

**FACULTAD DE
CIENCIAS NATURALES y AGROPECUARIAS
CARREAR DE AGRONOMÍA
Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero
Agrónomo**

Comportamiento agronómico del cultivo de Frijol Caupí (*Vigna unguiculata*), bajo riego con agua tratada magnéticamente

Autor: Danelis Ramírez Rojas

Tutor: MSc. Roberto Batista Valcarcel
DrC. Mamna Victoria Daley Pollato

Holguín, 2022

Agradecimientos

Quiero agradecer al claustro de profesores que hicieron posible mi formación como futuro profesional.

A todas aquellas personas que aportaron un poco de su solidaridad en los éxitos de mis resultados.

A mi tutor Ing. Roberto Batista Valcarcel

Al profesor paredes e investigadores involucrados en este trabajo.

A mis compañeros del aula

A todos mi eterna gratitud.

Dedicatoria

A mis padres, que hicieron posible la culminación de esta etapa de mis estudios.

A mis queridos hijos que ha sido mi motor impulsor

y a mi esposo que siempre me estuvo apoyando

Resumen

Esta investigación se llevó a cabo en el período comprendido del 11 de mayo 2022 al 19 de julio 2022, en áreas de la finca del productor Yoel Montero García de la CCS “José Antonio Echeverría”, carretera de Veguita, del municipio de Banes, donde predominan los suelos Pardos con carbonato. La misma se realizó, con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de Frijol Caupí (*Vigna unguiculata*), regado con agua tratada magnéticamente. Utilizándose para ello un diseño experimental de bloques al azar con tres réplicas, evaluándose a través del paquete estadístico InfoStat ver del 2016 mediante análisis de varianza con diferencias significativas entre los tratamientos realizando la prueba de comparación múltiples de medias Tukey para un nivel de significación del 5% evaluándose los siguientes componentes vegetativos: grosor del tallo, largo del tallo, ancho de la hoja, longitud de las hojas y rendimiento, donde los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos con aguas magnetizadas en el riego.

Palabras claves: InfoStat, Tukey,

Abstract

This investigation was carried out in the period from May 11, 2022 to July 19, 2022, in areas of the farm of the producer Yoel Montero García of the CCS "José Antonio Echeverría", Veguita highway, in the municipality of Banes , where Brown soils with carbonate predominate. It was carried out with the objective of evaluating the agronomic behavior of the Caupí Bean (*Vigna unguiculata*) crop, with water magnetically treated. Using an experimental design of randomized blocks with three replications, evaluating through the statistical package InfoStat see of 2016 through analysis of variance with significant differences between treatments, performing the multiple comparison test of Tukey means for a level of significance of 5 % evaluating the following vegetative components: stem thickness, stem length, leaf width, leaf length and yield, where the best results will be obtained in treatments with magnetized water in irrigation.

Key Words: InfoStat, Tukey,

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	1
2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Origen y diseminación	4
2.2 Importancia económica y alimentaria	5
2.3 Valor nutritivo del género Vigna.....	5
2.4 Taxonomía.....	6
2.5 Producción mundial de frijol caupí. Su comportamiento en Cuba.	7
2.6 Características Botánicas	7
2.7 Fases y etapas de desarrollo en la planta (fase vegetativa y reproductiva)	9
2.8 Condiciones edafoclimáticas para la producción de caupí	9
2.9 Suelos apropiados	10
2.10 Época de Siembra.....	10
2.11 Distancia de Siembra y Cantidad de Semilla a Emplear.....	11
2.12 Norma de semilla para sembrar frijol Vigna.	12
2.13 Principales enfermedades	12
2.14 Principales plagas del frijol caupí	13
2.15 Métodos de control Cultural	13
2.16 Especies de frijol Caupí (Vigna unguiculata) más utilizadas en Cuba como alimento humano y nombres más comunes. (MINAG, 2000)	14
2.17 Generalidades sobre el uso de agua magnetizada en la agricultura	17
MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. Localización y condiciones experimentales.....	21

3.2. Comportamiento de las variables del clima durante el período experimental	21
3.3. Diseño experimental y tratamientos evaluados.....	21
3.4. Siembra y atenciones culturales.	22
3.5. Materia les utilizados.....	22
3.6. Variables evaluadas.....	23
CONCLUSIONES	30
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1 INTRODUCCIÓN

La producción mundial de este grano está calculada en aproximadamente unos 2,5 millones de toneladas métricas cosechadas en 9 millones de ha; Nigeria y Brasil reportan producciones de 850000 y 600000 toneladas, respectivamente. Actualmente es cultivada en América del Norte, A. Central, en el Caribe y en varios países de A. del Sur. El rendimiento mundial oscila de 0,4 a 3,8 t/ha. El rango de producción en Cuba está en valores extremos comprendidos entre 0,6 y 2,0 t/h (MINAG, 2000).

Esta es una especie de legumbre capaz de mitigar el efecto del cambio climático, su producción en Cuba en los últimos años se ha incrementado llegando a establecer áreas que sobrepasan las 7738 ha con una producción de 5469 toneladas y rendimientos de 0,706 t.ha⁻¹ (Gómez, 2010). Se perfilan como buenos recursos proteicos y de otros nutrientes de fácil acceso y bajo precio, siendo una alternativa para mitigar la malnutrición presentada en los países de tercer mundo (Vargas, 2012).

Las especies del género *Vigna* son leguminosas que por su origen tropical y sub-tropical están adaptadas a las condiciones agroclimáticas de Cuba. Se cultivan para utilizar los granos en la alimentación humana, como hortaliza para la producción de vainas tiernas, granos verdes y en forma de semillas germinadas o brotes. En la alimentación animal se usan como forraje, heno y ensilaje. Por su rusticidad, corto ciclo y el volumen de biomasa que producen, constituyen una fuente de materia orgánica para utilizar en los sistemas de rotación de cultivos como abono verde para la recuperación de suelos pobres y degradados por el uso agrícola intensivo. La capacidad de cubrir totalmente el suelo le permite conservar la humedad y proteger el suelo de la erosión provocada por las lluvias. Las perspectivas nacionales de ampliar la superficie de siembra y el nivel de consumo de estas especies hacen necesario brindar a los productores orientación técnica, sobre aquellos aspectos relacionados con el manejo agronómico del cultivo (MINAG, 2000).

En el Caribe es básico en la dieta de países como Cuba y Haití según *Rodríguez et al., 2009*, que, junto al arroz, constituye un plato cotidiano en la dieta de nuestro pueblo.

En los Lineamiento de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución

aprobados en su sexto congreso y en la conferencia Nacional del Partido Comunista de Cuba, se destaca asegurar la producción de granos que garanticen el incremento de la producción y la gradual reducción de las importaciones, donde la producción de frijol constituye un reto a resolver (PCC, 2012).

La provincia de Holguín con una siembra de alrededor de 4000 ha sido en los últimos años la principal productora de este grano, destacándose la zona de Velasco donde se siembran aproximadamente 1500 ha. Anuales. El caupí aunque resulta poco agradable al paladar de algunas personas y es atacado con relativa facilidad por los gorgojos tiene valores nutricionales y productivos de tenerse en cuenta, por lo que un mejoramiento de la calidad nutricional de este grano puede influir decisivamente en el incremento de una nutrición sana y adecuada en micronutrientes como hierro y zinc que permita mejorar los niveles de salud (Chaveco, 2008).

La producción de alimentos, la seguridad alimentaria y el cambio climático están intrínsecamente vinculados, ya sea en forma de sequías, inundaciones, huracanes o la acidificación del suelo, el cambio climático incide en todos los niveles de la producción de alimentos, así como, a la larga en la inestabilidad en los precios de los alimentos y en la seguridad alimentaria de las comunidades agrícolas afectadas (FAO, 2016)

Por lo tanto, el éxito de los esfuerzos para desarrollar las economías rurales y erradicar la pobreza rural también dependerá esencialmente de que se fomente la resiliencia ante el cambio climático en los sistemas agrícolas especialmente en aquellos gestionados por pequeños agricultores y de la adopción generalizada de prácticas de gestión de la tierra, los recursos hídricos, la pesca y la actividad forestal que sean sostenibles desde el punto de vista ambiental, social y económico (Porter *et al.*, 2014).

En el municipio de Banes la producción de caupí es tradición, aunque se ha visto limitada en los últimos años por la disponibilidad de semillas, el efecto de la sequía, el ataque de plagas y enfermedades, así como la imposibilidad de conservar las producciones. Sobre la base de lo expuesto para favorecer a la estrategia de soberanía alimentaria del país y ampliar la biodiversidad local del municipio se propuso la evaluación del comportamiento agronómico de cuatro

cultivares del frijol caupí (*VIGNA UNGUICULATA*), en época de (mayo-junio), municipio Banes, planteando lo siguiente:

Por lo antes expuesto el **Problema científico** de nuestro trabajo es ¿Cuál será el comportamiento agronómico del cultivo de Frijol Caupí (*Vigna unguiculata*), bajo riego con agua tratada magnéticamente?

Hipótesis

Si se determina el comportamiento agronómico del cultivo de Frijol Caupí (*Vigna unguiculata*), bajo riego con agua tratada magnéticamente, en la finca Dos Palmas de la CCS “José Antonio Echeverría” del municipio Banes, entonces los resultados productivos se verían favorecidos con la aplicación del mismo.

Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de Frijol Caupí (*Vigna unguiculata*), bajo riego con agua tratada magnéticamente.

Objetivos específicos

- Seleccionar el tiempo de aplicación de riego con agua tratada magnéticamente que reporta los mejores resultados en el cultivo del frijol caupí (*Vigna unguiculata*)
- Valorar desde el punto de vista económico los resultados de la investigación.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origen y diseminación

El frijol caupí es conocido por diversos nombres comunes como frijol de vaina, chícharo de vaca, arveja de vaca, frijol bejuco, frijol de costa, alazín, castilla entre otros. Santiesteban et al., (2001) citando a otros autores afirman que el género *Vigna* se cultiva entre los 35° N y los 30° S , siendo tolerante a la sequía, a la baja fertilidad de los suelos y a las altas temperaturas.

La especie *Vigna unguiculata Lin* es una legumbre procedente de África occidental, con un viaje relativamente temprano a Asia, en el tercer milenio antes de Cristo. Su producción y consumo está extendida por Asia, África especialmente en el Sahel, que copa la mayor parte de la producción mundial, Europa meridional y América Central y del Sur (Agronet, 2010).

Es originaria de África Central aunque otros investigadores afirman que es originario de la India, siendo introducido a América por los colonizadores Españoles. El caupí ha sido ampliamente estudiado y cultivado en África, India, EE.UU. Cuba, Venezuela y Brasil. En Centroamérica se usa marginalmente por grupos de agricultores en el sur de Honduras y norte de Nicaragua, pero no se ha hecho mucha investigación ni esfuerzos de diseminación (CIDICCO, 2004).

En la actualidad existe un gran número de variedades comerciales, tanto de guía como arbustiva, con diversos colores de grano: crema, café, rojo y negro, siendo la de grano rojo la más utilizada en Nicaragua (MAG, 1991). En Costa Rica el MAG, (1991) cita que este cultivo ha alcanzado su mayor difusión en el Pacífico Seco hasta los 200 msnm, donde la disponibilidad de terrenos mecanizables es mayor que en otras zonas, reportándose rendimientos promedios de 2 a 2.5 t ha⁻¹.

El frijol caupí se encuentra poco difundido en nuestros campos, probablemente se debe al poco conocimiento que se tiene de este frijol a pesar de los múltiples beneficios que aporta. La realización del presente trabajo de investigación genera información sobre la producción de semilla del caupí y una breve descripción del material utilizado.

Dentro del género *Vigna* se encuentran el frijol carita o caupí (*Vigna unguiculata Sub sp unguiculata*), la habichuela china (*Vigna unguiculata Sub sp sesquipedalis*) y el frijol chino o verde (*Vigna radiata*), los cuales constituyen una alternativa importante de proteínas, calorías y minerales para la alimentación humana y animal durante la época de primavera-verano donde las condiciones climáticas prevalecientes abundantes precipitaciones y altas temperaturas) son limitantes para otros cultivos de leguminosas (MINAG, 2000)

2.2 Importancia económica y alimentaria

Las semillas de estas plantas tienen propiedades valiosas principalmente por su alto contenido de proteínas, mayor que cualquier otro producto vegetal y que casi se aproxima al de la carne. Una vez maduras pierden fácilmente humedad permitiendo almacenarse sin peligro; gracias a esta propiedad y a la presencia de tegumentos bastantes impermeables las convierten en plantas de cultivos de enorme interés.

Además, tiene buena cantidad de materias, minerales y vitaminas como A y B, su valor energético es muy elevado (Cubero y Moreno, 1983).

Sus propiedades agrícolas y nutricionales, así como su capacidad para coexistir con otros cultivos en regiones semiáridas, le dan un lugar de relevancia en el mapa general de las legumbres secas (FAO, 2016).

Es una leguminosa muy valiosa en la alimentación, se aprovechan tanto las semillas como las legumbres verdes que poseen muy buen sabor, como planta forrajera, la *Vigna* se cultiva para pasta del ganado bovino y ovino. Este cultivo se encuentra entre los granos más importante de África Asia y algunas regiones de Sudamérica, constituyendo la mayor fuente de proteína de la dieta humana en esas zonas (Agronet, 2010).

2.3 Valor nutritivo del género *Vigna*

Tabla No. 1. Valor nutritivo del género *Vigna*.

Composición	Frijol Carita	Habichuela china	Frijol Verde
Agua %	8,0	90,5	11,0
Proteína %	23,4	2,0	20,4
Hidratos de carbono g %	60,8	6,6	65,6
Fibra %	4,7	1,2	4,7
Lípidos %	1,29 ⁽¹⁾	0,2	0,54
Cenizas %	3,40	0,7	3,2
Calcio mg/100 g	96,04	55,0	145,0
Fósforo mg/100 g	443,60	45,0	
Hierro mg/100 g	5,44	1,70	7,8
Vit A mg/100 g		0,53	
Vit B ₁ mg/100 g		0,08	0,41
Vit B ₂		0,11	0,17
Niacina mg/100 g		0,60	2,0
Vit C mg/100 g		18,0	5,0
Valor calórico (Kcal/100 g)	341,4		334,0
Azucares totales %	3,86		

⁽¹⁾ Cerca del 66 % constituyen ácidos grasos insaturados

2.4 Taxonomía

El género *Vigna* es muy variable y complejo desde el punto de vista morfológico. Se han reconocido cerca de 160 especies silvestres y cultivadas, las mismas se enmarcan en:

Clase *Dicotiledóneas*,

Orden *Rosales*,

Familia *Leguminosae*,

Subfamilia *Papilionoidae*,

Tribu *Phaseoleae*,

Sub tribu *Phaseolinae*.

Se encuentra integrado por varias especies y sub-especies, de las cuales generalmente se utilizan para la alimentación humana en Cuba *Vigna unguiculata*, *Vigna radiata* y *Vigna umbellata*.

2.5 Producción mundial de frijol caupí. Su comportamiento en Cuba.

El cultivo del caupí ocupa un lugar importante en el mundo, con una siembra anual de más de 9 millones de hectáreas y una producción de grano superior a 2,5 millones en la cuenca del mediterráneo, siendo el continente africano la zona geográfica de mayor producción con las dos terceras partes del total mundial. Para algunos países de esta región el caupí aporta más del 50 % del total de proteínas consumidas, por lo que desempeña un importante papel en la seguridad alimentaria de esos países. (Chaveco et al.2006).

Se estima que 14 millones de hectáreas son cultivadas en todo el mundo, de las cuales 9,5 millones se realizan en el continente africano con rendimientos reducidos (< 600 kg ha⁻¹), en razón al pobre potencial genético de los cultivares utilizados y por cambios en el régimen de lluvias de las zonas productoras (López et al.2001). En Colombia para la cosecha del año 2008, fueron cultivadas en los departamentos de la Costa Atlántica alrededor de 14,457 ha con rendimiento de 600 kg ha⁻¹ (Agronet 2010).

Hasta hace poco tiempo el caupí en Cuba se sembraba y consumía en pocos lugares, siendo en la región oriental del país, principalmente en la provincia de Holguín, donde más se cultivaba y consumía. Actualmente se ha extendido su cultivo a otras regiones del país y la experiencia ha demostrado su gran capacidad de adaptación a diferentes condiciones, pudiendo soportar periodos de abundantes lluvias y a la vez también presenta cierta tolerancia al estrés por sequía

2.6 Características Botánicas

El período vegetativo de la Vigna depende de las variedades. En variedades tempranas es de 60-80 días de duración, semitardías 120 días y tardías más de 120 a 150 días estas últimas maduran solo en los trópicos. Los brotes cultivados a temperaturas óptima 25 °C salen a los 4-6 días de la siembra (Ustimenko y Bakumovski, 1982).

Tallo.

La ramificación de los tallos en todas las variedades de Vigna comienza 30-35 días después de la aparición de los brotes. En este período se forman intensamente el sistema radicular, aunque se retiene el crecimiento del tallo axial 0.1- 0.2 en la africana (Ustimenko y Bakumovski, 1982). Los tallos del caupí son glabrosos y poco ramificados (Binder, 1997).

Raíz.

El caupí presenta un sistema radicular profundo que hace posible sembrarse en zonas cuya precipitación sea de 250 a 1000 mm (Binder, 1997). Ramas. La ramificación comienza de dos a tres semanas después de la emergencia. Las ramas son útiles para aumentar el rendimiento cuando el número de plantas es bajo. Sin embargo, no puede aumentarlo cuando el número de plantas en el terreno es muy bajo (Binder, 1997).

Hojas.

Las hojas son trifoliadas, de color verde intenso, de aspecto grueso con presencia de pubescencia. Foliolos aovados a lanceolados, foliolo terminal de mayor tamaño que los laterales que son oblicuos y puntiagudos (Binder, 1997).

Flores.

Las flores blancas amarillentas o azul violeta hasta 3 cm de largo. El primer tallo floral se desarrolla en la parte media de la planta, en la axila entre hoja y tallo. A partir de la parte media la floración progresa hacia arriba y hacia abajo. De las flores apretadas en el ápice del pedúnculo de toda la inflorescencia solo de 3 a 4 se

convierten en vainas.

Fruto.

El fruto o legumbre es cilíndrico, colgante, recto o ligeramente curvado y comprimido sobre la semilla, con pergamino, liso y dehiscente.

Semilla.

La semilla varía en cuanto a tamaño, color y textura. Los colores pueden ser blanco, amarillo, púrpura, rojo, café, y pardo. Superficie arrugada o lisa con una longitud de 4 a 8 x 3 a 4 mm (Binder, 1997)

2.7 Fases y etapas de desarrollo en la planta (fase vegetativa y reproductiva)

El desarrollo del cultivo del frijol tiene dos fases: la vegetativa y la reproductiva. La primera abarca desde la germinación de la semilla hasta el comienzo de la floración y la segunda se extiende desde la floración hasta la madurez de cosecha.

Fase vegetativa: se inicia cuando se le brindan a la semilla las condiciones para iniciar la germinación y termina cuando aparecen los primeros botones florales en las variedades de hábito de crecimiento determinado, o los primeros racimos en las variedades de hábito de crecimiento indeterminado.

Fase reproductiva: se encuentra comprendida entre el momento de la aparición de los botones florales o los racimos y la madurez de cosecha.

2.8 Condiciones edafoclimáticas para la producción de caupí

Suelo:

Las especies del género *Vigna* pueden ser cultivadas en casi todos los suelos, se desarrollan bien, en aquellos con contenidos medios de materia orgánica, sueltos y de fertilidad media. Presentan una alta capacidad de supervivencia en condiciones de baja fertilidad y en suelos ácidos; los suelos con pH superior a 5,5 son considerados adecuados para el cultivo. Produce altos rendimientos en suelos arenosos y arcillosos, no así en tierras húmedas y pantanosas. No resiste el encharcamiento de los suelos.

Temperatura:

Este cultivo está adaptado al clima tropical, situándose el rango de temperatura más idóneo para su desarrollo entre 20 y 35°C. Las temperaturas nocturnas entre 19° y 24°C favorecen el crecimiento, floración y producción de vainas y granos. La existencia de temperaturas por debajo de 18°C afecta el desarrollo de la planta. Si este período se prolonga, ocurre una gran producción de ramas con una consecuente reducción del rendimiento.

El género **Vigna** tiene alta resistencia a la sequía, principalmente los cultivares postrados indeterminados.

Luminosidad:

Una buena luminosidad favorece el cuajado de los frutos y fortalece el aumento de la producción. El fotoperíodo óptimo para la inducción de la floración es de 8 a 14 horas.

La reducción de la luz propicia un desarrollo achaparrado o rastrero de la planta, con un efecto negativo en los rendimientos.

Humedad:

Es resistente a la sequía y una excesiva humedad ambiental favorece la proliferación de enfermedades. Asimismo puede ocasionar el manchado de los granos cuando las cosechas coinciden con las épocas de alta humedad o lluvias. La humedad del suelo es un factor importante en las primeras etapas de desarrollo de las plantas y su falta o exceso en la floración ocasiona caída de flores, reduciendo la producción significativamente. (Albán, noviembre 2012).

2.9 Suelos apropiados

El fríjol Caupi es una planta rústica que se adapta a una gran diversidad de suelos, puede tolerar la acidez, pero no la alcalinidad ni la salinidad. Prospera bien en suelos ligeros, bien drenados, profundos, de fertilidad media a alta y con un pH neutro a ligeramente ácido (5.5. a 6.6.). No tolera suelos con mal drenaje. (García y Chaveco 1996; Valladolid, 1998; García, 1998; Quintero y Gil ,2008 y Aspramor, 2013).

2.10 Época de Siembra

El período de siembra para la producción de granos abarca desde marzo hasta agosto, los meses óptimos son abril, mayo y junio. En Cuba las siembras a partir de septiembre pueden limitar el crecimiento, uniformar la madurez y agrupar la cosecha por la menor incidencia de horas luz y bajas temperaturas. Esto puede afectar a las variedades indeterminadas que cambian su hábito; y todas, por lo general, son más afectadas por la incidencia de virus, con la disminución de los rendimientos.

Si tomamos en cuenta que la literatura reporta que las exigencias del caupí se asemejan a la del maíz y que soporta la sequía y el calor, este cultivo puede sembrarse en Cuba durante todo el año, no obstante, las siembras que se efectúan en esta región entre los meses de diciembre y febrero son afectadas por la roya y el mildiu. La época óptima se enmarca entre los meses de marzo y junio. En septiembre y octubre sólo deben de sembrarse las variedades erectas tales como el titán, el IITA-precoz e INIFAT-93. En sentido general las siembras deben de efectuarse de manera tal que la cosecha no coincida con la etapa lluviosa (García ,1998).

2.11 Distancia de Siembra y Cantidad de Semilla a Emplear

La distancia de siembra debe de estar en función de la variedad, la época, el destino de la cosecha, señalan algunos autores que por término medio la cantidad necesaria de semilla para una hectárea oscila entre 35. 0 y 67.3 kg y la distancia entre surcos va desde 0.50 m hasta 0,90 m en dependencia del hábito de crecimiento de la variedad (García ,1998).

La cantidad de semilla a emplear estará en función de la época, la variedad, tamaño del grano, destino de la cosecha, pero generalmente oscila entre 16 y 25 kg.ha-1 (García ,1998).

Cuñarro *et al* (2013) estudiando diferentes densidades de siembra para condiciones de secano y variedades semi postradas en la región Sur de Angola encontró que la densidad de 71 428 y 74 074 plantas por hectáreas son las mejores para estas condiciones

2.12 Norma de semilla para sembrar frijol Vigna.

Tabla No.2. Norma de semilla para sembrar frijol Vigna

Erro! A origem da referência não foi encontrada .Peso de 100 semillas (g)	Distancias de siembra (m)/norma de semilla ⁽¹⁾ (kg/ha).			
	0.70 x 0.10	0.70 x 0.15	0.90 x 0.10	0.90 x 0.15
8	11.5	8.0	9.0	6.2
10	14.2	9.9	11.1	7.7
12	17.4	11.9	13.1	9.3
14	19.8	13.8	15.5	10.8
16	22.7	15.9	17.7	12.4
18	25.5	17.8	19.9	13.9
20	28.4	19.8	22.2	15.5
22	29.2	21.7	24.4	17.0

24	34.0	23.8	26.6	18.6
26	36.9	25.8	28.8	20.2

(1) Se considera un 100 % de germinación

2.13 Principales enfermedades

Las enfermedades que afectan al frijol caupí en Latinoamérica difieren muy poco de las encontradas en otras áreas del mundo, excepto algunos virus. En Cuba se reportan como enfermedades de las vinas las siguientes *Cercospora sp.*, *Chonefora cucurbitarum*, *Erysiphe poligoni*, *Fusarium oxysporum*, *Sclerotium rolfsii*, *Uromyces appendiculatus*, *Alternaria sp.* y *Acrosporium sp.* En el caupí son reportados 28 virus pero en Cuba sólo se reporta el virus del mosaico del Caupí (García, 1998).

2.14 Principales plagas del frijol caupí

El ataque de insectos es la principal causa de los bajos rendimientos en el frijol caupí en Latinoamérica, pudiendo mermar los rendimientos en cosecha hasta un 75 % o más, en almacenes las pérdidas producidas por *Callosobruchus sp.* (pueden ser de hasta un 100 %). Hemos podido apreciar que las principales afectaciones por insectos en esta región, las causan la *Empoasca sp.*, los pulgones *Aphis craccivora*, y los crisomélidos *Cerotoma fascialis* y las enfermedades que más daños causan son: La *Cercospora sp.*, la roya (*Uromyces appendiculatus*) y *Chonefora cucurbitarum* (Carrillo, 2010).

Dentro de los insectos de más importancia reportados en Cuba tenemos la *Empoasca sp.*, *Aphis sp.*, *Diabrotica balteata*, *Agramiza sp.*, *Callosobruchus sp.* y se reportan como enfermedades de las vinas las siguientes *Cercospora sp.*, *Chonefora cucurbitarum*, *Erysiphe poligoni*, *Fusarium oxysporum*, *Sclerotium rolfsii*, *Uromyces appendiculatus*, *Alternaria sp.*, *Acrosporium sp.* (García, 1998).

Según Carrillo (2010); las principales plagas del frijol caupí son las siguientes: **Gusanos de tierra; gusanos cortadores o trozadores** *Agrotis ipsilon*, (Hufnagel,

1766), *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782)

2.15 Métodos de control Cultural

- Realizar labranzas adecuadas y profundas con la finalidad de exponer los estados de conservación (pupas y adultos) a la acción de sus controladores biológicos.
- Eliminar plantas hospederas de bordes y acequias.
- Eliminación del rastrojo de cultivos anteriores y de toda maleza.
- Buena preparación del suelo con araduras o gradeos profundos para exponerlos estados de conservación a la acción de factores físicos o biológicos.
- Mantener campos libres de malas hierbas, en especial la campanilla, tanto en los contornos del campo como dentro del mismo.
- Uso de cultivos asociados: frijol-maíz; frijol-yuca; frijol-caña de azúcar.

2.16 Especies de frijol Caupí (*Vigna unguiculata*) más utilizadas en Cuba como alimento humano y nombres más comunes. (MINAG, 2000)

➤ *Vigna unguiculata sub sp. unguiculata cv-gr. unguiculata*

Frijol carita, frijol negro criollo, frijol chiringa, frijol conguito, frijol maicero, levanta pobre, frijol cancarro, frijol chicharro, frijol precioso, frijol manteca, frijol codorniz, habichuela corta, frijol carne de gallina, frijol caupí, frijol garbanzo.

➤ *Vigna unguiculata sub sp. unguiculata cv-gr. Sesquipedalis*

Habichuela china, habichuela larga, habichuela corta, habichuela criolla, frijol largo, habichuela triple chivo.

➤ *Vigna unguiculata sub sp. unguiculata cv-gr. Biflora*

Frijol carita, frijol precioso.

Antecedentes en estudios sobre comportamiento productivo de variedades de frijol caopí.

Las características más importantes de estas variedades aparecen en las tablas a continuación (MINAG, 2000).

Tabla No. 3. Variedades de frijol caupí para la producción de grano seco.

Erro! A origem da referência não foi encontrada.Frijol Caupí						
Erro! A origem da referência não foi encontrada.Variedades	Color del grano	Días a madurez (Nº)	Rdto (t/ha)	Vainas/planta (Nº)	Granos/vaina (Nº)	Peso 100 semillas (g)
Hábito indeterminado						
<i>Variedades comerciales</i>						
Carita	BLANCO	72-82	1,1	21	16	13,9
Habana 82	ROJO	90-100	1,1	25	12	11,7
Viñales 144 A	NEGRO	90-130	2,0	31	18	10,1
Selección Holguín	NEGRO	80-110	0,9	25	12	13,8
Dame más	ROJO	90-110	1,1	20	14	9,8
Hábito determinado						
<i>Variedades en generalización</i>						
Titán	CREMA	72-80	1,6	22	14	16,0
IITA Precoz	CREMA	64-72	1,4	18	14	15,0
INIFAT 93	ROJO	65-70	1,0	11	15	12,0
INIFAT 94	NEGRO	75-80	1,7	11	13	14,0

Erro! A origem da referência não foi encontrada.Frijol Caupí						
Erro! A origem da referência não foi encontrada.Variedades	Color del grano	Días a madurez (Nº)	Rdto (t/ha)	Vainas/planta (Nº)	Granos/vaina (Nº)	Peso 100 semillas (g)
Trópico	CREMA	75	1,6	9	14	15,0
Cubanita 666	NEGRO	65-70	1,4	14	12	19,0
Incarita Rojo-No.1	ROJO	70-75	1,8	15	10	23,0

En estudios de variedades promisorias de frijol caupí (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) en el valle del Sinú realizados por Araméndiz et al. (2011), encontraron diferencias estadísticas significativas y altamente significativas entre dichas líneas para características vegetativas y reproductivas, dando soporte de que su composición genética difería y que ello se manifestaba principalmente en los componentes del rendimientos: número de vainas por planta, que osciló entre el 19,6 a 21,1 ; número de semillas por vainas, variable para cual se encontraron valores aproximados de 11,0 a 11,9 semillas y rendimiento de grano que oscilaban entre 789,5 a 767,7 kg ha⁻¹.

Pacheco y Pacheco (2016) evaluaron el comportamiento agronómico de ocho líneas de frijol caupí (*Vigna unguiculata* (L) Walp) en el municipio de Cereté Córdoba evaluación en la cual reportaron haber encontrado variabilidad genética entre los cultivares, para variables como la precocidad, ancho de la semilla, peso de las 100 semillas, número de semillas por vaina y longitud de la vaina. Investigación realizada por Mendoza y Muñoz (2015) en nueve cultivares de frijol caupí (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) en el valle del Sinú medio, reportaron presencia de variabilidad genética entre los cultivares estudiados, lo que se sustenta como

diferencias altamente significativas, encontradas en los promedios de las variables ante las condiciones ofrecidas por este ambiente; las variables cuyos promedios diferían estadísticamente fueron peso de la vaina, semillas por vaina, peso de cien semillas, longitud y ancho del grano y rendimiento de grano por hectárea, con valores que oscilaban entre los 2,23 3,13 g; 12,05 14,35 semillas; 13,67-19,77 g; 0,71-0,94 y 0,59-0,67 cm; 0,59-1,61 t. ha⁻¹, respectivamente.

2.17 Generalidades sobre el uso de agua magnetizada en la agricultura

La magnetización

Los campos magnéticos del planeta Tierra oscilan entre 0,04 y 0,06 mt (Militeslas). Encontrándose variación en función a las altitudes, estaciones del año y a la actividad solar (Zúñiga et al., 2016). Las indagaciones realizadas por investigadores indican que los griegos, identificaron en la antigua ciudad de Magnesia unas piedras que tenían la capacidad de atraer al hierro. En la actualidad se conoce que aquellas piedras contienen óxido de hierro magnético a la cual se la denomina magnetita. La palabra magnetismo es empleada para la designación de las propiedades de los imanes. Se ha descubierto que las células de varios microorganismos contienen de 0,5 a 2 % de magnetita, la cual es usada para la orientación en sus movimientos. Las células vegetales pueden realizar procesos de biosíntesis de concentraciones acuosas de 1 y 2 microgramos de Hierro (Fe), mediante el uso de complejos orgánicos solubles (Martínez et al., 2003). Hallazgos de cristales de magnetita formando parte del cráneo de animales como los delfines, las palomas mensajeras y especies de ratones, demuestra la capacidad de los animales para orientarse en sus largos viajes usando las líneas del campo magnético del planeta Tierra. Las plantas pueden exhibir distintos fenómenos de carácter fisiológico, al estar expuestas a campos magnéticos, los investigadores han descubierto efectos en las actividades enzimáticas y absorción de agua de las semillas tratadas, respaldando la teoría de la existencia de los mecanismos no relacionados con el magnetoreceptor (detección de la dirección y sentido del campo magnético) (Teixeira et al., 2014). A mediados del siglo XVIII se inició las investigaciones en Escocia, en función al efecto que producía los campos electromagnéticos sobre las plantaciones de mirto (*Myrtus*

communis), generando mayor crecimiento y florecimiento en las plantas tratadas (Vásquez et al., 2006). (Sarta y Bobadilla, 2004).les efectos artificiales (Borbor y Suárez, 2007).

Dispositivo de tratamiento magnético

Los imanes son una aleación de diferentes metales, poseen dos polos opuestos, el polo norte (N) y el polo sur (S), realizando una atracción entre los dos polos. En las condiciones de atracción del imán se crea el llamado campo magnético o también denominado inducción magnética. La intensidad de la inducción magnética puede ser medida por las unidades Tesla (T) y Gauss (G) (Garibello, 2012).

Los dispositivos de tratamiento magnético se instalan de dos formas: A) Los dispositivos invasivos (fabricados en forma similar a una tubería), se necesita eliminar parte de la tubería de riego instalada en campo, debido a que tiene mayores dimensiones externas con relación a la tubería, sin embargo, internamente tiene las mismas dimensiones. B) Los dispositivos no invasivos se instalan alrededor de la tubería de riego por lo cual no es necesario realizar modificaciones al sistema de riego. (Ali et al., 2014).

El agua tratada magnéticamente se obtiene al pasar el agua de riego a través de electroimanes (flujo de una corriente eléctrica) o imanes que están instalados sobre la tubería del sistema de riego (Khoshravesh et al., 2011). El tiempo de exposición depende de su flujo dentro de las tuberías de los diferentes sistemas de riego, en el caso del riego por goteo el agua estará en contacto con el dispositivo en un intervalo de uno a tres segundos (Patil, 2014).

Efectos de la magnetización en el agua de riego

El agua en condiciones normales posee moléculas caóticas y sueltas, predisponiendo transportes de sustancias contaminantes y toxinas, al interior de cada molécula (Ali et al., 2014). Su estructura química es dos electrones de hidrógeno y un electrón de oxígeno en enlaces covalentes, formando un ángulo de 105° . Por este fenómeno se pueden atraer unas moléculas a otras (Ahmed, 2009). Al recurso hídrico es considera como un imán por tener polos con cargas diferentes, a estas diferencias se las conoce

como polaridad. Pudiendo ser más afín a la polaridad de los compuestos orgánicos de las plantas (Dalal, 2006). Las moléculas de agua de riego van organizándose cuando son sometidas a un campo magnético, reduciéndose el ángulo de formación. Por consiguiente, cada molécula va a estar más cercana de la otra (Reddy et al., 2014).

Las propiedades fisicoquímicas del agua de riego cambian cuando se pone en contacto con el campo magnético (Alkassab y Albach, 2014), produciéndose una elevada solubilidad de las sales como el caso del carbonato de calcio y el incremento de la conductividad eléctrica, promoviendo el aprovechamiento de los nutrientes, motivo por el cual se puede observar un mayor crecimiento de las plantas (Martínez et al., 2003). Los cambios en las propiedades del agua se deben a que contiene partículas coloidales y sustancias iónicas consideradas de fácil susceptibilidad magnética, usándose en el proceso de desalinización del agua de mar para su posterior uso en la irrigación de cultivos (Waqar, 2015). Su uso en el suelo ayuda a la disminución de los valores de pH mejorando la movilización, extracción y absorción de minerales por parte de las plantas, como también una mayor lixiviación de las sales solubles (Jiménez et al., 2013). Además incrementa el contenido microbiológico de los suelos de uso agrícola, induciendo también la resistencia de las plantas a las condiciones ambientales desfavorables (Hassan et al., 2017).

Los estudios en plántulas de pimiento (*Capsicum annum*) y maíz (*Zea mays*) demuestran que los cultivos pueden lograr mayores crecimientos con dosis bajas de fertilizantes nitrogenados (Alfonso et al., 2009). De igual manera se corrobora los efectos de la magnetización en el incremento de los rendimientos en cultivos de tipo industrial: Mostaza (*Sinapis alba*), Tabaco (*Nicotiana tabacum*) y albaricoque (*Prunus armeniaca*); además de su eficacia en las etapas fenológicas con mayores elongaciones de la raíz, como producto de un aumento de la biomasa en cultivos de tomate (*Lycopersicon esculentum* P. Mill.) y algodón (*Gossypium herbaceum*) (Garibello, 2012).

En los microorganismos *Staphylococcus aureus*, *Leclercia adecarboxylata* y *Escherichia coli*, puede reducir el crecimiento celular afectando su viabilidad. Además,

posee un efecto bactericida para la *Pseudomonas aeruginosa* (Moussa & Hozayn, 2018)

Uso del magnetismo en Cuba

El CNEA Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado institución científica de carácter multidisciplinario, fue fundada el 16 de enero de 1992, se encuentra situado en avenida las Américas Santiago de Cuba. Es un centro de investigaciones adscrito al Ministerio de Educación Superior MES de la República de Cuba reconocido como tal luego de su inclusión en el Registro Nacional de Entidades de Ciencia e Innovación Tecnológica de alcance nacional, que en conjunto con otros grupos y centros de investigación de Santiago de Cuba, pertenece al Polo Científico Productivo de la provincia. Es una entidad de ciencias que aplican el electromagnetismo en la industria, la medicina, la agricultura y el medio ambiente, con calidad y profesionalidad para lograr impactos sociales de referencia nacional e internacional.

Resultados Obtenidos por investigadores cubanos.

- 1- Evita la formación de nuevas incrustaciones y elimina las ya existentes
- 2- Permite ahorrar energía en los sistemas tratados
- 3- Aumenta la vida útil de los sistemas ingenieros beneficiados
- 4- Aumento de los rendimientos agrícolas hasta un 20 %
- 5- Mayor poder de absorción de los nutrientes por plantas
- 6- Mayor crecimiento de las áreas vegetativas de las plantas
- 7- Menor duración de las plantas en las casas de posturas o semilleros

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización y condiciones experimentales.

La investigación se desarrolló en el período del 11 de mayo 2020 al 19 de julio 2022, en áreas de la finca del productor Yoel Montero García de la CCS “José Antonio Echeverría”, carretera de Veguita de Banes.

3.2. Comportamiento de las variables del clima durante el período experimental

Durante el período experimental el comportamiento promedio de las variables climáticas fueron como se observan en la Tabla 1, donde las temperaturas medias estuvieron entre los 25 y 29 C⁰ encontrándose en el rango permisible para el desarrollo del tejido vegetal, las precipitaciones no fueron abundantes pero estuvieron bien sobre todo predominando en los periodos críticos del cultivo.

Tabla 1. Comportamiento de las variables meteorológicas.

Mes	Temperatura °c	Precipitación (mm)	Humedad. Relativa
Mayo	24.2	245.4	78
Junio	25.4	94.7	76
Julio	28.9	99.5	72

Fuente: CITMA, Instituto de Meteorología Provincia Holguín, Cuba. INSMET.

Suelo

El ensayo fue montado sobre un Pardo con carbonato (Hernández *et al*, 2015).

3.3. Diseño experimental y tratamientos evaluados.

Se utilizó para ello un diseño experimental de Bloques al azar en franjas, montándose en parcelas de 20 m de ancho por 54 m de largo y 2 m de pasillo entre parcela. (Ruesga y col 2005).

Diseño experimental

T2	T1	T3
T2	T1	T3
T2	T1	T3
I	II	III

Tratamientos.

T1- sin tratamiento

T2- Riego normal por 25 minutos y 25 minutos de riego con agua magnetizada

T3. Riego por 50 minutos con agua magnetizada

3.4. Siembra y atenciones culturales.

Para la siembra se utilizó la variedad INIFAT 93 (Rojo), a un marco de plantación de 0,70m x 0,15m. Tomándose para la evaluación muestras de manera aleatoria, evaluándose con secuencias en dependencia de los indicadores y las fases del desarrollo vegetativo hasta la fase reproductiva o floración y cosecha.

Las atenciones culturales se realizaron al cultivo según guía técnica: Mejora genética y manejo del cultivo del frijol caupí para la producción en Cuba (MINAGRI, 2010).

Número de semillas sembradas: 28700 (7 libras). Cantidad de riegos acondicionados magnéticamente aplicados: 7 riegos (4 de julio de 2022)

3.5. Materia les utilizados

- Arado de bueyes
- Yunta de bueyes
- Cinta métrica

- Pesa en libras
- Pie de Rey
- Semillas de frijol.

3.6. Variables evaluadas.

- Grosor del tallo. Se realizó con ayuda de un pie de rey tomando como punto para las mediciones a 5 cm de la base del suelo.
- Altura de la planta: Se muestrearon 10 plantas al azar en cada parcela experimental para un total de 30, a las que se le realizó con ayuda de una cinta métrica las mediciones desde la base del suelo.
- Ancho de la hoja. Se muestrearon 10 plantas al azar en cada parcela experimental para un total de 30, a las que se le midió con la ayuda de una cinta métrica el ancho más largo de las hojas por plantas.
- Largo de la hoja. Se muestrearon 10 plantas al azar en cada parcela experimental para un total de 30, a las que se le midió con la ayuda de una cinta métrica el largo más largo promedio de hojas por plantas.
- Efectividad de las aplicaciones. Se tuvo en cuenta las mediciones de cada variable en comparación con los resultados del tratamiento testigo.
- Rendimientos ($t\ ha^{-1}$): Peso en kg de todos los granos obtenidos por parcela y luego llevarla a una hectárea.

3.7. Valoración económica de los resultados

Precios de los productos utilizados (MINAG, 2015).

Los gastos del cultivo fueron obtenidos por la carta tecnológica del cultivo del MINAG que es de (según carta tecnológica)(regulación de los nuevos precios).

Para la evaluación de los resultados tuvimos en cuenta los indicadores económicos según (Trujillo y col 2007) y que relacionamos a continuación:

Se calculó como sigue: $V_p=R \times V_1$

Dónde:

V_p - valor de la producción (CUP. ha^{-1}).

V_1 - valor de 1 t de Pimiento (CUP).

R - rendimiento alcanzado en cada uno de los tratamientos (t. ha^{-1}).

- Costo de producción (CUP. ha^{-1}): Suma de gastos incurridos en el proceso productivo, para cada uno de los tratamientos.
- Ganancia (CUP. ha^{-1}): Valor de la producción en cada uno de los tratamientos menos sus correspondientes costos de producción.

$G = V_p - C_p$.

- Costo por peso: Costos de producción divididos entre el valor de la producción para cada tratamiento.

$C_{pp} = C_p / V_p$.

Precios de los productos utilizados (MINAG, 2018).

- Precio de semilla de 897.00 CUP. ha^{-1} = 2182.00 total de gastos
- Precio de 1 t para venta (CUP): 8800.00
- Los demás gastos del cultivo fueron obtenidos por la carta tecnológica del cultivo en la CCS que fue de 1 285,00 CUP. ha^{-1} .
- Gasto carta Tecnológica 1 285,00 CUP. ha^{-1} .

3.8. Procesamiento estadístico

Los resultados obtenidos se evalúan a través del paquete estadístico InfoStat ver del 2016 (Di Rienzo et al.; 2008) mediante análisis de varianza y si existe diferencias significativas entre los tratamientos se realiza la prueba de comparación múltiples de medias Tukey para un nivel de significación del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis de la efectividad de las aplicaciones de riegos con agua tratada magnéticamente sobre componentes vegetativos en el cultivo del frijol Caupí.

En el gráfico No. 1 donde se muestran los resultados alcanzados en el cultivo en cuanto a los indicadores grosor del tallo, largo del tallo, ancho de la hoja y longitud de la hoja podemos observar que tuvieron respuestas positivas al ser regadas con agua tratada magnéticamente y con mayor efecto en el tratamiento 3 que corresponde a una mayor utilización de esta forma de riego.

Estos resultados nos demuestran que el riego con agua tratada magnéticamente estimula los resultados productivos de estos indicadores del cultivo y corroboran lo planteado por (Teixeira et al., 2014) donde publica que las plantas pueden exhibir distintos fenómenos de carácter fisiológico, al estar expuestas a campos magnéticos.

Investigaciones en Escocia, en función al efecto que producía los campos electromagnéticos sobre las plantaciones de mirto (*Myrtus communis*), reportaron un mayor crecimiento y florecimiento en las plantas tratadas (Vásquez et al., 2006).

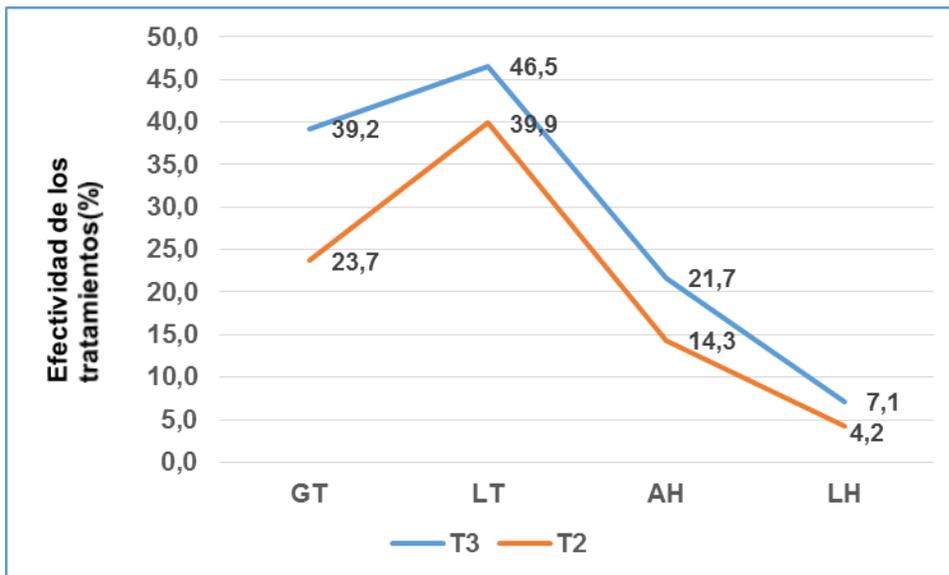


Gráfico No. 1. Efectividad de las aplicaciones de riegos con agua tratada magnéticamente sobre el cultivo del frijol Caupí.

Leyenda: Grosor del tallo (GT), Largo del tallo (LT), Ancho de la hoja (AH), Longitud de la hoja (LH) y tratamientos (T2, T3).

3.2. Resultados de las variables grosor del tallo y largo del tallo en plantas bajo riego con agua tratada magnéticamente a diferentes tiempos.

En los resultados que se muestra en la tabla No. 1 sobre el comportamiento estadístico de las variables grosor del tallo y largo del tallo podemos observar que los tratamientos con aguas tratada magnéticamente no presentaron diferencias significativas entre sí a pesar de existir diferencias entre sus resultados, pero estos a su vez superan los reportados por el testigo., lo que demuestra que el riego con aguas magnetizadas estimulan los resultados de estos indicadores.

Estos resultados comprueban de forma estadística publicaciones de varios investigadores donde afirman que han descubierto efectos en las actividades enzimáticas y absorción de agua de las semillas tratadas, respaldando la teoría de la existencia de los mecanismos no relacionados con el magnetoreceptor (detección de la dirección y sentido del campo magnético) (Teixeira et al., 2014).

Tabla No. 1. Comportamiento de las variables grosor del tallo y largo del tallo en plantas bajo riego con agua tratada magnéticamente.

Tratamientos	GT (cm)	LT (cm)
T3	7,17a	12,38a
T2	6,37a	11,82a
T1	5,15b	8,45b
CV%	11,03	10,34

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas ($p < 0.05$)

Leyenda: Grosor del tallo (GT), Largo del tallo (LT), tratamientos (T2, T3).

3.3. Resultados de las variables ancho de la hoja y longitud de plantas bajo riego con agua tratada magnéticamente a diferentes tiempos.

En los resultados que se muestra en la tabla No. 2 sobre el comportamiento estadístico de las variables ancho de la hoja y longitud de la hoja podemos observar que los tratamientos bajo riego con agua tratada magnéticamente a pesar de existir diferencias entre sus resultados y los reportados por el testigo no llegan a ser significativas, pero demuestra que el riego con agua tratada magnéticamente estimulan de forma ligera los resultados de estos indicadores.

Estos resultados comprueban de forma estadística las publicaciones de varios investigadores donde afirman que han descubierto efectos en las actividades enzimáticas y absorción de agua de las semillas tratadas, respaldando la teoría de la existencia de los mecanismos no relacionados con el magnetoreceptor (detección de la dirección y sentido del campo magnético) (Teixeira et al., 2014).

Tabla No. 2. Comportamiento de las variables ancho de la hoja y longitud de la hoja en plantas bajo riego con agua tratada magnéticamente.

Tratamientos	AH (cm)	LH (cm)
T3	8,69a	6,32a
T2	8,16a	6,15a
T1	7,14b	5,9a
CV%	10,54	13,26

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas ($p < 0.05$)

Leyenda: Ancho de la hoja (AH), Longitud de la hoja (LH) y tratamientos (T2, T3).

3.4. Comportamiento del rendimiento en 2 tratamientos bajo riego con agua tratada magnéticamente.

En las evaluaciones realizadas que se muestran en la tabla No. 3, podemos observar que los resultados alcanzados en las aplicaciones realizadas bajo riego con agua tratada magnéticamente superan de forma significativa a los reportados por el testigo, siendo el mejor resultado cuando el reportado por el tratamiento 3, a pesar de no ser significativas las diferencias con el tratamiento 2. Estos resultados demuestran que las aplicaciones realizadas con agua magnetizadas estimularon los rendimientos productivos de este cultivo.

Este indicador constituye uno de los más importantes a considerar en este cultivo teniendo en cuenta que el mismo determina el objetivo principal del trabajo y de cualquier siembra que se realice con el fin del consumo humano. Este componente del vegetal constituye el principal elemento para determinar cuál o cuáles de los tratamientos con aguas magnetizadas, son los más adecuados a utilizar en el ecosistema específico que se está investigando.

Tabla No.3.- Rendimiento final al concluir el ciclo.

Tratamientos	Rendimiento (t.ha ⁻¹)
T3	1,18a
T2	1,14a
T1	0,87b
CV	9.8

Letras iguales no difieren de forma significativa para ($p > 0.05$)

Leyenda: Tratamientos (T1, T2, T3); error estándar (EE) y Coeficiente de variación (CV%).

3.5. Valoración económica de los resultados

En la tabla No. 4 donde se muestran los resultados de los económicos de los tratamientos, podemos observar que al aplicar riegos con agua tratada magnéticamente el cultivo mejora sus resultados productivos, logrando bajar los costos de producción y donde el tratamiento 3 fue el que reportó el mejor comportamiento productivo y económico.

Tabla No.4.- Valoración económica de los resultados por cada tratamiento

Tratamientos	Rendimientos (t. ha⁻¹)	Valor de la Producción (cup. ha⁻¹)	Costo de la Producción (cup. ha⁻¹)	Ganancia (cup. ha⁻¹)	Costo por peso (cup)
T3	1,18	103840	24850	78990	0,24
T2	1,14	100320	24850	75470	0,25
T1	0,87	76560	24850	51710	0,32

CONCLUSIONES

- Las aplicaciones de riegos con agua tratada magnéticamente tuvieron un efecto positivo sobre los componentes vegetativos que fueron estudiados en el cultivo del frijol Caupí.
- Todas las variables dieron respuestas positivas al ser regadas con aguas tratadas magnéticamente, siendo mayores los resultados en las plantas tratadas con riegos de 45 minutos.
- Con la aplicación de riegos con agua tratada magnéticamente los resultados económicos de este cultivo se ven favorecidos y sobre todo por ser una técnica de bajo costo.

RECOMENDACIONES

- Continuar los estudios de comportamiento de estas variables con otros tiempos de exposición dentro de la norma de riego y de ser posible incorporar otras variables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, Y., Samaneh, R. y Kavakebian, F. (2014). Applications of Magnetic Water Technology in Farming and Agriculture Development: A Review of Recent Advances. *Current World Environment*, 9(3), 695–703.
- MINAG., (2015). *Manual de Organopónico y Huertos Intensivos*. INIFAT. Ciudad de la Habana, Cuba.
- Patil, A. (2014). Device for magnetic treatment of irrigation water and its effects on quality and yield of banana plants. *International Journal of Biological Sciences and Applications*, 1(4), 152-156. Recuperado de <http://article.aascit.org/file/pdf/90307.pdf>.
- Gómez, J, Luís A.(2010). Manejo de Inoculantes a Base de Rhizobium : eficiencia de la simbiosis en cultivares de leguminosas de uso agrícola en Cuba. Conferencia presentada en el curso doctoral, Uso y manejo de biofertilizantes. INCA, 2010.
- Porter, J.R., Xie, L., Challinor, A.J., Cochrane, K., Howden, S.M., Iqbal, M.M., Lobell, D.B. y Travasso, M.I. (2014). Food security and food production systems. *En: C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D.Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White, eds. 2014.*
- Agronet. (2010). Estadística de sistemas de producción agrícola. <http://www.agronet.gov.co> [20 Febrero 2010].
- Albán, M. (noviembre 2012). *Manual de cultivo de frijol caupi*. Perú. Araméndiz, H., Espitia, M., y Sierra, C. (2011). Comportamiento agronómico de líneas promisorias de frijol caupí (*Vinga unguiculata*) en el Valle del Sinú. *Temas Agrarios*, 16(2), 9-17.
- Aspromor. (2013). Cadena productiva del frijol Caupi, manejo agronómico en los distritos de morro pon, Santa catalina, Buenos aires, salitral y San Juan de Bigote. Argentina, 39 p.
- Bidwell, R. G. (1979). *Fisiología vegetal*. 1º edición en español. Ast. México.

D. F. 784P

- Binder, U. (1997). Manual de leguminosas en Nicaragua. Tomo I Y II. Primera Edición. PASOLAC, E.A.G.E. Esteli, Nicaragua. 528p.
- Carrillo C, P. S. (2010). Plagas del cultivo de frijol Caupi .Universidad Nacional de TUMBES PERÚ. 35 p.
- Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura (CIDICCO). (2004). El uso del frijol alacín (*Vigna spp.*) en la zona sur de Honduras. Noticias sobre cultivos de cobertura N° 10. Milton Flores y Norman Sagastume, recopiladores. Tegucigalpa, Honduras. [Internet]. Disponible en: <http://www.eris.unalmed.edu.co/~cescobar/caupi.html>. (Accesado: febrero 10 de 2005)
- Chaveco, O.; Sandra Miranda; H. Ríos; E. García y A.Toledo, (2006). Rescatando el frijol caupí, en Aprender haciendo: estudio de casos Capítulo IV . Fomento participativo: Los agricultores mejoran cultivos, Ediciones INCA, San José de las Lajas, La Habana, 300 pp., ISBN 959-7023-33-4,. Colegio de posgraduado. Programa interdisciplinario de fisiología vegetal. Montecillo, México. 134p
- Cubero, J. y Moreno, M. (1983). Leguminosas de Grano. Madrid, España. 98 p. Cuñarro, R; Merciana Laurencó y Samaneulo Porfirio. (2013). El frijol caupi su importancia y potencialidades en la provincia de Cunene, Angola. Ponencia, V Jornada Científica-Pedagógica.Universidad Mandume Ya Ndemufayo, Escuela Politécnica de Ondjiva, 24 Agosto, 2013.
- Cuñarro, R; Merciana Laurencó y Samaneulo Porfirio. (2013). El frijol caupi su importancia y potencialidades en la provincia de Cunene, Angola. Ponencia, V Jornada Científica-Pedagógica.Universidad Mandume Ya Ndemufayo, Escuela Politécnica de Ondjiva, 24 Agosto, 2013.
- Di Rienzo J.A. (2008). La obra de software a la que se refiere el manual del usuario de la versión del 2016, debe citarse en bibliografía como sigue: InfoStat, versión 2016, Grupo InfoStat. Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, 2008.

- FAO (2016). Las legumbres y el cambio climático, 2 p.
- FAO (2016). Legumbres semillas nutritivas para un futuro sostenible.196 p.
- FAO (2016). Resumen, el estado mundial de la agricultura y la alimentación, cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria, 214 p.
- FAO 2016 Legumbres y el cambio climático 2p. Gómez, J, Luís A (2010). Manejo de Inoculantes a Base de Rhizobium: eficiencia de la simbiosis en cultivares de leguminosas de uso agrícola en Cuba. Conferencia presentada en el curso doctoral, Uso y manejo de biofertilizantes. INCA, 2010
- García, E. 1998). El Cultivo del Frijol caupí *Vigna unguiculata*(L) Walp.). Estación territorial de investigaciones Agropecuaria de Holguín Cuba.23 p.
- García, S. E y Chaveco, O.P (1996). El cultivo de frijol caupi para granos. ministerio de la Agricultura. Estación territorial de investigaciones Agropecuaria de Holguín, Cuba. 21 p.
- Hernández, A. J; Pérez, J. M. J; Bosch, D. I y Castro, N. S (2015). Clasificación de los suelos de Cuba. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Instituto de Suelos. Mayabeque, Cuba. 91p.
- Lopes, A.C.A., Freire Filho, F.R., Silva, R.B., Campo, F.C. e Rocha, M.M. (2001). Variabilidade e correlacões entre caracteres agrônômicos em caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Pesq. agropec. bras 36(3):515-520. Managua, Nicaragua. 7 p.
- Mendoza, M., & Muñoz, A. (2015). *Evaluación del comportamiento agronómico de nuevecultivares de frijol caupí (Vigna unguiculata (L.) Walp.) en el valle medio del Sinú.* (Tesis de pregrado). Universidad de Córdoba. Montería, Colombia.
- MINAG, (2000). Tecnología para la producción del género vigna en Cuba para consumo humano. Instructivo técnico. Rubén Avilés Pacheco y col, 47p.
- Pacheco, D., y Pacheco, S. (2016). *Evaluación del comportamiento agronómico de ocho líneas defrijol caupí (Vigna unguiculata (L.) Walp) en el municipio de Cereté – Córdoba.* (Tesis de pregrado). Universidad de Córdoba. Montería, Colombia.

- Porter, J.R., Xie, L., Challinor, A.J., Cochrane, K., Howden, S.M., Iqbal, M.M., Lobell, D.B. y Travasso, M.I. (2014). Food security and food production systems. *En: C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White, eds. 2014.*
- Quintero, E y Gil, V. D. (2008). Introducciones básicas para el cultivo y utilización del Caupi. (*Vigna unguiculata L*) en condiciones de bajos insumos. Universidad central Martha Abreu Las villas, Cuba, 2008 ,14 p.
- Ruesga, G. I y col (2005). Libro de experimentación agrícola. Centro Universitario Vladimir. I. Lenin las tunas. Facultad de Ciencias Agrícolas. MsC. Idania Ruesga González, DrC. Esteban Peña Peña, DrC. Irene Exposito Elizagaray y DrC. Daniel Gardón. Ed Universitaria, 2005. El Vedado, Ciudad de La Habana, Cuba. ISBN: 959-16-0351-7.
- Santiesteban, S., et al. (2001). Densidad de siembra en frijol [*Vigna radiata (L.) Walp.*] en dos épocas en suelos fluvisoles. Revista electrónica Granma ciencia (internet) disponible en <http://www.grciencia.inf.w/vol5/no2/resumen/200-05-02-r06.htm>. (accesado: febrero 10 del 2005)
- Trujillo y col (2007). Libro de Economía Agrícola para las carreras de Agronomía e Ingeniería Agropecuaria. Autores: MSc. Clara M Trujillo Rodríguez, MSc. Eduardo O Ciesta Mazarredo, MSc. Iraida Díaz Serrano y Lic. René Pérez Alvarez. Universidad Central Martha Abreu de Las Villas, 2007.
- Ustimenko G.V. y Bakumovski, (1982). El cultivo de plantas Tropicales y Subtropicales. Editorial Mir Moscú, 1982.132-135 pp.
- Valladolid, Ch. A; Jorge, P; Oscar, C. R. y Julián, A. C. (1998). Importancia a nivel nacional y mundial de menestras o leguminosas de grano Perú. Junio, 66 p.