



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

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

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**

“Enzimas como catalizadores biológicos, indicadores de calidad y  
desarrollo en las plantas”

**AUTOR:**

Wagner Washigton Mancilla Bravo

**TUTORA:**

Ing. Quim. Adriana Mejía González, MSc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2021

## RESUMEN

El presente documento detalla sobre las enzimas como catalizadores biológicos, indicadores de calidad y desarrollo en las plantas. Las enzimas juegan un papel vital en la agricultura y en el ciclo de nutrientes, debido a que sintetiza, acumulan, inactivan y descomponen constantemente el suelo. Por lo expuesto se determinó que Las enzimas catalizadoras mejoran la calidad de las plantas, desde la semilla por diversos componentes genéticos, hasta el desarrollo de las plantas por sus características fisiológicas; Todas las enzimas pueden ser catalizadas por las plantas; son biomoléculas de naturaleza proteica que aceleran la velocidad de reacción hasta alcanzar un equilibrio, lo cual constituyen el tipo de proteína más numeroso que actúa como catalizadores de reacciones químicas específicas en los seres vivos o sistemas biológicos y los aminoácidos, péptidos y proteínas mejoran las plantaciones y por consiguiente influyen en el buen rendimiento del cultivo.

Palabras claves: enzimas, catalizadores, suelo, microorganismos.

## **SUMMARY**

This document details about enzymes as biological catalysts, quality indicators and development in plants. Enzymes play a vital role in agriculture and in the nutrient cycling, because they constantly synthesize, accumulate, inactivate and decompose the soil. Therefore, it was determined that catalytic enzymes improve the quality of plants, from the seed due to various genetic components, to the development of plants due to their physiological characteristics; All enzymes can be catalyzed by plants; are biomolecules of a protein nature that accelerate the reaction rate until reaching an equilibrium, which constitute the most numerous type of protein that acts as catalysts for specific chemical reactions in living beings or biological systems and amino acids, peptides and proteins improve plantations and consequently they influence the good yield of the crop.

Keywords: enzymes, catalysts, soil, microorganisms.

## CONTENIDO

RESUMEN .....	ii
SUMMARY .....	iii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	2
MARCO METODOLÓGICO .....	2
1.1. Definición del tema caso de estudio .....	2
1.2. Planteamiento del problema .....	2
1.3. Justificación .....	2
1.4. Objetivos .....	3
1.4.1. General .....	3
1.4.2. Específicos .....	3
1.5. Fundamentación teórica .....	3
1.6. Hipótesis .....	14
1.7. Metodología de la investigación .....	14
CAPÍTULO II .....	16
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
2.1. Desarrollo del caso .....	16
2.2. Situaciones detectadas .....	16
2.3. Soluciones planteadas .....	16
2.4. Conclusiones .....	17
2.5. Recomendaciones .....	17
BIBLIOGRAFÍA .....	18

# INTRODUCCIÓN

Las **enzimas** actúan como acelerador de las reacciones químicas que se producen en el suelo, reduciendo la energía de activación para que las raíces puedan absorber los nutrientes más rápidamente y fácilmente. Las enzimas son biocatalizadores, es decir, son los catalizadores de las reacciones biológicas, por tanto, el papel de los enzimas es la catálisis o aceleración de las reacciones biológicas, las que se producen en los seres vivos

Las enzimas son proteínas especializadas en la catálisis de las reacciones biológicas, se encuentran entre las más notables de las biomoléculas conocidas por su poder catalítico, que es mucho mayor que los catalizadores hechos por el hombre. El nombre de enzima se empleó hace más de un siglo, pero desde mucho antes ya se sospechaba que ciertos catalizadores biológicos intervenían en la fermentación del azúcar para formar alcohol. Todo esto significa que las enzimas aceleran la transformación de un compuesto orgánico en otro, por ejemplo la enzima diastasa hidroliza más rápidamente el almidón que el ácido sulfúrico. En la actualidad se han identificado cerca de 2000 enzimas diferentes y se han logrado cristalizar alrededor de unas 200, con las cuales se han desarrollado productos para el mantenimiento industrial, alimenticios y dietéticos (Mézquita, 2013).

Las enzimas son catalizadores, es decir, sustancias que, sin consumirse en una reacción, aumentan notablemente su velocidad. No hacen factibles las reacciones imposibles, sino que solamente aceleran las que espontáneamente podrían producirse. Ello hace posible que en condiciones fisiológicas tengan lugar reacciones que sin catalizador requerirían condiciones extremas de presión, temperatura o pH (González, 2021).

El presente documento desarrolló el contexto de las enzimas como catalizadores biológicos, indicadores de calidad y desarrollo en las plantas.

# CAPÍTULO I

## MARCO METODOLÓGICO

### 1.1. Definición del tema caso de estudio

El tema planteado para la siguiente investigación fue estudiar las enzimas como catalizadores biológicos, indicadores de calidad y desarrollo en las plantas.

Las enzimas se definen como catalizadores solubles, de naturaleza orgánica y estado coloidal, elaboradas por las células vivas, que actúan independientemente de éstas. Tienen poder catalítico específico y se destruyen por el calor húmedo a 100 °C. En condiciones químicas, todas las enzimas conocidas son proteínas. Constan de una fracción proteínica y un grupo “prostético” adicional (Quintero *et al.* 2016).

### 1.2. Planteamiento del problema

Las enzimas microbianas son más usadas que las enzimas derivadas de plantas o animales, por la variedad de actividades catalíticas, la posibilidad de producir grandes cantidades empleando manipulación genética y el rápido crecimiento de los microorganismos. (Rivera y García 2017).

Las enzimas cuando actúan como catalizadores biológicos, si hay dificultad en alguna reacción química causan problemas en el cultivo, debido a factores genéticos en las semillas, o morfológicos y fisiológicos que refieren al conjunto de atributos funcionales relacionados con la economía hídrica y de carbono de la planta lo que indudablemente repercute en las características morfo-fisiológica y en el rendimiento.

### 1.3. Justificación

Las enzimas son biocatalizadores de naturaleza proteica. Todas las

reacciones químicas del metabolismo celular se realizan gracias a la acción de catalizadores o enzimas. La sustancia sobre la que actúa una enzima se denomina sustrato. Son muy eficaces como catalizadores ya que son capaces de aumentar la velocidad de las reacciones químicas mucho más que cualquier catalizador artificial conocido, y además son altamente específicos ya que cada uno de ellos induce la transformación de un sólo tipo de sustancia y no de otras que se puedan encontrar en el medio de reacción.

La calidad de planta es la capacidad que tienen los individuos para adaptarse y desarrollarse en las condiciones climáticas y edáficas del sitio donde se establecen, la cual obedece a las características genéticas del germoplasma y a las técnicas utilizadas para su reproducción.

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. General**

Analizar las enzimas como catalizadores biológicos, indicadores de calidad y desarrollo en las plantas.

##### **1.4.2. Específicos**

- Recopilar información sobre las enzimas como catalizadores biológicos.
  
- Interpretar los efectos de los catalizadores biológicos en las plantas.

#### **1.5. Fundamentación teórica**

Rivera y García (2017) indican que:

Las enzimas son los catalizadores de las reacciones de los sistemas biológicos, cuyas dos principales características son la extrema especificidad y la increíble velocidad de reacción. Los lípidos están envueltos en diferentes procesos biológicos. La estructura de la membrana celular depende de la combinación de ciertas proteínas y

lípidos específicos. Las enzimas lipolíticas juegan un rol importante en la movilización de lípidos entre células individuales de los organismos como también en la transferencia de los lípidos de un organismo a otro. Los microorganismos han sido la principal fuente de extracción de diversas enzimas.

Jaimes (2017) sostiene que:

En los procesos químicos se utilizan muchos catalizadores de diversas naturalezas. En los sistemas biológicos los catalizadores son proteínas, a las que les llamamos enzimas. En algunos casos estas proteínas hacen uso de iones metálicos incluidos en su estructura para funcionar como catalizadores, aunque no es una regla.

Del Monte *et al.* (2017) corrobora que:

Muchas reacciones químicas pueden ocurrir espontáneamente y a una velocidad apreciable sin necesidad de catalizadores, mientras que otras deben ser catalizadas para que se produzcan a una velocidad elevada. Los catalizadores son moléculas que reducen la magnitud de la barrera energética que debe ser superada para que una sustancia pueda convertirse químicamente en otra (energía de activación).

Jaimes (2017) menciona que:

Las enzimas son los catalizadores biológicos naturales que permiten que los procesos químicos que hacen posible la vida, ocurran a la velocidad necesaria. Estas proteínas catalíticas evolucionaron para desarrollar su función en un medio compatible con la vida, como agua y membranas lipídicas. Estos catalizadores también se pueden utilizar para acelerar reacciones químicas fuera de su ámbito biológico. De hecho, ya participan en varios procesos químicos en los que sus propiedades son deseadas, ya que presentan actividad en medios no acuosos, como disolventes orgánicos o fluidos supercríticos

Rivera y García (2017) explican que:

El rol fisiológico en la hidrólisis de grasas neutras, las lipasas catalizan la

hidrólisis o síntesis enantio- y regio-selectiva de una amplia variedad de sustratos naturales tales como soya, aceite de pescado, ricino y frutas cítricas, así mismo pueden llevar a cabo la esterificación, interesterificación y transesterificación en medios no acuosos.

Del Monte *et al.* (2017) destacan que:

Termodinámicamente, la magnitud de esta barrera de energía se puede expresar convenientemente en términos de energía libre. En realidad, los catalizadores hacen transcurrir la reacción por un mecanismo distinto al de la reacción no catalizada, de manera que el nuevo complejo de transición, en presencia del catalizador, muestra una energía de activación menor que el complejo de transición de la reacción original. El catalizador no se consume o altera durante la reacción; en principio, puede utilizarse para convertir el sustrato en producto de manera indefinida. En la práctica, este comportamiento está limitado por la estabilidad del catalizador, es decir, su capacidad de retener su estructura activa a través del tiempo en las condiciones de reacción.

Billi (2018) determina que:

El estudio de catalizadores biológicos se intensificó a mediados de 1800 cuando Louis Pasteur llamó fermentos a los agentes presentes en las levaduras que convertían azúcar en alcohol. En 1926 se purificó la primera enzima, la "ureasa", a partir de plantas, encontrando que estaba compuesta por material proteico. Los cientos de enzimas purificadas y analizadas desde entonces resultaron ser de naturaleza proteica, por lo que se concluyó que todas las enzimas eran proteínas.

Del Monte *et al.* (2017) argumentan que:

Las enzimas son catalizadores biológicos que han sido estudiados extensivamente por más de cien años y desempeñan un papel fundamental en la mayoría de los procesos bioquímicos. Estas moléculas han sido seleccionadas evolutivamente para realizar sus funciones en condiciones fisiológicas; sin embargo, es posible aprovechar sus propiedades como catalizadores de manera artificial

Jaimes (2017) explican que:

Las enzimas pueden ser sensibles a condiciones de acidez o temperatura extremas. Es posible facilitar la aplicación de estos catalizadores si las estabilizamos por métodos que permitan mantenerlas en su forma activa. Estos procesos generalmente consisten en su atrapamiento en la superficie o el interior de materiales que reducen su sensibilidad a las condiciones adversas del medio de reacción.

Cortés (2016) relatan que:

Las lipasas, que catalizan las reacciones de hidrólisis y esterificación, han encontrado amplias aplicaciones en productos de alto valor agregado como compuestos enantioméricamente puros y de química fina. La actividad hidrolítica normalmente se obtiene utilizando las lipasas en solventes orgánicos de baja actividad acuosa o en medios libres de solvente compuestos tan solo de los sustratos que intervienen en la reacción. Los medios bifásicos se han estudiado ampliamente aunque lo que se busca a nivel industrial es el desarrollo de procesos de esterificación simples.

Jaimes (2017) estima que:

Uno de los principios de la química verde es el empleo de catalizadores en lugar de usar reacciones estequiométricas. Los catalizadores son agentes químicos que disminuyen la energía necesaria para que un proceso ocurra, permitiendo que éste se lleve a cabo en una escala de tiempo menor, es decir, aceleran las reacciones. Además, un catalizador se emplea en concentraciones subestequiométricas y no se consume en el proceso.

Para Cortés (2016):

La enzima inmovilizada permite incrementar la estabilidad, la reutilización, la operación continua, y la posibilidad de mejor control de las reacciones. Por ende, se pueden esperar factores económicos favorables. Las lipasas han sido inmovilizadas por diferentes métodos:

adsorción, entrecruzamiento, unión covalente y atrapamiento físico utilizando como soporte diferentes materiales orgánicos e inorgánicos.

Del Monte et al. (2017) consideran que:

El desafío mayor en biocatálisis es transformar estos catalizadores biológicos en catalizadores capaces de trabajar en condiciones de reacción normalmente alejadas de las fisiológicas, como las de un proceso industrial. Las enzimas, como catalizadores de reacciones bioquímicas (biocatalizadores), actúan del mismo modo que cualquier catalizador –disminuyen la energía de activación–; pero, al mismo tiempo, muestran propiedades diferentes a las encontradas en los catalizadores químicos: 100 % de rendimiento, incrementos mucho mayores en la velocidad de reacción, versatilidad química, gran especificidad, posibilidad de regulación, labilidad estructural. Todas estas propiedades son consecuencias de su compleja estructura molecular.

Cortés (2016) define que:

Estos catalizadores además de influir negativamente en algunas propiedades físicas del producto final, como el color y el olor, dificultan las etapas de purificación posteriores y resultan contaminantes para el ambiente.

Federico y Lorenzano (2018) señalan que:

Las enzimas son moléculas aceleradoras de las velocidades de reacción, catalizadores biológicos, que permiten el mantenimiento de la vida. El llamado “dogma central de la bioquímica” es que toda reacción química en una célula es catalizada por una enzima. El modo en que actúan las enzimas ha sido estudiado en gran medida de acuerdo con sus propiedades cinéticas.

Cortés (2016) expone que:

Las reacciones catalizadas por lipasas tienen una inconveniencia asociada importante: las conversiones son relativamente bajas en

comparación con procesos químicos tradicionales, si se emplean las preparaciones enzimáticas comerciales crudas. Estas bajas productividades volumétricas pueden conducir a productos menos puros que los obtenidos por síntesis química (que son más versátiles en el sentido en que las condiciones de proceso se pueden modificar en intervalos más amplios), y tal desventaja se puede entonces juntar con la inhibición del catalizador biológico por los productos y/o los sustratos y de la desactivación térmica del biocatalizador.

Federico y Lorenzano (2018) consideran que:

En 1913, Leonor Michaelis y Maud Mentel propusieron un modelo que permitía, por un lado, explicar su cinética, diferenciándolas de las reacciones químicas no catalíticas, y, por el otro, obtener un parámetro de la afinidad de las enzimas por las sustancias con las cuales reaccionan. A fines de los cincuenta, la enzimología, teoría de la bioquímica que se ocupa del análisis y caracterización de las enzimas, era una teoría consolidada. Tanto la cinética de acción enzimática como los modelos de inhibición estaban matematizados (cuando la velocidad de reacción disminuye porque p.e. una sustancia que no es con la que reacciona se une y bloquea la enzima) y se contaba con técnicas de diagnóstico experimental para su estudio.

Ideagro (2021) informa que:

Las enzimas intracelulares se pueden encontrar en diversas partes de las células vivas en proliferación. Sin embargo, las células vivas producen y secretan enzimas extracelulares que funcionan fuera de las células progenitoras como enzimas libres en una solución del suelo o como enzimas que todavía están asociadas con la superficie externa de la pared epidérmica la raíz o de la célula microbiana.

Vargas (2016) indica que:

Una enzima se define como una proteína producida por una célula viviente que funciona como catalizador de una reacción química específica. Las enzimas por su naturaleza proteica pueden ser afectadas

por la temperatura y pH y durante las reacciones específicas en que ellas actúan, lo hacen como catalizadores orgánicos sin experimentar cambios en su estructura.

Quintero *et al.* (2016) exponen que:

La Comisión Internacional de Enzimas acordó reglas específicas para clasificar y denominar las enzimas, proponiendo seis clases principales basadas en el tipo de reacción catalizada, con posterior subdivisión según la naturaleza de la reacción catalizada y el tipo de enlace que se transforma o se rompe. Las clases principales de enzimas son: 1) oxidorreductasas, 2) transferasas, 3) hidrolasas, 4) isomerasas, 5) ligasas y 6) liasas.

Khan Academy (2021) publica que:

Las enzimas realizan la tarea fundamental de disminuir la energía de activación, es decir la cantidad de energía que se debe agregar a una reacción para que esta comience. Las enzimas funcionan al unirse a las moléculas de reactivo y sostenerlas de tal manera que los procesos que forman y rompen enlaces químicos sucedan más fácilmente.

Quintero *et al.* (2016) explican que “La eficiencia con la cual una enzima actúa sobre su sustrato es afectada por factores, como: contacto entre la enzima y el sustrato, concentración de la enzima y el sustrato, temperatura, pH, presencia de coenzimas o de activadores e inhibidores”.

Campaña *et al.* (2016) estiman que:

La demanda de enzimas que cumplan con los estrictos requerimientos de diversos procesos biotecnológicos, han llevado a que surjan investigaciones en la búsqueda de enzimas proteolíticas que satisfagan tanto las necesidades del mercado y la preservación del medio ambiente. Las enzimas hidrolasas producidas hoy en día, han demostrado ser una herramienta biotecnológica útil en la mejora de la eficacia de los procesos.

Forés *et al.* (2017) destacan que:

Un ejemplo de la importancia de las enzimas nos la proporciona la hidrólisis de enlaces fósforo-oxígeno en los fosfoésteres. Estos enlaces son fundamentales para el almacenamiento de energía (en la transformación de ADP en ATP) o en la formación de largas cadenas de ácidos nucleicos (ADN y ARN) esenciales para la transmisión del código genético. Sin embargo la rotura de estos enlaces en condiciones suaves de temperatura, presión y pH es extraordinariamente lenta por lo que los seres vivos han desarrollado un conjunto de enzimas capaces de romper estos enlaces cuando lo requieren.

De acuerdo a Vargas (2016):

Existen varios mecanismos sobre la forma de unión de estas enzimas a los complejos húmicos: por medio de enlaces covalentes (de tipo peptídico), por enlaces de intercambio iónico entre proteínas y las sustancias húmicas y por adsorción mediante puentes de hidrógeno. Estructuralmente, las sustancias húmicas están constituidas por un núcleo estable de fuerte carácter aromático formado por ácidos fúlvicos y húmicos resistente a la desnaturalización físico-química y una estructura lábil que constituiría el frente reactivo que controlaría la acumulación y el intercambio de nutrientes.

Muñoz (2017) considera que:

Sin embargo, los enzimas habituales dejan de funcionar cuando se exponen a altas temperaturas o a otras condiciones extremas. Los enzimas de los extremófilos son funcionales en condiciones en que los otros no lo son; por consiguiente, su utilización podría incrementar el rendimiento de los procesos industriales, reducir su coste económico y seguir mejorando las condiciones del medio ambiente.

Quintero *et al.* (2016) afirman que:

Todas las reacciones químicas de la célula son catalizadas por enzimas. Para que los sistemas químicos de las células funcionen de manera adecuada, deben presentar un equilibrio dinámico o estado estable. Las

concentraciones de las sustancias en el estado estable que intervienen en las reacciones son reguladas por las enzimas. Estas enzimas no se destruyen ni se transforman durante las reacciones en las que intervienen, son tan potentes al principio de una reacción como al final, y bastan pequeñas cantidades de ellas para la transformación de cantidades elevadas de producto.

Ripoll (2020) aclara que:

Los catalizadores biológicos, también llamados enzimas son sustancias que aumentan la velocidad de las reacciones que se dan en los seres vivos. Los enzimas son proteínas que se caracterizan por tener una gran especificidad respecto a las sustancias cuya reacción provocan.

Cabral *et al.* (2018) relatan que:

Las enzimas son catalizadores biológicos, de naturaleza proteica, altamente específicos. Su origen biológico es responsable de algunas de sus ventajas y limitaciones con respecto a los catalizadores químicos. Dos de las características que han limitado la aplicación de las enzimas en diversos procesos son: las condiciones de trabajo bajo las cuales son estables y su solubilidad en agua, esto último las hace difíciles de separar del medio para reutilizarlas.

Según Khan Academy (2021):

Una sustancia que acelera una reacción química, y que no es un reactivo, se llama catalizador. Los catalizadores de las reacciones bioquímicas que suceden en los organismos vivos se conocen como enzimas. Estas generalmente son proteínas, aunque algunas moléculas de ácido ribonucleico (ARN) también actúan como enzimas.

Oliart *et al.* (2016) señalan que:

El desarrollo tecnológico requiere del uso de catalizadores y otras biomoléculas capaces de generar productos con una inversión mínima y en lapsos de tiempo cortos. De manera paralela, se debe disminuir el impacto ambiental que genera la actividad industrial, y optimizar la

utilización y el manejo de los recursos naturales. Al día de hoy, el número de enzimas con aplicación industrial es inmenso, sin embargo, muchas de ellas sólo pueden funcionar bajo limitadas condiciones de temperatura, pH y medio de reacción.

Cabral *et al.* (2018)

La inmovilización enzimática se puede definir como el confinamiento de la enzima en un soporte, lo cual limita su movimiento, pero conserva su poder catalítico. La inmovilización además aumenta la estabilidad de la enzima y hace posible su reutilización al mantenerla en forma insoluble. No obstante, la inmovilización también presenta algunos inconvenientes como la alteración de la conformación de la enzima, pérdida de actividad, heterogeneidad en el sistema soporte-enzima (ya que habrá enzimas unidas al soporte en mayor o menor grado), y el incremento en el costo de la enzima inmovilizada.

Rodríguez *et al.* (2016) indican que:

Las plantas al ser atacadas por microorganismos son capaces de activar los mecanismos defensivos; dentro de estos mecanismos se incluye el incremento en la activación de enzimas, tales como la fenilalanina amonio liasa (PAL), la cual es clave en la síntesis de metabolitos defensivos importantes, donde se destacan las fitoalexinas, que constituyen compuestos altamente tóxicos al patógeno. También se inducen otras enzimas defensivas, entre las que se encuentran:  $\beta$ -1,3 glucanasas, quitinasas, quitosanasas, entre otras

Soares *et al.* (2016) señalan que:

Como biomoléculas se podrían catalogar aquellas moléculas de carácter orgánico tales como aminoácidos, grupo de moléculas lábiles de carbono, fitohormonas, péptidos y oligopéptidos, e incluso se podrían incluir los consorcios microbianos beneficiosos, capaces de realizar un efecto “positivo” sobre las plantas. Dichas biomoléculas deben basarse en una premisa clara: han de ser obtenidas y utilizadas de manera “amigable” con el medio ambiente; no se entendería que el uso en

agricultura de este tipo de biomoléculas suponga un riesgo para cualquiera de los ecosistemas con los que interacciona (suelo, agua, atmósfera), y mucho menos para el ser humano a través de su paso a la cadena trófica a través de la planta.

Del Valle y Sánchez (2015) acotan que:

Descripción general del ciclo de Calvin: En las plantas, el dióxido de carbono entra al interior de las hojas a través de unos poros llamados estomas y se difunde hacia el estroma del cloroplasto, el sitio en el cual se producen las reacciones del ciclo de Calvin, donde se sintetiza el azúcar. Estas reacciones también se llaman reacciones independientes de la luz, porque la luz no las causa directamente.

Martínez y Martínez (2016) indican que:

Los polímeros de aminoácidos se diferencian según sus pesos moleculares o con el número de residuos que contienen. Las moléculas con pesos moleculares que van desde varios miles hasta varios millones de daltones (D) se denominan polipéptidos. Aquellas con pesos moleculares bajos, que constan de menos de 50 aminoácidos, se denominan péptidos. El término proteína describe específicamente las moléculas con un contenido de más de 50 aminoácidos. Cada proteína consta de una o de varias cadenas polipeptídicas.

Del Valle y Sánchez (2015) corroboran que:

En el ciclo de Calvin, los átomos de carbono se fijan (se incorporan a moléculas orgánicas) y se utilizan para formar azúcares de tres carbonos. Este proceso es estimulado por el ATP y NADPH que provienen de las reacciones luminosas, y depende de ellos. A diferencia de las reacciones dependientes de la luz, que ocurren en la membrana tilacoidal, las reacciones del ciclo de Calvin ocurren en el estroma (espacio interior de los cloroplastos).

Martínez y Martínez (2016) aclaran que:

Además de su función principal como componentes de las proteínas, los

aminoácidos poseen muchas otras funciones biológicas:

1. Numerosos aminoácidos ex o sus derivados actúan como mensajeros químicos. Por ejemplo, la glicina, el glutamato, el ácido  $\gamma$ -aminobutírico (GABA, un derivado de la glutamina) y la serotonina y la melatonina (derivados del triptófano) son neurotransmisores, sustancias liberadas por una célula nerviosa que influyen sobre la función de una segunda célula nerviosa o sobre una célula muscular. El ácido indolacético (un derivado del triptófano que se encuentra en las plantas) son hormonas, moléculas de señalización producidas en una célula que regulan la función de: otras células.
2. Los aminoácidos son precursores de diversas moléculas complejas que contienen nitrógeno. Entre los ejemplos se encuentran las bases nitrogenadas que componen los nucleótidos y los ácidos nucleicos, La clorofila (un pigmento de importancia crucial en la fotosíntesis).
3. Numerosos aminoácidos estándar y no estándar actúan como intermediarios metabólicos. Por ejemplo, la arginina, la citrulina y la ornitina son componentes del ciclo de la urea. La síntesis de urea, una molécula que se forma en el hígado de los vertebrados, es el principal mecanismo para eliminar los desechos nitrogenados.

## **1.6. Hipótesis**

Ho= las enzimas no actúan como catalizadores biológicos, indicadores de calidad y desarrollo en las plantas.

Ha= las enzimas actúan como catalizadores biológicos, indicadores de calidad y desarrollo en las plantas.

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

Para el presente documento se recolectó información de libros, revistas académicas, artículos científicos de alto impacto, conferencias, congresos y seminarios.

Al documento se le aplicó la técnica de análisis – síntesis mediante resumen y parafraseo de la temática de las enzimas como catalizadores biológicos, indicadores de calidad y desarrollo en las plantas.

## **CAPÍTULO II**

### **RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

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

El presente documento detalló sobre las enzimas como catalizadores biológicos, indicadores de calidad y desarrollo en las plantas.

Las enzimas juegan un papel vital en la agricultura y en el ciclo de nutrientes, debido a que sintetiza, acumulan, inactivan y descomponen constantemente el suelo.

#### **2.2. Situaciones detectadas**

Entre las situaciones detectadas se plantean:

El análisis de las actividades enzimáticas determina que sus numerosas reacciones químicas pueden provocar efectos perjudiciales en la calidad de las plantas.

Los carbohidratos como almidón y el glucógeno; monosacáridos, disacáridos, polisacáridos, celulosa, quitina, lignina, almidón y lípidos si no son asimilables pueden repercutir en la genética y las características morfo-fisiológica de los cultivos.

#### **2.3. Soluciones planteadas**

Entre las situaciones planteadas se destacan:

Determinar las características morfo-fisiológica de las plantas y su influencia por las enzimas catalizadoras.

## **2.4. Conclusiones**

Por lo expuesto anteriormente se concluye:

Las enzimas catalizadoras mejoran la calidad de las plantas, desde la semilla por diversos componentes genéticos, hasta el desarrollo de las plantas por sus características fisiológicas.

Todas las enzimas pueden ser catalizadas por las plantas; son biomoléculas de naturaleza proteica que aceleran la velocidad de reacción hasta alcanzar un equilibrio, lo cual constituyen el tipo de proteína más numeroso que actúa como catalizadores de reacciones químicas específicas en los seres vivos o sistemas biológicos.

Los aminoácidos, péptidos y proteínas mejoran las plantaciones y por consiguiente influyen en el buen rendimiento del cultivo.

## **2.5. Recomendaciones**

Por lo antes detallado se recomienda:

Continuar investigaciones sobre las diferentes enzimas y sus diferentes procesos en beneficios de los cultivos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Billi, S. (2018). Ribozimas: resabios del mundo primitivo. *Química Viva*, 1(1), 24-28.
- Cabral, H. A., Adame, J. J. D., Neria, G. C., Constantino, C. A. L., & Hernández, R. I. B. (2018). Inmovilización de enzimas. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 5(10).
- Campaña-Ruiz, J. A., Cira-Chávez, L. A., Estrada-Alvarado, M. I., Coronado-Corral, J. C., Acosta-Herrera, M. (2016) Búsqueda nuevos catalizadores biológicos en microorganismos halófilos.
- Cortés, A. M., Mora, R. E., Vargas, J. C. (2016). Inmovilización de lipasas: estudio de la actividad catalítica en la esterificación de ácidos grasos.
- Del Monte-Martinez, A., Avila, B. V. C., Bacerio, J. O. G., Abradelo, D. G., Espí, V. F., Vazquez, R. C. (2017). Aplicación de enzimas en biocatálisis. Perspectivas de la utilización de nanoarreglos como biocatalizadores/Application of enzymes on biocatalysis. Perspectives of the use of nanoarrays as biocatalysts. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas*, 2(2), 7-23.
- Del Valle, É. V., Sánchez, E. (2015). Adaptaciones fotosintéticas en las plantas para mejorar la captación del carbono. *Revista ciencia*, 74-79.
- Federico, L., Lorenzano, P. 2018 Un análisis epistemológico del 'segundo secreto de la vida': la rama alostérica de la red de la teoría enzimática. *MARTINS, RA et al*, 330-339.
- Forés, S. M., Ibáñez, V. M., Andrés, J., Roca, M., López-Canut, V., Silla, E., Rusca, J. B. (2017). Diseño computacional de catalizadores biológicos. In *Anales de la Real Sociedad Española de Química* (No. 2, pp. 144-153). Real Sociedad Española de Química.
- Ideagro. (2021). La importancia de la actividad enzimática en el suelo para la agricultura. Disponible en <http://ideagro.es/la-importancia-de-la-actividad-enzimatica-en-el-suelo-para-la-agricultura/>
- Jaimes, I. B. (2017). Procesos enzimáticos amigables con el ambiente. *Revista Digital Universitaria*, 15(12).
- Khan Academy. (2021). Enzimas y energía de activación. Disponible en

- <https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/cellular-energetics/enzyme-structure-and-catalysis/a/enzymes-and-the-active-site>
- Martínez Augustin, O., Martínez de Victoria, E. (2016). Proteínas y péptidos en nutrición enteral. *Nutrición Hospitalaria*, 21, 01-14.
- Muñoz, E. (2017). Biotecnología y desarrollo en distintos contextos culturales. Influencias e impactos. *Ciencia, tecnología/naturaleza, cultura en el siglo*, 21, 183-204.
- Oliart-Ros, R. M., Manresa-Presas, Á., Sánchez-Otero, M. G. (2016). Utilización de microorganismos de ambientes extremos y sus productos en el desarrollo biotecnológico. *CienciaUAT*, 11(1), 79-90.
- Quintero Lizaola, Roberto; Ferrera-Cerrato, Ronald; Etchevers Barra, Jorge D.; García Calderón, Norma Eugenia; Rodríguez Kabana, Rodrigo; Alcántar González, Gabriel; Aguilar Santelises, Andrés (2016) Enzimas que participan en el proceso de vermicompostaje Terra Latinoamericana, vol. 21, núm. 1, enero-marzo, pp. 73-80
- Ripoll, E. (2020). Catalizadores biológicos: enzimas. Disponible en [https://proyectodescartes.org/ingenieria/materiales\\_didacticos/cinetica\\_Quimica\\_descartes-JS/catalizadores\\_biolgicos\\_enzimas.html](https://proyectodescartes.org/ingenieria/materiales_didacticos/cinetica_Quimica_descartes-JS/catalizadores_biolgicos_enzimas.html)
- Rivera-Pérez, C., & García-Carreño, F. (2017). Enzimas Lipolíticas y su Aplicación en la Industria del Aceite. *BioTecnología*, 11(2), 37-45.
- Rodríguez, Aida T.; Ramírez, M. A.; Falcón, A.; Utria, E.; Bautista, Silvia (2016) Estimulación de algunas enzimas en plantas de arroz (*Oryza sativa*, L.) tratadas con un hidrolizado de quitosana Cultivos Tropicales, vol. 27, núm. 2, pp. 87-91
- Soares, N., Santos, P., Vieira, V., Pimenta, V., & Araújo, E. (2016). Técnicas de prospecção fitoquímica e sua importância para o estudo de biomoléculas derivadas de plantas. *Enciclopédia Biosfera*, 13(24).
- Vargas-Machuca, R. N. (2016). Indicadores biológicos para la evaluación de la calidad de los suelos. In *XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Granada: Estación Experimental del Zaidín, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (EEZ-CSIC)*.