

# UNEMI

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

REPÚBLICA DEL ECUADOR  
UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

INFORME DE INVESTIGACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

MAESTRÍA EN BIOTECNOLOGÍA

TEMA:

TENDENCIA DEL USO DE LIRIO DE AGUA (ZANTEDESCHIA SPP.) PARA  
BIOCONTROL.

AUTOR:

FERNANDO DANIEL PÉREZ AMAIQUEMA.

DIRECTOR:

MGTI. CÉSAR ANÍBAL BARZOLA GAIBOR.

Milagro, 2024

Ecuador

## Derechos de autor

Sr. Dr.

**Fabricio Guevara Viejó**

Rector de la Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Yo, **Fernando Daniel Pérez Amaiquema** en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de este informe de investigación, mediante el presente documento, libre y voluntariamente cedo los derechos de Autor de este proyecto de desarrollo, que fue realizada como requisito previo para la obtención de mi Grado, de Magister en Biotecnología, como aporte a la Línea de Investigación **gestión de la producción, de la calidad y de los procesos** de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este Proyecto de Investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 2 de abril del 2024



Firmado electrónicamente por:  
**FERNANDO DANIEL  
PEREZ AMAIQUEMA**

**Ing. Fernando Daniel Pérez Amaiquema**

**CI. 1207723881**

## Aprobación del director del Trabajo de Titulación

Yo, **César Aníbal barzola Gaibor** en mi calidad de director del trabajo de titulación, elaborado por **Fernando Daniel Pérez Amaiquema**, cuyo tema es **Tendencia del uso de lirio de agua (Zantedeschia Spp.) para biocontrol**, que aporta a la Línea de Investigación **gestión de la producción, de la calidad y de los procesos**, previo a la obtención del Grado Magister en biotecnología. Trabajo de titulación que consiste en una propuesta innovadora que contiene, como mínimo, una investigación exploratoria y diagnóstica, base conceptual, conclusiones y fuentes de consulta, considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo **APRUEBO**, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Informe de Investigación de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, 2 de abril del 2024



firmado electrónicamente por:  
**CESAR ANIBAL  
BARZOLA GAIBOR**

**MGTI. César Aníbal barzola Gaibor**

**CI. 0917926040**

## Aprobación del tribunal calificador



### VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO DIRECCIÓN DE POSGRADO CERTIFICACIÓN DE LA DEFENSA

El TRIBUNAL CALIFICADOR previo a la obtención del título de **MAGÍSTER EN BIOTECNOLOGÍA**, presentado por **ING. PEREZ AMAIQUEMA FERNANDO DANIEL**, otorga al presente proyecto de investigación denominado "TENDENCIAS EN BIOCONTROL A TRAVÉS DEL USO DE LIRIO DE AGUA - ZANTEDESCHIA AETHIOPICA", las siguientes calificaciones:

TRABAJO ESCRITO	58.33
SUSTENTACIÓN	37.83
PROMEDIO	96.17
EQUIVALENTE	Excelente



Firmado «Certificación» por:  
JUAN DIEGO  
VALENZUELA COBOS

Ph.D. VALENZUELA COBOS JUAN DIEGO  
PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL



Firmado «Certificación» por:  
VICTOR JAVIER  
CHICAIZA VINUEZA

Mgti. CHICAIZA VINUEZA VICTOR JAVIER  
VOCAL



Firmado «Certificación» por:  
ALEX EDWIN GUILLEN  
BONILLA

Ing. GUILLEN BONILLA ALEX EDWIN  
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

## DEDICATORIA

Este logro le dedico a mi hermano querido el Ing. Marcos Leonel Molina Olvide que fue una persona muy importante para mí, que gracias a él me supere en mi día a día, lo llevo en mi corazón y siempre está presente, aunque no este físicamente conmigo. Este gran paso en mi profesión es gracias a mi hermano que por el he pasado momentos complicados dándome fortaleza y aliente desde el cielo, este logro tiene su nombre y apellido porque lo llevo en mi corazón, el es mi gran ejemplo a seguir en toda mi vida.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi gran madre la Dra. Sonia Isabel Amaiquema Olvera que, con su amor, sacrificio y ayuda he logrado este enorme paso en mi profesión y en mi vida. Ella es mi ejemplo y mi guía, me ha enseñado que la dedicación y perseverancia es importante para cumplir los sueños y que gracias a ella he logrado obtener mi maestría, estoy agradecido por sus palabras, su paciencia y sobre todo que ha estado conmigo en el camino hacia la profesión, este logro es también tuyo porque no solo eres una gran madre sino también una increíble mujer. Muchas gracias madre por estar a mi lado, te amo.

## Resumen

El presente documento de investigación se realizó debido al interés en los procedimientos de control de plagas más sustentables, con el objetivo de analizar la tendencia del uso de lirio de agua *Zantedeschia* Spp. como agente de biocontrol abordando las estrategias con el medio ambiente para así afrontar las plagas en los cultivos por medio de la utilización de una metodología que incluye una investigación y análisis determinando la suficiencia del lirio de agua ante la necesidad de disminuir las plagas en el cultivo; además, tuvo una perspectiva mixta tanto cualitativa como cuantitativa, en la elaboración se usaron los siguientes tipos de investigación, los que fueron investigación documental, bibliográfica y descriptiva. Los métodos que fueron aplicados son el método deductivo, la técnica usada fue la entrevista a agricultores que tiene incidencia con la tendencia de lirio de agua para biocontrol, esta se basó en el control y revisión de las plagas. En los resultados se dio a conocer que el uso de la misma esta en crecimiento a causa de lo eficiente que es para el control de malezas en el agua mejorando la calidad de ella de forma sustentable.

**Palabras Clave:** Biocontrol, cultivos, lirio de agua, plagas, *Zantedeschia* Spp.

## Abstract

The present research paper was conducted due to the interest in more sustainable pest control procedures, with the objective of analyzing the trend of the use of water lily *Zantedeschia* Spp. as a biocontrol agent addressing the strategies with the environment in order to face the pests in the crops through the use of a methodology that includes a research and analysis determining the sufficiency of the water lily to reduce the pests in the crop; in addition, it had a mixed perspective both qualitative and quantitative, in the elaboration the following types of research were used, which were documentary, bibliographic and descriptive research. The methods that were applied were the deductive method, the technique used was the interview to farmers that have incidence with the trend of water lily for biocontrol, this was based on the control and review of pests. The results showed that its use is growing because of its efficiency in controlling weeds in water, improving water quality in a sustainable way.

**Key words:** Biocontrol, crops, water lily, pests, *Zantedeschia* Spp.

## Lista de Figuras

Ilustración 1 Lirio de agua: cuidados y significado .....	14
Ilustración 2 Lirio acuático: De planta invasora a biocombustible .....	19
Ilustración 3 ¡Aprendamos cómo se reproduce el lirio! .....	24
Ilustración 4 Calculadora de Muestras.....	32
Ilustración 5 Interfaz bibliometrix menú main información .....	34
Ilustración 6 Producción científica anual .....	34
Ilustración 7 Citación media por año .....	35
Ilustración 8 Producción de autores.....	36
Ilustración 9 Términos empleados en la investigación sobre el uso del Lirio de agua. .....	37
Ilustración 10 TreeMap.....	38
Ilustración 11 Frecuencia de palabras.....	38

## Índice / Sumario

Derechos de autor .....	i
Aprobación del director del Trabajo de Titulación.....	ii
Aprobación del tribunal calificador .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
Resumen.....	vi
Abstract .....	vii
Introducción .....	1
Capítulo I: El problema de la investigación .....	3
CAPÍTULO II: Marco teórico referencial .....	9
CAPÍTULO III: Diseño metodológico .....	28
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	28
3.1.1 Enfoque de la Investigación.....	28
3.1.2 Alcance de la Investigación .....	28
3.1.3 Limitaciones de la Investigación .....	29
3.2 La población y la muestra .....	29
3.2.1 Características de la población.....	30
3.2.2 Delimitación de la población.....	30
3.2.3 Tipo de muestra .....	31
3.2.4 Tamaño de la muestra .....	31
3.2.5 Proceso de la selección de muestra .....	31
3.3 Los métodos y las técnicas.....	32
3.4 Procesamiento estadístico de la información.....	33
CAPÍTULO IV: Análisis e interpretación de resultados .....	34
4.1 Análisis de los resultados .....	34
4.2 Análisis de los resultados .....	39
CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones.....	40
5.1 Conclusiones .....	40
5.2 Recomendaciones .....	40

## Introducción

La agricultura actualmente enfrenta desafíos al desarrollar procesos que son sustentables para controlar las plagas garantizando la protección alimenticia a largo plazo, ante esta necesidad aparece la tendencia del uso de lirio de agua (*Zantedeschia Spp.*) como un agente de biocontrol. La presente investigación plantea estudiar y analizar la eficiencia de esta técnica en la agricultura recalcando la importancia el potencial como una opción viable para el medio ambiente ante los métodos usuales del control de plagas.

Los métodos usuales para el control de plagas muchas veces implican la utilización excesiva de productos químicos, lo que genera impactos de forma negativa en la salud del suelo, calidad de los alimentos y la diversidad biológica; por tanto, el lirio de agua con sus propiedades biológicas, brinda un panorama positivo para ayudar de forma prudente y sostenible.

Mediante la siguiente pregunta de investigación se llevó a cabo la elaboración y desarrollo del trabajo: ¿En qué medición el lirio de agua llega a ser usado como un agente de biocontrol para controlar las plagas en los cultivos agrícolas? Esto da a comprender los resultados obtenidos y como se elaboraron los objetivos planteados.

Ante la necesidad de afrontar los problemas del medio ambiente en la agricultura se ha impulsado una búsqueda de diferentes métodos de control de plagas más sustentables, teniendo en cuenta que la tendencia del uso de lirio de agua ha captado la atención de la ciencia (Hashizume et al., 1985).

Es de importancia el lirio de agua por sus propiedades biológicas únicas que dan una opción favorable en el procedimiento de seguridad ante plagas en los cultivos, su rol potencial sirve como biocontrolador ante recientes perspectivas para igualar la eficiencia en la seguridad de los cultivos en la protección del medio ambiente. Al mismo tiempo que la atención se concentra en prácticas agrícolas sustentables, el lirio de agua surge como un elemento importante para los sistemas de la agricultura mas equilibrados y adecuados para la biodiversidad (Joubert & Truter, 1972).

Esta investigación se centra en el estudio de aplicaciones potenciales como estrategias sostenibles y efectivas para confrontar diversas plagas, ante esta necesidad se adopta enfoques adecuados para el cuidado de los cultivos impulsando prácticas agrícolas sustentables y que estén alineadas con la conservación de la misma.

Debido a la degradación ambiental y el cambio climático, es recomendable que se adopten diferentes prácticas asegurando la eficiencia y adaptación en la producción de los alimentos; por tanto, que el lirio de agua se use como un agente de biocontrol no solo origina nuevas perspectivas para que se protejan ante las plagas, sino que además subraya hacia donde va la salud del suelo y biodiversidad, esto lo convierte en un pilar fundamental de la estrategia (Hashizume et al., 1985).

En Ecuador se ha explorado este biocontrol como un procedimiento esencial para el control de ellas, lo que responde ante la creciente reflexión de porque es tan importante la utilización de estrategias agrícolas que sean sustentables para reducir la dependencia de los métodos generalmente usados que llegan a tener impactos negativos al medio ambiente (Melo et al., 1995).

Los resultados dados han dado un impacto seguro en algunos aspectos que van de la mano con la sostenibilidad ambiental y la agricultura; por tanto, esperó que los brindado en esta investigación contribuya al medio ambiente destacando la eficiencia del uso de lirio de agua (*Zantedeschia spp.*) como agente de biocontrol, esto impulsa a que la adopción de esta estrategia en el control de las plaga, genere un cambio de forma positiva con métodos muchos mejores (Chaves Das Neves & Pais, 1980).

El capítulo 1 detalla el planteamiento del problema, justificación de la importancia del estudio y además se describen los objetivos tanto general como específicos. El capítulo 2 brinda el marco conceptual, examinando los antecedentes de la investigación. En el capítulo 3 se detallan la metodología empleada. El capítulo 4 se especifica los resultados obtenidos de todo el documento con su análisis correspondiente. En el capítulo 5 se definen las conclusiones y recomendaciones; para culminar, en el anexo se muestra las tablas, figuras e información que se respaldan en los capítulos descritos.

# Capítulo I: El problema de la investigación

## 1.1 Planteamiento del problema

La agricultura tiene un rol importante en la protección alimentaria y económica, la utilización de métodos habituales en el control de las plagas ha causado un impacto negativo en los cultivos agrícolas, lo que ha proyectado retos importantes para lo sustentable a largo plazo; por tanto, existe una necesidad de investigar alternativas que ayuden al medio ambiente y que sean eficientes para controlar las plagas que lleguen afectar los cultivos. Ante esto, la tendencia del uso del lirio de agua (*Zantedeschia* spp.) como agente de biocontrol ha generado que se preste más atención porque la utilización del mismo ayudará la salud en el entorno agrícola.

El problema se ratifica debido a las consecuencias de efecto secundario que son perjudiciales en la utilización excesiva de productos químicos que son sintéticos y pesticidas en la agricultura habitual algunas veces el uso de ellas ha ayudado en el control de las plagas y otras han generado riesgos que dañan el medio ambiente y la salud de las personas como son: la pérdida de la diversidad biológica y la degeneración de la calidad del suelo. La prisa de averiguar alternativas sustentables que apoyen al entorno ambiental es de importancia para reducir o eliminar los impactos negativos que generan las prácticas agrícolas tradicionales.

A partir de la tendencia que nace del uso del lirio de agua, es importante que se planteen preguntas primordiales sobre su eficiencia, factibilidad y utilidad en diferentes entornos de la agronomía. ¿Cómo interacciona el lirio de agua sobre las plagas que son comunes en los cultivos? Y ¿En qué medida se adaptan en los diferentes ambientes del sector agrícola?, ¿Cuáles son los beneficios y limitantes para que sea implementados a una enorme escala?

Estas preguntas ayudan a constituir la base del proyecto de investigación en la problemática, que tiene como propósito no solo investigar la tendencia en la actualidad del uso del lirio de agua como agente de biocontrol, sino que además ayuda a brindar información que es valiosa para las prácticas agrícolas sustentables con el entorno de la agricultura sobre todo en los cultivos.

Se conoce que la agricultura reciente enfrenta desafíos relevantes sobre el control de plagas, lo que ha llevado a que se busquen estrategias más sustentables para el medio ambiente, ante ello es de conocimiento que surge una tendencia que promete debido al uso del lirio de agua, pero a pesar de ello se plantean preguntas sobre la eficiencia y factibilidad de la misma en el control de plagas en el sector agrícola.

Debido a los impactos negativos de los métodos usuales de la gestión y control de plagas ante el uso excesivo de productos químicos, se ha explorado alternativas que sean adecuadas y sustentables; por tanto, el lirio de agua es una alternativa óptima dada a su suficiencia potencial para que actúe como un agente de biocontrol; no obstante, a pesar de la gran atención que tiene esta tendencia, surgen incógnitas de como el lirio de agua se relaciona con las plagas agrícolas ante diversos entornos agronómicos. Además, la carencia en la transparencia sobre esta tendencia genera un problema de investigación donde se busca llenar que se implemente de forma exitosa el lirio de agua como estrategia en el control de plagas.

Otro punto a tomar en cuenta en el planteamiento del problema es la urgencia de evaluar que se adopte y se acepte la práctica del lirio de agua por el lado de los agricultores e intérpretes que sean claves en la cadena alimenticia. A pesar de que el uso de este sugiere beneficios que ayudan en lo sustentable reduciendo el impacto ambiental, siendo efectivo de gran medida para las prácticas agrícolas.

Esto añade un componente social al problema, lo que genera que si se usa de forma exitosa el lirio de agua como agente de biocontrol no solo significa consideraciones técnicas, sino que además preguntas con el conocimiento, percepción de los agricultores; por ende, la problemática de esta investigación no solo se centra en la eficiencia biológica del lirio de agua sino también su factibilidad y eficacia en los cultivos.

## **1.2 Delimitación del problema**

La presente investigación se centra en la tendencia del uso de lirio de agua para biocontrol especialmente en los sectores agrícolas de Ecuador; por tanto, la delimitación del problema ayuda analizar de forma precisa la factibilidad y utilidad de esta estrategia para los cultivos de manera particular, teniendo en cuenta los cambios climáticos como lo son: tipos de suelo y prácticas agrícolas.

Las especies específicas del lirio de agua son clasificadas bajo el género *Zantedeschia*; por tanto, se delimita la observación para evaluar de forma mas específica debido a su eficacia como biocontrolador y al excluir otras variedades se dirige un análisis potencial de estas especies que son particulares. Esto aborda primordialmente las plagas que son usuales al entender de forma detallada la suficiencia del lirio de agua para gestionar los problemas que se genera, brindando sugerencias adecuadas para el control integrado de plagas; a continuación, las variables que son consideradas importantes para el problema son:

- La eficiencia del lirio de Agua (*Zantedeschia* Spp.) determina la capacidad para disminuir las plagas en los cultivos.
- La suficiencia para ajustarse a diversos ambientes agrícolas ante factores como la versatilidad climática, características determinadas y tipos de suelo de los cultivos.
- Percepción y actitud que tienen los agricultores en la utilización del lirio de agua como biocontrolador. Esto explora el grado de aceptación, factores que inciden en la actitud de los agricultores y la disposición que tienen para adecuarse.
- Al evaluar el impacto económico que tiene la ejecución del lirio de agua como biocontrolador al explorar los costos que son asociados en su implementación con probables beneficios en la económica y cambios en la producción agrícola.

### **1.3 Formulación del problema**

Ante la progresiva tendencia en el uso del lirio de agua como agente de biocontrol, se evalúa de manera precisa en cómo influye para la disminución de plagas en los cultivos agrícolas; a su vez, se observa dicha autoridad ante la aceptación y percepción de los agricultores.

### **1.4 Preguntas de investigación**

La pregunta que se centra en el problema de la investigación es la siguiente:  
¿Cuál es el nivel de eficacia en la utilización del lirio de agua como agente de biocontrol en la disminución de plagas agrícolas en relación con otros métodos

usuales?

## 1.5 Determinación del tema

La determinación del tema investigativo se resalta al explorar el potencial que tiene el lirio de agua en el control de plagas al adaptarse a diversos entornos agrícolas agregando una capa adicional; por ende, la eficacia del biocontrolador llega a variar en responsabilidad de factores climáticos y tipos de suelo. La tendencia del uso de lirio de agua genera interrogantes sobre la aceptación de los agricultores y la población agrícola a nivel mundial, lo que es importante al entender estas prácticas prometedoras.

Esto no solo promete contribuir conocimientos importantes para el control sustentables de plagas, sino que además brinda la posibilidad de abrir puertas a probables avances en prácticas agronómicas con el medio ambiente, esta investigación ayuda a que se centre tanto en la eficiencia biológica como entender su factibilidad práctica en un enfoque holístico y sustentable en la agricultura.

La evaluación de la tendencia del uso de lirio de agua (*Zantedeschia* Spp.) como un agente de biocontrol, analiza de mejor manera la eficiencia del biocontrolador en la disminución en las localidades de plagas agrícolas, lo que considera como una viabilidad en diversos ambientes agronómicos. En la presente investigación no solo se busca entender la suficiencia biológica del lirio de agua para la gestión de plagas, sino que además examina su flexibilidad ante diferentes condiciones climáticas; por ejemplo, tipos de suelo y variaciones del clima.

Se destaca al dar énfasis en la aceptación y percepción de los agricultores en el uso del lirio de agua; además, la inclusión de factores en lo económico social, cultural y prácticas en la estimación de la tendencia de su implementación al agregar una capa de alcance importante, lo que destaca la relevancia de la aprobación en la ejecución de forma exitosa de las estrategias de biocontrol.

Esta investigación examina de manera crítica en como puede influir en la aceptación y percepción de los agricultores en la utilización del lirio de agua como biocontrolador al identificar diversos factores que lleguen afectar la adopción de esta estrategia teniendo en cuenta tanto aspectos técnicos como lo económico social y cultural. El objetivo a tener en cuenta es compensar una visión tanto de la eficiencia

del lirio de agua, sino que también resalté la factibilidad al poner en práctica en diferentes cultivos.

## **1.6 Objetivo general**

- Analizar la tendencia del uso de lirio de agua (*Zantedeschia Spp.*) para biocontrol.

## **1.7 Objetivos específicos**

- Determinar la eficiencia del uso de lirio de agua en la disminución de plagas.
- Examinar la flexibilidad del lirio de agua en diferentes entornos agronómicos.
- Evaluar lo sobresaliente y distribución geográfica del uso de lirio de agua para biocontrol en diversas regiones agrícolas.

## **1.8 Hipótesis**

Ante la creciente tendencia en el uso de lirio de agua (*Zantedeschia Spp.*) como agente de biocontrol impacta de forma positiva la eficiencia en la disminución de plagas agrícolas dando una aceptación de los agricultores.

## **1.9 Declaración de las variables**

La variable independiente es la tendencia del uso de lirio de agua (*Zantedeschia Spp.*) como agente de biocontrol se toma como estrategia para el control de plagas en los cultivos; por tanto, la variable dependiente es la eficiencia del lirio para la disminución de plagas en las plantaciones agrícolas. El cambio en la eficacia del lirio de agua precisa de la tendencia de su utilización como un agente biocontrolador.

## **1.10 Justificación**

Es de importancia ante la necesidad de buscar estrategias que sean sustentables con el medio ambiente para la gestión de plagas en los cultivos. Ante la presión de los entornos ambientales y la enorme preocupación por el uso de manera excesiva de pesticidas usuales, lo que impulsa a que haya una búsqueda de

alternativas que igualen la eficiencia en el manejo de plagas con el mantenimiento del ambiente.

La flexibilidad biológica del lirio de agua y su capacidad para gestionar las poblaciones de plagas proponen una reciente dirección que es prometedora en el control integrado de plagas; por tanto, se investiga al evaluar la eficiencia del lirio de agua como biocontrolador en diferentes entornos agronómicos. La versatilidad climática en los diversos tipos de suelo y características particulares de los cultivos describen desafíos que precisan un entendimiento detallado para respaldar la ejecución práctica del lirio de agua como táctica de control de plagas (Kritzinger et al., 1998).

Esto se alinea con el origen de la agricultura sustentable y control integrado de plagas, donde se explora la producción agrícola con la protección del medio ambiente, esta tendencia representa un camino primordial hacia la disminución de la dependencia de los pesticidas usuales; por tanto, disminuye la huella ambiental al promover estas prácticas de forma equilibrada.

La investigación realizada sobre la tendencia del uso de lirio de agua para biocontrol contribuye a la diversidad de estrategias como biocontrolador, lo que proporciona información vital para la toma de decisiones en el control de plagas a escala mundial. Esto llega a tener intervenciones amplias en la protección alimenticia y en la sustentabilidad a largo plazo de los sistemas agronómicos (Li et al., 1999).

### **1.11 Alcance y limitaciones**

El alcance de la investigación tiene como objetivo evaluar la eficiencia biológica del lirio de agua (*Zantedeschia Spp.*) para biocontrol en la disminución de plagas en los cultivos; además, esto va enfocado en diversos entornos agrícolas, teniendo en cuenta la adaptabilidad ante variaciones climáticas y tipos de suelo.

A pesar de que este estudio enfrenta limitaciones respecto a la geografía y variación climática debido a factores como son las fluctuaciones de temporada y las complicaciones en el medio ambiente. Es de importancia recalcar que esta investigación va a contribuir de forma significativa al conocimiento de diferentes prácticas agrícolas sustentables, llevando a cabo la conciencia de las limitaciones que llegan a tener.

## **CAPÍTULO II: Marco teórico referencial**

### **2.1 Antecedentes**

#### **2.1.1 Antecedentes históricos**

Desde sus inicios en Sudamérica, especialmente en zonas tropicales y subtropicales, el lirio de agua (*Zantedeschia Spp.*) ha seducido a las regiones de diferentes países por sus propiedades medicinales además de utilizarse en el ámbito de la agronomía como una solución para el control de plagas, ante el crecimiento de los impactos negativos que conllevan los pesticidas químicos usuales y la presión ambiental han generado que se considere enfoques más sustentables; por tanto, el lirio de agua entra en escena como una alternativa potencial eficiente.

La demanda de los alimentos ha aumentado; por ende, los científicos y agricultores han explorado diferentes métodos que sean ecológicos y eficaces para proteger los cultivos, las investigaciones recientes muestran que el lirio de agua tiene características únicas que lo convierten en un biocontrolador eficaz, la suficiencia de esta planta produce compuestos orgánicos con propiedades fungicidas e insecticidas que han sido impulsado para una agricultura sustentable, esto la hace una herramienta de biocontrol en su utilización y lo convierte en una planta primordialmente ornamental que ayuda en la gestión de plagas (González et al., 1999).

Los antecedentes históricos demuestran que el camino en torno a la aceptación de forma general del lirio de agua como biocontrolador ha sido marcada por retos; por ejemplo, los obstáculos como la inexistencia de entendimiento de sus mecanismos de acción, versatilidad en la respuesta de diversas especies de plagas y las adaptaciones requeridas para su ejecución a una enorme escala en la evolución de la tendencia del uso del lirio de agua; no obstante, estos retos han incentivado e innovado en busca de soluciones que quizás cambien primordialmente la forma en que se aborda la gestión de plagas en la agricultura.

Al paso del tiempo, el lirio de agua ha aumentado su presencia en diversas partes del mundo, empleando su capacidad para adaptarse a diferentes condiciones climáticas, en lo geográfico abarca diversos continentes, que incluye Europa, África, Asia y América del Norte, lo que demuestra que esta planta ornamental tiene un

crecimiento adecuado como agente de biocontrol en sistemas agrícolas.

Lo ideal para el cultivo del lirio de agua en condiciones climáticas deben tener suelos húmedos y climas agradables a cálidos, se adapta de forma exitosa a áreas con estaciones lluviosas y secas, lo que demuestra su adaptabilidad en diversos entornos geográficos. Esta suficiencia de adaptación ha ayudado al crecimiento de la tendencia de uso del lirio de agua para biocontrol porque se integra de forma eficiente en diferentes prácticas agrícolas en varias partes del mundo (Yao & Cohen, 2000).

## **2.2 Contenido teórico que fundamenta la investigación**

### **2.2.1 Lirio de Agua: Un Biocontrol Innovador en Agricultura**

El lirio de agua (*Zantedeschia Spp.*) surge como una forma renovadora en el ámbito de la agricultura al brindar un enfoque que ayuda en el control biológico de plagas; por tanto, esta investigación se centra en estudiar lo simple que es el lirio de agua como biocontrolador ante el uso de los métodos usuales en el control y gestión de plagas. Debido a su capacidad natural de la planta en generar compuestos fitoquímicos con propiedades fungicidas e insecticidas, esto la convierte como un socio ideal en la batalla contra las plagas que atacan a los cultivos agrícolas.

A causa de la presión ambiental y los requerimientos de prácticas agrícolas sustentables que van en aumento, la entrada del lirio de agua genera un avance enorme en el entorno agrícola. Esto no solo ayuda para combatir y controlar las plagas, sino que además es adaptable ante cualquier condición climática. Como biocontrolador muestra una enorme versatilidad de forma única, lo que ayuda en que se posicione como una herramienta potente y prometedora para afrontar los retos que se presentan en la agricultura (Cruz-Castillo et al., 2001).

No solo se limita en la eficiencia del control de plagas, sino que también plantea preguntas sobre la dependencia de pesticidas químicos, lo que abre nuevas prácticas que sean sustentables, esta tendencia propone un cambio ejemplar en la forma en que se abordan la gestión de plagas, ayudando a la agricultura a tener un enfoque mas equitativo con el medio ambiente con prácticas sustentables y sostenible (Buonaurio et al., 2002).

## 2.2.2 Generalidades

Ante la tendencia del uso de lirio de agua (*Zantedeschia* Spp.) para biocontrol tiene una visión innovadora en el control de plagas agrícolas, esta perspectiva se diferencia por la capacidad esencial de la planta al actuar como biocontrolador natural, brindando una solución a los métodos usuales que son basados en pesticidas químicos. A medida que pasa el tiempo la agricultura busca soluciones sustentables para el medio ambiente, el lirio de agua surge como una herramienta primordial debido a sus propiedades fitoquímicas contra diversas plagas.

El lirio de agua se ajusta con los principios del control integrado de plagas, buscando equilibrar la eficiencia en la gestión de las mismas con la preservación de los recursos naturales, esta tendencia se ha fortalecido a medida que la ejecución en el campo y la investigación muestran resultados que son prometedores en la disminución de plagas que son dañinos para los cultivos; asimismo, la flexibilidad del lirio de agua a diferentes entornos y condiciones climáticas recomiendan un potencial enorme a una enorme escala variada de las plantaciones.

La tendencia no solo se enfoca en la eficiencia biológica que tiene el lirio de agua, sino que además se tiene en cuenta las consideraciones sobre lo económico y social, tanto en la salud humana como en la biodiversidad. La exploración de diversas estrategias agrícolas que sean más sustentables tiene como importancia la comprensión y optimización de la utilización de la planta en el ámbito de la seguridad alimentaria y preservación del medio ambiente (Lesemann & Winter, 2002).

## 2.2.3 Descripción de la especie

El nombre científico del lirio de agua es *Zantedeschia* Spp., que es una planta que pertenece a la familia Araceae; por tanto, esta especie vegetal se califica por su diferencia en la apariencia ornamental, lo que ha contribuido en su fama tanto en el uso de la jardinería como en el ámbito de la agricultura. Las hojas de la planta son enormes, con la respectiva forma de flecha; a su vez, disponen en rosetas compactas que surgen de rizomas subterráneas, tiene variaciones en el color de las flores, lo que puede contener tonalidades desde el blanco, el rosa y el morado.

Esta planta muestra una morfología única, con detalles en sus espigas que son cubiertas mediante un espádice central que comprende estructuras

reproductivas; además, posee un sistema en las raíces robustas que les permite progresar en suelos húmedos y ambientes acuáticos. La planta también es conocida por su suficiencia para establecerse en cuerpos de agua y áreas que son pantanosas, demostrando una flexibilidad con excepción a diferentes hábitats (Seitz et al., 2003).

Desde la perspectiva biológica, el lirio de agua ha perfeccionado mecanismos de protección natural, desarrollando compuestos fitoquímicos como lo son los fenoles y alcaloides, estos compuestos no solo conceden propiedades que son ornamentales, sino que además han abordado preguntas de como esta planta ayuda en el control y gestión de plagas en el ámbito agrícola.

Se diferencia por su ciclo de vida permanente, lo que da a entender que florece y resiste durante varias temporadas, ayudando así en el beneficio en diversas aplicaciones agrícolas sustentables; además, su biología única con la estética del lirio de agua abre las puertas a que se indague a profundidad esta planta en la gestión y control integrada de plagas en la agricultura (Ji et al., 2004).

#### **2.2.4 Taxonomía y Morfología del *Zantedeschia* spp.:**

Reino: Plantae.

División: Magnoliophyta.

Clase: Liliopsida.

Orden: Alismatales.

Familia: Araceae.

Género: *Zantedeschia*.

Especie: Spp. (varias especies dentro del género).



*Ilustración 1 Lirio de agua: cuidados y significado.*  
**Fuente:** (Arriols, 2019).

## 2.2.5 Morfología de la Planta

La morfología del lirio de agua (*Zantedeschia Spp.*) es importante debido a su estructura diferenciada y porque es considerada como una planta ornamental, esta presenta una roseta de hojas enormes, surgiendo de rizomas subterráneas. Las hojas llegan a alcanzar longitudes que son significativas entre 30 a 90 cm, pero esto llega a variar dependiendo de la especie y condiciones de crecimiento.

Entre tantas de sus características más destacadas del lirio de agua es su racimo, ya que están compuestas por un espádice central que esta lo rodea una espata, teniendo una enorme gama de colores, que incluye amarillo, rosa, naranja, blanco y morado. La combinación de colores y la forma que tienen las flores atribuyen a la su estética, lo que la hace popular en la jardinería y decoración floral.

Esta planta tiene un sistema radicular que se encuentra desarrollado que le ayuda a prosperar en una gran diversidad de entornos, tanto en ambientes acuáticos que sean de poca profundidad como también en suelos húmedos. Los rizomas apoyan a que la planta absorba agua y nutrientes del suelo, aportando resistencia y capacidad para que se adapten en diferentes condiciones climáticas; por tanto, varía enormemente en las condiciones de crecimiento y dependiendo de la especie, alcanzando en algunas ocasiones alturas de hasta 120 cm, aunque otras llegan a ser más pequeñas (Ebrahim, 2004).

## 2.3 Requerimientos del Cultivo

### 2.3.1 Temperatura

Juega un rol importante en la tendencia del uso del lirio de agua para biocontrol por sus propiedades que brindan al adaptarse a diversos climas, aunque su óptimo crecimiento se ve afectado por las condiciones térmicas; por ende, la planta es eficaz en climas templados a cálidos, las temperaturas óptimas para un adecuado crecimiento suelen oscilar entre 15°C a 25°C y ante estas condiciones el lirio de agua tiene una gran capacidad para adaptarse, crecer y producir flores.

Es fundamental tanto ornamental como en el control y gestión biológica de plagas, ya que puede aguantar una enorme gama de temperaturas con la condición de que se cumplan ciertos límites; sin embargo, las temperaturas extremas tanto frías como calientes afectan de forma negativa el crecimiento y desarrollo, dañando

las hojas y las partes aéreas de la planta; además, el calor excesivo provoca decadencia y estrés hídrico.

En el uso como biocontrolador, la temperatura influye en la eficiencia y en la actividad de los compuestos fitoquímicos que son elaborados por el lirio de agua, estos compuestos son responsables en la suficiencia para controlar y gestionar plagas al ser más efectivos en ciertos rangos de temperatura (Chen et al., 2005).

### **2.3.2 Suelo**

El suelo es importante para el lirio de agua por su capacidad al adaptarse a una gran variedad de sustratos, lo que la hace una alternativa ideal para diferentes aplicaciones agrícolas, aunque esta planta prefiere suelos ricos en materia orgánica, que se encuentren bien drenados y con ligeros ácidos. La estructura porosa del suelo ayuda a que los rizomas del lirio de agua se desenvuelvan de forma adecuada y absorban los nutrientes requeridos para un crecimiento saludable; por tanto, un correcto drenaje es fundamental para prevenir la acumulación de agua en los alrededores de las raíces (Nabhan et al., 2012).

El PH del suelo es un factor primordial que se debe tener en consideración, el lirio de agua prospera en suelos ligeramente ácidos con un PH que está entre 5.5 y 6.5, este rango ideal ayuda a la disponibilidad de nutrientes importantes para la planta al mantener su vitalidad y salud. La calidad del suelo influye en el uso del lirio de agua para biocontrol en la producción de compuestos fitoquímicos que son responsables en las propiedades repelentes e insecticidas; por ende, un suelo rico en materia orgánica y microorganismos estimulan la síntesis de estos compuestos, prosperando la eficiencia del lirio de agua como un agente en el control biológico de plagas.

Es útil en la gestión de plagas sobre todo en campos de cultivos que se encuentren cercanos a fuentes de agua, la presencia del lirio de agua en estas zonas pueden actuar como una barrera natural para la protección contra insectos y algunos organismos que sean dañinos para el cultivo. El suelo tiene un rol crucial en el éxito como biocontrolador al usar esta planta en la agricultura; además, optimizar y comprender las condiciones del suelo es esencial para aumentar su aplicación, promoviendo prácticas agrícolas sustentables con el medio ambiente (Kubo et al., 2006).

### **2.3.3 Humedad, Altitud y Luz**

El lirio de agua progresa en condiciones de alta humedad y moderada, esta planta opta por suelos drenados de forma adecuada y que sean resistentes a lo húmedo; por tanto, es ideal en ambientes pantanosos. La alta humedad del suelo ayuda en el crecimiento óptimo de la planta, impulsando el desarrollo de raíces resistentes y además absorber de manera eficiente los nutrientes; asimismo, la humedad ambiental influye en la elaboración de compuestos fitoquímicos en el cultivo, ya que son los encargados de sus propiedades repelentes e insecticidas.

La altitud llega a afectar el desarrollo y crecimiento del lirio de agua, aunque se adaptó a una gran variedad de altitudes tanto bajas como medias; además, en áreas de altitud elevadas las temperaturas son frescas y las condiciones climáticas llegan a tener más variables, lo que perjudica directamente a la planta; no obstante, si existe un correcto manejo y selección de variedades resistentes, el lirio de agua se cultiva de forma exitosa en altitudes que sean altas.

El lirio de agua necesita de una adecuada exposición al sol o luz para un correcto crecimiento de la planta. La luz solar directa provoca la fotosíntesis al promover el desarrollo de flores para que sean vibrantes y saludables; a pesar de ello, puede aguantar cierta cantidad de sombra de forma parcial, específicamente en climas cálidos, en el que la luz intensa provoque estrés térmico. La estabilidad entre luz y sombra es importante para aumentar el rendimiento del lirio de agua, ya sea como planta ornamental o en un potencial uso en el control y gestión biológico de plagas en el ámbito agrícola (Lin et al., 2006).

## **2.4 Cuidados del Cultivo**

### **2.4.1 Riego**

El riego tiene un rol importante en la tendencia del uso del lirio de agua para biocontrol en la agricultura, lo que hace que esta planta tenga requerimientos especiales de agua para un adecuado crecimiento y una eficacia alta como agente de control biológico de plagas. Esta progresa eficientemente en suelos que se encuentren bien drenados, es fundamental que se proporcione un riego regular para que el sustrato se mantenga húmedo, específicamente en los periodos de crecimiento de floración; además, es esencial evitar el encharcamiento porque

produce que haya pudrición en las raíces y otros daños en la planta.

El procedimiento de riego varía según el ambiente de cultivo y las condiciones climáticas; por tanto, el riego por goteo o el superficial son alternativas comunes y eficaces para sostener una humedad uniforme en el suelo sin desperdiciar agua, el riego debe ser durante las horas más frescas del día tanto en la mañana o por la tarde, esto ayuda a disminuir la pérdida de agua por difuminación, además de reducir el estrés hídrico en la planta. Es fundamental que se monitoree de forma regular la humedad del suelo ajustando el régimen de riego cuando sea necesario.

En períodos de altas temperaturas o sequía, es probable que sea indispensable maximizar la cantidad o frecuencia de riego evitando el estrés hídrico del lirio de agua; por otro lado, ante condiciones de lluvia que sea abundante, es necesario que haya disminución o suspensión de manera temporal el riego para evitar el exceso de humedad en el suelo (Shi et al., 2007).

## **2.4.2 Fertilización**

La fertilización óptima es un punto a destacar en la tendencia del uso de lirio de agua para biocontrol en la agricultura, esto permite que la nutrición sea equitativa al influir en su desarrollo, crecimiento y capacidad para actuar como agente en la gestión de plagas. La planta responde de forma correcta a la fertilización con un enfoque en la integración de nutrientes fundamentales para el crecimiento fuerte y producción de compuestos fitoquímicos que ayuden en el control de plagas del cultivo, es recomendable que se utilicen fertilizantes orgánicos para evitar probables quemaduras de las raíces y así disminuir el impacto que tienen con el medio ambiente.

Si se aplica fertilizantes, se debe tener en cuenta un análisis del suelo para así determinar los requerimientos nutricionales específicos. Esto ayuda a identificar defectos en los nutrientes ajustando la fertilización en consecuencia; por ende, es recomendable un fertilizante que este balanceado con una proporción equitativa de macronutrientes como lo son: Nitrógeno (N), potasio (K) y fósforo (P); además, de sus micronutrientes que son: Hierro, manganeso y zinc. La fertilización se tiene que realizar en la temporada de crecimiento activa del lirio de agua, justamente en la temporada de primavera y verano.

Es fundamental que no se extralimite la fertilización debido a que si hay un exceso de nutrientes quizás sea perjudicial para la planta e incrementa el riesgo de contaminación del agua y suelo. Es recomendable que se sigan las instrucciones del fabricante y ejecutar aplicaciones de forma habitual para retener un suministro continuo de nutrientes sin saturar el suelo; a su vez, una fertilización correcta es importante para aumentar el potencial del lirio de agua en el rol de agente para el control biológico de plagas, proporcionando los nutrientes requeridos para así fomentar un crecimiento óptimo de la planta (Luzzatto et al., 2007).



*Ilustración 2 Lirio acuático: De planta invasora a biocombustible.  
Fuente: (CONACYT, 2017).*

### 2.4.3 Manejo Sanitario

El manejo sanitario juega un rol importante en la capacidad que tiene el lirio de agua para que actúe como un agente en la gestión biológica de plagas; a continuación, se detalla puntos relevantes a destacar:

**Prevención de Enfermedades:** Se debe implementar prácticas de previsión para disminuir el riesgo de enfermedades en el lirio de agua, esto abarca diferentes variedades que sean resistentes a enfermedades; por ejemplo, el mantenimiento de una correcta higiene en la zona del cultivo y la rotación de la misma, eliminando de forma regular los restos de plantas enfermas y evitando la acumulación.

**Control de Plagas:** A pesar de que el lirio de agua se utilice como biocontrolador de plagas, es esencial que se monitoree de manera regular si hay presencia de insectos y otros organismos que puedan afectar al cultivo. Se pueden aplicar métodos de control y gestión de plagas, como la utilización de trampas y la aplicación en la selección de pesticidas orgánicas si llegase a ser necesario (Fernandes et al., 2012).

**Manejo del Riego:** Previene enfermedades que se encuentren relacionadas en el exceso de humedad, como el pudrimiento de las raíces. Se debe impedir el encharcamiento del suelo para así retener una humedad uniforme para fomentar un crecimiento adecuado del lirio de agua.

**Podas y Eliminación de Partes Enfermas:** Esto ayuda a eliminar partes de la planta que estén perjudicadas por plagas y enfermedades, disminuyendo la reproducción de patógenos; por tanto, es fundamental limpiar las herramientas de poda entre cada corte para impedir la contaminación.

**Uso Responsable de Fertilizantes:** Fortalece la resistencia del lirio de agua ante enfermedades, mejorando la capacidad para afrontar plagas, un exceso de fertilización aumenta el riesgo de padecimientos y afectan la salud de manera general de la planta, es importante que se evite el exceso de nutrientes (Wang et al., 2007).

#### **2.4.4 Labores Culturales**

Contiene una serie de actividades, desde la preparación del suelo hasta el uso de la planta en el campo, la elaboración del terreno se encuadra en la eliminación de malezas y la correcta nivelación del suelo, esto crea un ambiente adecuado para el crecimiento del lirio de agua. Durante el proceso de crecimiento, es esencial que se lleven a cabo labores de cuidado de forma regular; por ejemplo, fertilización balanceada, riegos precisos, monitoreo constante de enfermedades y plagas. Esto garantiza que haya un desarrollo correcto de la planta, aumentando su potencial como agente de control biológico.

En la fase de crecimiento y desarrollo, se produce de la cosecha de las flores, el cual se deben tener en cuenta prácticas óptimas para reducir el daño a la planta, garantizando la calidad del producto final; por tanto, el manejo postcosecha involucra el procedimiento correcto de las flores y la eliminación responsable de los residuos vegetales, lo que apoya a que se prevenga la propagación de enfermedades en el campo, promoviendo la sustentabilidad del cultivo (Huang et al., 2007).

#### **2.4.5 Cosecha y Postcosecha**

Son fases relevantes en el uso de lirio de agua para biocontrol de plagas en la agricultura, donde requiere cuidados especiales para así garantizar la eficiencia del

procedimiento y la calidad del producto final. La cosecha debe efectuarse en el momento correcto, especialmente cuando las flores se encuentren en plena madurez. Esto protege a que las flores mantengan la vitalidad y frescura tanto en el transporte como en el comercio. Una vez sean cosechadas, las flores tienen que ser manipuladas cuidadosamente para impedir daños físicos que comprometan la calidad.

En la postcosecha, es de relevancia que se mantengan las flores en condiciones adecuada de humedad y temperatura para extender la durabilidad y frescura, las flores del lirio de agua tienen que mantenerse a temperaturas frescas, entre 10 a 15°C, en un ambiente con gran humedad para prever la deshidratación. Se debe evitar la exposición directa al sol y corrientes de aire porque esto acelera la senescencia de las flores; por ende, para aumentar la calidad y la vida útil de las flores, se tiene que aplicar tratamientos postcosecha como lo es el corte de los extremos de los tallos (Almeida et al., 2007).

## **2.5 Propagación**

### **2.5.1 Siembra de semilla**

La siembra de semilla del lirio de agua es lo primero a tener en cuenta, debido al procedimiento de usar la planta para biocontrol en la agricultura, se describen pasos y consideraciones relevantes para llevar a cabo el proceso de forma adecuada:

**Selección de Semillas:** Deben ser de alta calidad para que tengan resistencia y capacidad en la gestión de plagas; por tanto, las semillas a optar deben ser confiables y frescas, asegurando de que no hayan sido sometidos a tratamientos químicos que afecten su factibilidad.

**Preparación del Suelo:** Se debe preparar de manera adecuada el suelo, incluyendo la eliminación de malezas, mejora de la estructura del suelo añadiendo materia orgánica si es requerida y nivelar el terreno del suelo, tiene que estar correctamente drenado para ayudar en el desarrollo de las semillas.

**Época de Siembra:** Se realiza cuando las temperaturas son cálidas y se tiene suficiente humedad en el suelo, promoviendo el crecimiento y germinación de las plantas, para ello se debe tener en cuenta las sugerencias para disponer el

momento adecuado de siembra en función de las condiciones del suelo y del clima  
(El Mokni & El Aouni, 2012).

**Preparación de las Semillas:** Antes de sembrar, la preparación de las semillas del lirio de agua se beneficia de un tratamiento para ayudar en su tasa de germinación, lo que implica remojar las semillas en agua durante varios días o horas para así suavizar la cubierta de la semilla e impulsar el procedimiento de germinación.

**Siembra y Espaciado:** Se deben sembrar de forma directa en el suelo a una profundidad con un aproximado de 1 a 2 cm, es recomendable que se deje un espacio óptimo entre las semillas para que haya un crecimiento adecuado de las plantas, facilitando las labores de mantenimiento, como la fertilización y el deshierbe.

**Cuidados Posteriores:** Cuando ya estén sembradas, las semillas del lirio de agua deben tener cuidados de manera regular, lo que incluye un riego óptimo para sustentar el suelo húmedo, pero que no esté saturado; por tanto, controlar el crecimiento de las plantas con una adecuada protección ante probables daños por enfermedades y plagas por medio de prácticas en la gestión integrada de plagas (Gliožeris & Tamosiunas, 2008).

## 2.5.2 División de Tubérculos

Es un método que se usa de forma común para propagar el lirio de agua y en el uso para biocontrol en la agricultura; a continuación, se describe las consideraciones a tener en cuenta y son los siguientes:

**Selección de Tubérculos:** Deben ser tubérculos firmes y grandes, que estén libres de años, signos de deterioro y enfermedades; por tanto, se deben elegir los que tengan yemas y brotes visibles porque estos muestran un gran potencial para el crecimiento.

**Época de División:** Se realiza durante la temporada de reposo de la planta, antes de que empiece un nuevo ciclo de crecimiento, el lirio de agua permanece inactiva y es más sencillo de manipular los tubérculos sin hacerles daño.

**Preparación de los Tubérculos:** Ante esto, es relevante que se limpien y desinfecten para disminuir el riesgo de propagación de enfermedades, dando como resultado que se puedan sumergir durante unos minutos para luego secarlos de manera completa al aire antes de que se proceda con división (Wei et al., 2012).

**División:** Se utiliza un cuchillo esterilizado y afilado, dividiendo los tubérculos en secciones mas pequeñas, lo que asegura que cada sección tenga al menos un brote y una yema factible. Es fundamental que se corte de forma limpia, evitando daños en los tejidos y facilitando la cicatrización de las heridas.

**Plantación:** Una vez se haya dividido, los tubérculos se plantan de manera directa en el suelo preparado, al colocarlos a una profundidad aproximada de 5 a 10 cm, dejando suficiente espacio entre ellos para un correcto crecimiento; por tanto, se sugiere regar ligeramente después de la plantación para asegurar el suelo en torno de los tubérculos.

**Cuidados Posteriores:** Se tiene que brindar cuidado de manera regular, esto incluye riego óptimo para mantener el suelo húmedo para proteger los tubérculos de probables daños por exceso de humedad o sequía, ante esto se debe monitorear el crecimiento de las nuevas planta, protegiéndolas de plagas y enfermedades por medio de prácticas en la gestión integrada de plagas (Kee et al., 2008).



*Ilustración 3 ¡Aprendamos cómo se reproduce el lirio!*  
**Fuente:** (Smith, 2019).

### 2.5.3 Zonas Productoras

Las zonas productoras tienen que tener un clima adecuado para la plantación del lirio de agua, esta planta opta por temperaturas que sean cálidas y sensibles a las heladas, estos climas templados y subtropicales son muy favorables; por tanto, se debe evitar zonas con climas extremas, como las temperaturas calientes o frías porque afectan de forma negativa el desarrollo y crecimiento de la planta.

El suelo en las zonas productoras debe ser bien drenado que sea muy rico en

materia orgánica, garantizando un crecimiento idóneo del lirio de agua, los suelos deben tener textura arcillosa a media y que puedan retener la humedad, permitiendo un correcto drenaje para así evitar inconvenientes de encharcamiento; asimismo, se tiene que evitar suelos demasiados arenosos y compactados, que dificulte el crecimiento de las raíces al limitar la absorción de nutrientes (Veatch-Blohm & Morningstar, 2011).

El agua es un recurso importante para el cultivo del lirio de agua, las zonas productoras tienen que tener acceso a fuentes de agua eficaces para el riego, estas son zonas cercanas a ríos, sistemas de riego y embalses, garantizando suministro adecuado de agua en todo el ciclo de crecimiento de la planta.

Se debe tener en cuenta diversos factores ambientales como la altitud, clima, suelo, exposición al viento y disponibilidad de luz solar para el lirio de agua; además, las zonas productoras óptimas deben tener una altitud moderada, estando protegidas ante vientos fuertes al recibir una cantidad ideal de luz solar para ayudar al crecimiento y floración de la planta (Aumonde et al., 2014).

Se debe considerar que la infraestructura que se encuentre disponible en las zonas productoras, incluyendo carreteras, facilidad de almacenamiento, procesamiento y servicios de transporte; asimismo, es relevante que las zonas productoras sea de sencillo acceso para los agricultores, lo que ayuda en la gestión y mantenimiento del cultivo (Ribeire et al., 2008).

#### **2.5.4 Bioestimulantes**

Los ácidos húmicos y fúlvicos son compuestos orgánicos que mejoran la estructura del suelo, aumentando la capacidad de nutrientes y retención de agua, promoviendo el crecimiento radicular, la aplicación de ellos mejora la absorción de nutrientes por parte del lirio de agua, ayudando así el sistema inmunológico y resistencia a plagas y enfermedades (Mikiciński et al., 2010).

Los extractos de algas son ricos en aminoácidos, fitohormonas, minerales y vitaminas que ayudan a estimular el desarrollo y crecimiento de las plantas; por tanto, la aplicación de extractos de algas mejora la germinación de semillas, floración y el enraizamiento de esquejes del lirio de agua, lo que atribuye la salud y capacidad de actuar como biocontrolador (de Souza et al., 2010).

La inoculación del suelo con microorganismos beneficiosos como los hongos y bacterias mejoran la disponibilidad de nutrientes para el lirio de agua, promoviendo la competencia con organismos patógenos, la presencia de ello en el suelo fortalece el sistema inmunológico de la planta, reduciendo el riesgo de enfermedades que son causadas por enfermedades del suelo (Lazzereschi et al., 2011).

En los ácidos orgánicos, tenemos el ácido ascórbico, málico, cítrico que actúan como agentes quelantes, mejorando la disponibilidad de los nutrientes del suelo para el lirio de agua; por tanto, estos ácidos estimulan la absorción de hierro, magnesio, calcio, entre otros y esto ayuda al crecimiento y resistencia ante plagas y enfermedades (Rainbolt et al., 2013).

La aplicación de oligoelementos como el manganesos, zinc, cobre y boro corrige defectos nutricionales, fortaleciendo la resistencia del lirio de agua ante diversas plagas y enfermedades. Estos tienen un rol primordial en diferentes procedimientos fisiológicos de la planta, incluidos la formación de clorofila, síntesis de proteínas y regulación del metabolismo (Ngamau, 2008).

### **2.5.5 Fitohormonas**

Las auxinas denominado como el ácido indolacético AIA, son los encargados de la regulación del crecimiento celular, desarrollo de brotes y formación de raíces, promoviendo el enraizamiento de esquejes en la mejora de la disposición de nuevas plantas del lirio de agua, lo que maximiza la capacidad en el control de plagas, facilitando la propagación en el campo (Ribeiro et al., 2009).

Las citoquininas son esenciales para la regulación en el crecimiento y división celular, así como la promoción de la actividad fotosintética y formación de brotes, al aplica las citoquininas ayuda a estimular el crecimiento vegetativa del lirio de agua, aumentando su vigor; además, contribuye la capacidad de combatir plagas y enfermedades (Urru et al., 2010).

Las giberelinas son fitohormonas que permiten el alargamiento celular, floración y germinación de las semillas, al aplicarlas acelera el crecimiento y floración de la planta, aumentando la producción de las flores y la eficiencia para biocontrolador en el control biológico de plagas, mejorando la capacidad de atraer polinizadores (Whipker et al., 2011).

El etileno es una fitohormona que se encuentra incluida en la regulación del envejecimiento de las plantas, respuesta al estrés ambiental y maduración de los frutos. La aplicación gestionada del etileno promueve la senescencia de las flores del lirio de agua luego de la floración, lo que permite la recolección y manejo postcosecha, mejorando la calidad y durabilidad como producto final (Ni et al., 2010).

El ácido abscísico es una fitohormona que adecua la solución al estrés hídrico con el letargo de las yemas y semillas, al aplicar el ácido mencionado ayuda a mejorar la tolerancia del lirio de agua ante condiciones de estrés ambiental y sequía, lo que maximiza la capacidad de vivir y la eficiencia como agente de control de plagas ante ambientes agrícolas que sean desafiantes (Mirzaei et al., 2008).

### **2.5.6 Agrostemin**

Al hablar del Agrostemin, se describe como bioestimulantes para biocontrolador de plagas; por tanto, se deriva de extractos naturales de plantas y microorganismos que son beneficiosos, que se encuentran diseñados especialmente para potenciar las propiedades biológicas del lirio de agua, mejorando la eficiencia para un óptimo control de plagas (Seymour et al., 2009).

### **2.5.7 Bioenergía**

Esta brinda una serie de oportunidades para la formación de energía renovable, la fitorremediación de suelos contaminados y disminución de emisiones de gases de efecto en condiciones ambientales óptimas para ayudar el cultivo del lirio de agua. Esto aprovecha de forma sustentable los recursos energéticos, que es proporcionado por la planta, promoviendo prácticas agrícolas sostenibles y que atribuya la mitigación del cambio de las condiciones climáticas (Zurita et al., 2009).

### **2.5.8 Progibb**

El Progibb es una herramienta conveniente para potenciar las propiedades del lirio de agua en el ámbito de la agricultura, estimulando el crecimiento, fertilidad y floración de la planta, esta fitohormona mejora su eficiencia en la gestión y control integrado de plagas, al contribuir el manejo adecuado de los cultivos agrícolas (Ciampi P et al., 2009).

## **CAPÍTULO III: Diseño metodológico**

### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

El tipo de investigación será experimental, ya que se busca probar la efectividad del lirio de agua (*Zantedeschia spp.*) como agente de biocontrol en un entorno controlado.

El diseño de investigación será un diseño experimental pre-post con grupo de control. Se seleccionarán dos grupos de plantas afectadas por la plaga objetivo: uno tratado con lirio de agua y otro sin tratar (grupo de control). Se compararán los resultados antes y después de la intervención con el lirio de agua para determinar su eficacia como agente de biocontrol.

#### **3.1.1 Enfoque de la Investigación**

Se adoptará un enfoque cuantitativo no experimental. Esto implica la recopilación y análisis de datos numéricos para medir de manera objetiva y sistemática la relación entre el uso del lirio de agua y su eficacia como agente de biocontrol en diferentes contextos agrícolas.

De acuerdo a Sampieri (2018), este enfoque metodológico se centra en la medición y análisis de variables sin la aplicación directa de manipulaciones a las variables independientes. En lugar de realizar intervenciones deliberadas, se empleará un diseño descriptivo orientado a describir fenómenos o características en la población de agricultores o encargados de cultivos.

#### **3.1.2 Alcance de la Investigación**

Dado el objetivo de analizar la eficacia del lirio de agua como agente de biocontrol en diferentes contextos agrícolas, se establece un alcance correlacional para esta investigación.

La investigación correlacional - transeccional de acuerdo a McMillan (2019), permitirá examinar la asociación estadística entre el uso del lirio de agua y la reducción de plagas en los cultivos sin intervenir directamente en ellos. Se buscará analizar las hipótesis planteadas para determinar si existe alguna relación entre el uso del lirio de agua y la disminución de plagas en diferentes tipos de cultivos y condiciones agrícolas.

### 3.1.3 Limitaciones de la Investigación

A pesar de la rigurosidad en la selección del enfoque y alcance de la investigación, es importante reconocer algunas limitaciones inherentes a las decisiones metodológicas adoptadas:

1. **Generalización de los resultados:** Debido al enfoque cuantitativo no experimental y al alcance correlacional, los resultados obtenidos pueden no ser completamente generalizables a todos los contextos agrícolas.
2. **Posibles sesgos en la muestra:** Aunque se empleará un muestreo aleatorio para garantizar la representatividad de la muestra de agricultores o encargados de cultivos, es posible que ciertos sesgos no sean completamente eliminados. Por ejemplo, pueden existir diferencias en la disposición de los agricultores para participar en la investigación, lo que podría afectar la validez externa de los resultados.
3. **Limitaciones en la recopilación de datos:** Aunque se utilizarán técnicas como encuestas para recopilar datos numéricos, existe la posibilidad de que los agricultores no proporcionen información precisa o completa sobre su experiencia con el uso del lirio de agua. La falta de verificación directa de las prácticas agrícolas podría afectar la fiabilidad de los datos obtenidos.
4. **Falta de Control Experimental:** La ausencia de un diseño experimental limita la capacidad de establecer relaciones causales.
5. **Generalización de los Resultados:** Los resultados pueden no ser aplicables a todas las regiones o tipos de cultivos debido a la especificidad del estudio.

A pesar de estas limitaciones, se espera que la investigación proporcione información valiosa sobre la efectividad del lirio de agua como agente de biocontrol en diferentes contextos agrícolas, lo que contribuirá al conocimiento científico en el campo de la gestión de plagas y la agricultura sostenible.

### 3.2 La población y la muestra:

**Población:** En el contexto de esta investigación, la población se define como el universo de agricultores o encargados de cultivos que podrían estar utilizando o considerando utilizar el lirio de agua para el control de plagas. Se estima que esta

población consta de 500 agricultores en una región específica.

**Muestra:** Dada la extensión de la población y para asegurar la representatividad de la muestra, se seleccionará una muestra de 100 agricultores mediante encuestas de campo. Esta muestra se compone de la siguiente manera, considerando la diversidad en tamaño y características de los cultivos.

### 3.2.1 Características de la población

La población objetivo de esta investigación, compuesta por agricultores o encargados de cultivos, presenta diversas características que son relevantes para comprender su relación con el uso de lirio de agua como agente de biocontrol. Estas características incluyen:

1. **Experiencia en agricultura:** La población abarca agricultores con diferentes niveles de experiencia en el manejo de cultivos.
2. **Tipo de cultivos:** Los agricultores pueden estar involucrados en el cultivo de una variedad de productos agrícolas, como hortalizas, frutas, cereales, flores, entre otros.
3. **Tamaño de la explotación agrícola:** La población puede incluir agricultores con explotaciones agrícolas de diferentes tamaños, desde pequeñas parcelas familiares hasta grandes extensiones de tierra dedicadas a la agricultura comercial.
4. **Ubicación geográfica:** La ubicación geográfica puede influir en la prevalencia y gravedad de las plagas, así como en la idoneidad del lirio de agua como agente de control de plagas en esa área específica.
5. **Recursos disponibles:** Los agricultores pueden tener acceso a diferentes recursos, como mano de obra, capital y tecnología.

### 3.2.2 Delimitación de la población

A pesar de estas limitaciones, se espera que la investigación proporcione información valiosa sobre la efectividad del lirio de agua como agente de biocontrol en diferentes contextos agrícolas, lo que contribuirá al conocimiento científico en el campo de la gestión de plagas y la agricultura sostenible.

La población de estudio estará compuesta por los agricultores de cultivos en una región específica.

Personas de inclusión y exclusión	Tamaño de la población	Tamaño de la muestra
Agricultores de cultivos de hortalizas	200	30
Agricultores de cultivos de frutas	150	20
Agricultores de cultivos de cereales	100	25
Agricultores de cultivos de flores	50	25
Total	500	100

*Tabla 1 Población y Muestra.  
Elaborado por: Fernando Pérez.*

Se utilizará un muestreo aleatorio para seleccionar una muestra representativa de 100 Agricultores de cultivos.

### 3.2.3 Tipo de muestra

**Muestreo Aleatorio:** En el contexto de este proyecto, el muestreo aleatorio permitirá obtener una muestra diversa de agricultores con diferentes características, como experiencia en agricultura, tipo de cultivos, tamaño de la explotación agrícola y ubicación geográfica. Esto proporcionará una visión más completa y representativa del uso del lirio de agua como agente de biocontrol en diferentes contextos agrícolas, lo que facilitará la generalización de los resultados y la toma de decisiones informadas en el ámbito agrícola.

### 3.2.4 Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se determinará considerando el nivel de confianza y el margen de error aceptable para los resultados. Se deberá calcular con base en la población total y la variabilidad esperada en la respuesta al tratamiento con lirio de agua.

### 3.2.5 Proceso de la selección de muestra

- Se emplea un proceso de selección aleatoria mediante un listado completo de agricultores o encargados de cultivos, asignando números a cada uno de ellos.

- Este método asegura la imparcialidad en la selección. Además, proporciona una muestra representativa de la población de interés, lo que aumenta la validez externa de los resultados.

### Estadígrafos o Técnicas Estadísticas Empleadas para la Determinación de la Muestra:

- Se calculará el tamaño de la muestra utilizando un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, empleando fórmulas estadísticas para determinar el tamaño necesario.

Para calcular el tamaño de la muestra, se utilizó la herramienta en línea Calculadora de Muestra en la cual, se debe ingresar el margen de error, que en este caso fue de 5%. El nivel de confianza se seleccionó en 99%. Por último, se debe ingresar el valor exacto de la población. La herramienta mostrará el respectivo resultado.

**Calculadora de Muestras**

Margen de error: 10%  
 Nivel de confianza: 99%  
 Tamaño de Poblacion: 100  
 Calcular

**Margen: 5%**  
**Nivel de confianza: 99%**  
**Poblacion: 100**

**Tamaño de muestra: 87**

**Ecuación Estadística para Proporciones poblacionales**

n= Tamaño de la muestra  
 Z= Nivel de confianza deseado  
 p= Proporción de la población con la característica deseada (éxito)  
 q= Proporción de la población sin la característica deseada (fracaso)  
 e= Nivel de error dispuesto a cometer  
 N= Tamaño de la población

$$n = \frac{Z^2(p \cdot q)}{e^2 + \frac{Z^2(p \cdot q)}{N}}$$

*Ilustración 4 Calculadora de Muestras.  
 Elaborado por: Fernando Pérez.*

## 3.3 Los métodos y las técnicas

### Encuesta

Para esta investigación sobre la tendencia del uso de lirio de agua (*Zantedeschia spp.*) para biocontrol, se opta por utilizar una encuesta como herramienta principal de recolección de datos. El uso de la encuesta de campo permite obtener datos en tiempo real y en el contexto mismo en el que se desarrollan

las prácticas agrícolas.

Esto facilitará la captura de la diversidad de experiencias y percepciones de los agricultores, proporcionando una comprensión integral de cómo el uso del lirio de agua impacta en sus decisiones y acciones en el control de plagas. Además, esta técnica posibilitará la recolección de datos cuantitativos esenciales para realizar análisis estadísticos robustos y obtener conclusiones significativas sobre la efectividad del lirio de agua como agente de biocontrol en el ámbito agrícola.

### **3.4 Procesamiento estadístico de la información**

Se utilizará un enfoque cuantitativo para analizar los datos recopilados. Se empleará estadística descriptiva para resumir y presentar los resultados. El software RStudio se utilizará para realizar los análisis estadísticos necesarios, como pruebas de hipótesis y análisis de varianza, para evaluar la efectividad del lirio de agua como agente de biocontrol.

## CAPÍTULO IV: Análisis e interpretación de resultados

### 4.1 Análisis de los resultados

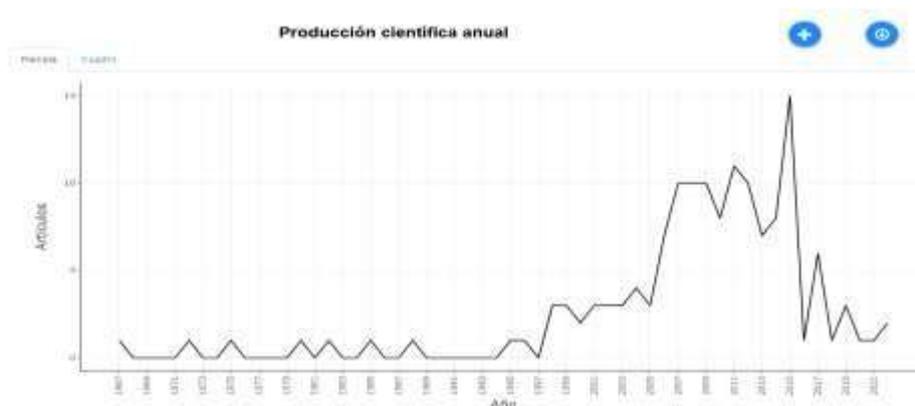


*Ilustración 5* Interfaz bibliometrix menú main información.  
**Elaborado por:** Fernando Pérez.

El paquete Bibliometrix ofrece una amplia gama de herramientas para realizar análisis bibliométricos completos, incluyendo:

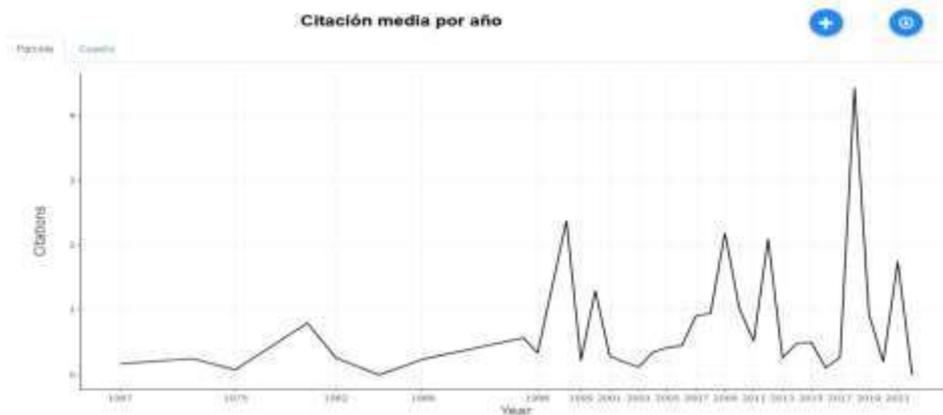
- Análisis de la producción científica
- Análisis de citas
- Análisis de temas
- Visualización de datos

Además, esta librería está diseñada para ser fácil de usar, incluso para usuarios sin experiencia en programación. La interfaz gráfica de usuario (GUI) facilita la selección de las opciones de análisis y la visualización de los resultados.



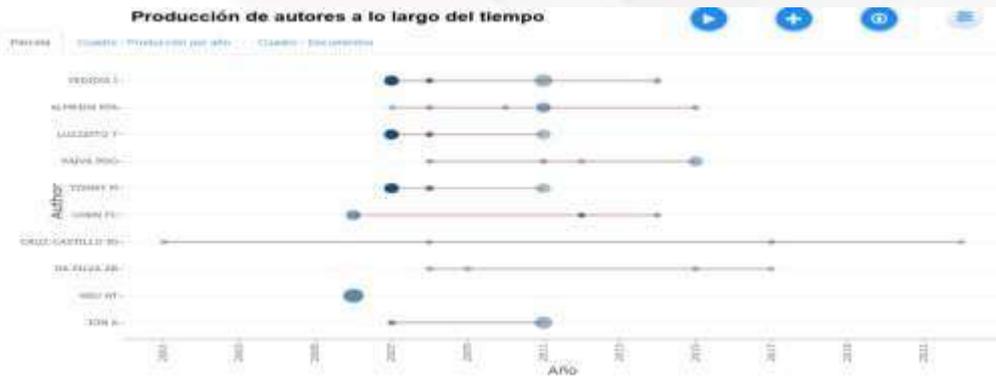
*Ilustración 6* Producción científica anual.  
**Elaborado por:** Fernando Pérez.

El gráfico muestra la evolución anual de la producción científica sobre el uso del lirio de agua (*Zantedeschia* spp.) para biocontrol desde 1970 hasta 2023. Se observa un crecimiento general en la producción científica, con algunos altibajos a lo largo del período. El creciente interés en el uso del lirio de agua para biocontrol se refleja en el aumento de la producción científica durante las últimas dos décadas. Este crecimiento indica que el lirio de agua está siendo reconocido como una alternativa viable y sostenible para el control de plagas.



*Ilustración 7 Citación media por año.*  
**Elaborado por:** Fernando Pérez.

El gráfico muestra la evolución anual de la citación media por año de la producción científica sobre el uso del lirio de agua (*Zantedeschia* spp.) para biocontrol desde 1967 hasta 2021. El aumento de la citación media indica que la investigación sobre el uso del lirio de agua para biocontrol es cada vez más influyente en la comunidad científica. El gráfico muestra una tendencia positiva en el impacto de la investigación sobre el uso del lirio de agua para biocontrol. El crecimiento sostenido indica que este tema es cada vez más relevante para la comunidad científica.



*Ilustración 8 Producción de autores.  
Elaborado por: Fernando Pérez.*

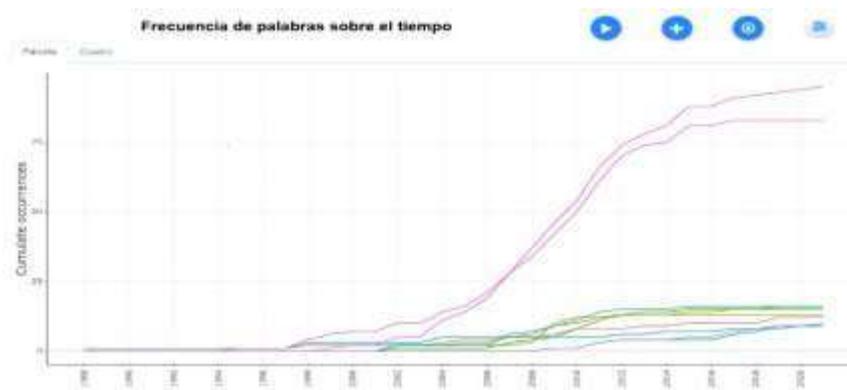
UNEMI





*Ilustración 10 TreeMap*  
**Elaborado por:** Fernando Pérez.

El gráfico de TreeMap muestra la distribución de las palabras clave utilizadas en los artículos sobre la tendencia del uso de lirio de agua (*Zantedeschia* spp.) para biocontrol. El tamaño de cada palabra clave es proporcional a su frecuencia en los artículos.



*Ilustración 11 Frecuencia de palabras.*  
**Elaborado por:** Fernando Pérez.

El gráfico muestra la frecuencia de palabras relacionadas con el uso de lirio de agua (*Zantedeschia* spp.) para biocontrol a lo largo del tiempo. El eje horizontal representa el año, mientras que el eje vertical representa la frecuencia de palabras.

Se pudo evidenciar algunas observaciones:

La frecuencia de palabras ha aumentado considerablemente desde 1988 hasta 2023, el mayor aumento en la frecuencia de palabras se produjo entre 2010 y 2023, este aumento puede estar relacionado con un mayor interés en el uso de lirio de agua para biocontrol.

Posibles razones del aumento en la frecuencia de palabras:

Mayor conocimiento de las propiedades biocontroladores del lirio de agua, aumento de la financiación para la investigación sobre el uso del lirio de agua para biocontrol y mayor número de publicaciones científicas sobre el tema, mayor interés en el uso de métodos de control de plagas sostenibles.

## 4.2 Análisis de los resultados

El análisis de los resultados obtenidos a través del paquete Bibliometrix en RStudio proporciona una visión integral sobre la evolución y el impacto de la investigación relacionada con el uso del lirio de agua (*Zantedeschia spp.*) para el biocontrol de plagas. El análisis de la producción científica anual revela un crecimiento general en la investigación sobre el uso del lirio de agua para biocontrol desde 1970 hasta 2023. Este aumento en la producción científica indica un reconocimiento cada vez mayor del lirio de agua como una alternativa viable y sostenible para el control de plagas agrícolas.

Asimismo, el análisis de la citación media por año refleja una tendencia positiva en el impacto de la investigación sobre el biocontrol con lirio de agua. El aumento en la citación media indica que esta investigación está ganando influencia dentro de la comunidad científica, lo que sugiere una mayor relevancia y reconocimiento de este enfoque en el control de plagas. El análisis de la producción de autores revela un crecimiento significativo en el número de investigadores que se dedican al estudio del biocontrol con lirio de agua, especialmente a partir del año 2000. Este crecimiento sugiere un interés sostenido por parte de la comunidad científica.

La nube de palabras y el gráfico de TreeMap proporcionan una visión de los términos más utilizados en la investigación sobre el uso del lirio de agua para biocontrol. Estos términos reflejan los temas y conceptos más relevantes en este campo, lo que puede ayudar a identificar áreas de enfoque y tendencias emergentes. Finalmente, el análisis de la frecuencia de palabras a lo largo del tiempo muestra un aumento considerable en la discusión y el estudio del uso. Este aumento puede atribuirse a factores, como, un aumento en la financiación para la investigación en este campo y un mayor interés en métodos de control de plagas sostenibles.

## **CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones**

### **5.1 Conclusiones**

El lirio de agua muestra una eficiencia importante en la disminución de plagas agrícolas, debido a la capacidad de la planta para actuar como un agente de control y gestión biológico por medio de la liberación de compuestos bioactivos que ayudan a la protección de los cultivos.

El lirio de agua se adapta a diferentes entornos agrícolas, concluyendo que esta planta demuestra adaptabilidad de forma notable al prosperar en diversas condiciones climáticas; además, los resultados obtenidos describen que el lirio de agua se adapta eficientemente a una gran variedad de suelos, prácticas de cultivo y climas, lo que propone su potencial como una alternativa factible en sistemas agrícolas.

La distribución geográfica de la utilización del lirio de agua para biocontrol en diferentes zonas agrícolas, promueve el uso como un método de gestión biológica, debido al aumento de la tendencia al adoptar esta planta como una herramienta para el correcto manejo integrado de plagas en diversos sistemas agrícolas y climas.

### **5.2 Recomendaciones**

Es recomendable que se considere el uso del lirio de agua como un enfoque integrado en el manejo de plagas en la agricultura, debido a su eficiencia mostrada al ser una herramienta importante para disminuir la dependencia de pesticidas químicos, promoviendo prácticas agrícolas que sean sustentables con el medio ambiente.

Se debe tener en cuenta que el lirio de agua es una herramienta importante en la agricultura, mejorando la biodiversidad al promover prácticas agrícolas sustentables, la capacidad que tiene al adaptarse a diversos ambientes brinda una oportunidad para la integración en estrategias de gestión de plagas para así conservar los suelos.

Se recomienda promover la investigación a nivel general, mejorando la comprensión de las limitaciones y beneficios de la utilización del lirio de agua en el control de plagas; por tanto, se sugiere que se consideren programas que ayuden al

uso de esta planta como una estrategia para la correcta protección de los cultivos.

## Bibliografía

- Almeida, E. F. A., Paiva, P. D. D. O., Lima, L. C. D. O., Resende, M. L., Tavares, T. S., Carneiro, D. N. M., Fonseca, J., & Paiva, R. (2007). 50 Conditioning solutions for post harvest conservation of calla lily in cold chamber [Soluções de condicionamento para conservação pós-colheita de inflorescências de copo-de-leite armazenadas em câmara fria]. *Ciencia Rural*, 37(5), 1442-1445. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782007000500035>
- Aumonde, T. Z., Pedó, T., Martinazzo, E. G., Borella, J., do Amarante, L., Villela, F. A., & de Moraes, D. M. (2014). 110 Action of Zantedeschia Aethiopica extracts in seed physiological quality, photosynthetic pigments and antioxidative metabolism of red rice seedlings [Ação de extratos de Zantedeschia aethiopica na qualidade fisiológica de sementes, pigmentos fotossintéticos e metabolismo antioxidativo de plântulas de arroz vermelho]. *Bioscience Journal*, 30(5), 1412-1420.
- Buonaurio, R., Caglioti, C., Pires, M. M., Moretti, C., & Innocenti, M. (2002). 21 Occurrence of a soft rot of calla (*Zantedeschia aethiopica*) caused by *Pectobacterium carotovorum* subsp. *Carotovorum* in central Italy. *Phytopathologia Mediterranea*, 41(2), 152-156.
- Chaves Das Neves, H. J., & Pais, M. S. S. (1980). 4 A new cytokinin from the fruits of zantedeschia aethiopica. *Tetrahedron Letters*, 21(45), 4387-4390. [https://doi.org/10.1016/S0040-4039\(00\)77865-8](https://doi.org/10.1016/S0040-4039(00)77865-8)
- Chen, Z., Pang, Y., Liu, X., Wang, X., Deng, Z., Sun, X., & Tang, K. (2005). 31 Molecular cloning and characterization of a novel mannose-binding lectin cDNA from *Zantedeschia aethiopica*. *Biocell*, 29(2), 187-193.
- Ciampi P, L., Nissen M, J., Venegas G, E., Fuentes P, R., Costa L, M., Schöbitz T, R., Alvarez D, E., & Alvarado A, P. (2009). 66 Identification of two species of *Fusarium* link that cause wilting of colored callas (*Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng.) cultivated under greenhouse conditions in Chile [Identificación de dos especies de *Fusarium* Link causantes de marchitez vascular en calas de colores (*Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng.) cultivadas bajo condiciones de invernadero en Chile]. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 69(4), 516-525. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392009000400006>
- Cruz-Castillo, J. G., Mendoza-Ramírez, J., & Torres-Lima, P. A. (2001). 19 Shade, fertilizers and a natural bioregulator to improve *Zantedeschia* growth in a Mexican tropical upland area. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 85(3-4), 135-142.

- de Souza, R. R., de Oliveira Paiva, P. D., de Carvalho, J. G., Almeida, E. F. A., & Barbosa, J. C. V. (2010). 77 Boron doses in the development of calla lily in nutrient solution [Doses de boro no desenvolvimento de copo-de-leite em solução nutritiva]. *Ciencia e Agrotecnologia*, 34(6), 1396-1403. <https://doi.org/10.1590/s1413-70542010000600006>
- Ebrahim, M. K. H. (2004). 29 Comparison, determination and optimizing the conditions required for rhizome and shoot formation, and flowering of in vitro cultured calla explants. *Scientia Horticulturae*, 101(3), 305-313. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2003.11.002>
- El Mokni, R., & El Aouni, M. H. (2012). 91 *Zantedeschia aethiopica* (Araceae) a new species naturalized in the Northwest of Tunisia. *Flora Mediterranea*, 22, 191-196. <https://doi.org/10.7320/FIMedit22.191>
- Fernandes, K. D., Paiva, P. D. O., de Carvalho, J. G., Resende, A. C., & de Figueiredo, M. A. (2012). 92 Multiple nitrogen and phosphorus deficiency in *Zantedeschia* [Deficiência múltipla de nitrogênio e fósforo em copo-de-leite]. *Ciencia e Agrotecnologia*, 36(6), 631-638. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542012000600005>
- Gliožeris, S., & Tamosiunas, A. (2008). 52 Rooting of micropropagated Calla Lily. *Propagation of Ornamental Plants*, 8(3), 164-166.
- González, A., Lozano, M., Casas, J. L., Bañón, S., Fernández, J. A., & Franco, J. A. (1999). 15 Influence of growth retardants on the growth and development of *Zantedeschia aethiopica*. *Acta Horticulturae*, 486, 333-337. <https://doi.org/10.17660/actahortic.1999.486.50>
- Hashizume, T., Hosoi, M., & Sugiyama, T. (1985). 6 Synthesis and Cytokinin Activity of  $\alpha$ -Anomeric N6-Benzyladenosine. *Agricultural and Biological Chemistry*, 49(1), 225-227. <https://doi.org/10.1271/bbb1961.49.225>
- Huang, C.-H., Hu, W.-C., Yang, T.-C., & Chang, Y.-C. (2007). 48 *Zantedeschia* mild mosaic virus, a new widespread virus in calla lily, detected by ELISA, dot-blot hybridization and IC-RT-PCR. *Plant Pathology*, 56(1), 183-189. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2006.01485.x>
- Ji, X., Zhang, Q., Liu, Y., & Sodmergen. (2004). 27 Presence of plastid and absence of mitochondrial DNA in male reproductive cells as evidence for cytoplasmic inheritance in *Turnera ulmifolia* and *Zantedeschia aethiopica*. *Protoplasma*, 224(3-4), 211-216. <https://doi.org/10.1007/s00709-004-0065-3>

- Joubert, J. J., & Truter, S. J. (1972). 2 A variety of *Xanthomonas campestris* pathogenic to *Zantedeschia aethiopica*. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 78(5), 212-217. <https://doi.org/10.1007/BF01977321>
- Kee, N. L. A., Mnonopi, N., Davids, H., Naudé, R. J., & Frost, C. L. (2008). 54 Antithrombotic/anticoagulant and anticancer activities of selected medicinal plants from South Africa. *African Journal of Biotechnology*, 7(3), 217-223.
- Kritzinger, E. M., Jansen Van Vuuren, R., Woodward, B., Rong, I. H., Spreeth, M. H., & Slabbert, M. M. (1998). 11 Elimination of external and internal contaminants in rhizomes of *Zantedeschia aethiopica* with commercial fungicides and antibiotics. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 52(1-2), 61-65. <https://doi.org/10.1023/a:1005937016338>
- Kubo, T., Inaba, K., & Mori, G. (2006). 37 Compatibility of interspecific hybridization in *Zantedeschia*. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 75(3), 273-275. <https://doi.org/10.2503/jjshs.75.273>
- Lazzereschi, S., Grassotti, A., Cacini, S., & Nesi, B. (2011). 80 *Zantedeschia aethiopica*: Effects of basal thermal treatments on flowering time, yield and flower quality. *Acta Horticulturae*, 893, 953-960. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2011.893.107>
- Lesemann, D.-E., & Winter, S. (2002). 23 Konjac mosaic virus, dasheen mosaic virus and unknown potyviruses infecting *Zantedeschia* spp. and other Cultivated Araceae. *Acta Horticulturae*, 568, 135-141. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.568.19>
- Li, R. H., Zettler, F. W., Hiebert, E., Purcifull, D. E., & Morales, F. J. (1999). 13 Differentiation of dasheen mosaic potyvirus isolates based on variability in the apparent size of the capsid protein in Western blots. *Journal of Phytopathology*, 147(6), 359-364. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0434.1999.00095.x>
- Lin, Y.-H., Chen, T.-C., Chung, M.-H., Yeh, S.-D., Hsu, H.-T., & Chen, C.-C. (2006). 40 Sequence analysis of S RNA of Calla lily chlorotic spot virus, a new tospovirus. *Acta Horticulturae*, 722, 103-110. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.722.13>
- Luzzatto, T., Yishay, M., Lipsky, A., Ion, A., Belausov, E., & Yedidia, I. (2007). 44 Efficient, long-lasting resistance against the soft rot bacterium *Pectobacterium carotovorum* in calla lily provided by the plant activator methyl jasmonate. *Plant Pathology*, 56(4), 692-701. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2007.01622.x>
- Melo, N., Tavares, R. M., Morais, F., Barroso, J. G., & Pais, M. S. S. (1995). 8 Lipid composition of thylakoid membranes from leaves and regreened spathes of

- Zantedeschia aethiopica. *Phytochemistry*, 40(5), 1367-1371.  
[https://doi.org/10.1016/0031-9422\(95\)00506-3](https://doi.org/10.1016/0031-9422(95)00506-3)
- Mikiciński, A., Sobiczewski, P., Sulikowska, M., Puławska, J., & Treder, J. (2010). 75 Pectolytic bacteria associated with soft rot of calla lily (*Zantedeschia* spp.) tubers. *Journal of Phytopathology*, 158(4), 201-209. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2009.01597.x>
- Mirzaei, S., Goltapeh, E. M., Shams-Bakhsh, M., & Safaie, N. (2008). 60 Identification of *Botrytis* spp. On plants grown in Iran. *Journal of Phytopathology*, 156(1), 21-28. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2007.01317.x>
- Nabhan, S., Wydra, K., Linde, M., & Debener, T. (2012). 95 The use of two complementary DNA assays, AFLP and MLSA, for epidemic and phylogenetic studies of pectolytic enterobacterial strains with focus on the heterogeneous species *Pectobacterium carotovorum*. *Plant Pathology*, 61(3), 498-508. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2011.02546.x>
- Ngamau, K. (2008). 58 Selection for early flowering, temperature and salt tolerance of *Zantedeschia aethiopica* «Green Goddess». *Acta Horticulturae*, 766, 155-162. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.766.19>
- Ni, L., Guo, L., Custers, J. B. M., & Zhang, L. (2010). 73 Characterization of calla lily soft rot caused by *Pectobacterium carotovorum* subsp. *Carotovorum* ZT0505: Bacterial growth and pectate lyase activity under different conditions. *Journal of Plant Pathology*, 92(2), 421-428.
- Rainbolt, C. M., Samtani, J. B., Fennimore, S. A., Gilbert, C. A., Subbarao, K. V., Gerik, J. S., Shrestha, A., & Hanson, B. D. (2013). 106 Steam as a preplant soil disinfestant tool in California cut-flower production. *HortTechnology*, 23(2), 207-214. <https://doi.org/10.21273/horttech.23.2.207>
- Ribeire, M. D. N. O., Pasqual, M., Da Silva, A. B., & Rodrigues, V. A. (2008). 56 Different salt concentrations of MS environment and sucrose on the in vitro multiplication of *Zantedeschia aethiopica* L. Spreng. (Calla lily) [Diferentes concentrações de sais do meio MS e de sacarose na multiplicação in vitro de *Zantedeschia aethiopica* L. Spreng. (Copo-de-leite)]. *Revista Ciencia Agronomica*, 39(1), 101-106.
- Ribeiro, M. N. O., Pasqual, M., da Silva, A. B., & Rodrigues, V. A. (2009). 68 Calla lily in vitro multiplication: Spectrum of light and sucrose [Multiplicação in vitro de copo-de-leite: Espectros de luz e sacarose]. *Ciencia Rural*, 39(8), 2388-2393.

<https://doi.org/10.1590/s0103-84782009005000187>

- Seitz, C., Oswald, N., Börstling, D., Forkmann, G., & Martens, S. (2003). 25 Being acyanic: An unavoidable fate for many white flowers? *Acta Horticulturae*, 612, 83-88. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.612.10>
- Seymour, R. S., Gibernau, M., & Pirintsos, S. A. (2009). 62 Thermogenesis of three species of arum from crete. *Plant, Cell and Environment*, 32(10), 1467-1476. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2009.02015.x>
- Shi, Y., Chen, J., Hong, X., Chen, J., & Adams, M. J. (2007). 42 A potyvirus P1 protein interacts with the Rieske Fe/S protein of its host. *Molecular Plant Pathology*, 8(6), 785-790. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2007.00426.x>
- Urru, I., Stökl, J., Linz, J., Krügel, T., Stensmyr, M. C., & Hansson, B. S. (2010). 71 Pollination strategies in Cretan Arum lilies. *Biological Journal of the Linnean Society*, 101(4), 991-1001. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2010.01537.x>
- Veatch-Blohm, M. E., & Morningstar, L. (2011). 89 Calla lily growth and development under saline irrigation. *HortScience*, 46(2), 222-227. <https://doi.org/10.21273/hortsci.46.2.222>
- Wang, S.-B., Ruan, X.-F., Hu, H., Wang, X.-R., & Fan, Z.-Q. (2007). 46 Growth test of different ornamental plants in the sewage urban riverway. *Zhongguo Huanjing Kexue/China Environmental Science*, 27(2), 204-207.
- Wei, Z.-Z., Luo, L.-B., Zhang, H.-L., Xiong, M., Wang, X., & Zhou, D. (2012). 90 Identification and characterization of 43 novel polymorphic EST-SSR markers for arum lily, *Zantedeschia aethiopica* (Araceae). *American Journal of Botany*, 99(12), e493-e497. <https://doi.org/10.3732/ajb.1200228>
- Whipker, B. E., McCall, I., & Buhler, W. (2011). 85 Control of *Zantedeschia aethiopica* growth with flurprimidol preplant tuber soaks and substrate drenches. *Acta Horticulturae*, 886, 397-400. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.886.55>
- Yao, J.-L., & Cohen, D. (2000). 17 Multiple gene control of plastome-genome incompatibility and plastid DNA inheritance in interspecific hybrids of *Zantedeschia*. *Theoretical and Applied Genetics*, 101(3), 400-406. <https://doi.org/10.1007/s001220051496>
- Zurita, F., De Anda, J., & Belmont, M. A. (2009). 64 Treatment of domestic wastewater and production of commercial flowers in vertical and horizontal subsurface-flow constructed wetlands. *Ecological Engineering*, 35(5), 861-869. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2008.12.026>

## Anexos

**Tema de investigación:** Tendencia del uso de lirio de agua (*Zantedeschia* Spp.) para biocontrol.

**Instrucciones:** Lee cada una de las preguntas o aseveraciones y marca Si o No de acuerdo a la experiencia personal.

1. ¿Ha utilizado alguna vez el lirio de agua como agente de biocontrol en sus cultivos?

SI

NO

2. ¿Considera usted que el lirio de agua es efectivo en el control de plagas en comparación con otros métodos?

SI

NO

3. ¿Cree usted que el uso del lirio de agua ha reducido la incidencia de plagas en sus cultivos?

SI

NO

4. ¿Ha experimentado alguna dificultad en la aplicación o manejo del lirio de agua en su explotación agrícola?

SI

NO

5. ¿Estaría dispuesto a aumentar el uso del lirio de agua como método de control de plagas en el futuro?

SI

NO

6. ¿Ha observado algún efecto negativo en la salud de sus cultivos después de aplicar el lirio de agua?

SI

NO

7. ¿Ha notado alguna mejora en la calidad de sus productos agrícolas después de utilizar el lirio de agua?

SI

NO

8. ¿Ha recibido información suficiente sobre las precauciones y dosis adecuadas al utilizar el lirio de agua en sus cultivos?

SI

NO

9. ¿Cree usted que el uso del lirio de agua ha contribuido a reducir el uso de pesticidas químicos en su explotación agrícola?

SI

NO

10. ¿Recomendaría usted el uso del lirio de agua como agente de biocontrol a otros agricultores en la misma región?

SI

NO

# UNEMI

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

*¡Evolución académica!*

@UNEMIEcuador

