



CARRERA: INGIENIERÍA AGRÓNOMA

TRABAJO DE DIPLOMA

Título: Influencia de bioactivos en la germinación de diferentes variedades de Phaseolus Vulgaris L. Influence of the bioactives on the germination of different varieties of Phaseolus Vulgaris. L.

Autor: Yusniel García Toledo

Tutor: M.Sc Delvis Valdés Zayas.

Sancti Spíritus
Año
2023

Copyright©UNISS

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, y se encuentra depositado en los fondos del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación “Raúl Ferrer Pérez” subordinada a la Dirección de General de Desarrollo 3 de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su publicación bajo la licencia siguiente:

Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación “Raúl Ferrer Pérez”.

Comandante Manuel Fajardo s/n, Olivos 1. Sancti Spíritus. Cuba. CP. 60100

Teléfono: 41-334968

AGRADECIMIENTOS

A la revolución que con sus programas de enseñanza me permitió ingresar y cursar una carrera universitaria, al claustro de profesores de la Carrera de Agronomía del Centro Universitario Municipal Julio Antonio Mella de Trinidad, que con su dedicación y paciencia me hicieron una mejor persona y un mejor profesional y en especial a mi tutor Delvis Valdés Zayas por su paciencia y dedicación.

DEDICATORIA

A mí esposa e hijos, a mí madre que me motivaron cada día para terminar la carrera y poder obtener el título de Ingeniero Agrónomo.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en áreas de la finca de un productor individual del Municipio Cumanayagua, Provincia de Cienfuegos, Cuba, con una temperatura anual promedio que oscila entre los 28 y 30 Celsius, con una pluviosidad anual de 700 mm, un suelo Pardo con Carbonato. Con el objetivo de determinar la influencia de algunos bioactivos en el proceso de germinación de variedades específicas de *Phaseolus vulgaris* L., para de esta forma contribuir a mejorar el manejo integrado que se realiza en este cultivo. Encontrándose que los extractos de Ajo, Tabaquina y Neem, en dosis al 50 y 100%, respectivamente, provocan un efecto inhibitorio sobre la germinación de las semillas de *Phaseolus vulgaris* L., tanto sobre la Variedad Cuba Cueto 25-9N como sobre la Variedad Velazco También como otro resultado se obtuvo que las variedades de *Phaseolus vulgaris* L., Cuba Cueto 25-9 N y Velazco Largo muestran un comportamiento similar, en lo referido al contraste entre los extractos y sus dosis entre ellos, no mostrando diferencias significativas entre los valores de sus medias; sin embargo, si existen diferencias significativas entre los valores de las medias de los extractos y sus dosis respecto a sus testigos.

Palabras Claves: germinación, inhibición, variedades, frijol, extractos y dosis.

ABSTRAC

The present investigation was carried out in areas of the farm of an individual producer from the Cumanayagua Municipality, Province of Cienfuegos, Cuba, with an average annual temperature that ranges between 28 and 30 Celsius, with an average annual rainfall of 700 mm, a Brown soil. with Carbonate. With the objective of determining the influence of some bioactives on the germination process of specific varieties of *Phaseolus vulgaris* L., in order to contribute to improving the integrated management carried out in this crop. It was found that the extracts of Garlic, Tabaquina and Neem, in doses of 50 and 100%, respectively, cause an inhibitory effect on the germination of the seeds of *Phaseolus vulgaris* L., both on the Variety Cuba Cueto 25-9N and on the Variety Velazco Also as another result, it was obtained that the varieties of *Phaseolus vulgaris* L., Cuba Cueto 25-9 N and Velazco Largo show a similar behavior, in relation to the contrast between the extracts and their doses between them, without showing significant differences between the extracts. values of their means; However, there are significant differences between the mean values of the extracts and their doses compared to their controls.

Keywords: germination, inhibition, varieties, beans, extracts and dosage

INDICE

DEDICATORIA	2
.....	2
AGRADECIMIENTOS	3
.....	
RESUMEN	4
ABSTRAC	5
INDICE	6
INTRODUCCIÓN	8
Hipótesis:	10
Objetivo General.	10
Objetivos Específicos.	10
CAPÍTULO 1.	12
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
1.1.	12
.....	12
Caracterización de <i>Phaseolus vulgaris</i> L.	12
Taxonomía.....	12
Morfología.....	12
Variedades.....	13
1.2. Fisiología del cultivo <i>Phaseolus vulgaris</i> L.	14
Fotosíntesis.....	14
Crecimiento y Desarrollo.	14
Germinación	14
Según Wikipedia (2023), las etapas de la germinación son:	15
1.3 Fitotecnia del cultivo <i>Phaseolus vulgaris</i> L. Según MINAG, (2016).	16
1.4- Bioactivos	20
1.6.Diseño de experimentos agrícolas, Gavilánez, (2021).	24
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	31
2.1.Caracterización del área experimental.	31
2.2. Etapa Experimental.	31

2.3.	33
Preparación de los extractos y las dosis de las palntas colectadas.....	33
2.4.	35
Procesamiento Estadísticos de los resultados.	35
<i>CAPÍTULO 3.</i>	36
<i>RESULTADOS Y DISCUSION</i>	36
3.1.	52
Breve valoración económica de los resultados obtenidos en la presente investigación.	52
<i>CONCLUSIONES.....</i>	54
<i>RECOMENDACIONES</i>	55
<i>BIBLIOGRAFIA.....</i>	56
<i>ANEXOS</i>	62

INTRODUCCIÓN

La producción y consumo del *Phaseolus vulgaris* L (fríjol) a escala mundial cobra cada día mayor importancia, los frijoles son especies muy valiosas para el consumo humano debido a que este junto al Arroz, forma parte de la dieta cotidiana de miles de personas, por su riqueza en proteínas (22.0%), aminoácidos esenciales, hierro y excelentes cualidades gustativas que mejoran el apetito, y un aporte calórico de 340 cal/100g, por lo que es de vital importancia, especialmente para la gran mayoría de la población de menos recursos económicos, Valdez *et al.*,(1997), además de que es un producto que puede suministrar alimento por un largo periodo de tiempo debido a la posibilidad de ser almacenado sin muchas dificultades. se afirma con propiedad que prácticamente se cultiva en todo el mundo (Voysest,2000).

La época de siembra más adecuada para el fríjol es aquella en que además de ofrecer las condiciones climáticas para un buen desarrollo del cultivo permite que la cosecha coincida con el periodo de baja o ninguna precipitación para evitar daños en el grano por exceso de humedad. El rango de siembra del fríjol en Cuba es desde 1 de septiembre al 30 de enero, con fecha óptima 15 de octubre al 30 de noviembre y áreas sin riego desde el 1 de septiembre al 15 de octubre; sin embargo, se plantea que el mes de septiembre es para el que no dispone de riego y diciembre para el que dispone de regadíos. Septiembre es un mes en que aún las temperaturas son algo altas (27°C), y las temperaturas para el fríjol deben ser de alrededor de 23°C, pero se aprovechan las lluvias, en el municipio Frank País, provincia Holguín, considerado uno de los lugares mayor productor de este grano en Cuba, se diferencian bien dos épocas de siembra fundamentales que caen entre Septiembre- Noviembre, pues en esta etapa precipita el 80% de la lluvia histórica anual en el municipio y la otra época adecuada es en el mes de Enero esta última es donde se han obtenido los mejores rendimientos agrícolas, teniendo presente la posible aparición de la Mosca Blanca y de los daños que pueda ocasionar la misma (Pérez,2018).

La semilla se origina de un óvulo compilótropo, es exalbuminosa, es decir, no posee albúmen; en su madurez carece de endospermo, las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones. Las reservas en estos suplen las necesidades de la plántula más o menos hasta los 12 días después de la siembra. Tiene amplia variación de colores, forma y tamaño (Sadeghianz, 1991).

Cuando a la semilla viable se le proporciona humedad, buena aireación y cierta temperatura, germina, el embrión que estaba en reposo reanuda su crecimiento. Lo primero que asoma de la testa es la radícula (Ospina, 1981; Kohaschi, 1990).

La germinación de cualquier semilla es un proceso complejo y a la vez determinante para la futura estabilidad y rendimientos de cualquier cultivo, en Cuba y el resto del mundo los estudios del proceso de germinación de las semillas de *Phaseolus vulgaris* L, ha estado encaminado a medir la influencia de determinados factores que influyen en la germinación, tanto desde el punto de vista intrínseco como extrínseco, Maqueiras *et al.*,(2021), al estudiar la influencia de la temperatura en el proceso de germinación de *Phaseolus vulgaris* L, encontraron que existe sensibilidad de diferentes cultivares de frijol ante una variación en la temperatura en el proceso de germinación; por tanto, el efecto de la temperatura está estrechamente relacionado con el material genético con que se está trabajando, además

plantearon que temperaturas superiores a 30 °C disminuyen la velocidad de germinación en los cultivares en estudio.

Poco, o casi nada se conoce sobre la influencia de bioactivos en el proceso de germinación de las semillas de *Phaseolus vulgaris* L., sin embargo, si se ha encontrado en la revisión bibliográfica la influencia de bioactivos en el proceso de germinación de otras plantas cultivadas. Dago *et al.*,(2021) encontraron que los bioestimulantes empleados en su investigación favorecieron en un 98 % la dinámica de germinación de *Vignases quipedalis*(Habichuela).

El frijol es atacado por insectos en todas las fases de su vida. Pacheco y Serrano, (1992). Las etapas fenológicas más críticas son: plántulas, floración y el llenado de las vainas. Este período consiste desde la germinación hasta los 30 días de germinado fundamentalmente

(Irañeta y Rodríguez, 1983).

Desde hace muchos años, es conocida la habilidad de los microorganismos para incrementar la tasa de germinación, crecimiento y desarrollo de las plantas, en especial, de su sistema radicular. Sin embargo, no se conocen con certeza estos mecanismos aún cuando puede asegurarse que muchos de ellos están vinculados a mecanismos indirectos de control biológico, pues permiten un mejor estado nutricional en la planta y una mejor respuesta a diferentes tipos de estrés (Keyser *et al.*, 2016).

Los bioestimulantes son compuestos orgánicos que difieren de los nutrientes. En pequeñas cantidades fomentan, inhiben o modifican los procesos fisiológicos de las plantas (Sanivada y Challadaz, 2014).

Se ha comprobado que los hongos del género *Trichoderma* producen sustancias estimuladoras del crecimiento y el desarrollo de las plantas, a través del establecimiento de relaciones simbióticas con estas. Dichas sustancias actúan como catalizadores o aceleradores de los tejidos meristemáticos primarios en las partes jóvenes de aquellas, por lo que inducen su reproducción celular, y así alcanzan un desarrollo más rápido que las que no hayan sido tratadas con dicho microorganismo (Hoyos-Carvajal y Bissett 2011)

Hernández *et al.*,(2017), obtuvieron que en concentraciones 1:200 como 1:400, las cepas de *T. harzianum* A29 y A20 estimularon la germinación de las semillas de frijol y de maíz respecto del testigo. En iguales concentraciones, las cepas de *T. viride* T4 y T5, tuvieron un efecto estimulante de la germinación inferior al logrado con *T. harzianum* A29 y A20 pero que, en el caso de las semillas aludidas, resultó superior al obtenido en el testigo.

La aplicación de estimuladores del crecimiento vegetal con el objetivo de incrementar la calidad de las cosechas y sus rendimientos es un aspecto, dentro de las investigaciones agrícolas, de gran importancia para la agricultura por las implicaciones de carácter social y económico que aporta (Coll, 2002).

A principios de la década de los sesenta algunos investigadores tenían la hipótesis de que la germinación acelerada y el crecimiento de los granos de polen podrían estar asociados con la presencia de promotores del crecimiento. En 1970, se reportaron que algunos extractos del polen de colza (*Brassica napus* L.) producían un poderoso efecto de elongación(alargamiento)

en el tallo de frijol. Esta respuesta fue distinta a la que producen otras hormonas denominadas giberelinas. Las sustancias que promovieron el crecimiento de manera más activa fueron aisladas de *Brassica napus*, por ello fueron llamadas brassinos. Estos autores, de manera profética, atribuyeron el estatus de hormona vegetal a los brassinos porque eran compuestos orgánicos específicos, aislados de plantas, que habían inducido el crecimiento cuando eran aplicados en cantidades diminutas a otras plantas. (Yokota, 1998)

Según Vuelta *et al.*, (2017) la aplicación del bioestimulante foliar Biobras-16 a una dosis de 37.5 mg/ha produjo el más alto rendimiento en el cultivo de *Phaseolus vulgaris* L. Además, estos autores también obtuvieron que la aplicación del Biobras-16 influyó positivamente en todos los indicadores evaluados en cada una de las plantas tratadas. Se alcanzó el mayor por ciento de vainas y granos de primera categoría en el tratamiento 3, que también fue el de mayores valores de diámetro y altura.

La aplicación de bioactivos en la agricultura es un elemento bastante novedoso, hasta este momento la tendencia ha sido a emplear extractos de vegetales fundamentalmente en el control de plagas y para inhibir germinación de arvenses, un ejemplo de ello es: Cano, (2016), el cual evaluó la influencia de tres extractos vegetales (Aji-Ajo, Ruda, Neem) como biocontroladores de las principales plagas del cultivo de Fríjol; resaltando la importancia de empezar a reducir el uso de agroquímicos en el manejo del cultivo, el cual, se ha constituido como un producto de consumo diario en el departamento de Antioquia y por ende de importancia económica, tanto para consumidores, como para productores. Este autor obtuvo que: Los extractos de Ruda y Neem correspondiente a los tratamientos dos (Rutinal 10 cc/litro), cinco (Bioneen 3 cc/litro) y seis (Bioneen 5 cc/litro) alcanzaron los valores promedios más bajos en cuanto al número total de insectos y de homópteros en relación con los demás extractos vegetales evaluados, durante los dos ciclos del cultivo, ejerciendo el mayor control de la población.

Por todo lo antes expuesto, se plantea el **Problema de Investigación Científica** siguiente: El empleo de determinados bioactivos de forma sistemática para el control de plagas y enfermedades, en determinadas variedades, del cultivo *Phaseolus vulgaris* L, puede estar influyendo en su proceso de germinación y estar realizando un manejo inadecuado del cultivo.

Hipótesis:

Si se establece la influencia de determinados bioactivos sobre el proceso de germinación, en determinadas variedades del cultivo de *Phaseolus vulgaris* L. entonces se podrá contar con información en este sentido, que permita un mejor manejo de este cultivo.

Objetivo General.

- Determinar la influencia de algunos bioactivos en el proceso de germinación de variedades específicas de *Phaseolus vulgaris* L, para de esta forma contribuir a mejorar el manejo integrado que se realiza en este cultivo.

Objetivos Específicos.

- Construir un Marco Teórico Refencial que sirva de sustento metodológico y del conocimiento al tema de investigación del presente trabajo.

- Plantear una metodología para la preparación y aplicación de las diferentes dosis de los bioactivos que se aplicarán sobre la germinación de variedades específicas de *Phaseolus vulgaris* L.
- Diseñar el experimento y montar el experimento.
- Medir la influencia de dosis específicas, de bioactivos específicos, sobre el proceso de germinación de algunas variedades de *Phaseolus vulgaris* L.
- Procesamiento estadístico de los resultados obtenidos, para conceder un alto grado de veracidad a la investigación realizada.
- Comparación de los resultados obtenidos.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Caracterización de *Phaseolus vulgaris* L.

1.1.1. Botánica del cultivo *Phaseolus vulgaris* L.

Taxonomía

Desde el punto de vista taxonómico, el frijol es el prototipo del género *Phaseolus* y su nombre científico es *Phaseolus vulgaris* L. asignado por Lineo en 1753. Pertenece a la tribu *Phaseolae* de la subfamilia *Papilionoidae* dentro del orden *Rosales* y la familia *Leguminosae*. El género *Phaseolus* incluye aproximadamente 35 especies, de las cuales cuatro se cultivan. Son ellas: *P. vulgaris* L.; *P. lunatus* L.; *P. coccineus* L., y *P. acutifolius* A. Gray van latifolius Freeman (CIAT, 1984). El frijol se clasifica de acuerdo con su forma de crecimiento en voluble y en arbustivo, en Antioquia existe preferencia por las variedades volubles como el cargamanto, aunque requieren mayor mano de obra y montaje, pero se obtiene mayor productividad (Cano, 2021).

Morfología

Según FAO, (2007), la morfología de la planta de frijol puede ser cambiante de acuerdo a la variedad, pero hay que reconocer que a pesar de estas diferencias todas tienen una estructura básica como cualquier planta, en este caso el frijol presenta un sistema radical superficial, ya que el mayor volumen de raíces se encuentra en los primeros 20 centímetros de profundidad del suelo. Aunque generalmente se distingue la raíz primaria, el sistema radicular tiende a ser fasciculado, fibroso en algunos casos, presentando nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radical.

Según el CIAT, (1980), los nódulos son colonizados por bacterias del género *Rhizobium*, las cuales fijan el Nitrógeno atmosférico que contribuye a satisfacer los requerimientos de este elemento en la planta. También es diferenciable el tallo como el eje central de la planta, el cual está formado por la sucesión de nudos y entrenudos, es herbáceo y con sección cilíndrica o levemente angular, debido a pequeñas corrugaciones de la epidermis, posee un diámetro mayor que las ramas, y puede ser erecto, semipostrado y postrado, según el hábito de crecimiento de la variedad, en sus nudos se desarrollan las ramas a partir de un complejo formado por tres yemas visibles desde el inicio de su desarrollo localizado en las axilas, allí insertadas en los nudos del tallo y las ramas, se forman las hojas del frijol que son de dos tipos, simples y compuestas (trifoliadas), en una planta se reconocen las inflorescencias o racimos de racimos, que pueden ser terminales o axilares, distinguiéndose tres componentes principales: el eje de la inflorescencia que se compone de pedúnculo y de raquis, las brácteas primarias y los botones florales.

CONABIO, (2009), menciona que se trata de una hierba de vida corta, enredada en forma de espiral en algún soporte, o erecta en forma de arbusto, con algunos pelillos; llegan a medir hasta 40 cm de alto los tipos arbustivos y 3 m de largo las enredaderas. En la base de las hojas sobre el tallo se presenta un par de hojillas estriadas llamadas estípulas, sus hojas alternas, pecioladas, compuestas con tres hojas ovadas a rómbicas, con el ápice agudo. Sus inflorescencias poseen pocas flores, dispuestas sobre pedúnculos cortos, ubicados en las

axilas de las hojas y las flores están acompañadas por brácteas estriadas. El “Cáliz” de la flor es un tubo campanulado que hacia el ápice se divide en cinco lóbulos, dos de los cuales se encuentran parcialmente unidos; la corola es rosa-púrpura a casi blanca, de cinco pétalos desiguales, el más externo es el más ancho y vistoso, llamado estandarte, en seguida se ubica un par de pétalos laterales similares entre sí, llamados alas y, por último, los dos más internos, también similares entre sí; generalmente fusionados, forman la quilla que presenta el ápice largo y torcido en espiral y que envuelve a los estambres y al ovario. La forma domesticada se encuentra distribuida en casi todas las regiones del mundo, excepto en las más frías. La forma silvestre habita en pedregales y matorrales derivados de las zonas bioclimáticas, como selva baja caducifolia, bosque de pino y encino, a una altura de entre los 1 000 a los 1 800 msnm (McVaugh, 1987). Aunque en menor proporción, se han localizado poblaciones silvestres hasta los 2 200 m.s.n.m.

El desarrollo de la planta comprende dos fases sucesivas: la vegetativa y la reproductiva, la primera se inicia en el momento en que la semilla dispone de condiciones favorables para germinar y termina con la exposición de los primeros botones florales. En esta etapa se forma la mayor parte de la estructura vegetativa que necesita para iniciar su reproducción; la segunda fase inicia con la formación de los primeros botones o racimos florales y termina cuando el grano alcanza el grado de madurez requerido para su cosecha; durante la fase reproductiva. Las variedades de crecimiento indeterminado (tipo II, III y IV) continúan produciendo estructuras vegetativas, aunque con menor intensidad que en la etapa vegetativa (Fernández *et al.*, 1986; Aguirre *et al.*, 2003).

Variedades

Las variedades de frijol cultivadas en América difieren en cuanto a sus características externas del color, forma y tamaño del grano, el color rojo predomina y se siembra en todos los países. En el mundo están disponibles variedades de frijol que se distinguen por el tamaño y la forma del grano, color de la testa EST. Las preferidas en Cuba son las de color negro y de testa opaca, para seleccionar una variedad debe tenerse en cuenta, factores agronómicos, tolerancia de la variedad que se pretende sembrar a la incidencia de plaga y enfermedades. En Velasco más del 70% de las áreas que se siembran en la actualidad emplean variedades mejoradas genéticamente, predominando en la preferencia de los productores la variedad BAT-304 y la tradicional Velasco Largo (CIAT, 1997).

Tabla.1. Características de algunas variedades cultivadas con frecuencia en Cuba.

VARIEDAD	COLOR	FLORACIÓN	MADUREZ	H. CREC	REND. EN Kg./ha
CC 25- 9 III	N 3300	47		100	
Bolita 42 III	N 2500	42		87	
ICA Pijao II	N 2800	39		85	
BAT 304 III	N 2844	38		75	

Tomeguín 93	N II	2987	38	80	
Bonita 11 III	B	2500	42	87	
Engañador III	C	3090	40	83	
Chévere III	B	3100	39	81	
Velazco largo	R I	2300	30	75	
Guamá I	J	2849	30	75	
Delicias II	R	2800	38	80	

1.2. Fisiología del cultivo *Phaseolus vulgaris* L.

Fotosíntesis.

En términos generales un cultivo de fríjol arbustivo que conserve sus hojas en el campo 80 días produce 40 toneladas de materia seca, pero la fotosíntesis no es el único proceso. Por el otro lado viene la respiración que gasta energía (ICA,1990).

Crecimiento y Desarrollo.

El crecimiento es definido como el aumento del tejido de la planta, al ser medido por el aumento de peso de las partes de la planta o del área foliar. El desarrollo es definido como el proceso de diferenciación que a la postre convierte la planta de una etapa vegetativa a reproductiva (ICA,1990).

Germinación

La germinación (del latín *germinatio*, -ōnis) es el proceso mediante el cual un embrión se desarrolla hasta convertirse en una planta. Es un proceso que se lleva a cabo cuando el embrión se hincha y la cubierta de la semilla se rompe. Para lograr esto, toda nueva planta requiere de elementos básicos para su desarrollo: temperatura, agua, dióxido de carbono y sales minerales. El ejemplo más común de germinación es el brote de un semillero a partir de una semilla de una planta floral o angiosperma. Sin embargo, el crecimiento de una hifa a partir de unas esporas micóticas se considera también germinación. En un sentido más general, la germinación puede implicar todo lo que se expande en un ser más grande a partir de una existencia pequeña o germen. La germinación es un mecanismo de la reproducción sexual de las plantas (Vázquez y Torres, 1975).

Se llama germinación al proceso por el que se reanuda el crecimiento embrionario después de la fase de descanso. Este fenómeno no se desencadena hasta que la semilla no ha sido transportada hasta un medio favorable por alguno de los agentes de dispersión. Las condiciones determinantes del medio son: Aporte suficiente de agua, oxígeno, y temperatura apropiada. Cada especie prefiere para germinar una temperatura determinada; en general, las condiciones extremas de frío o calor no favorecen la germinación. Algunas semillas necesitan pasar por un período de dormancia y, después de este, también un

tiempo determinado de

exposición a la luz para iniciar la germinación. Durante la germinación, el agua se difunde a través de las envolturas de la semilla y llega hasta el embrión, que durante la fase de descanso se ha secado casi por completo. El agua hace que la semilla se embeba, a veces hasta el extremo de rasgar la envoltura externa. Diversas enzimas descomponen los nutrientes almacenados en el endospermo o en los cotiledones en sustancias más sencillas que son transportadas por el interior del embrión hacia los centros de crecimiento. El Oxígeno absorbido permite a la semilla extraer la energía contenida en estos azúcares de reserva, y así poder iniciar el crecimiento (Valdés, 2004).

La germinación se puede clasificar en: Germinación Hipógea, es aquella en que los cotiledones permanecen enterrados; únicamente la plúmula atraviesa el suelo. El hipocótilo es muy corto, prácticamente nulo. A continuación, el epicótilo se alarga, apareciendo las primeras hojas verdaderas, que son, en este caso, los primeros órganos fotosintetizadores de la plántula. El otro tipo, la Germinación Epígea, se aplica a las plantas donde los cotiledones emergen del suelo debido de un considerable crecimiento del hipocótilo (porción comprendida entre la radícula y el punto de inserción de los cotiledones). Posteriormente, en los cotiledones se diferencian cloroplastos, transformándolos en órganos fotosintéticos. Finalmente, comienza el desarrollo del epicótilo (porción del eje comprendida entre el punto de inserción de los cotiledones y las primeras hojas) (Valdés,2023).

Para que la germinación pueda producirse son necesarios algunos factores externos, como un sustrato húmedo, suficiente disponibilidad de oxígeno que permita la respiración aerobia, y una temperatura adecuada para los distintos procesos metabólicos. Además, la latencia de germinación puede requerir determinados estímulos ambientales como la luz o bajas temperaturas, o que se produzca un debilitamiento de las cubiertas seminales. También contribuye el clima del lugar en el que se encuentra el cultivo. Es importante, conocer y controlar las plagas que puedan atacar a la futura planta. Si se va a producir germinados para consumo humano, han de tenerse en cuenta factores muy importantes: higiene de las semillas, agua, medio ambiental en el cual van a desarrollarse (Vázquez y Torres, 1975).

Según Wikipedia (2023), las etapas de la germinación son:

Acumulación de reservas alimenticias: estas se fabrican en las partes verdes de la planta y son transportadas a la semilla en desarrollo. En las semillas denominadas endospérmicas, las reservas alimenticias se depositan fuera del embrión, formando el endospermo de la semilla. En las semillas llamadas no endospérmicas, el material alimenticio es absorbido por el embrión y almacenado en contenedores especiales llamadas cotiledones.

Maduración: durante esta fase, se seca la semilla y se separa la conexión con la planta madre, cortando el suministro de agua y formando un punto de debilidad estructural del que se puede separar fácilmente la semilla madura.

La mayoría de las semillas entran en un periodo de latencia (o inactividad metabólica) después de su completa maduración. En este periodo, la semilla pierde la mayor parte de la humedad que tenía. Y es precisamente esta sequedad (deshidratación) el factor principal que garantiza la viabilidad de la semilla y su capacidad para poner fin a la inactividad, crecer y convertirse en una nueva planta. Este periodo de latencia varía de especie a especie; algunas semillas mueren rápidamente si se secan demasiado, pero existen semillas de mucha antigüedad, que han germinado después de muchos cientos de años.

Para lograr la germinación, la semilla necesita primordialmente agua y, dependiendo de la variedad de planta de que se trate, puede requerir mayor atención en cuanto a temperatura y condiciones de luz más específicas. Cada año, este ciclo de reproducción se repite de manera invariable. Sólo se alterará si cambian las condiciones del entorno. Así, si una planta de zona húmeda es cambiada de entorno y clima, haciéndolo más seco, esta planta se adaptará al cambio o morirá por no tener la capacidad de adaptarse a las nuevas condiciones climáticas. Teniendo las condiciones mínimas, la planta formará las semillas o las esporas. El viento o los animales se encargarán de llevarlos a tierras fértiles, reiniciando así el ciclo de la vida, con la formación de una nueva planta.

La emergencia de la raíz, que inicia el crecimiento de la plántula, está desencadenada por la presión de turgencia. El crecimiento inicial requiere la utilización de las sustancias de reserva que previamente se habían almacenado en el endospermo o en los cotiledones. Para ello, tiene que haber un proceso de hidrólisis previa y movilización que genere moléculas de pequeño tamaño que puedan ser utilizadas por la plántula en desarrollo. La hidrólisis de proteínas está catalizada por diversos tipos de endopeptidasas y exopeptidasas, que liberan pequeños péptidos y aminoácidos. La movilización de lípidos implica a tres tipos de orgánulos: los cuerpos lipídicos, los glioxisomas y las mitocondrias; las enzimas clave en la metabolización de los lípidos, que pueden ser transformados en hexosas, son la isocitrato liasa y la malatosintetasa, cuyos niveles aumentan notablemente durante la germinación.

El almidón, es el principal carbohidrato de reserva; puede hidrolizarse mediante la acción de α -amilasas y β -amilasas, o por el almidón fosforilasa, liberándose monosacáridos, disacáridos y oligosacáridos. La movilización de las reservas de fosfato se produce por acción de la fitasa. El embrión puede ejercer un control de las distintas actividades enzimáticas mediante la síntesis y liberación de fitohormonas.

El ejemplo más típico de control hormonal es el de la hidrólisis de almidón por activación de las α -amilasas mediada por giberelinas en semillas de cereales. Mientras que las giberelinas, y parece ser que también el etileno, tienen un claro efecto estimulador de la germinación, el ácido abscísico, por el contrario, inhibe los procesos relacionados con la germinación.

*1.3 Fitotecnia del cultivo *Phaseolus vulgaris* L. Según MINAG, (2016).*

Selección y Preparación del Suelo: La topografía del suelo a seleccionar debe ser llana o ligeramente alomada, con drenaje natural de ser factible drenaje artificial, con una profundidad de la capa arable no inferior a los 20 cm., son preferibles los suelos con plasticidad media, el PH óptimo está comprendido entre 5.8 y 6.5.

El número de labores que se le deben de dar para preparar el suelo para el cultivo del fríjol estará determinado por el tipo de suelo, nivel de semilla de malezas y el cultivo precedente, de forma que quede bien mullido, para que la semilla tenga un buen lecho, sobre todo las siembras de secano; el suelo debe prepararse a una profundidad no menor de 20 cm. (8 pulgadas) siempre y cuando la capa arable lo permita, debe quedar uniformemente liso, así como eliminar todos los rastrojos y malezas.

Es recomendable dar las siguientes labores: roturación, grada, cruce, alisar y grada, aunque es bueno tener presente que el suelo mejor preparado no es el que más labores se le da, sino al que se le dan las labores en tiempo y forma, esperando el tiempo necesario entre una y otra labor para que ocurra la transformación de las sustancias orgánicas presentes en el suelo. Siempre que sea posible, hacer uso de la tracción animal. Esta contribuye a la conservación del suelo.

Época de Siembra: Se puede considerar las siguientes épocas de siembra: Temprana comprendida entre los meses de septiembre a noviembre y tardía entre los meses de diciembre marzo. En las regiones montañosas existe la costumbre de realizar siembras hasta muy avanzada la primavera.

Antiguamente, se consideraban como las mejores condiciones climáticas para la siembra, las que ocurren entre los meses de septiembre y octubre; en la actualidad se prefiere mejor la época tardía, es decir la comprendida entre noviembre a diciembre con el fin de evitar la alta incidencia de plaga de los meses de siembra temprana y de enfermedades virales que tanto afectan al cultivo; no obstante, estas siembras dependen de regadío a causa de que coinciden con las bajas precipitaciones que ocurren durante este tiempo.

El frijol común tiene dos épocas de siembra fundamentales ellas son septiembre (otoño) para el que no dispone de riego y diciembre-enero (frío) para el que dispone de regadíos. Septiembre es un mes que aún las temperaturas son altas (máximas mayores de 30 grados celcius), y por tanto considerable incidencia de plagas y enfermedades, los productores que no disponen de riego aprovechan las lluvias que como promedio histórico caen entre septiembre y noviembre para hacer las siembras.

Cuando hay alta densidad de mosca blanca en esta época no es recomendable sembrar, debe tenerse en cuenta que normalmente hay fuerte incidencia de bacteriosis enfermedad que puede transmitirse a través de la semilla.

Estudios realizados en la región de Velazco indican que el mes óptimo para la siembra cuando se dispone de agua es diciembre, no obstante, además del riego (imprescindible para la época) debe tenerse en cuenta que estos meses normalmente incide la roya y que siembras tardías (después del 15 de enero), puede tener afectaciones por el thrips palmi y en el momento de la cosecha pueden presentarse las lluvias de primavera.

Densidad de Siembra: Este aspecto es una de las causas de los bajos rendimientos en el frijol, ya que por lo general la densidad de siembra esta por debajo de la adecuada. Debiéndose tener en cuenta la variedad, objetivo de la producción (semilla o consumo), época de siembra y disponibilidad de recursos.

Lo recomendado en áreas que dispongan del riego y con todos los recursos es de 196000-300000 plantas por hectáreas, según el hábito de crecimiento.

Es vital que se tenga en cuenta que si importante es una buena población, también lo es una adecuada distribución de las plantas por cada metro lineal, que se siembre. La cantidad de semilla que se necesita aproximadamente para sembrar 250000 plantas por hectáreas: de BAT-304 es de 52 Kg. y de Velazco Largo 140 Kg. por hectáreas.

Cuando se dispone de los recursos debe sembrarse a una densidad menor; pero siempre manteniendo una adecuada distribución de las semillas.

Cuando las labores se realizan con tracción animal la distancia puede oscilar alrededor de 0.50 m en ambos casos la distancia entre plantas se ajustará para lograr la densidad deseada. Debe de sembrarse con una planta por debajo de la recomendada que en condiciones de producción, ya que posibilita además granos de mayor tamaño reducir la diseminación de enfermedades y a la vez facilita la inspección y remoción de plantas indeseables. Se recomienda 100 mil plantas por hectáreas de frijol común según el hábito de crecimiento. **Calidad de la semilla:** La utilización de buenas semillas de las mejores variedades, ayudan a los agricultores y sus familias a producir mejores alimentos. Se recomienda utilizar semillas conservadas por la empresa de semillas varias, pues son los que pueden mantenerlas bajo las condiciones de temperatura y humedad que las mismas requieren, así como hacerle la desinfección y análisis necesario. No obstante, un productor con los recursos básicos y conocimiento sobre la producción de semilla podrá obtenerla y conservarla con una calidad aceptable.

Siembra: Al efectuar la siembra debemos ser sumamente cuidadosos, pues la calidad de esta dependerá el resultado final de la cosecha, para nuestros suelos la siembra debe hacerse entre 2 cm. y 3 cm. Además, es muy importante que no queden semillas destapadas pues estas no germinan.

La siembra puede hacerse manual empleando surcadores, desde el arado o los cultivadores de tracción animal, hasta un cultivador tirado por un tractor, lo importante es hacer una buena distribución de las semillas y una adecuada profundidad: el tape puede ser con el pie o emplear una cadena u otro objeto tirado con bueyes o con la vertedera de la cultivadora (no lo recomendamos), debe hacerse con mucho cuidado pues generalmente la semilla queda muy profunda, por lo que muchas se pierden en el proceso de germinación.

Fertilización: El frijol en las condiciones de Cuba expresa su potencial de rendimiento con el suministro de 20; 90 y 60 Kg. por hectárea de N, P y K respectivamente y la inoculación de las semillas a partir de cepas de *Rhizobium* específicas para cada agroecosistema como sigue: Suelos ferralíticos rojo. Cepas CF-1, 6b III y 12 III. Suelo Gley Ferralítico Cepas: SCR., Rton. En suelos Pardos sin Carbonatos las Cepas de *Rhizobium* siguientes: Hg. bI y By bI. La aplicación de abonos orgánicos al suelo mejora también la aireación, la absorción de agua, disminuye el efecto perjudicial de la acidez del suelo en el período de crecimiento de las plantas, mejora la actividad biológica, mejora el suministro de gas carbónico en zona radical de las plantas crecidas en el suelo tratado con materia orgánica.

Si se dispone de alguna fuente orgánica lo más beneficioso es hacer una aplicación localizada en el hilo del surco, teniendo en cuenta que el ciclo del frijol es corto. Su grado de descomposición debe ser alto para que sea rápidamente utilizada es importante la incorporación al suelo de los restos de cosecha por el volumen de nutrientes que reciclan: Estiércol 20-30 TN/ha.

Cachaza 20-30
TN/ha. Gallinaza 15-20
TN/ha.

Compost 15-20 TN/ha.

Humus de lombriz 4-6

TN/ha.

Utilizar la lombricultura, porque esta orientado como una de las formas de producir abonos orgánicos, puede recibir un reconocimiento en un control técnico; su aplicación sería irrisoria en una superficie medianamente grande, que requeriría del uso de abonos verdes.

Control de Malezas: Dentro de las malezas que más daños causan al frijol en esta zona, están el Don Carlo (*Sorghum halapenses*), La Sancaraña (*Rotboellia cochinchinensis*), el Bledo (*Amaranthus spp.*), La Escoba Amarga (*Parterium hysterophrus*) Para contrarrestar sus daños debemos emplear un manejo integrado que comprenda medidas tales como:

No seleccionar suelos muy infestados de malezas y de tener que hacerlo debe priorizarse el control de malezas.

Hacer una buena rotación de los suelos.

Lograr una preparación óptima del mismo de manera tal que podamos eliminar la mayor cantidad de semilla.

Realizar los deshierbes con guataca y manuales tan pronto broten las malezas de manera tal que estas no cojan fuerza y afecten las plántulas de frijol, desde la germinación hasta los 45 días que es cuando cierra el campo en dependencia de la especie, variedad, época, etc. Cultivar preferiblemente con bueyes, para evitar la compactación del suelo evitando el aporque de las plantas y de dañar las raíces.

Control de plagas y Enfermedades:

Control Agrotécnico:

No sembrar en lugares donde exista alto índice de mosca blanca o thrips palmi.

Manejo de fecha de siembra concentrando los mayores volúmenes de siembra en época óptima. (diciembre)

Evitar la colindancia de áreas frijoleras con otras más viejas, así como con otros cultivos preferidos por los insectos más dañinos, como son los casos de las cucurbitáceas (pepino y calabaza) y solanáceas (tomate y pimiento).

Erradicar las malezas con énfasis en las posibles portadoras de germinivirus (malvas, tua-tua, lechosa, EST.) dentro del cultivo y áreas aledañas.

Realizar oportunamente todas las atenciones culturales (riego, fertilización, desmalezamiento, EST.)

Uso de cultivos asociados y sembrar barreras de maíz antes de la siembra del frijol a razón de 1 por 4, lo suficiente espaciado para que el maíz no dañe al frijol.

Uso de arropo o cobertura.

Selección negativa de plantas con síntomas de virus y enterramiento de las mismas

Evitar atrasos en la cosecha y en la demolición de los restos.

Rotación de cultivo: no sembrar en la misma área dos veces el frijol de forma seguida. Eliminar los cultivos de la campaña de primavera susceptibles al thrips palmi y las malezas hospederas con un mes de antelación en aquellas áreas que estén a menos de 500 m de donde se sembraran.

Control mecánico: Se colocan trampas de melaza (50% de agua) a partir de la germinación del cultivo a razón de más de 4 trampas por hectáreas.

Control Genético: Es el uso de variedades tolerantes.

Control Biológico:

Producto	Dosis	
Controla. <i>Verticillium lecanii</i>	10 lt/ha. 1kg/ha	
mosca blanca		
<i>Bacillus thuringiensis</i>	2 Kg/ha	ácaros, larvas de
lepidóptero <i>Beauveria bassiana</i>	1 Kg/ha	
crisomélidos, thrips <i>Trichoderma</i>	8 Kg/ha	
hongos de suelo		

El manejo de plagas y enfermedades podría reducirse al mínimo, o no ser necesaria, si logramos una real diversidad de plantas en suelos sanos.

1.4- Bioactivos

Para mejorar la producción agrícola, existen una gama de bioestimulantes, que promueven el equilibrio fisiológico de las plantas, lo que favorece la expresión del potencial genético y la productividad, a través del crecimiento y desarrollo de los órganos radiculares y aéreos (Calero, *et al.*, 2019).

La utilización de microorganismos benéficos y productos son alternativas que permiten dar solución a los problemas nutricionales y productivos, que sepuedan presentar dentro del sistema asociado, a lo que se le suma la carencia de productos fertilizantes para la producción del cultivo en pequeñas áreas los productos bioactivos son utilizados en la agricultura, como potenciales estimuladores del rendimiento de los cultivos, así han sido descritos los análogos de brasinoesteroides y también los productos derivados del vermicompost (Terry *et al.*, 2006).

Estos productos no nutricionales pueden reducir el uso de fertilizantes y mejorar la producción agrícola, existen una gama de bioestimulantes, que promueven el equilibrio

fisiológico de las plantas, lo que favorece la expresión del potencial genético y la productividad, a través del crecimiento y desarrollo de los órganos radiculares y aéreos (Nogueira Dos Anjos *et al.*, 2015). En el actual proceso tecnológico de los cultivos, se tiene como premisa la aplicación de estimulantes biológicos, con capacidad suficiente de participar en los principales procesos metabólicos (Quintero *et al.*, 2018).

González, (2017) reporta que en el cultivo del Tabaco al aplicar tres dosis del bioestimulante QuitoMax, adelanta en tres días el momento del trasplante al compararlo con el tratamiento control, lo que coincide con los resultados obtenidos en esta experiencia, los resultados obtenidos en la producción de posturas (donde se obtienen incrementos en el crecimiento de la masa foliar y radical) pueden ser por la actividad biológica de la quitosana.

Santana, (2016) reportan una disminución del tiempo en semilleros de Tomate al aplicar diferentes dosis de FitoMas E, parece ser que las Solanáceas brindan una respuesta favorable a la aplicación de bioproductos y biofertilizantes en cuanto a su ciclo biológico y sus fenofases.

Existen investigaciones en las que se demuestra que humedecer las semillas previo a la siembra ayuda a los procesos germinativos, como son los resultados reportados por Polón *et al.*, (2013), en el cultivo del Arroz. También se logró estimular la germinación con la inoculación de los EM® en la propagación de plantas, ya sea por semilla o por estacas, con el objetivo de generar una barrera protectora con microorganismos benéficos alrededor del material para que, en el momento de entrar en contacto con el suelo, o sustrato, se reduzca la incidencia de enfermedades alojadas en el medio (Morochó y Leiva, 2019). Por otra parte, los microorganismos benéficos buscan promover la germinación y brotación vigorosa y uniforme de los materiales sembrados por la generación de hormonas, aminoácidos y sustancias antioxidantes. Aquellos que fijan Nitrógeno atmosférico, descomponen desechos y residuos orgánicos, desintoxican el suelo de pesticidas, suprimen enfermedades de plantas y patógenos del suelo, incrementan el reciclaje de nutrientes, producen componentes Bioactivos como vitaminas, hormonas y enzimas que estimulan el crecimiento de las plantas (Haney *et al.*, 2015).

Por otra parte, Valdés (2001), demostró los efectos alelopáticos inhibitorios de *R. communis* L. sobre la germinación de *Momordica charantia* L. y *Phaseolus vulgaris* L. encontrándose que las dosis al 80 y 100 %, respectivamente de cualquier parte de la planta (tallos, hojas o raíces) eran las que mayores efectos inhibitorios mostraban.

Valdés, *et al.*, (2006), desarrollaron investigaciones para determinar la influencia de extractos de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* en diferentes dosis sobre la germinación de las arvenses que crecen asociadas a las casas de cultivo protegido y determinar dicho efecto sobre algunas de las especies hortícolas que crecen en dichas casas ubicadas en el Macizo Montañoso del Escambray. En ambos experimentos se utilizó un diseño multifactorial donde las variables independientes fueron: Tipos de dosis, momento de evaluación de la germinación y como variable dependiente se empleó la germinación. En el primer experimento se encontró que las dosis más elevadas, 80 y 100 %, tenían efectos inhibitorios sobre la germinación de las arvenses asociadas a las Casas de Cultivos Protegidos.

1.5- Metodología para la elaboración de Bioactivos.

Los grandes avances científicos y tecnológicos han permitido desarrollar sustitutos artificiales de los naturales, sin embargo, en los últimos veinte años se ha verificado una tendencia de volver a los productos naturales, libres de contaminación, al uso de hierbas medicinales, plantas aromáticas y plantas condimentarias (Martinez *et al.*, 2016).

De acuerdo con Chacón, (2009), la práctica de recolectar plantas silvestres ha perdido la importancia en la mayoría de los países, los ancestros vegetales silvestres al ser sometidos al proceso de cultivo han ido sufriendo microevoluciones, que han provocado en ellas una serie de cambios morfológicos, fisiológicos y genéticos tan profundo que en muchos casos resulta muy difícil reconocer al progenitor silvestre. La domesticación de un cultivo generalmente implica una pérdida de competitividad en áreas no cultivadas respecto a sus ancestros silvestres, variando en función de la especie.

Viganó y Martínez, (2015), indican que la separación de sustancias a partir de matrices vegetales se clasifica como extracción sólido-líquido y puede llevarse a cabo a través de métodos convencionales o no convencionales, mientras que Nuñez, (2008) menciona que la extracción es una de las operaciones básicas del laboratorio. Para ello indica que estas extracciones se definen como la acción de separar con un líquido una fracción específica de una muestra, dejando el resto lo más íntegro posible.

Para obtener principios activos o metabolitos secundarios, aquellos constituyentes que forman parte en la composición química de diversas plantas, se deben realizar métodos de extracción. Estos métodos se realizan con diferentes tipos de disolventes, dependiendo de la solubilidad y estabilidad que tengan estas sustancias características de la planta a tratar, los métodos principales para realizar extractos naturales son la maceración, percolación, digestión, decocción y la infusión (Romero, 2018).

EXTRACCIÓN POR PERCOLACIÓN

La percolación consiste en hacer pasar el disolvente a través de la especie vegetal, hasta su extracción completa, renovando siempre el disolvente, lo que vendría a ser una desventaja por el alto consumo de este. En pequeña escala, se lleva a cabo en percoladores de cuerpo cilíndrico o cónico, provistos de un grifo en la parte inferior, para limitar el flujo del disolvente (Sempértegui, 2019).

EXTRACCIÓN POR MACERACIÓN

El principio de la maceración consiste en la obtención de extractos, gracias al duradero tiempo de contacto que el solvente debe tener con el material vegetal, que debe estar pulverizado o molido para lograr una mayor superficie de contacto con el solvente, este proceso es realizado a temperatura ambiente. Es conveniente realizar agitaciones frecuentes para la homogenización del procedimiento y así tratar de influenciar el rendimiento de la extracción, el poder de extracción del solvente va disminuyendo a medida que pasa el tiempo de contacto con el material vegetal; para la realización de este tipo de extractos es conveniente la protección del recipiente de extracción de la luz solar, ya que esta puede llegar a descomponer sustancias foto lábiles. Después de la realización del extracto por medio de un filtrado es necesario lavar el material vegetal restante con más solvente para la obtención del extracto total (Cargua, 2018).

Para 100 ml de extracto se pesará 10 g de la planta a utilizar y la pondremos en 90 ml de agua caliente (tiene que ser agua destilada o agua mineral de mineralización débil). Lógicamente la cantidad resultante no serán 100 ml, ya que la planta, al ser seca, absorberá buena parte del agua. Hay que tener esto en cuenta para calcular las cantidades en función de la fórmula a la que vayamos a incorporar el extracto (Sánchez, 2015).

Para su preparación se deben seguir los siguientes pasos

✓ En un matraz, limpia y esterilizada, y que cierre bien, colocamos la cantidad de agua necesaria (90 ml), pesamos 10gr de la planta y la incorporamos.

✓ Se remueve bien y lo dejamos durante 24 horas en una estufa grande a una temperatura de 35°C para que este no entre en contaminación.

✓ Pasadas las 24 horas lo filtramos con doble papel filtro.

✓ Es importante que esté muy bien filtrado para evitar la proliferación de microorganismos.

✓ Si no lo vamos a utilizar en el momento, se lo almacenará en la nevera, en un frasco esterilizado y le pondremos conservante.

Tabla 2. Muestra ventajas y desventajas entre los procedimientos de extracción (percolación y maceración) más utilizados dentro de la Fitoquímica (Carrión y García, 2010):

	Maceración Percolación	
Ventajas rígidas	Sirve para drogas (tallos, raíces)	Extracción completa de principios activos y es posible conocer la concentración exacta de principios activos.
	Reducción de costos de solventes	No se produce saturación del solvente y se requiere menor tiempo para la extracción comparado con la maceración.
Desventajas solvente	Lentitud del proceso	Alto consumo de
	Extracción incompleta de la droga	

Saturación del solvente

Fuente: (Carrión y García, 2010)

1.6.Diseño de experimentos agrícolas, Gavilánez, (2021).

El diseño de experimentos es el punto de llegada del método de investigación científica. Existen diferentes tipos de investigación que tienen sus límites conectados. En donde termina el uno empieza el otro, interrelacionándose para explicar un fenómeno de manera integral. El método experimental, una herramienta que explica un fenómeno desde sus causas hasta sus correspondientes efectos, utiliza infinidad de definiciones y principios que todo investigador debe conocer y entender. Los principales criterios conceptuales son los que se detallan en este capítulo, como parte introductoria al método experimental en particular y al diseño de experimentos en general.

TIPOS DE INVESTIGACIÓN. Gavilánez, (2021).

Investigación científica.

Investigación histórica.

Investigación descriptiva.

Investigación experimental.

EL MÉTODO EXPERIMENTAL. Gavilánez,(2021).

Cuando se ha desarrollado un producto nuevo, como por ejemplo algún tipo de herbicida, éste debe ser probado en diferentes dosis, de tal forma que se obtenga la más adecuada para el control eficaz de las malezas. Las dosis que se utilicen en la experiencia deberán tener un criterio respaldado en fuentes investigativas y bibliográficas relacionadas, que consideren la concentración del ingrediente activo. Luego de realizada la experiencia, el investigador ya podrá advertir qué dosis de tal herbicida es la más adecuada para adjuntarla a la etiqueta y que sea de aplicación general para los agricultores. El ejemplo práctico descrito en este párrafo hace tangible los dos métodos de razonamiento científico en los que reside la investigación experimental: el Método Deductivo y el Método Inductivo. El método deductivo se hace presente cuando se parte de principios o de leyes generales bajo los cuales se desarrolla un fenómeno, las mismas que sirven para llegar a conclusiones sobre una situación concreta. En otras palabras, el razonamiento deductivo es aquel que va de lo general a lo particular. En el ejemplo mencionado, es justamente este razonamiento el que se aplica para seleccionar las dosis de prueba del herbicida, ya que dichas dosis no podrían ser seleccionadas sin revisar evaluaciones previas relacionadas e indicadas en la literatura; o en los casos exploratorios, sin hacer evaluaciones preliminares. Por otro lado, el método inductivo se lo desarrolla cuando se estudian situaciones o fenómenos determinados, de los cuales se obtienen resultados que se aplican a toda la población involucrada. En este caso, el razonamiento inductivo va de lo específico a lo general. Este razonamiento también es aplicable al ejemplo con el cual se empezó este tema, ya que una vez que se establezca la dosis más adecuada de dicho herbicida, entonces se podrá hacer una recomendación de tal dosis para que la apliquen todos los agricultores que hagan uso del mencionado producto dentro de la zona de estudio. El método experimental es la alternativa de investigación por excelencia, diseñado para producir conocimiento o resolver problemas específicos, mediante condiciones empíricas previa y voluntariamente alteradas con el propósito de observar respuestas que requiere conocer el investigador.

Fue inicialmente difundido por Galileo Galilei (siglo XVI) como un método inductivo - experimental debido a que hace uso de un experimento debidamente planificado, con miras a comprobar alguna hipótesis establecida. El razonamiento inductivo que se utiliza en el método no puede desligarse del razonamiento deductivo previo, ya que la experiencia planificada necesita de criterios deductivos que eviten llegar a soluciones salidas de algún contexto lógico. En el método experimental, en forma general, lo que se hace es estudiar los efectos que causan los cambios deliberados que se realizan en una situación dada de un fenómeno, haciendo uso de un adecuado diseño experimental y de eficientes herramientas estadísticas inferenciales, de tal manera que se puedan diferenciar en una forma real y objetiva dichos efectos.

La ciencia agropecuaria es una de las disciplinas que comúnmente recurre al método experimental en busca de lograr mayores rendimientos y rentabilidad, especialmente en los últimos tiempos en donde la globalización y la explosión demográfica cada vez hacen progresivas e insoslayables exigencias alimentarias. Esto ocasiona que el desarrollo de experimentos sea uno de los elementos más importantes de la investigación científica, que hace posible solucionar diferentes problemas agropecuarios dirigidos al aspecto de productividad. En este contexto, el método científico se vuelve fundamental en las investigaciones que tienen relación con las ciencias biológicas debido a la mayor variabilidad a la que se exponen los experimentos en estas áreas. Asimismo, algo que debe resaltarse por su importancia en la planificación experimental coherentemente diseñada es la característica de sostenibilidad del ambiente, pues la eficiencia que se encuentra implícita en el manejo de los factores de prueba en la actividad agrícola contribuirá a dicha sostenibilidad.

Fases del método experimental, Gavilánez,(2021).

El método experimental no involucra una concepción holística de una de las alternativas que nos ofrece la investigación científica, más bien comprende una serie de etapas que están bien definidas y que, sinérgicamente cumplidas de forma objetiva y precisa, son fundamentales para que un experimento sea informativamente exitoso. Entre las principales fases que en forma lógica deben observarse y cumplirse para llevar a cabo un experimento están las siguientes:

Identificación del problema: el punto de partida para plantear cualquier tipo de investigación es la identificación de un problema real y recurrente que requiere solución. Estos problemas pueden estar relacionados a la falta de conocimiento o a una situación negativa particular, cuyos resultados de las investigaciones que se hayan desarrollado para solucionarlos generarán, ya sea una teoría o una aplicación práctica, respectivamente. Tratar de llevar a cabo un experimento sin definir el problema a solucionarse es como tomar una medicación sin saber qué pretendemos sanar en nuestro cuerpo. La formulación del problema es el que origina el tema de investigación.

Planteamiento de los objetivos: con la identificación y formulación del problema de investigación, además de haber revisado algunos antecedentes (si es que los hubiera) sobre la temática a investigar, consecuentemente se podrán deducir los objetivos experimentales que deberá tener la investigación. Los objetivos son el punto de llegada de una investigación, los cuales deben tener su contribución en el proceso dinámico o afianzador de la ciencia. Estos objetivos deben describirse de una forma clara, concisa y precisa; evitando vaguedades y/o ambigüedades, de tal manera que se evite confundir el propósito real del experimento.

Planteamiento de la hipótesis de investigación: debido a que se está tratando con un estudio basado en el método experimental, será necesario el planteamiento de una o más hipótesis de investigación. Esta hipótesis es la suposición del investigador respecto de la respuesta que espera suceda al final de la experiencia. Para plantear una hipótesis debe haber información preliminar de otras investigaciones similares que el investigador tiene que revisarla, caso contrario, si es un estudio que no tiene antecedentes (inédito) no será posible suponer los efectos y correspondientemente no podrá deducirse una hipótesis. No obstante, puede recurrirse a experimentos preliminares que permitan conjeturar dicha hipótesis, de allí que se mencione que todos los experimentos contienen una o más hipótesis. En este sentido, una hipótesis se deducirá a partir de toda una fundamentación teórico y/o práctica que trate sobre el tema a investigar. Al final, no nos olvidemos que una hipótesis es lo que impulsa a cualquier investigador para demostrar un resultado que viene a ser la conjugación entre la teoría y los hechos.

Selección de los tratamientos a evaluarse: el investigador deberá seleccionar cuidadosamente los tratamientos que van a ser evaluados, pues de esto dependerá en gran medida el éxito del experimento. Cuando sólo se está interesado en una variable independiente (o factor), el ensayo tendrá la característica de ser univariante o unifactorial; sin embargo, cuando se han identificado más de una variable independiente, el experimento tendrá la característica de ser factorial. En el primer caso, los niveles que se definan del factor corresponderá a los tratamientos; mientras que en el segundo caso, la combinación de niveles de los factores considerados serán los tratamientos. La selección se realizará de acuerdo al problema o fenómeno de estudio, a las diferencias que el investigador quiere encontrar, al tipo experimento, a la época de estudio, y fundamentalmente, a la disposición de recursos económicos. De nada sirve seleccionar un sin número de tratamientos que a la postre no contribuirán con los objetivos de la investigación, por el contrario, la harán ineficiente. La selección de los tratamientos también se fundamenta en un consecuente marco teórico y/o experiencias prácticas.

Selección del diseño experimental: el punto de partida para seleccionar un determinado diseño experimental es el ambiente en donde se va a realizar el experimento. Es necesario identificar las potenciales fuentes de variación secundarias que podrían afectar las respuestas que se obtengan al final de la experiencia, definiendo la necesidad de realizarlo en ambientes controlados (laboratorio) o en ambientes no controlados. En el caso de los experimentos agropecuarios y debido al rango de validez de las conclusiones, generalmente se realizan experimentos en ambientes no controlados (en el campo), cuyas respuestas son más reales que aquellas que provengan de experimentos que se realizan en ambientes controlados. La identificación de las potenciales fuentes de variación que pueden afectar un experimento se realiza tanto a nivel de espacio como de tiempo, de allí que los ensayos agrícolas realizados en medios no controlados (en el campo) se estructuran en bloques (control local) con el fin de que el efecto de fuentes de variabilidad que pueden ser por la heterogeneidad del suelo, pendientes, sombras y drenajes superficiales, sean deslindados del efecto de los tratamientos y circunscriptos únicamente a los bloques. En todo caso, el diseño experimental seleccionado deberá permitir separar las potenciales fuentes de variación secundarias (llamadas también de ruido) para que no tergiversen los resultados del experimento, consiguiendo de esta manera reducir el error experimental en general y el error tipo II (negación de un efecto real) en particular.

Algo que se debe indicar en este punto es lo correspondiente a todo lo que realmente involucra la concepción de diseño experimental. Si bien en todo el libro se hará mención con esa definición a las diferentes formas de distribución que se hacen de los tratamientos a las unidades experimentales (o viceversa), como es el caso de los completamente al azar, bloques al azar y cuadrado latino, el diseño experimental es la contextualización y conceptualización de toda la planificación con la cual se llevará a efecto un experimento. Bajo esta apreciación, el diseño experimental comprende desde la misma identificación del problema, que es el que establece los límites de éste, pasando por la verificación del área experimental y su ambiente, la definición de cuáles y cuántos serán los tratamientos, sus repeticiones, el tipo de distribución, las variables a medirse, el manejo del cultivo durante la experiencia, hasta el tipo de herramienta estadística a utilizarse. Por ello, un adecuado diseño experimental puede requerir la asesoría multidisciplinaria de varios profesionales relacionados al objeto de estudio.

Selección de la unidad experimental: la selección de la unidad experimental va a depender del objeto de estudio y de la afectación que pueda realizar el ambiente en donde se llevará a cabo el experimento. Para los experimentos de agronomía, una unidad de experimental puede estar constituida por una parcela (cultivos con pequeñas distancias de siembra) o por una sola planta (cultivos con grandes distancias de siembra); en el caso de animales, habrá que considerar el peso o el estado fisiológico de cada uno de ellos. La experiencia de otros experimentos similares es de gran valor para tomar una decisión. Por las características singulares que tienen los experimentos agrícolas, especialmente los realizados con cultivos de ciclo corto y en condiciones nocontroladas, cuya unidad experimental es una parcela, habrá que considerar un efecto que es único para esta área de investigación conocido como efecto de borde. El efecto de borde corresponde a las hileras de plantas y sus cabeceras que rodean al área desde donde se toman los datos de las diferentes variables de respuesta, todo lo cual se encuentra dentro de una misma parcela. A esta superficie dentro de la cual se miden las variables en cada parcela, comúnmente se la identifica como área útil o parcela útil. **Selección del número de repeticiones:** las repeticiones de cada tratamiento que un experimento puede contener casi exclusivamente estará en función de la cantidad de recursos económicos con que se cuente. Sin embargo, otra limitante fuerte y propia que tienen los experimentos agrícolas, que se realizan en el campo, es la variabilidad o heterogeneidad que el suelo manifiesta de manera progresiva cada vez que el área experimental se extiende. Bajo este contexto, si el número de repeticiones aumenta, también lo hace el experimento y la fuente de variación que es el suelo se hace cada vez más difícil de controlar. Además, existe variabilidad intrínseca entre unas mismas plantas que demandan un número de repeticiones elevado para poder detectar diferencias significativas entre tratamientos, de allí que los experimentos agrícolas estén sometidos a la llamada variabilidad combinada genotipo versus ambiente. No obstante, si se consideran estas condiciones y el grado de certidumbre que los datos revelan, el número de repeticiones deberá ser el suficiente como para obtener un mínimo de grados de libertad en el error experimental que le den la suficiente potencia a la inferencia deducida a partir de una prueba estadística, como es el caso del análisis de varianza. Un experimento sin repeticiones jamás permitirá valorar el error experimental, salvo la alternativa de tener uno con arreglo factorial en experimentos exploratorios, que tenga interacciones triples o más, cuyos efectos pueden acumularse en el error experimental y permitir una estimación aproximada de esta fuente de variación.

Es importante que el investigador conozca que, el hecho de tener un número relativamente elevado de repeticiones generando más allá de los suficientes grados de libertad del error experimental, no le asegura una mejor precisión. La relación entre el error experimental y las repeticiones no es lineal, ésta tiene tendencia potencial negativa; es decir, existe un cierto límite a partir de la curva en donde el aumento de repeticiones no causa ninguna disminución importante del error experimental. En este sentido, tener un número de repeticiones más allá del necesario sólo hará que se encarezca el ensayo y que la supuesta precisión sirva sólo para detectar efectos poco importantes en términos prácticos, que al final podrían inducir a tomar una decisión equivocada y muy riesgosa, dado que por antonomasia se estaría cometiendo el error tipo I de la estadística.

Selección de las variables a medirse: las variables de respuesta que se van a evaluar en un experimento deben estar en concordancia con el fenómeno o tema de estudio. Estas variables deben ser las necesarias para describir o explicar completamente el problema evaluado y a la vez permitir el cumplimiento de los objetivos previamente establecidos. Los instrumentos que se utilicen para la medición en lo posible deben ser únicos (un solo instrumento para medir una variable) y debidamente calibrados para evitar algún tipo de error. En este caso es importante considerar cómo es el comportamiento de la variable, ya que generalmente vamos a encontrar variables que se ajustan a la distribución normal y en la cual son aplicables las pruebas estadísticas paramétricas; y en otros casos, vamos a encontrar variables que tienen una relativa dispersión, que inevitablemente deben utilizar escalas ordinales y que no se ciñen a una distribución normal (muchas se ciñen a distribuciones binomiales y de Poisson), las mismas que requerirán de algún tipo de ajuste para estabilizar las varianzas, o de pruebas estadísticas no paramétricas.

Análisis de los datos e interpretación de los resultados: los datos obtenidos del experimento deben analizarse utilizando las herramientas estadísticas que estén acorde con el diseño experimental utilizado. Tal como se indicará más adelante, la primera herramienta estadística de uso general en los experimentos es el análisis de varianza, el cual es eficiente siempre que los datos cumplan con los supuestos de normalidad, homocedasticidad e independencia; lo que hace que sea un requerimiento la comprobación de estos supuestos antes de aplicar este test o cualquier otra prueba estadística paramétrica. Posteriormente habrá que realizar una clasificación de los tratamientos a través de alguna prueba de comparación múltiple respecto de las medias.

Finalmente, con los resultados deberá comprobarse la hipótesis y definirse la relación con los hechos previamente establecidos. Las conclusiones que se deduzcan luego del análisis deben tomarse con cierta reserva, aún si un resultado es estadísticamente significativo. Ha y que tener

CARACTERÍSTICAS DE UN ADECUADO EXPERIMENTO, Gavilánez,(2021).

Un experimento debidamente planificado no conlleva mayor complejidad si se lo establece con un criterio práctico, simple y a la vez analítico. Las características que debe tener un experimento son las siguientes:

Simplicidad: tanto el diseño experimental como los tratamientos de estudio deben ser lo más simples posibles, pero en concordancia con los objetivos del experimento.

Precisión: el experimento deberá poseer un alto grado de precisión, de tal manera que sea capaz de detectar diferencias reales entre los tratamientos evaluados. Esto implica que el

diseño experimental sea el más idóneo en cuanto a la separación de las fuentes de variación secundarias identificadas, además de tener un número suficiente de repeticiones. Estos requerimientos permitirán tener un adecuado control del error experimental.

Homogeneidad: las unidades experimentales (material experimental sobre el cual se ha aplicado un sólo tratamiento) deben tener las mismas condiciones al momento de realizar la experiencia. Estas condiciones diferirán con el área de estudio. Así, por ejemplo, si se trata de experimentos con plantas, las parcelas necesariamente deben tener las mismas dimensiones; si el estudio es con animales, éstos deben tener el mismo peso (al menos tratar de que esto sea así) y estado fisiológico. También la homogeneidad deberá cuidarse al momento de la medición de los efectos. Si, por ejemplo, la variable de medición es el peso, lo recomendable será utilizar una misma balanza (en la medida de lo posible), lo que evitará diferencias o errores sistemáticos en los resultados si se utilizan varios equipos y alguno de ellos tenga algún defecto. Con todo esto, los tratamientos evaluados no tendrán “pretexto” para presentar variaciones inexistentes.

Validez contundente: las conclusiones que se extraigan de un experimento deben proceder de resultados con el mínimo riesgo de estar equivocadas. Para esto es muy necesario cuidar el cumplimiento de los tres principios de los experimentos: aleatorización, independencia y bloqueo. Además, para poder ampliar el rango de validez de las conclusiones es preciso que un experimento sea replicado en el espacio y en el tiempo.

ERROR EXPERIMENTA, Fernández, (2010).

El error experimental es una medida de la variación existente entre las observaciones realizadas en las unidades experimentales tratadas en forma similar. Esta definición es más sutil de lo que puede parecer a primera vista y se relaciona estrechamente con la definición de lo anterior. Por ejemplo, si se cultivan cinco plantas juntas en la misma maceta y se les aplica un mismo tratamiento, la unidad experimental consiste en las cinco plantas. Se necesitan otras macetas de cinco plantas cada una para poder medir la variación existente entre unidades experimentales tratadas de forma semejante. Esto es cierto aún si una medida, como la altura de la planta, se realiza individualmente. El problema está en que si se van a comparar dos tratamientos, cualquier diferencia observada será, en parte, atribuible a la diferencia

entre macetas de cinco plantas y esto es probable que sea de mayor magnitud que las diferencias entre plantas de la misma maceta.

La variación proviene de dos fuentes principales: 1ª.- existe la variabilidad inherente al material experimental al cual se aplican los tratamientos y 2ª.- existe una variación resultante de cualquier falta de uniformidad en la realización física del experimento. En un experimento de nutrición con animales como material experimental, los individuos tendrán constitución genética diferente a menos que haya una alta consanguinidad; ésta es la variabilidad inherente al material experimental. Así pues, el error experimental incluye todos los tipos de variaciones extrañas a los tratamientos empleados.

EXPERIMENTOS FACTORIALES, Fernández, (2010).

Cuando hay que estudiar de forma simultánea los efectos que tienen varios factores sobre una respuesta, se utilizan experimentos factoriales en los que todos los niveles de un factor se combinan con todos los niveles de cualquier otro factor para formar los tratamientos. Así, en

un experimento factorial de tres factores A, B y C, con a, b y c niveles respectivamente, el número de tratamientos es $a \times b \times c$.

El análisis de varianza de este tipo de experimentos recibe el nombre de ANOVA multifactorial, o simplemente ANOVA factorial. En él se analizan no sólo los efectos individuales de los factores (efectos principales), sino también el efecto causado por sus interacciones. Cuando el efecto de un factor sobre la respuesta no depende de los niveles del otro factor, se dice que ambos factores son independientes. En cambio, si el efecto de un factor varía para los distintos niveles del otro factor, entonces los dos factores no son independientes y se dice que interaccionan entre sí.

La posibilidad de establecer inferencias sobre el efecto de un factor para los diferentes niveles de otros factores, y sobre las relaciones entre ellos, es lo que diferencia principalmente un experimento factorial de varios experimentos de factor único en los que se incluyan los diferentes tratamientos analizados. Comparativamente, el experimento factorial presenta una mayor precisión y, por tanto, un considerable ahorro de tiempo y material dedicado a los experimentos.

Los experimentos factoriales son ampliamente utilizados en investigaciones agronómicas cuando se sabe poco de los niveles más adecuados de los factores, o ni siquiera cuáles son importantes, y cuando se desea obtener recomendaciones que deben aplicarse en una gran variedad de condiciones. Asimismo, muchas veces el investigador está interesado en la interacción entre factores, más que en el efecto individual de éstos. La presencia de interacción significativa hace que los efectos principales de los factores que interaccionan resulten irrelevantes, por lo que debemos centrar nuestra atención en el análisis de la interacción.

La limitación principal de los experimentos factoriales es que al aumentar los factores se incrementa el número de interacciones y su complejidad, lo que dificulta la interpretación de los resultados. Si los diferentes factores interaccionan de una forma confusa, ello es indicativo de que los efectos son complejos, pero no implica que la experimentación sea defectuosa. En estos casos, será necesario un estudio profundo de los resultados y una experimentación más amplia para comprender enteramente los hechos.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Caracterización del área experimental.

El presente experimento se montó en la forma productiva de la agricultura perteneciente a un productor individual, en el Municipio de Cumanayagua, Provincia de Cienfuegos, Colindante al Este con el Municipio Trinidad, Provincia Sancti Spiritus, por el Sur con el Mar Caribe, por el Norte con el Macizo Montañoso Escambray y al Oeste con el Municipio Cienfuegos, Provincia Cienfuegos, la temperatura anual promedio oscila sobre los 30 C⁰, con una pluviosidad anual de 700 mm promedio, un suelo Pardo con Carbonato, la finca ocupa un total de 2ha, repartidas en la producción de cultivos varios, con predominio en la siembra de Frijol, aunque también se produce Plátano y un pequeño nivel de hortalizas. Cuenta con una fuente de abasto de agua proveniente de un pozo artesanal, también existen árboles frutales y forestales.

2.2. Etapa Experimental.

Para el cumplimiento de esta importante etapa se establecieron varias fases dentro de las cuales están:

2.2.1. Obtención, recolección y conservación de las plantas para la preparación de sus extractos.

PROCEDIMIENTO

Existen diferentes factores que determinan la calidad en plantas a utilizar en el proceso de preparación de sus extractos como la humedad, impurezas, en donde es fundamental que las plantas deban estar libre de compuestos tóxicos, libre de carga microbiana y la obtención de las propiedades biológicas depende de las fases en que se encuentren como: estado vegetativo, fructificación y floración. La recolección y el uso de las propiedades de los bioactivos de estas plantas dependen de la colecta, de los órganos de las plantas como las hojas, flores, tallo, entre otras. Por otra parte, para generar un producto de calidad, el secado de las plantas, ya sea por secado al aire libre, o secado a la sombra es fundamental para la conservación de los principios activos y aceites esenciales de las plantas, (Ruiz, 2020).

En el caso del presente experimento se optó por un secado a la sombra por un período de 72 horas, se desahortó el secado al sol debido a que varios autores han reportado variaciones en la composición de los compuestos activos presentes en los biopreparados por la incidencia del sol el cual causa aumento de las temperaturas

En el presente experimento se colectaron las plantas siguientes:

Allium sativum L.(Ajo).

El ajo es una planta que pertenece a la familia *Liliaceae*, al igual que las cebollas y los puerros, es cultivada como anual, se cultiva para la alimentación humana pero también puede ser usado en la protección vegetal como insecticida, fungicida y antibacterial. Tanto los bulbos como las hojas contienen sustancias activas que se pueden aplicar en los cultivos.

El Ajo según Gimeno, (2011), puede actuar como un repelente, también tiene la propiedad de actuar por ingestión, causando ciertos trastornos digestivos, ya que impide que el insecto se alimente, además funciona como un sistémico de alto espectro, ya que puede ser absorbido por el sistema vascular de la planta, también puede el ajo generar un cambio de olor natural de la planta, que evita el ataque de las plagas, se basa en un enmascarador del olor del alimento, de las feromonas, evitando la reproducción de las plagas.

El extracto de ajo es completamente biodegradable, no cambia el olor y sabor de los cultivos y debe este olor característico a la alicina, también es rico en compuestos azufrados, en estudios realizados se aisló el agente activo básico del ajo, la alicina, que cuando es liberada interactúa con una enzima llamada alinasa y de esta forma se genera la Alicina, (Gimeno, 2011).

La eficacia del extracto de ajo (*A. sativum*) como plaguicida natural se ha demostrado con ciertas plagas, como son larvas de lepidópteros, áfidos, chinches pequeños y varias enfermedades causadas por hongos, su mecanismo de acción es por ingestión, provocando una excitación del sistema nervioso, que provoca repelencia, (Ramos, 2014).

Cano, (2016), al evaluar la influencia de los extractos de ají-ajo sobre plagas que actuaban sobre el cultivo de *Phaseolus vulgaris* L. determinó que no tuvieron un control efectivo sobre la población total de insectos y de homópteros respecto a los demás extractos evaluados, presentando los promedios más altos.

En el caso de esta planta, fue factible tomar sus cabezas y desgranar los dientes que la componen para someter a tratamiento y luego realizar el proceso de preparación de los extractos.

Azadirachta indica A. Juss. (Neem).

Según lo planteado por Pérez, (2000), uno de los extractos vegetales más estudiados en los últimos años es el obtenido a partir del árbol del Neem, está demostrada ampliamente su efectividad en el control de insectos, ácaros y nematodos. La importancia de los extractos de Neem para la agricultura sostenible, radica en que tienen solo una ligera acción de contacto, la sustancia tiene que ser ingerida para que actúe, por lo que su efecto sobre los enemigos naturales es limitado, además la diversidad de sustancias bioactivas que contiene hace que los riesgos de que se desarrolle resistencia sean mínimos y no es tóxico a los humanos ni a otros mamíferos. Sus mecanismos de acción son variados desde la repelencia, antialimentario, esterilizante, repelente de oviposición, insecticida y regulador del crecimiento.

El propio Pérez, (2000), propone la azadiractina parece tener eficacia en más del 90% de las plagas, además investigaciones realizadas durante los últimos años, han demostrado que es el regulador y disuasor más potente, ya que repelerá o reducirá la alimentación de muchas especies de plagas de insectos, así como de algunos nematodos. También hay que tener en cuenta los otros ingredientes activos que tiene el Neem como son el meliantriol y la salanina los cuales actúan como poderosos agentes inhibidores del proceso de alimentación. La nimbina, al igual que la nimbidina (otro componente del Neem) tiene propiedades antivirales. Cano(2016), en su estudio realizado para determinar la influencia de extractos vegetales sobre plagas que actuaban sobre el cultivo de *Phaseolus vulgaris*L., encontró que la combinación de Los extractos de Ruda y Neem correspondiente a los tratamientos dos

(Rutinal 10 cc/litro), cinco (Bioneen 3 cc/litro) y seis (Bioneen 5 cc/litro) obtuvieron los valores promedios más bajos en cuanto al número total de insectos y de homópteros en relación con los demás extractos vegetales evaluados, durante los dos ciclos del cultivo, ejerciendo el mayor control de la población.

En el caso del Neem, y siguiendo la recomendación de varios autores, en la revisión bibliográfica realizada para el presente trabajo, se decidió el empleo de las hojas, las cuales fueron colectadas para ser sometidas a tratamiento y posterior preparación de los extractos. *Nicotiana tabacum L.*

Según Soroa *et al.*, (2003), se puede argumentar que la Tabaquina por sus propiedades de gasificación y asfixia de adultos, unido a su baja residualidad, conserva mejor los enemigos naturales, el modo de acción general de la misma se basa en intervenir en el agroecosistema sólo en aquellos puntos donde el comportamiento de los organismos nocivos se aparta de los niveles que no reportan daños para el rendimiento agronómico o en calidad de los cultivos, siguiendo medidas conservativas. Cuba aportó al mundo el cultivo del tabaco. Desde tiempos precolombinos se conocían las propiedades insecticidas de esta planta. Sus caldos (tabaquina) han sido empleados por los campesinos para el control de plagas por su contenido en alcaloides, disponibilidad y ser menos agresivas para el medio ambiente o entorno de las fincas.

2.3.Preparación de los extractos y las dosis de las plantas colectadas.

En la obtención de extractos, gracias al duradero tiempo de contacto que el solvente debe tener con el material vegetal, que debe estar pulverizado o molido Para lograr una mayor superficie de contacto con el solvente, este proceso es realizado a temperatura ambiente. Es conveniente realizar agitaciones frecuentes para la homogenización del procedimiento y así tratar de influenciar el rendimiento de la extracción, el poder de extracción del solvente va disminuyendo a medida que pasa el tiempo de contacto con el material vegetal; para la realización de este tipo de extractos es conveniente la protección del recipiente de extracción de la luz solar, ya que esta puede llegar a descomponer sustancias foto lábiles. Después de la realización del extracto por medio de un filtrado es necesario lavar el material vegetal restante con más solvente para la obtención del extracto total (Cargua, 2018).

Una vez listo el material colectado se procedió a triturar dicho material, este paso tiene como objetivo el buscar el aumento de la superficie de contacto del mismo para que a la hora de aplicar el solvente a emplear se produzca una mayor disolución para ello se optó por el Método de Maceración : el cual consistió en extraer el principio activo a temperatura ambiente, en un recipiente cerrado, usando como solvente extractor el agua; se realiza la mezcla del material macerado obtenido de cada planta con el líquido extractor. Posteriormente la mezcla se deja reposar durante 3 días. Este método tiene la ventaja que se logra la extracción de productos naturales sin modificación alguna. En algunos casos se puede realizar la maceración varias veces (4 o 5 días) (Ortiz,2007) .

Existen varias metodologías establecidas para la obtención de las dosis, están en dependencia de los objetivos a lograr y de la naturaleza del material vegetal colectado, un

ejemplo, para 100 ml de extracto se pesará 10 g de la planta a utilizar y la pondremos en 90 ml de agua caliente (tiene que ser agua destilada o agua mineral de mineralización débil). Lógicamente la cantidad resultante no serán 100 ml, ya que la planta, al ser seca, absorberá buena parte del agua. Hay que tener esto en cuenta para calcular las cantidades en función de la fórmula a la que vayamos a incorporar el extracto (Sánchez, 2015).

La anterior metodología tiene como inconveniente que al utilizar agua caliente puede alterar la naturaleza de las sustancias activas que pueda contener el biopreparado y enmascarar sus efectos, es por ellos que diversos autores prefieren no utilizarla.

Para la obtención de las dosis en el presente trabajo se utilizó la Metodología de Gizasa,(2004), para ello se tomaron las diferentes partes de las plantas que se utilizarían para la preparación de los extractos, y a partir de 1000g de esas partes maceradas se diluyeron en

10 Litros de agua, esta dosis representaría la dosis al 100% de concentración, luego se tomaron 500g de cada parte de la planta y se diluyeron en 10 Litros de agua, logrando la concentración al 50%, estas serían las dos dosis a aplicar a las semillas de Frijol de las diferentes variedades a sembrar en las bolsas utilizadas en el experimento

Con estas dosis se establecieron los diferentes tratamientos a emplear en el experimento los cuales fueron:

Tratamiento 1: dosis al 100 % de concentración de Ajo.

Tratamiento 2: dosis al 50% de conversación de Ajo..

Tratamiento 3. Testigo (agua sola).

Tratamiento 4: dosis al 100% de concentración de Neem.

Tratamiento 5: dosis al 50 % de concentración de Neem.

Tratamiento 6 Testigo (agua sola).

Cada tratamiento sería aplicado a filas de bolsas en cantidad de 4, lo cual significaría las réplicas, cada una de las bolsas contendría un total de 2 semillas de la variedad de frijol a emplear. A modo de resumen se puede decir que el diseño del experimento es un Cuadrado Latino con cuatro réplicas y tres tratamientos Testigo(, Dosis al 50% y Dosis al 100%, repetido este formato para los tres extractos aplicados(extracto de Ajo, extracto de Tabaco y extracto de Neem) y finalmente para dos variedades de frijol(Variedad Cuba Cueto 25-9N y Variedad Velazco Largo)por lo que el diseño adoptaría una forma definitiva

4x4x3x2, eso daría un total de 96 bolsas montadas en el experimento con 2 semillas cada una. Ver Figura 1, Anexos. El esquema que aparece a continuación establece la forma definitiva de como quedaría montado el experimento.

Fig 3. Disposición de los tratamientos, dosis y réplicas en el experimento.

T		T	T	T
T		T	T	T

T		T	T
T		T	T

T
T

50 %	50 %	50 %
50 %	50 %	50 %
50 %	50 %	50 %
50 %	50 %	50 %

50 %
50 %
50 %
50 %

100%	100%	100%
100%	100%	100%
100%	100%	100%
100%	100%	100%

100%
100%
100%
100%

Leyenda:

T----- Testigo.

50%-----Dosis al 50 % de concentración.

100%----Dosis al 100 % de concentración.

Este formato se repetiría para cada tratamiento que se aplicaría y para las dos variedades de frijol a emplear.

2.4. Procesamiento Estadísticos de los resultados.

El procesamiento estadísticos de los resultados se realizó utilizando el Paquete Estadístico Statgraphics Centurión Versión 19.5.01. Asumiendo como variable dependiente la germinación y como variables independientes tratamientos, dosis, y tipo de extractos, se realizó una prueba ANOVA y una prueba de correlación de las medias.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSION

Como se puede observar en la Tabla 1, hasta el día número tres de sembradas las semillas de *Phaseolus vulgaris* L., Variedad Cuba Cueto 25-9 N en las bolsas, no existe germinación alguna, es a partir del cuarto día de sembradas las semillas que comienza el proceso germinativo, esto resulta válido para todas las semillas de *Phaseolus vulgaris* L. var. Cuba Cueto 25-9 N, sembradas en las bolsas, bajo todos los tratamientos y dosis aplicadas, resultando lógico si se tiene presente que en diferentes pruebas de germinación realizadas con *Phaseolus vulgaris* L, por diferentes autores, independientemente de la variedad utilizada, resulta común que la germinación comience sobre el cuarto día de sembradas las semillas de esta planta y se extienda hasta los siete días. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Delegación Agricultura Municipio Trinidad (2015), donde en una investigación realizada con el objetivo de valorar el comportamiento de 15 variedades de frijol, las cuales se sembraron en época tardía: 7 de color negro el 31 de Diciembre, 6 rojas el 2 Enero y 2 blancas el mismo día con el objetivo de determinar las que se adapten a las condiciones climáticas y edáficas del municipio Trinidad, para introducir nuevas variedades y contribuir al aumento de la biodiversidad genética y al mejoramiento de la fertilidad de los suelos, investigación donde se probaron las dos variedades de frijol objeto de estudio en el presente trabajo, uno de los resultados de dicha investigación fue que las variedades de color negro se manifestaron con una germinación uniforme a los cuatro días de sembradas.

Tabla 1. Comportamiento de la germinación de *Phaseolus vulgaris* L. var. Cuba Cueto 25-9 N, bajo la influencia de diferentes tratamientos y dosis.

	% de germinación								
Días	Testigo	E. Ajo	E. Ajo	Testigo	E. Tabaquina	E. Tabaquina	Testigo	E. Nee m	E. Nee m
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	31,2	0	6,2	0	31,2	3,1	0		
5	59,4	0	13,2	6,0	59,4	5,3	0		
6	78,1	0	21,3	13,7	65,6	7,7	3,1		81,2
7	93,8	0	33,1	23,1	93,8	11,3	5,7		93,8

Elaboración propia.

En la citada tabla anterior, se puede observar que a partir del cuarto día de sembradas las

semillas en las bolsas, es que comienza el proceso de germinación, alcanzando en todos los testigos(semillas sembradas en las bolsas regadas con agua) un valor promedio uniforme de

un 31,2 % de germinación del total de semillas sembradas en la condición de testigo, debe tenerse presente que siguiendo el patrón del diseño experimental montado para la presente investigación, el cual es un Cuadrado Latino, en el cual se está evaluando la influencia de tres tratamientos (extractos de Ajo, extractos de Tabaquina y extractos de Neem) en tres dosis (testigo en agua, dosis al 50 % de cada uno de los extractos, y dosis al 100% de cada uno de los extractos) y que se realizaron cuatro réplicas para cada tratamiento y dosis, respectivamente, que en cada bolsa se depositaron dos semillas de *Phaseolus vulgaris* L. sometidas a la influencia de los diferentes tratamientos y dosis; entonces con razón en todo lo detallado anteriormente, se asume que la cantidad de bolsas utilizadas para el testigo en agua era un total de 24, y que al sembrarse dos semillas de *Phaseolus v.*, por bolsa eso daría un total de 48 semillas en condición de testigo para todo el experimento, al aplicar una simple Regla de Tres, donde las 48 semillas representarían el 100 % y el 32,1% de las semillas germinadas bajo la condición de testigo representaría la incógnita (x) buscada, al producir un despeje y el correspondiente calculo, se obtendrá como resultado que al cuarto día de sembradas las semillas de *P. vulgaris* en la condición de testigo ya estaba germinadas el 15 de las semillas sembradas bajo esta condición, del total de 48, o sea no llega a la mitad del total, si se realiza una búsqueda y comparación de este valor con los obtenidos en otras investigaciones donde se haya evaluado la respuesta a la germinación de *Phaseolus v.*, un ejemplo de ello son los resultados obtenidos por Araya y Hernández, (2007), donde en el protocolo establecido por ellos para la producción de semillas de frijol en Costa Rica, obtienen que al cuarto día de sembradas las semillas de frijol, existía más de un 50 % de germinación, aunque en la presente investigación, y en este caso específico, solamente se alcanza un 31,2% de germinación, valor que comparado con el 50% obtenido por los ya citados autores, tiene diferencias, diferencias que como se ha dicho anteriormente puede estar condicionadas a diferentes factores tales como: humedad, temperatura, época de siembra, naturaleza propia de la variedad, genética, entre otras; sin embargo al séptimo día de evaluación de la germinación, en la presente investigación, se obtiene que las semillas bajo el tratamiento testigo (riego con agua), se obtiene un 93,8 % de germinación; entonces esto indica la buena calidad de la semilla utilizada, ya que los citados autores reconocen que en condiciones óptimas de humedad y temperatura, resulta aceptable y económico para Costa Rica un mínimo de germinación del 80 %, parámetro que en dicho protocolo se recoge como aval para certificar su semilla, en el caso de Cuba, en este sentido se es más riguroso y se plantea por diferentes autores que el mínimo de rentabilidad económico para la siembra y germinación de semillas de frijol debe estar en un 85 %, y el óptimo por encima del 90% (Instituto de Ciencias Agrícolas Cuba (INCA), 2017). Por lo que los resultados obtenidos en la germinación de las semillas de *P. vulgaris* en la tabla anterior, en el caso del tratamiento testigo, resultan aceptables, si se tiene en consideración que el establecimiento del presente experimento se produjo en el mes de Septiembre, época que se considera temprana para la siembra del frijol en Cuba, donde los niveles de temperatura y humedad, no son los idóneos, y pueden hasta cierto punto afectar el proceso de germinación. Los factores climáticos son muy variables a nivel de país y los menos manejables por el hombre, debido a que el cultivo se practica en todo el país, de oriente a occidente y del llano a la montaña, y en sentido temporal desde septiembre hasta mayo, aparte de la posible variación climática de un año a otro (Quintero, 1998). Por ser tan poco manejable este factor, el recurso más importante que dispone el hombre en este caso es el del conocimiento preciso del clima en su lugar de acción para la ubicación temporal de los cultivos en los momentos en que el comportamiento

habitual de las diferentes variables climáticas ofrezca las mayores probabilidades de satisfacer los rangos de exigencia de cada cultivo. Dicho de otra manera, el establecimiento de las épocas y fechas de siembra factible y más adecuada en cada cultivo, incluso para cada variedad dentro de una misma especie cultivada. El frijol requiere de temperaturas cálidas moderadas durante todo su ciclo (22 – 26 °C), afectándole tanto las bajas temperaturas (8 –

18 °C) como las altas (mayores de 30° C) para los procesos de germinación, floración y maduración del grano elementos que aunque pueden haber influido, no se deben considerar determinantes en el proceso germinativo que ocurre en el presente experimento, ya que el 93,8 % de germinación manifiesta al séptimo día de sembradas las semillas deja por sentado la buena calidad de las semillas empleadas y que de producirse cambios bruscos en el proceso de germinativo de las semillas bajo los otros tratamientos y dosis empleadas en el presente trabajo, los mismos pudieran estar dados a la influencia de otros factores, como por ejemplo, los diferentes tratamientos y dosis utilizadas en esta propia investigación, y no propiamente la temperatura y humedad existentes a lo largo del montaje y evaluación del experimento, además cuando se revisan los valores medios de temperatura registrados en la región donde se llevó a cabo la presente investigación, se observan que las temperaturas medias oscilaban entre los 28 y 32 °C, temperaturas que aunque no están dentro del rango idóneo requerido por el cultivo para llevar a cabo procesos como la propia germinación, no están muy distantes de este rango, por lo que este aspecto unido a todo lo anteriormente mencionado refuerza aún más el criterio de que variaciones bruscas en los niveles de germinación de las semillas pueden estar condicionadas a otros factores, como la propia incidencia de los tratamientos y dosis de los extractos aplicados en la presente investigación, y no precisamente a la temperatura.

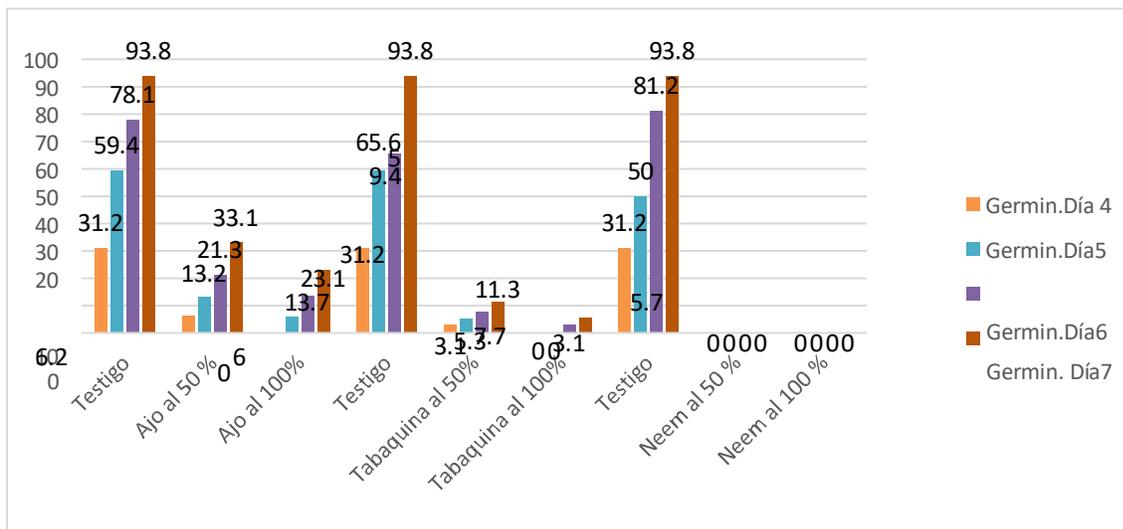
En el gráfico # 2, se puede observar el comportamiento de la germinación de las semillas de *Phaseolus vulgaris* L., Variedad Cuba Cueto 25-9 N bajo la influencia de los diferentes tratamientos y dosis aplicados en la presente investigación, a partir del cuarto día de sembradas, resulta evidente en el caso del tratamiento testigo que a partir del cuarto día existe una tendencia al incremento en los por cientos de germinación de las semillas en el tratamiento testigo, alcanzando el 31,2 % a los cuatro días de sembradas, de un valor promedio de un 56,3%, al quinto día de sembradas, se incrementa el nivel de la germinación, alcanzando un valor promedio de 75,1% al sexto día, y por último se alcanza un valor promedio de 93,8% semillas germinadas del total de semillas sembradas bajo el tratamiento testigo al séptimo día, este último valor se considera aceptable para los niveles de germinación que debe mostrar una semilla de calidad, ya que sobrepasa el mínimo permisible de un 80%, para el caso de países como Costa Rica, según Araya y Hernández (2007), o el 85 %,., contemplado como valor mínimo económicamente factible para el caso cubano, se debe recordar que al séptimo día se alcanza en los testigos de la presente investigación, un 93,8% de germinación. Para el caso específico de las semillas de *P. vulgaris*. bajo la influencia del tratamiento extractos de Ajo, con dosis al 50%, la secuencia de valores que se alcanza es la que sigue: a los cuatro días, un 6,2 % de germinación, a los cinco días, un 13,2%, a los seis días, un 21,3% y finalmente, a los siete días, un 21,5% de semillas germinadas, aunque la anterior secuencia de valores, también muestra una tendencia al incremento en los niveles de los valores de los por cientos de germinación en la medida que se avanza del cuarto al séptimo día de medición de la germinación; sin embargo si estos valores se comparan con

los valores obtenidos en los por cientos de germinación de las semillas del tratamiento testigo, en los diferentes días de medición (4,5,6 y 7 días, respectivamente, se puede apreciar a simple vista que los valores de germinación que muestran las semillas de *Phaseolus v.* bajo la influencia del extracto de Ajo, en dosis preparadas al 50 %, son inferiores, cada día de medición, a los mostrados por las semillas de *P. vulgaris*. sometidas a riego con agua, o sea testigo, si se tiene presente lo dicho anteriormente, en lo referido a la influencia de la temperatura y la humedad en el proceso germinativo, y que el propio comportamiento de los valores mostrados por el testigo al séptimo día, muestra un 93,8% de germinación valor que ya se dijo se considera aceptable para los niveles que se consideran muy buenos para la calidad de la semilla, entonces se puede deducir que los efectos que pueden estar causando sobre la germinación de la semilla están muy atenuados, o sea que la semilla cuenta con condiciones de temperatura y humedad adecuadas para poder llevar a cabo un adecuado proceso de germinación, pudiéndose inferir que esa disminución que aparece reflejada en los valores de los por cientos de germinación, en cada día de medición, de las semillas de *P. vulgaris* bajo la influencia de extractos de Ajo en dosis al 50%, en comparación con las semillas con el tratamiento de testigo, está dada por la incidencia de la propia naturaleza del extracto de Ajo en dosis al 50%. Algo similar ocurre con la secuencia de valores de los por cientos de germinación de las semillas de *P. vulgaris* bajo la influencia de extractos de Ajo, pero en dosis de preparación al 100%, en este caso aunque la tendencia de dichos valores, es también a incrementarse por día de medición, si se comparan estos valores con los del tratamiento de extractos de Ajo al 50% y la de los testigos, se aprecia que los valores de los por cientos de germinación de las semillas de *P. vulgaris* bajo la influencia de los extractos de Ajo en dosis al 100% son los que más bajos valores muestran, resultados que se pueden considerar lógicos, si se apela a lo dicho con anterioridad, en lo referido a la disminución de la germinación en las semillas de *P. vulgaris* bajo la influencia de extractos de Ajo, por la influencia de la propia naturaleza del extracto aplicado, ya que los demás factores que pueden influir en la germinación están controlados o atenuados, específicamente la temperatura y humedad, este criterio se ve reforzado cuando se aplica la dosis al 100% de extracto de Ajo, ya que se alcanzan los valores más bajo en la germinación de las semillas de *P. vulgaris*, téngase presente que un incremento en la dosis equivale a un incremento de los ingredientes activos de la misma, los cuales pueden, o al menos uno de ellos, causar la disminución de los por cientos de germinación. Para ilustrar el efecto de la influencia de la dosis en que se puede encontrar los componentes de un extractos biológico sobre determinados procesos fisiológicos en otras plantas téngase presente los resultados obtenidos por Massey (1925) citado por Samprieto (2000), el mismo observó plantaciones de tomate y alfalfa en un radio de hasta 25 metros del tronco del nogal. Las plantas situadas en un radio de hasta 16 metros morían mientras las situadas mas allá del mismo crecían sanas. Posteriormente se probó que la juglona, una hidroxinaftoquinona soluble en agua causante del color pardo que tiñe las manos de quienes manipulan nueces, provocaba esta fitotoxicidad. En todas las partes verdes de la planta (hojas, frutos y ramas) se encuentra el 4-glucósido del 1,4,5-trihidroxinaftaleno, producto atóxico que luego de ser arrastrado al suelo por las lluvias es hidrolizado y oxidado a juglona. Este compuesto al 0,002% produce inhibición total de germinación de las especies sensibles. Como se puede apreciar la juglona en concentraciones muy bajas es capaz de ejercer una influencia inhibitoria en el crecimiento, esto refuerza el criterio sobre el resultado del presente trabajo, en lo referido a que debe de existir un elemento en los extractos de Ajo,

que al aumentar sus concentraciones en los mismos, provoca una disminución en los procesos de germinación de las semillas de *P. vulgaris* al ser aplicadas sobre las mismas.

El efecto de los extractos vegetales de determinadas plantas sobre procesos fisiológicos de otras plantas, es algo que está más que demostrado, los residuos en descomposición de la planta liberan una gran cantidad de agentes alelopáticos. Los factores que influyen este proceso incluyen la naturaleza del residuo, el tipo de suelo, y las condiciones de descomposición. Eventualmente las sustancias alelopáticas liberadas por los residuos vegetales en el suelo entran en contacto con las raíces de plantas presentes en el mismo ejerciendo su acción. Los compuestos liberados por la planta al suelo sufren frecuentemente transformaciones realizadas por la microflora del mismo, que pueden originar productos con actividad biológica mayor que sus precursores. Investigaciones utilizando extractos acuosos vegetales han demostrado que los inhibidores solubles en agua presentes en la planta de cultivo pueden ser rápidamente liberados durante el proceso de descomposición y causar variaciones en los procesos fisiológicos de la otra planta sobre la cual inciden (Samprieto, 2000).

Gráfico 2. Comportamiento de la germinación de *Phaseolus vulgaris* L var. Cuba Cueto 25-9 N bajo la influencia de diferentes tratamientos y dosis.



Elaboración propia.

Para tener una mayor confiabilidad en el procesamiento de los datos se realizó un Test LSD, Prueba de Rango Múltiples, a las medias obtenidas, este test arrojó que existe homogeneidad entre cada una de las medias obtenidas, esto hace que no exista distorsión y mayor seguridad en otras etapas del procesamiento, no teniendo que aplicar otros test reconocidos en los procesamientos estadísticos para poder lograr la homogeneidad de las variables, que dicho sea de paso resulta una condición indispensable para lograr la veracidad y confiabilidad del procesamiento estadísticos ver Tabla.2.

Tabla 2. Prueba de Múltiple Rangos para ver si existe homogeneidad en las variables procesadas.

Método: 95.0 porcentaje LSD

Extractos con sus dosis	Casos Homogéneos	Media	Grupos
Neem al 50 % X	7		0.0
Neem al 100 % X	7		0.0
Tabaquina al 100 % X	7		1.25714
Tabaquina al 50 % X	7		3.91429
Ajo al 100% X	7		6.11429
Ajo al 50% X	7		10.5429
Testigo 2 X	7		35.7143
Testigo 3 X	7		36.3143
Testigo 1 X	7		37.5

Según procesamiento estadístico Statgraphics Centurión Versión 19.5.01.

Al establecer una prueba de contraste entre los diferentes tratamientos y dosis utilizados para establecer el comportamiento de los mismos sobre el proceso de germinación de *Phaseolus vulgaris* L., Variedad Cuba Cueto 25-9 N, Tabla.3, se puede observar que para el caso de los extractos de Ajo, tanto en dosis al 50 y 100%, respectivamente, manifiestan diferencias significativas con las medias de la germinación de los testigos, siendo las medias de la germinación de las semillas de *P. vulgaris* bajo la influencia de las dosis al 50 y

100% respectivamente, de los extractos de Ajo menores que las de sus testigos, esto deja de forma clara que existe una marcada influencia inhibitoria de estas dosis sobre la germinación de la variedad de *Phaseolus* en estudio, este mismo comportamiento se repite para las dosis al 50 y 100%, respectivamente de los extractos de Tabaquina y Neem; sin embargo, cuando se hace una comparación de los resultados de las medias de las diferentes dosis (50 y 100%, respectivamente), con los diferentes extractos (Ajo, Tabaquina y Neem) se puede observar que no existen diferencias significativas entre los mismos, por lo que no se puede establecer un nivel de mayor o menor influencia de cada tratamiento sobre la germinación de las semillas de esta variedad de frijol, por lo que para poder decidir que extracto causaría mayor efecto inhibitorio sobre la germinación de las semillas de la variedad en cuestión, habría que ir a un análisis del comportamiento que manifiestan las medias de las diferentes dosis y tratamiento sobre los testigos. En la revisión bibliográfica que se

realizó para la presente investigación no se encontró evidencias de trabajos similares en los que se haya probado la influencia de los extractos y dosis, probados en la presente investigación sobre la germinación de estas variedades, en otro lugar, o época del año diferente, o de otras

variedades, por lo que no se cuenta con posibles patrones de comparación con el comportamiento obtenido en la presente investigación.

Tabla 3. Comportamiento de las medias de la germinación de *Phaseolus vulgaris* L., var.Cuba Cueto 25-9 N bajo la influencia de las diferentes dosis y tratamientos en estudio.

	Contraste Si g.	Diferenc ia	+/- Límites
Ajo al 100 % - Ajo al 50 %		-4.429	24.887
Ajo al 100 % - Neem al 100 %		6.114	24.887
Ajo al 100 % - Neem al 50 %		6.114	24.887
Ajo al 100 % - Tabaquina al 100 %		4.857	24.887
Ajo al 100 % - Tabaquina al 50 %		2.2	24.887
Ajo al 100 % - Testigo		* -31.39	24.887
Ajo al 100 % - Testigo		* -29.6	24.887
Ajo al 100 % - Testigo		* -30.2	24.887
Ajo al 50 % - Neem al 100 %		10.54	24.887
Ajo al 50 % - Neem al 50 %		10.54	24.887
Ajo al 50 % - Tabaquina al 100 %		9.286	24.887
Ajo al 50 % - Tabaquina al 50 %		6.629	24.887
Ajo al 50 % - Testigo		* -26.96	24.887
Ajo al 50 % - Testigo 2		* -25.17	24.887
Ajo al 50 % - Testigo 3		* -25.77	24.887
Neem al 100 % - Neem al 50 %		0.0	24.887
Neem al 100 % - Tabaquina al 100 %		-1.2571	24.887

Neem al 100 % - Tabaquina al 50 %		-3.9144	24.887	
Neem al 100 % - Testigo		*	-37.5	24.887
Neem al 100 % - Testigo 2		*	-35.71	24.887
Neem al 100 % - Testigo 3		*	-36.31	24.887
Neem al 50 % - Tabaquina al 100 %		-1.2571	24.887	
Neem al 50 % - Tabaquina al 50 %		-3.9143	24.887	
Neem al 50 % - Testigo		*	-37.5	24.887
Neem al 50 % - Testigo 2		*	-35.71	24.887
Neem al 50 %- Testigo 3		*	-36.31	24.887
Tabaquina al 100 % - Tabaquina al 50 %		-2.6571	24.887	
Tabaquina al 100 % - Testigo		*	-36.24	24.887
Tabaquina al 100 % - Testigo		*	-34.46	24.887
Tabaquina al 100 % - Testigo		*	-35.06	24.887
Tabaquina al 50 % - Testigo		*	-33.58	24.887
Tabaquina al 50 % - Testigo		*	-31.8	24.887
Tabaquina al 50 % - Testigo		*	-32.4	24.887
Testigo - Testigo			1.786	24.887
Testigo - Testigo			1.186	24.887
Testigo 2 - Testigo			-0.6	24.887
E.E= +_ 0,454783				
C.V=8.96				

* indica una diferencia significativa.

Según procesamiento estadístico Statgraphics Centurión Versión 19.5.01.

En las Tabla 4, hasta el día número tres de sembradas las semillas de *Phaseolus vulgaris* L., var. Velazco Largo en las bolsas, no existe germinación alguna, es a partir del cuarto día de sembradas las semillas que comienza el proceso germinativo, esto resulta válido para todas las semillas de *P. vulgaris*. var. Velazco Largo, sembradas en las bolsas, bajo todos los tratamientos y dosis aplicadas, si se compara este comportamiento, hasta esta misma fecha, con el que tuvo las semillas de la Variedad Cuba Cueto 25-9 N, se puede observar que es el mismo comportamiento, o sea no hay germinación, y permite reafirmar lo planteado anteriormente, en lo referido a que resulta lógico, que independientemente de la influencia de determinados factores ambientales en el proceso de germinación, la misma responde a su propia naturaleza y a sus genes, los cuales controlan varios de los procesos fisiológicos que lleva a cabo la planta, incluida la propia germinación (Vázquez y Torres, 1981). Además de tener presente también, lo ya dicho, en lo referido a la constancia existente de las diferentes pruebas de germinación realizadas con *P. vulgaris*, por diferentes autores, independientemente de la variedad utilizada, resulta común que la germinación comience sobre el cuarto día de sembradas las semillas de esta planta y se extienda hasta los siete días. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Delegación Agricultura Municipio Trinidad (2015), donde en una investigación realizada con el objetivo de valorar el comportamiento de 15 variedades de frijol, las cuales se sembraron en época tardía: 7 de color negro el 31 de Diciembre, 6 rojas el 2 Enero y 2 blancas el mismo día con el objetivo de determinar las que se adapten a las condiciones climáticas y edáficas del municipio Trinidad, para introducir nuevas variedades y contribuir al aumento de la biodiversidad genética y al mejoramiento de la fertilidad de los suelos, investigación donde se probaron las dos variedades de frijol objeto de estudio en el presente trabajo, uno de los resultados de dicha investigación fue que las variedades de color negro se manifestaron con una germinación uniforme a los cuatro días de sembradas.

Tabla 4. Comportamiento de la germinación de *Phaseolus vulgaris* Lvar. Velazco Largo bajo la influencia de diferentes tratamientos y dosis.

| % de germinación |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Días | Testigo | E. Ajo | E. Ajo | Testigo | E. Tabaquina | Testigo | E. Nee m | E. Nee m | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

4	43,7	13,7	3,3	44,1	7,7	5,1	
44,3	0	0					
5	63,5	23,7	13,3	63,7	11,7	7,7	
63,7	0	0					
6	83,7	35,1	21,4	85,6	17,3	13,8	
85,6	0	0					
7	97,5	43,1	27,6	96,7	25,4	19,1	
96,9	0	0					

Elaboración propia.

En la tabla anterior, se puede observar que a partir del cuarto día de sembradas las semillas en las bolsas, es que comienza el proceso de germinación, un comportamiento similar al mostrado por la variedad Cuba Cueto 25-9 N, con la diferencia del valor en el por ciento de germinación mostrado por las semillas de esta variedad, o sea la Velazco Largo, las cuales mostraron en todos los testigos(semillas sembradas en las bolsas regadas con agua) un valor promedio de un 44,03% de germinación del total de semillas sembradas en la condición de testigo, este valor alcanzado en esta variedad resulta superior al de la variedad Cuba Cueto 25-9N, comportamiento lógico, si se tiene presente que se está trabajando con variedades diferentes, por lo que la propia naturaleza, reservas de las semillas y genética, unido a la influencia de los factores ambientales determina la diferente respuesta de las variedades a la germinación. Por otra parte, debe tenerse presente que siguiendo el patrón del diseño experimental montado para la presente investigación, el cual es un Cuadrado Latino, en el cual se está evaluando la influencia de tres tratamientos (extractos de Ajo, extractos de Tabaquina y extractos de Neem) en tres dosis (testigo en agua, dosis al 50 % de cada uno de los extractos, y dosis al 100% de cada uno de los extractos) y que se realizaron cuatro réplicas para cada tratamiento y dosis, respectivamente, que en cada bolsa se depositaron dos semillas de *P. vulgaris* sometidas a la influencia de los diferentes tratamientos y dosis; entonces si a razón de todo lo detallado anteriormente, se asume que la cantidad de bolsas utilizadas para el testigo en agua era un total de 24, y que al sembrarse dos semillas de *P. vulgaris*, por bolsa eso daría un total de 48 semillas en condición de testigo para todo el experimento, al aplicar una simple Regla de Tres, donde las 48 semillas representarían el 100 % y el 44,03% de las semillas germinadas bajo la condición de testigo representaría la incógnita (x) buscada, al producir un despeje y el correspondiente calculo, se obtendría cómo resultado que al cuarto día de sembradas las semillas de *P. vulgaris* en la condición de testigo ya estaba germinadas

21 de las semillas sembradas bajo esta condición del total de 48, cantidad que aunque resulta superior a las 15 que en esta misma fecha habían terminado en la variedad Cuba Cueto 25-9N, esto reafirma todo lo anteriormente dicho, en lo referido a la diferencias en el comportamiento de la respuesta a la germinación de las diferentes variedades en estudio y de la influencia de los factores ambientales, si a esto se suma que al séptimo día de evaluación de la germinación, en la presente investigación, se obtiene que las semillas bajo el tratamiento testigo (riego con agua), se obtiene un valor promedio de 97,03% de germinación, superior al 93,8% mostrado por la Variedad Cuba Cueto 25-9N; entonces queda más que reafirmado todo lo dicho anteriormente, y la buena calidad de la semilla utilizada en el presente experimento.

Al igual que se realizó en el procesamiento estadístico para el caso de la variedad anterior y para tener una mayor confiabilidad en el procesamiento de los datos se realizó un Test LSD, Prueba de Rango Múltiples, a las medias obtenidas, este test arrojó que existe homogeneidad

entre cada una de las medias obtenidas, esto hace que no exista distorsión y mayor seguridad en otras etapas del procesamiento, no teniendo que aplicar otros test reconocidos en los procesamientos estadísticos para poder lograr la homogeneidad de las variables, que dicho sea de paso resulta una condición indispensable para lograr la veracidad y confiabilidad del procesamiento estadísticos ver Tabla.5.

Tabla 5. Pruebas de Múltiple Rangos para ver si existe homogeneidad en las variables procesadas.

Método: 95.0 porcentaje LSD

Extractos con sus dosis	Casos Homogéneos	Medias	Grupos
Neem al 100 % X	7		0,0
Neem al 50 % X	7		0,0
Tabaquina al 100 % X	7		6.52857
Tabaquina al 50 % X	7		8.87143
Ajo al 100 % X	7		9.37143
Ajo al 50% X	7		16.5143
Testigo 1 X	7		41.2
Testigo 2 X	7		41.4429
Testigo 3 X	7		41.5

Según procesamiento estadístico Statgraphics Centurión Versión 19.5.01.

Al establecer una prueba de contraste entre los diferentes tratamientos y dosis utilizados, al igual que se hizo en la variedad anterior, para establecer el comportamiento de los mismos sobre el proceso de germinación de *Phaseolusvulgaris* L.var. Velazco Largo, Tabla.6, se puede observar que para el caso de los extractos de Ajo, tanto en dosis al 50 y

100%,respectivamente, manifiestan diferencias significativas con las medias de la germinación de los testigos, siendo las medias de la germinación de las semillas de *P. vulgaris* bajo la influencia de las dosis al 50 y 100%respectivamente, de los extractos de Ajo menores que las de sus testigos, esto deja de forma clara que existe una marcada influencia inhibitoria de éstas dosis sobre la germinación de la variedad de *Phaseolus* en estudio, este mismo comportamiento se repite paralo las dosis al 50 y 100%, respectivamente de los extractos de Tabaquina y Neem; sin embargo, cuando se hace una comparación de los resultados de las medias de las difentes dosis

(50 y 100%, respectivamente), con los diferentes tratamientos y entre ellos (extractos de Ajo, Tabaquina y Neem) se puede observar que no existen diferencias significativas entre los mismos, por lo que no se puede establecer un nivel de mayor o menor influencia de cada tratamiento sobre la germinación de las semillas de esta variedad de frijol, por lo que para poder decidir que extracto causaría mayor

efecto inhibitorio sobre la germinación de las semillas de la variedad en cuestión, habría que ir a un análisis del comportamiento que manifiestan las medias de las diferentes dosis y tratamiento sobre los testigos. En la revisión bibliográfica que se realizó para la presente investigación no se encontró evidencias de trabajos similares en los que se haya probado la influencia de los extractos y dosis, probados en la presente investigación sobre la germinación de estas variedades, en otro lugar, o época del año diferente, o de otras variedades, por lo que no se cuenta con posibles patrones de comparación con el comportamiento obtenido en la presente investigación.

Como se puede apreciar en la tabla anterior, aunque cambian los valores, el comportamiento es similar al mostrado la Variedad Cuba Cueto 25-9N, en lo referido al contraste entre los extractos y sus dosis entre ellos, no mostrando diferencias significativas entre los valores de sus medias; sin embargo, si existen diferencias significativas entre los valores de las medias de los extractos y sus dosis respecto a sus testigos, provocando una inhibición en la germinación de las semillas, confirmando lo planteado en el análisis anterior, en lo referido de que debe existir dentro de los extractos preparados a las dosis de 50 y 100%, respectivamente, algún tipo de compuesto que esté provocando la disminución de los valores de germinación de las semillas de *Phaseolus v.*, sobre los cuales han sido aplicados.

Tabla 6 Comportamiento de las medias de la germinación de *Phaseolus vulgaris* L., Variedad Velazco Largo bajo la influencia de las diferentes dosis y tratamientos en estudio.

	Contraste Si g.	Diferencia	+/- Límites
Ajo al 100 % - Ajo al 50 %		-7.143	27.503
Ajo al 100 % - Neem al 100 %		9.371	27.503
Ajo al 100 % - Neem al 50 %		9.371	27.503
Ajo al 100 % - Tabaquina al 100 %		2.843	27.503
Ajo al 100 % - Tabaquina al 50 %		0.5	27.503
Ajo al 100 % - Testigo		* -31.83	27.503
Ajo al 100 % - Testigo		* -32.071	27.503
Ajo al 100 % - Testigo		* -32.13	27.503
Ajo al 50 % - Neem al 100 %		16.51	27.503

Ajo al 50 % - Neem al 50 %		16.51	27.503
Ajo al 50 % - Tabaquina al 100 %		9.986	27.503
Ajo al 50 % - Tabaquina al 50 %		7.643	27.503
Ajo al 50 % - Testigo		-24.69	27.503
Ajo al 50 % - Testigo		-24.93	27.503
Ajo al 50 % - Testigo		-24.99	27.503
Neem al 100 % - Neem al 50 %		0.0	27.503
Neem al 100 % - Tabaquina al 100 %		-6.529	27.503
Neem al 100 % - Tabaquina al 50 %		-8.871	27.503
Neem al 100 % - Testigo	*	-41.2	27.503
Neem al 100 % - Testigo	*	-41.443	27.503
Neem al 100 % - Testigo	*	-41.5	27.503
Neem al 50 % - Tabaquina al 100 %		-6.529	27.503
Neem al 50 % - Tabaquina al 50 %		-8.87	27.503
Neem al 50 % - Testigo	*	-41.2	27.503
Neem al 50 % - Testigo	*	-41.443	27.503
Neem al 50 % - Testigo	*	-41.5	27.503
Tabaquina al 100 % - Tabaquina al 50 %		-2.343	27.503
Tabaquina al 100 % - Testigo	*	-34.67	27.503
Tabaquina al 100 % - Testigo	*	-34.91	27.503
Tabaquina al 100 % - Testigo	*	-34.97	27.503
Tabaquina al 50 % - Testigo	*	-32.33	27.503

Tabaquina al 50 % - Testigo		*	-32.57	27.503
Tabaquina al 50 % - Testigo		*	-32.63	27.503
Testigo - Testigo			-0.243	27.503
Testigo - Testigo			-0.3	27.503
Testigo - Testigo			-0.057	27.503
E.E= +_ 0.175619				
C.V= 5.12				

* indica una diferencia significativa.

Según procesamiento estadístico Statgraphics Centurión Versión 19.5.01.

Para poder determinar la influencia de los extractos utilizados y sus dosis en la presente investigación sobre el proceso de germinación de las semillas de *Phaseolus vulgaris* L., Variedad Velazco Largo y Variedad Cuba Cueto 25-9 N se realizó una comparación de sus medias, aplicando para su procesamiento un Multifactor ANOVA, donde se utilizó como variable dependiente la germinación, como factor la combinación de extractos y como covariables la variedad, Tabla 8, se puede observar que para ambas variedades Velazco Largo y Variedad Cuba Cueto 25-9 N, se cumple que el extracto de Neem, tanto en sus dosis al 50 y 100 %, respectivamente, al ser aplicado sobre las semillas de Frijol, muestra diferencias significativas entre las medias de la germinación que alcanzan las mismas y las medias que muestra la germinación de las semillas de Frijol bajo la aplicación de los extractos de Tabaquina y Ajo, con dosis también de 50 y 100 %, respectivamente, también muestran diferencias significativas las medias de la germinación de las semillas de Frijol bajo la influencia de extractos de Ajo en las dosis al 50 y 100 %, respectivamente, y entre las medias de las semillas que están bajo la influencia de las dosis de Ajo al 100 % y las medias que muestran los testigos y por último muestran diferencias significativas las medias de las semillas de Frijol bajo la influencia de extractos de Tabaquina en dosis al 50 % y las de las medias de los Testigos, siguiendo el análisis, y remitiendo a los valores de las medias de la germinación que muestran las semillas de Frijol en sus dos variedades en estudio, ver Tablas 3 y 6, respectivamente, donde aparece que el valor de la germinación de estas semillas bajo la influencia de los extractos de Neem, tanto en dosis al 50 y 100 %, respectivamente, alcanzan un valor cero, no existiendo diferencias significativas entre estas medias, por lo que se puede inferir que el grado de inhibición que alcanza los extractos de Neem sobre la germinación del Frijol, en sus dos variedades en estudio, es el mayor respecto a las dosis y de los otros dos extractos (Tabaquina y Ajo), infiriendo también que el nivel de eficiencia que alcanza las dosis al 50 y 100 %, respectivamente, de los extractos de Neem sobre la inhibición

de la germinación de las semillas de Frijol, en sus dos variedades en estudio es el mismo.

Tabla 8. Análisis MULTIANOVA de las medias de la germinación de *Phaseolus vulgaris* L., en sus variedades Cuba Cueto 25-9N y Velazco Largo bajo la influencia de las diferentes dosis y tratamientos en estudio.

Contrast Difference	+/- Limits	Sig.	
Ajo al 100 % - Ajo al 100%			222874,
816606,			
Ajo al 100 % - Ajo al 50%		*	750437,
677094,			
Ajo al 100 % - Neem al 100 %		*	885723,
677094,			
Ajo al 100 % - Neem al 50 %		*	885723,
677094,			
Ajo al 100 % - Tabaquina al 100 %			496437,
677094,			
Ajo al 100 % - Tabaquina al 50 %			246437,
677094,			
Ajo al 100 % - Testigo			522714,
763865,			
Ajo al 100 % - Testigo		*	885329,
677094,			
Ajo al 100 % - Testigo			477160,
816606,			
Ajo al 100 % - Testigo		*	703944,
677094,			
Ajo al 100% - Ajo al 50%			527563,
677094,			
Ajo al 100% - Neem al 100 %			662849,
677094,			
Ajo al 100% - Neem al 50 %			662849,
677094,			
Ajo al 100% - Tabaquina al 100 %			273564,
677094,			

Ajo al 100% - Tabaquina al 50 %
677094,

23563,0

Ajo al 100% - Testigo
816606,

299840,

Ajo al 100% - Testigo 677094,	662456,
Ajo al 100% - Testigo 763865,	254286,
Ajo al 100% - Testigo 677094,	481070,
Ajo al 50% - Neem al 100 % 540134,	135286,
Ajo al 50% - Neem al 50 % 540134,	135286,

Tabaquina al 100 % - Testigo 677094,		26276,5
Tabaquina al 100 % - Testigo 540134,		388892,
Tabaquina al 100 % - Testigo 677094,		-19277,5
Tabaquina al 100 % - Testigo 540134,		207507,
Tabaquina al 50 % - Testigo 677094,		276277,
Tabaquina al 50 % - Testigo 540134,	*	638892,

Tabaquina al 50 % - Testigo 677094,			230723,
Tabaquina al 50 % - Testigo 540134,			457507,
Testigo - Testigo 362615, 677094,			
Testigo - Testigo -45554,0 816606,			
Testigo - Testigo 181230, 677094,			
Testigo - Testigo -408169, 677094,			
Testigo - Testigo -181385, 540134,			
Testigo - Testigo 226784, 677094,			

E.E= +_ 0.133413

C.V= 3.89

* denotes a statistically significant difference.

P-values are less than 0,05, none of the factors have a statistically significant effect on Media de la germinación at the 95,0% confidence level.

3.1.Breve valoración económica de los resultados obtenidos en la presente investigación.

Si se parte que para terrenos planos, en la siembra de *P. vulgaris*, se emplea una distancia de 1 m entre surcos; en terrenos pendientes, la distancia entre surcos es mayor, entre 1.10 y 1.50 m. La distancia entre plantas recomendada es de 20 centímetros, colocando una semilla por sitio, esto daría unas 100 000 plantas sembradas por hectárea, si se tiene presente que en el caso específico del extracto de Neem obtenidos en el presente trabajo, tanto en dosis al 50 y 100%, respectivamente, provocan una inhibición por completo, o sea valor cero en la germinación, al ser aplicado tanto sobre las variedades Cuba Cueto 25-9 N, esto implicaría una pérdida de toda la semillas que se pueda sembrar en una hectárea de frijol de estas variedades, si en adición se tiene presente que el costo de producción de una hectárea es de

\$ 3,800.00 (Tres mil quinientos pesos 00/100 M.N).25 jul 2023, esto equivaldría a una pérdida total de esa cantidad de dinero si aplicamos el citado extracto como preemergente para el control de cualquier plaga que esté en el suelo, o en cualquiera etapa del cultivo próximo a su cosecha, también es válido para si se aplica en el período transcurrido entre el día uno y siete de siembra la semillas de estas variedades. Visto desde

otro ángulo, si se tiene presente que el precio de un kilogramo de semilla certificada de Frijol , hoy en Cuba, ronda los \$317.86 y que se recomienda utilizar de 20 a 25 kilogramos de semilla por hectárea,

con estas cantidades de semilla se tendrá una población de 100 mil a 150 mil plantas por hectárea; entonces si se aplica extractos de Neem, en dosis de 50 y 100%, respectivamente, sobre semillas de las variedades de frijol Cuba Cueto 25-9 N y Velazco Largo, y asumiendo que se necesiten 20 Kg/ ha para la siembra, como el efecto que provoca la aplicación de este extracto específico, en las citadas dosis, sobre la germinación de las mencionadas variedades es de completa inhibición de la germinación, esto implicaría una pérdida de \$6357,20 , ya que los 20 Kg de semillas se perderían.

CONCLUSIONES

- Los extractos de Ajo, Tabaquina y Neem, en dosis al 50 y 100%, respectivamente, provocan un efecto inhibitorio sobre la germinación de las semillas de *Phaseolus vulgaris* L., tanto sobre la variedad Cuba Cueto 25-9N como sobre la Variedad Velazco Largo.
- Las variedades de *Phaseolus vulgaris* L., Cuba Cueto 25-9 N y Velazco Largo muestran un comportamiento similar, en lo referido a la respuesta que manifiestan ante la germinación bajo la influencia de los extractos y dosis aplicadas, no mostrando diferencias significativas entre los valores de sus medias; sin embargo, si existen diferencias significativas entre los valores de las medias de los extractos y sus dosis respecto a sus testigos.
- Las dosis al 50 y 100 %, respectivamente, de los extractos de Neem no muestran diferencias significativas entre los valores de sus medias, alcanzando igualdad de eficiencia en la inhibición de la germinación de las dos variedades de *Phaseolus vulgaris* L., y a su vez son las que mayores niveles de inhibición muestran sobre la germinación respecto a las demás dosis y extractos aplicados.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar el presente estudio para comprobar si el comportamiento mostrado por los extractos de Ajo, Tabaquina y Neem, en dosis al 50 y 100%, respectivamente, provocan efectos inhibitorios de otras variedades de *Phaseolus vulgaris* L.
- No aplicar extractos de Ajo, Tabaquina o Neem sobre las Variedades Cuba Cueto 25-N y Velazco Largo cuando las mismas son sembradas, o sea, entre el primer y séptimo día de su proceso de germinación ya que provocan efecto inhibitorio sobre este proceso.

BIBLIOGRAFIA

Araya,R; Hernández, J.(2007). Protocolo local para la producción local de semillas de frijol.Proframa colaborativo de Fito mejoramiento participativo en MesoAmérica. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno.Alajuela.Costa Rica.

Cano,G.A.(2016). Evaluación de tres extractos vegetales para el control de plagas en Fríjol(*Phaseolus vulgaris*)L.Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente.Universidad de Manizales.Facultad de Ciencias Contables Económicas y AdministrativasMaestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente.Manizales, Colombia. Cargua, R. (2018). Actividad Antifúngica del Extracto Alcohólico y Aceite.<https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/8788/1/PIUAMFCH020-2018.pdf>

Sanchez, L. (2015). Extractos vegetales.
<https://www.aquiconmiscosas.es/preparacion-de-extractos-vegetales-iimacerados-acuosos/>

Chácon, M. (2009). Domesticación de plantas en las américas. Revista Acta Biológica Colombiana vol. 14, pp. 351-363
,<https://www.redalyc.org/pdf/3190/319028030030.pdf>. CIAT, (1980).Centro Internacional de Agricultura Tropical . Descripción y daños de las plagas que atacan al frijol.La Habana.Cuba.

CIAT,(1997).Centro Internacional de Agricultura Tropical. Problemas de campo en los cultivos de frijol en el trópico. La Habana.Cuba.

CONABIO, (2009). Malezas de México. Phaseolus vulgaris-Ficha Informativa. Recuperado de:
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/phaseolusvulgaris/fichas/pagina1.htm>

Dago , Y;Santana, Y; Hernández, L. (2021). Efecto de los bioestimulantes sobre la germinación y crecimiento de plántulas de *Vigna unguiculata* Subsp. Sesquipedalis l. Cv. Cantón 1. Revista Científica Agroecosistemas, Volumen 9 | Número 1 (enero-abril) 2021.

De la Fé Montenegro, C;Lamz Piedra, A; Cárdenas Travieso, R. M;y Hernández Pérez, J.(2016). Respuesta agronómica de cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) dereciente introducción en Cuba. Rev. Cultivos Tropicales, 37(2), 102-107.
<http://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1237/html>

Delegación de la Agricultura Municipio Trinidad (2015).Valoración del comportamiento de 15 variedades de frijol en suelos del Municipio Trinidad. Trabajo de investigación realizado

por un colectivo de autores de la Delegación Municipal Agricultura del Municipio Trinidad. Provincia Sancti Spiritus. Cuba.

FAO , (2007). Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura . Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Frijol Voluble.

Fernández de C,F;Gepts,P;López,M. (1986). Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). (Centro Internacional de Agricultura Tropical) Cali, Colombia. 34 p.

Aguirre R;Peña,J;Bayuelo,J.(2003).Morphology, phenology and agronomic traits of two wild Mexican common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) populations under cultivation. South African Journal of Botany 69(3): 410-421.

Fernández,R;Trapero,A; Domínguez,J.(2010). Experimentación en la agricultura. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca, Servicio de Publicaciones y Divulgación, 2010350 p. : gráf., tablas, diagr. ; 24 cm. (Agricultura: formación)D.L. SE-1877-2010. ISBN 978-84-8474-281-4.

Jimeno,F.(2011).. El uso de ajo como repelentes de plagas, insectos y como control de enfermedades criptogámicas. {En línea}. {3 mayo de 2016} disponible en: www.ecomaria.com.

Ramos,J.(2014). El cultivo del ajo. Recuperado el 15 de septiembre de 2014, de El cultivo del ajo. Colombia.

Gavilánez,F.(2021).DISEÑOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS PARA EXPERIMENTOS AGRÍCOLAS. Ediciones Díaz de Santos Internet: <http://www.editdiazdesantos.com>. E-mail: ediciones@editdiazdesantos.com ISBN: 978-84-9052-319-3. Depósito Legal: M-19449-

2021. Fotocomposición y diseño de cubiertas: P55 Servicios Culturales. Impreso en España.

Haney, C. H; Samuel, B. S; Bush, J; Ausubel, F. M. (2015). Associations with rhizosphere bacteria can confer an adaptive advantage to plants. *Nature plants*, 1(6), 1-9.

Hernández,S;Novo ,R;Mesa , M.A.; Mederos, A.(2017). Capacidad de *Trichoderma* spp. como estimulante de la germinación en maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Coll, F. (2002). Efecto en la germinación y el crecimiento de cinco especies de hortalizas de dos análogos de brasinoesteroides. En Taller de Productos Bioactivos, Programa y resúmenes, Congreso Científico, 2(13), 14.

ICA,(1990). Conferencia presentada en el Curso Nacional de Frijol 'Diciembre 3-7 de

199 .ICA 'La Selva' Rionegro. A.M.S. Grupo Multidisciplinario Leguminosas.

ICA 'Selva. Apartado aéreo 100. Rionegro (Antioquia)'. Colombia.

Instituto de Ciencias Agrícolas Cuba (INCA) (2017). Instructivo Técnico para la producción de frijol en Cuba. Ministerio de la Agricultura Cuba.

Irañeta, M. y R. Rodríguez. (1983). Agrotécnica del frijol. IV Curso Intensivo de Postgrado del Frijol. La Habana. Ministerio de la Agricultura. Cuba.

Keyser, Ch.A;Kristensen, K,T ;Meyling, N.V. (2016) Dual effects of *Metarhizium* spp. and *Clonostachys rosea* against an insect and a seed-borne pathogen in wheat. *Pest Management Science* 72:517-526.

Hoyos-Carvajal L, Bissett J (2011) Growth stimulation in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by *Trichoderma*. *Biological Control* 51:409–416.

Kohaschi -shibata, J. (1990). Aspectos de la morfología y fisiología del frijol (*Phaseolus vulgaris*) y su relación con el rendimiento. Centro de Botánica Colegio de posgraduados. Chapingo. Montecillo. México.n.

Lamz Piedra, A; Cárdenas Travieso, R. M; Ortiz Pérez, R; Alfonzo, L. E; y Sandrino Himely,A. (2017). Evaluación preliminar de líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)promisorios para siembras tempranas en Melena del Sur. *Rev. Cultivos Tropicales*, 38(4),111-118. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v38n4/ctr16417.pdf>

Maqueira,L; Roján,O;Solano,J;IMilagros,I.(2021).Germinación de semillas de frijol (*Phaseolusvulgaris* L.) a diferentes temperaturas.Revista Cultivos Tropicales.cultrop vol.42 no.2 La Habana abr.-jun. 2021 Epub 30-Jun-2021.

Martinez,J;Guzman, D;Hernandez,H. (2016). Caracterizacion fisicoquimico de extracto acuoso. *Revista Redalyc*, vol. XVIII, núm. 1, 2006, pp. 258-268<https://www.redalyc.org/pdf/4435/443543688088.pdf>.

McVaugh, R. (1987). Leguminosae. En: Anderson, W.R. (eds). *Flora Novo-Galiciana. A Descriptive Account of the Vascular Plants of Western Mexico*. Vol. 5. The University of Michigan Press. USA.

MINAG, (2016). Ministerio de la Agricultura. Libro, La Cadena de valor del frijol común en Cuba. La Habana..Cuba.

Ministerio de la Agricultura (Minag) (2000). *Guía Técnica para el cultivo del frijol en Cuba*. La Habana: Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova.

Morocho, M; Leiva-Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 93-103.

Nogueira Dos Anjos, D;Correia de Vasconcelos, R;Thallyta Alves e Mendes, H; Dos Santos de Azevedo Alcantara, A. (2015). Biostimulants, macro and micronutrient fertilizer influence on common bean crop in Vitria da Conquista-Ba, Brazil. *African Journal of Agricultural Research*, 10(16), 1891-1897.

Núñez, C. (2008). Extracciones con equipo soxhlet. <http://cenunez.com.ar/archivos/39-extraccinconequiposoxhlet.pdf>.

Ortiz, Y. (2007). Aplicación de residuos de *Ricinus communis* L. (Higuereta), *Nicotiana tabacum* L. (Tabaquina) y *Eucaliptus sp* (Eucalipto) en el control de la broca del cafeto. Tesis en Opción al título de Máster en Agricultura Sostenibles. Centro de Estudios para la Transformación Agraria Sostenible (CETAS). Universidad Carlos Rafael Rodríguez de Cienfuegos. Cuba.

Ospina O. H. F. (1981). Morfología de la planta de frijol común (*P. vulgaris* L.). Cali. CIAT. Colombia. 50. P.

Pacheco, P. J. y L. M. Serrano. (1992). Selección de genotipos de frijol por resistencia horizontal a la conchuela *Epilachna varivestis* Mulsant. Coleóptera Coccinellidae. Chapingo vol. 16(77): 18-21.

Pérez, C. (2018). Selección participativa de variedades de *Phaseolus vulgaris* L. (fríjol) que satisfagan las necesidades de las redes de protección social en el municipio Frank País. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuaria. Universidad de Holguín. Cuba.

Pérez, N. (2000). Manejo ecológico de plagas. La Habana: Centro de Estudios de Agricultura Sostenible (CEAS), Universidad Agraria de La Habana.

Polón, R.; Miranda, A.; Maqueria, L. A.; Ramírez, M. A. (2013). Efecto de diferentes intensidades de estrés hídrico en la fase vegetativa en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 22(4), 60-64.

Quintero, E. (1998). Conferencia sobre el cultivo del frijol en Cuba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Martha Abreu" de las Villas. Santa Clara. Provincia Villa Clara. Cuba.

Quintero, E.; Calero, A.; Pérez, Y.; Enriquez, L. (2018). Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del Frijol común. Centro Agrícola, 45(3), 73-80.

Romero, W. (2018). Estudio comparativo químico de extractos de *Corynaea crassa* por los métodos de maceración y percolación. [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil].

Repositorio
UG <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/39988/1/BCIEQ-T-0380%20Romero%20Hervas%20William%20Alfredo.pdf>

Sadeghian K. S. (1991). Influencia de algunas características de las semillas y plántulas de fríjol sobre la tolerancia a baja disponibilidad de P en el suelo. Tesis Ing. Agrónomo. Palmira. Universidad Nacional de Colombia. En: CIAT. Resúmenes sobre Frijol. 16(2) p.8.

Samprieto,D.(2000).ALELOPATÍA: Concepto, características, metodología de estudio e importancia.Cátedra de Fitoquímica. Instituto de Estudios Vegetales "Dr. Antonio R.Sampietro"Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia. Universidad Nacional de Tucumán Ayacucho 461.CP 4000. San Miguel de Tucumán. Argentina.

Sanivada SKyChallada. M. (2014) Mycolytic effect of extracellular enzymes of entomopathogenic fungi to *Colletotrichum falcatum*, red rot pathogen of sugarcane. Fungal pathogens of sugarcane. Journal of Biopesticides 7(1):33-37.

Santana, Y. (2016). Efecto de *Trichoderma harzianum* Rifai y FitoMas-E como bioestimulantes de la germinación y crecimiento de plántulas de tomate. Centro Agrícola, 43

(3): 5-12; julio-septiembre, 2016

Calero, A;Quintero, E;Pérez, Y;Olivera, D;Peña, K;Jiménez,J.(2019). Efecto entre microorganismos eficientes y fitomas-e en el incremento agroproductivo del Frijol. Rev. Bio. Agro, 17 (1), 25-33.

Sempértegui, G. (2019). Evaluación farmacognóstica y actividad antioxidante de los extractos de *Corynaea crassa*. [Tesis de grado, Universidad De Guayaquil]. Repositorio UG <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/43785/1>.

Terry, ; Leyva, A.; Díaz, M.M. (2006) Biofertilizantes y productos bioactivos, alternativas para la asociación maíz-tomate en el período temprano de siembra Cultivos Tropicales, vol. 27, núm. 2, 2006, pp. 5-11.

González, L.G.(2017). Evaluación de la aplicación de quitosana sobre plántulas de Tabaco(*Nicotiana tabacum* L.) Vol.44, No.1, enero-marzo, 34-40, 2017 CE: 9915 CF: cag051172109 Revista Centro Agrícola.

Vadez, V., Beck, P. & J.J Drevon.(1997). Utilization of the acetylene reduction assay to screen for tolerance of symbiotic N₂ fixation to limiting P nutrition in common bean. Physiology Plant 99:227-232.

Valdés, D. (2001). Efectos alelopáticos de *Ricinus communis* L. sobre *Momordica charantia* L. y *Phaseolus vulgaris* Lin. Entorno Agrario 2001, Sancti Spiritus, Cuba. IBSN 959-250-034-7 con Código de Barras 9789592500341.

Valdés, D. (2004). Efectos alelopáticos de árboles sombreadores sobre la germinación del café. Tesis en opción al grado de máster en Ciencias Forestales,Universidad "Hermanos Saíz Montes de Oca", Pinar del Río, Cuba.

Valdés, D.(2023). Comunicación Personal, Profesor Auxiliar del Centro Universitario Municipal de Trinidad,Trinidad, Sancti Spíritus.

Valdés,D; Jiménez,L; Álvarez,R.J.(2006).Efecto alelopático de *Pinus caribaea* en la germinación de arvenses en casas de cultivo protegido. Revista Centro Agrícola, año 33, no. 4, oct.-dic, 2006.Univesidad Central de las Villas.Cuba.

Vázquez, E; y Torres, S.(1981). Fisiología Vegetal. Segunda Parte. Editorial Pueblo y Educación, Sexta Edición: 225_238 pp.

Vázquez,E y Torres,S.(1975). Fisiología Vegetal. Tomo II. Editorial Pueblo y Educación.La Habana, Cuba.Pp 120_135.

Vigano, J y Martínez,J. (2015). Tendencias en la Aplicación de Subproductos Industriales de Maracuyá: Una Revisión sobre la Composición Química y Técnicas de Extracción de Fitoquímicos. Revista Scientific & Academic Publishing 5(5), 164-173 <http://article.sapub.org/10.5923.j.fph.20150505.03.html>.

Voysest, O. (2000). Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.): Legado de Variedades de América Latina 1930- (1999). Cali, Valle, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical.

Vuelta,D.R; Vidal,Y; Rizo,M; Bell, T;Molina,L.(2017).EFECTO DEL BRASINOESTEROIDE FOLIAR (BIOBRAS 16) SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE FRIJOL(PHASEOLUS VULGARIS, L.).Ciencia en su PC, núm. 3, julio-septiembre, 2017, pp. 1-12. Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba. Santiago de Cuba, Cuba.

Wikipedia.(2023). Enciclopedia WikipediWikipedia Germinación, que se publica en Creative Commons Attribution-Share-Alike License 3.0.

Yokota, T. (1998). Various brassinosteroids from *Phaseolus vulgaris* seeds: Structuresand Biological Activity. Proc. In 14th Annual Plant Growth Regulator. Honolulu, Hawaii:Society of American Meeting.

ANEXOS



Fig.1. Disposición de las bolsas en el experimento en el campo.