



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



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 AGROPECUARIO

TEMA

“Importancia de los aminoácidos en la agricultura bajo condiciones
de estrés abiótico”.

AUTOR

Eddy Javier Castillo Sánchez

TUTORA

Ing. Qca. Adriana Mejía Gonzales, MSc

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2022

RESUMEN

La presente revisión bibliográfica trata sobre la importancia de los aminoácidos en la agricultura bajo condiciones de estrés abiótico. Hay que destacar que la aplicación de aminoácidos libres acelera la respuesta tolerante de los cultivos al estrés abiótico, reduciendo las pérdidas en el rendimiento que el estrés causa en éstos; además las aplicaciones de aminoácidos al cultivo tienen respuestas visibles rápidamente observándose cultivos más vigorosos. Las conclusiones determinan que los principales aminoácidos en la agricultura, son L-glutámico, L-glicina ,acido L-aspártico, L-alanina, y L-arginina, ya que promueven a la fotosíntesis, salinidad, absorción de nutrientes y la polinización, para mejorar las plantaciones y las aplicaciones de aminoácidos se realizan cuando las plantas poseen estrés debido a los diferentes factores abióticos como daños mecánicos, enfermedades, temperaturas, con la finalidad de evitar las reducciones en el rendimiento.

Palabras claves: aminoácidos, cultivos, proteínas, rendimiento.

SUMMARY

This bibliographic review deals with the importance of amino acids in agriculture under conditions of abiotic stress. It should be noted that the application of free amino acids accelerates the tolerant response of crops to abiotic stress, reducing yield losses caused by stress; In addition, the applications of amino acids to the crop have rapidly visible responses, with more vigorous crops being observed. The conclusions determine that the main amino acids in agriculture are L-glutamic, L-glycine and L-aspartic acid, L-alanine, L-arginine, since they promote photosynthesis, salinity, nutrient absorption and pollination, to improve plantations and amino acid applications are made when plants are stressed due to different abiotic factors such as mechanical damage, diseases, temperatures, in order to avoid yield reductions.

Keywords: amino acids, crops, proteins, yield.

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.....	3
1.4. Objetivos	4
1.5. Fundamentación teórica.....	4
1.5.1. Importancia de los Aminoácidos	4
1.5.2. Tipo de los Aminoácidos	7
1.5.3. Relación de las proteínas y estrés	8
1.5.4. Aplicación de los aminoácidos en la agricultura.....	9
1.5.5. Beneficios de los aminoácidos en las plantas.....	13
1.5.6. Estudios realizados	14
1.6. Hipótesis	15
1.7. Metodología de la investigación	15
CAPÍTULO II	16
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
2.1. Desarrollo del caso.....	16
2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)	16
2.3. Soluciones planteadas	17
2.4. Conclusiones.....	17
2.5. Recomendaciones.....	17
BIBLIOGRAFÍA	18

INTRODUCCIÓN

Los aminoácidos, son sustancias orgánicas de bajo peso molecular con una función ácida (COOH) y uno amino (NH₂), su principal función es penetrar a través de la cutícula y membranas celulares de las hojas y activar el metabolismo celular, los aminoácidos cumplen funciones claves en la estrategia que realizan las plantas para tolerar el estrés y su adecuación en suelos contaminados con metales pesados (Muro 2019).

Sin embargo, son utilizados en etapas críticas en el desarrollo del cultivo así como en situaciones de estrés abiótico. El beneficio de la aplicación de aminoácidos en los cultivos es un significativo ahorro de energía en la producción de los mismos, este ahorro de energía se ve reflejado en vigor de la planta y la mejora de la tolerancia ante situaciones de estrés, reduciendo significativamente el daño en el rendimiento y en la calidad del cultivo causado por las situaciones de estrés (Duran 2016).

Además del ahorro de energía, la aplicación de aminoácidos libres acelera la respuesta tolerante de los cultivos al estrés abiótico, reduciendo las pérdidas en el rendimiento que el estrés causa en estos, las aplicaciones de aminoácidos al cultivo tiene respuestas visibles rápidamente, cultivos más vigorosos, con una respuesta mejorada ante condiciones climáticas adversas (Contreras 2015).

El estrés abiótico incluye factores como la salinidad, la sequía y las temperaturas extremas, causando pérdidas inmensas en la producción agrícola a nivel mundial. Tiene un importante impacto negativo para la productividad y supervivencia de los principales cultivos agrícolas y ecosistemas forestales del mundo. Las tendencias actuales del cambio climático pronostican un aumento en la severidad y frecuencia de fenómenos climáticos y condiciones ambientales adversas como la sequía, salinidad del agua y suelo, así como temperaturas extremas (Méndez y Vallejo 2019).

La presente investigación se realizó con la finalidad de analizar la importancia de los aminoácidos en la agricultura bajo condiciones de estrés abiótico.

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

El presente documento detalla sobre la importancia de los aminoácidos en la agricultura bajo condiciones de estrés abiótico.

La aplicación de los aminoácidos en los cultivos promueve a un significativo ahorro de energía en la producción de los mismos, lo que se ve reflejado en vigor de la planta y la mejora de la tolerancia ante situaciones de estrés, reduciendo los daños en cuanto a la calidad y rendimiento.

1.2. Planteamiento del problema

El estrés de origen abiótico tiene un impacto negativo importante para la productividad y supervivencia de los principales cultivos agrícolas y ecosistemas forestales del mundo. Las tendencias actuales del cambio climático pronostican un aumento en la severidad y frecuencia de fenómenos climáticos y condiciones ambientales adversas como la sequía, salinidad del agua y suelo, así como temperaturas extremas (Soriano 2019).

A lo largo de la evolución, las plantas han desarrollado diversos mecanismos moleculares, morfológicos y fisiológicos para responder a las condiciones desfavorables del entorno, a través de la investigación se busca a dar a conocer la importancia que presentan los aminoácidos bajo las condiciones de estrés abiótico o cuando presenten temperaturas elevadas y puedan afectar a dicho cultivo.

1.3. Justificación

El tema del estudio de la importancia de los aminoácidos en la agricultura bajo las condiciones de estrés abiótico tiene un gran interés en el

mundo de la agricultura ya que los aminoácidos son los constituyentes principales de las proteínas, biomolécula que al igual que los carbohidratos, lípidos, vitaminas, son bioestimulantes comúnmente usados para la compensación de estrés en las plantas.

Por lo expuesto se justifica la presente investigación, con la finalidad de estudiar la importancia de los aminoácidos en la agricultura bajo las condiciones de estrés abiótico.

1.4. Objetivos

General

Determinar la Importancia de los aminoácidos en la agricultura bajo condiciones de estrés abiótico.

Específicos

- Identificar los principales aminoácidos en la agricultura, estableciendo las características físicas químicas del aminoácido para valorar el comportamiento bioquímico que presenta frente al estrés abiótico.
- Revisar y analizar la información referente a la importancia de los aminoácidos frente a condiciones de estrés abiótico.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. Importancia de los Aminoácidos

INTAGRI (2022) publica que los aminoácidos son moléculas componentes de péptidos y proteínas de gran importancia producidos por las plantas. Los aminoácidos son sintetizados de manera normal cumpliendo diversas funciones en la planta; entre las funciones que

desarrollan están la mejora en la absorción de nitrógeno, el efecto quelatante de algunos aminoácidos como L-prolina y la actividad antioxidante de la L-glicina betaína y la prolina.

Actualmente su uso en la bioestimulación de los cultivos está dirigido principalmente a la mitigación del estrés biótico y abiótico. Los aminoácidos exógenos son herramientas seguras, libres de genotoxicidad, eco toxicidad o fitotoxicidad, razón por la cual recientemente han sido estudiados por sus beneficios directos e indirectos en las plantas. Su uso ha crecido en los últimos años, ya que son compuestos aptos para los cultivos hortofrutícolas que requieran mejoras en el manejo de la nutrición, fisiología y estrés vegetal (INTAGRI 2022).

Las sustancias húmicas y aminoácidos tienen destacados efectos en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos así como sobre el crecimiento y desarrollo vegetal, concretamente en el caso de la toma de hierro (Fe) por parte del vegetal, los aumentos significativos en la asimilación de hierro (Fe), reduciendo el riesgo de que la planta sufra una deficiencia en este elemento y desarrolle los síntomas característicos de la clorosis férrica (Sánchez 2016).

Sonnino y Ruane (2017) manifiestan que el aminoácido es una molécula orgánica compuesta de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Cuando una serie de aminoácidos se unen por medio de enlaces peptídicos se forman las proteínas. Las proteínas son importantes macromoléculas que participan en todos los aspectos del crecimiento y desarrollo de las plantas.

Los aminoácidos se utilizan ampliamente en agricultura debido a sus numerosos beneficios, actuando en aspectos diversos como la resistencia al estrés, la fotosíntesis, la polinización, la activación de las fitohormonas y otras sustancias de crecimiento, el equilibrio de la flora en los suelos y el sistema de absorción y translocación de los

microelementos a nivel de la planta (Roca y Mroginski 2015).

Al ingresar los aminoácidos a las plantas estimulan la formación de clorofila, de ácido indolacético (IAA) y a la vez la producción de vitaminas, así como la síntesis de numerosos sistemas enzimáticos. Un ejemplo en el comportamiento agronómico del cultivo de maní como; número de flores por planta y altura de planta presentó efectos positivos con la aplicación del 2 L/ha Aminoácidos (Baquerizo 2019).

Cabra y Hernández (2016) sostienen que los aminoácidos además de participar en la síntesis de proteínas, también lo hacen la síntesis de hormonas y en las reacciones enzimáticas, por lo que su participación a lo largo de toda la vida de la planta es crítica y necesaria. Los aminoácidos también se ven involucrados en la producción de una serie de enzimas antioxidantes y desintoxicantes para atenuar el daño causado por las especies de oxígeno reactivas (ROS), que se producen bajo situaciones de estrés.

Los aminoácidos son las sustancias más difíciles de producir por la planta e intervienen en muchos procesos, principalmente en la recuperación de vegetales que han estado sometidos bajo algún tipo de estrés, ya que cuando una planta está bajo estrés evita producir estas sustancias que consumen mucha energía y las concentra en los puntos que necesita vía floema (INTAGRI 2022).

Existen varias formas de obtener los aminoácidos, por hidrólisis enzimática, hidrólisis química y también por síntesis química. Por supuesto, la cantidad y el tipo de aminoácido que hay en una u otra proteína varia. La importancia del proceso de obtención es fundamental ya que dependiendo del que se utilice se obtendrán unas u otras estructuras, es decir, la hidrólisis enzimática obtendrás L-aminoácidos (estereoselectivo) y la hidrólisis ácida se obtendrá L y D aminoácidos al 50% (racémica) (Rocay Mroginski 2015).

1.5.2. Tipo de los Aminoácidos

Los aminoácidos en la agricultura son los componentes fundamentales de las proteínas. Cada proteína tiene una secuencia concreta de aminoácidos en la que cada uno de ellos tiene una posición definida. Cuando se forma la proteína, la planta necesita los aminoácidos determinados de su secuencia y solo encajan correctamente en la cadena de esos aminoácidos específicos en forma L y en la posición y orden establecidos. Hay un total de 20 aminoácidos proteogénicos, los cuales pueden ser L- aminoácidos o D-aminoácidos. Solamente, los L- aminoácidos tienen funciones biológicas y cada uno de ellos está involucrado en diferentes procesos metabólicos en las plantas, formación de proteínas (Rocay Mroginski 2015).

Para Melo *et al.* (2017) los aminoácidos son los constituyentes principales de las proteínas, biomolécula que al igual que los carbohidratos, lípidos, vitaminas y ácidos nucleicos son indispensables en los organismos vivos. Existen 20 aminoácidos diferentes y todos ellos tienen una parte en común que lo caracteriza, la cual consiste en un grupo amino (-NH₂) y un grupo ácido (-COOH).

Forman cadenas al agruparse dos o más aminoácidos y dan lugar a péptidos estas a su vez se unen y forman las proteínas. La formación de proteínas está relacionada con la asimilación del nitrógeno, cuando los cultivos son fertilizados con sales nitrogenadas, este es asimilado para luego ser utilizado en la formación de aminoácidos y comenzar la síntesis de proteínas, en la imagen de abajo se muestra en qué punto comenzaría la síntesis de proteínas con la aplicación de aminoácidos libres al cultivo, evidenciando un ahorro energético al no realizar parte del proceso (Melo *et al.* 2017).

Existen 20 tipos de aminoácidos formadores de proteínas. Hay unos determinados tipos que son mejores para unas funciones específicas.

Así, los aminoácidos encargados de la síntesis de clorofila son la Alanina, Arginina y Glicina. Para el desarrollo de la raíz o si queremos retrasar la senescencia tenemos la Arginina y la Metionina. Si pretendemos conseguir un efecto quelante en el suelo y un mejor desarrollo de brotes y hojas usaremos la Glicina. Para los sistemas de resistencia de la planta los mejores tipos son la lisina, el ácido glutámico y la glicina. Por último, para la síntesis de giberelinas usaremos la leucina y la prolina (Sonnino y Ruane 2017).

Algunos aminoácidos identificados en diferentes HSPs son los siguientes: glutamato, arginina, glicina, glutamina, treonina y asparagina, por mencionar solo algunos. Resaltan las smHSP, las más abundantes y diversas entre las plantas. Bajo condiciones de estrés por altas temperaturas, las smHSP pueden incrementarse hasta 200 veces, mientras que las demás lo hacen solo unas diez veces (Cabra y Hernández 2016).

1.5.3. Relación de las proteínas y estrés

Se ha identificado que situaciones de estrés por altas temperaturas desencadenan una cascada de señales que activan la expresión de genes y la síntesis de “proteínas del estrés”, algunas específicas del estrés por calor (“heat-shock proteins”, HSPs), que estabilizan la estructura de proteínas y enzimas y están involucradas en la protección del aparato fotosintético y la estabilidad de las membranas. Las HSPs juegan un papel preventivo al proteger a las proteínas y enzimas de su desnaturalización, actúan como “chaperonas moleculares” que protegen y reparan la estructura espacial de las proteínas, y así permiten el funcionamiento de las células durante los episodios de estrés por temperaturas elevadas (Cuevas y Covarrubias 2016).

La inducción y biosíntesis de las HSPs es rápida e intensa, y su producción puede ser inducida en distintos tipos de células. Estas se asocian con estructuras como la pared celular, los cloroplastos, los

ribosomas y las mitocondrias; se encargan de estabilizar y prevenir la agregación de las proteínas y mantenerlas en su estado funcional, de manera que pueden replegarse y reconfigurarse nuevamente. Cuando las proteínas son desnaturalizadas por el estrés por calor, algunas HSPs solubilizan los agregados y los reciclan de forma tal que las proteínas puedan ser llevadas nuevamente a una forma funcional (Cardozo y Quiriban 2014).

1.5.4. Aplicación de los aminoácidos en la agricultura

El uso de los aminoácidos en la agricultura está íntimamente relacionado con los mecanismos de regulación del crecimiento y desarrollo vegetal. Algunas hormonas vegetales se encuentran unidas a aminoácidos o proceden de la transformación de éstos, lo que indica el importante papel que puede tener la aplicación de aminoácidos libres como fertilizantes (Méndez 2015).

Los aminoácidos son utilizados en etapas críticas en el desarrollo del cultivo así como en situaciones de estrés abiótico. El beneficio de la aplicación de aminoácidos en los cultivos es un significativo ahorro de energía en la producción de los mismos, este ahorro de energía se ve reflejado en vigor de la planta y la mejora de la tolerancia ante situaciones de estrés, reduciendo significativamente el daño en el rendimiento y en la calidad del cultivo causado por las situaciones de estrés (Campozano 2018).

“La aplicación de aminoácidos no está limitada únicamente a intentar aliviar el estrés al que se ven sometidas las plantas, sino también para beneficiar a la planta en algunos momentos críticos durante la plantación” (Yommi 2020).

Los aminoácidos intervienen en un proceso tan importante para las plantas como es la regulación de su crecimiento y desarrollo, facilitando la correcta absorción de los nutrientes. Además, realizan acciones

antioxidantes, permiten una correcta nutrición, evitando el envejecimiento prematuro, y ayudan a las plantas a mitigar los efectos del estrés provocado por heladas, exceso de frío o calor, cambios bruscos en las temperaturas (Chávez *et al.* 2017).

En cuanto al contenido de aminoácidos libres en los productos comercializados en el mercado hay tres importantes métodos de obtención, los cuales difieren en el contenido final de L-aminoácidos libres; estos métodos son: hidrólisis ácida, alcalina y enzimática. Cada una provee un nivel bajo (menor a 30 %), medio (30 – 50 %) o alto (mayor a 90 %) de L-aminoácidos libres, respectivamente (INTAGRI 2022).

Además del ahorro de energía, la aplicación de aminoácidos libres acelera la respuesta tolerante de los cultivos al estrés abiótico, reduciendo las pérdidas en el rendimiento que el estrés causa en estos, las aplicaciones de aminoácidos al cultivo tiene respuestas visibles rápidamente, cultivos más vigorosos, con una respuesta mejorada ante condiciones climáticas adversas (Campozano 2018).

Las plantas sintetizan los aminoácidos a partir del nitrógeno (N) absorbido en forma de nitrato o en forma de amonio del suelo. Evidentemente, el proceso de absorber el nitrógeno del suelo supone un gasto energético importante por parte de la planta. Por lo tanto, la principal razón por la que es tan importante la aplicación de este tipo de productos en la agricultura es el ahorro energético que se consigue. Este ahorro de energía por parte de la planta podrá ser utilizado en otros procesos como la brotación, la floración o el cuajado y engorde de los frutos, de forma que aumentará la calidad y la producción de la cosecha (Sonnino y Ruane 2017).

Campozano (2018) menciona algunas funciones de los aminoácidos en la planta se muestran en el cuadro siguiente:

Todos los aminoácidos libres.	Síntesis de proteínas
Glicina.	: Síntesis de ADN, metabolismo alcaloide.
Acido glutámico.	: Síntesis de clorofila
Triptófano.	: Precursor de auxinas y fitoalexinas
Metionina.	: Precursor de etileno y poli aminas.
Prolina	: Metabolismo del estrés, floración
Serina.	: Precursor de glicina betaina, metabolismo del estrés
Alanina	: Precursor de ciertos antibióticos en algunas especies
Leucina, lisina, triptófano, histidina, fenilalanina, tirosina y glicina.	: Metabolismo alcaloide, protección de la planta contra plagas y estrés.
Fenilalanina.	: Producción de ácido salicílico, prevención de enfermedades y estrés.
Tirosina.	: Precursor de glucosinolatos "fitoanticipinas"

El uso de los aminoácidos en la bioestimulación de los cultivos depende de la composición, fuente y modo de extracción de estos compuestos. Los productos comerciales a base de aminoácidos se pueden utilizar en:

- Estrés vegetal. Es el uso actual más difundido de los aminoácidos, ya sea para mitigar los efectos de las altas o las bajas temperaturas.
- Fotosíntesis: la L-glicina, L-alanina, L-ácido glutámico y L-arginina mejoran la producción de clorofila, lo cual promueve el proceso de fotosíntesis y genera mayores cantidad de clorofila en las hojas y por consecuencia la eficiencia en la luz aprovechada.
- Salinidad: La L-prolina actúa reteniendo agua ante una alta concentración de sales en la célula, además ayuda a la absorción de agua incrementando la presión negativa del xilema aún en suelos salinos.
- Absorción de nutrientes: se ha comprobado que los aminoácidos

mejoran la absorción de agua y nutrientes debido a que tienen una acción de acompañamiento con nutrientes.

- Crecimiento radical: la L-metionina estimula la microbiota benéfica del suelo que a su vez estimula el proceso de producción de raíces, mientras que L-arginina promueve el crecimiento.
- Polinización: los aminoácidos L-lisina, L-metionina y L-ácido glutámico ayudan al crecimiento del polen. logrando aumentar el potencial de germinación y la elongación del tubo polínico, lo cual aumenta a su vez el cuajado de frutos.
- Reservorios de nutrientes: los aminoácidos pueden actuar como reservas de nutrientes; en árboles frutales tal es el caso de L-arginina con nitrógeno.
- Precursores hormonales: son aminoácidos que favorecen la síntesis de hormonas vegetales en la planta (INTAGRI 2022).

En situaciones complicadas, como el estrés térmico, las plantas pueden tener grandes dificultades para producir aminoácidos con la calidad y en la cantidad adecuadas. Con el objeto de ayudar a las plantas en su desarrollo, corrigiendo un posible déficit en la producción natural de aminoácidos, cada vez es más frecuente que los agricultores recurran a los bioestimulantes basados en aminoácidos (Chávez *et al.* 2017).

Cuadra (2015) corrobora que “Casi todos los aminoácidos pueden aplicarse en la planta tanto por vía foliar o mediante riego. La elección de uno u otro método dependerá del objetivo principal que pretendamos con su aplicación”.

Los bioestimulantes basados en aminoácidos son productos comerciales compuestos por moléculas orgánicas. Se obtienen a partir de la hidrólisis enzimática o química de extractos biológicos, normalmente vegetales. El resultado es una mezcla equilibrada de aminoácidos que generan una respuesta positiva en los cultivos ante situaciones de estrés y otros problemas, favoreciendo el desarrollo correcto de las plantas (Martínez y Quiñonez 2018).

Hay que destacar que las plantas también se estresan. Este problema se puede originar por muchos motivos, desde exceso o falta de agua, viento, calor, frío, granizo, salinidad, etc. En ese justo momento hay un breve periodo de tiempo en el que el cultivo se puede recuperar o no. Por eso, muchos técnicos aplican o recomiendan la aplicación de aminoácidos en los momentos críticos de la plantación (Yommi 2020).

Para estimular la producción de raíces la aplicación recomendable es a través del riego, además de aplicar aminoácidos que contengan metionina, arginina, y si es potenciar, en primer lugar, la floración y, posteriormente, el cuajado de un fruto, es recomendable emplearlos por vía foliar y aplicar aminoácidos con alto contenido en ácido glutámico, hidroxiprolina, glicina (Cuadra 2015).

Es importante distinguir entre los L-aminoácidos y los D-aminoácidos. Esto está relacionado con la posición de las moléculas que forman el aminoácido, es decir, su disposición espacial. De entre estos dos, sólo los L- aminoácidos son los que forman las proteínas de las que se alimentan las plantas, y los que encontraremos en los productos que lleven aminoácidos (Cajal 2020).

1.5.5. Beneficios de los aminoácidos en las plantas

Martínez y Quiñonez (2018) reportan que los bioestimulantes actúan como agentes energéticos que la planta asimila con facilidad, produciendo una serie de estímulos positivos y diversos beneficios, entre los que destacan:

- Facilitan el correcto desarrollo y crecimiento de los cultivos.
- Mitigan los efectos del estrés térmico provocado por: exceso o falta de agua, viento, temperaturas extremas o cambiantes, granizo, heladas, salinidad, etc.
- Evitan que, ante una situación adversa, la planta utilice un exceso de energía que pueda debilitarla o alterar su metabolismo.

- Mejoran el cuajado de los frutos.
- Logran una mejor relación de azúcar y acidez en la planta (° Brix).
- Mejoran el tamaño y la coloración del fruto.
- Favorecen la producción de fitohormonas, indispensables para el control del crecimiento: etileno, auxinas y las hormonas que intervienen en la floración.
- Potencian la resistencia de la planta ante situaciones de estrés.

Para Cajal (2020) los beneficios de los aminoácidos en las plantas son:

- Estimulación de la floración.
- Mejora del cuajado.
- Mejor relación de azúcar y acidez en la planta (grados Brix).
- Precocidad.
- Mejora en el tamaño y la coloración (maduración) del fruto

Pérez *et al.* (2018) menciona que los efectos de los aminoácidos en las plantas son:

- Aumenta la absorción de nutrientes: Una planta que tiene libre disposición de aminoácidos podrá absorber microelementos de baja movilidad con más facilidad. Se conoce como acción quelante y está favorecido por L-ácido glutámico y L-glicina
- Favorece la producción de fitohormonas: Más que favorecer, son los aminoácidos los que permiten que la planta pueda desarrollar en un determinado momento sus hormonas vegetales. Estas podrían ser el etileno, las auxinas, las hormonas que intervienen en la floración, etc.
- Mejora de las propiedades del suelo: Dichos aminoácidos, cuando se aplican al suelo, tienen un efecto de mejorarlo, pues aumentan la flora microbiana del suelo.

1.5.6. Estudios realizados

Investigaciones demuestran que los mejores resultados se presentan en las plantas cultivadas con el 75% de riego y la aplicación foliar de 2 cc/L de aminoácidos ya que propicio la formación de un mayor número de

hojas en una etapa avanzada del cultivo, así mismo incrementó la cobertura de planta, el diámetro de frutos y la vida de anaquel aunque no resulto efectivo para mejorar el número total de frutos y el rendimiento del cultivo. Por lo anterior la aplicación de aminoácidos puede ser una alternativa efectiva en la producción de calabacita zucchini cultivada bajo condiciones de estrés hídrico (Méndez 2015).

1.6. Hipótesis

Ho= no es de vital importancia de los aminoácidos en la agricultura bajo condiciones de estrés abiótico.

Ha= es de vital importancia de los aminoácidos en la agricultura bajo condiciones de estrés abiótico.

1.7. Metodología de la investigación

Para poder desarrollar el presente documento del componente práctico, se recopiló información de revistas, artículos científicos, sitios web, la información recopilada fue efectuada bajo las técnicas de análisis, síntesis y resumen.

La información fue resumida y analizada con el fin de obtener información acerca de la importancia de los aminoácidos en la agricultura bajo las condiciones de estrés abiótico.

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

La presente revisión bibliográfica trata sobre la importancia de los aminoácidos en la agricultura bajo condiciones de estrés abiótico.

Hay que destacar que la aplicación de aminoácidos libres acelera la respuesta tolerante de los cultivos al estrés abiótico, reduciendo las pérdidas en el rendimiento que el estrés causa en éstos; además las aplicaciones de aminoácidos al cultivo tienen respuestas visibles rápidamente observándose cultivos más vigorosos.

2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)

Entre las situaciones detectadas se presentan:

Las aplicaciones de productos químicos, los cambios de temperaturas o los fuertes vientos, son formas de perjudicar a la planta. En ese momento para superar dicho inconveniente, la planta necesita energía y sustento, a base de agua y abono. Sin embargo, el abono genera mucho esfuerzo por parte de la planta a la hora de descomponerse en aminoácidos. Si se estrecha este largo camino, la planta puede recobrar fuerzas para superar muchos de los problemas comunes en agricultura.

Los aminoácidos son las sustancias más difíciles de producir por la planta e intervienen en muchos procesos, principalmente en la recuperación de vegetales que han estado sometidos bajo algún tipo de estrés, ya que cuando una planta está bajo estrés evita producir estas sustancias que consumen mucha energía.

2.3. Soluciones planteadas

Entre las soluciones planteadas se encuentran:

Promover el uso de los productos con aminoácidos en las plantas para mejorar los rendimientos en los cultivos.

Adicionar productos aminoácidos a todos los cultivos, por todos los beneficios que proveen a las plantaciones.

2.4. Conclusiones

Las conclusiones planteadas son:

Los principales aminoácidos en la agricultura, son L-glutámico, L-glicina, ácido L-aspártico, L-alanina, y L-arginina, ya que promueven a la fotosíntesis, salinidad, absorción de nutrientes y la polinización, para mejorar las plantaciones.

Las aplicaciones de aminoácidos se realizan cuando las plantas poseen estrés debido a los diferentes factores abióticos como daños mecánicos, enfermedades, temperaturas, con la finalidad de evitar las reducciones en el rendimiento.

2.5. Recomendaciones

Las recomendaciones propuestas son:

Aplicar productos a base de aminoácidos, vía foliar o mediante riego, para estimular el cuajado de frutos, polinización, fotosíntesis a fin de incrementar la producción.

Concientizar a los agricultores sobre la importancia de utilizar

aminoácidos en sus cultivos.

BIBLIOGRAFÍA

- Baquerizo, A. 2019. Efecto de la aplicación de aminoácidos más ácido monosilícico al 22% en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*), Cantón El Triunfo, Recinto El Vainillo, Provincia del Guayas. Universidad Agraria del Ecuador.
- Cabra, E. T., & Hernández-Fernández, J. 2016. Caracterización in silico de las proteínas del choque térmico Hsp70 y Hsp90 de Bemisia tabaci (Hemiptera: Aleyrodidae) y su posible actividad adaptativa. *Revista Mutis*, 4(1), 40-50.
- Cajal-Idema, I. 2020. Bioquímica Agrícola. Disponible en http://books.instituto-idema.org/sites/default/files/2020_08_01_13_15_06_elvavillanuevacalde_rongmail.com_BIOQUIMICA_AGRICOLA.pdf
- Campozano Martínez, A. G. 2018. *Evaluación de aminoácidos aplicados al suelo y follaje sobre el desarrollo y producción del cultivo del arroz (Oryza sativa L.), en la zona de Babahoyo, Los Ríos* (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2018).
- Cardozo, M. C. P., & Quiriban, A. E. 2014. Las proteínas en la tolerancia al estrés hídrico en plantas. *Semiárida*, 24(1).
- Chávez Suárez, L., Álvarez Fonseca, A., & Ramírez Fernández, R. 2017. Apuntes sobre algunos reguladores del crecimiento vegetal que participan en la respuesta de las plantas frente al estrés abiótico. *Cultivos Tropicales*, 33(3), 47-56.
- Contreras, A. 2015. Nuevos mecanismos moleculares de tolerancia a sequía y otros tipos de estrés abiótico en especies arbóreas de interés económico (en línea). Madrid, Politecnica de Madrid. 248 p. Disponible en https://oa.upm.es/39428/1/ANGELA_BIBIANA_CONTRERAS_MOGOLLON.pdf.n
- Cuadra Crespo, P. 2015. Estrategias de fertilización foliar nitrogenada en pimiento.
- Cuevas-Velázquez, C. L., & Covarrubias-Robles, A. A. 2016. Las proteínas desordenadas y su función: una nueva forma de ver la estructura de las

- proteínas y la respuesta de las plantas al estrés. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 14(2), 97-105.
- Duran, F. 2016. efectividad biológica de dos aminoácidos en la calidad de plántula de chile pimiento morrón, cv. «Capistrano» (en línea). México, Autónoma Agraria, Antonio Narro. 38 p. Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5549/T15968%20ARRIAGA%20DURAN,%20FRANCISCO%20%20TESIS.pdf?sequence=1>.
- INTAGRI. 2022. Aminoácidos para la Bioestimulación de Cultivos Hortofrutícolas. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/aminoacidos-para-la-bioestimulacion-de-cultivos-hortofruticolas>
- Martínez-Alcántara, B., & Quiñonez, A. 2018. Efecto bioestimulante de diferentes productos en cítricos. *Vida rural*, (446), 44-49.
- Melo, V., Ruiz, V. M., & Cuamatzi, O. 2017. *Bioquímica de los procesos metabólicos*. Reverte.
- Méndez Sánchez, A. 2015. Efectividad de aminoácidos en la producción y postcosecha de calabacita zucchini bajo condiciones de estrés hídrico. No. SB347. M46.
- Méndez, C; Vallejo, Á. 2019. Mecanismos de respuesta al estrés abiótico: hacia una perspectiva de las especies forestales (en línea). *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 10(56). DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i56.567>.
- Muro Cajo, O. J. (2019). Efecto de los aminoácidos en el enraizamiento y brotación en la poda de formación en el cultivo de vid (*Vitis vinífera* L.) en Curamori–Catacaos-Piura 2018.
- Pérez, I., Jerez, E., & Dell' Amico, J. M, Reynaldo, I. M., 2018. Efectos del estrés hídrico en la asimilación del nitrógeno en plantas de tomate CV INCA 9-1. *Cultivos Tropicales*, 23(2), 47-50.
- Roca, W. M., & Mroginski, L. A. 2015. Cultivo de tejidos en la agricultura: fundamentos y aplicaciones (No. 151). CIAT.
- Sánchez Sánchez, A. 2016. *Mejora en la eficacia de los quelatos de hierro sintéticos a través de sustancias húmicas y aminoácidos*.
- Sonnino, A., & Ruane, J. 2017. La innovación en agricultura como herramienta de la política de seguridad alimentaria: el caso de las biotecnologías

agrícolas. *Biotechnologías e innovación: el compromiso social de la ciencia*, 25-52.

Soriano Claudio. 2019. Investigación. Acobamba, Universidad nacional de Huancavelica. 48 p. Disponible en <https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/3618/TESIS-2019-ING.%20AGROINDUSTRIAL-SORIANO%20CLAUDIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Yommi, A. K., & Sanchez, E. E., David, M. Á. 2020. *Elección del terreno y plantación del cultivo de kiwi*. Ediciones INTA.