sobre el estrés hídrico en plantas y en particular en frijol común, ya que es el fruto del trabajo de varios años, pues desde el primer año de la carrera el estudiante ha estado vinculado al grupo científico que trabaja esta temática, resultados que han sido presentados y obtenido premios en Jornadas Científicas Estudiantiles.

Su diploma para optar por el título de Ingeniero Agrónomo: Comportamiento productivo de variedades de frijol común (negro) en condiciones de sequía en CCS "Sabino Pupo", es de gran interés y actualidad, constituye un aporte científico valioso para futuros trabajos en esta temática, por lo que resultará de interés para investigadores, productores y estudiantes del sector agrícola, en el estudio de la respuesta del frijol al déficit hídrico y en particular a productores del municipio de Unión de Reyes donde este cultivo se realiza en condiciones de secano.

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) constituye una de las principales fuentes de alimentación por su contenido en proteínas y calorías, tanto del hombre como de los animales, pero son varios los factores que influyen negativamente sobre su cultivo, entre ellos la sequía, por lo que es necesario, contar con materiales tolerantes o resistentes a estrés hídrico. La evaluación de indicadores fenológicos y de productividad, en variedades de frijol común, bajo condiciones experimentales de sequía permitió identificar la variedad más tolerante a estrés hídrico en las condiciones de campo.

Estimados miembros del tribunal realmente Alberto Bello Alfonso ha demostrado el saber, la laboriosidad y la creatividad necesaria para la obtención del diploma de Ingeniero Agrónomo.

Fraternalmente,

Dr. C. Amalia Domínguez Suárez.

Tutor.

## **Resumen**

Seleccionar variedades de frijol tolerantes a la sequía puede constituir una estrategia que permita minimizar el efecto del déficit hídrico sobre el rendimiento y la calidad del grano de frijol cultivado. El objetivo del presente trabajo fue seleccionar variedades de frijol negro más tolerantes a la sequía, en condiciones experimentales de sequía, en CCS "Sabino Pupo", en el municipio de Unión de Reyes. Se utilizó un diseño en bloque al azar, con tres repeticiones. La siembra se hizo en tres hileras de 7 m de largo X 0,60 m de ancho, por repetición. Fueron evaluadas las características fenológicas e indicadores de rendimiento de cuatro variedades de frijol común (BAT 58, Güira 89, Tomeguín 93 y BAT 304.), en condiciones diferentes de riegos, cuatro riegos (sequía) y 10 riegos (condiciones óptimas de humedad). Con los datos de rendimientos en las dos condiciones de humedad se calcularon los índices de intensidad de sequía (IIS), susceptibilidad a la sequía (ISS), índice reproductivo (IR) y el porcentaje de pérdidas del rendimiento. El análisis estadístico fue realizado utilizando el programa InfoStat versión 2011. Se llegó a la conclusión que las variedades que tuvieron el comportamiento más tolerante en las condiciones de experimentación fueron: Tomeguín 93 y BAT 304. En la 2da etapa se corroboró que la variedad Tomeguín 93 tiene un comportamiento más tolerante tanto en condiciones experimentales como en condiciones edafoclimáticas de la CCS.

**Palabras clave:** frijol común, riego, tolerancia a sequía, rendimiento, criterios de selección.

## **Abstract**

Selecting tolerant varieties of bean to the drought can constitute a strategy that they permit minimizing the effect of the hydric deficit on the yield and the quality of the bean grain. The objective of present work was to identify more tolerant varieties black bean to the drought, under experimental conditions at the farmstead Sabanilla of her CCS "Sabino Pupo", Unión de Reyes. A design was utilized in bloc at random, with three repetitions. The planting made three-deep of 7 m itself of long X 0.60 m in width, for repetition. Was evaluated Common-bean indicators of yield of eight varieties (BAT 58, Güira 89, Tomeguín and BAT304.) were evaluated, in different conditions of irrigation, four irrigation (drought) and ten irrigation (optimal conditions of humidity). With the data of yield in the two conditions of humidity we calculated the intensity of drought (IIS), the drought susceptibility (ISS), and the percentage of losses of the yield. The statistical analysis was accomplished utilizing the program Info Stat version 2011. The varieties that had the more tolerant behavior in the conditions of experimentation where: Tomeguín, BAT and 304. In the second stage was corroborated that the Tomeguín 93 has a most tolerant behavior as much in experimental conditions as in edafoclimatics conditions of the CCS

**Key words:** Common bean, irrigation, tolerance to drought, yield, criteria of selection



<b>Índice</b>	<b>Páginas</b>
Introducción	11-12
I. Revisión bibliográfica	13-26
1.1 El frijol	13-15
1.2. Disponibilidad de agua. Estrés hídrico	16-21
1.3. El frijol en Cuba	21-24
1.4. Expectativas con las cooperativas en Cuba	24-26
2. Materiales y métodos	27-31
3. Resultados y discusión	32-51
3.1. Primer experimento	32-39
3.2. Segundo experimento	39-51
4. Beneficio económico	51
Conclusiones	52
Recomendaciones	53
Bibliografía	54-61
Anexos	62-69

<b>Índice de Tablas</b>	<b>Páginas</b>
Tabla 1: Las principales variedades de frijol cosechadas en Cuba.	23
Tabla 2. Resultados de suelo de la finca Sabanilla.	28
Tabla 3. Variables fenológicas de las variedades en dos condiciones de riegos.	33
Tabla 4. Variedades de frijol común sembradas en la CCS.	35
Tabla 5. Respuesta de las variedades a la sequía según su rendimiento e ISS.	38
Tabla 6. Indicadores fenológicos de las dos variedades bajo dos condiciones de riegos.	44
Tabla 7. Índices de rendimiento evaluados y respuesta de las variedades a la sequía.	49
Tabla 8. Rendimiento de variedades cultivadas en las tres CCS del municipio de Unión de Reyes.	50

<b>Índice de Figuras</b>	<b>Páginas</b>
Figura 1. Variedades de frijol utilizadas en el experimento.	27
Figura 2. Localización de la finca “Sabanilla” de la CCS “Sabino Pupo”.	28
Figura 3: Datos climático de la finca “Sabanilla”.	32
Figura 4. Rendimiento de las variedades (t. ha <sup>-1</sup> ) bajo las dos condiciones de riegos.	36
Figura 5. Índices de rendimiento evaluados y respuesta de las variedades a la sequía (ISS), bajo las dos condiciones de riegos.	37
Figura 6. Emergencia de las plantas, a los 10 días de sembradas las semillas.	40
Figura 7. Porcentaje de plantas cosechadas por variedades, del total sembrado.	41
Figura 8. Cantidad de entrenudos del tallo principal.	42
Figura 9. Altura de la planta en el momento de la cosecha.	43
Figura 10. Indicadores de rendimiento según variedad y condiciones de riego.	45
Figura 11. Morfología de semillas de BAT 304 cosechadas en condiciones de sequía.	46
Figura 12. Peso de cien semillas según riego.	46
Figura 13. Frecuencia del tamaño del grano por variedad y condiciones de riego, expresado en mm <sup>2</sup> .	47
Figura 14. Rendimiento en toneladas por hectárea, por variedad y según riego.	48

## I. INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

En América Latina el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), perteneciente a la familia *Fabaceae* ha sido sembrado tradicionalmente, encontrándose entre los cultivares más importantes no sólo por su alto valor nutricional, sino también por su elevado consumo en la población; pero son varios los factores que influyen negativamente sobre su cultivo, dentro de ellos la sequía, la cual se incrementa cada vez más como consecuencia del cambio climático. La sequía, conjuntamente con la salinidad de los suelos, constituye un grave problema que afecta el rendimiento de los cultivos y la sostenibilidad de la agricultura. Cerca del 10 % de la superficie del planeta está afectada por uno de estos y muchas hectáreas de tierras constantemente son abandonadas a causa de los mismos, comenta Frahm y col., (2004).

Alemán y col., (2010) plantean que un estrés severo de sequía induce numerosas irregularidades metabólicas en las plantas, tales como, disminución de la tasa de crecimiento, reducción en la capacidad de intercambio gaseoso, pérdida de turgencia y síntesis de algunos metabolitos secundarios. Estas alteraciones y su impacto en la morfología y fisiología de las plantas, van a depender del grado de tolerancia de los tejidos a la deshidratación, principalmente en las hojas. Reportes similares son planteados por Domínguez y col., (2016).

En estudios realizados por Polania y col., 2012 y Osuna y col., 2013 plantea que el estrés por sequía, causado por la baja disponibilidad de agua en el suelo, modifica negativamente la productividad del frijol. Esta puede ser más o menos afectada dependiendo de la intensidad y duración de la escasez de agua, de la rapidez con la cual se alcance dicha intensidad y además de la etapa fenológica en que el efecto ocurra, así como el pre acondicionamiento de la planta.

## **Problema Científico**

La necesidad de obtener variedades más adaptadas y tolerantes a la sequía y que tengan un buen rendimiento en campo, en particular en el municipio Unión de Reyes que se cultiva el frijol en condiciones de secano.

## **Hipótesis Científica**

La evaluación de indicadores fenológicos y de rendimiento, en variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), bajo condiciones experimentales de sequía en campo, permitirá seleccionar variedades más tolerantes, lo que contribuirá a elevar el rendimiento de la producción de dicho cultivo en el municipio.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el comportamiento de cuatro variedades de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) y su tolerancia al déficit hídrico, en condiciones de sequía en campo, teniendo en cuenta indicadores fenológicos y de rendimiento.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar indicadores fenológicos en condiciones experimentales de sequía en CCS "Sabino Pupo".
2. Evaluar indicadores de rendimientos en condiciones experimentales de sequía en campo.
3. Valorar el comportamiento de los indicadores productivos de las variedades más tolerantes seleccionadas, en la CCS "Sabino Pupo" del municipio de Unión de Reyes, en condiciones edafoclimáticas del territorio.

## 1. Revisión bibliográfica

### 1.1 El frijol

#### Historia del cultivo del frijol

El frijol es uno de los alimentos más antiguos que el hombre conoce; ha formado parte importante de la dieta humana desde hace miles de años. Los frijoles comunes empezaron a cultivarse hace aproximadamente 7000 años A.C. en el sur de México y Guatemala. En México, los nativos cultivaron los frijoles blancos, negros, y todas las demás variedades de color. También semillas pequeñas y semillas grandes. Puesto que las culturas Mesoamericanas de México cruzaron el continente americano, estos frijoles y las prácticas de cultivo se propagaron poco a poco por toda Suramérica a medida que exploraban y comercializaban con otras tribus. Los primeros exploradores y comerciantes llevaron posteriormente las variedades de frijol americano a todo el mundo, y a principios del siglo XVII, los frijoles ya eran cultivos populares en Europa, África y Asia. (Treviño y Rosas, 2013).

El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) junto con la judía (*Phaseolus vulgaris* L.) y el guisante (*Pisum sativum* L.) constituye uno de los cultivos de leguminosas más importantes del mundo, representando una fuente relevante de alimentación humana y animal (Arefian y col., 2014).

Su importancia radica principalmente en su valor nutritivo, además de ser una fuente elemental de proteínas para el consumo humano, a la vez que contribuye a la gestión de la fertilidad del suelo debido a la fijación de nitrógeno (Dhima y col., 2015).

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa alimenticia más importante en el trópico de América Latina, África oriental y meridional; es cultivado por pequeños agricultores en América Latina, África oriental y occidental, donde es a menudo expuesto a condiciones no favorables y mínimo uso de insumos (Beebe y col., 2008). Es una fuente poco costosa de proteína y calorías para pequeños agricultores de países con pobreza endémica, sus rendimientos se ven afectados por varias causas, entre las cuales, la sequía genera pérdidas entre 10 y 100%. Cerca del 60% de las regiones productoras de frijol presentan períodos prolongados de sequía, el segundo factor más

importante de reducción en rendimiento después de las enfermedades. En la actualidad, se cultiva ampliamente en todos los continentes, se puede encontrar desde los 520<sup>o</sup> latitud norte y a los 320<sup>o</sup> latitud sur, y desde el nivel del mar hasta más de 3000 m.s.n.m. (Polania, 2011).

### **Fases y etapas de desarrollo de la planta de frijol**

El ciclo biológico del frijol cambia según el genotipo y los factores del clima; durante el desarrollo de la planta se presentan cambios morfológicos y fisiológicos que sirven de base para identificar las etapas de desarrollo del cultivo. La falta de agua durante las etapas de pre floración, formación y llenado de vainas afecta seriamente el rendimiento (Muñoz y col. 2007).

El cultivo del frijol se distribuye en diez etapas de desarrollo, de ellas cinco son para desarrollo vegetativo donde están: germinación, emergencia, hojas primarias, primera hoja trifoliada y en desarrollo reproductivo: prefloración, floración, formación de vainas, llenado de vainas y maduración. La duración de las etapas está afectada por factores que incluyen el genotipo (cuyas características, hábitos de crecimiento y precocidad pueden variar), y el clima. Existen otros factores tales como las condiciones de fertilidad, las características físicas del suelo, la sequía y la luminosidad, entre otros, que causan variación en la duración de las etapas.

### **Factores que afectan la producción del frijol común**

Treviño y Rosa (2013) plantean que independientemente de la variedad, la producción del frijol común se ve comprometida por una serie de factores que se clasifican como bióticos (seres vivos con los que se relaciona) y abióticos (ambientales, físicos y químicos).

#### **Factores bióticos**

Entre los factores bióticos que afectan la producción de frijol se encuentran principalmente las enfermedades causadas por hongos y, en menor grado, las producidas por bacterias, virus, gusanos, plagas y malezas.

## **Factores abióticos**

Cardona y *col.*, (2013) concluyen en su estudio, que el conocimiento sobre los procesos y mecanismos de tolerancia a factores de estrés de tipo abiótico (sequía) y los efectos perjudiciales en especies cultivadas, particularmente en aquellas sometidas a condiciones secas, ayudará a mejorar su comportamiento agronómico mediante la incorporación de características relacionadas con la tolerancia a la sequía en los nuevos cultivares.

La temperatura y la disponibilidad de agua son los principales factores que merman la producción del frijol; ambos están estrechamente ligados y, actualmente su efecto se ha visto recrudecido por el cambio climático; por ejemplo, se estima que tres cuartas partes de la producción total de América Latina y casi la mitad de la de África ocurre bajo microclimas con poca agua en algún momento del período de cultivo.

### **Influencia de la temperatura**

Este factor influye sobre el cultivo del frijol durante todo su ciclo. La planta de frijol crece bien en temperaturas promedios de 15 a 27 °C, pero hay un gran rango de tolerancia entre variedades diferentes. Una planta es capaz de soportar temperaturas extremas (de 5 a 40 °C) por cortos períodos, pero mantenida a tales extremos por un tiempo prolongado, ocurren daños irreversibles (Padilla y *col.*, 2011).

Las temperaturas bajas retardan el desarrollo de la planta, pudiendo acentuarse en las siembras tardías de diciembre y enero. Las temperaturas altas inducen el aborto de las flores, aumentan la tasa de evapotranspiración y ocasionan el marchitamiento de la planta si hay un suministro insuficiente de humedad en el suelo. La temperatura óptima está comprendida entre los 22 y 26 °C; cuando la temperatura pasa los 26 °C se afecta el sistema reproductivo, debido al bajo poder germinativo del polen y de la escasa formación de sustancia encargada de retener los frutos. En Cuba se considera esta causa como una limitante de la producción en verano (Cabrera, 2011).



## **1.2. Disponibilidad de agua. Estrés hídrico**

El término “sequía” denota en muchos casos baja disponibilidad hídrica, alta temperatura y alta irradiación. Entre los factores abióticos, el estrés por déficit hídrico es considerado uno de los más relevantes, tanto desde una perspectiva ecológica como agronómica, respecto a los cultivos, aunque ha sido señalado que no siempre es el factor central. Está claro que el déficit hídrico es el principal factor abiótico que limita el rendimiento de la mayoría de los cultivos, criterio que comparten Phillip *y col.*, 2006 y Moussa *y col.*, 2008.

Según Eroski Consumer (2011), gran parte del mundo registra un elevado riesgo de sufrir un deterioro de la cantidad y calidad del agua. El agua está cada vez más escasa, su consumo aumenta y su cantidad y calidad disminuye. La Unión Europea alerta de esta peligrosa conjunción que afecta a gran parte de los europeos, y especialmente en España. Y si las previsiones del cambio climático se cumplen, el problema será aún más grave en los próximos años limitando cada vez más el agua disponible para los cultivos. Por ello, los expertos, entre ellos Fernández (2008), recomiendan un uso más responsable y eficiente de este recurso.

El estrés hídrico incluye en realidad dos tipos de estrés contrapuestos: por déficit o por exceso de agua en el suelo. Además, la falta de agua puede interactuar con otros factores como altas temperaturas y altas irradiaciones (Mita, 2012).

### **Efecto del estrés hídrico en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)**

La producción de este cultivo es afectada por la sequía, ya que una gran parte de la superficie sembrada se ubica en zonas semiáridas con régimen de temporal deficiente, períodos frecuentes de sequía intermitentes o terminal, por ejemplo, en México un 85% del frijol sembrado es en condiciones de secano (Padilla *y col.*, 2011). Además, en la mayoría de los casos se siembra en suelos delgados y degradados, de bajo contenido de materia orgánica y capacidad limitada para retener humedad (Osuna *y col.*, 2007), por lo que solo en condiciones de riego se obtienen los más altos rendimientos (Padilla *y col.*, 2011).

El déficit hídrico en la fase reproductiva en frijol y otras leguminosas como el garbanzo (*Cicerarietinum* L.), haba (*Vicia faba* L.) y soya (*Glysinemax* L.), disminuye el rendimiento en mayor proporción que cuando sólo afecta la fase vegetativa (Padilla y col., 2008; Polón y col., 2014). Dependiendo de la intensidad del estrés hídrico y la tolerancia del cultivar, se estima que, durante las etapas de floración, formación de vaina y llenado del grano, el número de vainas y el rendimiento disminuye hasta en 50 y 72% (Liu, Andersen y Jensen, 2004; Ghassemi y col., 2009; Fang y col., 2010; Padilla y col., 2011; Aguilar y col., 2012).

Para disminuir los riesgos por sequía existen estrategias, tanto genéticas como de manejo agronómico del cultivo (Osuna y col., 2007; Acosta y col., 2008). Ambas pueden estabilizar las diferencias entre cultivares e incrementar el rendimiento de frijol bajo restricción de humedad, en parte mediante la identificación de genotipos, cuya diferencia en rendimiento de grano con riego sea mínima respecto a la condición de seco. Sin embargo, la complejidad de las respuestas fenotípicas al déficit de humedad dificulta el mejoramiento para la tolerancia a la sequía. La evaluación de genotipos con origen genético común y respuestas contrastantes al estrés por sequía ha permitido identificar cambios morfológicos, fisiológicos y bioquímicos propios de la especie y contrastantes entre genotipos (Padilla y col., 2011).

La selección de genotipos de frijol por adaptación a déficit temporales de humedad ha permitido elevar el potencial productivo y la calidad de los materiales (Padilla y col., 2008), pero las prácticas de manejo de cultivo han logrado más producción, cuando el cultivo con frecuencia enfrenta sequía terminal, sobre todo en suelos con baja capacidad para almacenar humedad (Osuna y col., 2007). El manejo agronómico del cultivo, por ejemplo, disminuir la distancia entre surcos, aumentar la densidad de plantas y captar agua de lluvia "in situ", permite hacer un uso eficiente de factores limitativos, como la disponibilidad de agua en el suelo.

En estudios realizados por Román (2009) reporta que cerca del 60% de las regiones productoras de frijol sufren condiciones de sequía, que es el segundo factor más importante de reducción en rendimiento después de las

enfermedades. Sus rendimientos se ven afectados por varias causas, entre las cuales la sequía puede generar pérdidas entre 10 y 100%.

García (2011) plantea que un déficit hídrico prolongado da origen a un menor número de hojas y a la reducción de su tamaño, este inhibe la expansión foliar y el alargamiento del tallo de los cultivos por medio de la reducción de la turgencia celular. La mayor sensibilidad al estrés hídrico en leguminosas ocurre durante la etapa reproductiva, ya sea antes del inicio de la floración, en plena floración, formación de vainas y en el llenado del grano.

Otros estudios realizados por Castañeda y col., (2006) han revelado pérdidas en el rendimiento de grano del frijol debido al déficit hídrico durante la etapa reproductiva. Estos autores encontraron que un estrés hídrico de -1,5MPa aplicado al inicio durante 15 días redujo en 42 y 50% el rendimiento, lo que se atribuyó a reducciones en el número de vainas por planta y en el índice de área foliar.

En *Glycinemax* L. se reporta reducciones en el rendimiento por estrés hídrico durante el llenado de semilla, de 38 y 58% en dos años sucesivos, asociados con disminuciones del período de llenado de grano y de los componentes del rendimiento de semilla (Sasovsky, 2008).

Es común que el estrés causado por las deficiencias hídricas y calor se presente con frecuencia en forma simultánea en las etapas fenológicas más sensitivas de la planta para la formación del rendimiento; inicio de la floración, inicio de crecimiento de las vainas y llenado del grano en las áreas de secano; estos estreses abióticos disminuyen el rendimiento y calidad de la producción, según refiere Polania (2011). El mejoramiento genético del rendimiento de frijol en estas condiciones se podría lograr al seleccionar genotipos con mecanismos fisiológicos de adaptación a sequía y calor que contribuyan a mantener la turgencia del aparato fotosintético y la actividad metabólica relacionada con la fijación del CO<sub>2</sub>, lo que contribuirá a mantener la tasa de crecimiento de raíces y órganos aéreos, y se reflejará en mayor producción de biomasa y rendimiento de semilla (Barrios, López y Kohashi, 2011).

La red de sistema de Integración Centroamericana de Tecnología Agrícola [SICTA] (2007) plantea que los enfoques de mejoramiento y selección para el

desarrollo de variedades de frijol tolerantes a condiciones abióticas limitantes, responden a las limitaciones que confrontan los agricultores que producen la mayor proporción de los granos básicos en Centroamérica, incluyendo el frijol. La tolerancia a la sequía y a la baja fertilidad de los suelos están asociadas a la mayor eficiencia de ciertos genotipos de frijol con características de raíces que les permite una mayor absorción de agua y nutrimentos y/o una mayor tasa de producción de biomasa y desarrollo de granos bajo estas condiciones limitantes.

Henry y *col.*, (2008) exponen que la identificación de genotipos que presentan estas características asociadas a mayor tolerancia a la sequía y la baja fertilidad es importante para fines de mejoramiento, a través de la incorporación de estas características en genotipos superiores y/o su utilización en enfoques de variedades multilíneas para ambientes variables que presentan estrés causado por la sequía y la baja fertilidad individualmente, o ambos simultáneamente.

Estos bajos rendimientos y la poca estabilidad en su producción están dados fundamentalmente porque esta se ve afectada por una serie de factores, siendo entre ellos, sin duda, la disponibilidad de agua durante el ciclo del cultivo quien limita la expresión genotípica de las variedades, además la falta de cultivares adaptados al medio ambiente, incluso a los cambios climatológicos a nivel global, lo que concuerda con lo planteado por Rodríguez y *col.*, (2009) y García (2011).

En estudios realizados por Rodríguez y *col.*, (2009), concluyen que el estar sometido el cultivo a un déficit hídrico durante el período donde se enmarca la etapa de prefloración y floración, momentos muy importantes de los cuales depende el rendimiento del cultivo, ocasionó el aborto de flores, afectación del llenado de las vainas y disminución del peso del grano, lo cual afectó grandemente los rendimientos finales. Estudios realizados por diferentes autores, entre ellos Pardo (2010) y Expósito y García (2011), han comprobado que cuando los períodos de sequía inciden principalmente durante la etapa reproductiva, es común observar una importante disminución de rendimiento o incluso la pérdida total de la producción.

Mientras tanto, la fisiología de cultivos se concentra en cómo un cultivar o un genotipo posee características que le permita tener un comportamiento mejor que otros en condiciones ambientales particulares que generen estrés; por lo tanto, el conocimiento de las bases fisiológicas de la tolerancia a la sequía podría contribuir a los procesos de selección, proponiendo nuevos indicadores fisiológicos para aumentar la eficiencia en la selección de genotipos con una mayor tolerancia al déficit hídrico (Girdthai y *col.*, 2010).

El genotipo ideal de frijol común adaptado a sequía sería aquel con un sistema radicular vigoroso que le permita mayor adquisición de agua y nutrientes, y estos contribuyan a un mayor desarrollo foliar de la planta, que combinado con una mayor movilización de reservas a la formación de vainas y grano lo que determinará un mayor rendimiento. Por lo que la combinación de una serie de características fisiológicas y morfológicas puede originar una variedad o genotipo más adaptado al déficit hídrico.

Es por ello que se han realizado significativos esfuerzos de investigación, en especial en las tres últimas décadas, para mejorar la adaptación del frijol común a la sequía, estos esfuerzos incluyen: estudios de los efectos de la sequía en el desarrollo de la planta, desarrollo de métodos de evaluación en campo, evaluación e identificación de germoplasma tolerante y evaluación de características fisiológicas, morfológicas y bioquímicas relacionadas a la adaptación de la sequía (Beebe y *col.*, 2010; Domínguez y *col.*, 2012, 2014).

Por ejemplo, se ha demostrado que la apertura de los estomas normalmente varía como respuesta a cambios en la intensidad de la luz, déficit de saturación de vapor de agua del aire y la disponibilidad de humedad del suelo; con este cambio en el tamaño de apertura de los estomas, las tasas de fotosíntesis y la transpiración puede variar, debido a que el tamaño de esos poros proporciona una resistencia a la entrada de CO<sub>2</sub> y salida de H<sub>2</sub>O en la hoja. Algunas investigaciones han sugerido, que respuestas a sequía están asociadas con evitación de la deshidratación por medio del control de estomas, al encontrar considerables diferencias genotípicas en transpiración. Estas investigaciones sugieren, que bajas tasas de transpiración, por estos cambios anatómicos,

contribuyen a la tolerancia a la sequía por lo que pueden ser un criterio útil en la evaluación y selección de variedades tolerantes (Aleman y col., 2010).

### **1.3. El frijol en Cuba**

El cultivo del frijol constituye en nuestro país una elemental necesidad, debido a la importancia nutricional del cultivo y al arraigado hábito de consumo en la dieta del cubano.

En Cuba el frijol se encuentra distribuido en todo el territorio nacional, en diferente magnitud. En la mayoría de las zonas productoras de frijol, los rendimientos potenciales nunca son alcanzados, esto se debe a que esta leguminosa se cultiva principalmente en condiciones ambientales desfavorables, siendo la escasa y errática precipitación pluvial durante la fase de crecimiento del cultivo una de las que más afecta, según lo reportado por García (2011).

En investigaciones realizadas por Expósito y García (2011) se corrobora que el cultivo del frijol en Cuba ha sido durante muchos años una práctica común del campesinado, cuya producción estaba encaminada a satisfacer las necesidades del país. Actualmente la producción es insuficiente como resultado de la elevación del nivel de vida de la población. Durante varios años la producción de frijoles ha estado limitada a la pequeña producción del agricultor privado, por lo que el Estado ha tenido que invertir grandes cantidades de divisas en la importación de este popular alimento para el consumo de la población.

La necesidad de lograr el autoabastecimiento de granos y en específico del frijol hace indispensable que se amplíe y diversifique su cultivo de forma tal que aumenten rápidamente sus niveles de producción. (Mireles, 2014).

Las provincias de Matanzas (municipio Unión de Reyes), Pinar del Río, Holguín, Camagüey y Sancti Spíritus ocupan los primeros lugares en el país en cuanto a áreas cultivadas. La zona de Velazco, en Holguín, es la mayor perspectiva en su cultivo, debido a la tradición y a las condiciones naturales. El consumo de los diferentes tipos de frijol en el país es: frijoles negros 85,34%, frijoles colorados 6,52% y otros tipos 8,14% (Expósito y García, 2011).

Según González (2010), la isla gasta más de 1.500 millones de dólares anuales en importar el 80% de lo que consume. Fuentes del sector agrícola justifican el bajo rendimiento de este región como resultado de la falta de fertilizantes, los efectos de la sequía y problemas de organización y productividad.

Datos publicados en el dictamen del Ministerio de la Agricultura (MINAG), revelan que el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) ha sido cultivado tradicionalmente, encontrándose entre los cultivos económicos más importantes, sin embargo, los rendimientos del cultivo del frijol en nuestro país se han caracterizado en los últimos 20 años por ser bajos, no sobrepasando el valor medio de 0.8 t / ha. MINAG (2000).

En la actualidad, en Cuba se trabaja con el objetivo de mejorar la calidad en el cultivo de frijol, generalmente se pretende lograr un desarrollo de la tecnología, de forma tal que permita aumentar los rendimientos y la producción de un germoplasma mejorado con alta resistencia a las plagas que afectan de manera particular a estos cultivos, y las condiciones adversas del medio. Nos comentan Mederos y Reynaldo (2007). Todo ello va unido al uso racional de la tierra, del agua y de los recursos asignados, así como de los suelos más apropiados para este cultivo, estableciendo, sobre todo, un método eficaz de rotación de cultivos.

Cabrera y col., (2005) comentan que en nuestro país muchas de las áreas donde se produce frijol, son cultivadas por campesinos donde el suministro de agua depende fundamentalmente de las precipitaciones, por lo que la utilización de variedades con tolerancia a este factor constituye una de las estrategias para lograr estabilizar los rendimientos. Se hace necesario aprovechar la diversidad genética de las especies silvestres y cultivadas, para lograr la estabilidad y mejorar las cosechas, ya que no todas las variedades presentan la misma respuesta al déficit de humedad, lo que indica la variabilidad en la respuesta hídrica.

De ahí la importancia de seguir profundizando en el estudio de variedades comercializadas en Cuba resistentes a la sequía en condiciones de campo y en el comportamiento del rendimiento de las mismas.

La agricultura siempre ha ocupado un papel clave en el país y sigue siendo la espina dorsal de la golpeada economía cubana. Una de las consecuencias de la crisis económica es que la producción agrícola del país se está alejando del modelo basado en el monocultivo y la industrialización, orientado a la exportación azucarera y dependiente de altos insumos importados. Por necesidad, muchos de los agricultores cubanos privados o asociados en cooperativas se acercan a sistemas de producción diversificados y de bajos insumos, orientados a los mercados locales. Otra consecuencia de la crisis es el rápido deterioro de los sistemas convencionales y centralizados de producción, mejoramiento y distribución de semillas (Leyva, 2009).

Las principales variedades de frijol cosechadas en Cuba según Faure y col., (2012) se presentan en la tabla1, donde se puede apreciar datos importantes de la variedad: color, hábito de crecimiento, período de floración, madurez fisiológica y de cosecha.

**Tabla 1. Las principales variedades de frijol cosechadas en Cuba, según Faure y col., (2012)**

Variedades	Color del grano	HC	Días después de la siembra		
			DF	DMF	DMC
CC 25-9	Negro	III	47	86	100
BAT 304	Negro	III	38	68	75
Tazumal	Negro	II	41	75	86
Tomeguín 93	Negro	II	38	69	80
CUL 156	Negro	II	36	69	79
Liliana	Negro	II	41	72	84
Cubana 23	Negro	II	43	75	85
Triunfo 70	Negro	II	32	54	75
Milagro villareño	Negro	II	33	58	85
Velasco Largo	Rojo	I	30	66	75
CC 25-9 R	Rojo	III	35	72	86
Guama 23	Rojo M	I	43	67	75
Delicias 364	Rojo	II	38	69	80
Buenaventura	Rojo	II	33	68	79
Wacuto	Rojo	II	36	56	80
Rubí	Rojo	II	34	64	81
Chévere	Blanco	III	39	71	81
Engañador	Crema	III	40	72	83
Quivicán	Blanco	II	37	70	86
Aluvia Española	Blanco	I	30	66	75
Lewa	Blanco	II	36	66	85



En dicha tabla se reporta el hábito de crecimiento (HC), días a la floración (DF), días a la madurez fisiológica (DMF) y días a la madurez de cosecha (DMC), de las diferentes variedades.

En los sistemas de producción del mundo en general, y de Cuba en particular, existe un problema, la baja diversidad de variedades dentro de las especies cultivadas. El caso específico del frijol común, aunque se dispone de un grupo bastante amplio de variedades comerciales a nivel de país, 34 según la lista oficial de variedades comerciales del Ministerio de la Agricultura (MINAG, 2010), el acceso de los productores, principalmente aquellos pertenecientes a organizaciones productivas de mayor tamaño como las Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA), Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC), y Granjas Estatales, que tienen una alta dependencia del sector formal de Semillas, por diversos motivos, es limitado.

#### **1.4. Expectativas con las cooperativas en Cuba**

Las cooperativas constituyen, tanto en el presente como en el futuro, el modelo empresarial predominante en la agricultura cubana y sobre el cual se cifran las mayores expectativas en cuanto a la recuperación del sector (Lineamiento 178). Transformar el modelo de gestión del sector agroindustrial en correspondencia con el nuevo escenario y alcanzar las metas trazadas para el presente quinquenio 2011-2015, a tenor con la mayor presencia de formas productivas no estatales en el sector sería uno de los objetivos fundamentales.

La mayor parte de la producción de frijol en Cuba está en manos de productores particulares que se agrupan en cooperativas. Sin embargo, aún es insuficiente el volumen de producción requerido para satisfacer la demanda actual de este grano, lo cual es justificado con la falta de fertilizantes, los efectos de la sequía y problemas de organización y productividad (González, 2010).

Principales Lineamientos relacionados con las cooperativas del sector agropecuario propuestos en el 2010 por el Comité Central del Partido Comunista de Cuba (CC-PCC):

LINEAMIENTO 25, LINEAMIENTO 26, LINEAMIENTO 27, LINEAMIENTO 28,

LINEAMIENTO 29, LINEAMIENTO 178, LINEAMIENTO 179, LINEAMIENTO 180, LINEAMIENTO 181, LINEAMIENTO 187, LINEAMIENT189, LINEAMIENTO 197, LINEAMIENTO 198, LINEAMIENTO 204, LINEAMIENTO 200 (CC-PCC, 2010).

El cooperativismo se presenta como fenómeno socio-económico surgido como alternativa de los obreros a la opresión capitalista. Con más de un siglo de existencia, tuvo sus primeras manifestaciones en la Comunidad Primitiva con el trabajo cooperado simple, si bien es cierto que fue durante la Revolución Industrial cuando se desarrollaron los pilares teóricos de la formación cooperativa. Sus máximos exponentes en esta etapa fueron: Owen y King en Inglaterra, Fourier en Francia y Raiffeisser en Alemania, llegando inclusive a establecer una sinonimia entre los términos cooperativa y socialismo. Posteriormente Marx y Engels otorgaron a la cooperativa el estatus de forma de propiedad y Lenin la implementó después en el sistema económico soviético (Mireles, 2014).

Con el Triunfo Revolucionario cubano y la proclamación del carácter socialista de la sociedad se copió, de forma crítica el modelo de dirección de la economía soviética, motivo por el cual se hizo extensiva a Cuba la implementación de la cooperativa en el sector agropecuario, forma de propiedad regulada en el artículo 20 de la Constitución de la República, así como en las correspondientes legislaciones adjetivas destinadas a tal efecto (Mireles, 2014).

El mismo autor comenta: "El Cooperativismo es, sin lugar a dudas, el movimiento socioeconómico más grande del mundo, el que más humaniza al hombre. El cooperativismo tiene como su propia materia prima al ser humano, desde el surgimiento hace miles de años de nuestros antecesores hasta la actualidad el hombre aprendió y necesitó la cooperación". Tal fenómeno reviste gran importancia mundialmente al punto de que: "Hoy el cooperativismo abarca más de 900 millones de asociados, la mitad de la población mundial se vincula de una manera u otras en formas asociativas, en las que la cooperación se erige como la base de este proceso". En medio de tal plano Cuba se alza con un modelo cooperativo indudablemente peculiar que difiere en cierta medida del modelo histórico y doctrinalmente establecido de dicha institución.

En Cuba existen tres tipos de cooperativas, entre las que se encuentran:

- Cooperativa de Crédito y Servicios (CCS):

Funcionando desde la década de los sesenta son asociaciones de agricultores pequeños que se unen para utilizar equipos, recibir créditos y comercializar. Mantienen la propiedad de sus tierras y la trabajan por separado.

- Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA):

Operando desde 1975, sus asociados unieron sus tierras y demás medios y trabajan de forma colectiva.

- Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC):

Operando desde 1993, constituye una combinación o híbrido entre la empresa y la cooperativa. Los usufructuarios trabajan en conjunto en tierras usufructuadas colectivamente y con medios de producción colectivos comprados al Estado.

El MINAG, en la actualidad estimula a que se realice un duro y serio trabajo con el fin de aumentar la producción de alimentos, en general y en particular del frijol, con el objetivo de satisfacer las necesidades cada vez más creciente de la población, y han impulsado a los agricultores cubanos a introducir prácticas agroecológicas y sostenibles como: el empleo de abonos orgánicos, la rotación de cultivos, el empleo de medios biológicos en el control de plaga y enfermedades, con el fin de potenciar el rendimiento de los cultivos, tarea que adquiere particular prioridad en momentos de crisis económica, escasez y encarecimiento de los alimentos (MINAG, 2010).

## 2. Materiales y métodos

Para el cumplimiento de los objetivos planteados, la investigación constó de dos períodos de experimentación, donde se utilizaron cuatro genotipos cubanos provenientes de la Empresa Provincial de Semillas de Matanzas, Cuba (Tomeguín 93, BAT 304, BAT 58 y Güira 89), de color negro, como se puede apreciar en la figura 1.



**Figura 1. Variedades de frijol utilizadas en el experimento, obtenidas de la Empresa de Semillas de Jovellanos, Matanzas. Tomado del Instituto de Investigaciones de Granos.**

### Descripción del agroecosistema

Los experimentos se realizaron en la finca “Sabanilla” de la CCS “Sabino Pupo” que está enclavada en el municipio de Unión de Reyes, en el poblado Juan Gualberto Gómez, conocido como Sabanilla, en la provincia de Matanzas. Cuenta con una extensión de catorce hectáreas. Colinda al norte con la finca propiedad de Miguel Hernández, al este con la micro presa, al sur con la finca propiedad de Carlos Alfonso y al oeste el camino viejo a Majagua con un área no cultivada (ver figura 2). La manera de acceder a la misma es mediante tractor o carreta con tracción animal. Los principales cultivos son el maíz (*Zea mayz* L.) y el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), además de otros cultivos varios.



**Figura 2. Localización de la finca “Sabanilla” de la CCS “Sabino Pupo”.**  
**Fuente personal**

El suelo de la finca es pardo pedregoso, se encuentra en condiciones adecuadas para realizar el cultivo de frijol siguiendo las normas técnica para dicho cultivo, según los resultados del estudio realizado en el Laboratorio Provincial de Suelo (tabla 2).

**Tabla 2. Resultados de suelo de la finca “Sabanilla” realizados en el Laboratorio Provincial de Suelo**

N0 M	Cultivo	Productor	Materia Orgánica				S.A.Q		Método
			% M.O.	% N.T	% N.A.	pH	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	K <sub>2</sub> O mg/100g	
322	frijol	Pedro Negrín	3,94	0,197	0,006	6,82	1,45	24,75	Machiguín
323	frijol	Pedro Negrín	2,92	0,146	0,004	6,96	1,08	16,62	Machiguín

Es de destacar que el contenido de materia orgánica está entre medio y alto, el pH es neutro. El contenido de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O están bajos pero dentro de los rangos permisibles para el cultivo del frijol, por lo que el laboratorio lo dio apto

para dicho cultivo pero recomendó fertilizar teniendo en cuenta los resultados obtenidos.

### **Experimentos en campo**

El primer experimento se realizó en los meses de enero a marzo de 2015 con las cuatro variedades y el segundo se sembró en los meses de diciembre del 2017 a marzo del 2018 con dos variedades (BAT 304 y Tomeguín 93).

Ambos experimentos se realizaron en áreas de la finca “Sabanilla” perteneciente, a la CCS “Sabino Pupo” del municipio de Unión de Reyes, Matanzas, con diferentes condiciones de riego: condiciones óptimas de riego (10R) y en condiciones de sequía (4R).

Se utilizó un diseño en bloque al azar, con tres repeticiones. La siembra se hizo en dos hileras de 6m de largo X 0,60 m de ancho, con una densidad de 15-18 semillas por metro lineal según Faure y *col.*, 2012.

Se evaluaron indicadores fenológicos, de rendimiento y de productividad según la metodología reportada por Domínguez y *col.*, (2014).

En la madurez fisiológica se cosecharon 10 plantas por tratamientos y repeticiones a las que determinaron el rendimiento en t. ha<sup>-1</sup>. Además, registraron los datos fenológicos de días de inicio de floración (DIF), días de madurez fisiológica (DMF) e índice reproductivo (IR) según la ecuación reportado por Boicet y *col.* (2011):

$$IR (\%) = 1 - (DPR/DMF) * 100$$

Donde:

DPR = días del período reproductivo (DMF-DIF)

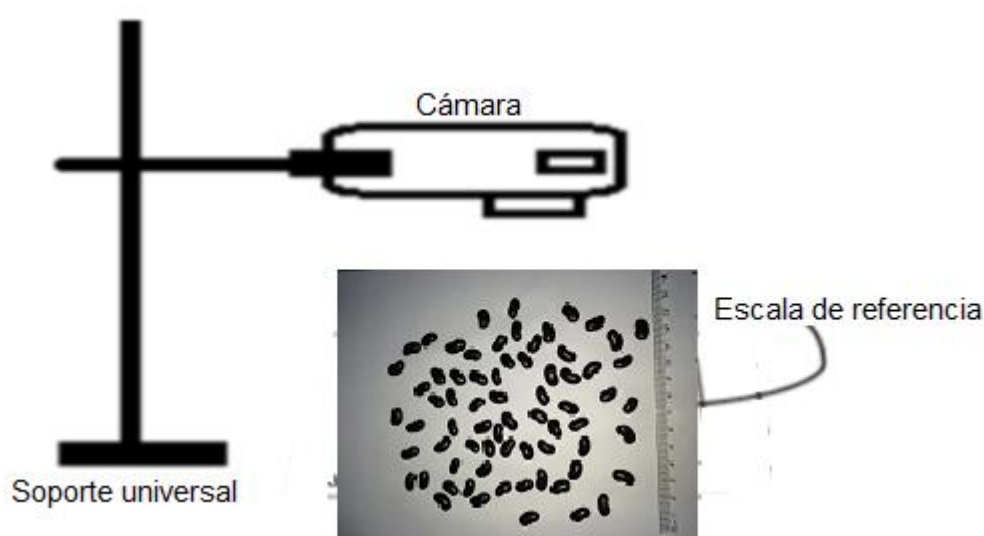
Al adquirir la madurez de la cosecha se recolectaron muestras de 2 metros por surcos de cada variedad y por condición de riego, lo que equivale a un área de 2,4m<sup>2</sup> para calcular los indicadores de productividad: número de vainas por plantas, número promedio de semillas por vaina, el peso de cien semillas, área de las semillas y rendimiento (t. ha<sup>-1</sup>).

Además, se determinó la altura de la planta, para lo cual las plantas fueron cortadas a nivel de la superficie del suelo. Se midieron las plantas desde la

superficie del suelo hasta la yema apical para calcular la longitud del tallo y se cortaron los entrenudos, por conteo directo en el tallo principal a partir del nudo cotiledonal.

La determinación del área de las semillas se realizó utilizando el software libre para procesamiento de imágenes ImageJ, adaptando el método para área foliar utilizado por Rincón y *col.* (2012).

**Montaje para fotografía.** Las hojas o piezas de papel con área conocida se fotografiaron sobre un fondo de color blanco A4, con una escala de referencia. Se tomaron al azar 100 semillas y se expandieron sobre el papel.



Para las imágenes de semillas de cada foto, se abrió una foto en el software libre Imagen J. (Versión 1.51 J8, (Rasband, 2007) y se fijó una medida de referencia de tamaño para los análisis posteriores. En cada foto se determinó el área de la semilla más pequeña, el de la semilla más grande, el área promedio y la desviación estándar. Posteriormente se hicieron 6 grupos de semillas por su tamaño y se confeccionó el gráfico correspondiente en Excel para analizar la frecuencia de tamaño del grano en cada variedad.

Para estimar la reducción del rendimiento por causa del estrés hídrico se aplicó la siguiente ecuación (Reportada por Acosta y *col.*, 2011).

$$\text{Pérdida de rendimiento (PR)} = 1 - (\text{Re}/\text{Rr}) * 100$$

Donde:

Re= promedio general de rendimiento en sequía

Rr = promedio general de rendimiento en riego.

Para estimar la intensidad y el efecto de la sequía sobre el rendimiento, se determinó el índice de intensidad de sequía (IIS) mediante la ecuación reportada por Boicet y col. (2011):

$$IIS = [1-(RS/RRS)]$$

Donde:

RS= promedio general de rendimiento en sequía.

RR = promedio general de rendimiento en riego

El índice de susceptibilidad a la sequía (ISS) para cada variedad fue determinado con la ecuación:

$$ISS_i = [1-(RS_i/RR_i)]/IIS$$

Donde:

ISS<sub>i</sub>= Índice de susceptibilidad a sequía de la i-ésima variedad.

RS<sub>i</sub>= Rendimiento promedio en sequía de la i-ésima variedad.

RR<sub>i</sub>= Rendimiento promedio en riego suplementario para la i-ésima variedad.

Para el cálculo de estos índices se utilizaron los valores de rendimientos obtenidos en cada repetición de sequía con su correspondiente repetición en riego.

Para todos los análisis estadísticos se utilizó el programa InfoStat (Di Rienzo, y col., 2011). Se realizó el análisis de varianza aplicando el test de Tukey para  $p \leq 0,05$ .



### 3. Resultados y discusión

#### 3.1. Primer experimento

A continuación, son expuestos y discutidos los principales resultados obtenidos del experimento realizado, donde se estudió el efecto de diferentes niveles de humedad en el suelo sobre cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) de color negro en la CCS “Sabino Pupo”.

Durante el período del primer experimento registró el comportamiento climático del municipio de Unión de Reyes, zona donde se encuentra la finca “Sabanilla” donde se lleva a cabo el experimento durante los meses enero a marzo de 2015. Se puede observar las precipitaciones ocurridas y el comportamiento de la temperatura. En las temperaturas (máximas y mínimas) se observa un comportamiento variable, donde las temperaturas medias oscilaron entre 22 y 29 °C, las temperaturas mínimas oscilaron entre 18 y 23 °C y las máximas entre 30 y 34 °C. Estas temperaturas propician un desarrollo normal del cultivo al estar entre los rangos permisibles, si se considera que el mismo crece bien entre temperaturas promedios de 15 a 27 °C y se desarrolla a temperaturas óptimas entre 24 y 25 °C (Barrios y col., 2011). Por otro lado, los valores de humedad relativa oscilaron entre 32 y 78%. Ambos valores permisibles para el desarrollo del cultivo.

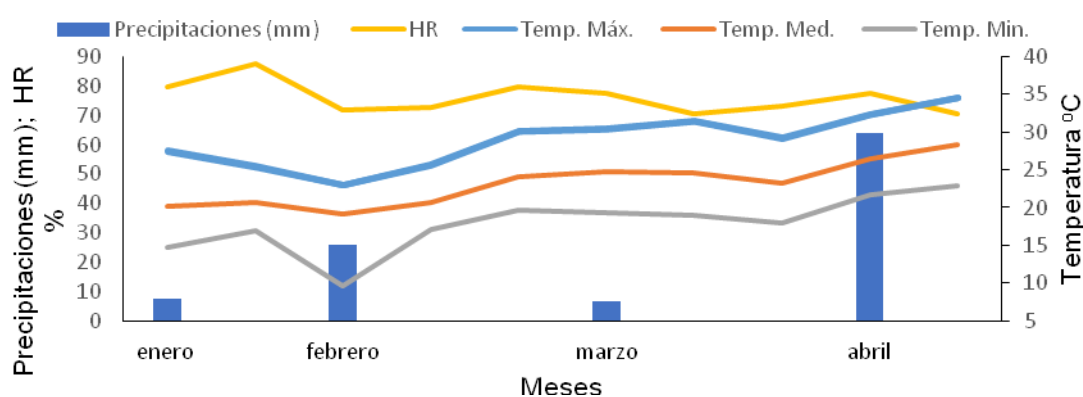


Figura 3: Datos climático de la finca “Sabanilla”. Fuente centro Meteorológico Unión de Reyes de enero a marzo del 2015.

En la tabla 3, se muestran los resultados de la siembra realizada de cuatro variedades de frijol negro, en la CCS “Sabino Pupo” del municipio de Unión de Reyes, con diferentes condiciones de riego.

Al evaluar los días de inicio de la floración en las plantas, que se desarrollaron bajo condiciones de riego, se pudo constatar que hubo diferencias al respecto entre las variedades. La fecha de inicio osciló entre 34 y 44 días. En la condición de déficit hídrico (4R) todas las variedades adelantaron su floración de dos a cinco días con respecto a su similar en condiciones óptimas de riego. La variedad Tomeguín 93 fue la que presentó la mayor precocidad con respecto a la aparición de las flores (cinco días) al compararla con el grupo no estresado, mientras que el resto de las variedades tuvieron sus primeras flores abiertas dos y cuatro días antes (tabla 3).

Estos resultados concuerdan con lo reportado por otros autores, Rodríguez y *col.*, (2009), quienes encontraron respuestas similares al trabajar con 64 líneas en condiciones diferente de humedad del suelo.

**Tabla 3. Variables fenológicas de las variedades bajo dos condiciones de riego en CCS “Sabino Pupo”, de enero a marzo 2015**

Variedades	DF (días)		DMF (días)		IR (%)	
	10R	4R	10R	4R	10R	4R
<b>Tomeguín 93</b>	44	39	78,00	76	45,59	50,00
<b>BAT 304</b>	40	37	83,00	80	51,81	53,75
<b>BAT 58</b>	34	30	75,00	74	44,29	45,94
<b>GÜIRA 89</b>	36	34	72,00	69	50,00	50,00
<b>Medias</b>	37,75	32,5	71,75	69,75	48,29	52,27

De forma similar los días de madurez fisiológica (DMF) se adelantaron en todas las variedades en condiciones de sequía. En las plantas del tratamiento con los diez riegos, oscilaron los valores entre 83 y 72 días después de la siembra; mientras que en las con déficit hídrico fue entre 69 y 80 días.

Al hacer el análisis de estos resultados se pudo constatar significativa interacción de la línea con la condición de humedad, lo que puede estar relacionado con la capacidad de algunas líneas para modificar el inicio de la

floración como repuesta al déficit hídrico que les permite reducir el efecto negativo de la sequía (Polania y col., 2012).

El índice reproductivo de las variedades mostró respuestas diferentes entre ellas, se pueden considerar como las más adaptadas a las condiciones que se establecieron en el lugar de los ensayos, a las que combinan un índice reproductivo alto y un mayor período desde la floración hasta la madurez, lo que favorece un período amplio para la formación de órganos reproductivos (Meriño y col., 2014).

López y col., (2008) señalaron que si bien el IR es un criterio aceptable para seleccionar genotipos que reduzcan menos su rendimiento en condiciones de estrés hídrico, no necesariamente estos serán los de mayor rendimiento. No hubo un patrón uniforme de respuesta, pues encontró que hubo variedades susceptibles con alto y bajo potencial de rendimiento, así como genotipos tolerantes con alto y bajo potencial de rendimiento.

Al parecer, ante bajo estrés por sequía, la producción de granos es favorecida por la capacidad de la planta de acelerar los días a madurez, manteniendo un alto índice de cosecha, de igual forma, una temprana floración y madurez reducen el impacto negativo del estrés; así que una de las formas de escape se basa en un rápido desarrollo fenológico (Rosales y col., 2004 y Otegui, 2006).

La sequía debe haber ocasionado, el aborto de flores y vainas en formación, lo que sin dudas repercutió en los rendimientos alcanzados por las variedades. De acuerdo con Muñoz y col., (2007) la falta de agua durante las etapas de prefloración, formación y llenado de vainas afecta seriamente el rendimiento.

En la tabla 4 se presentan los parámetros de rendimientos analizados de las diferentes variedades.

**Tabla 4. Variedades de Frijol común sembradas en enero de 2015 en CCS “Sabino Pupo”**

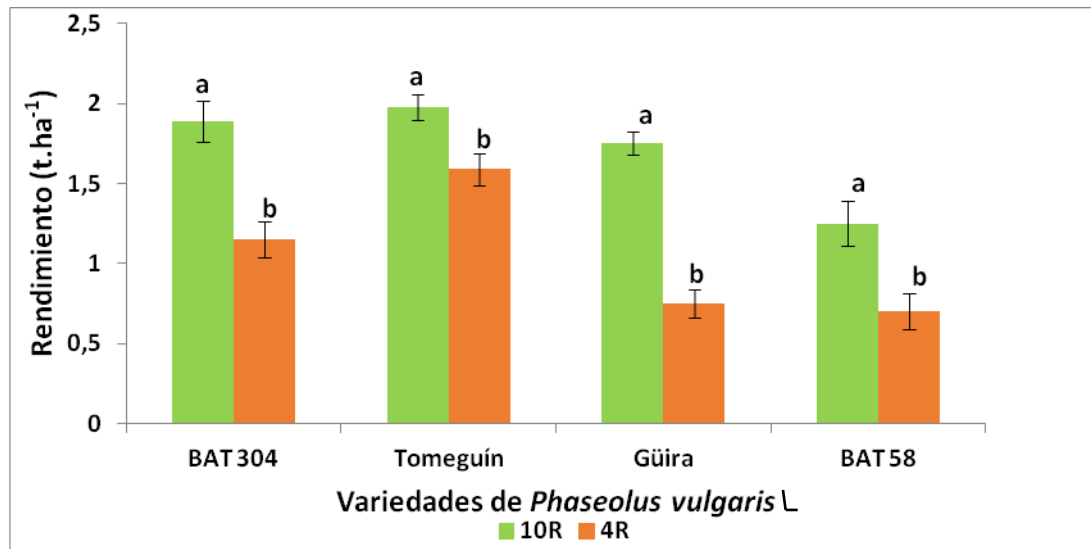
Variedades / Riego	Peso Total		Peso 100 Semillas		Número Vainas / Plantas		Número Semillas / Vainas	
	10R	4R	10R	4R	10R	4R	10R	4R
<b>Tomeguín 93</b>	436,88	412,63	18,05	17,74	15,57	15,55	5,65	5,30
<b>BAT 304</b>	650,43	647,70	19,57	17,84	14,43	13,27	4,20	4,13
<b>BAT 58</b>	470,18	321,92 *	21,59	18,67*	9,57	8,01 *	7,10	6,07 *
<b>GÜIRA 89</b>	318,44	108,58 **	17,24	13,23**	9,17	7,07 **	7,50	5,17 **

**Las diferencias significativas \* para  $P \leq 0.05$  y \*\* para  $P \leq 0.01$  según Test de Tukey**

Se puede constatar que no todos los parámetros de rendimiento se modificaron por igual en las condiciones de sequía (4R) en las diferentes variedades estudiadas. Las variedades que tuvieron menos afectación fueron Tomeguín 93, BAT 304 y la de mayor afectación fue Güira 89 que la variación fue significativa para  $p \leq 0,01$ .

El análisis de varianza y comparación de medias del rendimiento obtenido, en las diferentes condiciones de riego, mostró que existen diferencias significativas en la respuesta al déficit hídrico de las variedades (figura 4). Todas las variedades redujeron el rendimiento como consecuencia a la sequía en diferentes porcentajes, lo que se relaciona con la tolerancia o no al déficit hídrico. La variedad que presentó mayor diferencia fue Güira 89. Las de menor afectación del rendimiento en condiciones de sequía, al compararla con el control (10R), fueron Tomeguín 93 y BAT 304.

Al respecto existen discrepancias, ya que en la literatura hay autores que coinciden con nuestros resultados, que el déficit hídrico disminuye el rendimiento (Boicet y col., 2011 y López, 2011) y otros plantean que existen variedades que pueden hasta incrementar el rendimiento bajo estrés hídrico (Cabrera, 2011). En estudios realizados en la estación experimental “Los Palacios”, provincia Pinar del Rio, bajo condiciones edafoclimáticas, se corroboró un aumento del rendimiento en el cultivo del frijol al ser sometido a un déficit de agua, en la fase vegetativa (Polón y col., 2014).



**Figura 4. Rendimiento de las variedades (t. ha<sup>-1</sup>) bajo las dos condiciones de riego. Letras diferentes indican diferencias significativas entre grupo con diferentes riegos, para  $P \leq 0.05$  según Test de Tukey.**

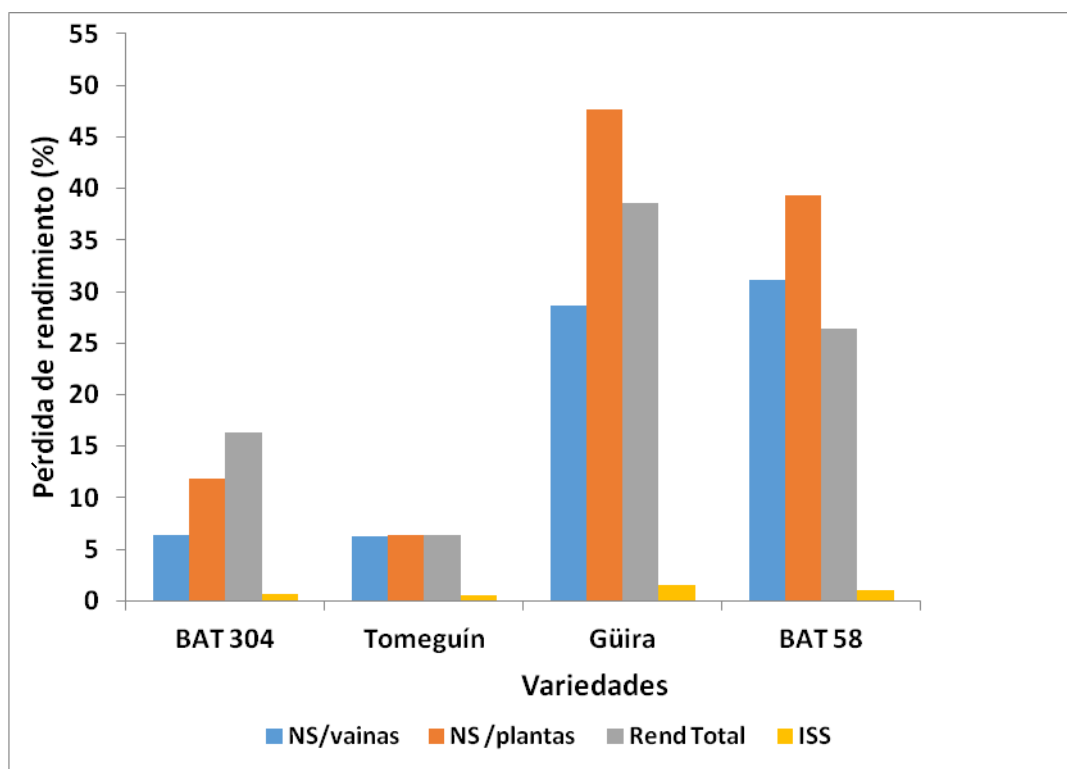
Durante el período de ensayo las condiciones que prevalecieron fueron las de sequía, motivadas por las pocas precipitaciones ocurridas, fundamentalmente en el período reproductivo, tal como lo muestra el índice de intensidad a la sequía (IIS) de 0,24.

Estos resultados fueron semejantes a los reportados por Jiménez y col., (2013), en experimento, con ocho variedades de frijol común, en la Estación Experimental del INIFAP en México, bajo riego y sequía, donde se demostró una reducción en el rendimiento de todos los genotipos en comparación con el tratamiento de riego, a una intensidad de sequía representada por un valor de 0,27.

Con los resultados de rendimiento obtenidos en ambas condiciones de riego se calculó la pérdida de rendimiento (PR) y el índice de susceptibilidad (ISS) de cada variedad (Figura 5). De forma general hubo una disminución en todos los indicadores estudiados. El número de vainas por plantas disminuyó 11,7 %, el número de semillas por vainas 15,99%, semillas por plantas 25,10% y en el rendimiento total 24,14%

Cardona y col., (2014) en experimento realizado con frijol Caupí observaron que el estrés por sequía causó disminución de 57,72%, del rendimiento de grano por planta, 49,40%, del número de vainas por planta, 32,07% del número

de semillas por vaina y 13,9% de la longitud de la vaina, con una correlación altamente significativa entre los dos primeros caracteres mencionados. También Ahmed y Suliman (2010), en trabajos realizados en campo, reportaron disminución del rendimiento/ ha entre 50 y 74% en dicha leguminosa.



**Figura 5. Índices de rendimiento evaluados y respuesta de las variedades a la sequía (ISS), bajo las dos condiciones de riego (IIS: 0,24), enero-marzo 2015.**

En el análisis de estos indicadores de rendimiento, en las condiciones de sequía experimental, sobresalieron los cultivares BAT 304 y Tomeguín 93. Estas variedades mostraron los menores porcentajes de reducción de la productividad en todos los indicadores de rendimiento y los menores ISS (tabla 5), típico de variedades más tolerantes. Las variedades BAT 58 y Güira 89 mostraron los mayores porcentajes de reducción, lo que significa que son menos tolerantes déficit hídrico.

La pérdida de rendimiento debido a la sequía fue evidente en todas las variedades (tabla 5), como promedio la reducción del rendimiento entre las condiciones de humedad fue de 24,14 %, más acentuada en las variedades Güira 89 con 38,57% y BAT 58 con 26,37%.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Osuna y col., (2013), al cultivar 10 genotipos en diferentes condiciones de siembra y riego, encontraron que la reducción de rendimiento por falta de humedad fue evidente en todos los genotipos. La mayoría de los genotipos presentaron moderada tolerancia al estrés hídrico, debido que obtuvieron índices de susceptibilidad a la sequía menores a uno.

Los resultados de índices de susceptibilidad para los genotipos estudiados estuvieron entre 0,47 y 1,46. Estos fueron similares a los obtenidos por López y col., (2008) y Padilla y col., (2011) quienes sugirieron la utilización combinada de índice que provoque la reducción del rendimiento en este tipo de estudio.

**Tabla 5. Respuesta de las variedades a la sequía según su rendimiento e ISS**

Variedades	Rendimiento (t.ha <sup>-1</sup> )		ISS	Respuesta a la sequía
	10R	4R		
<b>Tomeguín 93</b>	1,89	1,59	0,68	<b>Más Tolerante</b>
<b>BAT 304</b>	1,98	1,15	0,47	<b>Más Tolerante</b>
<b>BAT 58</b>	1,25	0,75	1,02	<b>Menos Tolerante</b>
<b>GÜIRA 89</b>	1,75	0,7	1,46	<b>Menos tolerante</b>

Probablemente la pérdida de rendimientos en estos indicadores de productividad obedezca a la limitada actividad fotosintética y a una menor absorción de nutrientes por la reducida movilidad de iones en el suelo y toma de agua por las raíces. Los resultados evidenciaron variabilidad entre genotipos en cuanto a la reducción del rendimiento, tal como lo reportaron otros trabajos (Ishiyaku y Aliyu, 2013; Cardona y col., 2013); algunas variedades presentaron mayor reducción del rendimiento, simultáneamente a un menor índice de susceptibilidad a la sequía (ISS).

Es innegable, como refieren Ulemale y col., (2013) que el agua interpreta un papel determinante en la producción de vainas y llenado de las mismas. Según García (2009), cuando las precipitaciones están por debajo de las necesidades del cultivo los rendimientos disminuyen drásticamente, fundamentalmente si coinciden con la floración y el llenado de las vainas del cultivo, es decir, que la precipitación acumulada durante la etapa reproductiva es determinante para el

rendimiento de frijol (Padilla y col., 2011; Ahmed y Suliman, 2010). En varios estudios se ha reiterado el efecto deletéreo de la sequía sobre el crecimiento, el rendimiento y la nutrición mineral de las plantas (Afshar, Hadi y Pirzard, 2013).

La medida del rendimiento relativo de genotipos en ambientes de sequía y ambientes favorables, parece un punto de partida común en la identificación de los genotipos deseables para las condiciones de ambientes con lluvias impredecibles (Mohammadi y col., 2010). Por tal razón, la pérdida de rendimiento es la preocupación principal de los mejoradores de plantas, debido a lo cual enfatizan en el estudio del rendimiento obtenido bajo condiciones de sequía (Nazari y Pakniyat, 2010).

Diversos estudios concluyen que el ISS podría considerarse como un criterio para caracterizar y seleccionar genotipos; sin embargo, deben tenerse en cuenta otras características, ya que no siempre las variedades más tolerantes son las que presentan mayor rendimiento, pero sí las que menos reducen su rendimiento al variar la disponibilidad de agua (Rosales y col., 2000).

Los resultados obtenidos muestran que existe una respuesta varietal, ya que todas las variedades no responden igual al efecto del estrés hídrico (Domínguez y col., 2016).

### **3.2. Segundo experimento en campo**

Este experimento se realizó solo con las dos variedades (Tomeguín 93 y BAT 304) que en el 1<sup>er</sup> experimento tuvieron un comportamiento más tolerante.

Durante el período de ensayo las variables meteorológicas fueron inestables, siendo registradas en la Estación meteorológica de la propia localidad. Las condiciones que prevalecieron fueron de sequía, las precipitaciones fueron muy escasas; en el período cayeron 1,5 y 15 mm, muy por debajo de las necesidades hídricas del cultivo (Barzaga, 2010), lo que evidencia la sequía que tuvieron que soportar las plantas con déficit hídrico, tal como lo muestra el cálculo del índice de intensidad a la sequía (IIS), que fue de 0,29.



En esta ocasión también en las temperaturas se observa un comportamiento variable, donde las temperaturas medias oscilaron entre 20 y 30 °C; temperaturas que propician un desarrollo normal del cultivo al estar entre los rangos permisibles. Según Pardo (2010), el frijol requiere de climas templados a fríos moderados con temperaturas de 16 °C a 21 °C y con buena disponibilidad de humedad durante el período vegetativo, de preferencia en las etapas críticas de floración y formación de grano. Sin embargo, se reporta en la literatura las temperaturas óptimas para el desarrollo de leguminosas de grano fluctúan entre 18° C y 27° C. (Meriño y col., 2014). Por otro lado, la humedad relativa osciló entre 88 y 97,5%.

La primera observación que se realizó fue la emergencia de la semilla (%). Se determinó el porcentaje de plantas emergidas con las dos hojas cotiledóneas completamente expandidas, a los 10 días después de la siembra.

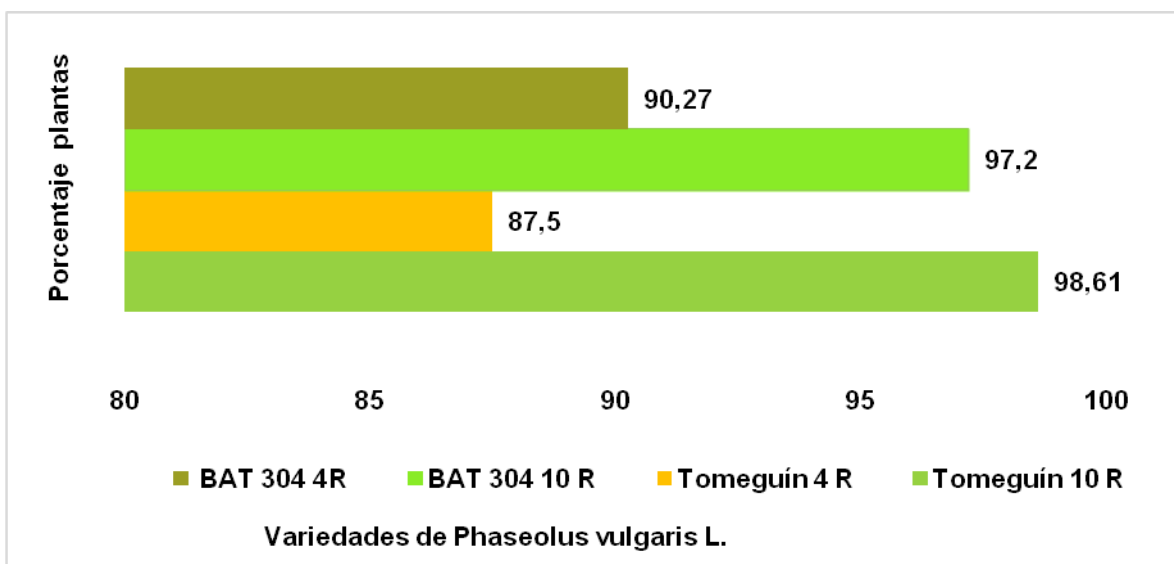
En la figura 6, se puede apreciar que en las condiciones climáticas de la finca Sabanilla y las condiciones de humedad del suelo, en el momento de desarrollo del experimento, no hubo diferencias significativas en a la emergencia de las plantas.



**Figura 6. Emergencia de las plantas, a los 10 días de sembradas las semillas.**

En la figura 7, se presenta el porcentaje de plantas cosechadas, por variedades, del total sembradas. A la hora de la cosecha se encontró que en las dos variedades existían menos plantas en el grupo que se había cultivado,

en condiciones de sequía (4R), al compararlas con los grupos que se habían cultivado en condiciones óptimas de riego (10R). Sin embargo, al comparar el porcentaje existente de las dos variedades, en condiciones óptimas de riego, no hubo diferencia apreciable.



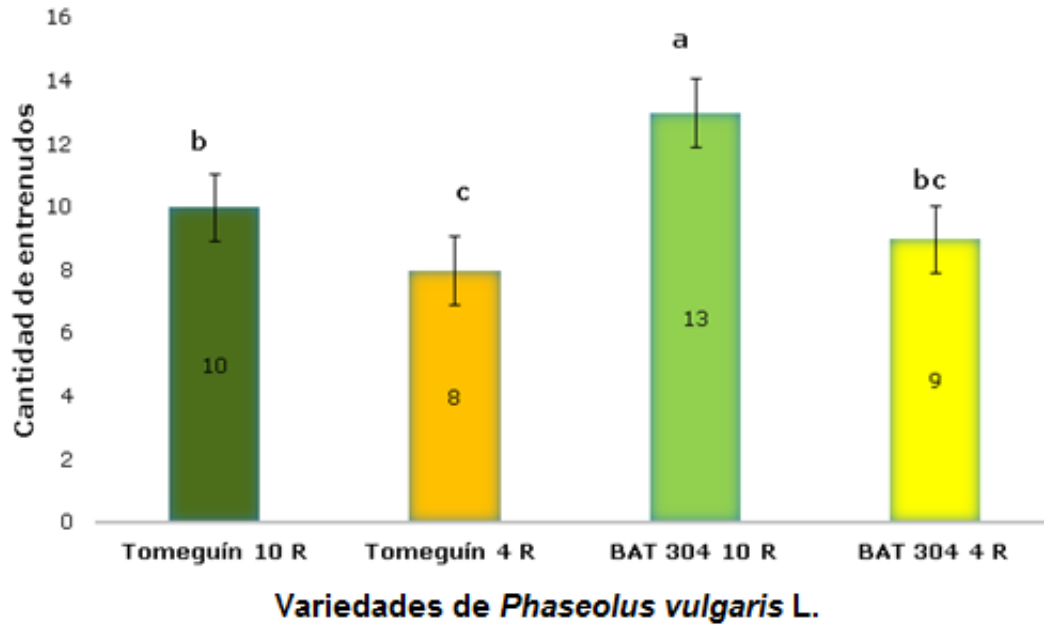
**Figura 7. Porcentaje de plantas cosechadas por variedades, del total sembrado.**

Estos resultados demuestran el efecto del déficit hídrico sobre el desarrollo del cultivo ya que todas las plantas de las dos variedades emergieron.

De las dos variedades la que mayor afectación tuvo, en condiciones de déficit hídrico, fue BAT 304, con un 87,5% (4R), contra un 98,61% del grupo con 10R.

En la figura 8, se muestran los resultados obtenidos sobre la cantidad de entrenudos por plantas (E/P), lo cual se realizó al efectuarse la cosecha, por conteo directo del tallo principal a partir del nudo cotiledonal.

Los resultados obtenidos coinciden con los reportados por MINAGRI (2000) y Polón y col., (2013), quienes refieren que en las variedades de hábito de crecimiento II el número de entrenudos es entre 5,1 a 15,2 E/P.



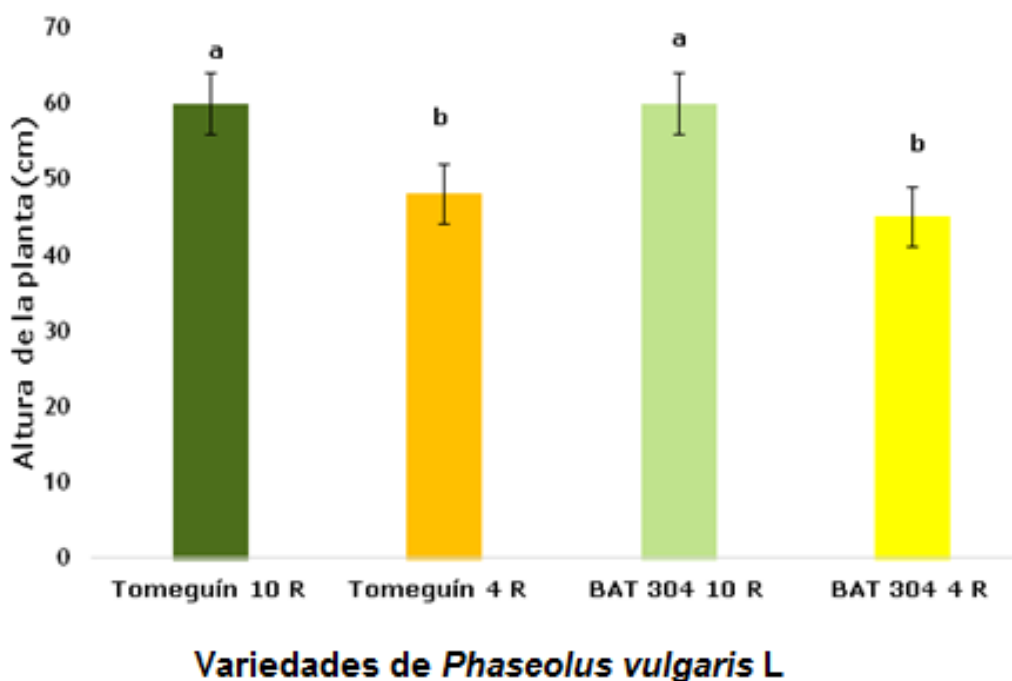
**Figura 8. Cantidad de entrenudos del tallo principal. Letras diferentes indican diferencias significativas entre grupo con diferentes riegos, para  $P \leq 0.05$  según Test de Tukey.**

La variedad BAT 304 en condiciones de riego favorable fue la que presentó la mayor cantidad de entrenudos, pero en ambas con el déficit hídrico disminuyeron, lo que corrobora la disminución del crecimiento.

Otro aspecto a tener en cuenta es la altura de la planta. Los resultados obtenidos en las mediciones realizadas en el momento de la cosecha se exponen en la figura 9.

No se observó diferencia significativa entre las plantas, de las dos variedades, que crecieron en condiciones óptimas de riego. Sin embargo, en ambas disminuyó la longitud del tallo en condiciones de déficit hídrico.

La altura de la planta es una característica genética propia de la variedad que interactúa con el medio ambiente, y es el resultado del número de nudos y la longitud de entrenudos en el tallo (Polón y col., 2013).



**Figura 9. Altura de la planta en el momento de la cose cosecha. Letras diferentes indican diferencias significativas entre grupo con diferentes riegos, para  $P \leq 0.05$  según Test de Tukey.**

Dicha variable es muy importante debido a la competencia intraespecífica que se da entre el cultivo; y es producto de las condiciones de alta presión de competencia, lo cual hace que las plantas elonguen sus tallos para facilitar la captación de la radiación solar (Celis y col., 2010; Muchero y col., 2013).

Esto pudiera deberse a que el estrés hídrico afecta la fotosíntesis, se incrementa la senescencia y la abscisión las hojas (Beebe y col., 2013; Ichi y col., 2013) y por consiguiente la altura de la planta y del área foliar en general (Okon, 2013).

Un indicador que también se afecta según lo que se reporta en la literatura es los indicadores fenológicos (Fang y col., 2010). Al evaluar los días de inicio de la floración en las plantas, que se desarrollaron bajo condiciones de riego, se pudo constatar que hubo diferencias al respecto entre las variedades (tabla 6).

**Tabla 6. Indicadores fenológicos de las dos variedades bajo dos condiciones de riego**

Variedad	Días Floración		Maduración Fisiológica	
	10 R	4 R	10 R	4 R
Tomeguín 93	42	35	75	70
BAT 304	40	35	75	70

La fecha de inicio osciló entre 42-40 días con 10 riegos. En la condición de déficit hídrico (4R) las dos variedades adelantaron su floración (35 días) con respecto a su similar en condiciones óptimas de riego. Estos resultados concuerdan con lo reportado por otros autores, Rodríguez y *col.*, (2009), quien encontró respuestas similares al trabajar con 64 líneas en condiciones diferentes de humedad del suelo.

De forma similar los días de madurez fisiológica (DMF) se adelantaron en todas las variedades en condiciones de sequía. En las plantas del tratamiento con los diez riegos fue de 75 días después de la siembra; mientras que en las con déficit hídrico fue de 70 días.

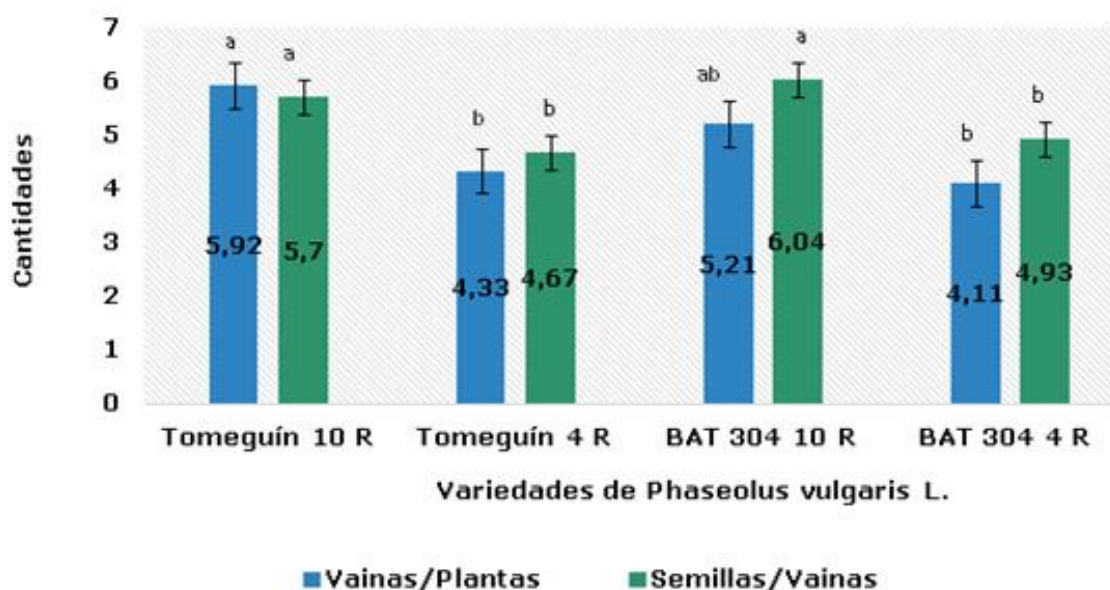
Estos resultados concuerdan con lo reportado por otros autores, Martínez y *col.*, (2016), que encontró respuestas similares al trabajar con 8 variedades, comercializadas en Cuba, en condiciones diferentes de humedad del suelo. La fecha de inicio de la floración, en condiciones de déficit hídrico (4R) todas las variedades adelantaron su floración de dos a seis días con respecto a su similar en condiciones óptimas de riego. En particular, la variedad BAT 304 se adelantó tres días y Tomeguín 93 cuatro días.

De forma similar los días de madurez fisiológica (DMF) se adelantaron en todas las variedades en condiciones de sequía alrededor de seis días, lo que concuerda con lo planteado por Jiménez y Acosta (2013).

Resultados semejantes en frijol común fueron obtenidos por Mayor (2010) y Boicet y *col.*, (2011) quienes demostraron que en condiciones de estrés hídrico disminuye el ciclo fenológico.

Por otra parte, según Rosales *y col.*, (2000) en experimento realizado con diferentes líneas de frijol, durante varios años, la aparición de flores mostró variación considerable entre años. En general el DF se redujo conforme se incrementaron los niveles de intensidad de sequía entre años, incluso los DF del testigo (tolerante a la sequía) prácticamente no mostró variación entre condiciones de humedad en ninguno de los tres años estudiados, pero en años críticos de sequía, el inicio de la floración ocurrió más temprano (38 días) que en el año favorable (50 días).

En la figura 10, se puede apreciar que el déficit hídrico afecta los indicadores de rendimiento (V/P y N0 Granos /Vainas) en las dos variedades, pero, aunque no existen una marcada diferencia entre ellas en cuanto al número de granos /vainas cuando se observa la morfología del grano si existen diferencias en el caso de la variedad BAT 304 (figura 11).

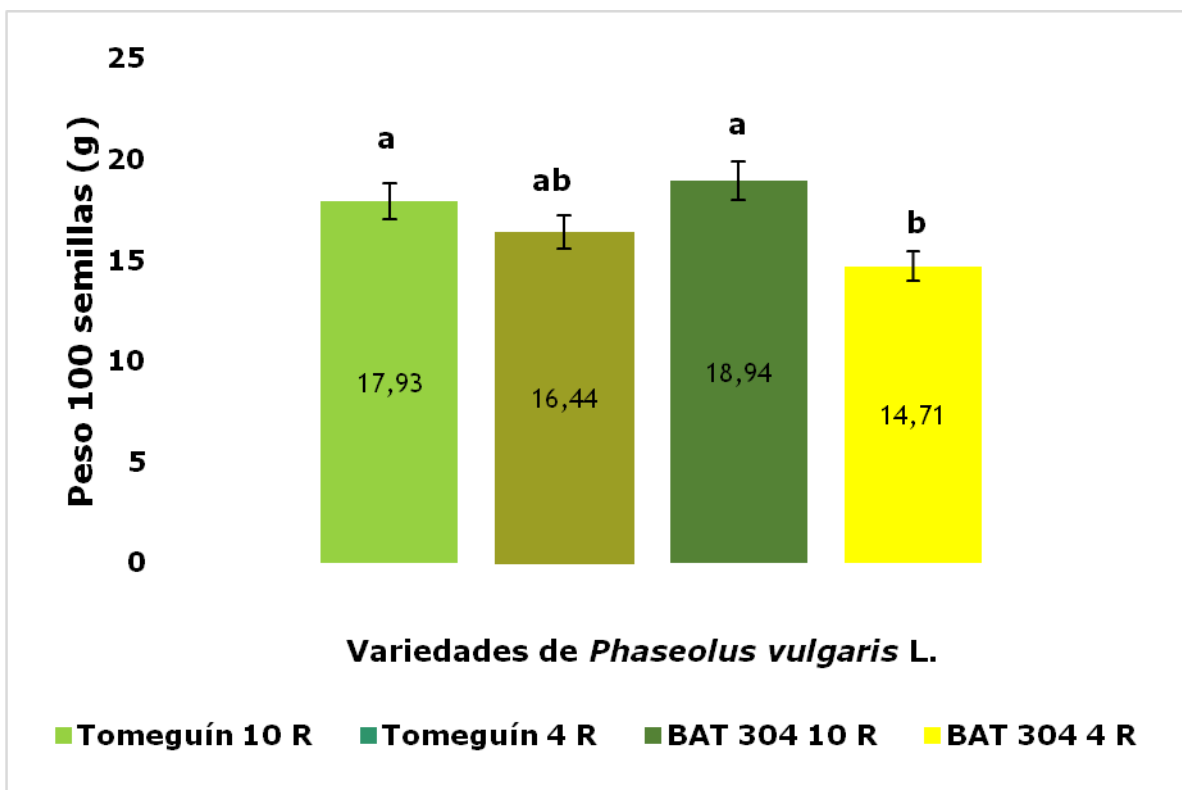


**Figura 10. Indicadores de rendimiento según variedad y condiciones de riegos. Letras diferentes indican diferencias significativas entre grupo con diferentes riegos, para  $P \leq 0.05$  según Test de Tukey.**



**Figura 11. Morfología de semillas de BAT 304 cosechadas en condiciones de sequía.**

Al analizar el peso de 100 semillas se encontró que este indicador de rendimiento también se modificó, existió mayor diferencia en el peso de las semillas de BAT 304.

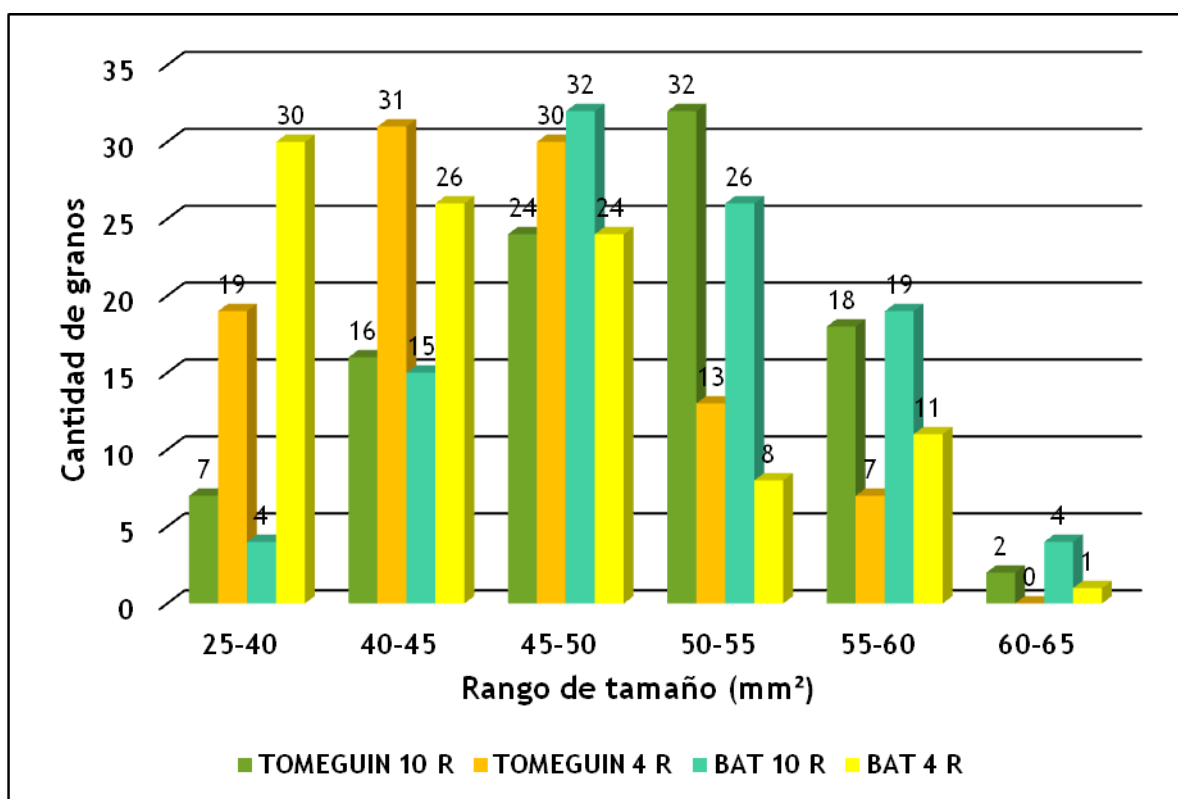


**Figura 12. Peso de cien semillas según riego. Letras diferentes indican diferencias significativas entre grupo con diferentes riegos, para  $P \leq 0.05$  según Test de Tukey.**

La variación en el peso de las 100 semillas puede explicarse por la incidencia del déficit hídrico sobre el contenido relativo de agua, ya que este indicador fisiológico se demostró por Domínguez y col., (2014) que presenta correlación

con la tolerancia a la sequía, lo que concuerda que las variedades clasificadas como tolerantes presentaron los mayores peso lo que puede significar mayor contenido de agua. En este caso la variedad Tomeguín 93 es la que ha tenido el comportamiento más tolerante.

Al comparar el tamaño del grano de estas dos variedades en las diferentes condiciones de riego se encontró que en la variedad Tomeguín 93 el tamaño del grano se afectó menos con el déficit hídrico (figura 13).



**Figura 13. Frecuencia del tamaño del grano por variedad y condiciones de riego, expresado en mm<sup>2</sup>.**

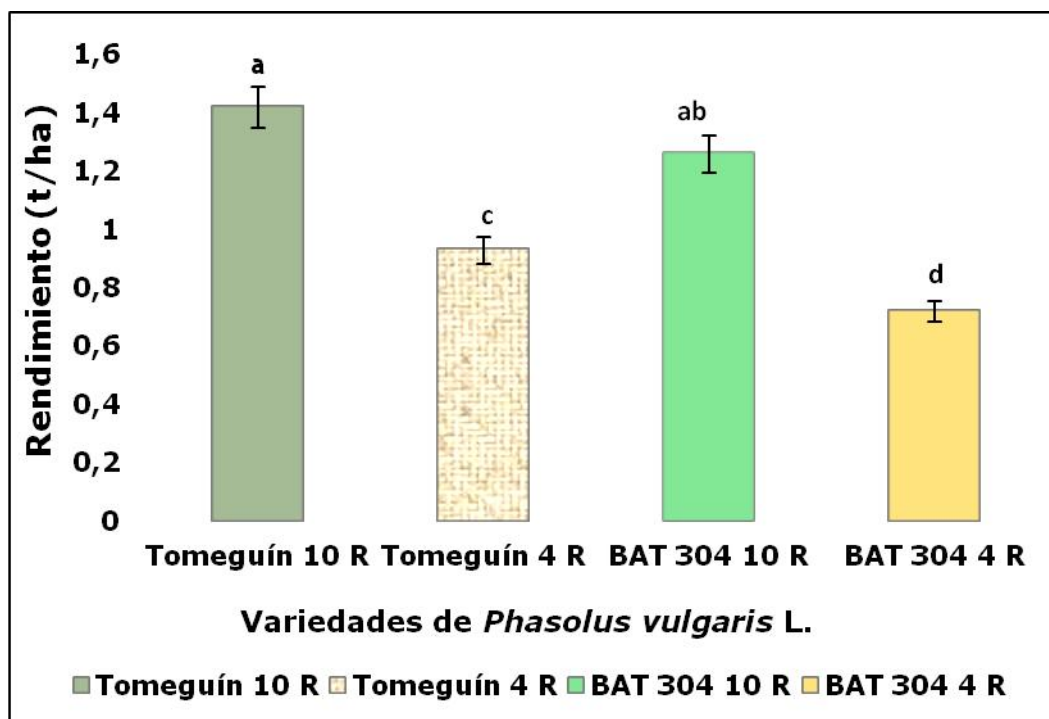
De forma general, el mayor porcentaje de las semillas, en condiciones de 10 R, midieron entre 45-55 mm<sup>2</sup>. Sin embargo, en condiciones de sequía (4R) las de Tomeguín 93 el mayor porcentaje midió entre 40-50 mm<sup>2</sup> y las de BAT 304 entre 25-45 mm<sup>2</sup>.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Martínez y col., (2016) que encontraron que las variedades BAT 304 y Tomeguín 93 tiene un tamaño de grano intermedio, pero a la variedad Tomeguín 93 presentar una menor



afectación del tamaño del grano, con el déficit hídrico, tiene un comportamiento más tolerante.

Al comparar las medias del rendimiento obtenido, en las diferentes condiciones de riego, mostró que existen diferencias significativas en la respuesta al déficit hídrico de las variedades (figura 14).



**Figura 14. Rendimiento en toneladas por hectárea, por variedad y según riegos. Letras diferentes indican diferencias significativas entre grupo con diferentes riegos, para  $P \leq 0.05$  según Test de Tukey.**

Las dos variedades redujeron el rendimiento como consecuencia a la sequía en diferentes porcentajes, lo que se relaciona con la mayor tolerancia a la sequía.

Se puede aseverar en este estudio que, con menor consumo de agua es posible mantener rendimientos aceptables de granos en el cultivo del frijol negro. Incluso, en particular con la variedad Tomeguín 93, bajo las condiciones edafoclimáticas de “Los Palacios”, en la provincia de Pinar del Río, se reportan rendimientos más altos por otros autores (Greven y col., 2007 y Polón y col., 2013).

Por otra parte, Meriño y col., (2017), probaron en garbanzos que la mejor respuesta de rendimiento y de sus componentes se obtiene en el tratamiento

donde las plantas se someten a condiciones de estrés hídrico en etapas posteriores a la germinación.

Al estudiar los índices de ISS se corroboró que fueron menores que 1, lo que indican que las variedades tienen un comportamiento tolerante a la sequía pero de las dos variedades la que tuvo una menor afectación fue Tomeguín 93 (tabla 7).

**Tabla 7. Índices de rendimiento evaluados y respuesta de las variedades a la sequía**

Variedades	NO de vainas /plantas	Pérdida de rendimiento (PR) %				IIS:0,29	Respuesta a la sequía
		NO de semillas /vainas	NO de semillas /plantas	Rendimiento Total	ISS		
Tomeguín 93	0,13	6,19	6,32	6,38	0,27	Tolerante	
BAT 304	3,88	1,67	5,48	10,91	0,46	Tolerante	

Diversos estudios concluyen que el ISS podría considerarse como un criterio para caracterizar y seleccionar genotipos; sin embargo, deben tenerse en cuenta otras características, ya que no siempre las variedades más tolerantes son las que presentan mayor rendimiento, pero sí las que menos reducen su rendimiento al variar la disponibilidad de agua (Cardona y col., 2013; Ishiyaku y Aliyu, 2013; Martínez, 2016).

Con el objetivo de evaluar el comportamiento de las variedades en las condiciones edafoclimáticas de las CCS que formaron parte del estudio, colectó información sobre el rendimiento de las variedades cosechadas en el período de enero - marzo 2017, cuyos resultados se exponen en la tabla 8.

Como se pudo constatar todos los productores cultivaron el frijol en condiciones de sequía, lo que significa que no añadieron ningún riego, el cultivo solo dependió de las precipitaciones que en el territorio cultivado fueron de 3-1. Las variedades que cultivaron en mayor proporción fueron Tomeguín 93, Cuba Cueto 25-9 rojo (CC 25-9 R), BAT 304, Cuba Cueto 25-9 negro (CC 25-9 N), y

Delicia Roja, todas compradas en la Empresa de Semillas de Jovellanos, Matanzas.

**Tabla 8. Rendimiento de variedades cultivadas en la tres CCS del municipio de Unión de Reyes, en el período diciembre 2017- marzo 2018**

Variedades	Número de productores			Riego (lluvia)	Rendimiento t.ha <sup>-1</sup>
	Sabino Pupo	José A. Echeverría	Rubén González		
Tomeguín	5			3	1,94*
		5		3	1,97*
			2	2	0,94*
			1	1	0,67
CC 25-9 R	3	4		2	0,8
			3	3	0,99
BAT 304	3			3	1,0
		3		2	0,89
			2	1	0,55
CC 25-9 N		6	2	2	0,38-0,48
Delicia Rojo			3	2	0,68
		6			0,24
<b>Total</b>	11	24	13	3-1	

Estos resultados corroboran el efecto negativo de la sequía, lo que ha sido reportado por diferentes autores (Borges, 2017; Martínez, 2015; Polón y col., 2017 y Romero, 2017), ya que las variedades que les llovió menos tuvieron menos rendimiento. No todas las variedades respondieron de igual forma, presentaron un índice de estrés que varía en correspondencia a la tolerancia a la sequía que caracteriza a la variedad.

Con tres riegos (lluvias) la variedad que obtuvo los mejores resultados fue Tomeguín 93, lo que concuerda con los resultados del experimento con diferentes riegos.

La variedad Delicia Roja y Cuba Cueto negro fueron las que tuvieron los peores resultados con dos lluvias. Es de destacar que la variedad Delicia obtuvo rendimiento muy diferente, en diferente CCS, esto puede deberse a la etapa de desarrollo del cultivo donde llovió (fase vegetativa o fase reproductiva), ya que

la respuesta de las plantas a este estrés ambiental depende de varios factores incluyendo el genotipo (Ishiyaku y Aliyu, 2013), la etapa del desarrollo de la planta, la longitud y la severidad del estrés aplicado (Campos y col., 2011; Fang y col., 2010). Por otra parte, las características del suelo pueden influir en dichos resultados, de ahí la importancia de evaluar el comportamiento productivo de las variedades en cada localidad (Hernández y col., 2015).

Es de destacar que la variedad Tomeguín 93 tuvo un comportamiento por encima  $0,85 \text{ t. ha}^{-1}$  que es lo que se reporta por la FAO en Cuba (FAO, 2011), e incluso en la CCS "Sabino Pupo" los productores obtuvieron con solo tres riegos (lluvias) un promedio de  $1,44 \text{ t. ha}^{-1}$  que está acorde con la proyección del MINAGRI para el 2015 y el rendimiento promedio a nivel mundial que es de  $1,40 \text{ t. ha}^{-1}$  (Benítez, 2011), lo que resultó una experiencia muy positiva para los productores.

#### **4. Beneficio Económico**

Cultivar variedades tolerantes, con buen rendimiento, en las condiciones de secano del municipio, representó un beneficio económico para los productores, se pudo obtener resultados aceptables con un menor costo, ya que para obtener igual rendimiento con una variedad susceptible habría que realizar riegos adicionales a las precipitaciones ocurridas o por el contrario obtener un bajo rendimiento (sólo con las lluvias), lo que implicaría una pérdida en la ganancia, si se tiene en cuenta que el costo por concepto de riego de una hectárea equivale a 5,200 CUP según cálculo realizado a continuación:

Una hectárea 6 horas/ riego X 3 hombres

$150,00 \text{ CUP} / \text{hombre} = 450,00 \text{ CUP}$

Combustible: 40 litros/ha

$40 \text{ litros} \times 10,00 \text{ CUP} = 400,00 \text{ CUP}$

Alquiler de la turbina: Con un pago de  $\$4500,00 \text{ CUP}$  por el ciclo de riego.

Costo total  $= 450 + 400 + 4500 = 5350 \text{ CUP}$  por riego/ha.

## **Conclusiones**

De las cuatro variedades de frijol negro estudiadas, en diferentes condiciones de riegos, la variedad BAT 304 y Tomeguín 93 tuvieron un comportamiento más tolerante a la sequía, teniendo en cuenta indicadores fenológicos y de rendimiento. De ellas dos, la que tuvo los mejores resultados fue Tomeguín 93, lo que se corroboró con los resultados de producción obtenido por los productores de tres CCS del municipio de Unión de Reyes, que cultivaron el frijol en condiciones edafoclimáticas.

## **Recomendaciones**

Continuar con investigaciones que permitan seguir seleccionando variedades que tengan un comportamiento tolerante a la sequía, en las condiciones climáticas del territorio.

Ensayar estas variedades en otras CCS lo que permitirá generalizar los resultados.

## BIBLIOGRAFÍA

Acosta, E.; Hernández, I.; Rodríguez, R.; Acosta J. A.; Pedroza J.; Amador, M.D. y Padilla, J.S. 2011. Efecto de la sequía en la producción de biomasa y grano de frijol. *Ciencia Agrícola*. México. 2 (2): 249-265.

Acosta, E.; Acosta; J.A; Amador, M.D. y Padilla J.S. 2008. Relación entre índice de área foliar y rendimiento en frijol bajo condiciones de secano. *Agricultura Técnica*. 34 (1): 13-20.

Afshar, R.M.; Hadi, H. y Pirzard, A. 2013. Effect of nanoiron on the yield and yield component of cowpea under end season water deficit. *Int. J. Agric. Res. Rev.* 3 (1): 27-34.

Aguilar, G.; Peña, C.; García, R.; Ramírez, P.; Benedicto, G. y Molina, J.D. 2012. Rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) en relación con la concentración de Vermicompost y déficit de humedad de sustrato. *Agrociencia* 46 (1): 37-50.

Ahmed, F.E. y Suliman, A.S.H. 2010. Effect of water stress applied at different stages of growth on seed yield and water-use efficiency of cowpea. *Agric. Biol.* 1 (4): 534-540.

Alemán, S.; Domínguez, A.; Domínguez, D.; Fuentes, L. Miranda, K.; Pérez, Y.; Pernía, B.; Sosa; D.; Sosa, M. e Infante; D.2010. Estudio anatómico y bioquímico en materiales cubanos y venezolanos de *Phaseolus vulgaris* L. bajo condiciones de estrés hídrico. *Revista de estudios transdisciplinarios*. 1(1): 89-99.

Arefian, M., Vessal, S. and Bagheri, A. 2014. Biochemical changes in response in chickpea (*Cicer arietinum*. L) during early stage of seedling growth. *The Journal animal & Plant Science*, 24 (6): 1849-1857.

Barrios, J.; López, C. y Kohashi, J. 2011. Relaciones hídricas y temperaturas altas en frijol del tipo "flor de mayo". *Agronomía Costarricense*. 35 (1).

Barzaga R. I. (2010). Efecto de la sequía en el crecimiento y desarrollo del cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) en condiciones de campo. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agropecuario. [Universidad](#) de Granma. Bayazo. Cuba.45pp

Beebe, S.E., I.M. Rao, M.W. Blair y J.A. Acosta-Gallego. 2013. Phenotyping common beans for adaptation to drought. *Front. Physiol.* 4, 35; 229-237.

Beebe, S.E.; Rao, I.M.; Blair M.W. y Acosta, J.A. 2010. Phenotyping common beans for adaptation to drought. In: J. M. Ribaut and P. Monneveux (eds.) *Drought phenotyping in crops. From theory to practice*. Generation Challenge Program Special Issue on Phenotyping; pp. 311-334

Beebe, S.E.; Rao, I.M. Cajiao C. y Grajales, M. 2008. Selection for drought resistance in common bean also improves yield in phosphorus limited and favorable environments. *Crop Sci.* 48; 582-592.

Benítez, R. 2011. Nuevas variedades de frijol común para la producción comercial en Cuba. En: 5to Encuentro Internacional de Arroz. En: 1er Simposio de Granos, Palacio de Convenciones. La Habana 2011. p. 109 -110.

Boicet, T.; Secada, Y.; Chaveco, O.; Boudier, A.; Gómez, Y.; Meriño, Y.; Reyes, J.; Ojeda, C.M.; Tornes, N. y Barroso, L. 2011. Respuesta a la sequía de genotipos de frijol común utilizando diferentes índices de selección. Centro Agrícola. 38 (4): 69-73

Borges M. 2017. Efecto del estrés hídrico sobre indicadores morfológicos en variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Trabajo para optar por el título de ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Matanzas

Cabrera, M. 2011. Comportamiento de algunas variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) bajo condiciones edafoclimáticas adversas. En: Libro Resumen. 5to Encuentro Internacional de Arroz. 1er Simposio de Granos. Palacio de las Convenciones de La Habana 2011. p 112.

Cabrera, M. ; León, N. ; Mendoza, M.J. ; Palacios, Z. y Ortega, Y. 2005. Comportamiento Fisiológico de variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) Con diferente grado de tolerancia a la sequía en condiciones de campo Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT); Cuba

Campos, G.; García, M.; Perez D. y Ramis C. 2011. Respuesta de 20 variedades de caraota (*Phaseolus vulgaris* L) ante el estrés por NaCl durante la germinación y en fase plantular. Biagro 23 (3): 215-224

Cardona, C.; Jarma, A.J.; Araméndiz, H; Peña, M. y Vergara, C. 2014. Respuesta fisiológicas y bioquímicas del frijol caupi (*Vigna unguiculata* L Walp) bajo déficit hídrico. Ciencia Hortícola. 8 (2): 250-261.

Cardona, C.; Jarma, A.J. y Araméndiz, H. 2013. Mecanismo de adaptación a sequía en frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L Walp). Ciencia Hortícola. 7 (2): 277-286.

Castañeda, C. Córdova, L. González, V. A. Delgado, A. Santacruz, A. y García, G. 2006. Respuestas fisiológicas; rendimiento y calidad de semilla en frijol sometido a estrés hídrico. 31 (6).

CC-PCC.2010. Liniamientos de la política económica y social del partido y la Revolución. VI Congreso del Partido Comunista de Cuba. P.22-25.

Celis-Velázquez, R.; Peña-Valdivia, C. B.; Luna-Cavazos, M. and Aguirre, J. R. 2010. Seed morphological characterization and reserves used during seedling emergency of wild and domesticated common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Rev. Fac. Agon. (LUZ). 27:61-87.

Dhima, K., Vasilakoglou, I., Stefanou, S., Eleftherohorinos, I. 2015. Effect of cultivar, irrigation and nitrogen fertilization on chickpea (*Cicer arietinum* (L.)). *Productivity Agricultural Sciences*, 6: 1187-1194.



Di Rienzo, JA; Balzarini, M.; Casanoves, F.; González, L.; Tablada, M. y Robledo, C.W. 2011. InfoStat/ profesional versión 1.1. Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba.

Domínguez, A.; Martínez, Y.; Pérez, Y.; Sosa, M.; Fuente L.; Darías, R.; Rea, R.; y Sosa, D. 2016. Rendimiento de genotipos de frijol común, cubanos y venezolanos, cultivados en condiciones de secano. Revista Avanzada Científica. Vol: 19, N0:1, 12-22. ISSN 1029-3450

Domínguez-Suárez, A.; Martínez-Dávalo, Y.; Pérez-Hernández, Y.; Fuentes-Alfonso, L., Darías-Rodríguez, R.; Sosa-del Castillo, M.; Rea-Suárez, R.; Sosa-del Castillo, D. 2016. Comportamiento de variedades de frijol común, cubanos y venezolanos, cultivados en condiciones de sequía. Revista Ciencia UNEMI. 9 (20). ISSN: 1390-4272 (Impreso); ISSN: 2528-7737 (electrónica)

Domínguez, A.; Darías, R.; Marrero, L. Álvarez, J. y Martínez, Y. 2016. Vínculo extensión, capacitación y proceso docente CCS del municipio de Unión de Reyes. XII Conferencia Científico Metodológica de la Universidad de la UMCC 2016. Matanzas. Ministerio de Educación superior.

Domínguez, A.; Pérez, Y.; Alemán, S.; Sosa, M.; Fuentes, L.; Darías, R.; Demey, J.; Rea, R.; y Sosa, D. 2014. Respuesta de cultivares de *Phaseolus vulgaris* L. al estrés por sequía. Biotecnología Vegetal. 14 (1): 29 – 36. ISSN 2074-864.

Domínguez, A.; Mita, N.; Alemán, S.; Pérez, Y.; Sosa, M. y Fuente, L. 2012. Algunos indicadores morfológicos y bioquímicos de cinco variedades de *Phaseolus vulgaris* L, bajo condiciones de sequía. Revista Avanzada Científica. 15 (2): 1-18.

EROSKI CONSUMER. 2011. Medio Ambiente Urbano [en línea] Disponible en: <http://Estrés hídrico EROSKI CONSUMER.mht> [Consulta 23 de Junio 2014].

Expósito; R. y García; N. 2011. Comportamiento productivo de cultivares de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L) En la Cooperativa de Créditos y Servicios "José Manuel Rodríguez" del Municipio Jesús Menéndez. Revista académica de economía. ISSN 1696-8352.

Fang, X.N.C.; Turner, G.; Yan, F.; Li, Y. y Siddiqu, K.H.M. 2010. Flower numbers, pod production, pollen viability, and pistil function are reduced flower and pod abortion increased in chickpea (*Cicerarietinum* L) under terminal drought. J. Exp. Bot. 61: 335-345.

FAO. (2011). Base de datos estadísticos. [En línea]. Disponible en: <http://www.fao.org>. Consultado 26/10/2014.

Faure, B.; Benítez, R.J.; León, N.; Chaveco, O. y Rodríguez, O. 2012. Guía técnica para el cultivo del frijol común (*Phaseolus Vulgaris* L). Agroecológica La Habana.

Fernández, A. 2008. Gran parte del país registra un elevado riesgo de sufrir un deterioro de la cantidad y calidad del agua. [En línea]. Disponible en: <http://Estrés hídrico Agua en peligro.mht> [Consulta Junio; 30; 2014].

Frahm, M.A.; Rosas, J.C.; Mayek, N. y López, E. 2004. Breeding beans for resistance to Terminal drought in the lowland tropics. *Euphytica*. 136 (2): 223-232.

García, M. 2011. Efecto de la sequía en el rendimiento del cultivo del frijol [en línea] Disponible en:

(<http://www.monografias.com/trabajos94/efecto-sequia-rendimiento-del-cultivo-del-frijol/efecto-sequia-rendimiento-del-cultivo-del-frijol.shtml>) [Consulta 10 de febrero 2016].

García, M.E. 2009. Guía técnica para el cultivo del frijol. Proyecto Innovaciones para mejorar la competitividad de la cadena agroindustrial de granos y semillas de frijol de los socios de ASOPROL. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA); Managua. Nicaragua. 28 p.

Ghassemi, K.; Ghanehpour, S. y Mohammadi, A.D. 2009. Effects of water limitation on growth and grain filling of faba bean cultivars. *Agric. Environ.* 7: 442-447.

Girdthai, T.; Jogloy, S.; Kesmala T.; Vorasoot, N.; Akkasaeng, C. Wongkaew, S.; Holbrook, C.C. y Patanothai, A. 2010. Relationship between root characteristics of peanut in hydroponics and pot studies. *Crop Sci.* 50: 159-167

González, L. 2010. En Cuba Frijoles [en línea] Disponible en: <http://cubaout.wordpress.com/2010/08/11/en-cuba-%C2%A1-ni-frijoles/> [Consulta: 3 de febrero 2014].

Greven, M.M.; Mckenzie B.A. y Hill G.D. 2007. The influence of stress on yield, abortion and seed size of French dwarf beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Proc. Annu. Conf. Agron. Soc.*, 27: 101-108.

Henry, A.; Rosas, J.C.; Beaver, J.S. y Lynch, J.P. 2008. Multilines of contrasting root architecture: Multiple stress response and belowground competition. *CropScience* (sometido para publicación). <http://www.botanicargentina.com.ar/boletin/38/075-dicot.pdf> [Consulta enero, 09, 2013].

Hernández, J.A., Pérez, J.J., Bosh, I.D. Y Castro S.N. Clasificación de los suelos de Cuba. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Ministerio de Educación Superior, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba. 2015, 91 p. ISBN: 978-959-7023-77-7.

Ichi, J.O., H.E. Igbadun, S. Miko and A.M. Samndi. 2013. Growth and yield response of selected cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) variety to irrigation interval and sowing date. *The Pacific J. Sci. Techn.* 14 (1), 453-463.

Ishiyaku, M.E. y Aliyu, H. 2013. Field evaluation of cowpea genotypes for drought tolerance and striga resistance in the dry savanna of the North-West Nigeria. *Int. J. plant. Breed. Genet.* 7 (1): 45-56.

Jimenez J.C. y Acosta J.A. 2013. Rendimiento de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y Tépari (*Phaseolus acutifolius* A. Gray) bajo el método riego-

sequía en Chihuahua. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 4 (4):35-41. Versión impresa ISSN 2007-0934

Leyva, A. 2009. Metodología para la aplicación de los principios de la Agricultura Sostenible. Sus resultados en el norte amazónico. INCA. XI Seminario científico La Habana; 11: 17-20.

Liu, F., Andersen, M. y Jensen, C. R. 2004. Root signal controls pod growth in drought-stressed soybean during the critical abortion-sensitive phase of pod development. Field Crops Res. 85: 159-166.

Loforte, R. 2007. Evaluación agronómica de líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) fortificadas en los sistemas locales de producción en el municipio de Mayarí; provincia de Holguín. Tesis en opción al título de ingeniero agrónomo. Centro Universitario de Las Tunas.

López, S.; Tosquy, O.H.; Ugalde, F.J. y Acosta, J.A. 2008. Rendimiento y tolerancia a sequía de genotipos de frijol negro en el estado de Veracruz. Revista Fitotecnia Mexicana. 31(3): 5-39.

Martínez, Y. 2016. Evaluación de indicadores productivos en variedades de frijol común en condiciones de sequía. Tesis en opción al título de Máster en Ciencias Agrícolas. Universidad de Matanzas.

Martínez, Y.; Pérez, Y.; Fuentes, L.; Sosa, M.; Rea, R.; Sosa, D. y Domínguez, A. 2015. Evaluación de cultivares de frijol común comercializadas en Venezuela y Cuba en condiciones de secano. En las memorias de la VII Convención Científica Internacional de la Universidad de Matanzas, Centro de Conversión de Plaza América Varadero. ISBN: 978-959-16-2442-0

Mayor, D.V.M. 2010. Evaluación de líneas de frijol común andino (*Phaseolus vulgaris* L) provenientes de cruza intra/inter acervo para tolerancia a sequía. Colombia. Tesis en opción al título de Magister en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia.

Mederos, Y. y Reynaldo, I.M. 2007. Determinación de indicadores de indicadores de calidad en 11 genotipos de la especie *Phaseolus vulgaris*, L. Cultivos Tropicales. 28 (4): 51-56.

Meriño, Y., Boicet, T., Boudet; A.; Cedeño, .A. 2017. Respuesta agronómica de dos cultivares de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) bajo diferentes condiciones de humedad del suelo en la provincia de Granma. Centro Agrícola 44 (2): 22-28.

Meriño, Y., Boudet; A.T., Boicet E., Barreiro, .A., Jorge, A., & Oduardo, R. 2014. Rendimiento y tolerancia la sequía de seis variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de campo. *Agroecología*. Disponible en:<http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/html/v42n1/body/cag10115.html>

MINAG. 2010. Instructivo Técnico para el cultivo del frijol. Dirección de Cultivos Varios. La Habana. 35p

MINAG. 2000. Dictamen: Producción de maíz y fríjol en Cuba y el mundo. La Habana. 8 pp.

- Mireles, M. 2014. Rol de las cooperativas en el nuevo contexto agropecuario cubano. Matanzas. CCS Sabino Pupo. (Presentación de Power Point).2h
- Mita, N.M. 2012. Estudio Morfofisiológico y Bioquímico de cinco variedades cubanas de *Phaseolus vulgaris* L, bajo condiciones de estrés hídrico. Matanzas. Tesis en opción al título de Máster en Ciencias Agrícolas. Universidad de Matanzas” Camilo Cienfuegos”.
- Mohammadi, R.; Armion, M.; Kahrizi, D. y Amri, A. 2010. Efficiency of screening techniques for evaluating durum wheat genotypes under mild drought conditions. *Int J Plant Pro* .4 (1): 11-24
- Muchero, W., P.A. Roberts, N.N. Diop, I. Drabo, N. Cisse, T.J. Close, S. Muranka, O. Boukar y J.D. Ehlers. 2013. Genetic architecture of delayed senescence, biomass, and grain yield under drought stress in cowpea. *Plos ONE* 8(7), 70041.
- Moussa, I. and Abdel, S. M. 2008. Comparative response of drought tolerant and drought sensitive maize genotypes to water stress. [Online]. *Australian Journal of Crop Science* 1:31-36.
- Muñoz, C.G.; Allen, R.G.; Westermann, D.T; Wright, J.L. y Sing, S.P. 2007. Water use efficiency among dry beans landraces and cultivars in drought stressed and non stressed environments. *Euphytica* 155: 393-402.
- Nazari, L. y Pakniyat, H. 2010. Assessment of drought tolerance in barley genotypes. *J. Applied Sciences*. 10: 151-156.
- Okon, I.E. 2013. Effect of water stress on some growth aspect of two varieties of cowpea, *Vigna unguicu-lata* L. Walp. Fabaceae. *Bullet. Environ. Pharmacol. Life Sci*. 2(5), 69-74.
- Osuna, E.S.; Reyes, L.; Padilla, J.S.; Rosales, R.; Martínez, M.A.; Acosta, J.A. y Figueroa, B. 2013. Rendimiento de genotipos de frijol con diferentes métodos de siembra y riego-sequía en Aguascalientes. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 4 (8): 1209-1221.
- Osuna, E.S.; Padilla, J.S.; Martínez, M.A.; Martínez, E. y Acosta, J.A. 2007. Componentes tecnológicos y fórmulas integrales para el cultivo de frijol de temporal en el altiplano de México. San Luis Potosí. Ediciones CIRNEINIFAP. 23 p.
- Otegui, E.M. 2006. Bases ecofisiológicas para el manejo del agua en cultivos para grano conducidos en seco. *Manejo del agua en cultivos para grano conducidos en seco. Informaciones Agronómicas*. 44: 16-20.
- Padilla, J.S.; Osuna, E.S.; Martínez, M.A. y Acosta, J.A. 2011. Rendimiento de grano frijol bajo temporal y riego en dos fechas de siembra. In: memoria del XI simposio Internacional y VI congreso nacional agricultura Sostenible 2011. San Luis Potosí. P1-6.
- Padilla, J.S.; Acosta, J.A.; Osuna, E.S.; Acosta, E. y Martínez, M.A. 2008. Respuesta del frijol a la sequía. Tecnología para la producción de frijol en el Norte-Centro de México. San Luis. Ediciones CIRNE-INIFAP. 206 p

Padilla, J.S.; Acosta, J. A.; Acosta, E.; Mayek, N. y Kelly J.D. 2005. Partitioning and partitioning rate to seed yield in drought–stressed and non-stressed dry bean genotypes. *Ann. Rep. Bean Improv. Coop.* 48: 152–153.

Pardo, R.R. 2010. Cultivo del Frijol Cueto 25 - 9 – Pardo [en línea] Disponible en: <http://www.Monografias.com/trabajos4/elfrijol/elfrijol.shtml>. [Consulta 10 de febrero 2014].

Phillip, N.; James, D. K.; Steve E. B. and Matthew, W. B. 2006. Common bean breeding for resistance against biotic and abiotic stresses. *Euphytica* 147: 105–131.

Polania, J.A.; Rao, I.M. Mejía, S. Beebe, S.E. y Cajiao, C. 2012. Características morfofisiológicas del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) relacionadas con la adaptación a sequía. *Acta Agron.* 61(3): 197-206.

Polania, J.A. 2011. Identificación de características morfofisiológicas asociadas a la adaptación a sequía para ser usadas como criterios de selección en mejoramiento de frijol común *Phaseolus Vulgaris* L. Trabajo de grado para optar al título de Magister en Ciencias Agrarias; Área de Fitomejoramiento. Universidad nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Sede Palmira.

Polón, R.; Ruiz, M.; Miranda, A. y Ramírez, M.A. 2017. Efectos del estrés hídrico sobre el rendimiento de los granos del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 26(1): 66-70, 2017, ISSN: 2071-0054

Polón, R.; Miranda, A.; Ramírez, M.A. y López, L.A. 2014. Efectos del estrés de agua sobre el rendimiento de granos en la fase vegetativa en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 23:4, ISSN -1010-2760, RNPS-0111

Polón, R.; Miranda, M.; Maqueria, L.A. y Ramírez, M.A. 2013. Effect of different intensities of drought stress in the vegetative phase in the cultivation of the bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol. 22 (4): 60-64, ISSN -1010-2760, RNPS-0111.

Rao, I.M.; Beebe, S.E.; Polania, J.A.; Grajales, M.; Cajiao, C.; Ricaurte, J.; Borrero, G. y Rivera, M. 2010. Avances en caracterización fenotípica en adaptación a sequía en frijol común. I Curso Nacional para resistencia a factores bióticos y abióticos. Universidad Nacional de Colombia, Palmira. Junio de 2010.

Rasband, W.S. 2007. ImageJ, US National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA. <http://rsbweb.nih.gov/ij/>; [consulta: febrero 2018].

Rodríguez, O.; Chaveco, O.; Ortiz, R; Ponce, M.; Ríos, H.; Miranda, S.; Días, O. Portelles, Y.; Torres, R. y Cedeño, L. 2009. Líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) resistentes a la sequía. Evaluación de su comportamiento frente a condiciones de riego, sin riego y enfermedades. *Temas de Ciencia y Tecnología* .13 (38): 17 – 26.

Rosales, R.; Kohashi, J.; Acosta, J.A.; Trejo, C.; Ortiz, J. Kelly, J.D. 2004. Biomass distribution; maturity acceleration and yield in drought stressed common bean cultivars. *Field Crops Res.* 85: 203-211;

Rosales, R.; Ramírez, P. Acosta, J.A; Castillo, F. y Kelly J.D. 2000. Grain yield and drought tolerance of common bean under field conditions. *Agrociencia* 34(2):153-165

Red SICTA (Proyectos Red de Innovación Agrícola). 2007. Resultados experimentales. Pruebas de agricultores de líneas de frijol tolerantes a la sequía y a la baja fertilidad; Programa de Investigaciones en Frijol. Zamorano. Honduras. 8 p.

Rincón N y col. 2012. Determinación del Área Foliar en Fotografías Tomadas con una Cámara Web, un Teléfono Celular o una Cámara Semiprofesional *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín* 65(1): 6399-6405.

Rodríguez, O.; Chaveco, O.; Ortiz, R; Ponce, M.; Ríos, H.; Miranda, S.; Días, O. Portelles, Y.; Torres, R. y Cedeño, L. 2009. Líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) resistentes a la sequía. Evaluación de su comportamiento frente a condiciones de riego, sin riego y enfermedades. *Temas de Ciencia y Tecnología* .13 (38): 17 – 26.

Roman, F. 2009. Phenotypic evaluation of common bean inbred lines under drought and low fertility stress conditions. Special Project Graduation for the Program in Science in Agricultural Engineering and Agricultural Production. Zamorano. Honduras. 22 p.

Romero, V.Y. 2017. Respuestas fisiológicas, bioquímicas y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo déficit hídrico. Trabajo para optar por el título de ingeniero agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Matanzas.

Sasovsky, C.A. 2008. Estrés hídrico en el cultivo de soja. [En línea]. Disponible en: <http://www.planetasoja.com.ar/index.php?sec=30&tra=19622> [Consulta 19 de febrero 2014].

Treviño, C y Rosas, R. 2013. El frijol común: factores que merman su producción. *Revista de divulgación científica y tecnología de La Universidad Veracruzana*.26

Ulemale, C., Mate, S. and Deshmukh, D. 2013. Physiological Indices for Drought Tolerance in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *World Journal of Agricultural Sciences*, 9 (2): 123-131.



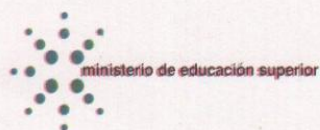
## CERTIFICADO POR SU CONTRIBUCIÓN A LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA

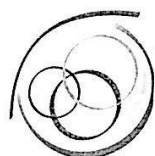
“LABOR EXTENSIONISTA A TRAVÉS DEL VÍNCULO  
UNIVERSIDAD Y AGRICULTURA”

Amalia Domínguez Suárez,  
Yordanys Martínez Dávalo,  
Leticia Fuentes Alfonso,  
Rodolfo Darías Rodríguez,  
Leonel Marrero Artabe,  
Yunel Pérez Hernández,  
Elianis Alfonso Negrín,  
Lisdayni Permoy Alfonso,  
Alberto Bello Alfonso,  
Yasel Cabrera Alonso  
Yaudelkis Quiñones Fernández

Presidente  
Comité Organizador

Presidente  
Comité Científico





## CONVENCIÓN INTERNACIONAL

DE CIENCIA, TECNOLOGÍA  
E INNOVACIÓN

Del 31 de octubre al 4 de noviembre de 2016  
Palacio de las Convenciones de La Habana, Cuba

EL COMITÉ ORGANIZADOR DE LA  
CONVENCIÓN INTERNACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN  
TIENE EL HONOR DE CONCEDERLE EL PRESENTE

### CERTIFICADO

*A.* AMALIA DOMÍNGUEZ SUÁREZ  
YORDANYS MARTÍNEZ DAVALO  
RODOLFO DARIAS RODRÍGUEZ  
LEONEL MARRERO ARTABE

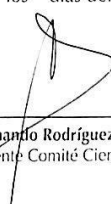
Estudiantes: Elianis Alfonso, Lisdayni Permoy, Alberto Bello,  
Yasel Cabrera, Yaudelkis Quiñones y Lisbet Álvarez  
por su participación en el evento:

I CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIAS E INNOVACIÓN  
INCLUSIVAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE CIDERS'2016

Título de la ponencia:

APLICACIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE  
FRIJOL COMÚN EN COOPERATIVAS AGROPECUARIAS.

Dado en La Habana, Cuba, a los      días del mes de noviembre de 2016

  
Msc. Armando Rodríguez Batista  
Presidente Comité Científico

*Cuba, un país de hombres de ciencia*



## **Integración Universidad Agricultura: una experiencia en la producción de frijol común en condiciones de secano**

### **Integration University Agriculture: An experience in the production of common bean in dry conditions**

**Autores:** Dr. Amalia Domínguez Suárez, MSc. Rodolfo Darías Rodríguez, MSc. Yordany Martínez Dávalos y Dr. Leonel Marrero Artabe

Estudiantes coautores: Lisbet Álvarez Ávila, estudiante de 2do año Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Matanzas

Elianis Alfonso Negrín y Lisdayni Permoy Alfonso, estudiantes 3er año Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Matanzas

Alberto Bello Alfonso, Yasel Cabrera Alonso y Yaudelkis Quiñones Fernández, estudiantes de 4to año Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Matanzas

*Centro de Estudios Biotecnológicos, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Matanzas.*

*Autopista Varadero; Km 3<sup>ra</sup>, Matanzas. Cuba. Teléfono: 261251; móvil: 53363578*

*Email: [amalia.dominguez@umcc.cu](mailto:amalia.dominguez@umcc.cu)*

#### **Resumen**

La investigación se realizó en tres CCS del municipio de Unión de Reyes, Matanzas, donde los productores de frijol lo cultivan en condiciones de secano. Constó de dos etapas: la primera (octubre 2014-febrero 2015), donde se llevó a cabo actividades de capacitación, con el objetivo de contribuir a elevar el conocimiento de los productores sobre aspectos de interés en el cultivo de frijol. El programa de las actividades de capacitación se confeccionó con la información obtenida de las entrevistas no formales realizadas a productores y el informe final del taller interactivo: Diagnóstico Integral de la cadena de valor frijol en las provincias de Guantánamo y Matanzas. Caso Unión de Reyes. En la segunda etapa (Marzo 2016), se entrevistaron nuevamente a los productores y se recogió la información sobre la variedad de frijol cultivada, fuente de adquisición de la semilla y rendimiento, con el objetivo de evaluar el impacto de la capacitación y el comportamiento productivo de las variedades cultivadas en las CCS, en condiciones edafoclimáticas. Se pudo concluir que la integración universidad- Agricultura a través de la capacitación tuvo un efecto positivo sobre los productores de las CCS, lo que se manifiesta en un mayor conocimiento de las variedades y realizar la adquisición en la Empresa de semilla. El rendimiento del cultivo varió en dependencia de la cantidad de veces que llovió (1-3). Todas las variedades disminuyeron su rendimiento al disminuir las precipitaciones, pero todas no respondieron de igual forma. La variedad Tomeguín tuvo un comportamiento más tolerante y CC25-9 N más susceptible.

**Palabras claves:** Cooperativa Créditos y Servicios (CCS), frijol común, rendimiento productivo, sequía.

CD Memorias XX Congreso Científico. Instituto Nacional de Ciencias Agrícola, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, del 23- 25 noviembre, 2016. ISBN: 978-959-7023-89-0.

## **TOLERANCIA AL DÉFICIT HÍDRICO DE VARIEDADES DE FRIJOL COMÚN EN CONDICIONES DE SEQUÍA EN CAMPO.**

### **WATER DEFICIT TOLERANCE OF COMMON BEAN UNDER DROUGHT FIELD CONDITTION.**

Autores: Amalia Domínguez Suárez, Rodolfo Darias Rodríguez, Leonel Marreo Yordany Martínez Dávalos y Leonel Marrero Artabe.

Estudiantes: Elianis Alfonso, Lisdayni Permoy, Alberto Bello, Yasel Cabrera, Yaudelkis Quiñones y Lisbet Álvarez

Centro de Estudios Biotecnológicos, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Matanzas. Cuba.

#### **Resumen**

Seleccionar variedades de frijol tolerantes a la sequía puede constituir una estrategia que permitan minimizar el efecto del déficit hídrico sobre el rendimiento y la calidad del grano de frijol cultivado. El objetivo del presente trabajo fue identificar variedades más tolerantes a la sequía, en la finca Sabanilla de la CCS Sabino Pupo, Unión de Reyes. Se utilizó un diseño en bloque al azar, con tres repeticiones. La siembra se hizo en tres hileras de 7 m de largo X 0,60 m de ancho, por repetición. Fueron evaluadas las características fenológicas e indicadores de rendimiento de ocho variedades de frijol común (CC 25-9 colorado, BAT 58, Güira 89, CC 25-9 blanco, CC 25-9 negro, Tomeguín, Velazco largo y BAT304.), en condiciones diferentes de riego, cuatro riegos (sequía) y 10 riegos (condiciones óptimas de humedad). Con los datos de rendimientos en las dos condiciones de humedad se calcularon el índice reproductivo (IR) y el porcentaje de pérdidas del rendimiento. El análisis estadístico fue realizado utilizando el programa InfoStat versión 2011. Se llegó a la conclusión que las variedades que tuvieron el comportamiento más tolerante en las condiciones de experimentación fueron: Tomeguín, BAT 304 y CC 25-9 colorado y las más susceptible: Velazco Largo y CC 25-9 negro.

**Palabras clave:** frijol común, riego, tolerancia a sequía, rendimiento, criterios de selección.



*El futuro de nuestra Patria  
tiene que ser necesariamente  
un futuro de hombres de  
letrados*

*Cardelino*



**XLVI Jornada Científico Estudiantil de la Universidad de  
Matanzas**

**2018**

**El Comité Organizador otorga el presente Reconocimiento a:**

*Alberto Mello Alfonso*

**Por participar con el trabajo titulado:**

*Comportamiento productivo de los variedades de frijol común en condiciones de  
sequia en la CCS "Sabino Pupo"*

Dado en Matanzas el 17 de mayo de 2018

*Roberto Vizcón Toledo*

**Dr.C. Roberto Vizcón Toledo**

Vicerrector de investigaciones y Postgrados

*Sarahí Márquez Jordán*

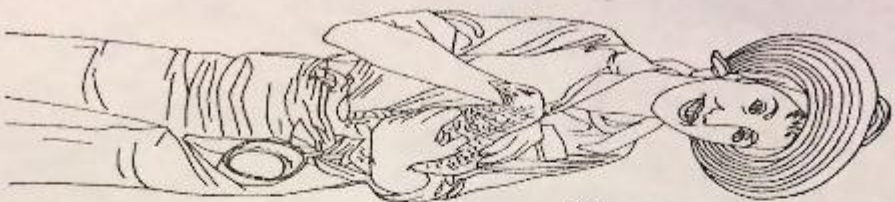
**Sarahí Márquez Jordán**

Presidenta de la FEU



UNIVERSIDAD DE MATANZAS  
Facultad de Ciencias Agropecuarias  
**JORNADA CIENTÍFICA ESTUDIANTIL**

# RECERDOSAS RECOR






**A la ponentia:** *Comportamiento productivo de dos variedades de frijol común en condiciones de sequia en la C25 "Sabino Pupo"*

**Autores:** Alberto Bello Alfonso

Por haber obtenido la categoría de RELEVANTE  
en la **Jornada Científica Estudiantil de nuestra facultad**

Dado en la Ciudad de Matanzas, a los 17 días del mes de Mayo de 2018.

  
SOCIEDAD CIENTÍFICA  
ESTUDIANTIL

  
  
VICEDECANO  
INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO





**XLVI Jornada Científico Estudiantil  
de la Universidad de Matanzas  
2018**

El Comité Organizador de la XLVI Jornada Científico  
Estudiantil de otorga el presente:

**RECONOCIMIENTO**

A favor de:

*Alberto Bello Alfonso*

Por haber obtenido el Premio **DESTACADO** en el  
tribunal:

*5<sup>to</sup> Año*

Dado en Matanzas el 17 de mayo de 2018

*[Signature]*  
Dr.C. Leyda Finalé de la Cruz  
Rectora  
RECTOR

*[Signature]*  
Sarahí Márquez Jordán  
Presidenta de la FEU  
Universidad de  
Matanzas  
FEU

