

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**



Efectividad *in vitro* de un Herbicida Preemergente Natural en el Control de Malezas de Hoja Ancha.

Por:

**RIGOBERTO GONZÁLEZ GRANADOS**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

Saltillo, Coahuila, México.

Junio, 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Efectividad *in vitro* de un Herbicida Preemergente Natural en el Control de  
Malezas de Hoja Ancha.

Por:

**RIGOBERTO GONZÁLEZ GRANADOS**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Ernesto Cerna Chávez  
Asesor Principal

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Rocío de Jesús Díaz Aguilar  
Asesor Principal Externo

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Ysa María Ochoa Fuentes  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Alberto Roque Enriquez  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Alberto Sandoval Rangel  
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2024



## Declaración de no plagio

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante

*Rigo Glez.*

---

Rigoberto González Granados

## AGRADECIMIENTOS

**A Dios:** Agradezco a Dios y al universo, porque a pesar de tantas adversidades que se han presentado a lo largo de mi vida, tantos problemas personales que he tenido, los he superado con la ayuda de Dios, gracias por permitirme y darme la dicha de cumplir esta meta, que para mí es de gran importancia como una superación personal, y agradezco tanto a Dios que a pesar de todo jamás desvié la vista de mis objetivos y de todas las metas que tuve y tengo por cumplir.

**A mis Padres:** gracias a mi familia logre esto, esto es de mí y de ellos, en especial a mi padre Rigoberto González Santarosa, y a mi madre Ma. De los Ángeles Granados Aguilar, de igual manera a mis dos hermanas, Xóchitl González Granados y Ximena González Granados, ya que ellos siempre estuvieron conmigo en este proceso y me apoyaron tanto moralmente como económicamente durante toda mi estancia en la universidad. También debo agradecer a mis sobrinos Santiago Rigoberto Arroyo González y Valentina Arroyo González, ya que ellos fueron una motivación muy grande. A mis abuelitos Nemecio Granados Zavala, María Adela Aguilar Martínez, Luis Antonio González y María Eribertha Santarosa.

**A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (Mi Alma Mater)** por abrirme las puertas dándome la oportunidad de ser parte de esta honorable institución, forjarme como un ingeniero competente y con muchos valores adquiridos en mi estancia en la universidad.

**Al Dr. Ernesto Cerna Chávez:** Agradezco al Doctor por darme la oportunidad de poder realizar este trabajo, por la orientación y ayuda que me brindó para la realización de esta tesis, por su amistad que me permitieron aprender más que lo estudiado en este proyecto.

**Dra. Rocío de Jesús Díaz Aguilar:** agradezco porque ella siempre estuvo ayudándome en este proyecto, siempre fue amable y me trató con respeto, siempre siendo muy profesional.

## DEDICATORIA

**Mi familia:** Este logro es dedicado principalmente a mi familia quienes han creído en mí siempre, dándome el ejemplo de superación, sacrificio y humildad, siendo estos los cimientos de mi desarrollo personal y profesional, les agradezco el tiempo que han destinado para enseñarme cosas nuevas y por apoyarme cuando más lo he necesitado.

**A mis amigos:** Por acompañarme y brindarme su apoyo durante esta hermosa etapa: Samuel Vargas, Daniel Flores, Fernando García, Francisco de Anda, Leonel Salinas, Ernesto Hernández, Ignacio Flores, Armando López, Gustavo Pacheco, Christian Cuevas, Rubén Bravo, Miguel Zamora, Aaron Huerta, Max Sánchez, José Carlos, Uriel Colín, Valeria Castañeda, Aaron Isaías, Jairo Naim, Gustavo Preciado(betito), Ángel Meza, José Alfredo Hernández.

## ÍNDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	IV
<b>DEDICATORIA</b> .....	V
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	VI
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	VIII
<b>RESUMEN</b> .....	IX
<b>ABSTRACT</b> .....	X
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>Objetivos</b> .....	2
Objetivo general .....	2
Objetivos específicos .....	2
Hipótesis .....	2
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
Concepto de maleza .....	3
Importancia de las malezas .....	3
Clasificación de las malezas .....	4
Características de las malezas .....	6
Pérdidas ocasionadas por malezas .....	6
<i>Cucúrbita foetidissima</i> Kunth.....	7
Control de malezas .....	8
Concepto de herbicidas .....	9
Clasificación de herbicidas.....	10
Herbicidas de preemergencia .....	11
Ventajas y desventajas de los herbicidas .....	12
Resistencia de malezas a herbicidas .....	13
Herbicidas orgánicos.....	13
Nanopartículas en la agricultura.....	14

Carbón activado .....	15
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	16
Ubicación geográfica.....	16
Herbicida preemergente.....	16
Prueba de germinación estándar .....	16
Análisis estadístico.....	17
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	18
Parámetros de longitud de plúmula y de raíz.....	19
Peso fresco y seco de plántulas de frijol .....	20
Emergencia de la falsa calabaza ( <i>Cucurbita foetidissima</i> Kunth).....	21
Longitud de plúmula y de raíz. ....	22
Peso fresco y seco de plántulas de falsa calabaza .....	23
<b>CONCLUSIÓN</b> .....	25
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	26

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Porcentaje de emergencia en semillas de frijol .....	18
<b>Tabla 2.</b> Longitud de plúmula y raíz de plantulas de frijol .....	20
<b>Tabla 3.</b> Peso fresco y seco de plántulas de frijol .....	20
<b>Tabla 4.</b> Porcentaje de emergencia de falsa calabaza .....	22
<b>Tabla 5.</b> Longitud de plúmula y raíz de plántulas de falsa calabaza .....	23
<b>Tabla 6.</b> Peso fresco y seco de plántulas de falsa calabaza.....	24

## RESUMEN

Las malezas son plantas que compiten con los cultivos por recursos y afectan la producción en la agricultura, ya que pueden disminuir los rendimientos, causan interferencias en el manejo de los cultivos y contaminan las cosechas, también pueden servir como hospederas de plagas y enfermedades, además pueden alterar los ecosistemas ya que compiten con especies nativas. Las malezas se clasifican según diversos criterios como ciclo de vida, hábito de crecimiento, impacto económico o ecológico, por su tipo de hoja ya sea angosta o ancha, un ejemplo de esta última es la calabaza hedionda, una maleza perenne que puede ser hospedera de virus, bacterias y hongos que afectan a los cultivos de cucurbitáceas. El uso de herbicidas es común para controlar las malezas en los cultivos, ya que ahorran tiempo y mano de obra, sin embargo, pueden generar resistencia en las malezas, afectar al medio ambiente y contribuir a la pérdida de biodiversidad, además de los altos costos en su utilización, por lo que se necesita un manejo diversificado para minimizar los riesgos. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el potencial de un herbicida preemergente (fermento) solo y adicionado con nanopartículas de hidróxido de silicio y carbón activado, en malezas de hoja ancha mediante ensayos en tacos de germinación., de acuerdo a los resultados obtenidos podemos observar que el herbicida solo al 10 % y adicionado con carbón activado logró inhibir alrededor del 100% de la germinación en semillas de frijol, en el caso de las pruebas en falsa calabaza el tratamiento con mayor efecto fue el herbicida combinado con nanopartículas en sus diferentes dosis inhibiendo un 95% de la germinación aproximadamente, este producto es una alternativa para disminuir el uso de productos químicos, sin embargo se sugiere seguir con la línea de investigación.

**Palabras clave:** Malezas, Herbicidas, Carbón activado, Nanopartículas.

## ABSTRACT

Weeds are plants that compete with crops for resources and affect production in agriculture, as they can reduce yields, cause interference in crop management and contaminate crops; they can also serve as hosts for pests and diseases, and can alter ecosystems as they compete with native species. Weeds are classified according to various criteria such as life cycle, growth habit, economic or ecological impact, and type of leaf, whether narrow or broad. An example of the latter is the stink gourd, a perennial weed that can host viruses, bacteria and fungi that affect cucurbit crops. The use of herbicides is common to control weeds in crops, since they save time and labor, however, they can generate resistance in weeds, affect the environment and contribute to the loss of biodiversity, in addition to the high costs in their use, so diversified management is needed to minimize risks. The objective of this research was to evaluate the potential of a preemergent herbicide (ferment) alone and added with silicon hydroxide nanoparticles and activated carbon, on broadleaf weeds through trials in germination plugs, According to the results obtained we can observe that the herbicide alone at 10% and added with activated carbon inhibited around 100% of germination in bean seeds, in the case of the tests on false pumpkin the treatment with the greatest effect was the herbicide combined with nanoparticles in its different doses inhibiting approximately 95% of germination, this product is an alternative to reduce the use of chemical products, however it is suggested to continue with the line of research.

**Key words:** Weeds, Herbicides, Activated carbon, Nanoparticles.

## INTRODUCCIÓN

Las malezas desempeñan un papel significativo en los ecosistemas naturales y en la agricultura, a primera vista, pueden parecer simples plantas no deseadas que invaden los campos agrícolas, jardines, y caminos, pero estas plantas oportunistas tienen una notable habilidad para colonizar y prosperar en una amplia gama de ambientes, desde desiertos áridos hasta selvas tropicales (Booth *et al.*, 2003; Vibrans, 2011). En la naturaleza, las malezas pueden actuar como pioneras en la sucesión ecológica, preparando el terreno y mejorando las condiciones del suelo para especies vegetales más grandes y complejas, pero cuando se introducen en ecosistemas no nativos, las malezas se convierten en invasoras, compitiendo con las especies autóctonas por recursos y alterando drásticamente la estructura y la función del ecosistema (Leguizamón, 2000; Fernández *et al.*, 2016).

En el ámbito agrícola, las malezas representan una amenaza constante para los cultivos, compitiendo con ellos por agua, nutrientes y luz solar, reduciendo así el rendimiento y la calidad de las cosechas, el control de malezas es una preocupación primordial para los agricultores en todo el mundo, ya que el éxito de sus cultivos y la seguridad alimentaria de la población depende en gran medida de la capacidad para eliminar eficazmente estas plantas no deseadas (Pedreros, 2010). A lo largo de la historia, la humanidad ha desarrollado una variedad de métodos para controlar las malezas, desde técnicas manuales como la labranza y el deshierbe hasta el uso de herbicidas químicos y más recientemente, enfoques más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente, comprendiendo la biología y la ecología de las malezas para implementar estrategias de control efectivas y mitigar su impacto negativo en los ecosistemas naturales y en la producción agrícola (Zamora, 2010; Vigna, 2014).

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Evaluar el potencial de un herbicida preemergente de origen natural solo y adicionado con nanopartículas de hidróxido de silicio y carbón activado, en malezas de hoja ancha mediante ensayos en tacos de germinación.

### **Objetivos específicos**

- Evaluar el porcentaje de germinación de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y falsa calabaza (*Cucúrbita foetidissima*) en bioensayos *in vitro*.
- Evaluar los parámetros de altura de plúmula, raíz, peso fresco y peso seco en cada uno de los bioensayos.

## **Hipótesis**

Se pretende que al menos uno de los tratamientos sea eficaz para inhibir la germinación de las semillas de malezas de hojas ancha.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Concepto de maleza

Una maleza es un organismo capaz de formar poblaciones que se desarrollan en terrenos agrícolas, o bien en áreas ocupadas por el hombre, las malezas son capaces de desplazar a otras plantas que sean nativas y de importancia ecológica (Monaco *et al.*, 2002). Las malezas crecen en un área determinada, como jardines, campos agrícolas o terrenos baldíos, estas plantas pueden competir con los cultivos por los recursos obstaculizando su crecimiento y desarrollo (Aguilar y Nieuwenhuys, 2013). Estas plantas pueden ser nativas o introducidas, y su capacidad para propagarse rápidamente puede convertirla en un problema significativo (Fuentes y Enciso, 2008).

### Importancia de las malezas

Las malezas causan un gran impacto económico y ambiental, en la agricultura compiten con los cultivos por diversos recursos, pueden ser hospederas de plagas y enfermedades, además de generar en algunos casos alelopatía, también pueden dañar infraestructuras realizadas por el hombre como caminos, carreteras, banquetas, edificios y casas (Labrada y Parker, 1994; Mayorga *et al.*, 2019).

Las malezas afectan los rendimientos de los cultivos por distintas razones, compiten por todos los recursos con el cultivo, como espacio, agua, luz y nutrientes, un cultivo limitado de estos recursos tendrá un poco crecimiento y desarrollo por lo que disminuirá su rendimiento (Gómez *et al.*, 2000). La rivalidad surge entre dos o más plantas cercanas cuando la disponibilidad de uno o más elementos necesarios para su crecimiento y desarrollo no satisface las necesidades combinadas de todas ellas, el triunfo en esta competencia se logra cuando una planta adquiere de manera desproporcionada uno o más elementos, lo cual afecta negativamente el crecimiento de las demás (Carpio, 2023).

Por otro lado, las malezas pueden generar interferencias físicas, las malezas trepadoras, son un ejemplo, ya que se enredan en otras plantas para buscar la luz, estas se entrelazan en el cultivo lo que hace más difícil el manejo para llevar a cabo las prácticas culturales, y dificultando la cosecha, además pueden dañar la maquinaria empleada (Rodríguez y Agüero, 2000). Las malezas pueden ser un contaminante al momento de cosechar ya que los restos de estas (semillas, frutos, tallo o follaje) pueden mezclarse con el producto (Rios, 2007). Otro impacto negativo que tienen las malezas es que son hospederas de plagas y enfermedades, siendo reservorio para que posteriormente puedan extenderse a cultivos, ocasionando daños en la sanidad, disminuyendo su rendimiento y calidad (Bastidas *et al.*, 2008).

La alelopatía, es un fenómeno en el cual las plantas liberan en su entorno compuestos químicos llamados aleloquímicos, los cuales pueden afectar el crecimiento, desarrollo y supervivencia de plantas cercanas, ya sea inhibiendo su germinación, crecimiento o reproducción (Macias, 2022), estos mecanismos de alelopatía pueden entenderse como una forma de competencia externa que tiene como objetivo reducir las oportunidades de que otras plantas aprovechen los recursos disponibles, estas interacciones pueden implicar una interferencia directa en la adquisición de recursos o disminuir la capacidad de otras plantas para utilizar dichos recursos (Sampietro, 2001).

Por otro lado, las malezas también pueden ser plantas benéficas, ya que desde hace muchos años han servido como una alternativa de la medicina y como fuente de alimento (Rapoport y Sanz, 2001).

### **Clasificación de las malezas**

Las malezas se pueden clasificar de diversas maneras según diferentes criterios uno de ellos es por su ciclo de vida, las plantas anuales completan su ciclo de vida en un año, desde la germinación hasta la producción de semillas. Las bianuales se toman dos años para completar su ciclo de vida, usualmente germinando en el

primer año, floreciendo y produciendo semillas en el segundo, las plantas perennes son aquellas que persisten durante varios años (Betancourt., *et al* 2008).

Las plantas que se desenvuelven en lugares como campos agrícolas o en áreas cultivadas se les conoce como arvenses y pueden ser plantas perennes, anuales o bianuales. En cambio, las plantas que se desarrollan en lugares desolados muy pobres o desfavorables de nutrientes, como campos, caminos, carretas, vías del tren o incluso en el concreto se les conoce como rudelares, la principal característica de la maleza es su corto ciclo de vida y su alta producción de semillas (Astudillo, 2017).

De acuerdo al hábito de crecimiento, se conocen como herbáceas siendo aquellas plantas con tallos suaves y no leñosos, las plantas con tallos de color café muy resistente, difíciles de romper y arbustivas se consideran leñosas, las trepadoras son aquellas que se enredan alrededor de otras plantas o estructuras en búsqueda de luz (Meerhoff y Mazzeo, 2004).

También se pueden clasificar por su tipo de hoja, las de hoja ancha y angosta, las primeras tienen hojas holgadas y a menudo planas, las malezas de hoja estrecha tienen hojas largas y de complexión delgadas (Cavanilles, 1827). Otras características de las malezas de hoja ancha son lo llamativo de sus flores, ya que estas malezas desarrollan flores muy coloridas las cuales pueden ser un indicador para su identificación, existen algunas especies de maleza de hoja ancha que presentan resistencia a los herbicidas, y por lo cual es obligatorio implementar otras medidas de control (Ligña, 2014).

Las malezas también se pueden clasificar de acuerdo al lugar de desarrollo, acuáticas, son aquellas que crecen en ambientes como estanques, ríos o pantanos, se pueden clasificar como malezas sumergidas, flotantes y emergentes. de igual forma existen las terrestres que crecen en tierra firme, ya sea en suelos cultivados, pastizales o bosques (Molinari, 2023), otra forma de clasificar las malezas sería debido a su impacto económico o ecológico (De Real, 2013).

## **Características de las malezas**

En su mayoría, estas plantas prosperan en terrenos perturbados, exhibiendo atributos que les permiten utilizar eficazmente los recursos disponibles y expandirse rápidamente, se pueden definir como especies pioneras o colonizadoras en áreas alteradas (Bósquez, 2024). Las malezas tienen la capacidad de generar un gran número de semillas por planta, a diferencia de la mayoría de los cultivos que solo pueden producir cientos, la cantidad y la capacidad de germinación de estas semillas son factores clave para evaluar el nivel de amenaza de una especie, ya que cuanto más abundantes y viables sean las semillas, mayor será la velocidad de propagación de la infestación (Pérez *et al.*, 2010). Los principales medios de dispersión de semillas son el viento, el agua, los animales e incluso el ser humano, cuando la dispersión es llevada a cabo por agentes naturales, como el viento y el agua, controlarla resulta casi imposible, por otro lado, la dispersión puede ser provocada por actividades humanas, como el descuido, la falta de conocimiento o una gestión inapropiada en el sistema de producción, (Oreja, 2014). Las malezas permanecen en el suelo en forma de semillas o en órganos vegetativos como rizomas, tubérculos o bulbos, para las malezas anuales, la producción de semillas es crucial para su supervivencia. Sin embargo, las malezas perennes también generan estructuras reproductivas vegetativas además de semillas, lo que aumenta aún más su capacidad de persistencia y propagación (Martin,2017). Estas plantas son capaces de desarrollarse en condiciones desfavorables como por ejemplo en climas extremos, con falta de nutrientes y agua (Calderón y Rzedowski, 2004).

## **Pérdidas ocasionadas por malezas**

Las malezas provocan una merma directa de alrededor del 10% en la producción agrícola y en el caso de los granos, esta merma asciende a más de 150 millones de toneladas a nivel mundial, la FAO ha calculado las pérdidas anuales causadas por las malezas en países en desarrollo siendo de 125 millones de toneladas de

alimentos, con lo cual se podría alimentar a 250 millones de personas (Ayala y Zelaya, 2015). En caso de los pequeños agricultores en países en desarrollo dedican más del 40% de su jornada laboral a tareas de desmalezado y aun así enfrentan pérdidas debido a la competencia de las hierbas nocivas (Enríquez, 2009). Las pérdidas ocasionadas en México pueden ser significativas y afectan la producción agrícola, se pueden manifestar de diferentes maneras, incluyendo la disminución del rendimiento de los cultivos, la calidad de los productos, el aumento de los costos de producción en medidas de control (Vibrans, 2009). No existen datos precisos sobre las pérdidas causadas por las malezas en México, sin embargo, en cultivos como maíz, frijol, trigo, arroz y sorgo, las malezas pueden reducir el rendimiento hasta en un 50% (Espinosa *et al.*, 2009). Por lo que es esencial adquirir un entendimiento completo de las malezas para llevar a cabo un control efectivo, lo cual implica la correcta identificación y comprensión de su competencia por recursos ya que es necesario realizar la eliminación de las hierbas en el momento oportuno, especialmente durante el período crítico de competencia, que se concentra principalmente en las etapas iniciales del crecimiento del cultivo (Garcilazo, 2023).

### ***Cucúrbita foetidissima* Kunth**

Esta maleza es comúnmente llamada calabaza hedionda, es una planta perenne que pertenece a la familia Cucurbitácea, presenta un tallo rastrero que puede crecer hasta varios metros de longitud, sus frutos son alargados y espinosos (se pueden confundir con las calabacitas), sus hojas son grandes y redondeadas, con bordes dentados, sus flores son de color amarillo brillante y tienen forma de campana (Bischoff *et al.*, 2009). La calabaza hedionda es originaria de América del Norte, habitando principalmente en regiones áridas y semiáridas, su distribución natural abarca desde el suroeste de los Estados Unidos, especialmente en estados como Arizona, California, Nevada, Nuevo México y Texas, hasta México, esta planta se encuentra en una variedad de hábitats, incluidos desiertos, matorrales y áreas montañosas (Hernández *et al.*, 2020). A pesar de que los frutos no son aptos para el consumo humano debido a su sabor y olor, ciertas comunidades indígenas de América han empleado partes de la planta con propósitos medicinales y

ceremoniales, de igual manera, los frutos sirven como fuente de alimento para la fauna, incluyendo mamíferos, aves e insectos (Zheng *et al.*, 2013).

Esta maleza es un hospedero potencial de virus transmitidos por insectos polívoros, como, por ejemplo, virus amarillo de las cucurbitáceas (CABYV), y el virus del retraso en el crecimiento de las cucurbitáceas (CYSDV), se tienen pruebas que el CYSDV afecta un 88% de las cucurbitáceas silvestres, lo que puede presentar un peligro para las cucurbitáceas cultivadas (Shates *et al.*, 2024). Al igual esta maleza es hospedera de algunas bacterias fitopatógenas, por ejemplo, *Erwinia tracheiphila* que causa marchitamiento bacteriano representando una amenaza para la producción de cucurbitáceas, esta bacteria afecta a la mayoría de las variedades comerciales de cucurbitáceas, como el melón, el pepino y la calabaza (Rojas *et al.*, 2015). También puede hospedar diversas especies de hongos y Oomycetos fitopatógenos, como *Fusarium spp.*, *Colletotrichum spp.*, *Phytophthora spp.*, causantes de podredumbres y antracnosis (Espinosa, 2014).

### **Control de malezas**

El manejo Integrado de Malezas (MIM) aborda la cuestión compatible con la preservación ambiental, este enfoque no se limita únicamente a la implementación de una o dos estrategias de control, si no también implementar varios métodos para combatir las malezas (Menalled, 2010). Es esencial llevar a cabo un control sistemático y completo en los que se emplean enfoques culturales, manuales, mecánicos, químicos, y se reconocen combinaciones de estos métodos, ya que suele ser necesario implementar más de uno para lograr un control efectivo (Calle, 2002). Estas estrategias pueden incluir métodos físicos, químicos, biológicos o culturales para minimizar el impacto de las malezas en el rendimiento de los cultivos o en el mantenimiento de áreas verdes (Parra *et al.*, 2015).

El control biológico de malezas consiste en emplear organismos vivos para disminuir de forma natural y sostenible la población de malezas, este método se fundamenta en la introducción de organismos tales como insectos herbívoros, patógenos vegetales o competidores naturales, los cuales se alimentan de las malezas y

restringen su crecimiento y expansión (Walsh, 2014). Este tipo control se basa en las relaciones naturales entre las especies para el control, su implementación requiere conocimiento de las malezas y de los organismos utilizados en el control biológico y se necesita una cuidadosa evaluación de los posibles impactos en el ecosistema receptor para garantizar su efectividad y minimizar cualquier efecto adverso (Sánchez, 2002). Puede ser una herramienta valiosa en el manejo integrado de malezas, especialmente cuando se complementa con otros métodos de control, como el uso de herbicidas selectivos y prácticas culturales apropiadas, la combinación de diferentes estrategias de control puede mejorar la eficacia global del manejo de malezas al abordar múltiples aspectos del problema, como la diversidad de especies de malezas y las condiciones específicas del sitio (Norambuena, 2003).

El control biológico destaca por su sostenibilidad al aprovechar organismos vivos y procesos naturales para manejar las poblaciones de malezas, su especificidad es una gran ventaja, ya que los agentes biológicos suelen dirigirse específicamente a la plaga objetivo, minimizando así el impacto en otras especies no deseadas y reduciendo la posibilidad de efectos secundarios no deseados (Cordo, 2004). Al disminuir la dependencia de los pesticidas, se puede reducir la contaminación del suelo, el agua y el aire, así como minimizar los riesgos para la salud humana y animal asociados con el uso de productos químicos sintéticos, el control biológico ofrece una eficacia a largo plazo, ya que una vez establecidos, los agentes de control biológico pueden proporcionar un control continuo y duradero de las poblaciones de plagas (Nicholls, 2008).

### **Concepto de herbicidas**

Los herbicidas son sustancias químicas con la capacidad de modificar la fisiología de las plantas, perturbando su desarrollo y crecimiento, e incluso provocando su fallecimiento, ya que, al actuar en su lugar de acción primario, inducen una serie de efectos secundarios y terciarios que finalmente resultan en la muerte de la planta, el proceso de acción de un herbicida comienza cuando entra en contacto con la maleza y es absorbido por ella (Alvaro, 2007). Pueden ser categorizados de varias

maneras, una de ellas los describe como sustancias complejas diseñadas para combatir o controlar las plantas no deseadas en un cultivo específico debido a su capacidad. Otra definición fundamental establece que un herbicida es esencialmente un compuesto químico que, mediante su acción, tiende a interferir o alterar el metabolismo o la fisiología de una planta en particular durante un período prolongado, especialmente durante sus etapas iniciales, con el fin de inhibir su crecimiento y eventualmente acabar con su vida (Anzalone, 2017).

### **Clasificación de herbicidas**

Los herbicidas se pueden clasificar de diversas maneras, selectivos son aquellos que dañan solo las malas hierbas sin afectar los cultivos, este enfoque permite controlar las hierbas según su especie y clasificación, estos herbicidas se aplican directamente sobre las hojas, donde los componentes químicos son absorbidos, causándoles complicaciones, y a medida que los ingredientes activos circulan por tallos, ramas y hojas, dependiendo del modo de acción del herbicida, pueden provocar diversos daños afectando el sistema vascular (Vele, 2019). Herbicidas totales son aquellos que afectan a todas las plantas presentes en un área tratada, sin distinguir entre cultivos y malezas, esta es su principal diferencia respecto a los herbicidas selectivos, que se usan para combatir tipos concretos de malas hierbas (Arias y Romero, 2019). Generalmente se presenta en forma líquida y se emplea para despejar terrenos libres de cultivos de todo tipo de malezas, ya sean anuales o perennes, sin embargo, al aplicarlo en áreas cultivadas, es necesario tomar medidas para prevenir cualquier daño a los cultivos (Clavijo, 2010).

Los herbicidas de contacto, estos productos ejercen su acción sobre la parte de la planta que tocan, como las hojas, el tallo e incluso la raíz, para que estos herbicidas sean eficaces, requieren la presencia de la luz solar, también es importante ser precavido al usar este tipo de herbicidas, ya que no solo afectan a las malezas, sino que también pueden dañar al cultivo u otras plantas con las que tienen contacto, si

no se manejan correctamente (Del Puerto *et al.*, 2014). Herbicidas sistémicos son aquellos que, una vez aplicados, se desplazan a través de la planta, afectando diferentes partes de la misma, como las hojas, los tallos e incluso las raíces, se utilizan de manera similar a los herbicidas foliares de contacto, siendo aplicados sobre las hojas y tallos, no obstante, la distinción radica en que estos son absorbidos por la planta, y luego, la savia los transporta hasta la raíz, ocasionando la muerte completa de la planta (Robles y de la Cruz, 2006). Herbicida post emergentes se administra una vez que la mala hierba ya ha brotado, la aplicación postemergencia está destinada a controlar las malas hierbas que han crecido hasta el estado de plántulas, después de haber evadido la aplicación de herbicidas de preemergencia, estos herbicidas suelen actuar en las hojas y pueden ser de contacto o sistémicos, y algunos también tienen efecto residual (Belluccini *et al.*, 2018).

### **Herbicidas de preemergencia**

Se administran antes de que las malezas o los cultivos germinen, con el propósito de evitar su crecimiento y desarrollo, por lo que este tipo de herbicida se utiliza en superficies sin cobertura vegetal y es aconsejable en situaciones donde se realiza la siembra directa sobre restos de cultivos anteriores y se requiere eliminar la maleza antes de sembrar (Kappler, 2004). Estos herbicidas muestran una significativa interacción con algunas cualidades del suelo, tales como la textura, el pH y la cantidad de materia orgánica, las cuales tienen el potencial de influir en la cantidad de herbicida presente en el suelo para el control de las malezas, generalmente, la cantidad de estos herbicidas se modifica de acuerdo al tipo de suelo y la materia orgánica, siendo necesaria una dosis más elevada en suelos arcillosos y con un alto nivel de materia orgánica (Anderson, 1996). La aplicación de herbicidas pre emergentes se realiza antes de que las malezas germinen, lo que posibilita un control efectivo desde las primeras fases de su desarrollo, reduciendo la competencia por recursos como nutrientes, agua y luz solar, facilitando un mejor crecimiento de los cultivos (López *et al.*, 2020). Algunos herbicidas pre emergentes poseen propiedades residuales que les permiten controlar las malezas durante un

período prolongado, que puede extenderse durante varias semanas, esto disminuye la necesidad de realizar otro tipo de actividades para controlar las malezas (Metzler y Ahumada, 2016). Una de las desventajas de los herbicidas pre emergentes es el riesgo de afectar a los cultivos en caso de que las condiciones de aplicación no sean adecuadas, si el herbicida se aplica incorrectamente o en momentos inapropiados, puede causar daño a los cultivos recién sembrados o emergidos (Oliva, 2020). Además, algunos herbicidas pre emergentes pueden tener efectos residuales en el suelo que pueden afectar negativamente a los cultivos sucesivos si no se manejan adecuadamente y el uso excesivo o indiscriminado de estos puede contribuir al desarrollo de resistencia en las malezas, lo que dificulta su control en el futuro (Matheus *et al.*, 2004).

### **Ventajas y desventajas de los herbicidas**

Los herbicidas representan un ahorro significativo de tiempo y mano de obra para los agricultores al reducir la necesidad de llevar a cabo tareas manuales de deshierbe, lo que se traduce en menores costos operativos y mayores ganancias a la hora de cosechar (Pitty, 2018). Al mismo tiempo se previenen plagas y enfermedades mediante la eliminación de malezas ya que pueden servir como hospederas (Esqueda, 2000). El desarrollo de resistencia en las malezas es una desventaja importante del uso de herbicidas químicos, a medida que se utilizan repetidamente ciertos herbicidas, algunas malezas pueden evolucionar para volverse resistentes a sus efectos, y esto puede hacer que los herbicidas no sean efectivos con el tiempo y puede requerir el uso de productos más potentes o el empleo de otros métodos para combatir estas malezas resistentes, esto representa un desafío significativo para la agricultura y subraya la importancia de diversificar las estrategias de control de malezas para minimizar el riesgo de resistencia (Espinoza y Díaz, 2005). El uso excesivo o inadecuado de herbicidas puede tener diversos impactos negativos en el medio ambiente, como la contaminación del suelo y el agua, y esto afecta la calidad del hábitat, así como la salud de las comunidades humanas que dependen de estos recursos, también el uso indiscriminado de

herbicidas puede contribuir a la pérdida de biodiversidad al eliminar plantas no objetivo que son importantes para los ecosistemas locales (López y Madrid, 2011).

### **Resistencia de malezas a herbicidas**

La resistencia de las malezas a los herbicidas es un fenómeno preocupante en la agricultura, donde ciertas malezas desarrollan la capacidad de sobrevivir a la exposición a dosis normalmente letales, esto ocurre debido a la selección natural, donde las plantas con características genéticas resistentes sobreviven y se reproducen, transmitiendo esas características a su descendencia (De Prado y Cruz-Hipolito, 2005). También puede surgir debido al uso repetido y excesivo de un mismo herbicida o de herbicidas con el mismo modo de acción, ya que, con el tiempo, las poblaciones de malezas pueden volverse cada vez más resistentes, lo que requiere el desarrollo de estrategias de manejo alternativas (Papa y Tuesca, 2013).

Para combatir la resistencia de las malezas, se deben de implementar prácticas de manejo integrado de malezas que incluyan la rotación de herbicidas con diferentes modos de acción, el uso de métodos de control no químicos como la rotación de cultivos, la labranza mecánica y el control biológico, y la adopción de prácticas agronómicas que fomenten la competencia de los cultivos sobre las malezas, y se debe monitorear regularmente las poblaciones de malezas para detectar signos tempranos de resistencia y tomar medidas preventivas antes de que cree resistencia (Vidal *et al.*, 2010).

### **Herbicidas orgánicos**

Estos productos utilizan compuestos orgánicos que son biodegradables y que combaten malezas, son fundamentales en la agricultura sostenible y contribuyen a la restauración del medio ambiente utilizando los mecanismos naturales (Robles y de la Cruz, 2006). La característica más distintiva de los herbicidas orgánicos es que no son producidos mediante síntesis química, la composición de un fertilizante, insecticida, fungicida o herbicida ecológico se basa en principios activos orgánicos,

compuestos biodegradables, depredadores de plagas y patógenos que son naturales o de baja toxicidad principalmente se elaboran utilizando diversos tipos de aceites vegetales, minerales y microorganismos (Khan, 2015). Estos herbicidas orgánicos como el ácido acético, el ácido cítrico y el aceite de clavo, son productos de post emergencia que no son selectivos y su modo de acción es de contacto, estos compuestos funcionan de diversas maneras, principalmente alterando las membranas celulares y causando la muerte en las plantas tratadas, son más efectivos en plantas jóvenes y tienen una variedad de aplicaciones (Dayan *et al.*, 2009). Algunos de los herbicidas orgánicos están compuestos principalmente por aceite de conífera al 40%, extracto de *Datura stramonium* al 10%, extracto de plantas con efecto alelopático en una concentración del 42%, metabolitos de *puccinia ssp.* al 2% y aceite de coco con 6% de concentración (García, 2014).

### **Nanopartículas en la agricultura**

La nanotecnología (NT) en el sector agrícola va en crecimiento debido a sus múltiples usos como nanofertilizantes, nanopesticidas y nanoherbicidas que permiten incrementar la producción de alimentos a nivel mundial de manera sustentable y reduciendo el impacto ambiental (Lira *et al.*, 2028). El empleo de nanopartículas de silicio (SiNPs) permite aumentar significativamente el área superficial para la fijación de moléculas de interés, ya sean de naturaleza química o biológica, estas características hacen que las SiNPs sobresalgan en la entrega de compuestos químicos activos, genes y pesticidas, para combatir fitopatógenos en los cultivos agrícolas, además se utilizan como transportadores de pesticidas y herbicidas sin dañar el crecimiento de las plantas ni la salud del consumidor (Rastogi *et al.*, 2019). Las nanopartículas de hidróxido de silicio y zinc se han utilizado para potencializar diversos extractos vegetales para el control de hongos como *Fusarium acuminatum* (Malacara-Herrera *et al.*, 2023), además como desinfectantes para eliminar hongos fitopatógenos en semillas de maíz como *Botrytis cinérea* (Ciriaco, 2024). También se han empleado la síntesis de nanoherbicidas a base de poli (ácido láctico-co-glicólico) (PLGA) cargados con atrazina como ingrediente activo,

obtenidos mediante el nanoprecipitación modificada, como método alternativo para inhibir el crecimiento de arvenses (Chacón-Cerdas *et al.*, 2021).

### **Carbón activado**

El uso de carbón activado en la agricultura puede ofrecer una serie de beneficios, desde mejorar la calidad del suelo y aumentar la disponibilidad de nutrientes hasta reducir la contaminación y controlar patógenos, lo que puede contribuir a una agricultura más sostenible (Vera *et al.*, 2016). El carbón activado tiene una estructura porosa que puede retener agua y nutrientes en el suelo, ayudando así a mantener un entorno más favorable para el crecimiento de las plantas, el carbón activado puede adsorber nutrientes como el nitrógeno y el fósforo, ayudando a mantener los nutrientes disponibles para las plantas (Balta, 2019). También puede desempeñar un papel indirecto en el manejo de malezas al mejorar la calidad del suelo y promover el crecimiento saludable del cultivo, al mejorar la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes para estos, se puede crear un entorno más competitivo para las malezas, lo que puede reducir su crecimiento y propagación (Escalante *et al.*, 2016).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Ubicación geográfica**

Este experimento se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo, Coahuila, en el Departamento de Parasitología, en el Laboratorio de Toxicología.

### **Herbicida preemergente**

Se evaluó un herbicida pre emergente a base de fermento de soya solo y adicionado al 5% con carbón activado y nanopartículas de hidróxido de silicio, las dosis utilizadas fueron 3, 5 y 10% del producto. Para esta investigación se realizó un diseño completamente al azar evaluándose las diferentes dosis con 5 repeticiones para cada tratamiento además de un testigo químico comercial (Metolacolor), así como un testigo absoluto.

### **Prueba de germinación estándar**

Se realizaron dos bioensayos el primero con semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y el segundo bioensayo se llevó a cabo con semillas de falsa calabacilla (*Cucurbita foetidissima* Kunth), se seleccionaron las semillas con mejores características como tamaño, color y sin daños aparentes, además, se trataron con un fungicida comercial para evitar posibles contaminaciones.

La prueba se realizó mediante la metodología de germinación entre papel descrita por ISTA, 1976 que consistió en realizar taquitos de germinación, en un papel estraza doble utilizado como base para el taco, se colocaron 50 semillas acomodadas todas en la misma postura, en 5 hileras de 10 semillas cada una, una vez completas las 50 semillas en el taco se aplicó el tratamiento correspondiente, mojando la base del taco, a continuación se colocó otra hoja de papel para cubrir las semillas, asperjando nuevamente el tratamiento, se enrollaron simulando hacer un "burrito o taco" y se colocaron en una bolsa de plástico previamente etiquetada, los tacos se colocaron en una incubadora por 15 días a  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

El bioensayo se monitoreo cada tercer día, cuidando que los tacos mantuvieran la humedad y estuvieran libres de hongos o bacterias.

La evaluación del experimento se realizó transcurridos 15 días después del establecimiento del experimento de acuerdo a lo descrito por López *et al.*, (2016) y los parámetros evaluados fueron el número de semillas sin germinar y el número de semillas germinadas, la longitud de las raíces y de las plúmulas, peso fresco y peso seco, además se calculó el porcentaje de emergencia (PE) con la siguiente formula:

PE: (Número total de plántulas germinadas/ Número total de semillas) \*100.

#### Análisis estadístico

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar y los resultados obtenidos se evaluaron mediante un análisis de varianza y la comparación de medias mediante la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) en el programa estadístico SAS (Statistical Analysis Software) versión 9.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Porcentaje de emergencia en semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris*)

En base a lo reportado en la tabla 1, para el tratamiento de producto combinado con carbón activado a las concentraciones de 5 y 10% el porcentaje de germinación fue del 2.8% y 0% respectivamente, por otro lado tenemos el tratamiento de producto solo al 10% con una germinación de 0.4%, siendo estos resultados estadísticamente significativos; Khodakovskaya *et al.*, (2009) reportan el uso de nano materiales de carbón para la germinación de semillas de tomate, siendo estos efectivos ya que se les atribuye el aumento de penetración de agua al interior de las semillas durante su germinación. Tejeda *et al.*, (2023) mencionan que las nanopartículas de silicio tienen amplia área superficial permitiendo con ello que gran cantidad de compuestos (nutrientes o componentes químicos) se adhieran en su superficie, por ello son benéficos para su uso en la agricultura, según los resultados obtenidos las nanopartículas en combinación con el producto a diferentes dosis obtuvieron un porcentaje de germinación de alrededor de 16%, estos resultados son significativos ya que comparados con los testigos absoluto y químico el porcentaje es menor. El testigo absoluto germinó más del 70%, de acuerdo a Morales-Santos *et al.*, (2017) el porcentaje de germinación de semillas de frijol silvestre y domesticado es más del 90%, estos resultados son diferentes a los reportados en este trabajo, ya que el testigo absoluto obtuvo menor porcentaje de germinación.

**Tabla 1.** Porcentaje de emergencia en semillas de frijol

DOSIS	Herbicida	Herbicida+	Herbicida +
	Solo	NPs	Carbón activado
3%	73.2 ab	16.0 d	18.0 cd
5%	13.6 d	20.4 bcd	<b>2.8 d</b>
10%	<b>0.4 d</b>	16.0 d	<b>0.0 d</b>
TA	<b>70.8 abc</b>		
TQ	<b>81.6 a</b>		

## Parámetros de longitud de plúmula y de raíz

En la tabla 2, se registran los datos de longitud de plúmula y raíz, en cuanto a la evaluación de longitud de plúmula podemos observar que hubo menos desarrollo con el tratamiento del producto combinado con carbón activado (CA) al 10% con menos de 0.92 cm de longitud, seguido del producto solo (PS) al 10% teniendo una longitud promedio de 1.98 cm, en último lugar se registra el herbicida adicionado con nanopartículas (NP) con 2.52 cm mientras que en el testigo químico aplicándolo a la dosis recomendada por el fabricante fue de 2.38 cm, por otro lado, el testigo absoluto obtuvo 4.5 cm de longitud de plúmula siendo estos resultados mas altos, sin embargo estadísticamente estos resultados fueron similares. Bobadilla *et al.*, (2013) mencionan que las semillas grandes y de mayor masa poseen beneficios en el proceso de germinación en contraste con las semillas más chicas; semillas de mayor tamaño generan una plúmula más desarrollada, gracias a una cantidad superior de endospermo y nutrientes. Rincón-Enriquez y López-Herrera (2000) mencionan que los diferentes tipos de papel para hacer los tacos de germinación juegan un papel importante al tiempo de la emergencia de las semillas, por la porosidad de cada uno de estos, ya que está relacionado con la retención de agua, para así determinar la calidad en términos de germinación y viabilidad.

En cuanto a la longitud de raíz los tratamientos que más inhibieron el desarrollo de estos fueron los de carbón activado al 3, 5 y 10%, con alrededor de 1 cm de longitud, cabe mencionar que el testigo químico tiene 0 cm de longitud, mientras que el testigo absoluto tiene 6.04 cm en promedio, corroborando que los diferentes tratamientos fueron eficaces. Tadeo-Robledo *et al.*, (2010) evaluaron el vigor de semillas de maíz de dos variedades Oro Ultra 3C y Oro Plus 2D, en donde la longitud de raíz no presentó diferencias significativas, lo que señala que los dos tamaños de semilla presentaron respuesta similar en estas variables, ya que los promedios de tamaños de raíz son muy similares influyendo la cantidad de humedad, tipo de sustrato y la condición de las semillas, pudiendo estos factores afectar en la

germinación, ya que no todas los tratamientos contaban con las mismas características físicas en los tratamientos.

**Tabla 2.** Longitud de plúmula y raíz de plántulas de frijol

DOSIS	Longitud de plúmula			Longitud de raíz		
	PS	NP	CA	PS	NP	CA
3%	2.98 ab	2.8 ab	1.64 ab	5.36 a	1.46 a	<b>1.03 a</b>
5%	2.16 ab	3.7 ab	1.14 ab	2.02 a	2.86 a	1.20 a
10%	<b>0.80 ab</b>	1.06 ab	<b>0.0 b</b>	1.20 a	2.36 a	<b>0.0 a</b>
TA	<b>4.5 a</b>			<b>6.04 a</b>		
TQ	<b>2.38 ab</b>			<b>0.0 a</b>		

### Peso fresco y seco de plántulas de frijol

En cuanto al peso fresco en el experimento podemos observar en la tabla 3 que los tratamientos que más efectividad tuvieron, fueron el producto combinado con carbón activado al 10% que presentó 0 g, al igual que el producto solo al 10% que pesó 0.64 g, si comparamos estos resultados con los testigos tanto químico como absoluto, podemos observar un incremento del peso, ya que el testigo absoluto presentó un peso de 36.06 g y el testigo químico alrededor de 38.09 g.

**Tabla 3.** Peso fresco y seco de plántulas de frijol

Tratamiento	Peso fresco			Peso seco		
	PS	NP	CA	PS	NP	CA
3%	29.2 abc	9.5 abc	10.5 abc	8.75 abc	2.8 bc	3.05 bc
5%	11.5 abc	7.62 bc	2.3 c	3.95 bc	2.7 bc	0.95 bc
10%	<b>0.64 c</b>	8.4 abc	<b>0.0 c</b>	<b>0.35 bc</b>	2.2 bc	<b>0.0 c</b>
TA	<b>36.06 ab</b>			<b>8.8 ab</b>		
TQ	<b>38.09 a</b>			<b>13.23 a</b>		

### **Emergencia de la falsa calabaza (*Cucurbita foetidissima* Kunth)**

Los resultados del segundo bioensayo con semillas de la maleza *Cucurbita foetidissima* se registran en la tabla 4, se observa que los tratamientos con menor porcentaje de emergencia fueron el producto combinado con carbón activado al 3%, y combinado con nano partículas de hidróxido de silicio al 5% que presentaron un 0% de emergencia, seguidos por el producto solo al 3% y combinado con nano partículas de hidróxido de silicio al 3% y 10% que presentan un 0.5% de emergencia, comparando estos tratamientos con el testigo químico, se observa mayor eficiencia en cuanto a la inhibición de la germinación, ya que el testigo químico presenta un 7% de emergencia. Torres *et al.*, (2016) y Ulla y Arshad, (2014) mencionan que la influencia de las nanopartículas comienza a notarse desde el momento de la germinación de las semillas, esto se debe principalmente a la penetración de los nanomateriales en la semilla, lo que facilita la absorción de agua y micronutrientes, o bien puede facilitar la absorción de sustancias nocivas para su desarrollo dificultando la germinación de las semillas tratadas. Aslani (2014) menciona que aún no se comprenden completamente los mecanismos de nano toxicidad, aunque están ligados a características del producto químico, se puede atribuir a que los iones liberados pueden ser tóxicos o nocivos para la semilla o por el estrés causados por la forma de las nanopartículas. Respecto al carbón activado Vaca *et al.*, (2018) mencionan que su adición en cultivos *in vitro* aceleran la germinación y aumentan el número de brotes obtenidos por planta en cultivo de *Citrus limón*, de acuerdo a nuestros resultados podemos observar que el tratamiento adicionado con carbón activado al 10% fue el que presentó mayor porcentaje de emergencia (33.5%) a comparación de nuestro testigo absoluto que presentó 11% de emergencia, pudiendo ser el carbón activado un bio estimulante para las semillas y con ello elevar su porcentaje de germinación.

**Tabla 4.** Porcentaje de emergencia de falsa calabaza

**PORCENTAJE DE EMERGENCIA**

<b>TRAT</b>	<b>Herbicida Solo</b>	<b>Herbicida+ NPs</b>	<b>Herbicida + Carbón activado</b>
<b>3%</b>	<b>0.5 b</b>	<b>0.5 b</b>	<b>0.0 b</b>
<b>5%</b>	1.0 b	<b>0.0 b</b>	1.5 b
<b>10%</b>	1.0 b	<b>0.5 b</b>	<b>33.5 a</b>
<b>TA</b>	<b>11 b</b>		
<b>TQ</b>	<b>7.0 b</b>		

**Longitud de plúmula y de raíz.**

Los valores obtenidos en longitud de plúmula, se presentan en la tabla 5, podemos observar que los tratamientos con menor crecimiento de plúmula fueron el producto combinado con nanopartículas de hidróxido de silicio a una concentración de 5% y el tratamiento con carbón activado al 3% con un crecimiento de 0 cm, mientras que el testigo absoluto presenta 10.61 cm de longitud. García *et al.*, (2008) evaluaron el efecto que ejercen los residuos del boniato sobre la germinación de semillas de cebolla, pimienta y tabaco, los diferentes tratamientos afectaron el desarrollo de la plúmula y sistema radical, sin embargo, no existió diferencia entre las diferentes concentraciones utilizadas. Rodés y Collazo (2006) comentan que un mayor desarrollo de la plúmula al final de la etapa de germinación podría significar una mayor habilidad para la planta en la captación de recursos. En el apartado de longitud de raíz podemos observar que los tratamientos que obtuvieron 0 cm de crecimiento son el producto combinado con carbón activado al 3% y combinado con nanopartículas al 5% estos resultados coincidieron con el testigo químico, teniendo al testigo absoluto con 12.2 cm. Bradbeer (1988), menciona que el crecimiento de la raíz proporciona información muy valiosa para determinar el vigor, debido a que plántulas que desarrollan un sistema radical extenso tienen mayor éxito en su crecimiento,

**Tabla 5.** Longitud de plúmula y raíz de plántulas de falsa calabaza

Tratamiento	Longitud de plúmula			Longitud de raíz		
	PS	NP	CA	PS	NP	CA
3%	2.4 ab	2.65 ab	0.0 b	1.0 ab	3.25 ab	<b>0.0 b</b>
5%	2.0 ab	<b>0.0 b</b>	<b>0.47 b</b>	0.25 b	<b>0.0 b</b>	3.0 ab
10%	1.07 b	1.87 ab	5.82 ab	1.3 ab	1.0 ab	9.3 ab
TA	<b>10.61 a</b>			<b>12.2 a</b>		
TQ	<b>0.22 b</b>			<b>0.0 b</b>		

### **Peso fresco y seco de plántulas de falsa calabaza**

En la tabla 6, se observa que los tratamientos que tienen 0 g de peso fresco son producto combinado con carbón activado al 3%, nanopartículas al 5 y 10% los cuales superaron en cuanto a eficiencia al testigo químico el cual presenta 0.61 g y al testigo absoluto con 1.9 g. En cuanto al peso seco, al igual que en el peso fresco, los tratamientos que tienen 0 g son los productos combinados con carbón activado al 3%, nanopartículas al 5 y 10% los cuales superaron al testigo químico el cual presenta 0.05 g y al testigo absoluto con 0.61 g., es importante evaluar los porcentajes de germinación en las semillas, crecimiento de plúmula y raíz así como peso fresco y seco, ya que son los principales indicadores de la calidad fisiológica de las semillas (Presa-Figueroa *et al.*, 2016). Las pruebas físicas de emergencia y elongación de raíz de las plántulas nos permiten conocer si las malezas podrán desarrollarse favorablemente en condiciones adversas (Valdez-Eleuterio *et al.*, 2015).

**Tabla 6.** Peso fresco y seco de plántulas de falsa calabaza.

Tratamiento	Peso fresco			Peso seco		
	PS	NP	CA	PS	NP	CA
<b>3%</b>	0.36 bc	0.13 c	<b>0.0 c</b>	0.15 ab	0.09 ab	<b>0.0 b</b>
<b>5%</b>	0.25 bc	<b>0.0 c</b>	0.08 c	0.22 ab	<b>0.0 b</b>	0.02 b
<b>10%</b>	0.31 bc	<b>0.0 c</b>	2.35 a	0.22 ab	<b>0.0 b</b>	0.25 ab
<b>TA</b>	<b>1.9 ab</b>			0.61 a		
<b>TQ</b>	<b>0.61 bc</b>			0.05 ab		

## CONCLUSIÓN

El herbicida solo al 10% y adicionado con carbón activado logró inhibir alrededor del 100% de la germinación de semillas de frijol, sin embargo, cabe destacar que la mayoría de los tratamientos superaron el 50% de inhibición en la germinación.

En los bioensayos con semillas de falsa calabaza, el herbicida combinado con nanopartículas en sus diferentes dosis inhibió un 95% de la germinación aproximadamente.

En cuanto a los parámetros evaluados en ambos bioensayos demostramos que se redujo el tamaño y peso de las plántulas emergidas en comparación con el testigo absoluto reduciendo con ello su vigor.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, A., y Niuewenhuysen, A. (2013). Manejo integral de malezas en pasturas. *Programa Agroambiental Mesoamericano (MAP). Fase I.*
- Alvaro, A. (2007). Herbicidas: Modos y mecanismos de acción en plantas. *Universidad Centro Occidental "Lisandro Alvarado" (UCLA).* Recuperado de [https://www.researchgate.net/.../259175751\\_Herbicidas\\_Modos\\_y\\_mecanismos\\_de\\_a](https://www.researchgate.net/.../259175751_Herbicidas_Modos_y_mecanismos_de_a).
- Anderson, W.P., Monaco J., Weller C., y Ashton M., (1996). Weed Science: Principles. *West Publishing Co. John Wiley y Sons, INC.* Cuarta edición Saint Paul, Minnesota.
- Anzalone, A. (2017). Herbicidas: Modos y mecanismos de acción en las plantas. UCLA
- Arias, D. M., Mora, R. E. G., y Romero, O. S. D. (2019). Uso de herbicidas en el control de malezas. Importancia de su conocimiento para el profesional agrónomo. *Opuntia Brava*, 11(1), 204-210.
- Aslani, F., S. Bagheri, N. Muhd Julkapli, A. Shukor Juraimi, F. S. Golestan Hashemi, y A. Baghdadi. (2014). Effects of engineered nanomaterials on plants growth: An Overview. *The Scientific World Journal* Volume 2014, Article ID 641759, 28 p.
- Asociación Internacional de Análisis de Semillas (1976) Reglas internacionales para el análisis de semillas. *Ciencia y tecnología de semillas*, 4, 51-177.
- Astudillo, A. L. C. (2017). Efecto de la hora de laboreo sobre la emergencia de semillas de arvenses (malezas) hasta la fase fenológica de encañado en el cultivo de trigo (*Triticum vulgare*), *Imantag, Cotacachi, Imbabura* (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD DE CUENCA).

- Ayala, J. E., y Zelaya, J. F. (2015). Eficacia de cinco formulaciones de glifosato en el control de malezas (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2015.).
- Balta Crisologo, R. A. (2019). El carbón activado y el biocarbón en la asimilación del cadmio por el tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo el invernadero.
- Bastidas, H., Pantoja, A., Lugo, M. D. L., y Stansly, P. (2008). Malezas hospederas de la mosca blanca en siembras de tomate en el sur de Puerto Rico. *J. Agric. Univ. PR*, 92(3-4), 231-4.
- Belluccini, P. A., Gilardoni, M., Baigorria, T., Cazorla, C. R., y Vallone, P. S. (2018). *Herbicidas no hormonales para el control de Amaranthus hybridus L. en post-emergencia del cultivo de maíz*. Ediciones INTA; Estación Experimental OAgropecuaria Marcos Juárez.
- Betancourt, Y., García, I., López, D., Cabrera, A., y Rodríguez, M. (2008). Efectos de la tecnología de preparación de suelos pesados sobre la brotación de malezas en caña de azúcar. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 17(2), 78-81.
- Bischoff, I., Schröder, S., y Misof, B. (2009). Differentiation and range expansion of North American squash bee, *Peponapis pruinosa* (Apidae: Apiformes) populations assessed by geometric wing morphometry. *Annals of the Entomological Society of America*, 102(1), 60-69.
- Bobadilla Meléndez, M., Gámez Vázquez, A. J., Ávila Perches, M. A., García Rodríguez, J. J., Espitia Rangel, E., Moran Vázquez, N., y Covarrubias Prieto, J. (2013). Rendimiento y calidad de semilla de avena en función de la fecha y densidad de siembra. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(7), 973-985.
- Booth, B.D.; MurphY, S.D.; Swanton, C.J. (2003). *Weed Ecology in Natural and Agricultural Systems*. CABI Publishing. 303 p.

- Bósquez, J. A. (2024). Características morfológicas de las malezas del género *Cyperus* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2024).
- Calderón, R. G, Y J. Rzedowski. (2004). Flora del bajío y de Regiones Adyacentes. Manual de Malezas de la región de Salvatierra, Gto. Primera edición. CONABIO, Instituto de Ecología. CONACYT. México. D. F. pp. 23-151
- Calle, F. (2002). Control de malezas en el cultivo de la yuca. *La yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización*, 126-128.
- Carpio Suarez, G. I. N. G. E. R. (2023). Periodos críticos de competencia de las malezas en los cultivos de arroz y maíz (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2023).
- Cavanilles, A. J. (1827). Descripción de las plantas que D. Antonio Josef Cavanilles demostró en las lecciones públicas del año 1801: precedida de los principios elementales de la botánica. Imprenta Real.
- Chacón-Cerdas, R., Salvador-Morales, C., Alvarado-Ulloa, C., Alvarado-Ulloa, L., y Schmidt-Durán, A. (2021). Estudio del potencial herbicida de nanopartículas de PGLA encapsulando atrazina, sobre vitro plantas de papa como modelo biológico
- Ciriaco Chuquillanqui, G. (2024). Evaluación de la concentración y el tiempo de contacto de nanopartículas de SiO<sub>2</sub> en la desinfección fúngica de *B. cinerea* Pers en cultivos de maíz (*Zea mays*) contaminado por agua residuales domésticas.
- Clavijo, J. (2010). Acción de los herbicidas en un arrozal: modo y mecanismos . In: Degiovanni Beltramo, Víctor M.; Martínez Racines, César P.; Motta O., Francisco (eds.). Producción eco-eficiente del arroz en América Latina . Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, CO. p. 431-446. (Publicación CIAT no. 365)

- Cordo, H. A. (2004). El Control Biológico de Malezas, una alternativa factible para la lucha contra las plantas invasoras exóticas en Áreas Protegidas de la Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 63(1-2), 1-9.
- Dayan, F.E., Centrell C. L., y S. O. Duke. (2009). Natural Products in crop protection. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. P. 4022-4034.
- De Prado, R., y Cruz-Hipolito, H. (2005). Mecanismos de resistencia de las plantas a los herbicidas. *Seminario-Taller Iberoamericano " Resistencia a Herbicidas y Cultivos Transgénicos" INIA, FAO, Facultad de Agronomía*, 1-14.
- De Real, S. F. (2013). Estudio de la biología de las malezas. *Revista Vinculando*. 47: págs. 1-8.
- Del Puerto Rodríguez, Suárez Tamayo, S., y Palacio Estrada, D. E. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y epidemiología*, 52(3), 372-387.
- Enríquez Martínez, F. (2009). *Efecto de las malezas y su control en el rendimiento de arándanos o´neal de nueve años de edad* (Doctoral dissertation).
- Escalante Rebolledo, A., Pérez López, G., Hidalgo Moreno, C., López Collado, J., Campo Alves, J., Valtierra Pacheco, E., y Etchevers Barra, J. D. (2016). Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo. *Terra Latinoamericana*, 34(3), 367-382.
- Espinosa S. J. A. (2014). Control *in vitro* de *Fusarium oxysporum* Schlect f. sp. *Lycopersici* (Sacc.) Snyder and Hans mediante la técnica de biofumigación utilizando plantas presentes en el norte mexicano.
- Espinoza, N., y Díaz, J. (2005). Situación de la resistencia de malezas a herbicidas en cultivos anuales en Chile. *Seminario-Taller Iberoamericano Resistencia a Herbicidas y Cultivos Transgénicos (2005, Colonia del Sacramento, UY)*. Ríos, A. coord. *La Estanzuela, INIA*, 1, 72-82.

- Esqueda, V. A. (2000). Control químico del arroz rojo (*Oryza sativa* L.) en arroz, con herbicidas no selectivos-protectantes a la semilla. *Agronomía Mesoamericana*, 57-61.
- Fernández, O., Leguizamón, E. S., Acciaresi, H. A., Troiani, H. O., y Villamil, C. B. (2016). Malezas e Invasoras de la Argentina. *Tomo II: Descripción y Reconocimiento. Bahía Blanca: Ediuns.*
- Fuentes, C. L., y Enciso, C. G. (2008). Biodiversidad de malezas. In *Karam, D.; Mascarenhas, M, H. & Baptista da Silva, J.(Eds.). A ciência das plantas daninhas na sustentabilidade dos sistemas agrícolas. XXVI Congresso Brasileiro da ciência das plantas daninhas* pp. 47-63.
- García, S. T., Aro, M. H., Álvarez, G. M. F., Isidró, M. P., Martínez, R. S., y Ramos, R. Q. (2008). Influencia de residuos de cosecha de *Ipomoea batatas* (L) Lam. en la germinación y crecimiento de cultivos y malezas. *Revista Centro Agrícola*, 35(1)
- Garcilazo, F. M. (2023), 26 junio. *La importancia de conocer las malezas*. CIMMYT.
- Gómez Betancur, L. M., Torres, W. A., Franco, G., Cayón Salinas, D. G., y Gallego Duque, J. L. (2000). Estudio de competencia entre las malezas y el cultivo de lulo (*Solanum quitoense* Lam) en la zona de Manizales Caldas.
- Hatami, M., M. Ghorbanpour, y H. Salehjarjomand. (2014). Nano-anatase TiO<sub>2</sub> modulates the germination behavior and seedling vigourity of some commercially important medicinal and aromatic plants. *J. Biol. Environ. Sci.* 8(22):53-59.
- Hernández-Centeno, F., López-De la Peña, H. Y., Hernández-González, M., Rodríguez-González, C. A., Tirado-Gallegos, J. M., Rios-Velasco, C., y Zamudio-Flores, P. B. (2020). Physicochemical, thermal, rheological and morphological characteristics of flour and starch from a non-conventional source: *Cucurbita foetidissima* Kunth roots. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14, 1976-1985.

- Kappler, B., y Namuth, D. (2004). Clasificación de los herbicidas.
- Khan, M. I. (2015). Técnicas ecológicas de control de malezas (extracto alelopático) en el cultivo de trigo. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(6), 1307-1316.
- Khodakovskaya, M., M. Mahmood, Y. Xu, Z. Li, F. Watanabe, y A.S. Biris. (2009). Carbon nanotubes are able to penetrate plant seed coat and dramatically affect seed germination and plant growth *ACS Nano* 3(10):3221-3227.
- Labrada R. y Parker C. (1994). Weed Control in the context of Integrated Pest Management. *Weed. Management for Developing Countries*. Edited R. Labrada, J. C. Caseley y C. Parker, Plant Production and Protection Paper No. 120, FAO, Rome, pp. 3-8
- Leguizamón, E. (2000). Las malezas y el agroecosistema. *Universidad Nacional de Rosario, Santa Fe, Argentina*.
- Leishman, M. R.; Wright, I. J.; Moles, A. T.; Westoby, M. 2000. The evolutionary ecology of seed size. *In: Fenner, M. (ed.). Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. 2<sup>nd</sup>. ed. CAB International. Wallingford, U. K. pp. 31–57.
- Ligña, M. A. (2014). *Efecto de cultivos de cobertura en el control de malezas y aporte de materia seca y nutrientes al suelo* (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2014).
- Lira Saldivar, R. H., Méndez Argüello, B., Santos Villarreal, G. D. L., y Vera Reyes, I. (2018). Potencial de la nanotecnología en la agricultura. *Acta universitaria*, 28(2), 9-24.
- López, J., Torres, N., Saldivar, R., Reyes, I., y Argüello, B. (2016). Técnicas para evaluar germinación, vigor y calidad fisiológica de semillas sometidas a dosis de nanopartículas. *Centro de Investigación en Química Aplicada (CIBQ)*, 129-140.

- López-Urquídez, G. A., Murillo-Mendoza, C. A., Martínez-López, J. A., Ayala-Tafoya, F., Yañez-Juárez, M. G., y López-Orona, C. A. (2020). Efecto de herbicidas preemergentes en el control de malezas y el desarrollo de cebolla bajo condiciones de fertirriego. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(5), 1149-1161.
- Macias Ortega, B. R. (2022). *Efecto de sustancias alelopáticas que causan las plantaciones de teca (Tectona grandis) en el crecimiento de algunas especies vegetales* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2022).
- Malacara-Herrera, I., Ochoa-Fuentes, Y. M., Cerna-Chávez, E., Velázquez-Guerrero, J. J., Orozco-Plancarte, A., Hernández-Juárez, A., y Aguirre-Urbe, L. A. (2023). Manejo in vitro de *Fusarium acuminatum* con extractos vegetales adicionados con nanopartículas de óxido de silicio y zinc. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, (88).
- Matheus, J., Romay, G., y Santana, M. A. (2004). Efecto de tres herbicidas pre-emergentes en el establecimiento en campo de plantas in vitro de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). *Acta Científica Venezolana*, 55, 191-197.
- Mayorga Arias, D., Guillen Mora, R. E., y Díaz Romero, S. (2019). Uso de herbicidas en el control de malezas. Importancia de su conocimiento para el profesional agrónomo. *Opuntia brava*, 11(1), 204-210.
- Meerhoff, M., y Mazzeo, N. (2004). Importancia de las plantas flotantes libres de gran porte en la conservación y rehabilitación de lagos someros de Sudamérica. *Ecosistemas*, 13(2).
- Menalled, FD (2010). Consideraciones ecológicas para el desarrollo de programas de manejo integrado de malezas. *Agroecología*, 5, 73-78.
- Metzler, M., y Ahumada, M. (2016). Evaluación de herbicidas residuales preemergentes para el control de *Echinochloa crus-galli* en Entre Ríos. *Argentina: INTA*, 1-14.

- Molinari, M. A. (2023). Estrategias de manejo de malezas acuáticas sumergidas en canales de riego.
- Monaco, T. J., S. C. Weller and F. M. Asthon. (2002). *Weed Science. Principles and Practices*. John Wiley y Sons, Inc. New York, USA. 671p.
- Morales-Santos, M. E., Peña-Valdivia, C. B., García-Esteva, A., Aguilar-Benítez, G., y Kohashi-Shibata, J. (2017). Características físicas y de germinación en semillas y plántulas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) silvestre, domesticado y su progenie. *Agrociencia*, 51(1), 43-62.
- Nicholls, C. I. (2008). *Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico* (Vol. 2). Universidad de Antioquia.
- Norambuena, H. (2003). Control biológico de malezas en Chile: experiencias para la implementación rápida de proyectos.
- Oliva, J. H. D. C. D. M. (2020). *Herbicidas preemergentes en el cultivo de Vicia Villosa Roth: evaluación de selectividad en un cultivo del Área Central de la Provincia de Córdoba* (Doctoral dissertation, Universidad Católica de Córdoba).
- Oreja, F. H. (2014). *Factores ambientales pre-dispersión y post-dispersión de semillas que modulan la germinación y emergencia de Digitaria sanguinalis (L.) Scop. en el cultivo de soja* (Doctoral dissertation, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Escuela para Graduados).
- Papa, J. C., y Tuesca, D. (2013). Los problemas actuales de malezas en la región sojera núcleo argentina: origen y alternativas de manejo. *Viabilidad del glifosato en sistemas productivos sustentables*, 59-74.
- Parra, M. V., Sobrero, M. T., y Pece, M. G. (2015). Solarización: Una alternativa de control de malezas para viveristas. *Foresta Veracruzana*, 17(1), 9-16.
- Pedrerros, A. (2010). Manejo de malezas en producción con base agroecológica. *Fundamentos y técnicas de producción, y experiencia en la Región de Los Ríos*, 249.

- Pérez, A., Saucedo, O., Iglesias, J., Wencomo, H. B., Reyes, F., Oquendo, G., y Milián, I. (2010). Caracterización y potencialidades del grano de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Pastos y forrajes*, 33(1), 1-1
- Pitty, A. (2018). Modo de Acción y Resistencia de los Herbicidas que Interfieren en el Fotosistema II de la Fotosíntesis. *Ceiba*, 55(1), 45-59.
- Presa-Figueroa, M. I., Andrio-Enríquez, E., Rivera-Reyes, J. G., Mendoza-Elos, M., y Cervantes-Ortíz, F. (2016). Calidad fisiológica en líneas endogámicas de maíz para el Bajío. *Biotecnología y Sustentabilidad*, 1(1), 125-125.
- Rapoport, E. H y E. Sanz. (2001). Plantas silvestres comestibles de la PatagoniaAndina. Parte II- Exóticas. Ediciones Alternatura. Programa de ExtensiónUniversitaria. Universidad Nacional del Comahue. Bariloche, Argentina. 78 p.
- Rastogi, A., Tripathi, D., Yadav, S., Chauhan, D., Živčák, M., Ghorbanpour, M. (2019). Application of silicon nanoparticles in agriculture. 3 *Biotech*, 9(3).
- Rincón-Enríquez, G., y López-Herrera, A. (2000). Prueba de germinación de semillas de maíz en diferente calidad papel como sustrato. *Revista Chapingo*, 3, 73-79.
- Rios, A. (2007). Manejo de malezas en pasturas. *Jornada de Instalación y Manejo de Pasturas (2007, La Estanzuela). Memorias. Montevideo, INIA*, 39-50.
- Robles, E. R., y De la Cruz, R. S. (2006). Clasificación y uso de los herbicidas por su modo de acción. SAGARPA.
- Robles, E. R., y De la Cruz, R. S. (2006). *Clasificación y uso de los herbicidas por su modo de acción*. SAGARPA.
- Rodés GR, Collazo OM (2006) Manual de prácticas de fotosíntesis, la ed. Editorial las prensas de ciencias, UNAM. México. 7p.

- Rodríguez y Agüero, R. (2000). Identificación de malezas trepadoras del banano (musa sp.) en la zona caribe de costa rica. *Agronomía Mesoamericana*, 11 (1),123-125.
- Rojas, E. S., Batzer, J. C., Beattie, G. A., Fleischer, S. J., Shapiro, L. R., Williams, M. A., Bessin, R. T., Bruton, B. D., Boucher, T. J., Jesse, L. C., y Gleason, M. L. (2015). Bacterial Wilt of Cucurbits: Resurrecting a Classic Pathosystem. *Plant Disease*, 99(5), 564-574.
- Sampietro, D. A. (2001). Alelopatía: Concepto, características, metodología de estudio e importancia. *Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes*.
- Sánchez Garita, V. (2002). Control biológico de malezas.
- Shates, T., Gebiola, M., Sun, P., Aung, O., Helo, A., Kenney, J. R., Malmström, C. M., y Mauck, K. E. (2024). Non-Native Plant Viruses Prevalent in Remnant Natural Plant Communities Harm Native Perennial Hosts. *Phytobiomes Journal*.
- Tadeo-Robledo, M., Espinosa-Calderón, A., Valdivia-Bernal, R., Gómez-Montiel, N., Sierra-Macías, M., y Zamudio-González, B. (2010). Vigor de las semillas y productividad de variedades de maíz. *agronomía mesoamericana*, 21(1), 31-38.
- Tejeda Villagómez, E. A., Hernández-Adame, L., Nieto Navarro, F., y Anzaldo Montoya, M. (2023). Nanopartículas de silicio como vehículos de transporte para moléculas de interés agrícola. *Mundo nano. Revista interdisciplinaria en nanociencias y nanotecnología*, 16(30).
- Torres, N. A. R., Lopez, J. I. G., Ricardo, H. L. S., Reyes, I. V., y Arguello, B. M. (2016). Efecto de nanopartículas metálicas y derivadas del carbón en la fisiología de semillas.
- Ullah, S. y M. Arshad. (2014). Exposure-Response of *Triticum aestivum* to titanium dioxide nanoparticles application: seedling vigor index and micronuclei formation. *Institute of Environmental Sciences and engineering* 20(1):57-61

- Vaca, I., Marulanda, M., Verdesoto, J., Núñez, A., Acurio, R. D., y Chiluisa-Utreras, V. (2018). Efecto del carbón activado en la germinación y brotación *in vitro* de *Citrus limon* (L.) y su dinámica de crecimiento. *Revista Bionatura*, 3(3), 657-664.
- Valdez-Eleuterio, G., Uscanga-Mortera, E., Kohashi-Shibata, J., García-Nava, R., Martínez-Moreno, D., Torres-García, J., y García-Esteva, A. (2015). Tamaño de semilla, granulometría del sustrato y profundidad de siembra en el vigor de semilla y plántula de dos malezas. *Agrociencia*, 49(8), 899-915.
- Vele Torres, W. H. (2019). Efecto de herbicidas selectivos en el cultivo de *Zea mays* L. var. marginal en Satipo.
- Vera Puerto, I. L., Rojas Arredondo, M., Chávez Yavara, W., y Arriaza Torres, B. T. (2016). Evaluación de materiales filtrantes para el reúso en agricultura de aguas residuales tratadas provenientes de zonas áridas. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 26(1), 5-19.
- Vibrans, H. (2009). Malezas de México. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/paginas/lista-plantas.htm>.
- Vibrans, H. (2011). Taller de identificación de Malezas. *Manejo de Malezas en México*, 1, 293-308.
- Vidal, R. A., Rainero, H. P., Kalsing, A., y Trezzi, M. M. (2010). Prospección de las combinaciones de herbicidas para prevenir malezas tolerantes y resistentes al glifosato. *Planta Daninha*, 28, 159-165.
- Vigna, M. R. (2014). Manejo de malezas en los sistemas agriculturizados.
- Walsh, G. C. (2014). El Control Biológico de Malezas. *COLOMBIANA DE ENTOMOLOGÍA*, 75.
- Zamora, I. L. (2010), October. Experiencias en el Aula con la Innovación Docente de la Experiencia Educativa Ecología de Malezas. In *V Congreso Internacional de Innovación Educativa* (p. 13).

ZHENG, YH, Alverson, AJ, WANG, QF y Palmer, JD (2013). Filogenia de los cloroplastos de Cucurbita: evolución de las especies domesticadas y silvestres. *Revista de Sistemática y Evolución*, 51 (3), 326-334.