



## **Facultad de Ciencias Agrarias**

### **Departamento de Agronomía**

Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo

**Título:** Variantes nutritivas en la producción de *Phaseolus vulgaris* L.( frijol ), en la finca El Porvenir, municipio Cumanayagua, provincia Cienfuegos

**Autor:** Yohanna Bárbara Retureta Calzadilla

**Tutor:** MsC. Arianny Pérez Fernández

**Consultante:** MsC. Juan Antonio Mateo Rodríguez

Arcides Hernández Pérez

**Curso 2024-2025**

Año 67 de la Revolución

Cumanayagua, Provincia Cienfuegos, Cuba, junio de 2025.

MINISTERIO DE LA AGRICULTURA

Aval Técnico-Científico para Tesis

Por medio del presente documento, se avala el estudio titulado:

"Valoración del efecto de la aplicación de variantes nutritivas en la producción de frijol en la finca El Porvenir, municipio Cumanayagua, provincia Cienfuegos"

El estudio fue desarrollado durante el período comprendido entre octubre de 2024 y junio de 2025, en una parcela perteneciente a la finca El Porvenir, propiedad del productor Arcides Hernández Pérez, perteneciente a la UEB Santa Gertrudis de la Empresa Pecuaria El Tablón, ubicada en el consejo popular Las Brisas, municipio Cumanayagua, provincia Cienfuegos.

El objetivo principal fue valorar el efecto de la aplicación de diferentes variantes nutritivas en la producción de frijol. Para ello, se montó un experimento en campo con cuatro tratamientos y tres repeticiones, siguiendo un diseño de bloques al azar. Se midieron las siguientes variables: altura de las plantas (cm), número de vainas por planta (unidades), número de granos por vaina (unidades) y rendimiento (Kg/m<sup>2</sup>).

Los resultados demostraron que la aplicación de las diferentes variantes nutritivas contribuye favorablemente a las características morfológicas del frijol, presentándose diferencias significativas entre ellas, excepto en el número de granos por vaina. La variante nutritiva 1, compuesta únicamente por sábila, obtuvo los mejores resultados en las tres variables estudiadas y promovió un aumento significativo en el rendimiento por superficie del cultivo.

Por lo tanto, este estudio aporta evidencias científicas valiosas para la mejora de la producción de frijol en el municipio, recomendando la aplicación de la variante nutritiva basada en sábila como una práctica agronómica efectiva.

Se extiende este aval con el propósito de respaldar la calidad técnica y científica del trabajo realizado.

Firma del Delegado de la Agricultura

*Rumbo*  
*Rumbo*



## RESUMEN

El estudio se desarrolló en el período comprendido de octubre del 2024 a junio del 2025. En una parcela perteneciente a La finca El Porvenir, del productor Arcides Hernández Pérez, perteneciente a la UEB Santa Gertrudis de la Empresa Pecuaria El Tablón; ubicada en el consejo popular Las Brisas, municipio Cumanayagua, Provincia Cienfuegos. Con el objetivo de valorar el efecto de la aplicación de las variantes nutritivas en la producción de frijol . Se montó un experimento en campo, con cuatro tratamientos y tres repeticiones; se siguió un diseño de bloques al azar. Se midió la altura de las plantas (cm), el número de vainas por plantas (u) , el número de granos por vainas(u) y el rendimiento (Kg/m<sup>2</sup>). Luego de obtener los datos se realizaron las transformaciones necesarias para una mejor interpretación de los resultados. Se realizó un análisis de varianza factorial (ANOVA), con el programa estadístico STATGRAPHIC Centurion Versión XVI. La aplicación de las diferentes variantes nutritivas, contribuye favorablemente a las características morfológicas del frijol, con diferencias significativas entre ellas, excepto en el número de granos por vainas. La aplicación de la variante nutritiva 1, compuesta solo por sábila, fue la que obtuvo los mejores resultados, para las tres variables estudiadas. La aplicación de diferentes variantes nutritivas, promueve de manera positiva el rendimiento por superficie del frijol, obteniéndose mayores rendimientos con la variante 1, compuesta solo por sábila.

**Palabras claves:** variantes nutritivas, rendimiento, sábila y frijol

## **ABSTRACT**

The study was conducted from October 2024 to June 2025 on a plot belonging to the El Porvenir farm, owned by producer Arcides Hernández Pérez, part of the UEB Santa Gertrudis of the El Tablón Livestock Company; located in the Las Brisas popular council, Cumanayagua municipality, Cienfuegos Province. The objective was to evaluate the effect of the application of nutritional variants on bean production. A field experiment was set up with four treatments and three repetitions, following a randomized block design. Plant height (cm), number of pods per plant (units), number of grains per pod (units), and yield (Kg/m<sup>2</sup>) were measured. After data collection, necessary transformations were performed for better interpretation of the results. A factorial analysis of variance (ANOVA) was conducted using the statistical program STATGRAPHIC Centurion Version XVI. The application of different nutritional variants favorably contributed to the morphological characteristics of the bean, with significant differences among them, except for the number of grains per pod. The application of nutritional variant 1, composed solely of aloe vera, achieved the best results for the three variables studied. The application of different nutritional variants positively promoted the yield per surface area of the bean, with the highest yields obtained using variant 1, composed solely of aloe vera.

**Keywords:** nutritional variants, yield, aloe vera, bean

# Índice

INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>8</b>
<b>1.1. Cultivo del frijol. Características de su crecimiento y desarrollo.....</b>	<b>8</b>
1.1.2. Características morfológicas: .....	9
1.1.3. Características en el hábito de crecimiento:.....	12
1.1.4. Agrotecnología: .....	13
1.2. Los bioproductos y su importancia en la nutrición de las plantas .....	14
1.3 El <i>Aloe Vera L .) N.L. Brum</i> . Características y utilización en la agricultura...15	
1.3.1. Composición Química.....15	
1.3.2 Utilización de la sábila en la agricultura.....16	
1.4. Propiedades del huevo y principales minerales para el desarrollo eficiente de las plantas: .....	18
1.5. La utilización de la sacarosa en la agricultura.....	19
<b>CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
2.1. Ubicación del experimento: .....	22
2.2. Características edafoclimáticas de la finca.....	22
2.3. Características del suelo de la finca .....	22
2.4. Obtención del material vegetal .....	23
2.5. Labores realizadas.....23	
2.6. Montaje del experimento .....	23
2.7. Evaluación del efecto sobre las diferentes variables morfológicas del Frijol con la aplicación de las variantes nutritivas : .....	24
2.8. Determinación del rendimiento por superficie en masa seca del frijol con la aplicación de las variantes nutritivas .....	25
2.9. Análisis Estadístico .....	25

<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>26</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>42</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>43</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>44</b>

## INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), de origen americano, económicamente es el cultivo más importante en el mundo, y ocupa más del 80 % de la superficie sembrada con este género. (Singh y Voyset, 1997). Según Voysest (2000), América Latina es la zona de mayor producción y consumo, pues se estima que más del 45 % de la producción mundial proviene de esta región.

Esta leguminosa es muy rica en proteínas, fibras naturales y otros elementos, y es un buen complemento de los cereales y otras fuentes principales de carbohidratos (León et al., 2008). Además de ser un cultivo de gran importancia entre las leguminosas de granos. (Estrada, et al., 2016; Calero, et al., 2018 & García, et al., 2012).

En Cuba, el frijol junto con el arroz y las viandas, constituye un alimento de preferencia en la dieta cotidiana; y es, por demás, uno de los elementos proteicos básicos que la conforman. (Cruz, et al., 2019). Por otra parte, su alto contenido en proteínas vegetales lo sitúan como un cultivo estratégico del país, ya que permite paliar el déficit de proteínas en la dieta alimentaria que constituye actualmente uno de los principales problemas de los países tropicales y del cual Cuba no está exenta. (Chailloux, et al., 1996).

En nuestro país la producción se garantiza fundamentalmente por el sector no estatal, cobrando importancia en los últimos años. La producción de este grano enfrenta problemas de bajos rendimientos relacionados además con la baja fertilidad de los suelos, la sequía y las afectaciones por plagas. (Hernández, 2018).

La producción mundial de este cultivo alcanza los 30,4 millones de toneladas y entre los países mayores productores se encuentran: la India, Myanmar, Brasil, Estados Unidos, China, Tanzania, México y Uganda. (FAO, 2018). Sobrepasó los 26000000 t en el 2016 con un rendimiento de 0,91 (t ha<sup>-1</sup>). (Morales, Moreno & Lamz, 2019 y Martínez, et al., 2019).

En Cuba durante ese año la superficie sembrada de frijol común alcanzó las 122 545 ha, lográndose una producción de 136 570 t, con un rendimiento agrícola de 1,11 t ha<sup>-1</sup>

donde el sector privado sembró 117 753 ha<sup>-1</sup>, que representa más del 95 % del total. La producción en este sector ascendió a 130 225 t y el rendimiento fue de 1,11 t ha<sup>-1</sup>. El sector estatal sembró 4 792 ha, alcanzando un rendimiento agrícola de 1,32 t ha<sup>-1</sup>. : (Morales, Moreno, & Lamz, 2019 y Martínez, et al., 2019).

En nuestro país se cosecharon unas 73 mil hectáreas de frijoles en el 2020, con una producción total de 65 mil toneladas y con un rendimiento agrícola promedio de 0,89 t. ha<sup>-1</sup> .(Ministerio de Comunicaciones, 2021). Lo que no satisface las demandas debido a la elevación del nivel de consumidores y los cambios climáticos.(Martínez, et al., 2017, Hernández, et al., 2018 y Domínguez, et al., 2019).El rendimiento nacional del cultivo del frijol es 1,7t.ha-1 , en la provincia de Cienfuegos es de 1,1t.ha-1.(ONEI, 2015).

Según el Instituto de Meteorología de Cuba (2020); aunque Cuba es una isla de tamaño relativamente pequeño presenta condiciones climáticas variables. En la zona occidental, como consecuencia de las masas de aire frío que desciende del norte, las temperaturas son más bien bajas, encontrándose la media en los meses de octubre a marzo entre 18°C y 22° C. Estos frentes fríos vienen precedidos generalmente de lluvias. En su avance hacia las provincias centrales estas masas de aire frío se van disipando, no llegando a producir cambios notables en el clima de las provincias orientales, donde se mantiene las bajas precipitaciones y altas temperaturas.

Los fertilizantes orgánicos en función de su estructura y formulaciones, pueden tener muchas ventajas sobre los fertilizantes químicos que incluyen: mayor absorción y las tasas de eficiencia (Ghasemi, et al., 2012) sin peligro potencial de contaminación ambiental, mejor adaptación al crecimiento y metabolismo de las plantas (Ghasemi, et al., 2014), mínima precipitación y lixiviación (particularmente usando nutrición foliar), sin interacción antagonista con otros elementos nutritivos y aumentando la fertilidad del suelo.

Gracias a los bioestimulantes, las plantas obtienen nutrientes capaces de reducir los impactos no deseados al medio ambiente, a la vez que aseguran que los agricultores obtengan un mayor retorno en sus inversiones. Mejoran la calidad de los cultivos: Con su uso, el cultivo tiene una mayor calidad. (Ormeño, et. al., 2007).

Según Escobar, et al., (2017), el empleo de estos productos constituye una alternativa natural, capaz de promover y estimular el desarrollo de las plantas lo cual, se agrega que las materias primas que se emplean para su elaboración constituyen en la mayoría de los casos fuentes contaminantes, por lo que se constituye por esa vía a una reducción de la contaminación ambiental. Muchos bioestimulantes son aplicados hoy en día en el mundo con el objetivo de lograr producciones de alimentos, que sean sostenibles y a la vez agroecológicas. Obteniendo excelentes resultados y demostrando ser una vía para el desarrollo de la agricultura ecológica.

Calero, et al., (2016), plantean que con la aplicación foliar de microorganismos eficientes combinado con FitoMas E y LEBAME se aumenta la masa de la parte aérea de las plantas. Igualmente Martínez, et al., (2017), con la aplicación de varios estimulantes en dos cultivares de frijol común obtuvieron que el Biobras-16® incrementó el número de vainas por planta en relación al tratamiento control. De manera general, todos los bioestimulantes aumentaron significativamente la producción de granos por vaina en relación al tratamiento sin aplicación), la aplicación del bioestimulante ME-50 logró un incremento de 49,39 %, mientras que los bioestimulantes Biobras-16®, FitoMas E y LEBAME aumentaron en 29,54 % la producción.

La sábila es una planta exótica que puede encontrarse en diferentes partes del mundo debido a su adaptación tanto a climas templados como cálidos, regiones áridas, semiáridas, tropicales y subtropicales. Dicha planta es nativa del sur de África en donde se encuentra una gran variedad de especies del género Aloe; las cuales han sido usadas por muchos siglos debido a sus innumerables propiedades curativas. En Venezuela y otros países del Caribe, esta especie es valorada por sus propiedades curativas y uso ornamental. (Velásquez , Imery 2008).

El Aloe vera tiene amplios usos en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética; así mismo la parte que más se usa de la planta es el gel, debido a sus propiedades funcionales antioxidantes y terapéuticas. Un adecuado aprovechamiento de la planta, está asociado al contenido de sus componentes bioactivos, microestructura y los métodos para preservar y estabilizar los productos obtenidos a través del gel (Chanona,

et al .,2012). Además Kumar, et al., (2019) le atribuyen propiedades antibacterianas y antioxidantes, que complementa su potencial de revestimiento y bioestimulante.

Aker (2018), plantea que la sábila ha sido objeto de estudio debido a que tiene propiedades regenerativas de tejido que facilita el crecimiento de las raíces además es una fuente rica en aminoácidos, vitaminas y minerales que también favorecen la planta, la composición química del Aloe vera lo hacen un agente confiable para la regeneración y crecimiento de los tejidos. El mismo posee 12 vitaminas, 20 minerales, 18 aminoácidos, polisacáridos, enzimas entre las que tenemos oxidasa, catalasa, amilasa, lipasa.

También, contiene aloína, que además de ser ampliamente utilizada por la industria como laxante y en la preparación de bebidas alcohólicas, parece intervenir en el proceso de control de la evapotranspiración en condiciones de elevada insolación y sequía. (Rivero, et al., 2002).

En investigaciones de Conaza (1991), el jugo de sábila se ha usado experimentalmente como repelente e insecticida en larvas presentes en algunas plantas tuberosas, obteniéndose muy buenos resultados. De igual manera se ha reportado la experimentación para el control de enfermedades virales en papa, presentando una acción inhibitoria media en comparación con otros extractos de origen vegetal.

Algunos órganos de especies vegetales, dado su alta concentración de fitorreguladores presentan un potencial uso como estimulante en el desarrollo de otras especies vegetales (Carranza, et al., 2021), tal es el caso de la sábila. De acuerdo con Domínguez (2011) el gel de Aloe vera dentro de su composición química posee fitorreguladores, tales como las giberelinas y ácido salicílico, esta primera responsable de la ruptura de la dormancia o latencia de las semillas principalmente (Li, et al., 2015) y este último de la protección contra patógenos (Lu, et al., 2016), entre otras funciones como el favorecimiento en el desarrollo de plántulas. (Tucuch, et al., 2016).

Evidencias de la acción del gel de Sábila como regulador de crecimiento vegetal han sido reportado por Boschi, et al., (2017) al evaluar su aplicación a estaquillas de *Origanum vulgare* para propagación, donde observaron mayor número de raicillas y

longitud de estas. Por otro lado, su uso en medios de cultivos para la propagación in vitro ha demostrado mejor respuesta en la formación de raíces, incluso superó a los reguladores de crecimiento tradicionales tales como AIA y AIB. (Pulido y Becerra, 2016).

La sábila además de los efectos enumerados anteriormente como resistencia al estrés, emisión de hoja y raíces entre otros, posee según Castillo, (2002) taninos que están relacionados con la resistencia de las plantas a las infecciones y se consideran potentes agentes antifúngicos.

Los resultados obtenidos demuestran que utilizando productos naturales se obtiene buena calidad de las posturas, lo que es innecesario la contaminación del medio ambiente por concepto de agroquímicos, además de brindar una postura ecológica sana, fuerte, que contribuye a la salud del hombre. (Rivero, *et al.*, 2009)

Se ha inyectado sacarosa al tronco o tallo de mandarino (Iglesias, *et al.*, 2001); aspersiones foliares en frijol (Alvim, 1960), soya (Martignone y Nakayama, 1983), jitomate (Wien, 1997) y pistache (Arzani y Hokmabadi, 2002), y en tomate (Villegas, *et al.*, 2001). Esos autores demostraron que la aplicación exógena de azúcares incrementa el vigor y rendimiento de órganos de interés económico.

Alvim (1960) encontró que la aplicación de sacarosa incrementó la tasa de asimilación neta, la superficie foliar y la tasa relativa de crecimiento en frijol, y la MS acumulada aumentó en 16.4%. También que la aplicación de AG3 incrementaba el vigor de la parte aérea de frijol en detrimento del sistema radical, pero si se añadía sacarosa a 10% a la solución de AG3 no se reducía el peso seco de raíz la sacarosa también incrementó el tamaño de las plantas hijas de fresa. Al respecto, Martignone y Nakayama (1983) también encontraron mayor acumulación de MS en tallo, hoja y órganos reproductivos de frijol, así como mayor peso específico foliar al aplicar urea y sacarosa en forma conjunta y repetida. Sacarosa al 8% incrementó la MS de la raíz .

Carrillo, *et al.*, (2005) demostró que la aplicación foliar de urea y sacarosa en vivero de fresa CP 99-3A aumentó el vigor de las plantas hijas de fresa, medido en la materia seca de raíces, tallos, hojas e inflorescencias de plantas hijas. También se encontró que hubo un incremento en el vigor y producción del follaje en un 8% comparado al

testigo, por lo que da indicios de que la planta responde positivamente cuando se le aplica este compuesto foliarmente.

Según Carbone, et al., (2015) los nutrientes esenciales son aquellos imprescindibles para la vida del organismo vegetal y cuya función en la célula es tan específica que no pueden ser reemplazados por otros. Están implicados directamente en el metabolismo celular y son imprescindibles en la mayoría de las plantas.

El fósforo juega un papel importante en el metabolismo energético de la planta, además, participa en la fotosíntesis, la respiración y la síntesis de almidón. (Salisbury & Ross, 1992 ; Marschner, 1998; Barceló, et al., 1995) . Importante en la germinación de semillas y en el desarrollo de la raíz. (White, 1987; Salisbury & Ross, 1992 ; Marschner, 1998; Barceló, et al., 1995).

El Potasio contribuye a la economía del agua porque regula la apertura estomatal, importante para la absorción de CO<sub>2</sub> y el control de la transpiración.(Taiz & Zeiger, 1998; Azcón & Talón, 2001).

Los calcio le confieren consistencia y cierto grado de rigidez a la pared celular. Igualmente, preserva la estructura de las membranas celulares al regular su permeabilidad. La presencia de pectatos de calcio en las paredes celulares protege los tejidos contra el ataque de hongos . (Barceló, et al., 1995).

En condiciones de crecimiento controladas, aproximadamente el 80% del hierro está localizado en los cloroplastos de hojas de rápido desarrollo, lo cual evidencia la importancia del hierro en la fotosíntesis .(Estrada, 1997).

El huevo contiene numerosos compuestos, dentro de los que se encuentran los minerales, como fósforo, potasio, hierro y calcio .(Ortega, et al., 2010). Según Huber, (1989) las plantas que reciben una nutrición mineral balanceada son más tolerantes a las enfermedades; es decir, tienen mayor capacidad para protegerse de nuevas infecciones y de limitar las ya existentes . Por lo tanto el huevo puede ser una alternativa nutricional para las plantas.

La producción de frijol, enfrenta obstáculos que provocan bajos rendimientos relacionados fundamentalmente con la fertilidad del suelo, la sequía y las afectaciones por plagas y enfermedades. La siguiente propuesta agroecológica tiene como principal objetivo mitigar estos efectos negativos y aumentar la producción de frijol en la finca El Porvenir, a través de la aplicación de las variantes nutritivas estudiadas.

### **Problema de Investigación**

¿Qué efectos tendrán las variantes nutritivas en la producción de Frijol, en la finca El Porvenir?

### **Hipótesis**

Las aplicaciones de variantes nutritivas aumentarán las producciones de Frijol, en la finca El Porvenir.

### **Objetivo General**

Valorar el efecto de la aplicación de las variantes nutritivas en la producción de Frijol, en la finca El Porvenir.

### **Objetivos específicos**

- 1) Evaluar el efecto sobre las diferentes variables morfológicas del Frijol con la aplicación de las variantes nutritivas.
- 2) Determinar el rendimiento por superficie del Frijol con la aplicación de las variantes nutritivas

## **CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1. Cultivo del frijol. Características de su crecimiento y desarrollo**

El cultivo del frijol , se cultiva en todos los continentes teniendo una superficie total cosechada de 26 836 860 ha y niveles de producción de 18 334 318 t, con un rendimiento promedio de 0.683 t ha<sup>-1</sup> destacándose Asia (India), América Latina (Brasil, México, Argentina y Chile) y el Caribe (Nicaragua). Su producción en América tropical y subtropical asciende a más de cuatro millones de toneladas al año, con Brasil y México como mayores productores, mientras que en los países de Centroamérica se cultivan aproximadamente 500 mil hectáreas y en el Caribe, particularmente Cuba. (Peña, 2002).

Según la FAO (2008), la producción de frijol en el mundo se concentra en 129 países de los cinco continentes. Entre 1961 y 2007 se produjo en promedio poco menos de 15 millones de toneladas al año, lo que constituye una tasa media de crecimiento anual de 1,16 % durante dicho lapso.

Miklas, *et al.* (2006), plantea que el frijol común es de las legumbres comestibles la de mayor consumo a nivel mundial. Estos frijoles proporcionan una fuente importante de proteína (22 %), vitaminas, y minerales (Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Zn) a las dietas humanas, sobre todo en los países en vías de desarrollo. En los países del primer mundo los beneficios nutritivos y contribución de frijoles a la dieta humanas saludable son reconocidas. Su consumo disminuye el riesgo de desarrollar cáncer, diabetes, y enfermedades del corazón. La producción anual, excede 21 millones de toneladas métricas que representa más que la mitad de la producción total de legumbres para consumo del mundo.

El autor antes mencionado comenta que la mayoría de la producción del frijol ocurre en la agricultura de bajos insumos, en las granjas, en pequeña escala, en los países en

desarrollo. En estos sistemas de cultivos, el estrés biótico y el abiótico continúan siendo las mayores limitantes en la producción de subsistencia y rendimiento económico de frijol común.

En investigaciones realizadas por Quintero (2019), comenta que en Cuba se cultivan aproximadamente 52 mil hectáreas de frijol, sin incluir las áreas dedicadas al autoabastecimiento. La producción estatal solamente cubre el 5 % de la demanda, lo que exige la importación de 120 mil toneladas anuales de este grano, equivalente a 40 millones de dólares. La producción en los años del 2000 al 2010 estuvo en un rango entre 70 600 a 132 900 t. La cantidad de área cosechada en dichos años estuvo entre las 76 740 a 150 584 ha siendo el año 2009 el de mayor área empleada para la siembra de este cultivo. Los rendimientos resultaron estar entre los 0,71 a 1,2 t ha<sup>-1</sup>, coincidiendo ser el año 2004 el de mejor rendimiento obtenido en el país en los últimos tiempos. Según datos estadísticos nacionales de la ONE (2010), relacionados con el sector agropecuario, más del 90% de la producción de frijol provenía del sector no estatal.

Se produce y consume de forma muy popular, pero la producción total nacional no satisface las demandas de nuestra población, de ahí que aún exista la necesidad de importar miles de toneladas al año. (Maqueira, *et al.*, 2017).

Según Chailloux *et al.*, (2011) las regiones frijoleras más importantes de Cuba se encuentran en Pinar del Río (4 mil ha), Matanzas (4 mil ha), Holguín (3 mil ha) y Ciego de Ávila (538 ha). En el resto del territorio se encuentran áreas del cultivo, tradicionalmente sembradas en unidades de producción estatales de la agricultura, así como del sector campesino y cooperativo. En los últimos años es el principal cultivo generador de ingresos en las fincas de Cuba. (Celis, *et al.*, 2008).

Según la Oficina Nacional de Estadísticas e Información (2017), la producción de frijol en Cienfuegos en el año 2016, alcanzó la cifra de 7147,2 t, correspondiendo el 93,15 % al sector no estatal, con una superficie cosechada de 6497,9 ha<sup>-1</sup> y un rendimiento agrícola provincial de 1,11 t.ha<sup>-1</sup>.

### **1.1.2. Características morfológicas:**

Esta leguminosa se caracteriza por tener las semillas dentro de legumbres.(Soriano, 2006). Es una especie dicotiledónea anual. Presenta una enorme variabilidad genética, existiendo miles de cultivares que producen semillas de los más diversos colores, formas y tamaños. Si bien el cultivo se destina mayoritariamente a la obtención de grano seco, tiene una importante utilización hortícola. (Socorro, *et al.*, 1989).

El frijol común pertenece al género *Phaseolus* y recibe el nombre científico de *Phaseolus vulgaris* L). Según Franco, *et al.*, (2004), su ubicación taxonómica es:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Phaseolus*

Especie: *Phaseolus vulgaris* L.

El frijol es una planta de consistencia herbácea, el ciclo biológico es relativamente corto de carácter anual, de tamaño y hábito variable ya que hay variedades de crecimiento determinado como indeterminado (arbustos pequeños y trepadores). Según Quintero (2002), el sistema radical está compuesto por una raíz principal, así como por un gran número de raíces secundarias y raicillas. Al germinar, es de crecimiento rápido, su capa activa se enmarca entre los 0,20 y 0,40 m de profundidad y de 0,15 y 0,30 m de radio, con numerosas ramificaciones laterales.

Según Socorro, *et al.* (1989), el tallo está formado por nudos y entrenudos que tienen un tamaño variable y de cada nudo emerge una hoja, su altura depende del hábito de crecimiento (determinado o indeterminado). Se les llama determinado cuando alcanzan

poca altura (0,20 y 0,60 m) y presentan en su extremo una inflorescencia mientras que los indeterminados pueden llegar a medir de dos a diez metros de longitud y no presentan inflorescencia en su yema terminal.

Según otros criterios, como el de Skerma, et al. (2002), el tamaño del tallo puede ser de 0,3 y 1,5 m de longitud, es pubescente al igual que las hojas y legumbres. Además, puede ser grueso alcanzando en la base hasta (0,8 y 10 cm), glabros en todo su recorrido a diferencia de los pecíolos foliares incluyendo el tramo de la inflorescencia.

Socorro, et al. (1989), agregan que las hojas, a su vez, son alternas, compuestas por tres folíolos (dos laterales y uno terminal o central). Los folíolos son grandes, ovalados y con extremos acuminados o en forma de punta. Existen folíolos en forma ovalada o romboide. Posee un nervio central y un sistema de nervaduras ramificadas en toda el área del limbo foliar, las hojas son alternas, trifoliadas y de color verde, oscuro o claro.

Dichos autores también plantean que la inflorescencia produce en racimos que pueden ser: terminales (estos solo se presentan en variedades de crecimiento determinado) y axilares, que están presentes en ambos hábitos de crecimiento. Las flores presentan cinco pétalos desiguales: un estandarte, dos fusionados que conforman la quilla y dos "alas". La flor es simétrica y puede ser de colores variados: blanco, rosa, amarillo, violeta .

Es una legumbre conocida comúnmente como vaina, de forma alargada, que puede tener diferentes colores como crema, café, morado, crema con pigmento morado, café con pigmento morado, habano o café claro, hasta la maduración. La vaina contiene de tres a nueve semillas, aunque lo normal es de cinco a siete, que pueden ser redondas, ovoides, elípticas, pequeñas casi cuadradas, alargadas ovoideas.

El color de los granos es verde desde el comienzo de su crecimiento, hasta que alcanzan una humedad ligeramente superior o muy cercana al 60%; de ahí en adelante los granos van gradualmente adquiriendo el o los colores característicos de cada cultivar, para lograr su coloración definitiva al estado de madurez fisiológica. Se plantea que los frutos del frijol es una legumbre que puede alcanzar una longitud entre los 139 cm.(Skerma, et al., 2002).

Las vainas o legumbres corresponden a frutos compuestos por dos valvas, durante los primeros 3 a 4 días de crecimiento de las vainas, éstas se elongan lentamente (0,3 a 0,4 cm por día), portando rudimentos florales en su parte apical.

Ambos autores comentan que posteriormente, la elongación de las vainas comienza a ser más rápida, llegando a incrementarse hasta en más de 1 cm por día, en la segunda mitad del período de crecimiento. Las vainas que pueden ser planas o cilíndricas, alcanzan al estado verde una longitud promedio, que según el cultivar y las condiciones de manejo, puede fluctuar entre 9 y 16 cm.

### **1.1.3. Características en el hábito de crecimiento:**

El ciclo de desarrollo del frijol consta de las siguientes fases. (Socorro, *et al.*, 1989).

- Germinación.
- Primeras hojas verdaderas.
- Formación de las inflorescencias.
- Floración.
- Formación de las vainas.
- Maduración de las vainas.

Las fases de desarrollo pueden comenzar en diferentes momentos, en campos diferentes y en el mismo campo. En años diferentes, en los plazos de comienzo de las fases, así como en la duración de esta alcanzan valores considerables (hasta 10 o 15 días). Esta diferencia no solo está determinada por la variedad, sino también por la temperatura, la humedad del suelo y del aire, así como también por el régimen nutritivo correspondiente a los botones ubicados en la parte terminal del tallo principal y de las ramas; posteriormente, la floración se extiende sucesivamente hacia los nudos inferiores de los tallos. En el caso de los cultivares indeterminados, la floración comienza en los nudos reproductivos inferiores del tallo principal y de las ramas, para posteriormente extenderse sucesivamente hacia los nudos superiores. (Quintero, 1998).

Los autores antes mencionados determinaron que la duración del crecimiento de las plantas de las distintas etapas de desarrollo está determinada por el hábito de crecimiento (Tipo I, II, III y IV); el clima (temperatura, fotoperíodo); el suelo (fertilidad, condiciones físicas) y el genotipo. La luz es otro factor que tiene un efecto directo en las etapas de desarrollo y la morfología de la planta. La fotosíntesis depende directamente de la luz; en sistemas de producción en asocio, por ejemplo, maíz-frijol.

#### **1.1.4. Agrotecnología:**

Condiciones Necesarias para el Cultivo según EOSDA (2025):

**Luz solar:** El frijol necesita al menos seis horas de luz solar diaria para evitar infecciones fúngicas, aunque el exceso de luz directa puede causar estrés térmico y reducir el rendimiento.

**Agua:** Requiere aproximadamente 2.5 cm de agua semanal. El riego por goteo es recomendado para evitar enfermedades transmitidas por el suelo y optimizar el uso del agua, especialmente durante la floración.

**Suelo:** Prefiere suelos arcillosos o limosos con un pH entre 6 y 7. Se recomienda evitar la siembra en el mismo lugar todos los años para prevenir infecciones. La rotación de cultivos, como cebollas o tomates, es una práctica recomendada.

#### **Técnicas de Siembra y Cuidado**

**Época de siembra:** Se recomienda sembrar en primavera, una vez que no haya riesgo de heladas.

**Preparación del suelo:** El suelo debe estar bien drenado y preparado a una profundidad de 30 a 40 cm.

**Distancias de siembra:** Para frijoles tipo arbusto, se sugiere una distancia de 0.8 a 0.9 metros entre surcos, con semillas separadas de 2.5 a 5 cm.

**Fertilización:** Se aplica una fertilización ligera con proporciones 5-10-10 NPK o fertilizantes orgánicos como compost.

## Manejo de Plagas y Enfermedades

El control de plagas y enfermedades incluye la rotación de cultivos, el labrado del suelo y el uso de fungicidas para tratar enfermedades como el mildiu veloso y la mancha de la hoja.

Según Lardizabal, et al., (2013):

Las principales plagas y enfermedades del frijol, son:

Plagas: Plagas de suelo (gusano de suelo, gallina ciega, grillos, babosa y sinfilidos) , Mosca blanca ,Lorito verde , Lepidópteros , Diabrotica , Picudo de la vaina del frijol  
Enfermedades: Roya , Mustia hilachosa , Mancha angular , Mosaicos viral , Enfermedades bacterianas

Control: El mejor control es hacer las prácticas básicas a tiempo, limpieza de los bordes de los lotes, colocar trampas amarillas para muestreo, el muestreo de las plantas y aplicar el agroquímico correcto para su control. Las aplicaciones se deben dirigir al envés de la hoja, donde ellos se alimentan y se debe hacer calibración con lámpara fluorescente para asegurar que el producto se está aplicando donde está la plaga. Al final del cultivo es imperativo eliminar totalmente los rastrojos y hacer rotación con cultivos como sorgo, maíz o cebolla.

### **1.2. Los bioproductos y su importancia en la nutrición de las plantas**

Según Akanmu, *et al.*, (2023) los bioproductos agrícolas son elaboraciones derivadas de procesos biológicos o biotecnológicos que aprovechan las cualidades beneficiosas de los microorganismos o sus derivados metabólicos para minimizar el impacto ambiental y promover la sostenibilidad de los ciclos reproductivos en la agricultura.

El mismo autor argumenta que estos recursos biológicos tienen el potencial de fomentar el crecimiento microbiano del suelo, mejorar la productividad de las plantas , incluir la inmunidad del huésped a las enfermedades y promover relaciones saludables entre el suelo , los microorganismos y las plantas sin interrumpir el proceso del ecosistema . Los bioproductos desempeñan un papel importante en la nutrición de los cultivos y el control de plagas. (Sojka, *et al.*, 2022).

La utilización de productos biofertilizantes a base de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) así como productos estimuladores como los oligogalacturónidos o los derivados de quitina que unidos a bionutrientes, pueden constituir alternativas ecológicas que permiten un balance nutricional adecuado para los cultivos, propiciando un estímulo en el crecimiento, desarrollo y rendimiento agrícola .(Terry, *et al.*, 2015).

Para los bionutrientes destaca sus marcadas propiedades antiestrés, su efecto en diversos cultivos sometidos a situaciones estresantes variadas, dan fe de su potencialidad bajo estas condiciones. (Linares y Marrero, 2017)

En el desarrollo sostenible de la agricultura moderna, la utilización de microorganismos para el manejo de plagas y enfermedades constituye una alternativa viable para asegurar la producción de alimentos sanos. (Funes y Monzote, 2006 & López, *et al.*, 2011& López, *et al.*, 2015). Los microorganismos antagonistas se encuentran en el suelo de forma natural y ofrecen varios beneficios para los cultivos.

### **1.3. El *Aloe vera* (L.) N.L. Burm. Características y utilización en la agricultura:**

#### **1.3.1. Composición Química:**

Según Caballero & Cañas (2002), la sábila es una planta que en su composición química contiene aceites esenciales en trazas de aloesinas, enzimas como oxidasa, catalasa, amilasa, lipasa y fosfatasa alcalina, y antraquinonas como aloin, barbaloin y ácido aloético. Las propiedades de la sábila, estudiadas por diversas instituciones y universidades del mundo, incluyen su acción nutritiva, como estimulante del crecimiento celular, regenerador celular, antioxidante y antimicrobiano (bactericida y fungicida). El fundamento teórico de estas propiedades se basa en su aporte de elementos minerales esenciales, tanto macro elementos (potasio, calcio, magnesio, fósforo, azufre) como micro elementos (cloro, cobre, hierro, manganeso, zinc, boro).

La sábila contiene 13 de los 17 minerales necesarios para la buena nutrición, aporta 20 de los 22 aminoácidos conocidos . Contiene enzimas naturales y minerales necesarios para el organismo ya que las enzimas ayudan a realizar la reacción química de vitaminas, minerales y hormonas. (Yaron, 1995).

### **1.3.2. Utilización de la sábila en la agricultura:**

En el área agronómica, el jugo de sábila se ha usado experimentalmente como repelente e insecticida en larvas presentes en algunas plantas tuberosas, obteniéndose muy buenos resultados. De igual manera se ha reportado la experimentación para el control de enfermedades virales en papa, presentando una acción inhibitoria media en comparación con otros extractos de origen vegetal. (Conaza ,1991).

En la composición química del gel de la sábila, se encuentra el fosfato de manosa, su principal función es que actúa como agente de crecimientos de los tejidos. El ácido ascórbico se considera benéfico para el crecimiento, ya que puede retrasar la formación de sustancias semejantes a la melanina, que inhiben el crecimiento. (Castillo, 2002).

El gel de Aloe vera es una fuente rica en aminoácidos (ácido glutámico y arginina, en particular), lactatos y ácidos orgánicos, componentes también conocidos como materiales hidrofílicos que incrementan la hidratación de los tejidos. Por su parte, el gel de la sábila , que ha demostrado su eficacia en la sustitución de productos químicos en los cultivos para el enraizamiento de plantas medicinales y frutales en condiciones de campo.(CIC, 1999)

Vickery (1994), plantea que además de la utilización directa de la sábila y de su gel o acíbar en la curación de diversas enfermedades, la sábila ha sido motivo de diferentes procesos industriales que han ampliado sus posibilidades de uso y han incrementado su demanda para aplicaciones de diferentes cultivos como repelente y estimulante orgánico.

Almeida (2010) plantea en una de sus investigaciones que existen referencias de la utilización de la sábila, como enraizador en condiciones de campo, con experiencias en plántulas de mora, donde recomiendan extraer el cristal de las hojas y colocarlo en contacto con la parte vegetativa de la plántula de mora para enraizar.

Según Jo (2005), en la fase de enraizamiento de Vitroplantas de plátano variedad FHIA\_18 se han realizado varias investigaciones encontrando efectos estimulantes del

crecimiento en los extractos estudiados, correspondiendo al gel del extracto de Aloe vera el mejor comportamiento particularmente con relación a la formación de raíces.

En investigaciones realizadas por Almeida (2010) el 4 y el 6 % de Aloe vera, se obtiene los mejores resultados con las aplicaciones foliares, donde supera al testigo así como al tratamiento al 8 y 10 % siendo el peor el del 12 % de Aloe foliar, este parámetro es muy significativo porque las posturas saldrán con una superficie foliar mayor para realizar la fotosíntesis, teniendo más capacidad para la súper vivencia en el campo, al igual que para la altura de la planta. La aplicación foliar del extracto de Aloe vera en las plántulas de tomate, en casas de cultivo, produjo incrementos en la altura y número de hojas así como, número de raíces, longitud y volumen radical, alcanzándose medias superiores con la dosis del 4 y 6 %.

En investigaciones realizadas por María y Fernández (s.f), se demostró que:

El efecto de los tratamientos en la altura de la plántula se comportó sin diferencia significativa en los tratamientos con el 6 y 8 % de Aloe y el testigo, difiriendo del tratamiento del 10% de A. vera se puede inferir de estos resultados que al aumentar la dosis de A. vera disminuye con ello el crecimiento de la planta

Los resultados del diámetro del tallo, no tienen diferencias significativas entre ellos difiriendo solamente del testigo el cual tiene el menor valor (2,96 mm). En los resultados obtenidos se infiere que las aplicaciones con el extracto de A. vera de forma foliar y con una dosis más elevada, hizo posible un incremento en estos parámetros, esto puede estar avalado por la composición química del Aloe y por que de forma foliar estos compuestos se incorporan más rápido a la planta.

Pérez, *et al.* (2023), demostraron que:

El hidrogel con función bioestimulante a base de Aloe vera aplicado de forma foliar produjo incrementos en la altura, diámetro del tallo y el número de hojas, alcanzándose medias superiores con la dosis del 5 %, quedando demostrado así que los extractos obtenidos de forma natural tienen una tendencia beneficiosa tanto como aquellos que

son más comerciables, por lo que es muy aconsejable su uso para la propagación de especie.

Tucuch, *et al.* (2022), encontró que en *Capsicum chinense*, aplicaciones foliares de gel de sábila incrementaron la biomasa fresca y seca y aceleraron la emergencia de plántulas, evidenciando la capacidad del Aloe vera para mejorar el vigor y desarrollo inicial, factores que influyen en la producción de vainas.

Ortega, *et al.* (2024), destacan en su estudio sobre efecto de bioestimulantes foliares en la tolerancia al estrés abiótico en cultivos de *Raphanus sativus* que en cuanto al diámetro del bulbo, T2 (2,48 cm) y T3 (2,23 cm) presentaron valores superiores a T1 (1,44cm), aunque todos menores a los de T0(3,48 cm). La longitud del bulbo no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, con valores de 3,58 cm (T3) y 3,48cm (T2), ambos por debajo de T0 (6,17 cm).

Sarango & Chenche (2024), quienes en su investigación sobre el efecto de bioestimulantes foliares en la tolerancia al estrés abiótico en cultivos de *Raphanus sativus* evaluaron el efecto de dos bioestimulantes aplicados de forma foliar al 10%: extracto de Aloe vera y macroalgas, en el desarrollo de *Raphanus sativus* sometido a estrés abiótico destacó que en el tratamiento T1, sometido a estrés abiótico, se observó una notable reducción en el desarrollo foliar, con hojas deformadas y en menor cantidad, acompañadas de síntomas de clorosis y necrosis, y solo 24 UE emergieron, destacando la aparición de dos rábanos de color morado en lugar del rojo típico

#### **1.4. Propiedades del huevo y principales minerales para el desarrollo eficiente de las plantas:**

La composición del huevo es relativamente constante en términos de proteínas totales, aminoácidos esenciales , fósforo y hierro . Otros componentes como minerales y 3vitaminas están influenciados por la dieta de la gallina. (Hester, 2017). Son una de las mejores fuentes de proteínas de alto valor biológico ya que proveen de un óptimo perfil de aminoácidos esenciales: histidina , isoleucina , leucina , lisina , Metionina , fenilalanina , treonina , triptófano y valina .(Hester 2017). También todas las vitaminas excepto la C. (Tortuero, 2002).

Según Penié (2009), entre los minerales más proporcionados por el huevo se encuentran en cantidades significativas el fósforo , hierro , zinc , cobre , calcio, magnesio , entre otros . Todos necesarios en el metabolismo de las plantas, ya que cada uno ejerce una función vital con el objetivo de fortalecer el desarrollo de la misma.

El Fósforo constituyente de coenzimas, ácidos nucleicos y sustratos metabólicos. Hace parte del nucleótido más importante en la obtención de energía celular, el ATP. Promueve el desarrollo radical, y ayuda a desarrollar resistencia a enfermedades. (Xiang-wen, *et ál.*, 2008).

El Hierro es un catalizador involucrado en la activación de enzimas necesarias en las reacciones de oxido-reducción y transferencia de electrones y actúa como transportador de oxígeno. Además actúa como cofactor en la síntesis de clorofila y en el correcto funcionamiento de otras enzimas importantes como catalasa, peroxidasa, ferredoxina y citocromos. (Marschner, 1995).

El Zinc es un activador de enzimas que están implicadas en la regulación de varios procesos metabólicos, como la síntesis de DNA, RNA, proteínas, algunas hormonas. (Kalaycia, *et ál.*, 1999).

El Cobre está implicado en la síntesis de clorofila. Es constituyente de la plastocianina, que funciona en la transferencia de electrones y de proteínas con actividad oxidasa. Está implicado en la síntesis de ADN y ARN (Marschner, 1995). El Calcio hace parte de las paredes celulares, tiene una función importante en la estructura y permeabilidad de las membranas. Es un activador de las enzimas amilasa y ATPasa. En árboles, el contenido de Calcio está relacionado con la calidad y resistencia de la madera. (Littke & Zabowaki, 2007)

El Magnesio hace el componente principal de la clorofila. Combinado con ATP o ADP actúa como activador de enzimas que usan dos sustratos. (Marschner, 1995)

### **1.5. La utilización de la sacarosa en la agricultura**

Los carbohidratos son los productos primarios que las plantas necesitan para el crecimiento y desarrollo de tejidos, raíces, tallos, hojas y desempeñan un papel crucial

en la fase vegetativa y maduración de la mayoría de cultivos. Algunos investigadores sugieren que aplicaciones adicionales de carbohidratos liberan energía para procesos metabólicos, permitiendo que los cultivos canalicen una mayor cantidad de su propia energía para sintetizar aminoácidos e importantes metabolitos secundarios. (Marschner, 2012)

Estas sustancias son productos bioquímicos de alta energía, propios del metabolismo de los vegetales superiores, que sirven como insumo fundamental sobre el cual la planta construye sustancias más complejas, que pueden ser utilizadas para sobreponerse a condiciones adversas. (Montano, *et al.*, 2007)

Según Bonza, *et al.* (2016), la aplicación de KNO<sub>3</sub> tuvo un efecto positivo sobre las variables estudiadas en esta investigación, siendo el tratamiento de 1% de KNO<sub>3</sub> + 0,5% de sacarosa el que mostró un mejor comportamiento de las variables peso fresco y seco de bulbo y rendimiento, este se convierte en una alternativa de mejora en la calidad y rendimiento de los bulbos de cebolla bajo las condiciones de estudio.

Mendoza, *et al.* (2005), demostraron en sus investigaciones que:

La aplicación foliar de urea y sacarosa en vivero de fresa CP 99-3A aumentó el vigor de las plantas hijas de fresa, medido en la materia seca de raíces, tallos, hojas e inflorescencias de plantas hijas.

Cuando no se aplicó sacarosa, urea al 1 y 2% incrementó la MS de raíz respecto a urea 0%; urea 1% sin sacarosa y urea 2% + sacarosa 8% incrementó la MS de tallo. En MS de hojas e inflorescencias no hubo efecto de la interacción urea por sacarosa; pero urea al 1 y 2% o sacarosa al 8% elevaron significativamente la MS de hoja e inflorescencia con respecto al testigo.

Iglesias, *et al.* (2002), realizaron un ensayo en mandarinos mediante una aplicación suplementaria de sacarosa, anillado de ramas, selección de frutos y de hojas, para medir la fotosíntesis, la concentración de carbohidratos y pigmentos. Al realizarlo sobre plantas de naranja, incrementó en 12% el contenido de almidón en la hoja, pero no así el contenido de azúcares solubles.

El aclareo de frutos aumentó el contenido de almidón en 16%, el 22% de glucosa y el 57% de sacarosa en frutos. La defoliación del 66% de la planta hizo descender entre 40 y 50% el contenido de carbohidratos en la misma, luego de la cosecha de frutos. El anillado y el raleo de frutos redujeron la tasa fotosintética entre 14 y 26%, mientras que la aplicación de sacarosa lo hizo en un 56%. (Iglesias, *et al.*, 2003).

En el rendimiento y el peso de 100 semillas del cultivo del frijol, se encontró que los mayores rendimientos se obtuvieron en los tratamientos T-3 y T-4, con 1,06 y 1,12 t.ha-1 respectivamente no presentándose diferencias significativas entre ellos y sí con el resto de los tratamientos, lo que demuestra que el abono orgánico (estiércol vacuno) y la sacarosa le brindan al hongo niveles energéticos, mejorando su actividad. (Alonso, *et al.*, 2018).

Cauich, *et al.* (2023), también se obtuvieron resultados significativos en el crecimiento y desarrollo radicular mejorado por la combinación de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) con estiércol vacuno y sacarosa, reportado en el estudio, evidenciando un efecto sinérgico que puede potenciar la absorción de nutrientes y la eficiencia del uso de los aportes nutritivos. Este mutualismo mejora la salud radicular y puede favorecer la producción total y calidad del cultivo.

Con la aplicación combinada de nutrientes y carbohidratos se ha demostrado mejorar significativamente la calidad y rendimiento en cultivos como cebolla y ajo. (Marschner, 2012).

Martignone & Nakayama (1983), quienes encontraron un aumento significativo en la acumulación de materia seca (MS) en tallo, hoja y órganos reproductivos del frijol tras aplicaciones conjuntas y repetidas de urea y sacarosa. Además, observaron un incremento en el peso específico foliar, indicador de mayor densidad y vigor celular.

En frijol, Alvim (1960) coincide con estos autores, pues reportó que la aplicación de sacarosa incrementó la tasa de asimilación neta, la superficie foliar y la tasa relativa de crecimiento, aumentando la materia seca acumulada en 16.4%.

## **CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **2.1. Ubicación del experimento:**

La investigación se realizó en el municipio de Cumanayagua, en el período comprendido de octubre del 2024 a junio del 2025. En una parcela perteneciente a La finca El Porvenir, del productor Arcides Hernández Pérez, perteneciente a la UEB Santa Gertrudis de la Empresa Pecuaria El Tablón; ubicada en el consejo popular Las Brisas, municipio Cumanayagua, Provincia Cienfuegos, a 1 km de la cabecera municipal; la cual limita por el Norte con el Río Arimao, al Sur con la Vaquería 26, al Este: Vaquería 26, al Oeste con el Río Hanabanilla . El camino se deriva del vial para la comunidad El Tabloncito. Tiene una extensión de 9,35 ha<sup>-1</sup> encontrándose totalmente en explotación.

### **2.2. Características edafoclimáticas de la finca.**

Según los valores climatológicos generales para el área donde se enmarca la finca de estudio reportados por Pronóstico Climático (2023), el régimen térmico de la zona presenta temperaturas promedio anuales de 25,3°C siendo los meses de julio, agosto y septiembre los más cálidos con 27°C y diciembre, enero y febrero los más fríos con 23,6°C, 23,5°C y 23,2°C respectivamente. La amplitud térmica anual entre los meses más cálidos y fríos es de 3,8°C. También reporta el mes de julio como el más lluvioso con 240.1 mm y marzo como el más seco con 39.6 mm.

### **2.3. Características del suelo de la finca:**

Tiene una extensión de 9,35 ha; la cual se encuentra totalmente en explotación, presenta un suelo color Pardo Grisáceo Típico, con un relieve ondulado y semiondulado.

Los suelos de la finca son pardos grisáceos con textura arcillo arenoso. Estos suelos arcillosos son suelos que tienen partículas muy finas. Se los llama suelos pesados porque son más difíciles para trabajar. Guardan mucha agua y se vuelven pegajosos cuando están mojados. En cambio, en verano se endurecen y se agrietan. Se dejan

amasar con facilidad, formando un anillo sin quebrarse. Resultados que coinciden con los de esta investigación se corresponden con (Brito, 2023).

#### **2.4. Obtención del material vegetal**

Se recolectaron hojas maduras, de la parte inferior de la planta, con más de dos años de edad. Se ha comprobado que el número de polipéptidos aislados de hojas maduras frescas y de gel de hojas maduras resultó mayor que en hojas jóvenes e inmaduras. De las hojas recolectadas como se menciona anteriormente se extrae el zumo. El corte se realiza cuando finaliza la floración y el escapo queda seco y quebradizo. Hay que tener cuidado de no dañar las hojas superiores al efectuar el corte. O

#### **2.5. Labores realizadas:**

Para el experimento se utilizó la variedad Cuba Cueto. La preparación de suelo se realizó de forma tradicional mediante la tracción animal: rotulación a los 60 días antes de la siembra, pases de grada a los 20 días, a los 45 días se realizó el recuce, 1 día antes de la siembra se volvió a realizar la grada, al otro día la surcadura y la siembra. Se empleó el riego por aspersión y el control de plantas arvenses. Para el control de plagas se empleó tabaquina.

Posteriormente se le aplicó la primera fumigación de las variantes nutritivas en dos momentos: a los 30 y 41 días posteriores a la siembra. Luego se les realizaron las siguientes mediciones a 10 individuos escogidos al azar por parcela: altura de las plantas a los 61 días, número de vainas por plantas a los 68 días y números de granos por vainas a los 68 días. Finalmente se cosechó cada réplica, se le efectuó secado natural y luego se pesó en una balanza eléctrica.

#### **2.6. Montaje del experimento:**

Se montó un experimento en campo para evaluar el efecto de la aplicación de variantes nutritivas en la producción de frijol. Para el estudio se utilizará un diseño de bloques al azar, con cuatro tratamientos y tres réplicas.

Tratamientos:

1) Variante 1

2) Variante 2

3) Variante 3

4) Testigo (sin nada)

#### Preparación de las variantes nutritivas :

Variante 1: 200 ml de extracto de Sábila

Variante 2: 200 ml de extracto de Sábila más dos huevos

Variante 3: 200 ml de extracto de Sábila más dos huevo más 250g de azúcar

#### Aplicación de las variantes nutritivas :

Las variantes nutritivas se aplicarán en dos momentos, a los 30 y a los 41 días, después de la siembra, empleando para ello una bomba mochila Matabi de 16 Litros de capacidad.

### **2.7. Evaluación del efecto sobre las diferentes variables morfológicas del Frijol con la aplicación de las variantes nutritivas:**

Las observaciones de las variables evaluadas correspondieron a los criterios establecidos, por los descriptores recomendados, en las etapas de crecimiento y desarrollo del cultivo. (Fernández, *et al.*, 1986). Se realizaron mediciones en 10 individuos escogidos al azar por parcelas, evitando las que se encontraban en los extremos, para evitar el efecto borde. (Fuentes, *et al.*, 2000)

#### Mediciones a realizar:

\* Altura de las plantas (cm): Con regla graduada, midiendo desde el suelo hasta el ápice apical de la rama principal, a los 61 días de sembrado.

\* Número de vainas por planta (u): Se realizó un conteo al número de vainas a 10 plantas al azar de cada réplica, calculándose la media de cada tratamiento, a los 68 días de sembrado.

\* Números de granos por vainas (u): Se realizó un conteo al número de granos y se calculó la media por cada tratamiento, a los 68 días de sembrado.

## **2.8. Determinación del rendimiento por superficie en masa seca del frijol con la aplicación de las variantes nutritivas**

\* Después de la cosecha se midió el rendimiento ( $\text{g/m}^2$ ): Se realizó la cosecha de cada réplica por paralela, se le efectuó secado natural y luego se pesó en la balanza eléctrica.

### Observaciones a realizar:

\* Incidencia de presencia de plagas y enfermedades en el cultivo del frijol en los cuatro tratamientos: Por la medición se empleó el método de observación tomando como referencia el número total plantas por parcela y plantas que presenten afectación las cuales se presentaron en cada tratamiento.

## **2.9. Análisis Estadístico**

Luego de obtener los datos se analizaron las transformaciones necesarias para una mejor interpretación de los resultados. Se realizó un análisis de varianza, ANOVA simple, con el programa estadístico STATGRAPHIC Centurion Version XVI.

Para efectuar el análisis se plantearon las siguientes hipótesis:  $H_0$ : Efecto del factor=0  
 $H_1$ : Efecto del factor $\neq$ 0 . La Región Crítica (RC) está dada de la siguiente manera  $\text{Valor-P} < 0.05$ . Si se cumple la misma se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la evaluación de las diferentes variables morfológicas del frijol se obtuvieron mayores valores de altura con la aplicación de la variante 1, compuesta solo por sábila, con respecto a las demás variantes, con diferencias significativas entre ellas. (Tabla 1)

**Tabla 1.** Altura del frijol con la aplicación de tres variantes nutritivas.

Tratamientos	Altura (cm)
1	35.5 <sup>a</sup>
2	21.0 <sup>b</sup>
3	25.6 <sup>c</sup>
4	27.1 <sup>d</sup>
C.V (%)	25.9

(Letras minúsculas distintas en una misma fila indican diferencias significativas;  $P \leq 0,05$ )

El presente estudio mostró que la mayor media de la altura del frijol se logró con la variante 1, difiriendo así de las demás. Esto se debe a que según Rodríguez (2006), refiere que en su investigación se encontraron efectos estimulantes del crecimiento con el extracto de gel de sábila.

Se evaluó el efecto de cuatro variantes nutritivas sobre la altura del frijol (*Phaseolus vulgaris*). Los resultados evidencian que la variante 1, compuesta exclusivamente por extracto de gel de sábila (*Aloe vera*), produjo la mayor altura promedio en las plantas, alcanzando 35.5 cm, significativamente superior a las demás variantes (Tabla 1). Las variantes 2, 3 y 4 presentaron alturas promedio de 21.0 cm, 25.6 cm y 27.1 cm respectivamente, con diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0.05$ ).

Esta diferencia notable sugiere que el gel de sábila ejerce un efecto bioestimulante potente sobre el crecimiento del frijol, favoreciendo la elongación y desarrollo de las plantas. La superioridad de la variante 1 confirma el papel del *Aloe vera* como un agente promotor del crecimiento, lo que coincide con lo reportado por Rodríguez (2006), quien encontró que la aplicación de extractos de gel de sábila produjo efectos estimulantes en el crecimiento vegetal. Según Rodríguez (2004), estos efectos se atribuyen a la presencia de reguladores naturales del crecimiento y nutrientes esenciales que actúan en sinergia para potenciar procesos fisiológicos que incrementan la altura y biomasa de las plantas. En contraste, las variantes 2, 3 y 4, con composiciones nutritivas diferentes o menos completas, mostraron un desarrollo menor, lo que resalta la importancia de la calidad y composición de la variante nutritiva aplicada.

La sábila se caracteriza por su riqueza en compuestos bioactivos que incluyen proteínas en baja concentración (0.013 %), polisacáridos (0.2 - 0.3 %), resinas, aloína, aceites esenciales, alcaloides, glucósidos cardiotónicos, taninos, glucosa y agua, según Retamar (1995). Además, aporta 13 minerales esenciales para la nutrición vegetal, como calcio, magnesio, potasio, hierro, zinc, cobre y manganeso, y 20 aminoácidos, incluyendo ocho esenciales que el organismo vegetal no puede sintetizar y debe obtener externamente (Caballero & Cañas, 2002).

Estos componentes son vitales para el desarrollo vegetal, ya que los minerales como el calcio y magnesio participan en la regulación osmótica, activación enzimática y estabilización de membranas celulares, mientras que los aminoácidos son precursores de proteínas y enzimas esenciales para el metabolismo. La presencia de polisacáridos, especialmente glucomanos, contribuye a la regeneración celular y formación de

tejidos nuevos (Rodríguez, 2006). En el contexto de los resultados, la mayor altura observada en la variante 1 puede interpretarse como consecuencia directa de esta composición química integral, que proporciona a la planta un balance nutricional óptimo para procesos fisiológicos complejos que promueven la elongación celular y el crecimiento. Las variantes 2, 3 y 4 mostraron un desarrollo inferior, lo que evidencia la correlación entre composición química y respuesta fenotípica.

El gel de Aloe vera contiene hormonas vegetales como giberelinas y auxinas, que son fundamentales para estimular la división celular y diferenciación tisular (Ángel, 2017). Estas hormonas actúan directamente en los meristemos apicales y laterales, acelerando el crecimiento en altura y volumen de la planta. Además, el fosfato de manosa presente en el gel funciona como un agente estimulante del crecimiento, facilitando la interacción entre polisacáridos y receptores celulares, lo que incrementa la actividad metabólica y la síntesis de proteínas esenciales para el desarrollo (Castillo, 2002).

La significativa diferencia en altura entre la variante 1 y las demás se explica por la presencia y concentración de estos reguladores naturales del crecimiento en el gel de sábila. Mientras que variantes 3 y 4 mostraron un crecimiento intermedio (25.6 y 27.1 cm), probablemente debido a la presencia parcial de nutrientes, la variante 1 se benefició de un conjunto completo y balanceado de compuestos que actúan sinérgicamente para maximizar la división y elongación celular. Esto evidencia que no solo la presencia de nutrientes es importante, sino también la composición específica y la interacción de hormonas y polisacáridos que modulan las respuestas fisiológicas de la planta.

La absorción foliar es una vía eficiente para la incorporación rápida de nutrientes y compuestos bioactivos en las plantas. Vázquez (2001), explica que, aunque el transporte de nutrientes desde las hojas difiere en tiempo y forma respecto a la absorción radicular, la vía foliar permite una respuesta inmediata, especialmente en condiciones donde la absorción por raíces está limitada. Melgar (2015), añade que la movilidad de nutrientes a través del floema depende de la naturaleza del nutriente, pero

la aplicación foliar de extractos ricos en aminoácidos, minerales y reguladores de crecimiento, como el Aloe vera, mejora la nutrición y estimula el crecimiento.

En este estudio, la aplicación foliar del gel de sábila en la variante 1 permitió una rápida absorción y movilización de aminoácidos, minerales y hormonas, lo que explica la mayor altura obtenida. Las variantes 2, 3 y 4, con menor concentración y diversidad de otros compuestos como el huevo y el azúcar, mostraron una respuesta de crecimiento menos pronunciada. Esto evidencia que la vía foliar, combinada con la calidad del extracto de sábila, es determinante para maximizar el desarrollo vegetal, y que este posee características ideales para ser absorbido y utilizado eficientemente por la planta.

El gel de Aloe vera contiene vitamina C (ácido ascórbico), que actúa como un potente antioxidante, protegiendo los tejidos vegetales del daño causado por radicales libres y retardando el oscurecimiento y deterioro de tejidos (Rodríguez, 2006). Además, Retamar (1995), destaca las propiedades antimicrobianas del gel, con efectos bactericidas y fungicidas que contribuyen a proteger la planta frente a patógenos.

Estas propiedades antioxidantes y antimicrobianas pueden haber contribuido a mantener la salud celular y reducir el estrés oxidativo y biológico en las plantas tratadas con la variante 1, facilitando un crecimiento óptimo y reflejándose en la mayor altura. Las variantes con menor efecto antioxidante y antimicrobiano (2, 3 y 4) podrían haber estado más expuestas a estrés oxidativo o patógenos, limitando su desarrollo y explicando las diferencias observadas en altura.

Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con investigaciones previas que han evidenciado la eficacia del Aloe vera como bioestimulante. Almeida (2010), reportó incrementos significativos en altura y desarrollo radicular en tomate con la aplicación foliar de extracto de sábila al 4 %. De forma similar, Miranda et al., (2023), observaron que un hidrogel con función bioestimulante aplicado en tomate incrementó significativamente la longitud del tallo, evidenciando la capacidad de compuestos naturales para mejorar el crecimiento.

Resultados similares obtuvo Jo (2005), en la fase de enraizamiento de Vitroplantas de plátano variedad FHIA\_18 realizando varias investigaciones encontrando efectos

estimulantes del crecimiento en los extractos estudiados, correspondiendo al gel del extracto de Aloe vera el mejor comportamiento particularmente con relación a la formación de raíces; lo que valida la eficacia del gel de sábila observado en la variante 1 para promover un crecimiento superior.

María y Fernández (s.f), difieren al plantear que en el efecto de los tratamientos en la altura de las plántulas de tomate en semillero tradicional se comportó sin diferencia significativa en los tratamientos con el 6 y 8 % de Aloe y el testigo, difiriendo del tratamiento del 10% de A. vera se puede inferir de estos resultados que al aumentar la dosis de A. vera disminuye con ello el crecimiento de la planta.

La variante 1, basada en la aplicación foliar de extracto de gel de sábila, fue la más efectiva para estimular el crecimiento en altura del frijol, superando significativamente a las demás variantes. Esto se atribuye a la riqueza química del Aloe vera, que aporta aminoácidos, minerales, vitaminas, polisacáridos y hormonas vegetales, los cuales actúan sinérgicamente para promover la división celular, elongación y regeneración tisular. La comparación con las otras variantes confirma que la calidad y composición del extracto de sábila son determinantes para maximizar el crecimiento vegetal.

En la evaluación de las diferentes variables morfológicas del frijol se obtuvieron mayores valores de números de vainas con la aplicación de la variante 1, compuesta solo por sábila , con respecto a las demás variantes, con diferencias significativas entre ellas. (Tabla 2)

Tabla 2. Número de vainas con la aplicación de tres variantes nutritivas.

Tratamientos	Cantidad (g)
1	14.0 <sup>a</sup>
2	9.0 <sup>b</sup>

3	11.0 <sup>c</sup>
4	7.4 <sup>d</sup>
C.V (%)	18,9

(Letras minúsculas

distintas en una misma fila indican diferencias significativas;  $P \leq 0,05$ )

El presente estudio mostró que la mayor media del número de vainas del frijol se logró con la aplicación de la variante 1, y no con las demás variantes. Esto se debe a la composición de la sábila, la cual ejerce efectos estimulantes en el crecimiento y desarrollo de las plantas. (Miranda, *et al.*, 2023).

Los resultados reflejados en la Tabla 2 muestran que la variante 1, basada exclusivamente en extracto de gel de sábila (Aloe vera), produjo un número promedio de vainas por planta significativamente superior (14.0) en comparación con las variantes 2, 3 y 4, que alcanzaron 9.0, 11.0 y 7.4 vainas respectivamente. Esta diferencia estadística ( $P \leq 0.05$ ) indica un efecto estimulante claro y potente del gel de sábila sobre la capacidad reproductiva del frijol.

Este comportamiento es consistente con los hallazgos reportados en la literatura sobre bioestimulantes en frijol. Por ejemplo, Méndez, *et al.*, (2011) & Calero, *et al.*, (2016) mostraron incrementos significativos en el número de vainas con la aplicación de bioestimulantes como Fitomas E, ME-50 y Biobras-16®, con aumentos superiores al 40 % respecto al control, lo que confirma que la estimulación de la formación de vainas es una respuesta común a la aplicación de estos productos naturales. Aunque en el presente estudio no se usaron esos bioestimulantes específicos, el Aloe vera comparte características bioquímicas similares que explican su eficacia.

La sábila posee una composición química compleja que incluye polisacáridos, aminoácidos, vitaminas, minerales y enzimas antioxidantes. (Retamar, 1995; Aker, 2018). Esta riqueza química es fundamental para explicar el incremento en el número de vainas observado en la variante 1. Kumar, *et al.*, (2019), destacan que los

polisacáridos del gel actúan como biopolímeros naturales con propiedades bioestimulantes y protectoras, lo que mejora la salud y vigor de la planta.

La presencia de 20 aminoácidos, 12 vitaminas y minerales esenciales como calcio, magnesio y potasio (Caballero & Cañas, 2002), contribuye a la síntesis proteica, división celular y regulación hormonal, procesos clave para el desarrollo de órganos reproductivos. Por lo tanto, la mayor cantidad de vainas en la variante 1 puede interpretarse como resultado directo de esta composición química integral que mejora la fisiología y nutrición del frijol.

Ortega, et al. (2024), obtuvieron resultados similares a los nuestros, pues reportan que bioestimulantes derivados de Aloe vera y macroalgas promueven la fotosíntesis y mejoran la adaptación a condiciones adversas como sequía y salinidad. Estas propiedades permiten que la planta mantenga un metabolismo activo y eficiente, asegurando la formación y cuajado de vainas aun bajo estrés.

En el presente estudio, la variante 1 mostró el mayor número de vainas, lo que puede interpretarse como resultado de esta capacidad del Aloe vera para mitigar el estrés abiótico y optimizar la fotosíntesis. En contraste, las variantes 2, 3 y 4, con menor efecto bioestimulante o composición menos completa, presentaron menores números de vainas, posiblemente por una menor capacidad para enfrentar condiciones adversas o estimular procesos fisiológicos.

Miranda, *et al.* (2023), coinciden con nuestros resultados al destacar que el extracto de Aloe vera contiene fitohormonas, aminoácidos, vitaminas y enzimas que activan el metabolismo vegetal y mejoran la absorción de nutrientes, aumentando la tolerancia al estrés y promoviendo la salud general. Esta activación metabólica se traduce en incrementos en parámetros morfológicos y productivos, incluyendo el número de vainas.

Al comparar con las variantes 2, 3 y 4, que presentaron valores inferiores (9.0, 11.0 y 7.4 vainas), se puede inferir que estas variantes no proporcionaron la misma riqueza bioquímica ni la misma capacidad para activar el metabolismo, lo que se refleja en menor desarrollo reproductivo.

Otro grupo de autores obtuvo resultados positivos con la aplicación de la Sábila en sus Cultivos.

Vickery (1994) señala que la sábila ha sido utilizada tradicionalmente como repelente y estimulante orgánico en agricultura, ampliando su uso en diferentes cultivos. La eficacia observada en la variante 1 valida esta tradición, mostrando que el gel de sábila puede ser un bioestimulante natural efectivo para mejorar el número de vainas en frijol, superando a otras variantes nutritivas menos completas.

Pérez, *et al.* (2023), demostraron que la aplicación foliar de hidrogel de Aloe vera al 5 % mejora parámetros del sistema radical, como número y longitud de raíces y volumen radical. Un sistema radical vigoroso facilita la absorción eficiente de agua y nutrientes, elementos esenciales para el desarrollo y cuajado de vainas.

Almeida (2010), reportó que en tomate, aplicaciones foliares de Aloe vera al 4 y 6 % aumentaron significativamente el número de hojas, incrementando la capacidad fotosintética y favoreciendo la formación de órganos reproductivos. Aunque el estudio es en tomate, la relación entre mayor desarrollo vegetativo y producción de vainas es aplicable al frijol, sugiriendo que el mejor desarrollo con sábila contribuye a la mayor producción de vainas observada.

Rivero (2018), destaca que el fosfato de manosa presente en Aloe vera estimula el crecimiento de tejidos, promoviendo la división y elongación celular en órganos reproductivos, lo que explica la mayor cantidad de vainas en la variante 1.

Tucuch, *et al.* (2022), encontró que en *Capsicum chinense*, aplicaciones foliares de gel de sábila incrementaron la biomasa fresca y seca y aceleraron la emergencia de plántulas, evidenciando la capacidad del Aloe vera para mejorar el vigor y desarrollo inicial, factores que influyen en la producción de vainas.

Ortega, *et al.* (2024), obtuvieron resultados opuestos a los nuestros, destacan en su estudio sobre efecto de bioestimulantes foliares en la tolerancia al estrés abiótico en cultivos de *Raphanus sativus* que en cuanto al diámetro del bulbo, T2 (2,48 cm) y T3 (2,23 cm) presentaron valores superiores a T1 (1,44cm), aunque todos menores a los

de T0(3,48 cm). La longitud del bulbo no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, con valores de 3,58 cm (T3) y 3,48cm (T2), ambos por debajo de T0 (6,17 cm).

Estos resultados son similares con los obtenidos por Sarango & Chenchem (2024), quienes en su investigación sobre el efecto de bioestimulantes foliares en la tolerancia al estrés abiótico en cultivos de *Raphanus sativus* evaluaron el efecto de dos bioestimulantes aplicados de forma foliar al 10%: extracto de Aloe vera y macroalgas, en el desarrollo de *Raphanus sativus* sometido a estrés abiótico destacó que en el tratamiento T1, sometido a estrés abiótico, se observó una notable reducción en el desarrollo foliar, con hojas deformadas y en menor cantidad, acompañadas de síntomas de clorosis y necrosis, y solo 24 UE emergieron, destacando la aparición de dos rábanos de color morado en lugar del rojo típico difiriendo con los resultados del presente estudio.

La variante 1, basada en la aplicación foliar de extracto de gel de sábila, fue la más efectiva para incrementar el número de vainas por planta en frijol, superando significativamente a las demás variantes. Este efecto se explica por la composición química integral del Aloe vera, que aporta aminoácidos, minerales, vitaminas, polisacáridos y fitohormonas, que actúan sinérgicamente para estimular el crecimiento, mejorar la nutrición y proteger a la planta frente al estrés.

Las variantes 2, 3 y 4, aunque mostraron incrementos en el número de vainas respecto a controles no tratados en otros estudios, no lograron igualar la eficacia de la sábila, lo que evidencia la superioridad del gel de Aloe vera como bioestimulante natural para el cultivo del frijol.

Tabla 3. Número de granos por vainas en el frijol con la aplicación de tres variantes nutritivas.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre	6,6	3	2,2	1,76	0,1723

grupos					
Intra grupos	45,0	36	1,25		
Total (Corr.)	51,6	39			

La tabla ANOVA descompone la varianza de Semillas por vaina en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 1,76, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Semillas por vaina entre un nivel de Tratamiento y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

Estos resultados discrepan con los reportes de Martignone & Nakayama (1983), quienes encontraron un aumento significativo en la acumulación de materia seca (MS) en tallo, hoja y órganos reproductivos del frijol tras aplicaciones conjuntas y repetidas de urea y sacarosa. Además, observaron un incremento en el peso específico foliar, indicador de mayor densidad y vigor celular. La diferencia central radica en que Martignone y Nakayama midieron parámetros relacionados con la biomasa y vigor vegetativo, mientras que el presente estudio evaluó una variable reproductiva final, el número de granos por vaina, que puede estar influenciada por múltiples factores fisiológicos y ambientales más allá de la biomasa acumulada.

La acumulación de MS refleja la capacidad de la planta para fijar y almacenar reservas, pero no necesariamente garantiza un aumento en la producción de granos, ya que la asignación de recursos puede priorizar estructuras vegetativas o mecanismos de defensa frente a estrés. Por tanto, la ausencia de efecto significativo en número de granos podría deberse a que las variantes nutritivas no lograron modificar la asignación de fotoasimilados hacia la formación de granos en las condiciones evaluadas.

Según Bonza, *et al.* (2016), la aplicación de KNO<sub>3</sub> tuvo un efecto positivo sobre las variables estudiadas en esta investigación, siendo el tratamiento de 1% de KNO<sub>3</sub> + 0,5% de sacarosa el que mostró un mejor comportamiento de las variables peso fresco

y seco de bulbo y rendimiento, este se convierte en una alternativa de mejora en la calidad y rendimiento de los bulbos de cebolla bajo las condiciones de estudio.

Carrillo, *et al.* (2005), también obtuvieron resultados positivos difiriendo de los nuestros, ya que demostraron que la aplicación foliar de urea y sacarosa en plantas de fresa en vivero incrementó significativamente la materia seca de raíz, tallo e inflorescencia, con una interacción significativa entre ambos compuestos para la acumulación de MS en raíz y tallo. La sacarosa al 8% fue especialmente efectiva para aumentar la MS de raíz, mientras que la urea incrementó la MS de tallo y el contenido de azúcares solubles totales en este órgano.

Estos resultados apoyan la idea de que la sacarosa, como fuente exógena de carbohidratos, puede suplir fotoasimilados adicionales, beneficiando el crecimiento y vigor de la planta, especialmente bajo condiciones de estrés o limitación fotosintética (Yumar, *et al.*, 2010).

En frijol, Alvim (1960), coincide con estos autores, pues reportó que la aplicación de sacarosa incrementó la tasa de asimilación neta, la superficie foliar y la tasa relativa de crecimiento, aumentando la materia seca acumulada en 16.4%.

Iglesias, *et al.*, (2002), también obtuvieron resultados significativos al realizar un ensayo en mandarinos mediante una aplicación suplementaria de sacarosa, anillado de ramas, selección de frutos y de hojas, para medir la fotosíntesis, la concentración de carbohidratos y pigmentos. Al realizarlo sobre plantas de naranja, incrementó en 12% el contenido de almidón en la hoja, pero no así el contenido de azúcares solubles.

Sin embargo, en el presente estudio, aunque se reconoce el potencial de estas aplicaciones para mejorar el vigor y biomasa, no se tradujo en un aumento estadísticamente significativo en el número de granos por vaina. Esto sugiere que el efecto de las variantes nutritivas puede ser más evidente en parámetros fisiológicos y de crecimiento que en variables reproductivas específicas, posiblemente debido a la complejidad del desarrollo de órganos reproductivos y la asignación de recursos en el frijol.

Cauich, *et al.* (2023), también obtuvieron resultados admirables en el crecimiento y desarrollo radicular mejorado por la combinación de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) con estiércol vacuno y sacarosa, reportado en el estudio, evidenciando un efecto sinérgico que puede potenciar la absorción de nutrientes y la eficiencia del uso de los aportes nutritivos. Este mutualismo mejora la salud radicular y puede favorecer la producción total y calidad del cultivo.

Con la aplicación combinada de nutrientes y carbohidratos se ha demostrado mejorar significativamente la calidad y rendimiento en cultivos como cebolla y ajo. Marschner (2012) & Mujica (2012), reportan que la combinación de KNO<sub>3</sub> y sacarosa incrementa el peso fresco y seco de bulbos, favoreciendo el flujo de fotosintatos hacia órganos de almacenamiento y aumentando la productividad.

Estos resultados sugieren que la respuesta a aplicaciones de carbohidratos y nutrientes es dependiente del tipo de cultivo, órgano evaluado y condiciones ambientales, lo que puede explicar la ausencia de efecto significativo en número de granos por vaina en frijol en el presente estudio.

Carrillo, *et al.* (2005), demostraron en sus investigaciones que la aplicación foliar de urea y sacarosa en vivero de fresa CP 99-3A aumentó el vigor de las plantas hijas de fresa, medido en la materia seca de raíces, tallos, hojas e inflorescencias de plantas hijas.

En el presente estudio, la falta de diferencias significativas podría estar relacionada con dosis o frecuencias de aplicación que no optimizaron el balance entre carbohidratos y las demás variantes nutritivas, limitando la respuesta productiva. Además, la materia seca acumulada no siempre se traduce directamente en mayor número de granos, ya que la planta puede priorizar crecimiento vegetativo o reservas para sobrevivencia.

Los resultados indican que, aunque la aplicación foliar de sacarosa puede mejorar parámetros fisiológicos y biomasa en frijol y otros cultivos, su efecto sobre el número de granos por vaina no fue significativo en este caso.

En la evaluación de las diferentes variables morfológicas del frijol se obtuvieron mayores valores del número de hojas con la aplicación de la variante 1, compuesta solo por sábila, con respecto a las demás variantes, con diferencias significativas entre ellas. (Tabla 4)

Tabla 4. Rendimiento del frijol con la aplicación de tres variantes nutritivas.

Tratamientos	Rendimiento (g.m <sup>2</sup> )
1	1 800 <sup>a</sup>
2	1 100 <sup>b</sup>
3	1 400 <sup>c</sup>
4	966 <sup>d</sup>
C.V (%)	17,5

(Letras minúsculas distintas en una misma fila indican diferencias significativas;  $P \leq 0,05$ )

Esta investigación demostró que la mayor media en el rendimiento del frijol se logró con la aplicación de la variante 1. Esto se debe a que el Aloe vera es un tratamiento muy eficaz como estimulante, incluso en condiciones adversas. (Sarango & Chenche, 2024).

La variante 3 también obtuvo excelentes resultados, ya que el huevo contiene numerosos minerales, dentro de los que se encuentran el fósforo, potasio, hierro, magnesio y calcio. (Ortega, *et al.*, 2013).

La nutrición mineral es uno de los factores que más contribuye para lograr elevado rendimiento y mejor calidad del producto, de forma que los nutrientes deben ser aplicados de acuerdo a las exigencias del cultivo, en las cantidades y épocas adecuadas. (Nunes, *et al.*, 1981)

Los nutrimentos pueden, además, incrementar o disminuir la resistencia o tolerancia de los cultivos a los patógenos. La resistencia es la habilidad del huésped para limitar la penetración, el desarrollo y/o reproducción del patógeno invasor, así como limitar la alimentación de las plagas. La tolerancia es la capacidad del huésped para mantener su crecimiento, no obstante la presencia de infección o ataque de plagas. (Marschner, 1995)

Según Haifa Group. (s.f.):

#### Fósforo (P)

Como un componente de ATP, la molécula que almacena la energía en la célula viva, el fósforo es esencial para todos los procesos que consumen energía en la planta. Es un ingrediente importante en los aminoácidos y es un componente de la membrana celular. El fósforo también está relacionado al material genético en las plantas y es necesario para la germinación de las semillas, la fotosíntesis, la formación de proteína, la formación de las flores y frutos y casi todos los procesos de crecimiento y metabolismo.

#### Potasio (K)

El potasio es necesario para la formación de azúcares y almidón en la planta. Participa en la síntesis de proteínas y en la división celular. Al ser un componente vital de la pared celular, el potasio mejora la rigidez y la resistencia de las plantas.

El potasio es responsable de la apertura y cierre de los estomas, por lo tanto, es necesario para ajustar el equilibrio de agua en la planta.

#### Calcio (Ca)

El calcio es un importante componente estructural de las paredes celulares. Es necesario para el crecimiento y la división celular e influye en el movimiento del agua en las células. En ciertas plantas, el calcio es necesario para absorber nitrógeno. En general, el calcio es un “nutriente de calidad” que mejora la calidad y el rendimiento, y prolonga la vida útil.

## Magnesio (Mg)

El magnesio es un componente clave de la molécula de clorofila, por lo que es esencial para la fotosíntesis y la formación de carbohidratos. El magnesio participa en las reacciones enzimáticas y ayuda en la generación de energía.

## Hierro (Fe)

El hierro juega un papel importante en la formación de clorofila. Participa en la división celular que favorece el crecimiento de las plantas y en otras reacciones vitales en la planta.

Los buenos resultados obtenidos con las variantes en todas las variables estudiadas, se justifica con que, permiten mayor absorción de nutrientes (Behie, et al., 2012; Plett, et al., 2014; Behie y Bidochka, 2014; Igiehon y Babalola, 2018), mayor tolerancia al estrés biótico y abiótico (Schirawski y Perlin, 2018 & Stringlis, *et al.*, 2018) e inducen sistemas de defensas en plantas (Beckers, *et al.*, 2009 & Hermosa, *et al.*, 2012; Jayaraman, *et al.*, 2014 & Malmierca, *et al.*, 2015). Por lo tanto, su uso contribuye al desarrollo sostenible de la agricultura y permite responder a la demanda de alimentos orgánicos.

Con respecto a la presencia de plagas y enfermedades en el cultivo del frijol en los cuatro tratamientos, se puede decir que no hubo incidencia de las mismas, durante todo el experimento. Esto pudo ser dado por la presencia de la sábila en las variantes utilizadas, justificado por Vickery (1994) donde con la utilización directa de la sábila, han incrementado su demanda para aplicaciones de diferentes cultivos como repelente y protección contra patógenos (Lu, *et al.*, 2016).

Conaza (1991), plantea que el jugo de sábila se ha usado experimentalmente como repelente e insecticida en larvas presentes en algunas plantas tuberosas, obteniéndose muy buenos resultados. De igual manera se ha reportado la experimentación para el control de enfermedades virales en papa, presentando una acción inhibitoria media en comparación con otros extractos de origen vegetal.

La sábila además de los efectos enumerados anteriormente según Castillo (2002), la misma tiene presencia de taninos que están relacionados con la resistencia de las plantas a las infecciones y se consideran potentes agentes antifúngicos.

De igual forma, los carbohidratos podrían usarse para compensar parcialmente los efectos negativos que sufren los cultivos que están sometidos a diferentes condiciones de estrés, basado en el beneficio que representa para las plantas la adquisición de fotoasimilados adicionales, no provenientes de la actividad fotosintética (Yumar, *et al.*, 2010).

Estos hallazgos respaldan el uso de variantes naturales como alternativas sostenibles para mejorar el desarrollo de cultivos agrícolas, contribuyendo a una producción más eficiente y respetuosa con el medio ambiente.

## CONCLUSIONES

- La aplicación de las diferentes variantes nutritivas, contribuye favorablemente a la altura y número de vainas en el frijol, con diferencias significativas entre ellas, aunque para el número de granos por vainas las variantes nutritivas no influyeron
- La aplicación de la variante nutritiva 1, compuesta solo por sabila, fue la que obtuvo los mejores resultados, para la altura y número de vainas en el frijol.
- La aplicación de las diferentes variantes nutritivas, contribuye favorablemente al rendimiento por superficie del frijol, obteniendo mayores rendimientos con la variante 1, compuesta solo por sabila.

## **RECOMENDACIONES**

- Evaluar las variantes nutritivas estudiadas en el cultivo del tabaco
- Estudiar por separado las tres variantes utilizadas en el cultivo del frijol.
- Socializar los resultados de esta investigación en espacios alternativos con la presencia de productores, para contribuir al conocimiento en esta rama del saber.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akanmu, A. O., Alowe., O. M., Phiri, A.T., Nirere, D., Odebode, A. J., Karemera Umhuza, N. J., Asemoloye, M. D., & Babalola, O. O. (2023). Bioresources in Organic Framing: Implications for Sustainable Agricultural Systems. *Horticulturae*, 9(6), 01-16. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9060659>.
- Aker, C. (2018). *Proyecto de gestión del conocimiento para la producción sostenible de hortalizas*. [https://assets.rikolto.org/paragraph/attachments/guia\\_chiltoma.pdf](https://assets.rikolto.org/paragraph/attachments/guia_chiltoma.pdf).
- Almeida Zambrano, D. M. (2010). *Efecto del extracto de Aloe Vera L. en la producción de plántulas de Solanum lycopersicum L. (tomate), en condiciones de Cepellón*. (Tesis d Grado). Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Alonso, N. J. M., Hidalgo, Á. L., & Mesa, J. L. A. (2018). Influencia de los Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA), Abonos Orgánicos y Sacarosa en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L). *Alternativas*, 19(2), 89-96.
- Alvim, P. (1960). Net assimilation rate and growth behavior of beans asaffected by giberellic acid urea and sugar sprays. *Plant Physiol*, 35, 285-288.
- Ángel, A. E. (2017) Acción biomédica y potencial económico de la sábila Aloe vera barbadensis M Tesis repositorio (Tesis de grado). UAA "Antonio Navarro"
- Arzani, K. & H. Hokmabadi. (2002). Effects of some carbohydrates on qualitative and quantitative traits of pistachio nuts cv. KallehGhoochi. *Acta Hort*, 594, 291-295.
- Azcón-Bieto, J. & Talón, M. (2001). *Fundamentos de fisiología vegetal*. McGraw-HillInteramericana.
- Barceló, C., J., Nicolás R., G., Sabater G., B. & Sánchez T. (1995). *Nutrición mineral*. En: *Fisiología vegetal*. 7 ed. Ediciones. Pirámide S.A.

- Beckers GJM, Jaskiewicz M, Liu Y, Underwood WR, He SY, Zhang S, Conrath U. (2009) Mitogenactivated protein kinases 3 and 6 are required for full priming of stress responses in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Online*, 21, 944-953
- Behie, S. W. & Bidochka, M. J. (2014). Nutrient transfer in plant-fungal symbioses. *Trends Plant Science* 19, 734- 740
- Behie, S. W., Zelisko, P. M. & Bidochka, M. J. (2012). Endophytic insect parasitic fungi translocate nitrogen directly from insects to plants. *Science* 336, 1576-1577
- Bonza-Espinoza, M., Pinzón-Sandoval, E. & Álvarez-Herrera, J. (2016). Efecto del nitrato de potasio y la sacarosa sobre el rendimiento de plantas de cebolla (*Allium cepa* L.). *Temas agrarios*, 21(2), 40-50.
- Boschi, C.L., Gandolfo, E. y Vence, L. (2017). Evaluación de gel de Aloe vera en el enraizamiento de estaquillas de orégano (*Origanum vulgare*). *Horticultura Argentina*, 36(89), 06-16.
- Brito, B. (2023). *Evaluación de la transición agroecológica; estudio de caso finca El Porvenir, perteneciente a la UEB Santa Gertrudis, del municipio Cumanayagua, provincia Cienfuegos* (Tesis de Grado). Universidad de Cienfuegos.
- Caballero, N, Cañas, V. (2002). *La composición química de la Aloe vera, los elementos Químicos que conforma la sábila.*  
<http://www.gestiopolis.com/canales6/mkt/investigacion-productos-conaloe.htm>
- Calero Hurtado, A., Y. Péres, D. Péres. (2016). Efecto de diferentes biopreparados combinado con Fitomas E en el comportamiento agroproductivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Monfragüe Desarrollo Resiliente*, 7 (2), 161-176.
- Calero, A., Castillo, Y., Quintero, E., Pérez, Y. y Olivera, D. (2018). Efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento agrícola del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista de la Facultad de Ciencias* 7(1), 88-100.  
<http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/115/115589012/html/>
- Carbone, A. (2015). *Cultivo en Hidroponía*. Universidad de la Plata. Cuba.

- Carranza-Álvarez, C., Trinidad-García, K.L., Reyes-Hernández, H., Castillo-Pérez L.J. y Fortanelli-Martínez, J. (2021). Efecto de extractos orgánicos naturales sobre la micropropagación de *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews (Orchidaceae). *Biotechnia*, 23(1), 5-12.
- Carrillo-Mendoza, O., Rodríguez-Alcázar, J., Cano-Medrano, R., & Lopez-Jiménez, A. (2005). Aplicación foliar de urea y sacarosa y su efecto en el acondicionamiento de planta de vivero y producción de fresa (*Fragaria xananassa* Duch.) CP 99-3a. *Agrociencia*, 39.
- Castillo, N., (2002). *Productos que se pueden obtener de la sábila Frontera activa Salud/Aloe o sábila*. Agrociencia
- Cauich-Cauich, R., Tun-Suárez, J. M., Cristóbal-Alejo, J., Herrera-Parra, E., Andueza-Noh, R., & Lozano-Contreras, M. G. (2023). Evaluación de consorcios micorrícicos arbusculares nativos en interacción con niveles de fósforo en la promoción del crecimiento y fotosíntesis de *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Biotechnia*, 25(1), 67-80.
- Celis-Velázquez, R., Peña-Valdivia, C. B., Luna-Cavazos, M., Aguirre-Rivera, J. R., Carballo-Carballo, A. y Trejo-López, C. (2008). Variabilidad morfológica seminal y del vigor inicial de germoplasma mejorado de frijol. *Agronomía mesoamericana*, 19 (2), 17-193. [http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v19n02\\_179.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v19n02_179.pdf)
- Chailloux, M., Fernández, G., Faure, B. y Caballero, R. (2011). Producción de frijol en Cuba. Situación actual y perspectiva inmediata. *Agronomía Mesoamericana* 7(2), 98-107. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5546861>
- Chailloux, M., Hernández, G., Faure, B., & Caballero, R. (1996). Producción de frijol en Cuba: situación actual y perspectiva inmediata. *Agronomía mesoamericana*, 98-107.
- Chanona, P., Domínduez, R., Y. Calderon, G. (2012). El gel de Aloe Vera: estructura. Composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la

industria farmacéutica y alimentaria. *Revista mexicana de ingeniería química*, 11(1).

Conaza, (1991). *Expediente técnico para el establecimiento de plantaciones de sábila (Mimeografiado)*. Saltillo, Coah. México. *bila (Aloe vera (L) Burn)*. Saltillo Coah.

Cruz, A., Pérez, M., & Rodríguez, J. (2019). Evaluación integral de la eficiencia económica de la producción de frijol en Cuba. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 26(1), 1-10. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2306-91552019000100208&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2306-91552019000100208&script=sci_arttext)

Cuba. Instituto de Meteorología de Cuba. (2020). *Clima de Cuba*. <http://www.met.inf.cu>

Cuba. MINAG. (S.f). *Instituto de Suelos. Nueva versión de la Clasificación Genética de los Suelos*. Agrinfor.

Cuba. Ministerio de Comunicaciones (2021). *Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. En Anuario Estadístico de Cuba ONEI*. <https://www.mincom.gob.cu/es/search/node>

Cuba. Oficina Nacional de Estadística e información. (2015). *Anuario Estadístico 2014 Cienfuegos Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca*.

Cuba. Oficina Nacional de Estadística e información. (2015). *Anuario Estadístico 2014 Cienfuegos Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca*. ONEI.

Cuba. Oficina Nacional de la Estadística e Información. (2017). *Anuario Estadístico de Cienfuegos 2016. Capítulo 7: Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca. Cienfuegos*.

Cuba. Oficina Nacional de la Estadística e Información. (2017). *Anuario Estadístico de Cienfuegos 2016. Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca*. ONEI.

Cuba. Oficina Nacional de la Estadística e Información. (2018). *Sector Agropecuario Indicadores Seleccionados Enero - Diciembre de 2017*. ONEI.

- Díaz, J. A. & Ávila L. M. (2002). *Sondeo del mercado mundial de sábila (Aloe vera)* Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Universidad de Bogotá.
- Domínguez, A., Darías, R., Martínez, Y. y Alfonso, E. (2019). Tolerancia de variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) a condiciones de sequía en campo. *Centro Agrícola*, 46(3), 22-29.
- Domínguez-Fernández, R. N., Arzate-Vázquez, I., Chanona-Pérez, J. J., Welti-Chanes, J. S., Alvarado-González, J. S. A., Calderón-Domínguez, G., Garibay-Febles, V. y Gutiérrez-López, G.F. (2011). El gel de Aloe vera: Estructura, Composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. *Revista Mexicana de ingeniería química*, 11(1), 23-43.
- EOSDA. (2025). *Cultivo De Frijol: Tipos, Consejos Y Condiciones Necesarias*. <https://eos.com/es/blog/cultivo-de-frijol/>
- Escobar, W., Valdano, T., Pasmíño, J y Vivas, R. (2017). Respuesta del cultivo del frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación foliar complementaria de tres bioestimulantes. *Revista digital Dominio de las Ciencias*, 3(3). <http://dominiodelasciencias.com/>
- Estrada, G. 1997. Caracterización y preparación de fertilizantes líquidos para fertirrigación. En: Fertirrigación. Silva M., F. (ed.). *Sociedad Colombiana de la ciencia del suelo*, 61- 72.
- Estrada, W., Jerez, E., Nápoles, M. G., Sosa, A., Maceo, Y. C. y Cordoví, C. (2016). Respuesta de cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) a la sequía utilizando diferentes índices de selección. *Cultivos Tropicales*, 37(3), 79-84. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.5181.2082>
- Fernández, A. (2003). Respuesta del empleo del Brasinoesteroide Biobras-16 en el cultivo del tomate Var.Campbell. *Ciencia en la frontera. Revista de ciencia y tecnología de la UACJ*, 2(1), 51-53.

- Fernández, F; Gepts, P. & López, M. (1986). *Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (Phaseolus vulgaris L) (2a ed.)*. IAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical).
- Franco, L., Pedroso, R., Noa, A., Castañeda, I., Rios, C., Aredondo, I. & Chacón, A. (2004). *Guía técnica para la producción de frijol común y maíz*. Universidad Central de Las Villas
- Fuentes Fiallo, V. R., Lemes Hernández, C. M., Reyes, M., Méndez Jorrín, G., Alfonso Borrego, J. C., & Rodríguez Ferradá, C. A. (2000). Comparación entre 2 cultivares de *Calendula officinalis* L. *Revista Cubana de plantas medicinales*, 5(1), 14-16.
- Funes, A., Monzote, M. (2006). Sistemas agroecológicos y su papel en los países del Tercer Mundo. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 10(003), 5-28
- García Fraile, P., L. Carro, M. Robledo, M.H. Ramírez Bahena, J.D. Flores Félix, M.T. Fernández, E. (2012). Rhizobium promotes non-legumes growth and quality in several production steps: Towards a biofertilization of edible raw vegetables healthy for humans. *PLoS One*, 7 (5), 17.
- Ghasemi, S., Khoshgoftarmanesh A. H., Hadadzadeh, H. & Jafari, M. (2012). Synthesis of iron-amino acid chelates and evaluation of their efficacy as iron source and growth stimulator for tomato in nutrient solution culture. *Journal of Plant Growth Regulation*, 31(4), 498-508. <https://doi.org/10.1007/s00344-012-9259-7>
- Ghasemi, S., Khoshgoftarmanesh, A. H. & Afyuni, M. (2014). Iron (II) amino acid chelates alleviate salt-stress induced oxidative damages on tomato grown in nutrient solution culture. *Scientia Horticulturae*, 165, 919. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.10.037>.
- Haifa Group. (s.f.). Principales funciones de los nutrientes vegetales. <https://www.haifa-group.com/es/principales-funciones-de-los-nutrientes-vegetales>

- Hermosa, R., Viterbo, A., Chet, I., Monte, E. (2012). Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. *Microbiology*, 158, 17-25
- Hernández Ramos, A. (2018). *Insectos plaga y enfermedades asociadas a cuatro cultivares de frijol común (Phaseolus vulgaris L.)*. (Tesis de Grado). Universidad Central de Las Villas
- Hernández, D., Rodríguez, M. G., Miranda, I., Moreno, E., Castro, I. y Peteira, B. (2018). Reproducción y efecto nocivo de *Meloidogyne incógnita* (Kofoid y White) Chitwood en *Phaseolus vulgaris* L. 'C-C-25-9'. *Revista Protección Vegetal*, 33(2), 1- 7.
- Hester, P. (2017). *Egg innovations AND strategies for improvements*. Elsevier
- Huber, D. M. (1989). Soilborne plant pathogen: management of disease with macro and microelements. Engelhard (ed.).
- Humiworm, (2009). *Fertilizante orgánico de lombriz humus sólido*. <http://www.agrorganicosnacionales.com.mx>
- Igiehon, N. O., Babalola, O.O. (2018). Rhizosphere microbiome modulators: Contributions of nitrogen fixing bacteria towards sustainable agriculture. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15, 574.
- Iglesias, D. J., F. R. Tadeo, F. Legaz, E. Primo-Millo, and M. Talon. (2001). In vivo sucrose stimulation of colour change in citrus fruit epicarps: Interactions between nutritional and hormonal signals. *Physiol. Plant*, 112, 244-250.
- Iglesias, D.J., F.R., Tadeo, E. Primo-Millo y M. Talon. (2003). Fruit set dependence on carbohydrate availability in citrus trees. *Tree Physiol*, 23(3), 199-204.
- Iglesias, D.J., I. Lliso, F. Tadeo y M. Talon. (2002). Regulation of photosynthesis through source-sink balance in citrus is mediated by carbohydrate content in leaves. *Plant Physiol*, 116, 563-562.
- Italia. FAO. (2008). *Base de datos estadísticos*. <http://www.fao.org>.
- Italia. FAO. (2018). *FAOSTAT Roma, Italia*. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

- Jayaraman, D., Gilroy, S., Ané, J.M. (2014). Staying in touch: Mechanical signals in plant-microbe interactions. *Current Opinion in Plant Biology*, 20, 104-109.
- Jó, M., García, R., Hernández G., Bustios Dios, S., Esteves, M., Echevarria, Y., Cruz Lazo, R., León, L. E. y del Busto, A. (2005). *Algunas experiencias en la utilización del aloe vera I. en la preparación de medios de cultivo Departamento de Biología<sup>1</sup>, Departamento Agropecuario<sup>2</sup> de la Universidad de Pinar del Río*. Universidad Pinar del Río. [www.botanicaonline.com](http://www.botanicaonline.com)
- Kalaycia, M., Torunb, B., Ekerb, S., Aydina, M., Ozturkb, L., Cakmak, I. (1999). Grain yield; zinc efficiency and zinc concentration of wheat cultivars grown in a zinc-deficient calcareous soil in field and greenhouse. *Field Crops Research*, 63, 87-98
- Kumar, R., Singh, A. K., Gupta, A., Bishayee, A., y Pandey, A. K. (2019). Therapeutic potential of Aloe vera A miracle gift of nature. *Phytomedicine*, 60, 152996 <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2019.152996>
- Lardizabal, R., Arias, S., & Segura, R. (2013). *Manual de producción de frijol*. <https://dicta.gob.hn/files/2012,-manual-de-produccion-de-frijol,-G.pdf>
- León, I., Faure, B., Rodríguez, O.; Benítez, R., Suárez, Y. y Rodríguez, R. (2008): Selección de nuevas variedades de frijol común (*Phaseolus alero* et al. Utilización de diferentes bioproductos en la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), frente a las principales enfermedades del cultivo en Cuba. *Fitosanidad*, 12(1), 27-31.
- Li, G., Liu, S., Sun, Z., Xia, L., Chen, G. y You, J. (2015). A simple and sensitive HPLC method based on pre-column fluorescence labelling for multiple classes of plant growth regulator determination in food samples. *Food Chemistry*, 170, 123-130.
- Linares, L. y Marrero, A. (2017). Evaluación de Fitomas E en el cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum* L.). *InfoCiencia*, 21(3), 29-36.

- Littke, K. M., Zabowaki, D. (2007). Influence of calcium fertilization on Douglas-fir foliar nutrition; soil nutrient availability; and sinuosity in coastal Washington. *Forest Ecology and Management*, 247, 140-148.
- López, J., Pelag, R., Herrera, A. (2015). Trichoderma as biostimulant: Exploiting the multilevel properties of a plant beneficial fungus. *Scientia Horticulturae*, 196, 109-123.
- López, R., Ros, M. Pascual, J. A. (2011). Mycoparasitism-related genes expression of Trichoderma harzianum isolates to evaluate their efficacy as biological control agent. *Biological Control* 56(1), 59-66.
- Lu, H., Greenberg, J.T. & Holuigue, L. (2016). Salicylic Acid Signaling Networks. *Front. Plant Sci* 7, 238. [doi:10.3389/fpls.2016.00238](https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00238)
- Malmierca, M.G., Barua, J., McCor, S.P., Izquierdo, I., Cardoza, R.E., Alexander, N.J., Hermosa, R., Collado, I.G., Monte, E., Gutiérrez, S. (2015). Novel aspinolide production by Trichoderma arundinaceum with a potential role in Botrytis cinerea antagonistic activity and plant defense priming. *Environmental Microbiology* 17, 1103-1118.
- Maqueira López, L. A. Rojan Herrera, O. Pérez Mesa, S. A. Torres de la Noval, W. (2017). Crecimiento y rendimiento de cultivares de frijol negro (Phaseolus vulgaris L.) en la localidad de Los Palacios. *Revista Cultivos Tropicales*, 38(3), 58-63. <http://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/8>
- María, J. M. R. R. M., & Fernández, J. G. O. B. P. (S.f). *Efecto del extracto de Aloe vera L. en la producción de posturas de Solanum Lycopersicum L. (tomate), en semillero tradicional*. Universidad de Pinar del Rio.
- Marschner, H. (1998). *Mineral Nutrition of higher plants*. Academic Press.
- Marschner, P. (2012). *Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd. Edition* Elsevier Oxford.
- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants. 2nd edition*. Academic Press.

- Martignone, R. A., y F. Nakayama. (1983). Fertilización foliar con urea y sacarosa en soya. *Phyton*, 43, 167-178.
- Martínez Medina, S. J., Valdés, G. R., Cárdenas, M., Querín, O.G., Sanchez, A.C. (2019). Respuesta morfo siológica de cuatro cultivares comerciales de Phaseolus vulgaris en dos tipos de suelo Morpho-physiological response of different commercial genotypes of Phaseolus vulgaris in two soil conditions. *Centro Agrícola*, 46(2), 4657.
- Martínez, L., Maqueira, L. A., Nápoles, M. C. y Núñez, M. (2017). Efecto de bioestimulantes en el rendimiento de dos cultivares de frijol (Phaseolus vulgaris L.) biofertilizados. *Cultivos Tropicales*, 38(2), 113-118.
- Martínez, L., Maqueira, L., Nápoles, M. C., Núñez, M. (2017). Efecto de bioestimulantes en el rendimiento de dos cultivares de frijol (Phaseolus vulgarisL.) biofertilizados. *Cultivos Tropicales*, 38(2) ,113-118.
- Melgar, R. (2015). *Aplicación foliar de micronutrientes*. Proyecto Fertilizar.
- Méndez, J., Chang, R., Salgado, Y. (2011). Influencia de diferentes dosis de Fitomas E en el cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.). *Granma Ciencia*, 15 (2), 1-10.
- Mendoza, O. C., Alcázar, J. R., Medrano, R. C. & Jiménez, A. L. (2005). Aplicación foliar de urea y sacarosa y su efecto en el acondicionamiento de planta de vivero y producción de fresa (FragariaXananassa Duch.) CP 99-3a. *Agrociencia*, 39(2), 195-204.
- Miklas, N. P., Kelly, J. D, Beebe, S. E. & Blair, M. W. (2006). Common bean breeding for resistance against biotic and abiotic stresses: From classical to MAS breeding. *Euphytica*, 147, 105131.
- Miranda, D., Maqueira, D., Díaz, M., Ravelo, Y., Ravelo, K. (2023). Efecto de un hidrogel natural a base de Aloe vera en diferentes dosis sobre parámetros de crecimiento del Lycopersicum esculentum L. Ecovida. *Revista científica sobre diversidad biológica y su gestión integrada*, 13(1), 1-8.

- Montano, R., Zuaznabar, R., García, A., Viñals, M. y Villar, J. (2007). Fitomas E: Bionutriente derivado de la industria azucarera ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. *Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar*, 41(3), 14-21.
- Morales Soto, A., Moreno Ramos, D., Lamz Piedra, A. (2019). Cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales*, 40(3).
- Nunes, M. A., Dias, M.A., Gaspar, A.M., Oliveira, M.D., Pinto, E., Carapau, A. L. (1981) Análise do crescimento da beterraba sacarina em cultura de primavera. *Agric. Lusit*, 40, 217-240.
- Ormeño, M.A., Ovalle, A. (2007). Preparación y aplicación de abonos orgánicos. Ciencia y Producción Vegetal. *INIA Divulga*, 29-31.
- Ortega R. M, López-Sobaler A. M., Requejo A. M., Aparicio, A. y Molinero, L. M. (2013). *Programa Dial para valoración de dietas y cálculos de alimentación. Departamento de nutrición (UCM) Y Alce Ingeniería. S.A. Madrid*
- Ortega, R. M., López Sobaler, A. M., Requejo A. M. & Andrés, P. (2010). *La composición de los alimentos. Herramienta básica para la valoración nutricional*. Complutense.
- Ortega, Y. B. S., & López, O. M. C. (2024). Efecto de bioestimulantes foliares en la tolerancia al estrés abiótico en cultivos de *Raphanus sativus*. *Revista de Investigación Científica y Social*, 3(6), 4420-4442.
- Penié, J. B. (2009). El huevo como aliado en la Nutrición y la Salud. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 19(1), 4.
- Peña, E. (2002). *Producción de abonos orgánicos para la agricultura urbana. Compost Lombricultura*. ACTAF
- Pérez, D. M., Reyes, D. M., López, M. S. D., Arteaga, Y. R., & Pimentel, K. R. (2023). Efecto de un hidrogel natural a base de Aloe vera en diferentes dosis sobre parámetros de crecimiento del *Lycopersicon esculentum* L. *Ecovida: Revista científica sobre diversidad biológica y su gestión integrada*, 13(1), 1-8.

Plet, J. M., Daguerre, Y., Witt ulsky, S., Vayssières, A., Deveau, A., Melton, S. J., Kohlera, A., Morrell, J. L., Bruna, A., Veneault, C. & Mart, F. (2014). Effect or MiSSP7 of the mutualistic fungus *Laccaria bicolor* stabilizes the populus JAZ6 protein and represses jasm onic acid (JA) responsive genes. *Proceedings of the NationalAcadem y of Sciences of the United States of America*, 111, 8299-8304

Pronóstico Climático. (2023). Instituto de mateorología la republica de Cuba [INSMET]. <http://www.insmet.cu/asp/link.asp?PRONOSTICO>.

Pulido, S. N. y Becerra, A. J. L. (2016). Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) en la regeneración de explantes de Agra (*Vaccinium meridionale* Swartz). *Cultura científica*, 14, 58-68.

Quintero Torres, E. (2019). Efecto de bioestimulantes en el cultivo del frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.) variedad Bat-304. (Tesis Doctoral). Universidad de Sancti Spíritus.

Quintero, E. (1998). *Cultivo del frijol*. CIAP.

Quintero, F. E. (2002). *Manejo agrotécnico del frijol en Cuba*. UCLV.

Restrepo, A. (1996). *Efecto de los aminoácidos del sustrato sobre el funcionamiento de la planta*. <http://www.lombricol.com>

Retamar, J. A. (1995). Dos especies del género Aloe: *Aloe arborescens* Mill y *Barbadensis* Mill. *En Essenze derivati agrumari*, 2.

Rivero Rojas, J. M., García Odainy, M. J., González del Rosario, B., & Hernández Gonzalo, R. (2009). *Efecto del extracto de Aloe vera L. en la producción de posturas de tomate*. Univerisidad del pinar del Rio

Rivero, J. (2018). *Efecto del extracto de Aloe Vera en la producción de tomate*. <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/semilleros-tomate/semilleros-tomate.pdf>

- Rivero, R., Rodríguez, E., Menéndez, R., Fernández, J., Alonso, G. & González, M. (2002). Obtención y caracterización preliminar de un extracto de Aloe vera L. con la actividad antiviral. *Rev. Cubana Plant. Med*, 7(1), 32-38.
- Rodríguez, H. (2004). Efectos estimuladores del crecimiento de extractos acuosos de plantas medicinales y gel de Aloe vera. *Revista Cubana Plant Med*, 9.
- Rodríguez, H. (2006). Gel de Aloe vera y harina de según como soporte sólido de medios de cultivo para plantas medicinales. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 11 (1).
- Salisbury, F. B. y Ross, C. W. (1992). *Plant physiology. (4th.ed.)*. Wadsworth Publishing.
- Sarango, Y., y Chenche, O., (2024) Efecto de bioestimulantes foliares en la tolerancia al estrés abiótico en cultivos de *Raphanus sativus*. *Reincisol*, 3(6), 4420-4442. <https://doi.org/10.59282/reincisol>
- Schirawski, J, Perlin, M.H. (2018). Plantmicrobeinteraction The good, the bad and the diverse. *International Journal Molecular Sciences*, 19(5), 1374.
- Singh, S. y Voyset, O. (1997). Bases para una Estrategia para América Latina. (Taller). Mejoramiento de Frijol para el Siglo XXI. Cali, Colombia.
- Skerma, P., Madriz, D., Istúriz, M., & Marcano, L. (2002). Caracterización morfológica de 20 genotipos de frijol musgo (*vigna radiata* (L.). *Facultad Agronomía*, 28, 27-39.
- Socorro, Q.; Miguel, A.; Martín, F. Y David, C. (1989). *Granos*. Pueblo y Educación.
- Sojka, M., & Saeid, A., Chapter., (2022). *Bio-based products for agriculture, Smart Agrochemicals for Sustainable Agriculture*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817036-6.00001-7>
- Soriano, B. E. L. (2006). *El uso del frijol común (Phaseolus vulgaris L.) como planta medicinal*. (Tesis de Grado). Universidad de México.
- Stringlis, I.A., Zhang, H., Pieterse, C., Bolton, M.D., Jonge, R. (2018). Microbial small molecules weapons of plant subversion. *Natural Product Reports*, 35, 410-433.

- Taiz, L. y E. Zeiger. (1998). *Plant physiology. (2th ed.)*. Sinauer Associates, Inc., Publishers.
- Terry, E., Ruiz, J.P., Tejeda, T.P., Reynaldo, I.E., Carrillo, Y.S. y Morales, H. M. (2015). Interacción de bioproductos como alternativas para la producción hortícola cubana. *Tecnociencia*, 8(3), 14-18.
- Tortuero, F. (2002). *El huevo en la nutrición y la salud*. Instituto de Estudios del Huevo.
- Tucuch-Haas, C. J., Alcántar-González, G., Volke-Haller, V. H., Salinas-Moreno, S., Trejo-Téllez, L. I. y Larqué-Saavedra, A. (2016). Efecto del ácido salicílico sobre el crecimiento de raíz de plántulas de maíz. *Revista Mexicana de ciencias agrícolas*, 7, 709-716.
- Tucuch-Haas, C. J., Cen-Caamal, J. C., Kancab-Uc, R. A., & Tucuch-Haas, J. I. (2022). Uso de gel de Aloe vera en la producción de plántulas de Capsicum chinense. *Biotechnia*, 24(1), 116-121.
- Vázquez, E. (2001). *Torres Fisiología vegetal*. Félix Varela.
- Velásquez, R., & Imery J., (2008). Fenología reproductiva y anatomía floral de las plantas Aloe vera y Aloe saponaria (Aloaceae) en Cumaná, Venezuela. *Revista de biología tropical*, 56 (3), 20-50.
- Vickery, A R. (1994). *Aloe*. Flora mesoamericana.
- Villegas, T. O. G., M. de las N. Rodríguez M., L. I. Trejo T., y Alcántar G. (2001). Potencial de la miel de abeja en la nutrición de plántulas de tomate. *Terra*, 19, 97-102.
- Voysest Voysest, O. (2000). *Mejoramiento genético del frijol (Phaseolus vulgaris L.): legado de variedades de América Latina 1930-1999. 1ra ed.* Centro internacional de la agricultura Tropical, Colombia
- Wajahatullah, K. (2009). Seaweed extracts as Biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation*, 28(4), 386-399.

- White, J. (1987). *Fertilization. In: Roses a manual of greenhouse rose production*. Roses Incorporated.
- Wien, H. C. (1997). *Transplanting. The Physiology of Vegetable Crops*. CABI.
- Xiang-Wen, Wen-Bin, I., Qiu-Ying, z., Yan-Hua, I. & Ming-Shan, L. (2008). Assessment on Phosphorus Efficiency Characteristics of Soybean Genotypes in Phosphorus-Deficient Soils. *Agricultural Sciences in China*, 7, 958-969.
- Yaron, A, (1995). Characterization of Aloe Vera gel before and after auto degradation, and stabilization of the natural fresh gel. *Phototherapy Research*, 7, 11-513.
- Yumar, J., Montano, R. y Villar, J. (2010). Efectos del Fitomas - E en el cultivo de cebolla. *Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, Instituto Cubano de Investigaciones de los derivados de la Caña de Azúcar*, 44, 21-25.