



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA AGROPECUARIA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del examen de carácter Complexivo, presentado
al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la
obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Importancia de las semillas bio-activadas sobre las características
agronómicas del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)”.

AUTOR:

Wilson Fernando Alava Huacon

TUTOR:

Ing. Agr. Oscar Wellington Mora Castro, MBA.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2022

RESUMEN

El objetivo principal de la investigación fue Establecer la Importancia de las semillas bio-activadas sobre las características agronómicas del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Las semillas tienen el potencial genético de los cultivos también llevan grandes cantidades de energía, lo que los hace muy atractivos para las plagas y enfermedades. Los bioactivadores son sustancias complejas que permiten potenciar y activar funciones dentro de la semilla y planta, para una mayor protección contra las plagas y las enfermedades causantes de la pérdida del rendimiento y la calidad del cultivo de arroz. Los principales bioactivadores aplicados a la semilla de arroz son los ácidos húmicos y fúlvicos, extractos de algas, quitosanos y los hongos y bacterias benéficas que nos permiten el incremento de la eficiencia en el uso de los nutrientes y la reducción de los efectos de los distintos tipos de estrés biótico y abióticos. Por lo expuesto anteriormente, se ha llegado a la conclusión de que existen bioactivadores aplicados para el tratamiento de semillas de arroz, cumpliendo funciones importantes y asegurando la germinación, protección, nutrición, y estimulación para el crecimiento y desarrollo óptimo del cultivo.

Palabras clave: Tratamiento de semilla, Bioactivadores, Cultivo, Arroz

SUMMARY

The main objective of the research was to establish the importance of bio-activated seeds on the agronomic characteristics of the rice crop (*Oryza sativa* L.). Seeds have the genetic potential of crops also carry large amounts of energy, which makes them very attractive to pests and diseases. Bioactivators are complex substances that allow enhancing and activating functions within the seed and plant, for a better protection against pests and diseases that cause the loss of yield and quality of the rice crop. The main bioactivators applied to rice seed are humic and fulvic acids, algae extracts, chitosans and beneficial fungi and bacteria that allow us to increase the efficiency of nutrient use and reduce the effects of different types of biotic and abiotic stresses. From the above, it has been concluded that there are bioactivators applied for the treatment of rice seeds, fulfilling important functions and ensuring germination, protection, nutrition, and stimulation for optimal growth and development of the crop.

Keywords: seed treatment, bioactivators, rice cultivation.

INDICE

Resumen	II
summary.....	III
1. Contextualización	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación.....	2
1.4. Objetivos	3
1.5. Líneas de investigación	4
2. Desarrollo	5
2.1. Marco conceptual	5
2.2. Marco metodológico	19
2.3. Resultados.....	20
2.4. Discusión de resultados	21
3. Conclusiones y recomendaciones	22
3.1. Conclusiones.....	22
3.2. Recomendaciones.....	22
4. Referencias y anexos	23
4.1. Referencias bibliográficas	23
4.2. Anexos	28

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

El arroz conforma, junto al maíz y al trigo, la trilogía de cereales más cultivados del mundo. Desde el punto de vista histórico, cultural y alimenticio tiene tanta importancia para Asia como el maíz para América y el trigo para Europa, es decir acompañó a los pueblos de esas regiones en su evolución. Para vastos pueblos del mundo representa más del 50% del total de calorías diarias ingeridas y en esas regiones llega a un consumo de hasta 237 kg por habitante por año (Pincirolí *et al*, 2015).

En Ecuador, las zonas productoras de arroz en las provincias de los Ríos, Guayas y El Oro, se ven frecuentemente afectadas por la presencia de factores bióticos y abióticos desfavorables, muchos de los cuales se deben a los cambios ambientales, y repercuten negativamente en su óptimo desarrollo. Lo que conduce a tener niveles de producción más bajos además de ser afectados por hongos, bacterias y virus; para los agricultores es difícil reconocer los síntomas de las enfermedades, así como sus causas, por lo que utilizan de forma incorrecta e indebida los agroquímicos, lo que conlleva a daños en la salud de los agricultores, los consumidores y el ecosistema.

Los bioactivadores son sustancias que promueven el equilibrio hormonal de las plantas, al mismo tiempo que modifican o cambian los diversos procesos fisiológicos y metabólicos, tales como el aumento de la división y el alargamiento de la célula, estimulación de la síntesis de clorofila, estimulación de la fotosíntesis, diferenciación de yemas florales y mitigan los efectos de factores bióticos y abióticos (Córdova 2017).

Al usar bioactivadores en las semillas se está generando reacciones metabólicas; son sustancias químicas, biológicas o procesos físicos aplicados que se les aplica a la semilla para obtener una acción protectora (insecticida) contra chupadores y masticadores en etapas tempranas del cultivo y de bioestimulante

para acelerar la germinación y crecimiento de las plantas. Por lo antes expuesto, se realizó el presente trabajo con el propósito de identificar los principales bioactivadores y sus beneficios en el cultivo de arroz.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad el desconocimiento en el campo del uso de bioactivadores como tratamiento por parte de los agricultores, sembradores y productores de arroz está causando que al momento de la siembra la semilla no tenga esa protección o inmunidad y se vea afectada por una cantidad de enfermedades e insectos plaga que causan daño, aprovechándose de su etapa germinativa y al no llevar un debido control provocaría incluso la muerte de la misma.

Las semillas tienen el potencial genético de los cultivos también llevan grandes cantidades de energía, lo que los hace muy atractivos para las plagas y enfermedades, tornándose entonces en un reto donde los productores deben contar con recursos agronómicos para controlar y contrarrestar el daño que puedan ocasionar (FCA 2017).

1.3. JUSTIFICACIÓN

El arroz es uno de los principales cereales en el Ecuador, ya que es considerado como alimento básico. Además, en el manejo de este cultivo se aplican varias actividades agronómicas que se deben efectuar necesariamente desde la siembra. Los bioactivadores pueden constituir al crecimiento vegetativo al reducir los efectos de los diversos tipos de estrés bióticos y abióticos.

Los tratamientos de semillas son sustancias químicas, biológicas o procesos físicos aplicados, que ayudan a proteger las semillas y asegurar un establecimiento óptimo del cultivo. La aplicación de bioactivadores a las semillas es un método que ayuda a protegerlas reduciendo los ataques en los primeros estados tanto de insectos y enfermedades. Esta es la razón por la cual es muy importante tener cuidados especiales para proporcionarle a la semilla de arroz condiciones óptimas para su establecimiento y germinación (Semilleros Argentinos 2016).

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

- Establecer la Importancia de las semillas bio-activadas sobre las características agronómicas del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

1.4.2. Objetivos Específicos

- Describir los beneficios de los bioactivadores sobre las características agronómicas del cultivo de arroz (*O. sativa* L.).
- Identificar los principales bioactivadores sobre las características agronómicas del cultivo de arroz (*O. sativa* L.).

1.5. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

El presente documento de investigación está relacionado con el dominio de la Universidad técnica de Babahoyo: Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología enfocada en el tema “Importancia de las semillas bio-activadas sobre las características agronómicas del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)”, misma que se enfoca en la línea de investigación desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable y la sublínea seguridad y soberanía alimentaria.

2. DESARROLLO

2.1. MARCO CONCEPTUAL

2.1.1. Origen de Arroz (*Oryza sativa* L.)

El cultivo del arroz comenzó hace casi 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez el arroz debido a que en ella abundaban los arroces silvestres. Pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, desde sus tierras bajas a sus tierras altas. Probablemente hubo varias rutas por las cuales se introdujeron los arroces de Asia a otras partes del mundo (Trujillo 2017).

La producción mundial de arroz supera los 500 millones de toneladas, teniendo en cuenta que sólo los países asiáticos obtienen el 90 % de la producción. La historia nos ha demostrado, en efecto, cuánta consideración los hombres han tenido siempre por el arroz y por sus preciosas cualidades nutritivas (Reyes 2018).

El arroz es uno de los alimentos más importantes en la dieta ecuatoriana, según la Corporación de Industriales Arroceros del Ecuador el consumo promedio de un ecuatoriano de este cereal es entre 43 y 45kg. En los últimos meses del 2020 el consumo ha llegado hasta los 50kg por persona (Sánchez *et al.* 2021).

(INEC y ESPAC 2021) mencionan que la producción de arroz se realiza durante todo el año en forma escalonada y en ciertas zonas, se siembra hasta 3 ciclos en el año; en el 2021 la superficie sembrada a nivel nacional fue de 342.967 hectáreas. Con una superficie cosechada de 340.281 hectáreas y una producción total de 1'504.214 toneladas.

Para (Reyes 2018) las bondades nutricionales del arroz han trascendido por su importancia, dado que esta gramínea es la que mayor aporte calórico brinda de todos los cereales. El almidón es el componente principal del grano de arroz, y se encuentra en un rango que va del 70 % al 80 %. Se compone de amilosa y amilopectina, (hidratos de carbono y trasmisor de energía para el organismo que permiten alcanzar rápidamente los niveles adecuados de glucosa), siendo la proporción de cada una la que determina las características del producto. A mayor proporción de amilopectina, más viscosos y pegajosos estarán los granos entre sí.

(Agrichem 2018) “manifiesta que el arroz es un alimento con alto contenido nutricional, cuyo grano no contiene fructosa, es altamente digerible, con bajo contenido en grasas, rico en carbohidratos, vitamina B, calcio, fósforo, hierro, sodio y potasio”.

En el cultivo del arroz, la producción ocurre y se define por la variedad, el clima, el suelo, y el manejo del cultivo. Todo ello influye en el crecimiento y diferenciación de la planta, la cual es regulada por la secuencia y funcionalidad de diversos eventos fisiológicos como crecimiento vegetativo y de raíz, formación de panículas y flores, amarre y crecimiento de granos (Hidalgo y Díaz 2019).

2.1.2. Semilla

La semilla es el material de partida inicial de cualquier sistema productivo; de hecho, de la calidad de esta depende, en gran medida, el adecuado establecimiento del cultivo. La semilla es cada uno de los cuerpos que forman parte del fruto que da origen a una nueva planta, es la estructura mediante la que realizan la propagación las plantas que por ello se llaman espermatofitas (planta con semilla) (Sánchez 2019).

La semilla de arroz es un ovario maduro y fecundado, seco e indehisciente (no se abren para dejar la semilla libre). Consta de la cáscara formada por la lemma y la pálea con sus estructuras asociadas; lemmas estériles, la raquilla y la arista. El embrión, situado en el lado ventral de la semilla cerca de la lemma, y el endospermo, que provee alimento al embrión durante la germinación (Agrotendencia 2018).

2.1.2.1. Principales amenazas a la semilla y su establecimiento

(Chaudhary *et al.* 2013) indican que entre las amenazas que se presentan a la semilla y su establecimiento, las principales se encuentran a continuación:

- Estrés biótico (organismos infecciosos como los insectos, enfermedades, nematodos).
- Estrés abiótico (sequía, salinidad, temperatura, inundación).
- Enfermedades tempranas (que viven en el suelo).
- Enfermedades de semilla (que pueden ser transmitidas por la semilla).
- Enfermedades del suelo (que están desde el suelo).
- Insectos: Minadores y chupadores (problemas en el establecimiento).

2.1.2.2. ¿Porque tratar la semilla?

(Casafe 2019) menciona que las semillas de arroz se deben tratar porque:

- ✓ Las plagas y las enfermedades son un riesgo continuo para el rendimiento y calidad de los cultivos.
- ✓ El tratamiento de semillas es sin duda la forma más efectiva para proteger el cultivo desde el principio.
- ✓ Excelente oportunidad para reemplazar las aplicaciones iniciales de plaguicidas aéreas y terrestres.
- ✓ Sembrar una semilla Bioactivadora.

2.1.2.3. ¿Por qué es necesario realizar un adecuado tratamiento de semilla?

En el proceso de cura no es solo importante utilizar la dosis indicada, sino que resulta trascendente lograr una distribución pareja de producto sobre cada semilla del lote. Si esto no sucede, habrá semillas con subdosis de producto y otras con sobredosis, lo que afectará marcadamente la eficiencia de control y/o protección (Pereira y Rossi 2015).

2.1.3. ¿Qué es un bioactivador?

“Los bioactivadores son sustancias orgánicas complejas modificadoras de crecimiento, capaces de actuar en la transcripción del ADN de la planta, expresión génica, proteínas de membrana, enzimas metabólicas, y nutrición mineral” (Full-Agro 2018).

Diseñados para ser aplicados solos o en mezcla directamente sobre semillas, plantas o raíces (rizosfera) con el objetivo de estimular mecanismos bioquímicos o fisiológicos mejorando la eficiencia del gasto energético en los diferentes estados de desarrollo: crecimiento vegetal, formación de raíces, frutos, etc. Por tanto, mejora la disponibilidad y la asimilación rápida de nutrientes y optimiza su absorción, incrementa la tolerancia al estrés biótico y abiótico o los aspectos de calidad de la cosecha (Condemed 2018).

Los bioactivadores son abonos orgánicos, nitrogenados, líquidos, formulados a base de aminoácidos, péptidos y peptonas de origen natural; por su formulación, la parte más importante de los bioactivadores son los aminoácidos, principalmente por ser de origen vegetal y además procedente del proceso de hidrólisis enzimática; de manera que la asimilación se realiza mucho mejor por la planta por ser de origen vegetal y su funcionamiento mucho más rápido por ser de hidrólisis (Infojardin 2015).

En agricultura se conoce como bioactivadores a diversos productos, unos químicamente bien definidos tales como aminoácidos o polisacáridos y otros más complejos como los extractos de algas, que al ser aplicados en las plantas son bien absorbidos y utilizados de forma más o menos inmediata (Chamba 2022).

La finalidad de estos productos no es proporcionar nutrientes, sino mejorar y estimular el metabolismo vegetal y la reducción de los efectos de los distintos tipos de estrés abiótico y/o biótico que pueden actuar sobre la planta. Todo ello ha llevado a que el desarrollo de nuevos bioactivadores se haya convertido en foco de interés para la industria y la investigación. Además, se trata de productos que cumplen con la idea inicial: reducir el impacto ambiental de la agricultura (Innoua 2015).

2.1.3.1. Biorreguladoras y bioestimulantes

(Tunes *et al.* 2016) nos menciona en la literatura que los biorreguladores, como las auxinas, son compuestos orgánicos no nutrientes, aplicados a la planta, que en bajas concentraciones promueven, inhiben o modifican procesos morfológicos y fisiológicos del vegetal y que los bioestimulantes son mezclas de uno o más biorreguladores con otros compuestos de naturaleza química diferente, como sales minerales.

2.1.4. Clasificación de los Bioactivadores y su beneficio en el cultivo de arroz

2.1.4.1. Ácidos Húmicos y Fúlvicos

Las sustancias húmicas son constituyentes naturales de la materia orgánica de los suelos, resultantes de la descomposición de las plantas, animales y microorganismos, pero también de la actividad metabólica de los microorganismos del suelo que utilizan

estos compuestos como sustrato. Las sustancias húmicas son una colección de compuestos heterogéneos, originalmente categorizadas de acuerdo a su peso molecular y solubilidad en huminas, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos (Pascual y Venegas 2020).

“Los ácidos húmicos, gracias a las diferentes formas de formulación, pueden ser aplicados para el enriquecimiento de sustratos comerciales, en el tratamiento de semillas para mejorar su germinación” (Beltrán 2018).

La tecnología utilizada en la producción de semillas de arroz recubiertas es un procedimiento que requiere mucha experiencia, tiempo e instinto. Además, los macronutrientes y micronutrientes son componentes elementales de una combinación finamente coordinada de diferentes materiales. Los ácidos húmicos se introducen en una forma altamente concentrada con 2 etapas de proceso. En primer lugar, se ponen directamente en contacto con las semillas e integradas de nuevo en una fase posterior en la capa exterior del revestimiento (Humitech 2019).

(Hernández *et al.* 2017) mencionan que el tratamiento de las semillas de arroz con ácidos húmicos tiene los siguientes efectos:

- Potenciación de asimilación de nutrientes estimulando y corrigiendo la carencia de algunos micro y macro elementos que se encuentran en el complejo adsorbente del suelo.
- Aumento en el contenido de proteínas, aminoácidos y pigmentos fotosintéticos.
- Germinación más rápida.
- Establecimiento más rápido.
- Estimulación en el crecimiento radical en las primeras fases del cultivo, pudiéndose utilizar en condiciones de semilleros, logrando plantas más fuertes para el trasplante.

- Inducción de la síntesis de compuestos protectores de la planta frente al déficit hídrico.
- Estimulación de la síntesis de enzimas protectoras de la planta como las POXs, y otros complejos enzimáticos, capaces de erradicar las especies reactivas de oxígeno que se forman debido al estrés oxidativo provocado por factores bióticos y abióticos.
- Reducción a la susceptibilidad a plagas y enfermedades.

Los extractos húmicos presentan una composición estructural que permite que las plantas emitan respuestas ante el ataque de patógenos. Una de las acciones es el efecto homeostático (tampón), demostrando la capacidad de moderar los cambios de acidez y neutralizar los compuestos orgánicos tóxicos que llegan por la contaminación. De esta forma, aquellos suelos que posean un nivel adecuado de materia orgánica se encuentran con una mayor defensa frente a invasiones bacterianas y fúngicas tóxicas para la planta, dándole una mayor protección ya sea por vía foliar como radicular, estimulando gran cantidad de microorganismos simbioses (Hernández *et al.* 2017).

2.1.4.2. **Aminoácidos y mezclas de péptidos**

Los aminoácidos son las unidades elementales constituidas de las moléculas, denominadas proteínas. Son muy elementales, los "ladrillos" con los cuales el organismo reconstituye permanentemente sus proteínas específicas consumidas por la sola acción de vivir, atendiendo a la forma como se orienta el grupo amino de los aminoácidos (Domínguez 2018).

Se obtienen a partir de la hidrólisis química o enzimática de proteínas procedentes de productos agroindustriales tanto vegetales (residuos de cultivos) como animales (colágenos, tejidos epiteliales, etc.). Estos compuestos pueden ser tanto sustancias puras como

mezclas (lo más habitual). Otras moléculas nitrogenadas también consideradas bioestimulantes incluyen betaínas, poliaminas y aminoácidos no proteicos, que son muy diversas en el mundo vegetal y muy poco caracterizados sus efectos beneficiosos en los cultivos (García 2018).

(MAGAP 2022) Concluye que los tratamientos con aminoácidos y demás componentes de la matriz orgánica propios de la materia prima rompe con mayor rapidez la latencia y ayuda a la germinación de mayor número de semillas obteniéndose por lo tanto mayor número de plantas emergentes.

Además, desde el inicio del cultivo, al tener una disponibilidad continua de Zn en la zona de raíces durante el crecimiento de la planta el enraizamiento se ve favorecido. De esta forma no se pierde su estabilidad y no se vuelven permeables. Esto favorece un mayor número de plantas dispuestas para producir, obteniéndose como resultado un aumento de la productividad final (Intagri S.C. 2015).

2.1.4.3. **Extractos de algas**

Los extractos de algas marinas usados como bioactivadores aumentan el rendimiento y la calidad de los cultivos. Ya que, por un lado, incentivan la síntesis de hormonas e influyen en la absorción y traslocación de nutrientes. Y, por otro lado, debido a la diversidad de compuestos que permiten un excelente desarrollo radicular, sirven también como nutrientes para mejorar la micro fauna y micro flora del suelo, factores que intervienen directamente en la calidad y en la productividad de los cultivos a los cuales se les aplica productos derivadas de algas marinas (Circular (Bio) Economy 2019).

“Los extractos de macroalgas se pueden utilizar para mejorar la germinación de semillas y el crecimiento de las posturas” (Pérez *et al.* 2020).

Estos compuestos pueden presentarse como polvos (o microgranulares) o como extractos líquidos de plantas o algas secas o frescas. En cuanto a las algas, en agricultura se han utilizado especialmente especies pardas de las aguas frías del hemisferio norte. La más comúnmente usada es *Ascophyllum nodosum* pero existen otras originarias del Hemisferio Sur como *Ecklonia maxima* y *Durvillaea potatorum* (Redagricola 2017).

Ascophyllum nodosum a diferencia de otras especies de algas pardas, soporta en su hábitat natural, períodos de inmersión marina y períodos de exposición a la intemperie. Este ambiente presenta condiciones extremas de luz, temperatura, deshidratación, radiación ultravioleta y alta salinidad, hechos que constituyen un éxito de adaptación fisiológica frente a condiciones de estrés hídrico, salino y térmico e implica que estas algas estén dotadas de una singular composición bioquímica, debido a las condiciones de estrés experimentadas durante su ciclo de vida (Valagro 2017).

El alga parda *Ascophyllum nodosum* es una de las más utilizadas en la agricultura a nivel internacional, lo cual puede deberse a su rica composición en alginatos, manitol, betaínas, polifenoles, oligosacáridos (laminaranos y fucanos), flavonoides, nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, hierro, magnesio, zinc, sodio y azufre) y aminoácidos y al hecho de que esta alga abunda en las costas marinas (López *et al.* 2020).

Entre los resultados con el uso de extractos de algas en arroz (Pérez *et al.* 2020) observaron un aumento en la altura de la planta, así como el número de vástagos y el número de hojas. Los fertilizantes líquidos demostraron ser más efectivos para promover el rendimiento del arroz. Se demostró que el tratamiento de plantas de arroz con algas verde-azuladas, incrementó la producción de los granos.

(Banchon 2017) Menciona que con la aplicación de extractos de algas marinas, los niveles de la mayoría de nutrientes en el cultivo de arroz se presentaron en una cantidad adecuada, debido al efecto regulador que ejercieron estos productos sobre la disponibilidad de macro y micronutrientes, esto coincide a lo indicado por Suquilanda (2017), quien indica que el extracto de algas es un reservorio natural de más de 60 compuestos que contienen macro y micronutrientes, carbohidratos, aminoácidos y sustancias naturales.

(Gonzales 2021) en sus resultados nos dice que el tratamiento T2 en consideración a la aplicación del biofertilizante *A. nodosum* muestra que se obtuvieron mejores resultados en cuanto a la productividad del cultivo de arroz con resultados de 4915,04 kg/ha seguido por el T1 con un rendimiento de 4632,82 kg/ha. Determinando que la aplicación de los 300 g/ha. De este biofertilizante mejoró el beneficio-costo a favor de los pequeños agricultores que se dedican a este cultivo.

2.1.4.4. **Quitosan y otros biopolímeros**

El quitosano es un polímero natural derivado de la desacetilación de la quitina, la cual es obtenida de los caparazones de crustáceos como el camarón, langosta y cangrejo. Es un material biodegradable, no tóxico que actualmente se encuentra en auge debido a las propiedades biológicas y químicas que presenta (Espinoza *et al.* 2020).

El quitosano es la forma deacetilada del biopolímero de quitina, producido natural o industrialmente. Los polímeros/oligómeros de tamaño variado se usan habitualmente en alimentación, cosmética, medicina y recientemente en agricultura. El efecto fisiológico de los oligómeros de quitosano en plantas son el resultado de la capacidad de este compuesto policatiónico de unirse a una amplia variedad de compuestos celulares, incluyendo DNA y

constituyentes de la membrana plasmática y de la pared celular. Además, son capaces de unirse a receptores específicos responsables de la activación de las defensas de las plantas, de forma similar a los elicitores de las plantas (Benavides 2017).

Por otra parte, algunas de sus propiedades lo hacen sumamente atractivo para su aplicación en el campo de la agricultura, como, por ejemplo: el Recubrimiento de semillas y hojas, agente bactericida y fungicidas, protector de frutos, protección de plántula, germinación, estimulador del crecimiento vegetal, inductor de mecanismo de defensa, remediación de los suelos, aspersión de flores, y liberación controlada de agroquímicos (Chirinos 2013).

(Chirinos 2013) ha demostrado en su trabajo de grado, que las películas de quitosano utilizadas en el recubrimiento de semillas presentan diversas bondades. Entre ellas se destacan:

- Su actividad antifúngica frente a hongos como el *Aspergillus nigger* y la *Alternaria alternata*.
- Como inductor genético, al reforzar y orientar ciertas características que dan fortaleza a las plantas.
- Como agente bioestimulador de la germinación de semillas; en algunos casos ha logrado elevar el porcentaje de germinación a los niveles requeridos para la certificación, conllevando a mayores niveles de producción.

(Rivero *et al.* 2004). Nos dice que la quitosana es una alternativa alentadora para la futura protección del cultivo del arroz, contra uno de los agentes asociados al manchado del grano, debido a su efecto inhibitor en la germinación de los conidios de *Fusarium sp.*, y a la protección de la semilla contra la infección por este hongo.

El efecto de las quitosanas sobre otros hongos fitopatógenos también ha sido alentador. Tales son los casos de los patógenos del

arroz *Rhizoctonia solani* y *Pyricularia grisea*, que al ser tratados con quitosana y su hidrolizado a la concentración de 1000 mg/L mostraron el 100% de inhibición del crecimiento. En ensayos in vitro con *Phytophthora parasitica* se alcanzaron niveles cercanos al 90% de inhibición mediante el empleo de quitosana y sus hidrolizados enzimáticos (Rivero *et al.* 2009).

(Molina *et al.* 2017) observaron un incremento del 5% en la etapa de germinación de semilla con quitosano. Las plantas tratadas presentaron alturas mayores a las que no fueron tratadas con este polímero. Además, se observó en las plantas de arroz un color verde más intenso, estos resultados se deben a la capacidad estimulante del quitosano, ya que actúa mejorando el enraizamiento y la producción de área foliar de la planta, lo que aumenta los niveles de clorofila y mejora el índice de asimilación neta para permitir un llenado del grano más eficiente y rápido. El rendimiento de cosecha encontrado tuvo una relación directa con el comportamiento del cultivo en todas sus fases vegetativas, marcando diferencias significativas en las características de las plantas estudiadas, incrementando la producción 16,21% / ha.

(Cruz *et al.* 2005) manifiestan que la quitosana ejerce un efecto inhibitorio en el crecimiento micelial, la germinación de los conidios y protege la semilla contra el ataque externo de *Sarocladium oryzae* agente causal de la enfermedad conocida como pudrición de la vaina, lo que abre nuevas posibilidades de control de este hongo dentro del manejo integrado de plagas del cultivo del arroz.

2.1.4.5. Hongos y bacterias beneficiosas

2.1.4.5.1. Hongos

Los hongos interactúan con las plantas de muchas formas, desde simbiosis mutualista hasta el parasitismo. Plantas y hongos han coevolucionado desde el origen de las plantas terrestres. Los hongos micorrícicos son un heterogéneo grupo de hongos que establecen simbiosis con el 90% de las plantas. Hay un creciente interés por el uso de los hongos micorrícicos para promocionar la agricultura sostenible, considerando sus efectos en mejorar la eficacia de la nutrición, balance hídrico y protección frente al estrés de las plantas (López 2020).

La palabra micorriza proviene de “*mycos*” (hongo) y “*rhizos*” (raíces). Las micorrizas son hongos naturales que establecen una alianza simbiótica con las raíces de la planta, en las que el hongo se beneficia de la savia y nutrientes elaborados por la planta. Del mismo modo, la planta se beneficia de los nutrientes tomados por el hongo del suelo. Por ejemplo, elementos como el P (Fósforo), (Zn) Zinc y otros, además de protegerla y estimularla y ser una extensión de la raíz inclusive para mejorar la toma de agua (Campo Verde 2022).

La micorriza arbusculares tienen un gran potencial como agente de control biológico en varias enfermedades de plantas de importancia alimenticia y económica. Las plantas de arroz en simbiosis con hongos micorriza arbuscular presentan un mayor crecimiento, productividad y resistencia a la devastadora piriculariosis (Lleras 2020).

(Alvarado 2018) menciona que al aplicar micorrizas en dosis de 20 grs/kg de semilla de arroz disminuye la incidencia de granos vanos, *Rhizoctonia*, *Bipolaris*, Falso Carbón, hoja blanca para

aumentar los rendimientos. El tratamiento 1 (semilla tratada) reportó el mayor rendimiento con un promedio de 6120 kg/ha a diferencia del tratamiento 3 (Semilla tratada con fungicida en campo) que logró el menor rendimiento con 4662 kg/ha.

2.1.4.5.2. Bacterias beneficiosas

Las bacterias interactúan con las plantas de todas las formas posibles: Como en los hongos, esta interacción puede ir desde el parasitismo hasta el mutualismo. Los nichos de las bacterias se extienden desde el suelo hasta el interior de las células vegetales, con localizaciones intermedias como la rizosfera. Estas asociaciones pueden ser permanentes o temporales (algunas se transmiten vía semilla). Su influencia en la planta es de todo tipo, desde los ciclos biogeoquímicos, aportación e incremento de la eficiencia en el uso de los nutrientes, inducción de la resistencia a enfermedades, mejora de la tolerancia al estrés abiótico y biótico e incluso modulación de la morfogénesis de la planta (INKAPOWER 2021).

“En cuanto a su uso como bioestimulantes se consideran dos tipos fundamentales, los endosimbiontes mutualistas (tipo *Rhizobium*) o mutualistas no endosimbiontes o PGPRs de la rizósfera” (Cevallos 2022).

(Hernández *et al.* 2020) Mencionan que Cepas de *Rhizobium*, asociadas a plantas de arroz, parecen tener la capacidad de fijar el nitrógeno del aire, a pesar de no mostrar amplificación del gen *nifH*. Constituyendo un primer acercamiento a la capacidad de fijar nitrógeno de cepas de rizobios rizosféricos de arroz, cultivado en suelos expuestos al monocultivo intensivo de la gramínea.

Diversos géneros bacterianos se han aislado de las plantas y el suelo rizosférico de arroz y se han hecho estudios al respecto. Dentro de los principales géneros que se han visto asociados a la

rizosfera del arroz se encuentran *Azospirillum*, *Herbaspirillum*, *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Azotobacter* *Bacillus* (Rives *et al.* 2007).

2.2. MARCO METODOLÓGICO

El presente trabajo de investigación se desarrolló como componente práctico del Examen de Grado de carácter Complexivo, el cual se elaboró mediante la recopilación de información importante referente al tema desde varios medios como libros, revistas, artículos científicos y bibliotecas virtuales que me permitieron un mejor desarrollo de esta investigación documental.

La información encontrada fue sometida a procesos de análisis, síntesis y resumen, con el fin de conocer la importancia de las semillas bio-activadas sobre las características agronómicas del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

2.3. RESULTADOS

- Los bioactivadores son sustancias complejas que permiten potenciar y activar funciones dentro de la semilla y planta, para una mayor protección contra las plagas y las enfermedades causantes de la pérdida del rendimiento y la calidad del cultivo de arroz.

- Los principales bioactivadores aplicados a la semilla de arroz son los ácidos húmicos y fúlvicos, extractos de algas, quitosanos y los hongos y bacterias benéficas que nos permiten el incremento de la eficiencia en el uso de los nutrientes y la reducción de los efectos de los distintos tipos de estrés biótico y abióticos.

- Los principales beneficios al usar Bioactivadores son los siguientes:
 - Con el uso de quitosanos se incrementa en un 5% la etapa de germinación de semilla además de un mayor control y protección contra *Fusarium sp*, *Rhizoctonia solani*, *Pyricularia grisea*, y *Sarocladium oryzae*.
 - Los ácidos húmicos estimulan el crecimiento radical, logrando plantas más fuertes para el trasplante, y la protección de la planta frente al déficit hídrico.
 - Con los hongos beneficiosos (Micorrizas) disminuyen la incidencia de granos vanos, *Rhizoctonia*, *Bipolaris*, Falso Carbón, hoja blanca para aumentar los rendimientos.
 - Las bacterias (*Rhizobium*) permiten la fijación de nitrógeno del aire.
 - El tratamiento con algas permite un incremento en la producción de los granos.
 - Los aminoácidos rompen con mayor rapidez la latencia y ayuda a la germinación de mayor número de semillas obteniéndose por lo tanto mayor número de plantas emergentes.

2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El material para la siembra en el cultivo de arroz, es la semilla en la cual se manifiesta el material genético dando origen a una nueva planta, lo cual concuerda con (Sánchez 2019).

Las semillas deben ser tratadas con sustancias químicas o biológicas, antes de la cosecha para su protección de factores bióticos y abióticos que pueden ocasionar daños en su germinación y en el crecimiento de la planta, coincidiendo con varios autores (Chaudhary *et al.* 2013; Casafe 2019; y Semilleros Argentinos 2016).

En el tratamiento de las semillas de arroz, es necesario utilizar dosis adecuados y una mezcla muy homogénea para aumentar la eficiencia del control y/o protección de plagas y enfermedades, lo cual concuerda con otros autores (Pereira y Rossi 2015).

Los beneficios que generan los bioactivadores en la aplicación a las semillas de arroz son los siguientes: reducción a la susceptibilidad a plagas y enfermedades, mayor germinación y establecimiento, asimilación de nutrientes, inducción de compuestos protectores frente al déficit hídrico, esto concuerda con los autores (Beltrán 2018; MAGAP 2022; Banchon 2017; y Chirinos 2013).

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. CONCLUSIONES

Por lo expuesto anteriormente, se ha llegado a la conclusión de que existen bioactivadores aplicados para el tratamiento de semillas de arroz, cumpliendo funciones importantes y asegurando la germinación, protección, nutrición, y estimulación para el crecimiento y desarrollo óptimo del cultivo.

Existen productos dentro del mercado caracterizados para la bio-activación de la semilla a base de sustancias orgánicas como aminoácidos, quitina, ácidos húmicos, algas, hongos y bacterias y otros compuestos químicos que al combinarlos se pueden obtener mejores rendimientos. De esta forma se comprueba lo importante que es bio-activar las semillas de arroz con los tratamientos de los bioactivadores al momento de la siembra.

3.2. RECOMENDACIONES

Poner a disposición de los agricultores semillas bio-activadas contribuyendo al menor uso de plaguicidas y pesticidas que afectan la calidad y fertilidad del suelo.

Realizar capacitaciones a los productores de arroz sobre la importancia de la bio-activación a la semilla de arroz contra las plagas y enfermedades.

Utilizar la dosificación adecuada al usar bioactivadores para no ejercer efectos negativos con las propiedades que obtiene la semilla.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrichem. (2018). La importancia del Arroz - Agrichem de México (en línea). s.l., s.e. Consultado 27 ago. 2022. Disponible en <https://agrichem.mx/la-importancia-del-arroz/>.

Agrotendencia. 2018. Cultivo de arroz: conoce como se realiza y sus plagas (en línea). Consultado 27 ago. 2022. Disponible en <https://agrotendencia.tv/agropedia/cereales/el-cultivo-de-arroz/>.

Alvarado, N. 2018. Efecto de Micorrizas sobre las características Agronómicas y sanitarias en el Cultivo De Arroz (*Oryza Sativa*.L) Iniap 14". Guayaquil, Universidad de Guayaquil. 1-88 p.

Banchon, J. (2017). Influencia de bioestimulantes foliares a base de algas marinas, sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), bajo riego. Babahoyo, s.e.

Beltrán, B. (2018). Ácidos Húmicos | ACIDOS HUMICOS: Fertilizantes agrícolas Jisa (en línea). s.l., s.e. Consultado 28 ago. 2022. Disponible en <https://www.acidoshumicos.com/acidos-humicos/>.

Benavides, MA. 2017. Quitina-Quitosana: Los polímeros del futuro. www.sena.edu.co. Ortiz Carlos; Gutiérrez (eds.). Santiago de Cali, 2017.

Campo Verde. (2022). Micorrizas - Hongos (en línea). s.l., s.e. Consultado 30 ago. 2022. Disponible en <https://agroactivocol.com/producto/nutricion-vegetal/bioenriquecedores/micorrizas-bioenriquecedores/micorrizas-hongos-del-suelo/>.

Casafé. 2019. La importancia del curado de semillas con fungicidas - Casafé (en línea). Buenos Aires, CropLife. Consultado 16 ago. 2022. Disponible en <https://www.casafe.org/la-importancia-del-curado-de-semillas-con-fungicidas/>.

Cevallos, J. 2022. Evaluación del crecimiento de plántulas de *Coffea arabica* L. Acawa en condiciones de vivero con diferentes sustratos y bioestimulantes. Jipijapa, Universidad Estatal Del Sur De Manabí. 1-102 p.

Chamba, AB. 2022. Efecto De Bioactivadores De La Fertilización Edáfica Orgánica Sobre La Producción De Cacao (*Theobroma Cacao*), En Yaguachi, Guayas. Milagro, Universidad Agraria Del Ecuador...

Chaudhary, RC; Nanda, JS; Tran, D v. (2013). Guía para identificar las limitaciones de campo en la producción de Arroz. Roma, s.e.

Chirinos, A. 2013. (PDF) Efecto del quitosano sobre la germinación y preservación de la semilla de calabacín (Curcubita pepo) | Alicia Chirinos - Academia.edu (en línea). Mérida- Venezuela, Universidad De Los Andes. . Consultado 30 ago. 2022. Disponible en https://www.academia.edu/29280438/Efecto_del_quitosano_sobre_la_germinaci%C3%B3n_y_preservaci%C3%B3n_de_la_semilla_de_calabac%C3%ADn_Curcubita_pepo_.

Circular (Bio) Economy. 2019. Bioestimulantes agrícolas: un modelo de Bioeconomía Circular – Circular (Bio) Economy (en línea). Circular BioEconomy Consulting. Consultado 6 ago. 2022. Disponible en <https://circularbioeconomy.com/2019/02/18/bioestimulantes-agricolas-un-modelo-de-bioeconomia-circular/>.

Condelmed. (2018). Bioactivadores agrícolas en el cultivo de arroz | Revista de Flores, Plantas, Jardinería, Paisajismo y Medio ambiente (en línea). s.l., s.e. Consultado 27 ago. 2022. Disponible en <https://www.floresyplantas.net/bioestimulantes-agricolas-en-el-cultivo-de-arroz/#>.

Córdova, L. 2017. Influencia de Bioactivadores Fisiológicos en la productividad del cultivo de Arroz (Oryza Sativa L.) En el Distrito De Morales, Región San Martín. Tarapoto, Universidad Nacional De San Martín –Tarapoto. 1-73 p.

Cruz, A; Rivero, A; Martínez, D; Ramírez, B; Maqueira, MA; 2005. Cultivos Tropicales (en línea). Cultivos Tropicales 26:83-86. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193216156015>.

Domínguez, X. 2018. Proteínas, péptidos y aminoácidos (en línea). Limusa Wiley S.A... (México). :323-333. Consultado 16 ago. 2022. Disponible en http://www2.udec.cl/quimles/organica/revista/proteinas_peptidos_aminoacidos.htm.

FCA. 2017. La semilla. s.l., Universidad de la Empresa - Facultad de ciencias agrarias. 1-12 p.

Full-Agro. 2018. Tavan Chile - Bioactivadores y Bioestimulantes (en línea, sitio web). Consultado 6 ago. 2022. Disponible en <http://tavan.cl/productos/bioactivadores-y-bioestimulantes/>.

García, D. 2018. Bioestimulantes Agrícolas, Definición, Principales Categorías y Regulación a Nivel Mundial | Intagri S.C. (en línea). Intagri. Consultado 6 ago. 2022. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-agricolas-definicion-y-principales-categorias>.

Gonzales, A. (2021). Efecto De Bioestimulante en el Rendimiento del cultivo de Arroz (Oryza Sativa L.). s.l., s.e.

Hernández, I; de Almeida, R; Nápoles, M. 2020. Diazotrofia de rizobios asociados a plantas de arroz cv. INCA LP-5 e INCA LP-7 (en línea). Ediciones INCA 42(2021). Consultado 19 oct. 2022. Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/1932/193268883006/html/>.

Hernández, R; García, A; Portuondo, L; Muñiz, S; Berbara, R; Izquierdo, F. 2017. Protección antioxidativa de los ácidos húmicos extraídos de vermicompost en arroz (*Oryza sativa* L.) var. IACuba30 (en línea). Revista de Protección Vegetal 27(2):102-110. Consultado 28 ago. 2022. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522012000200006&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

Hidalgo, G; Díaz, D. (2019). Biorreguladores en Arroz | Agroasa (en línea). s.l., s.e. Consultado 6 ago. 2022. Disponible en <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:1b217X579eMJ:agroasa.com/biorreguladores-en-arroz/+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec>.

Humitech. (2019). Tratamiento de Semillas Ácidos Húmicos - HUMINTECH (en línea). s.l., s.e. Consultado 28 ago. 2022. Disponible en <https://www.humintech.com/es/agricultura/aplicaciones/tratamiento-de-semillas>.

INEC; ESPAC. (2021). Cifras Agroproductivas (en línea). s.l., s.e. Consultado 27 ago. 2022. Disponible en <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>.

Infojardin. (2015). Tipos de abonos (en línea). s.l., s.e. Consultado 6 ago. 2022. Disponible en https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:V_FrF1RGVMgJ:https://articulos.infojardin.com/articulos/Tipos_de_abonos_3.htm+&cd=16&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec.

Inkapower. (2021). Bacterias beneficiosas (en línea). s.l., s.e. Consultado 21 ago. 2022. Disponible en <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:tbsTxTeAqIMJ:https://www.orgafertperu.com/wp-content/uploads/2021/03/Ficha-Tecnica-Inkapower-Organicos.pdf&cd=13&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec>.

Innoua. (2015). Investigación Y Desarrollo En Nuevos Fertilizantes Y Bioactivadores (en línea). s.l., s.e. Consultado 16 ago. 2022. Disponible en <https://innoua.ua.es/Web/FichaOferta?pldOferta=120>.

Intagri S.C. 2015. Nutrición de Cultivos con Zinc | Intagri S.C. (en línea) ... Consultado 30 ago. 2022. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/nutricion-cultivos-zinc>.

Lleras, C. (2020). Las plantas de arroz en simbiosis con un hongo se vuelven más resistentes (en línea). s.l., s.e. Consultado 30 ago. 2022. Disponible en

<https://coagrohuila.com/2020/07/22/las-plantas-de-arroz-en-simbiosis-con-un-hongo-se-vuelven-mas-resistentes/>.

López, I; Martínez, L; Pérez, G; Reyes, Y; Núñez, M; Cabrera, J. 2020. Las algas y sus usos en la agricultura. Una visión actualizada (en línea). . Consultado 28 ago. 2022. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362020000200010.

López, Y. 2020. Comportamiento germinativo de semillas de cinco cultivares de caféarábigo (*Coffea arabigo*) con uso de bioestimulantes. Jipijapa, Universidad Estatal Del Sur De Manabí. 1-121 p.

MAGAP. 2022. fertigrainstart. :1-1.

Molina, JA; Rincón, D; Vargas, JA; Colina, M. 2017. Efecto del uso de quitosano en el mejoramiento del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L. variedad sd20a). Revista de Investigación Agraria y Ambiental 8(2):151-165. DOI: <https://doi.org/10.22490/21456453.2041>.

Pascual, R; Venegas, S. (2020). La Materia Orgánica Del Suelo. Papel De Los Microorganismos. s.l., s.e.

Pereira, AL; Rossi, C. (2015). Tratamiento De Semillas en El Cultivo De Arroz (en línea). s.l., s.e. Disponible en www.aca.com.uy.

Pérez, Y; López, I; Reyes, Y. 2020. Las Algas como alternativa natural para la producción de diferentes cultivos (en línea) ... Consultado 28 ago. 2022. Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/1932/193264539009/html/>.

Redagricola. (2017). Reguladores de crecimiento y bioestimulantes (en línea). s.l., s.e. Consultado 28 ago. 2022. Disponible en <https://www.redagricola.com/cl/reguladores-de-crecimiento-y-bioestimulantes/>.

Reyes, JD. (2018). "Rentabilidad de la producción agrícola del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en los Ríos". (en línea). Babahoyo, s.e. Consultado 27 ago. 2022. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/5176/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000120.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Rivero, D; Cruz Ariel; Martínez Benedicto; Ramírez Miguel Angel. 2009. (PDF) Actividad antifúngica in vitro de la quitosana Sigma frente a hongos fitopatógenos causantes del manchado del grano en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) (en línea). San José de las Lajas, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Consultado 30 ago. 2022. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/46290307_Actividad_antifungica_in_vitro_de_la_quitosana_Sigma_frente_a_hongos_fitopatogenos_causantes_del_manchado_del_grano_en_el_cultivo_de_arroz_Oryza_sativa_L.

Rivero, D; Martínez, B; Ramírez, MA. 2004. (PDF) Efecto protector de la quitosana en semillas de arroz frente a *Fusarium* sp (en línea). Cuba, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. 140-144 p. Consultado 30 ago. 2022. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/275024121_Efecto_protector_de_la_quitosana_en_semillas_de_arroz_frente_a_Fusarium_sp.

Sánchez, AM; Vayas, T; Mayorga, F; Freire, C. (2021). El arroz en Ecuador. Ambato, s.e.

Sánchez, C. (2019). La importancia del tratamiento de semilla en el cultivo de arroz (en línea). s.l., s.e. Consultado 27 ago. 2022. Disponible en <https://dva.com.co/la-importancia-del-tratamiento-de-semilla-en-el-cultivo-de-arroz/>.

Semilleros Argentinos. (2016). Guía para la gestión del Tratamiento de Semillas (en línea). s.l., s.e. Disponible en <http://www.cdms.net/>.

Trujillo, S. 2017. Evaluación Agronómica de materiales experimentales de Arroz; los Amates Izabal (en línea). s.l., s.e. 3 p. Consultado 6 ago. 2022. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/2195>.

Tunes, L; Meneghello, E; Almeida, A. 2016. Calidad fisiológica de semillas de berenjena, morrón y tomate tratadas con tiametoxam, un producto bioactivador (en línea). 20. Consultado 16 ago. 2022. Disponible en http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482016000100004#6.

Valagro, A. (2017). Las algas marinas: *Ascophyllum nodosum* | Metroflor (en línea). s.l., s.e. Consultado 16 ago. 2022. Disponible en <https://www.metroflorcolombia.com/las-algas-marinas-ascophyllum-nodosum/>.

4.2. ANEXOS



Imagen 1: El Universo. semilla de arroz tratada con un bio-activador que la protege de plagas y eleva su desarrollo.

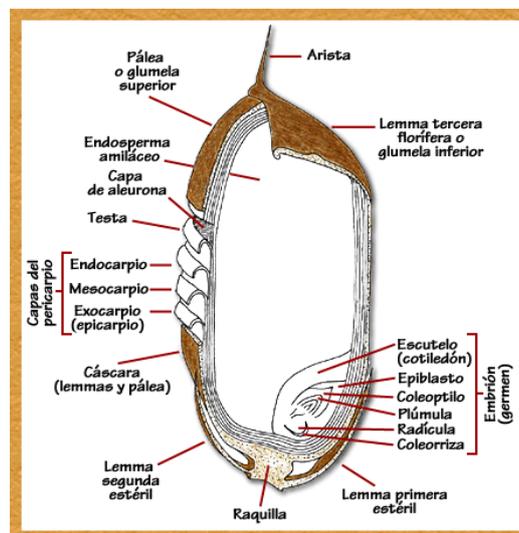


Imagen 2: EcuRed. Cariósipide de arroz y sus estructuras. Partes del grano de arroz.



Imagen 3: Gabriela Alarcón. Extractos de algas marinas.



Imagen 4: fundación PROINPA. Síntomas de *pyricularia grisea* (izquierda) y *bipolaris oryzae* (derecha).