



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico del Examen de Grado de carácter  
Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,  
como requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Efecto de los promotores de crecimiento en el cultivo de Maracuyá  
(*Passiflora edulis f. flavicarpa*) en Ecuador”

**AUTOR:**

Jorge Enrique Bustamante Loor.

**TUTOR:**

Ing. Agr. Xavier Gutiérrez Mora, MAE.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2022

## RESUMEN

El efecto de los promotores de crecimiento en el cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) en Ecuador, determinó que los promotores de crecimiento en plantas vivero de maracuyá incide sobre las características agronómicas para su trasplante al sitio definitivo en cada una de las variables: número de hojas, altura de la planta, diámetro del tallo y área foliar. El cultivo de maracuyá requiere de cantidades adecuadas aminoácidos, macro y micro nutrientes que deben estar en forma disponible para que las plantas se desarrollen y produzcan satisfactoriamente, dado que la planta los absorbe durante todo el año, cuando el suelo no logra satisfacer estas necesidades es necesario suplementar estos nutrientes en la época más adecuada, siendo los períodos de floración y formación de frutos en los cuales el consumo de nutrimentos es más intenso. El uso de las sustancias bioestimulantes y/o promotores de crecimiento generan efectos positivos sobre las variables número de hojas, longitud de la raíz y peso seco de la parte radical. Aplicaciones de *T. harzianum* como promotor de crecimiento fueron capaces de estimular el crecimiento tanto en la parte aérea como radical. En Ecuador, la maracuyá es una de las frutas con mayor proyección internacional, ya que en los últimos años la demanda ha incrementado con una tendencia a la alza y se ubica como el tercer mayor exportador de Sudamérica después de Brasil y Colombia. Se ha reportado que en los últimos años, el país ha exportado maracuyá tanto en fruta fresca, como en pulpa, jugo y concentrado.

Palabras claves: promotores de crecimiento, bacterias, maracuyá.

## SUMMARY

The effect of growth promoters in the cultivation of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) in Ecuador, determined that growth promoters in passion fruit nursery plants affect the agronomic characteristics for transplanting to the final site in each of the variables. : number of leaves, plant height, stem diameter and leaf area. The cultivation of passion fruit requires adequate amounts of amino acids, macro and micro nutrients that must be available for the plants to develop and produce satisfactorily, since the plant absorbs them throughout the year, when the soil fails to meet these needs it is It is necessary to supplement these nutrients at the most appropriate time, being the periods of flowering and fruit formation in which the consumption of nutrients is more intense. The use of biostimulant substances and/or growth promoters generate positive effects on the variables number of leaves, root length and dry weight of the root part. Applications of *T. harzianum* as a growth promoter were able to stimulate growth in both the aerial and root parts. In Ecuador, passion fruit is one of the fruits with the greatest international projection, since in recent years the demand has increased with an upward trend and it ranks as the third largest exporter in South America after Brazil and Colombia. It has been reported that in recent years, the country has exported passion fruit both in fresh fruit, as well as in pulp, juice and concentrate.

Keywords: growth promoters, bacteria, passion fruit.

## CONTENIDO

RESUMEN .....	ii
SUMMARY .....	iii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	3
MARCO METODOLÓGICO .....	3
1.1. Definición del tema caso de estudio .....	3
1.2. Planteamiento del problema .....	3
1.3. Justificación .....	4
1.4. Objetivo .....	5
1.5. Fundamentación teórica .....	5
1.5.1. Generalidades del cultivo de Maracuyá .....	5
1.5.2. Bacterias promotoras de crecimiento y su efecto en los cultivos .....	6
1.5.3. Promotores de crecimiento en el cultivo de maracuyá en Ecuador ....	16
1.6. Hipótesis .....	18
1.7. Metodología de la investigación .....	18
CAPÍTULO II .....	19
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
2.1. Desarrollo del caso .....	19
2.2. Situaciones detectadas (hallazgo) .....	19
2.3. Soluciones planteadas .....	20
2.4. Conclusiones .....	20
2.5. Recomendaciones .....	21
BIBLIOGRAFÍA .....	23

## INTRODUCCIÓN

El maracuyá (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa* Deg.) amarillo es la especie comercial más importante de este género, se originó en la región amazónica de Brasil, pero ha sido comercialmente cultivada en países como Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela, Hawaii, Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica y Kenia. Esta fruta es valorada no sólo por su sabor y aroma, sino además por su contenido nutricional debido a que es fuente de provitamina A, niacina, riboflavina y ácido ascórbico (Álvarez 2020).

El cultivo de maracuyá en Ecuador presenta una producción aproximada de 247.973 toneladas y una productividad media de 8,6 ton/ha. Su importancia económica y social se refleja en el gran uso de mano de obra en el manejo de los diferentes estados fenológicos del cultivo establecido predominantemente en pequeñas plantaciones con áreas promedios entre 1 a 2 ha por familia (INIAP 2014).

Se introdujo comercialmente en nuestro país en la década de los setenta. Aproximadamente existen 18.912 hectáreas sembradas en el litoral ecuatoriano, cuya producción es destinada mayormente (> 95 %) a las plantas extractoras de pulpa (Álvarez 2020).

La maracuyá, como todo cultivo, enfrenta problemas tecnológicos como susceptibilidad a enfermedades, deficiencia en el manejo de las plantaciones, lo que ha ocasionado una reducción en el margen de utilidad de los productores. Dada esta situación, es necesario que se promueva la generación de tecnología, con mayor productividad que las variedades tradicionales (INIAP 2014).

Es una de las prácticas más importantes del cultivo de maracuyá porque de ella depende la productividad, la calidad de los frutos, los costos de producción y la rentabilidad es la nutrición. El nivel de nutrientes en el suelo puede ser el origen de muchos desordenes fisiológicos de las plantas. Por ser

una planta que responde bien a la aplicación de fertilizantes, es necesario determinar productos, dosis y épocas de aplicación para las diferentes zonas productoras, tomando como base los resultados de los análisis de suelo o foliar y de los requerimientos fisiológicos del cultivo (INIAP 2014).

Dentro de la aparición de nuevas tecnologías para optimizar la implantación de los cultivos se encuentra el uso de los productos biológicos; es decir incorporar al sistema productivo organismos seleccionados por sus funciones en diversos procesos biológicos. Dentro de este grupo se pueden citar a los microorganismos promotores del crecimiento vegetal conocidos hoy como PGPM (Plant Growth-Promoting Microorganism). Estos se definen como microorganismos habitantes de la rizósfera que estimulan significativamente el crecimiento de las plantas. Los mecanismos por los cuales los PGPM ejercen efectos positivos sobre las plantas son numerosos (Puente 2017).

La presente investigación permitió estudiar el efecto de los promotores de crecimiento en el cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*).

# CAPÍTULO I

## MARCO METODOLÓGICO

### 1.1. Definición del tema caso de estudio

Efecto de los promotores de crecimiento en el cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) en Ecuador.

En los últimos años, se han establecido tácticas biológicas como alternativas para disminuir el uso de fertilizantes sintéticos, estas estrategias están basadas en el empleo de microorganismos que colonizan la rizosfera, participan en la captura de nutrientes y en la mineralización de la materia orgánica, promoviendo el crecimiento de las plantas e incrementando la disponibilidad y absorción de los nutrientes del suelo.

### 1.2. Planteamiento del problema

El uso indiscriminado de agroquímicos para aumentar la productividad de los cultivos, son prácticas no amigables con el ambiente. Como estrategia para desplazar el uso de químicos agrícolas, se presenta la bioinoculación de microorganismos promotores de crecimiento vegetal (González y Fuentes 2017).

El promedio de la producción nacional ( $6,43 \text{ t/h}^{-1}$ ) es bajo en comparación al rendimiento obtenido en otros países como Brasil ( $14,6 \text{ t/ha}^{-1}$ ) y Colombia ( $19,48 \text{ t/ha}^{-1}$ ). Este menor rendimiento se atribuye principalmente al ataque de enfermedades, como también a la deficiente fertilización, que no satisface las necesidades nutricionales, afectando la productividad del cultivo. La maracuyá amarilla es bastante exigente en la cantidad de agua y nutrientes principalmente nitrógeno, la deficiencia de este elemento influye en la calidad de fruta, reduciendo el número de frutos por planta, el porcentaje de semillas en el fruto, grados Brix y contenido de vitamina C en el jugo de la fruta, como también incrementa el grosor de la cáscara, por lo que una adecuada

fertilización a base de este mineral (N) mejora la productividad y calidad de la fruta (Álvarez 2020).

### **1.3. Justificación**

La maracuyá es una planta de crecimiento trepador, se cultiva en sistemas productivos en la mayoría de las zonas tropicales y subtropicales en países como Colombia, Perú, Venezuela, Brasil, Ecuador y Bolivia (Román 2016).

En nuestro país la maracuyá amarilla es cultivada en varias provincias del Litoral Ecuatoriano (Los Ríos, Manabí, Guayas, Esmeraldas), por lo general por pequeños y medianos agricultores, con una gran variación en los rendimientos, al no contar con tecnologías apropiadas o bien por el mal uso de prácticas agronómicas (Román 2016).

Los microorganismos promotores de crecimiento vegetal (PCV), son un grupo de diferentes especies que pueden incrementar el crecimiento y productividad en las plantas. Entre los organismos más conocidos, están las especies pertenecientes a los géneros *Rhizobium sp.*, *Pseudomonas sp.* M, y *Azospirillum*. Los microorganismos PCV, pueden clasificarse en dos grupos: microorganismos promotores de crecimiento en plantas, donde el mismo afecta a las plantas suprimiendo otros microorganismos.

Los mecanismos que estos tienen que ver con su propio metabolismo (solubilizando fosfatos, produciendo hormonas o fijando nitrógeno), los cuales afectan directamente el metabolismo de la planta (incrementando la toma de agua y minerales), mejorando el desarrollo radicular, incrementan la actividad enzimática de la planta o propician que otros microorganismos benéficos actúen de mejor manera sobre las plantas y Bacterias promotoras de crecimiento en plantas con capacidad de control biológico, las cuales promueven el crecimiento de la planta al suprimir los fitopatógenos. El grupo de microorganismos conocido como PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) fue definido como microorganismos que colonizan la raíz y

estimulan significativamente el crecimiento de plantas (González y Fuentes 2017).

Por lo expuesto se justifica la presente investigación, a fin de identificar el efecto de los promotores de crecimiento en el cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*).

## **1.4. Objetivo**

### **General**

Sintetizar el efecto de los promotores de crecimiento en el cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) en Ecuador.

### **Específicos**

- Recopilar información referente a efecto de los promotores de crecimiento.
- Establecer los beneficios de los promotores de crecimiento en el cultivo de maracuyá.

## **1.5. Fundamentación teórica**

### **1.5.1. Generalidades del cultivo de Maracuyá**

La maracuyá es una fruta tropical cultivada mundialmente por muchos países; se la aprovecha principalmente para jugos o como concentrado para otros usos. Posee excelentes posibilidades para su industrialización debido a los réditos económicos que se pueden conseguir, especialmente en el Ecuador por las condiciones climáticas favorables (Suárez y Tomalá 2016).

En Ecuador, el cultivo de maracuyá es importante, debido a que ocupa una vasta superficie sembrada, involucra alrededor de 1000 pequeños y medianos productores y ha permitido el desarrollo agroindustrial para

procesar y dar valor agregado al 95% de la producción nacional, lo que ha convertido a nuestro país en uno de los mayores productores de fruta y exportador de concentrado de maracuyá en el mundo (Valarezo *et al.* 2014).

Las condiciones agroecológicas que necesita el cultivo de maracuyá, el buen manejo de la plantación, realizando podas (sanitaria y de producción), fertilización adecuada, riegos y controles fitosanitarios, entre otras prácticas, ayudan a expresar el potencial productivo, teniendo una mayor producción durante todo el año (Suárez y Tomalá 2016).

### **1.5.2. Bacterias promotoras de crecimiento y su efecto en los cultivos**

Una adecuada fertilización del cultivo de maracuyá asegura una producción rentable a través de los años de vida útil de la plantación. La práctica de la fertilización consiste en cubrir, en términos económicos, la diferencia entre el requerimiento de nutrientes del cultivo y el contenido presente en el suelo, consideración de vital importancia para alcanzar mayor productividad en las diferentes líneas o variedades que se cultivan (Suárez y Tomalá 2016).

Fundación para la Innovación Agraria (2017) publica que:

La incidencia y severidad de enfermedades bacterianas en los cultivos de frutales ha aumentado considerablemente en las últimas temporadas, causando graves pérdidas en los cultivos afectados y un aumento importante de los costos involucrados en su prevención y control. Estas enfermedades son difíciles de controlar, aun aplicando medidas sanitarias preventivas para reducir su incidencia.

Desde el punto de vista de Sánchez *et al.* (2018).

En la actualidad los productores están interesados en la búsqueda de nuevos sistemas de producción que incrementen los rendimientos y generen productos de excelente calidad. Debido a ello han surgido

insumos agrícolas con base en microorganismos y otros materiales de origen orgánico, por ejemplo las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal y los sustratos a base de compost, como opciones que fortalecen el enfoque de la agricultura sustentable.

Rives *et al.* (2017) comenta que: “Las plantas constituyen excelentes hábitats microbianos. Las raíces se desarrollan en un medio cuya humedad es generalmente poco variable y las concentraciones de nutrientes son altas, por lo que constituyen un ambiente ideal para la acción microbiana”.

De acuerdo a Luna (2017):

La fertilidad de un suelo está basada en su capacidad para suministrar los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas; en ello juega un papel importante la comunidad microbiana que participa activamente en la captación de nutrientes y en la mineralización de la materia orgánica.

Fundación para la Innovación Agraria (2017) divulga que:

El biocontrol es uno de los principales componentes del manejo integrado de plagas y se define como la suma de acciones emprendidas para favorecer la acción de parásitos, depredadores y patógenos, en el control de un insecto plaga. Este tipo de control involucra una estrategia de manejo racional de insecticidas, donde el uso de productos biológicos constituye una parte importante de ésta. El combate biológico consiste en el manejo de poblaciones de la plaga utilizando a sus enemigos naturales; puede ser realizado en forma natural o inducida.

Regueira (2018) considera que:

El Control Biológico o Biocontrol, consiste en utilizar organismos naturales o sus productos metabólicos para provocar una reducción en la población de los parásitos y/o patógenos. Los antagonistas son aquellos agentes biológicos, hongos, bacterias, virus, que atacan a los patógenos, manteniendo de esta manera bajo control la población de los individuos “blanco” o “diana”. Además, se ha demostrado que las PGPB

son antagonistas de patógenos a través de la producción de sideróforos, síntesis de inhibidores del crecimiento y/o enzimas.

Rives *et al.* (2017) destacan que:

Los exudados radicales, formados por azúcares, mucigel, ácidos orgánicos y aminoácidos, pueden conformar hasta un 40 % de los fotosintatos de la planta, lo cual cambia la composición del suelo en la vecindad de la raíz, creando un medio selectivo para la existencia de grandes poblaciones microbianas heterótrofas, que establecen diferentes interacciones con la planta, tanto positivas (promotoras del crecimiento vegetal), negativas (patogénicas) como neutrales.

Rojas *et al.* (2017) determinan que:

Entre los microorganismos que se usan contra el ataque fúngico se encuentran las bacterias promotoras del crecimiento vegetal según sus siglas en inglés), las cuales aportan beneficios a las plantas y al ecosistema. Estos microorganismos tienen la capacidad de ejercer un efecto positivo sobre el crecimiento y la salud de las plantas, mediante diversos mecanismos que incluyen la producción de fitohormonas, la solubilización de fosfatos, la fijación de nitrógeno y el control biológico de patógenos.

Loredo (2016) estima que:

Cuando las bacterias se localizan en estructuras especializadas, como los nódulos en las leguminosas, se establece una simbiosis mutualista estricta. En contraste, cuando las rizobacterias aprovechan el microambiente favorable de la planta, sin formar estructuras de nodo sobre la raíz, se habla entonces de una simbiosis asociativa.

Rojas *et al.* (2017) explican que:

Una de las alternativas más utilizadas para enfrentar este ataque fúngico en los cultivos es el uso de biocontroladores obtenidos a partir de microorganismos, con el objetivo de disminuir el uso de agroquímicos debido a su impacto negativo sobre el medio ambiente, por lo que

contantemente se buscan nuevas cepas con estas potencialidades.

Según Rives *et al.* (2017):

Debido al impacto negativo sobre el medio ambiente y al alto precio en el mercado internacional que tienen los fertilizantes y pesticidas químicos, los agricultores del mundo entero, especialmente los de países subdesarrollados, se interesan cada día más por la biofertilización de los cultivos, con el fin de mejorar el rendimiento. En este sentido, las bacterias rizosféricas y endófitas sobresalen como una solución a los problemas ambientales causados por la agricultura intensiva tradicional.

Torriente (2017) expresa que:

Las bacterias promotoras de crecimiento favorecen a las plantas a través de diferentes mecanismos que se pueden resumir en: la fijación biológica del nitrógeno, síntesis de fitohormonas como las auxinas fundamentalmente el ácido indolacético AIA, promoción del crecimiento de la raíz y proliferación de pelos radicales, mejora de la absorción de agua y nutrientes, solubilizan los fosfatos di y tricálcicos y otros minerales, inhiben el crecimiento de microorganismos patógenos y producen sideróforos, que son los iniciadores de la resistencia sistémica inducida (ISR).

Loredo (2016) indica que:

Muchas bacterias asociativas son consideradas bacterias promotoras del crecimiento vegetal, debido a su capacidad para estimular directamente el crecimiento de las plantas, a través de diversos mecanismos, como el aporte de nitrógeno por el proceso de fijación biológica de nitrógeno atmosférico, producción de sustancias reguladoras del crecimiento, solubilización de minerales y nutrimentos, incremento en el volumen de la raíz, inducción de resistencia sistémica a patógenos, inhibición del crecimiento de organismos antagónicos e interacción sinérgica con otros microorganismos del suelo.

Benjumbeda (2017) informa que:

Los mecanismos de acción de las bacterias promotoras de crecimiento de las plantas son variados y se pueden clasificar, de manera general, en extracelulares que ocurren en el exterior de la rizosfera; en los espacios entre células del córtex de la raíz, o intracelulares. Según su acción se dividen principalmente en dos tipos: Directos e indirectos. La diferencia principal es que los mecanismos indirectos ocurren fuera de la planta, mientras que los directos ocurren dentro de ella y afectan directamente a su metabolismo a través de la modificación de la expresión de genes.

Para Torriente (2017):

Los mecanismos por los que las bacterias promotoras de crecimiento controlan los microorganismos patógenos son: la competencia por el nicho ecológico o sustrato, síntesis de compuestos químicos inhibitorios como los sideróforos, los antibióticos y las enzimas líticas destoxificadoras e inducción de resistencia en la planta.

Regueira (2018) menciona que:

Mecanismos directos: son aquellos en los que los metabolitos producidos por la bacteria son utilizados como reguladores de crecimiento o precursores de éstos por parte de la planta. Estos mecanismos incluyen la producción de compuestos volátiles y fitohormonas, alteraciones en la síntesis de etileno en la planta y mejoramiento en la nutrición de la planta (liberación de fosfatos y micronutrientes de fuentes insolubles; fijación de nitrógeno).

El mismo autor corrobora que mecanismos indirectos o de Biocontrol evitan el efecto dañino que los patógenos ocasionan en las plantas. Los efectos indirectos se verifican, por ejemplo, cuando las PGPB reducen la incidencia de las enfermedades al estimular la proliferación de organismos benéficos, inducen la resistencia sistémica de las plantas (ISR), producen antibióticos, compiten por nutrientes y/o espacio (Regueira 2018).

Sánchez *et al.* (2018) reportan que:

Las bacterias promotoras son capaces de estimular el crecimiento de las plantas a través de diferentes mecanismos:

- Fijación biológica de nitrógeno.
- Solubilización de fosfatos.
- Síntesis de fitohormonas, como las auxinas y principalmente el ácido indolacético (AIA).
- Inhibición del desarrollo de microorganismos fitopatógenos por la síntesis de antibióticos o sideróforos, destacan que las RPCV actúan como elicitores naturales mejorando el crecimiento y rendimiento de los cultivos vegetales.
- El empleo de insumos a base de RPCV, aplicados al suelo o a las plantas, podría ser una alternativa biotecnológica para la producción de cultivos agrícolas, reduciendo la aplicación de fertilizantes sintéticos y agroquímicos que deterioran el ambiente.

Torriente (2017) señala que:

Los estudios de las bacterias promotoras de crecimiento se han sistematizado y profundizado en el tiempo, y se han llegado a elaborar metodologías para su aplicación, que incluyen la caracterización rizosférica y endófitas, el aislamiento de bacterias, la clasificación de cepas, los estudios de interacción de microorganismos con la planta, la selección de cepas promisorias, preparación de inoculantes microbianos y, por último, determinación de la calidad y factibilidad económica en campo.

Luna (2017) sostiene que:

Numerosos reportes han descrito la asociación benéfica entre plantas y microorganismos en la que bacterias y hongos aplicados a la semilla, al suelo o a la planta, colonizan la raíz, la rizosfera o ambos, y promueven el crecimiento de las plantas e incrementan la absorción y disponibilidad de nutrientes del suelo. Estos microorganismos son conocidos como promotores del crecimiento vegetal y pueden ser empleados como

biofertilizantes en cultivos.

New Ag International (2016) publica que:

Además de los importantes avances que se vienen realizando en tecnologías de nuevos fertilizantes con patentes, que incluyen fertilizantes de liberación, lenta o controlada, inhibidores de procesos microbiológicos como la nitrificación o la transformación de la urea en amonio, existe otro gran grupo de nuevos compuestos englobado genéricamente como bioestimulantes o promotores de crecimiento, productos naturales o sintéticos.

Loredo (2016) enfatiza que:

Las bacterias de vida libre o asociativas que habitan la rizosfera pueden estimular el crecimiento de las gramíneas a través de mecanismos, como: síntesis de sustancias reguladoras del crecimiento vegetal, fijación de nitrógeno, solubilización de nutrientes, producción de sideróforos y control de fitopatógenos del suelo.

Los microorganismos más estudiados pertenecen a los géneros *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Klebsiella*, *Beijerinckia*, *Pseudomonas* y *Bacillus*; algunos de los cuales sobreviven en condiciones de estrés. La mayoría de los estudios sobre la interacción de estas bacterias con las plantas se ha realizado en condiciones de laboratorio e invernadero (Loredo 2016).

Desde el punto de vista de Sánchez *et al.* (2018).

Para incrementar los rendimientos de los cultivos, tanto en condiciones de campo abierto como en condiciones de agricultura protegida, es de vital importancia la obtención de plántulas sanas y vigorosas; en este sentido se ha propuesto el uso de RPCV entre las que se encuentran los géneros *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterim*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Serratia*, entre otros.

Rives *et al.* (2017) da a conocer que: “Los microorganismos promotores del crecimiento vegetal desempeñan un papel clave en la toma de nutrientes, la tolerancia a estrés ambiental y, en general, el mantenimiento de la salud radicular, favoreciendo así el aumento del rendimiento de los cultivos”.

Sánchez (2018) revela que:

El uso de bacterias promotoras de crecimiento, pueden ser una alternativa prometedora como biofertilizantes para los cultivos y la producción en la agricultura sostenible teniendo en cuenta que disminuiría el impacto sobre el medio ambiente al reducir el uso excesivo de fertilizantes de síntesis química.

Benjumeda (2017) sostiene que:

Dado el interés creciente en la reducción del uso de productos agroquímicos y también por la agricultura ecológica, las bacterias promotoras del crecimiento vegetal constituyen una alternativa al uso de fertilizantes y agroquímicos, y además pueden ampliar el espectro de suelos que se pueden utilizar para el cultivo, ya que disminuyen el estrés y aumentan la producción de las plantas cultivadas en suelos pobres, degradados o incluso contaminados.

Según Cano (2016):

Existen interrelaciones entre especies de microorganismos en los ecosistemas, tales como sinérgicas, antagónicas, de competencia física y bioquímica, moduladas por múltiples y complejos factores bióticos y abióticos. En la rizósfera, uno de los principales sitios donde se presentan microorganismos, específicamente funcionales, como fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fosfatos, promotores del crecimiento vegetal, biocontroladores y especies patogénicas, normalmente, compiten por espacio y por nutrientes.

“Las interrelaciones entre microorganismos inciden en la interacción suelo-planta-microorganismos-ambiente y repercuten, de forma directa, en el crecimiento y en el desarrollo de las especies vegetales” (Cano 2016).

Para Sánchez (2018):

De igual forma, se podrán reducir los costos de producción al requerirse la mitad de la dosis de fertilizante químico, que al ser suplementado con la fertilización bacteriana permite obtener los mismos resultados. Por tanto, la inoculación con estos microorganismos promotores de crecimiento vegetal representa una alternativa limpia y segura para asegurar la fertilización de los cultivos hortícolas sin incurrir en los costos ambientales y económicos de la fertilización química tradicional.

Tal como indica Regueira (2018):

Las bacterias que promueven el crecimiento de las plantas son conocidas como PGPB (Plant Growth Promoting Bacteria) y son utilizadas en la formulación de productos que se adicionan a los cultivos con el fin de obtener mayor productividad. La promoción del crecimiento de las plantas se produce a través de la producción de diversas sustancias y los mecanismos de acción pueden clasificarse como directos e indirectos.

Cano (2016) relatan que:

La multifuncionalidad de los microorganismos en los sistemas agrícolas, se expresa de acuerdo a una serie de factores bióticos, como la competencia con otros microorganismos, la composición biológica del suelo, el reconocimiento planta-microorganismo y viceversa. Igualmente, factores abióticos, como la climatología, las características físicas y químicas del suelo, que influyen directamente en el tipo de interacción de estos organismos y la expresión de los efectos benéficos, determinantes en el desarrollo de las especies vegetales.

Luna (2017) señala que:

Las bacterias promotoras del crecimiento vegetal tienen un gran potencial en la agricultura moderna, porque en la actualidad el cultivo de la mayoría de las hortalizas como tomate y pimiento requiere de la producción de plántulas vigorosas, factor importante para la producción del fruto.

Es difícil predecir el resultado de las interacciones entre plantas y microorganismos benéficos del suelo y, más aún, entre las especies de microorganismos; no obstante, las comunidades microbianas asociadas con el sistema de raíces, se considera que desempeñan un papel clave en el desarrollo de prácticas agrícolas sostenibles. La respuesta de las plantas a la inoculación depende de las compatibilidades funcionales en la fisiología y en la bioquímica, entre los componentes microbianos; dependiendo de la combinación de los microorganismos (Cano 2016).

Aguar (2016) indica que:

Su importancia para la planta radica en la variedad de interacciones ocurridas con los organismos presentes, muchas de estas funciones traen beneficios tanto para la planta como para el microorganismo involucrado. La actividad microbiana en la rizósfera, modifica constantemente las propiedades químicas del suelo, transformando los nutrientes en formas más asimilables para la planta y en otros casos, secreta sustancias que afectan el desarrollo vegetal.

Hernández *et al.* (2016) destacan que:

Los efectos directos de las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal son: la síntesis de fitohormonas, producción de sideróforos, solubilización de minerales y la fijación del nitrógeno atmosférico, entre otros. Entre los mecanismos de biocontrol mediados por rizobacterias ampliamente reconocidos se encuentran: La competencia por un nicho ecológico o sustrato, la síntesis de compuestos inhibitorios.

Gámez (2019) describen que:

Las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal, por sus siglas en inglés “Plant Growth Promoter Rhizobacteria”, son bacterias benéficas que tienen la capacidad de colonizar las raíces y estimular el crecimiento de la planta. La actividad de las promotoras del crecimiento vegetal se ha reportado para las cepas pertenecientes a los géneros *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus* y *Pseudomonas*.

La misma fuente acota que la promoción de crecimiento de plantas puede generarse a través de interacciones directa de los microbios benéficos y la planta huésped e indirectamente por medio de su actividad antagonista contra patógenos de la planta. Con base en estas benéficas interacciones planta-microorganismo, es posible desarrollar inoculantes microbianos para su utilización en biotecnología agrícola. En la actualidad hay evidencias de aumento del mercado de inoculantes en todo el mundo, con una tasa de crecimiento anual del 10 % (Gámez 2019)

De acuerdo a Hernández *et al.* (2016):

Las rizobacterias ofrecen una alternativa ecológica para controlar el ataque de patógenos y/o mejorar el rendimiento de los cultivos. Pueden promover el crecimiento por vías directas o indirectas; los efectos directos pueden evidenciarse en ausencia de otros microorganismos, es decir, la planta sólo interactúa con el microorganismo en estudio, mientras que los mecanismos indirectos se pueden observar en la interacción del microorganismo de interés con un fitopatógeno, mediante la cual se reducen los efectos dañinos en el vegetal.

Camelo *et al.* (2014) reportan que “La actividad de los microorganismos promotores de crecimiento vegetal en general se inicia con mecanismos de quimiotaxis que están relacionados con la presencia de flagelos, quimiorreceptores y sistemas de regulación codificados genéticamente”.

### **1.5.3. Promotores de crecimiento en el cultivo de maracuyá en Ecuador**

En Ecuador, el uso de microorganismos como bioestimulantes del crecimiento o biofertilizantes está tomando un importante impulso dentro del manejo agronómico de cultivos de exportación como el caso de la maracuyá. Ya que estos cultivos deben cumplir con determinados parámetros de calidad, exigido por los países compradores. El maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) es un cultivo no tradicional tropical promisorio para el país debido a que en los últimos años la demanda se

ha visto en continuo crecimiento (Romero 2021).

El cultivo de maracuyá constituye un rubro frutícola que ha experimentado un crecimiento acelerado del área de cultivada, por lo que se vuelve necesario el desarrollo de tecnologías que permitan obtener ventajas significativas y una producción cada vez más atractiva para la exportación. Al emplear este tipo de tecnologías que permiten obtener resultados significativos empleando mínimas cantidades de producto permitirá alcanzar una mayor rentabilidad al optimizar los recursos económicos invertidos en el cultivo (Rodríguez 2016).

En los últimos años, en Ecuador, se ha registrado una importante disminución de la producción debido a que los productores de maracuyá tienen un acceso limitado a plántulas de buena calidad para ser llevadas a campo definitivo, por lo que se han visto en la necesidad de desarrollar viveros en sus propias fincas. No obstante, carecen de conocimiento para el correcto manejo de semilleros y viveros. Sumado a un desconocimiento del uso de abonos orgánicos y bioestimulantes orgánicos como promotores de crecimiento (Sánchez 2019).

Peña *et al.* (2016) señalan que en los últimos años para procurar hacer más eficientes los sistemas productivos, distintas industrias agroquímicas han dispuesto en el mercado complejos nutritivos que contienen micronutrientes, aminoácidos, y extractos vegetales, denominados “promotores de crecimiento o bioestimulantes. En esas condiciones el área agroalimentaria ha pasado a jugar un papel fundamental en la economía indispensable para el bienestar del pueblo.

Estudios demuestran que las cepas de bacterias promotoras de crecimiento tienen la capacidad de producir metabolitos que inducen al crecimiento radicular que se demostró con una notable regeneración radicular de las plantas tratadas después de la inoculación del patógeno, evidenciándose al obtener mayores pesos y volúmenes radiculares (Rodríguez 2016).

## **1.6. Hipótesis**

Ho= Los promotores de crecimiento no causan efectos en el cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) en Ecuador.

Ha= Los promotores de crecimiento causan efectos en el cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) en Ecuador.

## **1.7. Metodología de la investigación**

Para el desarrollo de la presente investigación se recopiló información de textos, revistas, bibliotecas virtuales y artículos científicos que mejoren la redacción del documento.

La información obtenida fue parafraseada, resumida y analizada en función del efecto de los promotores de crecimiento en el cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*).

## **CAPÍTULO II**

### **RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. Desarrollo del caso**

El presente documento hizo referencia sobre el efecto de los promotores de crecimiento en el cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) en Ecuador.

Los productores siembran maracuyá como un cultivo alternativo a los tradicionales, entre ellos arroz, mango y limón; sin embargo, la productividad es afectada por la inexistencia de material adecuado de propagación, el complejo de enfermedades, manejo empírico de las densidades de siembra, aplicación inadecuada de prácticas culturales, falta de normas de calidad y precario manejo de la cosecha y post cosecha, deficiente tecnología e inadecuados paquetes tecnológicos en cuanto a fertilización y nutrición, que conllevan a la obtención de bajas producciones y problemas de rentabilidad .

#### **2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)**

El bajo rendimiento por unidad de superficie, es uno de los principales problemas debido al desconocimiento de la aplicación de promotores de crecimiento para el desarrollo y producción del cultivo de maracuyá.

El constante decrecimiento de la productividad se da porque los productores de maracuyá cuentan con un limitado acceso a plántulas de buena calidad para ser llevadas a campo definitivo, por lo que se han visto en la necesidad de desarrollar viveros en sus propias fincas. No obstante, carecen de conocimientos en cuanto al manejo de semilleros y viveros respecta. Sumado a un desconocimiento del uso de abonos orgánicos, bioestimulantes orgánicos y promotores de crecimiento.

El cultivo origina una alta demanda de agroquímicos para el control

fitosanitario, lo que a su vez se convierte en una gran limitante para la exportación, teniendo en cuenta que los parámetros de calidad como el control de agrotóxicos y los residuos que éstos productos generan y la disposición de la fruta para el consumo humano, establecidos por los diferentes compradores internacionales como; Países Bajos (Holanda), Estados Unidos, Canadá, Australia, Italia, e Israel son altamente exigentes en cuanto a calidad del producto y niveles fitosanitarios. Siendo Holanda el principal destino de las exportaciones de Maracuyá ecuatoriano y sus derivados.

### **2.3. Soluciones planteadas**

La producción agrícola sustentable necesita que las plantas obtengan un crecimiento sano y un rendimiento rentable, es por ello la utilización de los promotores de crecimiento, que son productos que proporcionan un crecimiento inicial a las plantas dando origen a una mayor cantidad de frutos por unidad de superficie y además aportan para el mayor desarrollo de raíces (longitud, volumen y número de raíces). Dichos productos pueden reemplazar o disminuir el uso de los fertilizantes químicos y en la actualidad se reconocen sus beneficios complementarios y aditivos.

Para disminuir la aplicación de pesticidas y fertilizantes sintéticos en el cultivo de maracuyá, se recomienda la bioinoculación de microorganismos promotores de crecimiento vegetal o bioestimulantes en etapa de crecimiento temprano o en etapa de semilleros. Los bioestimulantes no ejercen acción directa contra plagas o enfermedades, por tal razón se define como un material que al ser aplicado a la semilla, planta o suelo mejora la capacidad de la planta para asimilar nutrientes, interactúa con procesos fisiológicos, lo que da como resultado la reducción del grado de respuesta negativa a los tipos de estrés e incrementa la biomasa de la planta.

### **2.4. Conclusiones**

El efecto de los promotores de crecimiento en plantas vivero de maracuyá incide sobre las características agronómicas para su trasplante al

sitio definitivo en cada una de las variables: número de hojas, altura de la planta, diámetro del tallo y área foliar.

El cultivo de maracuyá requiere de cantidades adecuadas aminoácidos, macro y micro nutrientes que deben estar en forma disponible para que las plantas se desarrollen y produzcan satisfactoriamente, dado que la planta los absorbe durante todo el año, cuando el suelo no logra satisfacer estas necesidades es necesario suplementar estos nutrientes en la época más adecuada, siendo los períodos de floración y formación de frutos en los cuales el consumo de nutrimentos es más intenso.

El uso de las sustancias bioestimulantes y/o promotores de crecimiento generan efectos positivos sobre las variables número de hojas, longitud de la raíz y peso seco de la parte radical. Aplicaciones de *T. harzianum* como promotor de crecimiento fueron capaces de estimular el crecimiento tanto en la parte aérea como radical. Se recomienda el uso de este tipo de sustancias y microorganismos para el manejo de plántulas en etapa de vivero, como estrategia de mejorar la eficiencia en el desarrollo de plantas y bioprotección de las mismas antes de ser llevadas a campo.

En Ecuador, la maracuyá es una de las frutas con mayor proyección internacional, ya que en los últimos años la demanda ha incrementado con una tendencia a la alza y se ubica como el tercer mayor exportador de Sudamérica después de Brasil y Colombia. Se ha reportado que en los últimos años, el país ha exportado maracuyá tanto en fruta fresca, como en pulpa, jugo y concentrado.

## **2.5. Recomendaciones**

Programar proyectos de capacitación a los productores agrícolas sobre la existencia y empleo de microorganismos nativos del suelo para el control de plagas y enfermedades en la zona del litoral con la finalidad de disminuir el empleo de plaguicidas de origen químico sintético en el cultivo de maracuyá.

Incentivar la aplicación de promotores de crecimiento en el cultivo de maracuyá a los productores Ecuatorianos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguiar Falconí, R. 2016. Efecto de los hongos micorrícicos arbusculares en el en plantas. Revista Ciencia. Revista Semestral de la Escuela Politécnica del Ejército Quito, Ecuador. Volumen 15, número 1. ISSN 1390-1117
- Álvarez, H., Pionce, J., Castro, J., Viera, W., Sotomayor, A. 2020. Densidades poblacionales y fertilización nitrogenada en maracuyá.
- Benjumeda Muñoz, D. 2017. Bacterias promotoras del crecimiento vegetal: Mecanismos y aplicaciones. Tesis de grado. Universidad de Sevilla. Sevilla, España. 44p.
- Camelo, R., Vera, S., Bonilla, R. 2014. Mecanismos de acción de las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. Ciencia Y Tecnología Agropecuaria, 12(2),159-166.  
[https://doi.org/10.21930/rcta.vol12\\_num2\\_art:227](https://doi.org/10.21930/rcta.vol12_num2_art:227)
- Cano, M. 2016. Interacción de microorganismos benéficos en plantas: micorrizas, Trichoderma spp. y Pseudomonas spp. Una revisión. Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica, 14(2), 15-31.
- Fundación para la Innovación Agraria. 2017. Resultados y lecciones en controladores biológicos: *Bacillus Subtilis* y *B. thuringiensis*: Proyectos de innovación en Región del Maule: Biocontrol. Ficha de Valorización de Resultados 83. Ministerio de Agricultura de Chile, Santiago, Chile. 3p.
- Gámez Carrillo, R. M. 2019. Evaluación de *Pseudomonas fluorescens* y *Bacillus amyloliquefaciens* como bacterias promotoras de crecimiento en plántulas de banano cv. Williams.
- González, H., & Fuentes, N. 2017. Mecanismo de acción de cinco microorganismos promotores de crecimiento vegetal. Revista de Ciencias Agrícolas, 34(1), 17-31.
- Hernández-Rodríguez, A., Heydrich-Pérez, M., Velázquez-del Valle, M. G., Hernández-Lauzardo, A. N. 2016. Perspectivas del empleo de rizobacterias como agentes de control biológico en cultivos de importancia económica. Revista Mexicana de Fitopatología, 24(1), 42-49.
- INIAP. 2014. Cultivo de Maracuyá. Disponible en <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mfruti/rmaracuya>

- Loredo-Osti, C., López-Reyes, L., Espinosa-Victoria, D. 2016. Bacterias promotoras del crecimiento vegetal asociadas con gramíneas: Una revisión. *Terra Latinoamericana*. 22(2):225-239.
- Luna Martínez, L., Martínez Peniche, R. A., Hernández Iturriaga, M., Arvizu Medrano, S. M., Pacheco Aguilar, J. R. 2017. Caracterización de rizobacterias aisladas de tomate y su efecto en el crecimiento de tomate y pimiento. *Revista fitotecnia mexicana*. 36(1):63-69.
- New Ag International. 2016. Los productos bioestimulantes. ¿Qué hay detrás?. Miami, EE. UU. Pág. 12
- Peña, K., Rodríguez, J., Olivera, D., Fuentes, F. y Meléndez, J. 2016. Prácticas agrícolas sostenibles que incrementan los rendimientos de diferentes cultivos en Sancti Spiritus, Cuba. *Agronomía Costarricense* 40(2): 117-127. ISSN:0377-9424 / 2016
- Puente, M., García, J., Rubio, E., Peticari, A. 2017. Microorganismos promotores del crecimiento vegetal empleados como inoculantes en trigo. INTA–Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Publicación Miscelánea, (116).
- Regueira, E. 2018. Endófitos promotores del crecimiento vegetal. Tesis de Grado Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Argentina. 43p.
- Rives, N., Acebo, Y., Hernández, A. 2017. Bacterias promotoras del crecimiento vegetal en el cultivo del arroz. Perspectivas de su uso en Cuba. *Cultivos tropicales*. 28(2):29-38. ISSN 1819-4087
- Rodríguez Sánchez, E. J. 2016. Biocontrol de *Fusariumm solani* Mart a base de trichoderma spp., en el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis*) VAR. *Flavicarpa in situ* (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ).
- Rojas Badía, M. M., Sánchez Castro, D., Rosales Perdomo, K., Lugo Moya, D. 2017. Antagonismo de *Bacillus* frente a hongos fitopatógenos de cultivos hortícolas. *Revista de Protección Vegetal*, 32(2):34-38. ISSN: 1010-2752
- Román Mota, H. G. 2016. Efecto del uso de fitohormonas y fertilización con boro sobre la nutrición, producción y calidad del fruto de maracuyá *Passiflora edulis* Fv INIAP 2009 (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil).
- Romero Blacio, F. Y. 2021. Evaluación de la capacidad promotora de

crecimiento del cultivo de *Bacillus* sp. y *Trichoderma* sp, en plántulas de maracuyá *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil).

Sánchez López, D. B., Gómez-Vargas, R. M., Garrido Rubiano, M. F., Bonilla Buitrago, R. R. 2018. Inoculación con bacterias promotoras de crecimiento vegetal en maracuyá. Revista mexicana de ciencias agrícolas. 3(7):1401-1415. ISSN 2007-0934

Sánchez, Y. 2019. Evaluación de tres bioestimulantes orgánicos y su incidencia en el desarrollo morfológico de plántulas de maracuyá (*Passiflora edulis*) a nivel de vivero. <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1814/1/UNESUMECU-ING.AGROPE-2019-06.pdf>

Suárez Chóez, R. M., Tomalá Flores, G. E. 2016. Respuesta de maracuyá INIAP-2009 *Passiflora edulis* F. *flavicarpa* deg a la aplicación de NPK más microelementos en el primer año de producción en San Vicente De Colonche.

Torriente, D. 2017. Aplicación de bacterias promotoras del crecimiento vegetal en el cultivo de la maracuyá. Perspectivas de su uso. Cultivos Tropicales, 31(1):22-32. ISSN 1819-4087

Valarezo, A., Valarezo, O., Mendoza, A., Álvarez, H., y Vásquez, W. 2014. El Cultivo de Maracuyá: Manual técnico para su manejo en el Litoral Ecuatoriano. Portoviejo: INIAP-Estación Experimental Portoviejo.