

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

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

POR:

CRISTIAN DAVID RODRÍGUEZ RIVERA

INFORME FINAL DE TESIS

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

TESIS



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

JUNIO, 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

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

POR:

CRISTIAN DAVID RODRÍGUEZ RIVERA

REYNALDO ELIZEO FLORES GÓMEZ. M. Sc

Asesor Principal

INFORME FINAL DE TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA REALIZACIÓN DE**

TESIS

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A

JUNIO, 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, **TOMAS BONERGE RODRIGUEZ Y FRANCHESKA BEGONIA RIVERA** 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 **TOMAS BONERGE RODRIGUEZ Y FRANCHESKA BEGONIA RIVERA** 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.

A mis amigos, docentes y demás personal que estuvo durante la estadía en la universidad.

INDICE

I. INTRODUCCION	8
II. OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo general	10
2.2 Objetivos específicos	10
III. REVISION DE LITERATURA	12
3.1 Bases teóricas	14
3.1.1 Generalidades	14
3.2 Clasificación taxonómica	15
3.3 Requerimientos Edafoclimáticas del cultivo de arroz	17
3.3.1 Radiación solar	17
3.4 Temperatura.....	17
3.5 Ph	18
3.6 Clima	18
3.7 Suelo	19
3.8 Estímulo térmico y su relación con la biosíntesis de carotenos en arroz.....	19
3.9 Uso de agua desmineralizada y su interacción con fertilizantes foliares.....	20
3.10 Fertilización foliar y su efecto en la inducción de carotenos	20
IV. MATERIALES Y METODOS	22
4.1 Ubicación geográfica	22
4.2 Materiales y equipo.....	23
4.3 Enfoque de la investigación	23
4.3.1 Tipo de investigación.....	23

4.4. Método.....	23
4.5. Riego.....	24
4.6. Fertilización.....	24
4.6.1. Fertilizantes foliares a utilizar	24
4.7. Tratamientos.....	26
4.7.1. Fungicida a base de Propineb.....	26
4.7.2. Fungicida biológico <i>Thricoderma spp.</i>	26
4.7.3. Mecanismos de acción	26
4.7.4. Fungicida a base de hojas de Papaya	27
4.8. Método de Aplicación.....	29
4.8.1. Método y frecuencia de las aplicaciones.....	29
4.9. Diseño metodológico	29
4.9.1. Tipo de investigación.....	29
4.9.2. Diseño de investigación.....	30
4.10. Variables a evaluadas.....	32
4.10.1. Variables independientes	32
4.10.2. Variables dependientes	32
4.11. Incidencia de la enfermedad	32
4.11.1. Medición del porcentaje de Caroteno en la planta.....	32
La medición del β beta β -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.	
4.11.2. Peso de 1000 granos (g).....	33
4.11.3. Longitud de la espiga (cm).....	33

4.11.4.	Números de granos por espiga	33
4.11.5.	Rendimiento del cultivo (Kg/Ha)	34
4.12.	Recolección de datos	34
4.13.	Análisis de datos.....	34
V.	RESULTADOS Y DISCUSION	35
<p>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 <i>Rupella albinela</i> cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i>), 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 Caco3 y el agua como testigo absoluto.....</p>		
5.2	Tabla 2. Porcentaje de eficacia de los tratamientos para <i>Magnaporthe oryzae</i> en cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i>) basado en la incidencia inicial.	36
VI.	BILIOGRAFIAS	39
VII.	ANEXOS	42

Lista de Anexos

Ilustración 1Preparacion y siembra del vivero	43
Ilustración 1Preparacion y siembra del vivero	43
Ilustración 2inundacion de la melga antes de la siembra	43
Ilustración 2inundacion de la melga antes de la siembra	43
Ilustración 3Transplante del arroz	43
Ilustración 3Transplante del arroz	43
Ilustración 4limpia y manejo del cultivo	43
Ilustración 4limpia y manejo del cultivo	43
Ilustración 5 Riego y Fertilizacion.....	43
Ilustración 5 Riego y Fertilizacion.....	43
Ilustración 6 Fumigacion.....	43
Ilustración 6 Fumigacion.....	43
Ilustración 7 Monitoreo	43
Ilustración 7 Monitoreo	43
Ilustración 8toma de temperatura	43
Ilustración 8toma de temperatura	43
Ilustración 9aplicacion con temperatura	43
Ilustración 10 temperatura agua desmineralizada.....	43
Ilustración 10 temperatura agua desmineralizada.....	43

Lista de Figuras

Figuras 1 Dureza del agua	14
Figuras 2 Descripción de los tratamientos	31
Figuras 3 Porcentaje de Caroteno	35
Figuras 4 Porcentaje de Eficiencia tratamientos.....	36
Figuras 5 Porcentaje de incidencia y eficiencia.....	38

I. INTRODUCCION

De acuerdo con productores de arroz, maíz y hortalizas, que utilizan las aguas de ríos y pozos para la preparación de las pulverizaciones, se hace necesario en algunos casos, incrementar las dosis del producto comercial para lograr el control de las plagas. Esta situación pudiera obedecer a la presencia de sales disueltas de calcio (Ca) y magnesio (Mg). La dureza del agua es causada por una concentración de minerales con carga positiva, principalmente Ca y Mg. Estos cationes pueden unirse a algunos herbicidas como el glifosato y 2,4-D amina, lo que reduce su rendimiento. La dureza del agua se expresa en ppm o mg/L como cantidad equivalente de carbonato de calcio CaCO_3 (Rodríguez, 2010; Vivot *et al.*, 2010).

El agua es considerada el solvente universal y medio esencial de transporte en la aplicación de plaguicidas y abarca el 95% del volumen de la pulverización (Purdue University, 2012). Se ha señalado la importancia que tiene la calidad del agua para garantizar el buen rendimiento del plaguicida, por ende, el éxito de la aplicación y mayor costo beneficio (CASAFE, 2016; Metroflor, 2016). Razón por la cual, la mala calidad del agua utilizada como vehículo, es un factor, que puede afectar la efectividad de diferentes formulaciones de un plaguicida (Allieri y Papa, 2008; Leiva, 2010).

Algunos autores han reportado categóricamente que el agua dura afectó considerablemente la eficiencia de los plaguicidas (Allieri y Papa, 2008; Arróspide, 2016, Beard y Deer, 2001; CASAFE, 2016; Faccini y Puricelli, 2010; Leiva, 2010; Menéndez *et al.*, 1999; Mercosur.com, 2018; Papa, 2004 y 2005; Sprayer, s.f; UAP, s.f).

Por otra parte todas las plantas tienen diferentes temperaturas por lo cual no se deberá obviar que cada especie deberá ser tratada con una temperatura según la especie lo propone. (Morales *et al.*, 2006)

Las aplicaciones fungicidas en Honduras y el mundo se realizan de manera estándar es decir no existe un criterio que marque la diferencia entre las aplicaciones de un cultivo y otro, debido a que no se considera que las especies vegetales emanan diferencias temperaturas térmicas que las hace únicas, es decir cada especie tiene su propia temperatura independientemente del entorno agroecológico en el que se encuentran, por cual en este estudio se busca demostrar que cada aplicación deberá ser realizada según la temperatura de la especie cultivar.

Otra problemática existente en las aplicaciones 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.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Generar información acerca estímulo térmico en la inducción de carotenos mediante la combinación de la temperatura y el agua desmineralizada en la aplicación de fungicidas 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 enfermedades en el cultivo de arroz,

Documentar la relación del fungicida y el porcentaje de carotenos con respecto a la incidencia de las enfermedades 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 fertilizantes foliares 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. REVISION DE LITERATURA

3.1 El estado del arte

Velásquez *et al*, 2017 en Costa Rica determinaron como la temperatura estimula el crecimiento en plantas de arroz que las etapas de inicio de macollamiento, inicio de primordio, floración y madurez de cosecha, empleando el sistema S, V y R, propuesto recientemente por Counce *et ál.* (2000), que consiste en el conteo del número de hojas completamente desarrolladas; además, se correlacionó con los grados día acumulados que la planta presentaba en ese momento, para estimar con cuántos grados día se iniciaba una etapa fenológica; este parámetro está relacionado con la temperatura promedio diaria y una temperatura base de 10°C.

Para el inicio de macollamiento la planta necesitó de 140,9 grados día; en inicio de primordio 1268,9; para floración 1746,0; y completó su ciclo con un total de 2333,2 grados día. Por lo tanto, desde Cuba, Maqueira *et al*, 2016 menciona que se puede determinar que la temperatura ayuda a la estimulación del crecimiento y desarrollo de la planta del arroz.

Las aplicaciones de plaguicidas en las distintas especies de cultivares de arroz en Honduras son tratadas de la misma manera, es decir utilizan la misma temperatura del agua pasando por alto que cada especie emite una temperatura distinta de la otra, por otro parte en todas aplicaciones hacen tratado del agua con regulador de Ph y regulador de dureza que son elementos importantes para obtener la calidad del agua en las aplicaciones plaguicidas (Velásquez *et al*, 2017).

Por lo que se pretende obviar la utilización de estos tratadores agua, proponiendo el uso de agua desmineralizada, al combinar la temperatura del solvente y el agua desmineralizada se pretende ahorrar los costos de producción dejando de erogar los

costos de los tratadores de agua y al mismo tiempo reducir la contaminación ambiental por el uso de estas moléculas sintéticas, por otro parte el estímulo a la planta con aplicaciones plaguicidas con temperatura pretende demostrar el impacto en el rendimiento agronómico y mayor manejo de las plagas.

Diferentes parámetros de calidad del agua son considerados importantes, de los cuales se podrían mencionar pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos y dureza; factores que pudieran interactuar negativamente con los ingredientes activos y/o inertes de los plaguicidas (Fernández, 2018).

Autores que han reportado categóricamente que el agua dura afectó considerablemente la eficiencia de los plaguicidas (Allieri y Papa, 2008; Arróspide, 2016, Beard y Deer, 2001; CASAFE, 2016; Faccini y Puricelli, 2010; Leiva, 2010; Menéndez *et al.*, 1999; Mercosur.com, 2018; Papa, 2004 y 2005; Sprayer, s.f; UAP, s.f).

Tabla 1. Clasificación de dureza del agua y distribución porcentual, según la escala EPA. Propuesta por Fernández, 2018.

teóricas	Clasificación dureza del agua	Escala EPA	3.1	Bases
	Aguas blandas	< 75		
Moderadamente dura o semidura	75 – 150			
Duras	150 - 300			
Muy duras	> 300			

Figuras 1 Dureza del agua

3.1.1 Generalidades

El arroz es procedente de África Tropical, a partir de ahí fue trasladado a Asia, donde se habituó de tal manera que ahora se cree en India e Indochina como núcleos de

procedencia. Al menos algunas clases de arroz vienen de Asia, otros incluso podrían ser de América (Yaguachi, 2020).

El arroz es considerado como la gramínea más consumida en el mundo. Debido al número de personas que siembran este cultivo, se pone en el puesto número 2 luego del trigo, por la importancia de sus nutrientes, alimento y fuente de trabajo a pequeños y grandes agricultores (Catuto, 2020).

Las proyecciones para el 2022 colocan a Tailandia como el principal exportador seguido de Vietnam (OCDE/FAO 2013). En el año 2008, el área cultivada de arroz en Honduras fue de 9,346 ha con una producción de 30,132 toneladas y un rendimiento promedio de 3.22 t/ha (INE 2008 in SAG, DICTA y CONAREFIH 2013).

3.2 Clasificación taxonómica

Reino: plantae

División: fanerógama Tipo: espermátita Subtipo: angiosperma Clase: monocotiledónea

Orden: glumifloral Familia: gramineae Subfamilia: panicoidea Género: *Oryza*

Especie: *sativa* **Fuente:** (Arias, 2017).

Importancia del cultivo

El cultivo de arroz es puesto en segundo lugar después del trigo a nivel mundial, posee características esenciales como fuente de alimento y trabajo, además, brinda más calorías que otro cereal. Al menos el 50% de la población mundial consume este cereal a diario (Díaz, 2015).

Se cree que, del total de arroz elaborado a escala internacional, en los sectores tropicales se cultiva al menos el 10%, al brindar fuentes de trabajo a la población, genera rentabilidad el cultivo y es comprobado su alta producción al ser correctamente cultivado (Galarza, 2015).

Descripción de la planta

La raíz posee raíces seminales o temporales, y adventicias o permanentes. Además, las primeras se encuentran a temprana edad y luego son reemplazadas por las segundas, que nacen desde los nudos subterráneos. Las raíces adventicias son fibrosas, con raíces secundarias y pelos primordiales. (Valero, 2015).

El tallo establece a la estructura particular de las gramíneas. Su extensión inicia desde 30 cm en las diversidades pequeñas hasta 70 cm en las enormes. Las macollas son tallos subsidiarios que salen de las yemas apicales. El macollaje da comienzo en el primer nudo (Delgado D., 2017).

Según (Franquet, 2018), las hojas son alternadas, también se encuentra una lígula membranosa entre la vaina y el limbo, esta posee en el extremo una sucesión de cirros prolongados y sedosos.

Las flores de la planta de arroz se encuentran recopiladas en una inflorescencia llamada panícula o espiga. Presentan un color verde blanquecino; y están estipulados en espiguillas cuyo grupo establece una panoja enorme, terminal, angosta y colgante posterior a la floración (Agrotendencia, 2018).

La panícula se constituye de ejes principal y la parte más alta establece al raquis y la más baja en el pedúnculo o cuello, el cual está recubierto por la hoja bandera. La espiguilla está constituida por tres piezas florales que cumplen funciones importantes, siendo el más relevante las glumas fértiles que son llamadas palea (Ronquillo A., 2017).

El grano es un ovario maduro, seco e indehisciente. Consiste de la cáscara integrada por el lema y la palea con sus estructuras asociadas, lemas estériles, la raquilla y la arista; el embrión, ubicado en el sitio ventral de la semilla y el endospermo, que proporciona alimento al embrión a lo largo de la germinación (Sánchez, 2014).

3.3 Requerimientos Edafoclimáticas del cultivo de arroz

3.3.1 Radiación solar

Los requisitos de radiación solar para el cultivo de arroz oscilan con los distintos estados de rendimiento. Una menor radiación solar a lo largo del período vegetativo, incide ligeramente en las productividades y sus constituyentes; mientras que en el período reproductivo hay una patente reducción en la cifra de granos (Delgado, 2016).

La radiación solar es el proveedor de energía para el procedimiento fotosintético y la evapotranspiración. Es esencial para conseguir idóneas rentabilidades. Asimismo, la sombra desde las fases vegetativas incide solo levemente a la eficiencia y sus constituyentes, a los 16 días previos a la espigazón genera la esterilidad de las espiguillas a causa de la carencia de carbohidratos (FAO, 2015).

3.4 Temperatura

El arroz requiere para germinar un mínimo de 10 a 13 °C, tomándose en cuenta su ideal entre 30 a 35 °C. Por arriba del 40 °C no se lleva a cabo la germinación. El incremento del tallo, hojas y raíces presenta un mínimo de 7 °C, tomando en cuenta su idóneo en los 23 °C (Márquez, 2013).

(González, 2013), comenta que con temperaturas mayores la planta se desarrolla con más velocidad, sin embargo, los tejidos son excesivamente suaves y más propensos a enfermedades; las temperaturas demasiado reducidas ocasionan esterilidad de las espiguillas.

3.5 Ph

Casi todos los suelos suelen modificar su pH hacia la neutralidad pocas semanas posteriores a la inundación. El pH de los suelos ácidos se eleva con la inundación, por otro lado, para suelos alcalinos se da lo opuesto. El pH idóneo para el arroz es 6.6 (Agro, 2017).

(Montese, 2016), indica que los concentrados de sustancias que interceptan en la asimilación de nutrientes, como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos se encuentra por debajo del grado tóxico.

3.6 Clima

Se refiere a un cultivo tropical y subtropical. El arroz es cultivado desde el nivel del mar hasta los 2,500 msnm (metros por encima del nivel del mar). Para conseguir una idónea rentabilidad en seco son imprescindibles de 200 a 300 mm de lluvia bien repartidas por mes, en otras palabras, de 800 a 1,200 mm a lo largo del período del cultivo (INTA, 2019).

El clima para la planta de arroz, se encuentran normalmente inferiores a 20 °C y por encima de 30 °C, y oscilan con respecto al estado de crecimiento de la planta. El arroz, se puede ser cultivado desde el nivel del mar hasta los 2,500 metros de elevación (Álvarez, 2018).

El cultivo de arroz se haya desde 49-50° de Latitud Norte a los 35° de Latitud Sur. Las precipitaciones influyen en el manejo del cultivo y métodos empleados para la

producción, especialmente en terrenos altos que varían por sus condiciones (Cantos, 2019).

3.7 Suelo

El cultivo de arroz como tal, necesita de suelos con elevado contenido de arcilla, que son los suelos que preservan la humedad por un lapso más prolongado. Los suelos cuyo porcentaje de arcilla está equilibrado con el contenido de arena y limo (suelos francos) y que son apropiados para diversos cultivos, aún aseguran estupendas cosechas de arroz (Amaya, 2018).

Uno de los puntos importantes que presenta es el tipo de suelo, su facilidad de conservar agua y nutrientes. Asimismo, existen otros puntos a conocer como las características físicas y químicas, capas resistentes, profundidad de la capa arable y en qué grado es erosionable (Tito, 2014).

Con respecto a la fertilización, la planta de arroz presenta una enorme capacidad de recolección de nutrientes del suelo, por lo cual la fertilización es un procedimiento fundamental para restablecer los componentes extraídos. Y por la cifra se basa en la diversidad, el sistema del cultivo y la fertilización del suelo (Bajaña, 2016).

3.8 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 β -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 β -ciclasa (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).

3.9 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.

3.10 Fertilización foliar y su efecto en la inducción de carotenos

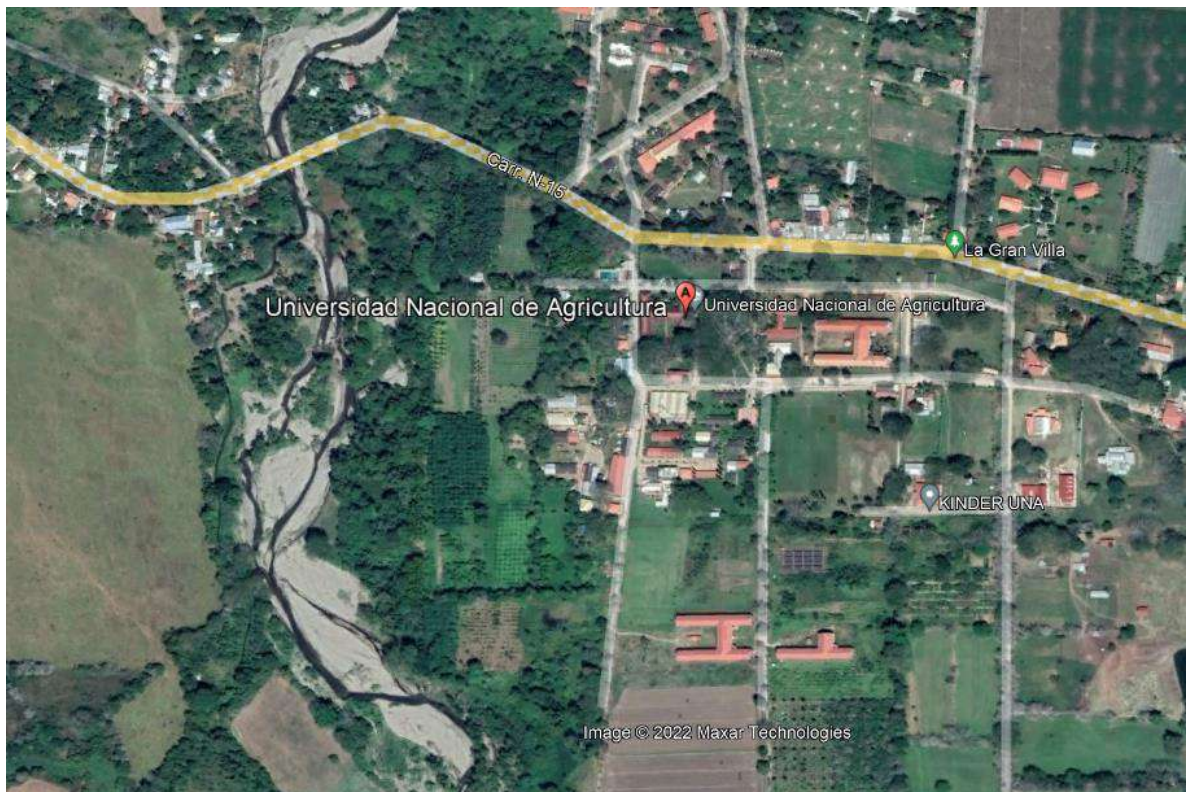
La fertilización foliar contribuye a mejorar la disponibilidad inmediata de micronutrientes como el zinc, boro, magnesio y hierro, todos involucrados en la síntesis de pigmentos. Autores como Marschner (2012) detallan que la aplicación foliar durante etapas clave como macollamiento, embuche y floración 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 METODOS

4.1 Ubicación geográfica

La práctica se realizó 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.



Universidad Nacional De Agricultura

4.2 Materiales y equipo

Para la realización de la práctica se necesitó usó de libreta, lápiz, computadora, manuales técnicos, fertilizantes, teléfono, semillas de arroz

4.3 Enfoque de la investigación

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.

4.3.1 Tipo de investigación

La presente investigación fue tipo experimental y busco evaluar los efectos de las aplicaciones de fungicidas químicos, botánicos y biológicos en arroz usando la temperatura y el agua tratada con calidad, variando la aplicación de cada artículo en tres años.

4.4. Método

En la práctica se implementó el método participativo descriptivo en todas las actividades que se tengan destinadas a mi persona, posiblemente se realizarán aplicaciones de fungicidas con agua

desmineralizada a determinadas áreas de cultivo de arroz en diferentes horas del día para determinar si su efecto es o no significativo, posteriormente se realizaron monitoreos o pruebas para determinar la efectividad de las aplicaciones.

El horario de trabajo será de 10 horas diarias, hasta cumplir las 600 horas necesarias para la práctica.

4.5. Riego

Los riegos se realizaron una vez por semana tratando de que la melga o lote productivo que inundada totalmente, en esta parte es importante monitorear la cantidad de agua presente ya que de quedarse seca la melga habría que inundarla nuevamente sin necesidad de esperar la semana.

4.6. Fertilización

La cantidad de fertilizante que se utilizo es de 130 kg/ha de 12 - 24 - 12, con lo cual aporta una cantidad de 16 kg de N, 31 kg de P, 16 kg K por hectárea, esta cantidad de fertilizante se fracciono para hacer dos aplicaciones, la primera fertilización se realizara a los 20 días después de la soca, la segunda fertilización se hará a los 36 días cuando las plantas entren en la etapa de prefloración.

4.6.1. Fertilizantes foliares a utilizar

- Foltron
- Bayfolan
- Poliquel Zinc

4.6.2. Control de malezas

Esta práctica se realizó manualmente y utilizando machetes con el apoyo de los estudiantes y personal de servicio en sus visitas periódicas a la parcela.

4.6.3. Manejo de Plagas y enfermedades

Se realizó un monitoreo correspondiente, si el mismo determina que las plagas presentes son *Hydrellia* o *Sogatia* se aplicará Actara 25 WG, 50 gr/ha. Pero también se puede aplicar Engeo 24.7 SC, 150-200 cc/ha o Regent 20 SC, 125-150 cc/ha. Si las plagas son gusanos, se podrán controlar las aplicando Rimon 10 EC, en dosis de 200-300 gr/ha.

Después de la floración el cultivo está expuesto al ataque de Piricularia y al manchado de grano. Para tales fines hay que prevenir la Piricularia aplicando Bim 75 WP, a 300 gr/ha. Para el manchado de grano puede utilizar Octave 50 WP, 1.0 kg/3 ha, o Dithane 60 SC, a 1.0-2.0 l/ha.

En la producción de arroz de rebrote se ve la particularidad que el ataque de plagas y enfermedades es menor o casi nulo de acuerdo a la experiencia en la sección de granos y cereales.

4.7. Tratamientos

4.7.1. Fungicida a base de Propineb

Propineb 70 WP es un fungicida de contacto de amplio espectro, formulado como polvo mojable (WP) con 70% de ingrediente activo, ideal para el control preventivo de hongos (fitóftora, tizones, manchas foliares) en cultivos como papa, tomate, arroz y frutales. Perteneció a los ditiocarbamatos, actúa de forma multisitio inhibiendo la respiración y germinación de esporas— y proporciona zinc, beneficiando el verdor y rendimiento de la planta.

Se utilizará una dosis de 1 gramo Propineb por litro de agua.

4.7.2. Fungicida biológico *Trichoderma spp.*

Es un hongo anaeróbico habitante natural del suelo, caracterizado por un comportamiento saprófito o parásito. Entre las especies más destacadas están *T. harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*, y *T. hamatum*. El éxito de las cepas de *Trichoderma* como agentes de control biológico se debe a su alta capacidad reproductiva, habilidad para sobrevivir bajo condiciones ambientales desfavorables, eficiencia en la utilización de nutrientes, capacidad para modificar la rizósfera, fuerte agresividad contra hongos fitopatógenos y eficiencia en promoción del crecimiento en plantas e inducción de mecanismos de defensa. Las diferentes especies se caracterizan por tener un crecimiento micelial rápido y una abundante producción de esporas, que ayuda a la colonización de diversos sustratos y del suelo.

4.7.3. Mecanismos de acción

Las diferentes especies de *Trichoderma* ejercen mecanismos de control mediante: competencia directa (por espacio y nutrientes), producción de metabolitos antibióticos,

la inactivación de enzimas del agente patógeno, modificación de las condiciones ambientales, producción de sustancias promotoras del crecimiento vegetal y por micoparasitismo.

A continuación, se describen los tres principales: Competencia: La competencia por espacio y/o nutrientes ha sido considerada uno de los mecanismos clásicos de biocontrol de este género. Tiene una rápida tasa de desarrollo, lo que hace que sea un fuerte competidor por espacio a la hora de colonizar la rizósfera. Por otra parte, tiene una capacidad superior de movilizarse y tomar los nutrientes del suelo, siendo muy versátil para utilizar sustratos como fuente de carbono y nitrógeno, lo que permite colonizar un medio rápidamente, evitando la proliferación de otros microorganismos en el mismo hábitat.

Producción de metabolitos (Antibiosis): El género *Trichoderma* tiene la capacidad de producir compuestos orgánicos volátiles y no volátiles, que juegan un papel importante inhibiendo el crecimiento y desarrollo de microorganismos patógenos. En estas interacciones están involucradas enzimas líticas extracelulares, antibióticos y compuestos de bajo peso molecular. ión de esporas, que ayuda a la colonización de diversos sustratos y del suelo. (Intagri S, 2016)

4.7.4. Fungicida a base de hojas de Papaya

Materiales:

- 2 libras de hojas frescas de papaya
- 20 gramos de jabón transparente
- 1 galón de agua con. colador

¿Cómo prepararlo para bomba de 20 L?

- **1er paso:** Moler las dos libras de hojas frescas
- **2do paso:** Mezclar las hojas molidas con 20 gramos de jabón transparente rayado en un galón de agua.
- **3er paso:** Dejar reposar de 2 a 3 horas.

- **4to paso:** Colar y aplicar el mismo día con bomba de mochila.

¿Cómo aplicarlo?

- Usar esta solución y completar la bombada de 20 litros
- Aplicar temprano por la mañana o por la tarde.
- Se usa para hongos y nematodos.

Recomendaciones:

- Protegerse al preparar este producto (Flores, 2024)

4.8. Método de Aplicación

4.8.1. Método y frecuencia de las aplicaciones

Las aplicaciones se efectuaron por aspersión directa al follaje haciendo uso de una bomba de motor con capacidad de 25 litros a una presión de 125 PSI, con dos boquillas de cono hueco 8002 color amarillo separadas a 20 cm, 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 después del transplante; cuatro en total** (Según la distribución de la unidad experimental descrita en cada bloque) desde el inicio del programa de las aplicaciones para registrar la toma de datos.

4.9. Diseño metodológico

4.9.1. Tipo de investigación

La presente investigación fue tipo experimental y busco evaluar los efectos de las aplicaciones de Insecticidas, Fungicidas y Fertilizantes foliares en arroz (*Oriza sativa* L.), usando la temperatura y el agua tratada con calidad.

4.9.2. Diseño de investigación

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

El experimento fue establecido conforme a un diseño en bloques completos al azar (BCA) con arreglo de parcelas divididas, utilizando 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 tres 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 m² en cada uno de los estudios. (Anexo 1).

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos para el control de enfermedades con diferentes temperaturas y calidad del agua que se evaluó en la aplicación.

Tratamiento	Descripción	Dosis MI/Ha 100 L (Agua)
T1	Antracol(Propineb) 70WP	500 MI/Ha
T2	Tricozam (<i>Trichoderma harzianum</i>)	800 MI/Ha
T3	Fungicida a base de hojas de papaya	700 MI/Ha
T5	Testigo Absoluto sin nada	Agua

Figuras 2 Descripción de los tratamientos

4.10. Variables a evaluadas

4.10.1. Variables independientes

Fungicida, porcentaje de Caroteno temperatura y el agua tratada

4.10.2. Variables dependientes

4.11. Incidencia de la enfermedad

Las variables incidencia de *Magnaporthe oryzae* *Pyricularia oryzae*, con base a la fórmula siguiente:

$$Incidencia = \frac{\text{Número de plantas enfermas}}{\text{Número total de plantas}} \times 100$$

4.11.1. Medición del porcentaje de Caroteno en la planta

La medición del β -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.

Altura de planta (cm)

Esta variable fue medida seleccionando 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.

4.11.2. Peso de 1000 granos (g)

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

4.11.3. Longitud de la espiga (cm)

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

4.11.4. 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.

4.11.5. Rendimiento del cultivo (Kg/Ha)

Los datos obtenidos por tratamientos fueron promediados y transformados para expresar el rendimiento del cultivo en kilogramos por hectáreas.

4.12. 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 evaluadas.

4.13. Análisis de datos

Después de colectados los datos de incidencia obtenidos en el campo, estos fueron agrupados por tratamiento y repetición en una tabla de datos en Excel, luego cada variable fue analizada, utilizando un análisis de varianza (ANDEVA), usando el programa SAS versión 9.1, con un nivel de significancia en el análisis de ($P = 0.05$)

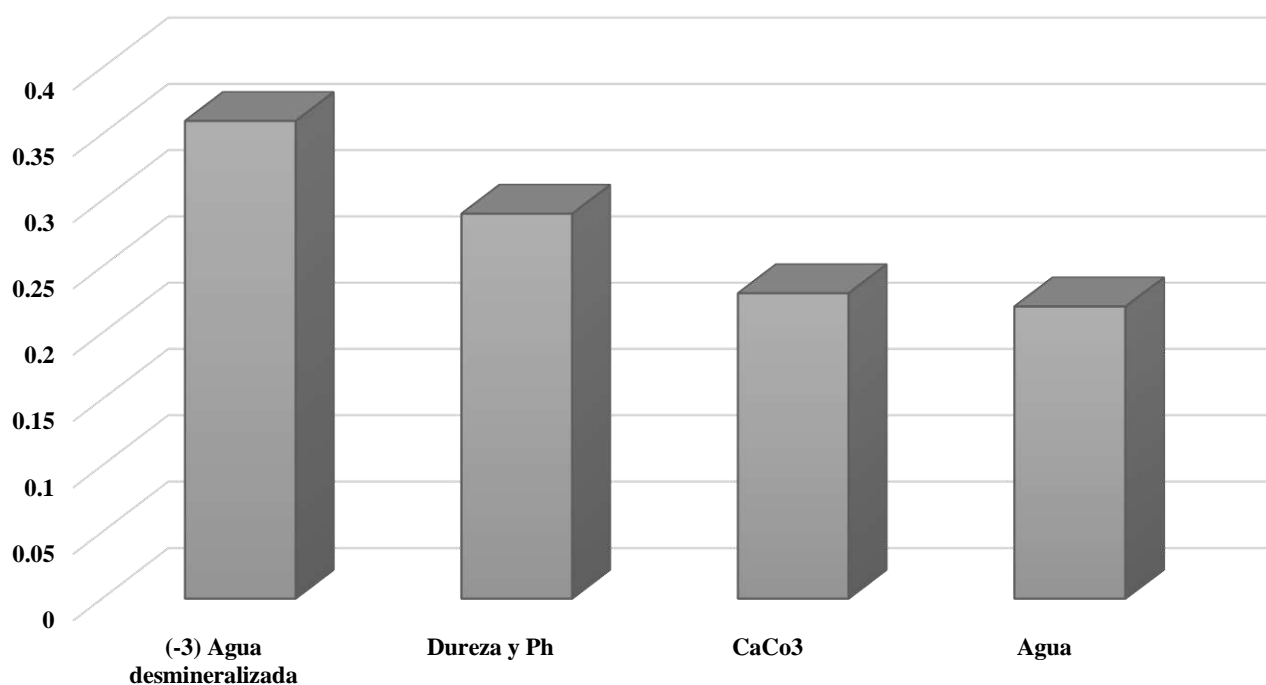
Se evaluó la aplicación de funguicidas en combinación con agua desmineralizada en diferentes temperaturas a determinada área de cultivo de arroz pudiendo ser parcelas de 2 por 2 metros o mayores.

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

V. RESULTADOS Y DISCUSION

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 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 espectofotometro 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 β -caroteno, y aplicó la Ley de Beer-Lambert obteniendo los siguientes resultados.



Figuras 3 Porcentaje de Caroteno

Figura 1. Porcentaje de Caroteno en el cultivo del arroz $\mu\text{g/mL}$ Segun los tratamientos evaluados.

Los resultados demuestran que el tratamiento de agua desmineralizada combinado con temperatura obtuvo el mayor valor numérico (0.36 $\mu\text{g/mL}$), superando de manera clara a las variables de dureza y pH (0.29 $\mu\text{g/mL}$),

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).

5.1 Eficacia biológica de Antracol 70 WP (Propineb 70 %) para el control *Magnaporthe oryzae* en cultivo de arroz (*Oryza sativa*)

5.2 Tabla 2. Porcentaje de eficacia de los tratamientos para *Magnaporthe oryzae* en cultivo de arroz (*Oryza sativa*) basado en la incidencia inicial.

Tratamientos inicial	Incidencia		<u>Días después de la primera aplicación</u>						
	0	-	7	11	15	19	23	28	33
T1 Amistar Top	4.5a	4.75a	2.5a	3.25a	3a	3.25a	3a	6.25b	
T2 Antracol 70 WP	4.25a	6.25a	5.75b	3a	4.5ab	4ab	2.75a	1a	
T3 Hojas de Papaya	5.25a	4.5a	4ab	4.25a	3.5ab	4.5ab	2a	2a	
T4 <i>Trichoderma sp.</i>	5.25a	3.75a	2.75a	2.75a	6b	2.75a	2.25a	1.5a	
T5 Testigo	4.25a	4a	3.5a	2.75a	4.25ab	6b	2.5a	7c	
	R²	0.23	0.42	0.77	0.43	0.62	0.67	0.21	0.80
	CV	28.68	30.09	23.79	29.92	27.67	26.63	42.43	56.02

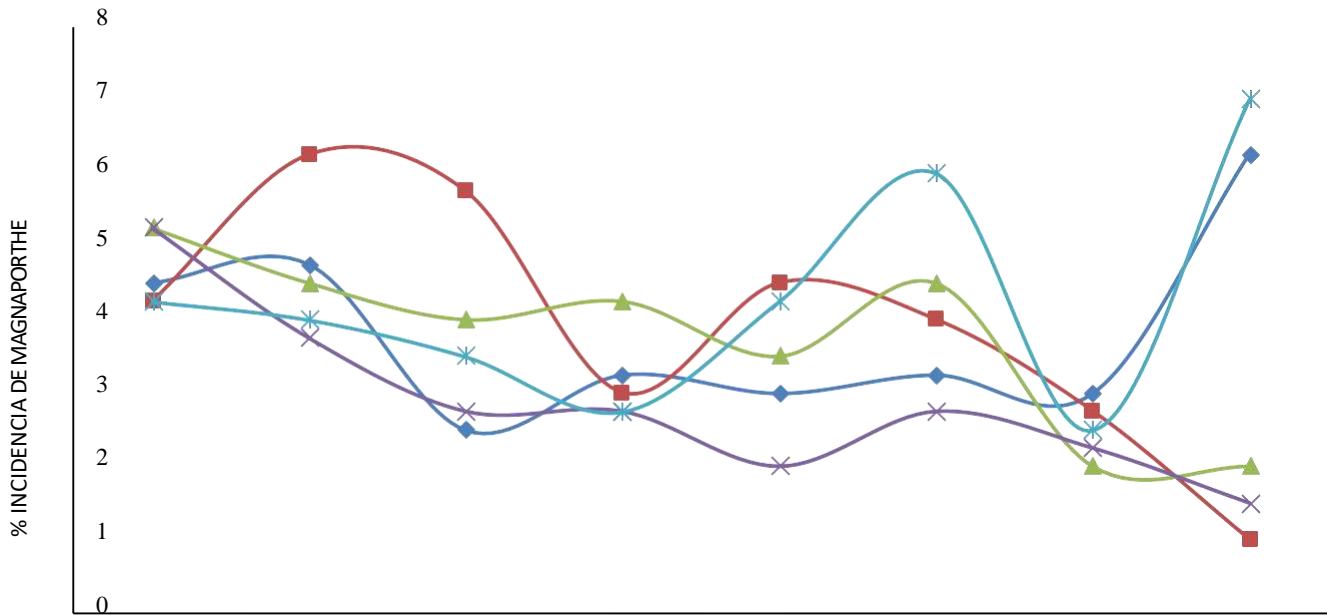
Figuras 4 Porcentaje de Eficiencia tratamientos

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

La **Tabla 2** de comparación de medias de Tukey ($P > 0.05$), registro que el tratamiento T2 (700Grs/Ha **Antracol 70 WP**) reduce la incidencia de *Magnaporthe oryzae* en cultivo de arroz (*Oryza sativa*) hasta el 1% registrando alto grado de eficacia, otro de los tratamientos que registro los controles más bajos en la incidencia de *Magnaporthe oryzae* en cultivo de arroz (*Oryza sativa*) fue el T4 (*Trichoderma sp.*) registrando una baja incidencia de *Magnaporthe oryzae* de 1.5% mostrando alta eficacia en comparación que el testigo que alcanzó un nivel de incidencia de 7%, por lo tanto, se establece que el insecticida Sivor 10 SE controla la enfermedad de *Magnaporthe oryzae* en el cultivar de arroz, registrando valores de eficacia por encima de los registrados por los insecticidas utilizados como testigos relativos en el T1 Amistar top el cual registro alta incidencia reflejando eficacias negativas en dos (al Inicio y al final) de los muestreos realizados.

Lo anterior nos indica que el tratamiento T2 700Grs/Ha **Antracol 70 WP** registra controles bajos en

incidencia (1%) y maneja eficazmente la enfermedad *Magnaporthe oryzae* en el cultivo de Arroz, por lo tanto, técnicamente y económicamente resulto ser la alternativa más factible, ya que es la dosis más baja con respecto al resto de los tratamientos



Figuras 5 Porcentaje de incidencia y eficiencia

Figura 2. Porcentaje de incidencia sobre la eficacia de Antracol 70 WP para el control de *Magnaporthe oryzae*. 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 *Magnaporthe oryzae* mostrando una eficacia en la disminución de la incidencia hasta de 1% en comparación que el testigo que alcanzó un nivel de incidencia de 7%, durante todos los muestreos realizados en este estudio mostrando una tendencia en descenso de manera continua, el tratamiento T2 Antracol 70% (700Grs/Ha) registro alta eficacia al reducir la incidencia de *Magnaporthe oryzae* hasta un 1% de la enfermedad.

Se recomienda una dosis de (Antracol 70% (700Grs/Ha)), para el manejo la enfermedad *Magnaporthe oryzae*. en el cultivo 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 Antracol 70% WP, T4 Hojas de Papaya y T3 Trichoderma, bajaron la incidencia a los siete (7) días por lo que se realizó una segunda aplicación en ese tiempo en todos los tratamientos.

VI. BILIOGRAFIAS

Díaz, D. 2012. Guía práctica de extensión agropecuaria (en línea, sitio web). Consultado 31 ago. 2021. Disponible en <https://mida.gob.pa/wp-content/uploads/2021/07/Guia-Metodos-Extension.pdf>.

Díaz, J; Nuñez, D; Umaña, L; Gamero, E; 2017. Manual para Facilitadores y Facilitadoras de Escuelas de campo Con enfoque Multirubro y Multitemática (en línea, sitio web). Consultado 31 ago. 2021. Disponible en <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:zLUxDcSKTfEJ:sag.gob.hn/dmsdocument/5218+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=hn>.

Grondona, L; Almada, A; Palaoro, O; Sánchez, B; Scherf, M; Scribano, V; Ferrario, H; Cavallero, M; Tolosa, R; Lavecini, V; Pascual, F; INTA. Manual del Extensionista (en línea, sitio web). Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-ipafnea_-_manual_extens_pisc_rural.pdf.

Lardizabal, R; Arias, S; Segura, R; USAID, (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional). 2008. Manual de producción de arroz. s.l., s.e.

Rodríguez, F; Díaz, O; Escoto, N. s. f. Importancia del arroz en HONDURAS. s.l., s.e.

Salinas, Yanira; Rojas, L; Soza, E. 2005. Composición de antocianinas en variedades de arroz. s.l., s.e.

Ventura, E; Melara, A; Bruno, O; Juan, P; CENTA, (Dirección de ciencia y tecnología agropecuaria Y forestal)). 2018. Cultivo de arroz.:37 p.

Bouis, H. E., & Saltzman, A. (2017). Improving nutrition through biofortification. *Global Food Security*, 12, 49–58.

DellaPenna, D., & Pogson, B. J. (2006). Vitamin synthesis in plants: Tocopherols and carotenoids. *Annual Review of Plant Biology*, 57, 711–738.

FAO. (2019). Carotenoids in agricultural crops: Physiological functions and nutritional importance.

IRRI. (2018). Rice biofortification and carotenoid enhancement through environmental modulation.

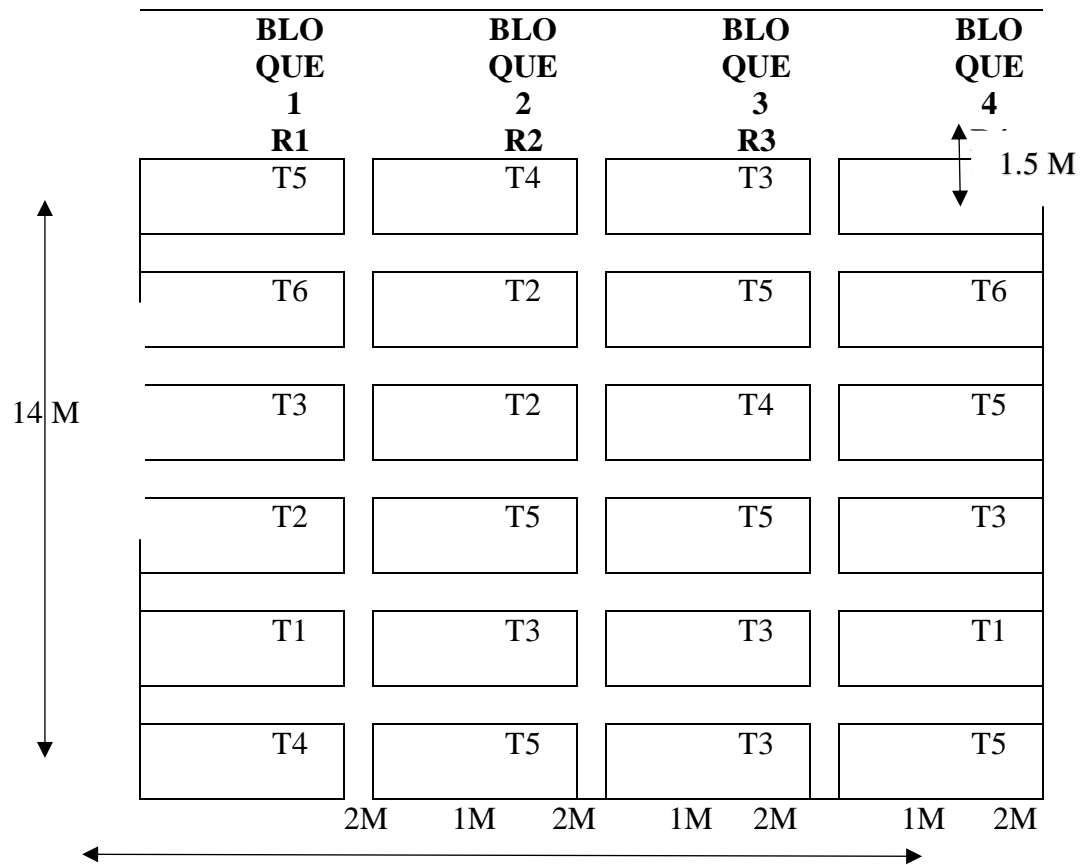
Marschner, P. (2012). *Mineral Nutrition of Higher Plants* (3rd ed.). Academic Press.

Tindall, J. A. (2014). Irrigation water quality and its impact on foliar applications. *Agricultural Water Management*, 146, 1–10.

Zhu, C., Naqvi, S., Gómez-Galera, S., Pelacho, A., Capell, T., & Christou, P. (2010). Transgenic strategies for nutritional enhancement of rice. *Trends in Plant Science*, 15(12), 615–623.

VII. ANEXOS

Unidad experimental con dimensión de 2 x 2 Metros



Preparación del vivero



Ilustración 1 Preparación y siembra del vivero



Preparación y siembra del vivero 1

Ilustración 2 Preparación y siembra del vivero



Ilustración 3 inundación de la melga antes de la siembra

Ilustración 4 inundación de la melga antes de la siembra

Trasplante



*Ilustración 5*Trasplante del arroz

*Ilustración 6*Trasplante del arroz



Trasplante 1

Manejo del Cultivo



*Ilustración 7*limpia y manejo del cultivo



*Ilustración 8*limpia y manejo del cultivo



Ilustración 9 Riego y Fertilización



Limpia, Riego, Fertilización del cultivo 1

Ilustración 10 Riego y Fertilización



Ilustración 13 Monitoreo

Ilustración 14 Monitoreo



Ilustración 11 Fumigación

Ilustración 12 Fumigación



*Ilustración 15*toma de temperatura

*Ilustración 16*toma de temperatura



Ilustración 18 temperatura agua desmineralizada



Ilustración 17 aplicacion con temperatura

Ilustración 19 temperatura agua desmineralizada

