

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

**ESTÍMULO TÉRMICO EN LA INDUCCIÓN DE CAROTENOS  
PARA EL MANEJO DE LAS PLAGAS DEL ARROZ.**

**POR:**

**RAFAEL ANTONIO MONCADA CARCAMO**

**ANTEPROYECTO DE PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA**

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO  
REQUISITO PREVIO A LA REALIZACIÓN DEL**

**TRABAJO PROFESIONAL SUPERVISADO**



**CATACAMAS, OLANCHO**

**HONDURAS, C.A.**

**ENERO, 2026**

ESTIMULO TÉRMICO EN LA INDUCCIÓN DE CAROTENOS  
PARA EL MANEJO DE PLAGAS DEL ARROZ

**POR:**

**RAFAEL ANTONIO MONCADA CARCAMO**

MSc. REYNALDO FLORES

**Asesor Principal**

ANTEPROYECTO DE PPS PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
AGRICULTURA PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**CATACAMAS, OLANCHO**

**HONDURAS; C.A.**

**ENERO, 2026**

## **DEDICATORIA**

A **DIOS**, por concederme la sabiduría y entendimiento necesario para permitirme concluir este trabajo y poder alcanzar una meta más en mi vida.

A mis padres, **ISOLINA CARCAMO Y DOUGLAS RAFAEL MONCADA** porque son ellos mi inspiración para seguir adelante, por nunca dejarme solo, por ese apoyo moral y económico incondicional el cual fue fundamental durante mis años de estudio.

A **TODA MI FAMILIA** por su apoyo moral y por darme esos ánimos para seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

A **Dios**, por brindarme la fuerza y determinación necesaria para poder culminar este proceso.

A la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA** por haberme abierto sus puertas y brindarme la oportunidad de poder realizar y culminar mis estudios.

A mis padres **DOUGLAS MONCADA Y ISOLINA CARCAMO** por siempre estar para mí, en las buenas y en las malas, por nunca dudar de mí.

A mis hermanos, por su apoyo incondicional que día a día me brindaban.

## TABLA DE CONTENIDO

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| LISTA DE ANEXOS.....                                                  | iv |
| I. INTRODUCCION.....                                                  | 1  |
| II. OBJETIVOS .....                                                   | 2  |
| 2.1. Objetivo General .....                                           | 2  |
| 2.2. Objetivos específicos.....                                       | 2  |
| III. REVISIÓN DE LITERATURA .....                                     | 4  |
| 4.1. Plaguicidas .....                                                | 4  |
| 4.1.1. Efectos a la salud humana de los plaguicidas .....             | 5  |
| 4.2. Uso de plaguicidas en Honduras .....                             | 6  |
| 4.3. Ventajas y desventajas de usar agroquímicos .....                | 8  |
| 4.3.1. Ventajas .....                                                 | 8  |
| 4.3.2. Desventajas .....                                              | 9  |
| 4.4. La temperatura en los cultivos.....                              | 10 |
| 4.4.1. Temperaturas bajas .....                                       | 10 |
| 4.4.2. Temperaturas altas .....                                       | 10 |
| 4.4.3. Efecto de la temperatura en los plaguicidas aplicados.....     | 11 |
| 4.5. Cultivo del arroz en Honduras .....                              | 12 |
| 4.5.1. Requerimientos agro-ecológicos para el cultivo de arroz.....   | 13 |
| 4.5.2. Taxonomía de la planta de arroz .....                          | 15 |
| 4.5.3. Morfología y fisiología de la planta de arroz.....             | 15 |
| 4.6. Agua desmineralizada .....                                       | 17 |
| 4.6.1. Desmineralización mediante resinas de intercambio iónico. .... | 18 |

|        |                                                      |    |
|--------|------------------------------------------------------|----|
| 4.6.2. | Desmineralización por ósmosis inversa (OI).....      | 18 |
| 4.6.3. | Desmineralización por destilación .....              | 19 |
| 4.6.4. | Desmineralización por electrodiálisis .....          | 19 |
| 4.6.5. | Desmineralización por Electrodeionización (EDI)..... | 19 |
| IV.    | MATERIALES Y MÉTODOS.....                            | 20 |
| 5.1.   | Lugar de investigación .....                         | 20 |
| 5.2.   | Materiales y equipo .....                            | 20 |
| 5.3.   | Método .....                                         | 21 |
| 5.4.   | Diseño metodológico.....                             | 21 |
| 5.5.   | Variables a evaluar .....                            | 24 |
| 5.5.1. | Variables independientes .....                       | 25 |
| 5.5.2. | Variables dependientes .....                         | 25 |
| 5.6.   | Recolección de datos.....                            | 26 |
| 5.7.   | Análisis de datos .....                              | 26 |
| V.     | RESULTADOS ESPERADOS.....                            | 27 |
| VI.    | DISCUSION .....                                      | 28 |
| VII.   | CONCLUSION.....                                      | 29 |
| VIII.  | BIBLIOGRAFÍA .....                                   | 30 |
| IX.    | ANEXOS.....                                          | 32 |

## LISTA DE ANEXOS

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1 Preparación de suelo y siembra en vivero .....                                   | 38 |
| Ilustración 2 cubrir el vivero para evitar que el endospermo de la semilla quede inactivo..... | 38 |
| Ilustración 3 Germinación a los 9 días .....                                                   | 38 |
| Ilustración 4 Trasplante a campo.....                                                          | 39 |
| Ilustración 5 Plántula de arroz con 15 cm de altura listo para el trasplante .....             | 39 |
| Ilustración 6 Riego asistido durante toda la investigación .....                               | 39 |
| Ilustración 7 Manejo de malezas .....                                                          | 40 |
| Ilustración 8 Primera fertilización con 18-46 -0 y 46-0-0 .....                                | 40 |
| Ilustración 9 segunda y tercera fertilización a base de KCL y 18-46-0.....                     | 40 |
| Ilustración 10 Medición de temperatura en la planta.....                                       | 41 |
| Ilustración 11 Agua desmineralizada para la aplicación .....                                   | 41 |
| Ilustración 12 Calentamiento del agua .....                                                    | 41 |
| Ilustración 13 Medición de temperatura de los tratamientos para la aplicación.....             | 42 |
| Ilustración 14 Medición de temperatura del agua según cada tratamiento.....                    | 42 |
| Ilustración 15 Aplicación según cada una de las temperaturas de los tratamientos .....         | 42 |
| Ilustración 16 Medición de la variable altura en el testigo .....                              | 43 |
| Ilustración 17 Medición de la variable altura en los demás tratamientos .....                  | 43 |

## **I. INTRODUCCION**

El principal beneficio de los plaguicidas es su eficacia contra las plagas que, si no se combaten, diezmarían los cultivos grandes y pequeños. Al controlar los insectos y roedores, los plaguicidas evitan la propagación de enfermedades y protegen los edificios de las infestaciones de termitas. Además, mantienen bajos los precios de los alimentos al eliminar a los depredadores que destruirían las cosechas, lo que aumenta el costo de productos como el maíz y el algodón. Incluso los instrumentos quirúrgicos y los quirófanos se desinfectan con pesticidas, según la Agencia de Protección Ambiental (Castañeda 2020).

El arroz es un cultivo cuya base productiva conjuga trabajo, tierra y agua. Dada la situación actual de esos recursos en el mundo, ni Asia ni África parecen ofrecer garantías para producir la totalidad de esa demanda de arroz, que el mundo necesita para alimentar a más de 7,000 millones de personas. En zonas templadas el rendimiento es bastante alto, debido a una mayor cantidad de horas de luz; asimismo, gran parte del arroz que se produce en estas zonas es bajo riego controlado. Sin embargo, con las nuevas variedades de alto rendimiento y la utilización de prácticas mejoradas de cultivo, se ha demostrado que también en las zonas tropicales, que cuentan con la suficiente disponibilidad de agua, es posible también obtener elevados rendimientos de arroz (Reyes 2003).

En la presente investigación se generó la siguiente información acerca de la combinación de la temperatura y el agua desmineralizada en la aplicación de plaguicidas en el cultivo de arroz de la UNAG ubicada en Catacamas, Olancho.



## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

- Generar información acerca del estímulo térmico en la inducción de carotenos mediante la combinación de la temperatura y el agua desmineralizada en la aplicación de insecticidas y en el cultivo de arroz y su efecto en los niveles de caroteno en la UNAG de Catacamas, Olancho.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Determinar el porcentaje de carotenos estimulado bajo el efecto de la combinación de la temperatura y el agua desmineralizada para el manejo de plagas en el cultivo de arroz,
- Documentar la relación entre el insecticida y el porcentaje de carotenos respecto de la incidencia de plagas en el cultivo de arroz.
- Medir el efecto de la combinación del porcentaje de caroteno, la temperatura y el agua desmineralizada en la aplicación de insecticidas en los componentes de número de espigas, peso del grano, tamaño de la planta y el número de granos por espiga en el cultivo de arroz.

### **III. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **4.1. Plaguicidas**

El término "plaguicida" es una palabra compuesta que comprende todos los productos químicos utilizados para destruir las plagas o controlarlas. En la agricultura, se utilizan herbicidas, insecticidas, fungicidas, nematocidas y rodenticidas (FAO 2010).

Un factor decisivo de la Revolución Verde ha sido el desarrollo y aplicación de plaguicidas para combatir una gran variedad de plagas insectívoras y herbáceas que, de lo contrario, disminuirían el volumen y calidad de la producción alimentaria. El uso de plaguicidas coincide con la "era química", que ha transformado la sociedad desde el decenio de 1950. En lugares donde se practica el monocultivo intensivo, los plaguicidas constituyen el método habitual de lucha contra las plagas (FAO 2010).

Por desgracia, los beneficios aportados por la química han ido acompañados de una serie de perjuicios, algunos de ellos tan graves que ahora representan una amenaza para la supervivencia a largo plazo de importantes ecosistemas, como consecuencia de la perturbación de las relaciones depredador-presa y la pérdida de biodiversidad. Además, los plaguicidas pueden tener importantes consecuencias en la salud humana (FAO 2010).

Si bien el uso de productos químicos en la agricultura se reduce a un número limitado de compuestos, la agricultura es una de las pocas actividades donde se descargan deliberadamente en el medio ambiente productos químicos para acabar con algunas formas de vida.

Hay que reconocer que los plaguicidas químicos para el control de plagas y enfermedades agrícolas, así como insectos vectores de enfermedades de importancia para la salud pública, seguirán necesitándose en un futuro previsible debido a las siguientes premisas:

- Las plagas agrícolas a menudo producen pérdidas de cultivos de hasta 50 si se suman las pérdidas incurridas durante la producción y almacenamiento.
- El riesgo de hambruna en los años venideros es amenaza muy real y creciente.
- La mal nutrición y la inanición se han extendido y están ya con nosotros en muchas partes del mundo.
- Los insectos vectores de enfermedades amenazan continuamente a la salud pública

Según Lara (2017), son cuatro los problemas principales relacionados con el mal manejo de plaguicidas, de los cuales se derivan los demás:

- Resistencia de la plaga a los plaguicidas.
- Intoxicación humana y animal.
- Persistencia de ciertos plaguicidas que resultan en exposición cronológica a los plaguicidas (ocupacional e incidental).
- Desechos de envases de plaguicidas y existencias viejas y vencidas de plaguicidas

#### **4.1.1. Efectos a la salud humana de los plaguicidas**

Los plaguicidas son sustancias tóxicas creadas para matar o repeler plagas. Además de ser nocivos para las plagas, pueden causar síntomas agudos en los humanos, incluyendo náuseas, dolor de cabeza, sarpullido y mareos. Muchos de ellos están ligados a condiciones y enfermedades

crónicas como cáncer, malformaciones congénitas, desórdenes neurológicos y reproductivos, y al desarrollo de sensibilidad a los químicos (Lara 2017).

#### **4.2. Uso de plaguicidas en Honduras.**

En Honduras, se empezó a utilizar productos químicos para controlar plagas sin conocer los efectos secundarios de ellos, como en los recursos naturales y la salud humana. El uso de plaguicidas en Honduras empezó en las zonas dedicadas a los monocultivos de banano (la Costa Norte) y algodón (la Zona Sur) desde hace 50 años con insecticidas de compuestos inorgánicos (Duarte 2012).

Estos fueron sustituidos durante los 50's con los plaguicidas organoclorados, los cuales están siendo sustituidos, actualmente, por los organofosforados, piretroides y carbamatos. El uso de los plaguicidas ha sido limitado por mucho tiempo a las plantaciones grandes en manos de la empresa privada y al sector salud para el control público de los vectores. Ha sido en los últimos 15 años que el agricultor con cultivos de menor escala ha empezado a utilizarlos para tratar de mejorar su producción y así, su situación económica.

Este proceso ha sido lento, ya que el agricultor independiente, igual que las cooperativas, ha requerido de asistencia técnica y financiera. Hasta en los últimos años las manifestaciones clínicas de los efectos de plaguicidas en salud han sido observadas y casi todas fueron vistas en la población que trabaja directamente con los plaguicidas y en los cultivos. Además, estos casos fueron, en su totalidad, de intoxicación aguda por plaguicidas (Duarte 2012).

Recientemente, debido al acceso a la literatura mundial publicada, investigadores y ciertas autoridades en Honduras, han empezado a promover el estudio de los efectos de la introducción de los plaguicidas en el ambiente y los efectos crónicos en la salud, igual que en los recursos naturales,

principalmente provocados por los organoclorados, los cuales han sido más utilizados, no han sido biodegradables y se acumulan en los tejidos biológicos.

Se han realizado estudios sobre los plaguicidas organoclorados en aguas, peces, alimento animal, zopilotes, leche materna humana, plasma humano, tejido adiposo de pacientes de cirugía hospitalizados y de otras personas escogidas para análisis al azar (Duarte 2012).

Casi todos estos estudios han demostrado una situación alarmante en la zona sur del país, en lo que se refiere a cantidad de intoxicaciones, y concentraciones de plaguicidas organoclorados en los tejidos (3,4,5,6,7). Siete de los diez principales productos de exportación de Honduras reciben tratamiento por plaguicidas (bananos, café, madera, azúcar, carne, tabaco y algodón) (Duarte 2012).

Es definitivamente en las plantaciones de banano donde se usa la mayor cantidad de plaguicidas de uso agrícola en Honduras. Los monocultivos son permanentes, y por eso requieren varias aplicaciones de insecticidas y herbicidas entre cosechas para mantener una alta productividad. Aunque hay más territorio nacional dedicado al cultivo del maíz y frijol, la producción agrícola en términos de costo es superior en banano (Duarte 2012).

El área dedicada al cultivo de otras plantas de uso agroindustriales es menor en comparación con los granos básicos, pero hay que destacar que los cultivos agroindustriales son localizados en algunos de los valles de Honduras que, en todo, sólo constituyen un 28% del territorio nacional. En cambio, se combina el cultivo de granos básicos en las faldas de las montañas, donde también utilizan el fuego como control de plaga.

En Honduras, la agricultura, junto con la minería y la construcción, es una de las ocupaciones más peligrosas y las tasas de enfermedad y accidentes declarados están subestimadas por el hecho de que hay muchos trabajadores agrícolas autónomos que no informan de sus accidentes por

problemas de compensación económica (Duarte 2012).

El estado de salud general de los trabajadores agrícolas está comprometido significativamente por factores relacionados indirectamente con su trabajo, sus ingresos bajos, el relativo aislamiento geográfico y social que contribuye a que existan diferencias en su nutrición, hábitat, saneamiento, educación, acceso a la asistencia y los servicios médicos, y estos factores exacerban el riesgo ocupacional.

El hecho de vivir en las proximidades de las grandes áreas de cultivo favorece la exposición de los trabajadores y sus familias a las emisiones de plaguicidas. Además, los trabajadores se ven forzados a consumir agua de riego de las acequias contaminadas con plaguicidas. El bajo nivel cultural hace difícil comprender a los trabajadores el significado de los niveles de exposición a plaguicidas y que las deficiencias proteicas incrementan los efectos tóxicos y crónicos de muchos plaguicidas (Duarte 2012).

Los estudios realizados sobre la mortalidad ocupacional en agricultores sugieren un riesgo elevado de cáncer de los sistemas linfático, hematopoyético, estómago, próstata, cerebro y piel. Los agricultores por las múltiples actividades que desarrollan en su trabajo, pueden estar expuestos a diversos agentes. La evidencia más fuerte es la asociación entre agricultura y riesgo de leucemia, sin embargo, no se ha identificado ningún agente leucemogénico. El exceso de leucemia entre los trabajadores de granjas avícolas y de vacuno sugiere la existencia de agentes víricos, mientras que la asociación con la producción de cosechas es más indicativo de uso de plaguicidas (Duarte 2012).

#### **4.3. Ventajas y desventajas de usar agroquímicos.**

##### **4.3.1. Ventajas**

El principal beneficio de los plaguicidas es su eficacia contra las plagas que, si no se combaten, diezmarían los cultivos grandes y pequeños. Al controlar los insectos y roedores, los plaguicidas evitan la propagación de enfermedades y protegen los edificios de las infestaciones de termitas (Castañeda 2020).

Según Castañeda (2020) los plaguicidas también mantienen bajo el precio de los alimentos eliminando a los depredadores que destruirían las cosechas, aumentando el costo de cosas como el maíz y el algodón. Incluso los instrumentos quirúrgicos y los quirófanos se desinfectan con pesticidas, según la Agencia de Protección Ambiental. Algunos beneficios más son:

- Los pesticidas sintéticos y los productos naturales matan eficazmente los bichos y las enfermedades la mayoría de las veces.
- Los productos naturales son menos tóxicos en general que los sintéticos, pero aún así pueden ser tóxicos hasta cierto punto.
- Algunos aceites naturales matan las esporas de las enfermedades además de los huevos o larvas de los insectos.

#### **4.3.2. Desventajas**

Se ha relacionado a los plaguicidas con efectos deletéreos en la salud humana y en la del medio ambiente. Según la Asociación Canadiense de Médicos para el Medio Ambiente, los niños expuestos a los plaguicidas tienen mayores tasas de leucemia y cáncer cerebral, y las mujeres embarazadas expuestas tienen mayores tasas de aborto espontáneo (Castañeda 2020).

según Castañeda (2020) los plaguicidas también pueden dañar los pulmones y el sistema

nervioso. En la naturaleza, los plaguicidas contaminan el aire, el agua y el suelo. Como resultado, la vida vegetal y animal puede morir o enfermarse y sufrir malformaciones. Algunos riesgos más son:

- Algunos plaguicidas son tóxicos para los seres humanos, los animales domésticos, los insectos benéficos u otras plantas en mayor o menor grado. La lectura de la etiqueta de advertencia de un producto le permitirá saber cuán seguro es el producto.
- Los plaguicidas tóxicos tienen normas específicas de almacenamiento y eliminación que debes seguir.
- La determinación de las cantidades de plaguicidas que se deben utilizar es difícil; pueden ser ineficaces si se utiliza muy poco o pueden matar las plantas si se utiliza en exceso.
- La mayoría de los plaguicidas deben aplicarse más de una vez.

#### **4.4. La temperatura en los cultivos**

La temperatura afecta la tasa de desarrollo de la planta a través de sus distintas fases (pág. 8) y la producción de hojas, tallos y otros componentes. Todos los procesos fisiológicos de la planta ocurren más rápidamente a medida que la temperatura aumenta entre una temperatura base y una temperatura óptima (FAO 2020).

##### **4.4.1. Temperaturas bajas**

A medida que descende la temperatura, el desarrollo se hace más lento. Si las temperaturas son lo suficientemente bajas como para llegar a helar, puede producirse un daño severo en los tejidos



jóvenes; por ejemplo, los tallos vegetativos pueden morir a  $-5^{\circ}\text{C}$  (FAO 2020).

Dos o más heladas consecutivas durante el período que va desde la emergencia de las espigas hasta el inicio del llenado del grano, pueden tener consecuencias graves sobre el rendimiento. Temperaturas de  $1,5^{\circ}\text{C}$  registradas en la casilla meteorológica (pág. 90) a 1,5 m del suelo son lo suficientemente bajas como para producir daños, ya que equivalen a  $0^{\circ}\text{C}$  sobre la superficie del cultivo (FAO 2020).

Una sola noche con helada durante este período puede no ser decisiva para la planta porque puede que sólo mueran los tejidos nuevos que están expuestos al aire; por ejemplo, como en las espigas con bandas de espiguillas muertas. Después de su exposición al aire todos los tejidos se vuelven más resistentes (FAO 2020).

#### **4.4.2. Temperaturas altas**

Con temperaturas altas el cultivo necesitará más insumos (nutrientes, agua, radiación solar) para poder mantener su nivel de metabolismo. Para evitar pérdidas importantes de rendimiento a medida que aumente la temperatura, el manejo del cultivo deberá ser cada día más preciso; se pueden obtener buenos rendimientos compensando el efecto de las altas

temperaturas con un óptimo suministro de agua y de nutrientes. Durante el llenado del grano y a medida que aumenta la temperatura, el desarrollo se acelera más que el crecimiento; aún bajo condiciones óptimas de manejo, el rendimiento se puede reducir hasta 4 por ciento por cada  $1^{\circ}\text{C}$  que aumente la temperatura media debido al acortamiento del período de llenado del grano (FAO 2020).

El daño causado por las temperaturas altas está comúnmente asociado con el estrés hídrico por lo que el manejo del agua pasa a ser una operación crítica. En la medida en que las plantas puedan transpirar libremente también podrán hacer frente a las altas temperaturas (FAO 2020).

Los cultivos con suficiente agua disponible pueden soportar temperaturas del aire de 40°C; sin embargo, si el agua es un factor limitante, las hojas pueden morir a 40°C ya que las plantas estresadas intentan conservar agua cerrando sus estomas y reduciendo así el beneficioso enfriamiento producido por la transpiración. Sin ella, la temperatura de las hojas puede llegar a 50°C, interrumpiéndose los procesos metabólicos. Las plántulas en suelos muy calientes y secos pueden alcanzar fácilmente estas temperaturas críticas (FAO 2020).

#### **4.4.3. Efecto de la temperatura en los plaguicidas aplicados**

Se evaluó la mezcla de plaguicidas bajo condiciones consideradas como ideales para la actividad microbiana en el sustrato y mediante un análisis estadístico se determinó que la disipación óptima de estas sustancias se alcanza a partir del día 14 (Córdova 2015).

Al evaluar la disipación de los plaguicidas bajo diferentes condiciones ambientales se observó que, al aumentar la temperatura, la concentración de estas sustancias disminuyó, llegándose a cuantificar valores menores a 1 mg/kg de suelo a la temperatura de 45°C, representando un 99% de disipación. De acuerdo con el análisis estadístico se concluye que la humedad no fue un factor significativamente importante en la disipación de los plaguicidas (Córdova 2015).

#### **4.5. Cultivo del arroz en Honduras**

El arroz es un cultivo cuya base productiva conjuga trabajo, tierra y agua. Dada la situación

actual de esos recursos en el mundo, ni Asia, ni África parecen dar garantías para producir la totalidad de esa demanda de arroz, que el mundo necesita para alimentar a mas de 7,000 millones de personas (Reyes 2003).

Considerando que el arroz, provee más de la mitad del alimento diario a una tercera parte de la población mundial especialmente en Asia, donde se encuentra el 58% de dicha población y se consume más del 90% de todo el arroz producido en el mundo. El arroz es el único 5 cereal que se destina casi exclusivamente a la alimentación humana. Sus virtudes como alimento son numerosas:

Es rico en vitaminas y en sales minerales que cubren en un alto porcentaje las necesidades alimenticias del ser humano. Es de bajo contenido graso (1%), libre de colesterol y muy bajo en sodio. El arroz es una gramínea domesticada y a la vez un cultivo milenario, se tiene evidencia que en algunos países del continente asiático se cultiva desde hace unos 8,000 años. En términos de la producción mundial de los cereales, el arroz ya supera al trigo (Reyes 2003).

El botánico Vavilov, consideró que el arroz cultivado tiene su origen en la India de donde pasó a la China y después al resto del mundo. Aproximadamente el 90% del arroz que se cosecha en el mundo, se produce en las zonas templadas y solo el 10 % en zonas tropicales.

En zonas templadas el rendimiento es bastante alto, debido a una mayor cantidad de horas luz, así mismo, gran parte del arroz que se produce en estas zonas, es bajo riego controlado. Sin embargo, con las nuevas variedades de alto rendimiento y la utilización de prácticas mejoradas de cultivo, se ha demostrado que también en las zonas tropicales, que cuentan con la suficiente disponibilidad de agua, es posible también obtener elevados rendimientos de arroz (Reyes 2003).

Estas áreas es donde los productores pueden ser competitivos, eficientes y conducir una agricultura rentable y sostenible con el cultivo del arroz. Aunque, es considerable el área de arroz que se cultiva en tierras de secano, es decir sin riego, pero este tipo de cultivo suele limitarse en su mayor parte a zonas con lluvia relativamente abundante durante la temporada de desarrollo del cultivo (Reyes 2003).

#### **4.5.1. Requerimientos agro-ecológicos para el cultivo de arroz**

Para una mayor productividad, el arroz requiere de temperaturas relativamente altas y de suficiente radiación solar así como de un suministro suficiente de agua, durante toda la temporada de desarrollo del cultivo que varía de 3 a 5 meses.

La temperatura, la radiación solar y la precipitación pluvial afectan directamente los procesos fisiológicos de la planta de arroz, que de una u otra manera inciden en la producción de grano e indirectamente en la presencia de plagas y enfermedades del cultivo. Aparte de lo anterior los suelos deben ser aptos para el cultivo, con características que permitan una adecuada retención de agua y disponibilidad de nutrientes (Reyes 2003).

Temperatura y radiación solar: La temperatura no solo afecta el crecimiento, sino que también el desarrollo de la planta de arroz. Para el cultivo del arroz, las temperaturas críticas están por debajo de los 20° C y por arriba de los 32° C. Se considera que la temperatura óptima para la germinación, el crecimiento del tallo, de las hojas y de las raíces, está entre los 23 y 27 o C. Con temperaturas superiores a estas, la planta de arroz crece más rápidamente, pero los tejidos son demasiados blandos, siendo entonces más susceptibles a los ataques de enfermedades.

Por otra parte, las temperaturas bajas influyen desfavorablemente en la diferenciación de las células reproductivas y por tanto causan una alta esterilidad de las espiguillas, esto es muy

determinante en la etapa del “embuchamiento” a los 14-7 días antes de la emergencia de la panícula o de la floración del cultivo (Reyes 2003).

Un tiempo lluvioso, con alta nubosidad y con bajas temperaturas perjudican la polinización y por tanto causan un alto porcentaje de esterilidad de las 8 espiguillas, resultando en una baja producción de grano. Por otra parte, tanto en los trópicos como en las zonas templadas, la producción de grano es primariamente determinada por la incidencia de radiación solar. Con la información anterior, se asume que el arroz en nuestro país, se puede cultivar desde 0, hasta los 800 metros sobre el nivel del mar, durante el ciclo de primera y sembrando en los meses de mayo, junio y la primera quincena de julio (Reyes 2003).

Precipitación pluvial. Al igual que otros cultivos y partiendo del conocimiento que cada cultivo requiere de la suficiente humedad para obtener una mayor productividad, también el arroz requiere de un mínimo de humedad en el suelo, para obtener una producción aceptable. Cuando ocurren deficiencias de agua durante el desarrollo del cultivo, los rendimientos disminuyen significativamente.

Por eso en las zonas donde la precipitación pluvial no es suficiente para sacar el cultivo y tampoco se dispone de agua para efectuar riegos de auxilio, se aconseja que el productor mejor no se siembre arroz pues los riesgos se incrementan significativamente. Se considera que una precipitación de unos 1,200 milímetros bien distribuidos durante el ciclo de cultivo es suficiente para la obtención de buenos rendimientos (Reyes 2003).

Suelos y topografía del terreno: El cultivo de arroz como tal, requiere de suelos con alto contenido de arcilla, que son los suelos que retienen y conservan la humedad por más tiempo. Los suelos cuya proporción de arcilla está balanceada con el contenido de arena y limo (suelos francos) y que son aptos para otros cultivos, todavía garantizan buenas cosechas de arroz.

Sin embargo, en estas condiciones se hace necesario contar con abundante agua de lluvia, o con la infraestructura necesaria para suplir riego al cultivo en períodos críticos de baja precipitación pluvial o sequía (Reyes 2003).

En relación con la topografía del terreno es necesario disponer de suelos planos para producir arroz; ya que generalmente en el cultivo de arroz en su mayoría se utiliza maquinaria. Desde luego, que el manejo del cultivo y el manejo de agua (si se dispone de riego), será más fácil y menos costosa en aquellos suelos con menores pendientes. Cuando se construye infraestructura para riego, las melgas deben nivelarse bien, con pendientes que no sobrepasen el 1/1000, aunque es preferible nivelar a cero (Reyes 2003).

#### **4.5.2. Taxonomía de la planta de arroz**

El arroz es una planta monocotiledónea que pertenece a la familia de las Gramíneas, a la subfamilia de las Panicoideas y a la tribu Oryzae. El nombre científico es *Oryza sativa*. Evolutivamente se acepta que la forma perenne del *Oryza perennis* y para otros, el *Oryza rufipogon*, es el antecesor común, tanto del arroz cultivado como del Arroz Rojo. Aunque el arroz rojo, no se originó directamente del arroz cultivado, es frecuente el uso de *O. Sativa* f. *Spontanea* como el nombre científico del arroz rojo (Guzmán 2006).

El número de cromosomas de la especie *O. sativa*, es  $2n=24$  y  $n=12$ . Recientemente se ha informado que se ha descifrado el genoma del arroz, que dentro de las gramíneas cultivadas es uno de los menos complicados. El estudio publicado indica que el genoma del arroz está constituido por unos 50 mil de genes y que las bases de estos genes suman unos 430 millones de pares de bases de ADN (Guzmán 2006).

#### **4.5.3. Morfología y fisiología de la planta de arroz.**

Morfología: En la planta de arroz, las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. El tallo es erguido, cilíndrico, con nudos, de 60-120 cm de altura. Las hojas que son alternas envainan el tallo, con limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de la unión de la vaina con el limbo, se encuentra un lígula membranosa, bífida y erguida (Guzmán 2006).

Las flores son de color verde-blanquecino, dispuestas en espiguillas, cuyo conjunto constituye una panícula grande, terminal y colgante a medida que se llena el grano. Cada espiguilla es uniflora, conformada por 6 estambres y un pistilo y esta provista de una lema y una palea. El fruto es una cariósipide (Guzmán 2006).

Fisiología: En las plantas que producen semilla, se distinguen tres fases de desarrollo, las cuales tienen períodos de crecimiento definidas en cuanto a la diferenciación de la planta y los días de duración de estas tres fases. En el caso del arroz, estas fases son las siguientes:

La fase vegetativa por lo general dura de 55 a 60 días en las variedades de período intermedio. Y comprende desde la germinación de la semilla, emergencia, macollamiento (ahijamiento), hasta la diferenciación del primordio floral. Esta fase es la que diferencia unas variedades de otras, según sea la precocidad o tardanza de la misma en alcanzar su respectivo ciclo de cultivo (Guzmán 2006).

En la fase vegetativa es cuando se determina en gran parte, el número de espigas por planta o por unidad de superficie, debido principalmente al macollamiento de las plantas, lo cual es uno de los 3 componentes de rendimiento de una plantación de arroz (Guzmán 2006).

La fase reproductiva, incluye el período desde la formación del primordio floral,

embuchamiento (14-7 días antes de la emergencia de la panícula), hasta la emergencia de la panícula (floración). Esta fase dura entre 35 y 40 días. Normalmente la duración de la fase reproductiva en las variedades cultivadas, varía muy poco. En esta fase se determina el número de granos por panícula, que es también otro de los 3 componentes de rendimiento en la producción de un cultivo de arroz (Guzmán 2006).

La fase de madurez, abarca desde la emergencia de la panícula (floración), el llenado y desarrollo de los granos (estado lechoso y pastoso) hasta la cosecha (madurez del grano) y dura de 30 a 40 días.

Esta fase también varía muy poco de una variedad a otra. Y se considera que en esta fase se determina el peso del grano a la madurez, por lo que es el tercero de los 3 componentes de rendimiento en una plantación de arroz (Guzmán 2006).

En general el ciclo vegetativo y reproductivo de las variedades de arroz que se cultivan actualmente, varía de 120 a 140 días desde la germinación hasta a la cosecha del grano, aunque actualmente se encuentran variedades de arroz con 105 días a la cosecha, con buenos rendimientos. Cuando las temperaturas son bajas durante la fase vegetativa, el período de desarrollo del cultivo puede alargarse por unos días más hasta 5 meses (150 días)

#### **4.6. Agua desmineralizada**

El agua desmineralizada es agua baja en sólidos disueltos, y que presenta baja conductividad eléctrica (medida en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). El agua completamente pura no es un buen conductor eléctrico, sin embargo en las aguas naturales se encuentran diversos sólidos disueltos que aportan iones con cargas positivas (cationes) y negativas (aniones), estos iones presentes en el agua permiten el paso de electricidad a través de ella (Salazar 2021).



La concentración de los sólidos disueltos en el agua y la conductividad eléctrica son directamente proporcionales, esto quiere decir que al aumentar la concentración de sólidos disueltos aumenta la conductividad (Salazar 2021).

Existen diferentes procesos para obtener agua desmineralizada, en la industria pueden encontrarse los siguientes:

- Intercambio iónico
- Filtración por membranas (ósmosis inversa)
- Destilación
- Electrodialisis
- Electrodeionización (EDI)

#### **4.6.1. Desmineralización mediante resinas de intercambio iónico.**

El proceso de desmineralización de agua por intercambio iónico, consiste en hacerla pasar a través de una cama de resina catiónica (cargada de iones  $H^+$ ) y una aniónica (cargada de iones  $OH^-$ ), o una sola cama con ambas (resina mixta) (Salazar 2021).

Las resinas se clasifican en cuatro principales grupos, de acuerdo con los grupos funcionales unidos que se encuentran unidos a su matriz polimérica, son los siguientes:

- Catión de ácido fuerte (SAC)
- Catión de ácido débil (WAC)
- Anión de base fuerte (SBA)

- Anión de base débil (WBA)

El diseño de sistemas de intercambio iónico dependerá de la química del agua (se recomienda un estudio completo de aniones y cationes), que determina la combinación de resinas más efectiva, para un sistema de desmineralización.

#### **4.6.2. Desmineralización por ósmosis inversa (OI).**

La ósmosis inversa consiste en hacer pasar agua a través de una membrana semipermeable a una presión diferencial elevada (que supere la presión osmótica); de manera que los sólidos disueltos se concentran de un lado de la membrana (rechazo) y del otro lado un agua con una baja concentración de estos (producto) (Salazar 2021).

La calidad del agua producto dependerá de la alimentación y de la especificación del porcentaje de rechazo de sales de la membrana. Los sistemas de OI permiten diseñar diferentes configuraciones, ya sea para obtener una mejor calidad de agua producto, para aumentar el volumen producción o para reducir el volumen de rechazo (Salazar 2021).

#### **4.6.3. Desmineralización por destilación.**

La desmineralización por destilación, es la purificación química y biológica del agua a través de la vaporización térmica y su condensación. Los sistemas de destilación de agua no requieren demasiados controles en el agua de alimentación, sin embargo, se debe tener especial cuidado con el arrastre de impurezas y con las variaciones de calidad del condensado (Salazar 2021).

#### **4.6.4. Desmineralización por electrodiálisis**

La electrodiálisis es un proceso de purificación, en el cual el agua se hace fluir a través de membranas ión-selectivas catiónicas y aniónicas, colocadas alternadamente, en una cámara llamada batería o acumulador, que suministra una corriente eléctrica para el flujo de los iones a través de las membranas. Los iones son transportados de una solución diluida a una solución concentrada (Salazar 2021).

#### **4.6.5. Desmineralización por Electrodeionización (EDI).**

Los sistemas de electrodeionización (EDI) usan una combinación de resinas, membranas ión-selectivas y cargas eléctricas para obtener agua con un alto grado de pureza (hasta 18.2 MΩ/cm) y que además está en regeneración continua (Salazar 2021).

Consiste en pasar el agua a través de cámaras de resinas delimitadas por membranas ión-selectivas. La resina actúa como un conductor permitiendo que la corriente eléctrica desplace los aniones y cationes capturados en la resina, los cuales son concentrados y expulsados del sistema en el flujo de rechazo. Al mismo tiempo, la corriente eléctrica separa el agua en iones hidrógeno ( $H^+$ ) e hidroxilo ( $OH^-$ ) que permiten la regeneración continua de la resina sin la necesidad de utilizar químicos regenerantes (Salazar 2021).

#### **4.6.7. Estímulo térmico y su relación con la biosíntesis de carotenos en arroz**

La biosíntesis de carotenos en plantas está influenciada por factores ambientales como la luz, disponibilidad de agua, fertilización y especialmente la temperatura. Los carotenos, dentro de los que

destaca el  $\beta$ -caroteno, forman parte del grupo de los pigmentos denominados carotenoides, esenciales para los procesos fotosintéticos y para la defensa antioxidante del cultivo. En cultivos como el arroz, la modificación controlada de la temperatura puede estimular rutas metabólicas responsables de la síntesis de estos compuestos, incrementando su acumulación principalmente en tejidos reproductivos (FAO, 2019).

Diversas investigaciones han demostrado que exponer el cultivo a temperaturas moderadamente elevadas (entre 32–38 °C) por periodos cortos, especialmente durante etapas reproductivas tempranas, puede activar enzimas clave como la fitoeno sintasa (PSY) y la licopeno  $\beta$ -ciclase (LCYB), responsables de incrementar la acumulación de pigmentos carotenoides (Bouis & Saltzman, 2017). Este mecanismo es conocido como estimulación térmica, y su finalidad es inducir respuestas metabólicas que favorezcan la síntesis de compuestos bioactivos sin afectar negativamente la fisiología de la planta.

En arroz, estudios realizados por el International Rice Research Institute (IRRI) indican que la exposición controlada al calor puede incrementar hasta en 18–25 % la acumulación de carotenoides bajo condiciones adecuadas de humedad y nutrición foliar, sugiriendo que el manejo térmico puede convertirse en una estrategia sostenible para mejorar el valor nutricional del cultivo (IRRI, 2018).

### **Uso de agua desmineralizada y su interacción con fertilizantes foliares**

El uso de agua desmineralizada tiene un rol importante al evitar que sales o minerales presentes en el agua convencional interfieran con la absorción foliar de nutrientes o con la estabilidad de los compuestos activos en los fertilizantes foliares. Diversos autores señalan que el agua pura evita reacciones químicas indeseadas, como precipitados o disminución del pH, favoreciendo la penetración del fertilizante en el tejido vegetal (Tindall, 2014).

Cuando se combina agua desmineralizada + temperatura controlada + fertilizantes foliares, se potencia la movilidad estomática y la difusión cuticular, permitiendo una absorción más eficiente. Esto puede generar una mayor activación metabólica y una respuesta más marcada en la producción de carotenoides, especialmente en variedades mejoradas como INTA Dorado y Dicta Playitas.

## **Fertilización foliar y su efecto en la inducción de carotenos**

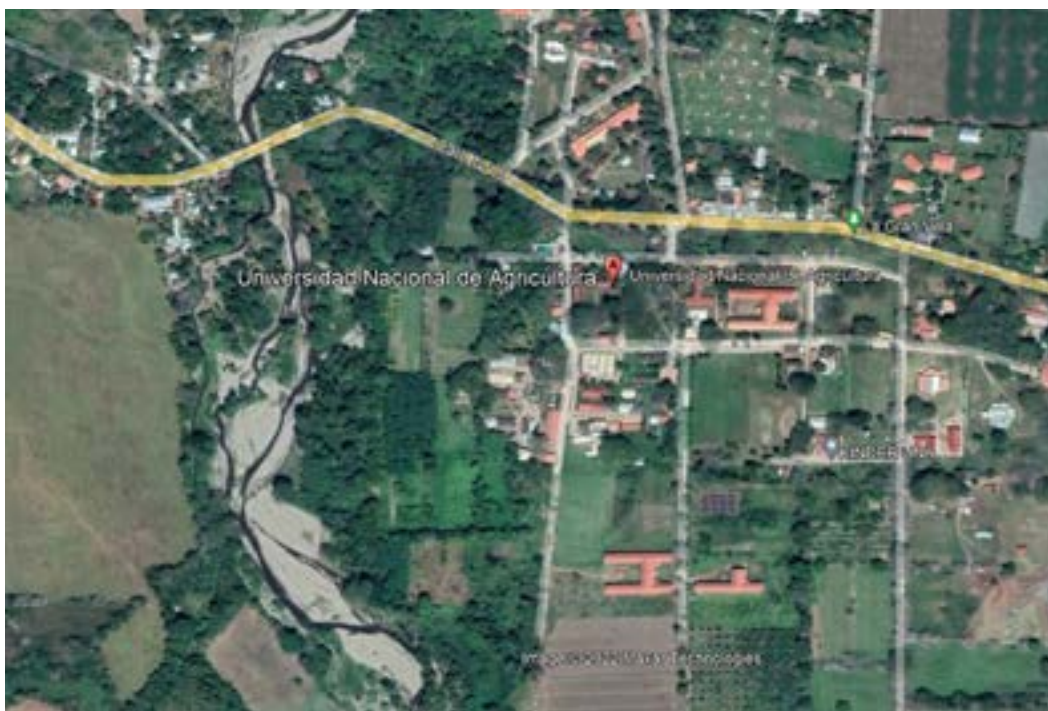
La fertilización foliar contribuye a mejorar la disponibilidad inmediata de micronutrientes como el zinc, boro, magnesio y hierro, todos involucrados en la síntesis de pigmentos. Autores como Marschner (2012) detallan que la aplicación foliar durante etapas clave como macollamiento, embuche y floración puede mejorar la eficiencia fotosintética, produciendo plantas más vigorosas y con mayor potencial de acumulación de metabolitos secundarios, entre ellos los carotenos.

La inducción térmica combinada con fertilizantes foliares puede incrementar la actividad de los cloroplastos y estimular la formación de cromoplastos, estructuras donde se almacenan carotenoides, lo que favorece mayores niveles de pigmentación y calidad nutricional en el cultivo.

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. Lugar de investigación**

La práctica fue desarrollada en la Universidad Nacional De Agricultura, ubicada a 6 km al sureste de la ciudad de Catacamas, Olancho, Honduras. La zona presenta una temperatura promedio anual de 25°C, una humedad relativa de 74%, una altitud de 350.79 msnm, y una precipitación anual de 1300 mm.



### **5.2. Materiales y equipo**

Dentro de los materiales y equipos que se utilizaron durante el desarrollo del trabajo profesional supervisado, se puede mencionar los siguientes:

Plaguicidas, balanza analítica, bascula, agua desmineralizada, envases plásticos de 1 L, termómetro y materiales de oficina como ser: hojas de registro, lápiz y libreta de campo, calculadora y computadora e impresora, jabón semillas de arroz, teléfono.

### 5.3. Método

Existe una problemática en las aplicaciones y es el uso de tratadores de agua como ser regulador de Ph y regulador de dureza, estos elementos son importantes para obtener una calidad en la aplicación pero a la vez aumentan los costos de producción, además el uso de estos productos sintéticos contamina el ambiente así como sus envases, para resolver esta problemática de costos y contaminación se propone el uso de agua desmineralizada la cual no tendrá problemas de dureza de agua y con un Ph aceptable permitirá en combinación con la temperatura reducir costos de producción, reducir contaminación ambiental y aumentar los rendimientos en kilogramos por hectárea.

#### 5.3.1. Elaboración de tratamientos botánicos

**Ingredientes de tratamiento hojas de neem (T3):** 2 libras de hojas de neem, 1 litro de agua

Materiales: licuadora, balde, colador, pesa manual

Elaboración: lo primero que se realizó fue pesar las hojas neem, luego se llevan a la licuadora y se licuan junto con un litro de agua, después de que ya están bien triturada las hojas de neem se pasan a un balde y se deja reposar por un periodo de 24 horas y como último paso se procede a colar las hojas de neem antes de aplicar.

#### Extracto de neem

Es un insecticida de origen botánico utilizado como repelente, su ingrediente activo es la *azadirachtina* que se obtuvo a partir de extractos de *Azadirachta indica* (árbol de neem). Penetra por ingestión y contacto, este afecta los estados inmaduros de larvas, ninfas y pupas bloqueando el ciclo de la muda, matando al ácaro en su estado inmaduro. Se utilizó una dosis de 35 g de producto

molido de hojas de neem por bombada de 20 litros. (IPES-FAO, 2010).

### ***Metarhizium anisopliae***

Al igual que *B. bassiana*, este hongo pertenece a la clase deuteromicetes, orden Moniliales, Familia Moniliaceae (Alatorre, 2010).

Este patógeno ataca naturalmente más de 300 especies de insectos de diversos órdenes. Algunas plagas que son afectadas por este hongo son la salivita de la caña de azúcar (*Aeneolamia varia*) y chinches plagas de diversos cultivos. Los insectos muertos por este hongo son cubiertos completamente por micelio, el cual inicialmente es de color blanco, pero se torna verde cuando el hongo esporula. Se utilizaron 25 gramos de *metarhizium anisopliae* y su concentración de  $1 \times 10^{10}$  esporas/ml por bomba de 20 litros de agua (Alarrote, 2010)

### **Método y frecuencia de las aplicaciones**

Las aplicaciones se efectuaron por aspersión directa al follaje haciendo uso de una bomba de manual con capacidad de 2 litros con un volumen de aplicación de 400 L/ha. Las aplicaciones de los tratamientos se iniciaron con la dosis más baja y de último la dosis alta., estas aplicaciones de los tratamientos se realizaron a los **6, 12, 18, y 24 días; cuatro en total** (Según la distribución de la unidad experimental descrita en cada bloque) desde el inicio del programa de las aplicaciones para el momento que levantamos los datos.

## **5.4. Diseño metodológico**

### **Tipo de investigación**

La presente investigación fue de tipo experimental y donde se evaluó los efectos de las



aplicaciones de insecticidas en arroz (*Oriza sativa L.*), utilizando la temperatura y el agua tratada de calidad.

### Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue tipo experimental. Se realizó un estudio comparativo entre variedades de arroz más la aplicación de ceniza de arroz.

El experimento se estableció conforme a un diseño en bloques completos al azar (BCA) con arreglo de parcelas divididas, se utilizó tres factores bajo estudio como ser el factor uno el plaguicida, el factor dos la temperatura, y el factor tres la calidad del agua tratada para la aplicación, con cuatro repeticiones, en la que se evaluarán 3 tratamientos, incluyendo un insecticida químico, un biológico, un botánico y el testigo absoluto (Cuadro 1).

En el experimento se establecieron 16 parcelas como unidades experimentales con dimensiones de 2.0 m de largo y 2.0 m de ancho con distancia entre planta de cinco centímetros cada una, con un distanciamiento 0.20 metros entre surco y un metro entre unidad experimental, para un área total de 121 m<sup>2</sup> en cada uno de los estudios. (Anexo 1).

**Cuadro 1.** Descripción de los tratamientos para el control de plagas con diferentes temperaturas y calidad del agua a evaluar en la aplicación.

| Tratamiento | Descripción                   | Dosis MI/Ha<br>100 L (Agua) |
|-------------|-------------------------------|-----------------------------|
| T1          | Clontraniliprole 10 SE        | 500 MI/Ha                   |
| T2          | <i>Metarhizium anisopliae</i> | 800 MI/Ha                   |
| T3          | Insecticida a base de Neen    | 700 MI/Ha                   |
| T5          | Testigo Absoluto sin nada     | Agua                        |

## 5.5. Variables a evaluadas

### 5.5.1. Variables independientes

Plaguicida, temperatura y el agua tratada

### 5.5.2. Variables dependientes

#### Medición del porcentaje de Caroteno en la planta

La medición del  $\beta$ beta  $\beta$ -caroteno en plantas de arroz, particularmente en el endospermo del "Arroz Dorado", se realiza principalmente mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) para máxima precisión, o espectrofotometría UV-Visible a 450-455 nm para cuantificar carotenoides totales. Los métodos implican extraer los pigmentos con solventes orgánicos (acetona, éter de petróleo) y usar curvas de calibración.

**Cuadro 2.** Análisis de varianza para las concentraciones de beta-caroteno en  $\mu\text{g/g}$  por cada uno de los tratamientos

| $R^2$ : 0.670   C.V: 63.90 |                    |                   |                |      |        |
|----------------------------|--------------------|-------------------|----------------|------|--------|
| Fuente                     | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F    | P      |
| Bloques                    | 3                  | 3.42              | 1.14           | 4.89 | 0.0054 |
| Tratamientos               | 3                  | 2.20              | 0.73           | 3.15 | 0.0351 |
| Error                      | 41                 | 9.56              | 0.23           |      |        |
| Total                      | 47                 | 15.17             |                |      |        |

| Tratamientos | N  | Medias | Categoría Tukey |
|--------------|----|--------|-----------------|
| 4            | 12 | 0.85   | A               |
| 1            | 12 | 1.34   | A               |
| 2            | 12 | 0.80   | A               |
| 3            | 12 | 1.06   | A               |

Medias seguidas por la misma letra no son estadísticamente diferente según la prueba de Tukey ( $\alpha$  0.05)

#### Altura de planta (cm)

Esta variable fue medida al seleccionar 10 plantas tomadas al azar por cada parcela

experimental en etapa de floración del cultivo, tomando un flexómetro, desde la superficie del suelo hasta la panícula más alta.

### **Peso de 1000 granos (g)**

Se tomaron todas las espigas del área útil de cada tratamiento y se procede a promediar los datos obtenidos, tomando el peso en una balanza, expresado en gramos.

### **Longitud de la espiga (cm)**

Apartir de diez panículas tomadas al azar de cada unidad experimental, se midió el espacio entre la panícula y el ápice de la misma.

### **Números de granos por espiga**

Fueron seleccionadas las espigas del área útil de cada tratamiento y se contabilizarán los granos obtenidos para luego ser promediados por tratamientos.

### **Rendimiento del cultivo (Kg/Ha)**

Los datos recolectados por tratamientos fueron promediados y transformados y expresados en el rendimiento del cultivo en kilogramos por hectáreas.

## **5.6. Recolección de datos**

Se seleccionaron 10 plantas del área útil y se procedió a realizar la recolección de datos según lo expuesto en las variables a evaluar.

## **5.7. Análisis de datos**

Después de colectados los datos de incidencia obtenidos en el campo, estos procedieron a ser agrupados por tratamiento y repetición en una tabla de datos en Excel, luego cada variable fue analizada, utilizando un análisis de varianza (ANDEV), usando el programa INFOSTAT, con un nivel de significancia en el análisis de ( $P = 0.05$ )

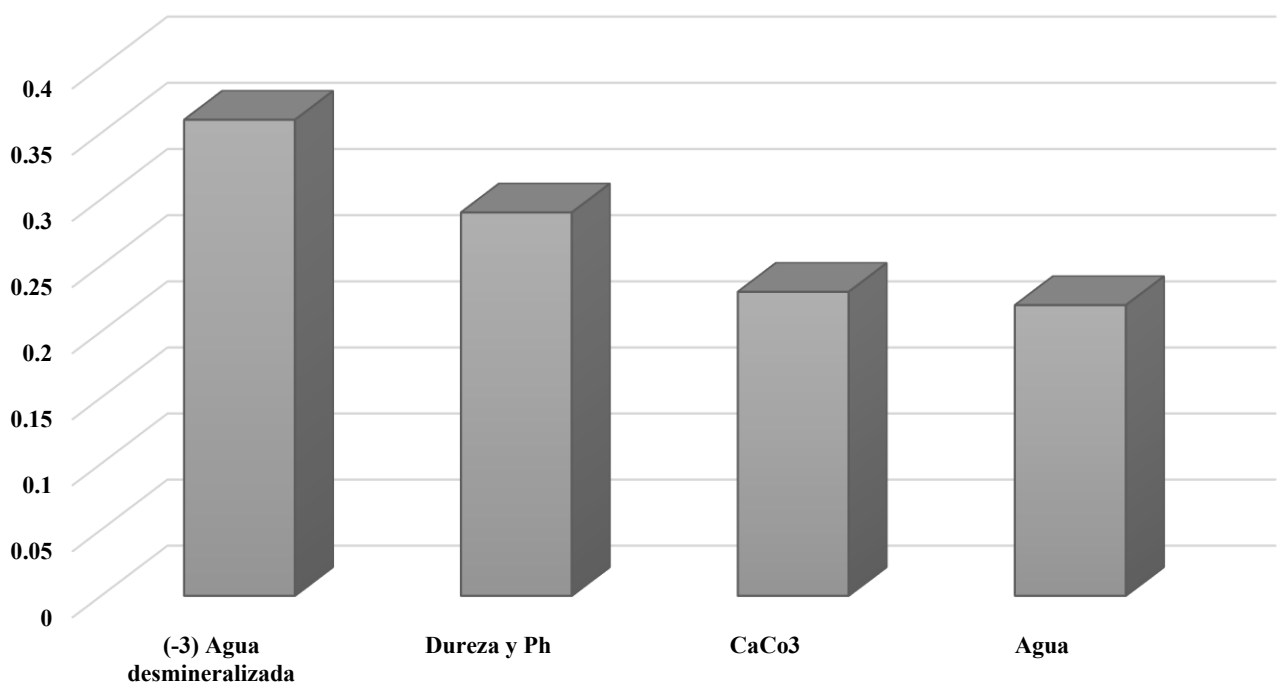
Se evaluo la aplicación de plaguicidas en combinación con agua desmineralizada en diferentes temperaturas a determinada área de cultivo de arroz pudiendo ser parcelas de 2 por 2 metros o mayores.

Los químicos que se utilizaron, donde la dosis, la hora de aplicación, el área, cuales fueron los que mi asesor estimo conveniente o a mi criterio según su preferencia.

## V. RESULTADOS ESPERADOS

El presente estudio tuvo como principal objetivo determinar el estímulo de los niveles de caroteno para medir su efecto e importancia en el manejo de plagas como la *Rupella albinela* cultivo de arroz (*Oryza sativa*), realizando aplicaciones de estímulo como ser la temperatura del cultivo **menos tres grados** centígrados combinándolo con el **agua desmineralizada** comparándolos con los tratamientos de parámetros de Calidad del Agua como ser el uso de **regulador de pH y dureza, carbonato de calcio  $\text{CaCO}_3$  y el agua** como testigo absoluto.

Una vez realizadas las aplicaciones de los tratamientos de la calidad del agua y el estímulo térmico se tomaron las muestras de tejido vegetal y fueron analizadas en un espectrofotometro SPECORD 50 PLUS y para obtener la cantidad real de caroteno, el software del equipo (como el sistema ASpect UV) utilizó la absorbancia registrada, el coeficiente de absortividad molar del  $\beta$ -caroteno, y aplicó la Ley de Beer-Lambert obteniendo los siguientes resultados.



**Figura 1.** Porcentaje de Caroteno en el cultivo del arroz µg/mL Segun los tratamientos evaluados.

Los resultados demuestran que el tratamiento de agua desmineralizada combinado con temperatura obtuvo el mayor valor numérico (0.36 µg/mL), superando de manera clara a las

variables de dureza y pH (0.29 µg/mL), CaCo3 (0.23 µg/mL) y agua convencional (0.22 µg/mL). Este comportamiento sugiere que la ausencia de sales e iones interferentes en el agua desmineralizada optimiza la estabilidad metabólica y la respuesta térmica del cultivo frente a las demás condiciones. Al respecto, se ha reportado que la pureza del agua y el control térmico influyen directamente en la activación de rutas biosintéticas secundarias, como la síntesis de caroteno en las plantas de arroz (*Oryza sativa*), donde estos pigmentos actúan como agentes fotoprotectores y antioxidantes cruciales ante variaciones del entorno (García et al., 2022).

**Eficacia biológica de Hasiprod Gold SC (Acetamiprid 20% + Clorantraniliprole 30% )  
para el control de dos plagas en cultivo de arroz (*Oryza sativa*)**

Para realizar el estudio de eficacia en el cultivo de arroz se tomaron muestras de incidencia de *Rupella albinela* y se registraron los siguientes resultados.

**4.1.1Eficacia biológica de la incidencia de *Rupella albinela* en plantas de arroz**

Tabla 1. Porcentaje de eficacia de los tratamientos para la de *Rupella albinela* en el cultivo de arroz basado en la incidencia inicial

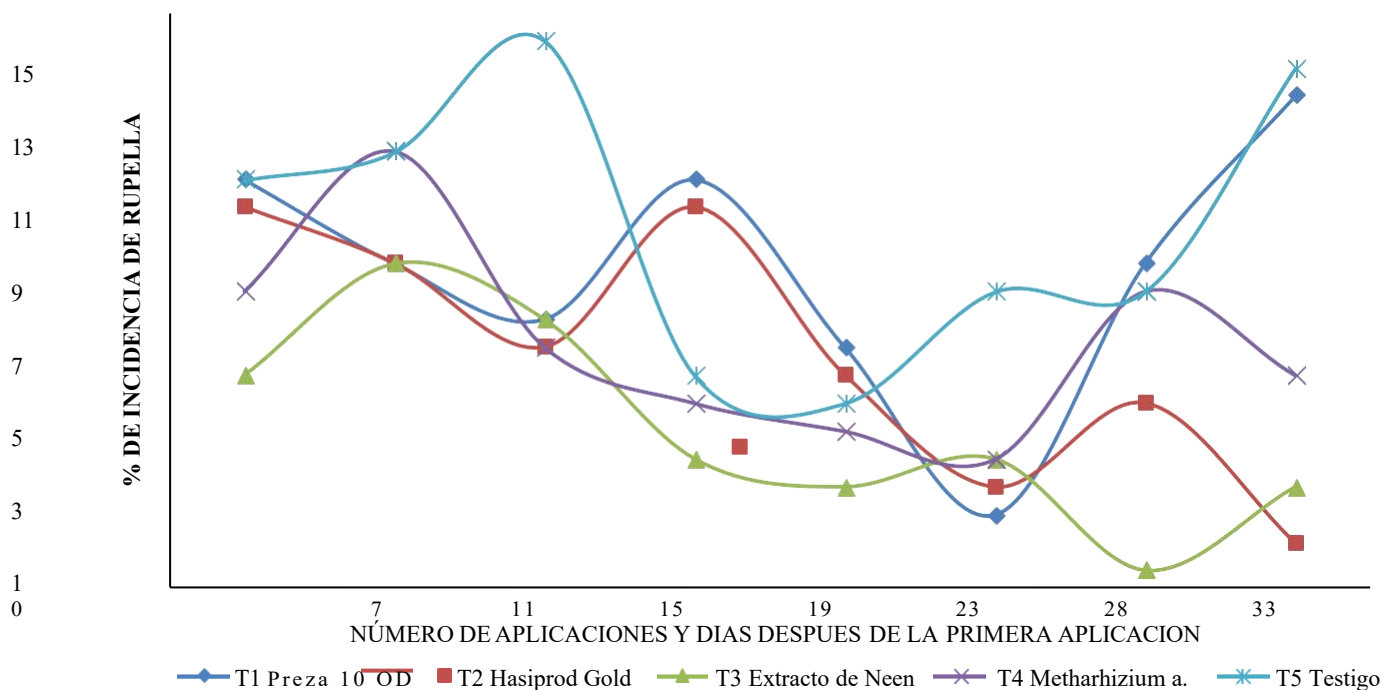
| Tratamientos              | Incidencia inicial | 0     | 7     | Días después de la primera aplicación |         |       |       |       |       |
|---------------------------|--------------------|-------|-------|---------------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|
|                           |                    |       |       | 11                                    | 15      | 19    | 23    | 28    | 33    |
| T1 Preza 10 OD            | 5a                 |       | 4.25a | 3.75a                                 | 5c      | 3.5a  | 2a    | 4.25b | 5,75a |
| T2 Hasiprod Gold          | 4.75a              |       | 4.25a | 3.5a                                  | 4.75bc  | 3.25a | 2.25a | 3ab   | 2a    |
| T3 Metharhizium anisoplae | 3.25a              |       | 4.25a | 3.75a                                 | 2.5a    | 2.25a | 2.5a  | 1.5a  | 4.25a |
| T4 Extracto de Neen       | 4a                 |       | 5.25a | 3.5a                                  | 3ab     | 2.75a | 2.5a  | 4ab   | 3.25a |
| T5 Testigo                | 5a                 |       | 5.25a | 6.25b                                 | 3.25abc | 3a    | 4a    | 4ab   | 6a    |
|                           | R <sup>2</sup>     | 0.52  | 0.34  | 0.64                                  | 0.73    | 0.37  | 0.40  | 0.64  | 0.48  |
|                           | CV                 | 22.57 | 26.04 | 26.49                                 | 22.48   | 33.76 | 43.3  | 33.6  | 39.41 |

Medias seguidas por la misma letra no son estadísticamente diferente según la prueba de Tukey (α 0.05)

La **Tabla 1** de comparación de medias de Tukey (P>0.05), registro que el tratamiento T2 **Hasiprod Gold SC (Acetamiprid 20% + Clorantraniliprole 30%** reduce la incidencia de *Rupella albinela* hasta un 2% registrando alto grado de eficacia, otro de los tratamientos que registro los controles más bajos en la incidencia de *Rupella albinela* fue **gh** T3 (**Metharhizium anisoplae**) registrando una baja incidencia de *Bemisia tabaci* de 4.25% mostrando alta eficacia en comparación que el testigo T5, que alcanzó un nivel de incidencia de 6%, por lo tanto se establece que el insecticida biológico **Hasiprod Gold SC (Acetamiprid**

**20% + Clorantraniliprole 30%** controla las plagas de *Rupella albinela* en el cultivar de arroz, registrando valores de eficacia por encima de los registrados por los insecticidas utilizados como testigos relativos en el T5 Preza 10 OD, el cual registro alta incidencia reflejando eficacias negativas en dos de los muestreos realizados.

Lo anterior nos indica que el tratamiento T2 **Hasiprod Gold SC (Acetamiprid 20% + Clorantraniliprole 30%)** registra controles bajos en incidencia (2%) y maneja eficazmente la plaga *Rupella albinela* en el cultivo de arroz, por lo tanto, técnica y económicamente resulto ser la alternativa más eficaz, ya que es más eficaz con respecto al resto de los tratamientos.



**Figura 2.** Porcentaje de incidencia sobre la eficacia de **Hasiprod Gold SC (Acetamiprid 20% + Clorantianiliprole 30%)** para el control de *Rupella albinela* en el cultivo de Arroz, según prueba Tukey ( $P>0.05$ )

Según la Figura 1, en el análisis estadístico de líneas, el tratamiento T2 registró una baja incidencia de *Rupella albinela* mostrando una eficacia en la disminución de la incidencia hasta de 2% en comparación que el testigo T5, que alcanzó un nivel de incidencia de 6.25%, durante todos los muestreos realizados en este estudio mostrando una tendencia en descenso de manera continua, el tratamiento T3 ( 700ml/ha **SIVOR 10 SE** ) registro alta eficacia al reducir la incidencia de *Rupella albinela* hasta un 2% de la plaga.

Se recomienda una dosis de 700ml/ha **Hasiprod Gold SC (Acetamiprid 20% + Clorantianiliprole 30%)**, para el manejo la plaga de *Rupella albinela* en el cultivar de Arroz, alternando aplicaciones cada siete (7) días, lo anterior se establece debido los muestreos realizados en el estudio, cuyos datos en los tratamientos; T3 700ml/ha **Hasiprod Gold SC (Acetamiprid 20% + Clorantianiliprole 30%)**, bajaron la incidencia a los siete (7) días, por lo que se realizó una segunda aplicación en ese tiempo en todos los tratamientos.



## VI. BIBLIOGRAFÍA

Castañeda, C. 2020. Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas. (en línea). S.l. Consultado el 07 de septiembre del 2022. Disponible en <https://plusambiental.com/cuales-son-los-beneficios-y-riesgos-del-uso-de-fertilizantes-y-plaguicidas/>

Duarte, F. 2012. Efectos de los Plaguicidas en Honduras. Tegucigalpa, Honduras. (en línea). Consultado el 07 de septiembre del 2022. Disponible en <https://www.revistamedicahondurena.hn/assets/Uploads/Vol59-3-1991-8.pdf>

FAO. 2012. LOS PLAGUICIDAS, EN CUANTO CONTAMINANTES DEL AGUA. Guatemala, Guatemala. (en línea). Consultado el 07 de septiembre del 2022. Disponible en <https://www.fao.org/3/w2598s/w2598s06.htm>

FAO. 2020. Efectos de la temperatura en los cultivos. S.l. (en línea). Consultado el 07 de septiembre del 2022. Disponible en [https://www.fao.org/3/x8234s/x8234s08.htm#:~:text=La%20temperatura%20afecta%20la%20tasa,y%20una%20temperatura%20%C3%B3ptima%20\(p%C3%A1g.](https://www.fao.org/3/x8234s/x8234s08.htm#:~:text=La%20temperatura%20afecta%20la%20tasa,y%20una%20temperatura%20%C3%B3ptima%20(p%C3%A1g.)

Guzman, D. 2006. MANEJO AGRONOMICO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) SEMBRADO BAJO RIEGO EN FINCA RANCHOS HORIZONTE. Guanacaste, Costa Rica.. (en línea). Consultado el 07 de septiembre del 2022. Disponible en <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2837/Manejo%20agron%C3%B3mico%20del%20cultivo%20de%20arroz%20%28Oryza%20sativa%20L.%29%20sembrado%20bajo%20riego%20en%20finca%20Ranchos%20Horizonte%3B%20Ca%C3%B1as%2C%20Guanacaste%2C%20Costa%20Rica..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lara, S. 2017. Plaguicidas. Ecuador. (en línea). Consultado el 07 de septiembre del 2022. Disponible en <https://saludsindanio.org/americalatina/temas/plaguicidas>

Reyes, N. 2003. EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*). Comayagua, Honduras. (en línea). Consultado el 07 de septiembre del 2022. Disponible en <https://dicta.gob.hn/files/2003,-Manual-cultivo-de-arroz,-L.pdf>

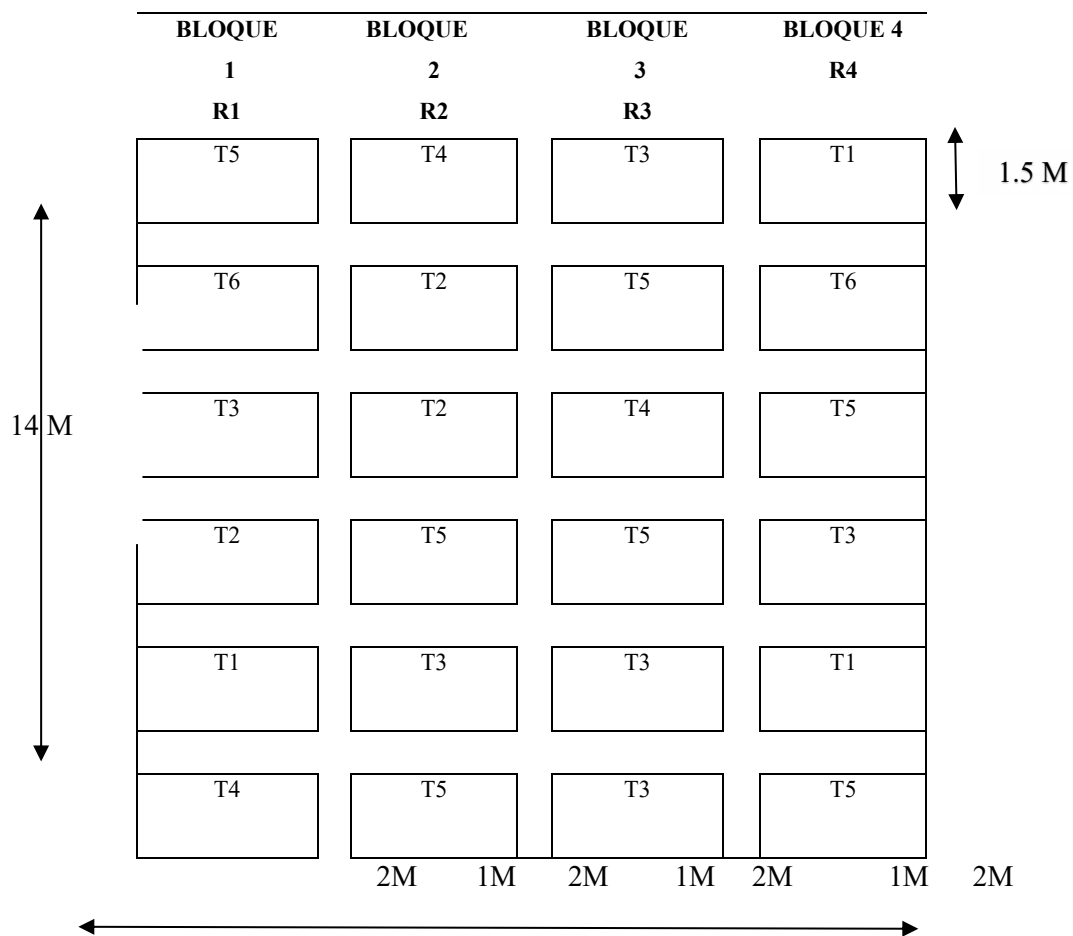
Salazar, O. 2021. Agua desmineralizada. S.l. (en línea). Consultado el 07 de septiembre del 2022. Disponible en <https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/tratamiento-de-agua/que-es-el-agua-desmineralizada/>

Trujillo, A. 2009. Efectos de la mastitis subclínica en algunos hatos de la cuenca lechera del Alto Chicamocha (departamento de Boyacá). Colombia. (en línea). Consultado el 20 de agosto del 2022. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n17/n17a03.pdf>



## VII. ANEXOS

Plano de campo  
unidad experimental con dimensión de 2 x 2 Metros





*Ilustración 1 Preparación de suelo y siembra en vivero*



*Ilustración 2 cubrir el vivero para evitar que el endospermo de la semilla quede inactivo*



*Ilustración 3 Germinación a los 9 días*



*Ilustración 5 Plántula de arroz con 15 cm de altura listo para el trasplante*



*Ilustración 4 Trasplante a campo*



*Ilustración 6 Riego asistido durante toda la investigación*





*Ilustración 7 Manejo de malezas*



*Ilustración 8 Primera fertilización con 18-46 -0 y 46-0-0*



*Ilustración 9 segunda y tercera fertilización a base de KCL y 18-46-0*



*Ilustración 10 Medición de temperatura en la planta*



*Ilustración 12 Calentamiento del agua*



*Ilustración 11 Agua desmineralizada para la aplicación*





*Ilustración 13 Medición de temperatura de los tratamientos para la aplicación*



*Ilustración 14 Medición de temperatura del agua según cada tratamiento*



*Ilustración 15 Aplicación según cada una de las temperaturas de los tratamientos*



*Ilustración 16 Medición de la variable altura en el testigo*



*Ilustración 17 Medición de la variable altura en los demás tratamientos*





# X.ANEXOS

**Anexo 1.** Plano de campo  
unidad experimental con dimensión de 2 x 2 Metros

