



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGRONOMÍA



TRABAJO DE TITULACIÓN

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

Mejoramiento genético de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.)
utilizando especies nativas o silvestres.

AUTOR:

Iván Alexander Chávez Rodríguez

TUTOR:

Walter Oswaldo Reyes Borja. Ph.D.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

RESUMEN

El cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los pilares fundamentales de la seguridad alimentaria mundial, siendo una fuente primaria de calorías para una gran parte de la población, a medida que la demanda global de alimentos sigue aumentando, se intensifica la presión sobre los agricultores y científicos agrícolas para desarrollar variedades de arroz más resistentes. Se planteó como objetivo; determinar el mejoramiento genético de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) utilizando especies nativas o silvestres. Por su parte en la metodología, se estableció una investigación básica con un enfoque descriptivo-bibliográfico, donde se empleó una metodología centrada en la revisión exhaustiva de literatura, adaptada a la naturaleza cualitativa del estudio. En referencia a los resultados, el análisis de la relevancia de las especies nativas o silvestres en el mejoramiento genético de cultivares de arroz revela la importancia crítica de estas variedades en la diversificación y fortalecimiento de los programas de mejoramiento genético. En conclusión, se determina la importancia de la mejora genética de los sembríos de arroz basados en los procesos integrales en especies silvestres, así como en situaciones adaptables a condiciones ambientales. En recomendación, fortalecer la investigación y aplicación de técnicas de mejoramiento genético que involucren la integración de genes provenientes de especies nativas o silvestres en cultivares de arroz, esta estrategia puede contribuir significativamente a la obtención de variedades más resistentes y adaptables, mejorando así la sostenibilidad de la producción de arroz.

Palabras claves: Arroz, silvestres, genéticas, especies, diversificación.

ABSTRACT

The cultivation of rice (*Oryza sativa* L.) is one of the fundamental pillars of global food security, being a primary source of calories for a large part of the population, as the global demand for food continues to increase, the on farmers and agricultural scientists to develop rice varieties more resistant to pressure. He set himself as a goal; determine the genetic improvement of rice cultivars (*Oryza sativa* L.) using native or wild species. Regarding the methodology, a basic research was initiated with a descriptive-bibliographic approach, where a methodology focused on the exhaustive literature review was used, adapted to the qualitative nature of the study. In reference to the results, the analysis of the relevance of native or wild species in the genetic improvement of rice cultivars reveals the critical importance of these varieties in the diversification and strengthening of genetic improvement programs. In conclusion, the importance of genetic improvement of rice crops is determined based on integral processes in wild species, as well as in situations adaptable to environmental conditions. In recommendation, strengthen the research and application of genetic improvement techniques that involve the integration of genes from native or wild species in rice cultivars, this strategy can contribute significantly to obtaining more resistant and adaptable varieties, thus improving the sustainability of rice production.

Keywords: Rice, wild, genetics, species, diversification.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
I. CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.4.1 Objetivo General	3
1.4.2 Objetivos Específicos	3
1.5 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	4
II. DESARROLLO	5
2.1 MARCO CONCEPTUAL	5
2.1.1 El arroz (<i>Oryza sativa</i> L.)	5
2.1.2 Origen del arroz (<i>Oryza sativa</i> L.).....	6
2.1.3 Tipos de arroces.....	6
2.1.4 Aportes nutricionales del arroz (<i>Oryza sativa</i> L.).....	7
2.1.5 Cultivo de arroz	8
2.1.6 Especies nativas o silvestres del arroz	9
2.1.7 Importancia del mejoramiento genético en el cultivo de arroz	10
2.1.8 Diversidad genética y selección de características deseadas en el cultivo de arroz.	11
2.1.9 Mejoramiento genético de cultivares de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) utilizando especies nativas o silvestres.....	12
2.2 Casos de genes especies nativas o silvestres de arroz integrados a progenies convertidas	12
2.3 Marco metodológico.....	14
2.4 Resultados	14

2.5 Discusión de resultados	16
III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	18
3.1 Conclusiones	18
3.2 Recomendaciones.....	19
IV. REFERENCIAS Y ANEXOS	20
4.1 Referencias Bibliográficas.....	20
4.2 Anexos.....	25

I. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

El cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los pilares fundamentales de la seguridad alimentaria mundial, siendo una fuente primaria de calorías para una gran parte de la población. A medida que la demanda global de alimentos sigue aumentando, se intensifica la presión sobre los agricultores y científicos agrícolas para desarrollar variedades de arroz más resistentes, productivas y adaptables a las condiciones cambiantes del entorno. Este desafío ha llevado a la búsqueda de enfoques innovadores en el mejoramiento genético de los cultivares de arroz, donde el aprovechamiento de especies nativas o silvestres emerge como una estrategia valiosa (Rivera y Solís 2018).

Históricamente, el arroz ha sido un cultivo de vital importancia para la seguridad alimentaria en diversas regiones del mundo, desencadenando esfuerzos continuos para optimizar sus rasgos agronómicos. Las especies nativas o silvestres de arroz, que actúan como reservorios genéticos valiosos, poseen atributos únicos que pueden mejorar la resistencia a enfermedades, tolerancia a condiciones adversas del suelo y contribuir a la sostenibilidad agrícola. Las exploraciones de estos recursos genéticos se alinean con la creciente necesidad de abordar los desafíos actuales, como el cambio climático y la seguridad alimentaria global (Orozco y González 2022).

El mejoramiento genético de los sembríos de arroz han resultado importantes en los estudios del agro que tienen como propósito desarrollar variaciones que se encuentren adaptadas a las variaciones del clima, así como puedan mostrar resistencia a ciertas complicaciones por patologías y plagas que afecte el proceso del rendimiento del arroz, en este aspecto es importante usar semillas nativas que se encuentran estratégicamente adaptable a todo tipo de situaciones dado a sus particularidades que no se presentan en las semillas habituales (Pérez 2019).

La variación de estas especies tiene una variación de genes que se encuentran cultivados de acuerdo con el propósito de tener una mejora genética, estas especies permiten la adaptación de situaciones ecológicas diferentes, en las

cuales pueden mostrar resistencia a plagas, tolerar variaciones del clima, así como poder expandirse por cualquier terreno, disminuyendo como la vulneración de los sembríos del arroz (Delgado *et al.* 2021).

El desarrollo de este análisis a nivel global es muy importante debido al mejoramiento genético del cultivo de arroz en referencia la utilización de estrategias que se basan en métodos usados en la transferencia de genes, resaltando así los propósitos logrados, en cuanto a las particularidades, se detallan los resultados basados en prácticas sobre el rol fundamental en especies nativas (Fernández 2021).

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el contexto mundial y nacional, el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) desempeña un papel crucial en la seguridad alimentaria y económica. A nivel global, millones de personas dependen del arroz como fuente principal de calorías, y su demanda sigue creciendo con el aumento de la población. Sin embargo, este escenario plantea desafíos significativos relacionados con la necesidad de incrementar la producción para satisfacer las demandas alimenticias (Flores y Álvarez 2019)

En Ecuador, país que no es ajeno a la importancia del arroz en su dieta y economía, se enfrenta a desafíos específicos en el cultivo de este cereal. El cambio climático, la presión sobre los recursos naturales y la necesidad de adaptarse a condiciones ambientales cambiantes se han convertido en preocupaciones centrales para los agricultores (Poveda y Andrade 2018).

Un gran ejemplo del uso de los recursos genéticos silvestres de arroz son los resultados obtenidos por el programa de mejoramiento genético en arroz que lleva a cabo la Universidad Técnica de Babahoyo, con el cual se han logrado mejorar cuatro nuevos cultivares utilizando las especies *Oryza rufipogon* G. como parental, en combinación con la especie *Oryza sativa* L. ssp. *japonica*, cuyas descendencias han permitido identificar progenies de alta productividad (10-13 t.ha⁻¹), alta calidad culinaria de granos (granos largos con alta herencia del sabor de arroz de tipo japónica), precocidad (hasta dos semanas más precoces que las

variedades comerciales), altura de planta menor (100 cm aproximadamente que favorece la tolerancia al volcamiento) y alta capacidad de macollamiento (más de 25 macollos por planta). En la actualidad se cuenta con cuatro nuevas líneas promisorias que surgieron de un proceso de selección intensivo por más de siete años y que existe posibilidades altísimas de ser liberadas en el presenta año (Reyes-Borja 2020) *comunicación personal, 18 de enero, 2024*).

1.3 JUSTIFICACIÓN

La justificación teórica y práctica del estudio sobre el mejoramiento genético de cultivares de arroz mediante la incorporación de especies nativas o silvestres se fundamenta en la necesidad de abordar los desafíos actuales y futuros que enfrenta la producción de este cereal. Desde el punto de vista teórico, existe un creciente cuerpo de evidencia que respalda la idea de la diversidad genética proveniente de especies nativas o silvestres puede caracterizar a los sembríos de arroz, como resistencia a enfermedades, tolerancia a condiciones climáticas adversas y mayor rendimiento.

El desarrollo de este estudio se basa en el análisis de estrategias que permitan mejorar los aspectos genéticos de forma sostenible y con adaptabilidad al medio ambiente, las variaciones del clima y la utilización pertinente se basan en la necesidad de poder disminuir considerablemente la utilización de recursos químicos sintéticos, este estudio permite mejorar la importancia que tienen los cultivos de arroz en la economía local, además de mejorar la producción y calidad del grano de arroz, de esta manera se presenta este tipo de estrategia integrada.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo General

Determinar el mejoramiento genético de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) utilizando especies nativas o silvestres.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Analizar la importancia de las especies nativas o silvestres para mejoramiento genético de cultivares de arroz.

- Identificar casos exitosos de genes de especies nativas o silvestres integrados a progenies convertidas en variedades que resultaron con características del cultivo de arroz.

1.5 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Dominio

- Recursos agropecuarios

Línea de investigación

- Desarrollo agropecuario y agroindustrial

Sublínea de investigación

- Agricultura sostenible y sustentable

II. DESARROLLO

2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 El arroz (*Oryza sativa* L.)

Es reconocido por ser un cultivo importante a nivel mundial y representa un componente esencial en la dieta de millones de personas, originario de Asia, el arroz se ha adaptado a diversas condiciones climáticas y ha sido cultivado a lo largo de los siglos, desempeñando un papel crucial en la seguridad alimentaria y la economía de numerosas naciones. Desde el punto de vista botánico, el arroz pertenece a la familia de las gramíneas y es conocido por su ciclo de vida anual, su desarrollo se ve influenciado por factores ambientales como la temperatura, la humedad y la duración del día, lo que ha llevado a la diversificación de variedades adaptadas a diferentes regiones geográficas, la variabilidad genética dentro de las poblaciones de arroz ha sido aprovechada a través de la selección artificial para mejorar características como el rendimiento, la resistencia a enfermedades y la adaptabilidad a condiciones adversas (Barrera 2020).

Desde una perspectiva nutricional, el arroz es una fuente fundamental de carbohidratos, siendo una fuente primaria de energía para gran parte de la población mundial, además, contiene vitaminas y minerales esenciales, aunque el contenido nutricional puede variar entre las distintas variedades de arroz, procesos de cultivo y métodos de procesamiento, la producción de arroz no solo tiene un impacto directo en la seguridad alimentaria, sino también en la economía global, muchos países dependen en gran medida de la exportación e importación de arroz, lo que hace que la producción y el comercio del grano sean temas críticos en el ámbito internacional (Garcés 2020).

Mientras que el cultivo de arroz se lo determina por su estabilidad en las variaciones del clima y su capacidad de poder desarrollarse en zonas húmedas, además, de que las prácticas desarrolladas resultan innovadoras para poder abordar este inconveniente y optimizar la eficacia de los sembríos, este cultivo tiene un rol fundamental en la alimentación de las personas, además de ser un punto principal en la economía de varias regiones (Zambrano *et al.* 2021).

2.1.2 Origen del arroz (*Oryza sativa* L.)

Se cree que su origen se remonta a las regiones tropicales y subtropicales de Asia, donde se ha cultivado durante miles de años, el proceso de domesticación del arroz ha sido un fenómeno evolutivo crucial que ha moldeado la diversidad genética de esta planta, los primeros vestigios arqueológicos sugieren que la domesticación del arroz ocurrió en el valle del río Yangtsé en China, aproximadamente hace unos 8,000 a 10,000 años, durante este período, las poblaciones locales comenzaron a seleccionar y cultivar variantes silvestres de arroz, dando origen a las primeras variedades cultivadas, este proceso de selección artificial resultó en la adaptación de la planta a diversas condiciones climáticas y geográficas (Villareal *et al.* 2022).

La agricultura se expandió desde hace mucho tiempo atrás en el norte de Asia y en países como Tailandia e India además estas prácticas agrícolas fueron desarrolladas por su diversificación creando una tradición cultural en estos países el arroz es considerado como uno de los cultivos más antiguos que tiene una incidencia significativa en la alimentación de la población en general tiene aspecto importante y su relevancia se basa en festivales que han sido catalogados como relevantes a lo largo del tiempo (Álava 2022).

2.1.3 Tipos de arroces

De referencia los tipos de arroces que existen hay una extensa variedad que se particulariza únicamente por su sabor la textura y la utilización culinaria que se aplica la clasificación habitual de estos tipos de arroces se basan en el grano también pueden ser corto, medio y largo; los tipos de arroces cortos son generalmente granos tiernos y redondos a diferencia de los otros que son glutinosos y un estilo japonés es importante para la preparación de varios platos en alimentación otros de los arroces japoneses tienen una textura pegajosa al igual que el tipo arbóreo que es más versátil y es muy utilizado en platos como risotto (Passeri *et al.* 2020).

En cuanto a la consideración agrícola los tipos de arroz de grado largo son considerados como el bastami y el jazmín que son habitualmente reconocidos por

su parte el grano suave y largo es muy apreciado por sus distintivo sabor y es muy frecuente en el norte de Asia se asocian originalmente por la cocina tailandés y emiten un perfume delicado en cuanto a la clasificación más relevante del procesamiento de granos se encuentra dividido por parvolizado el arroz blanco y el integral (Acevedo *et al.* 2019).

El arroz blanco, por otro lado, ha pasado por un proceso de molienda para eliminar la cáscara y el germen, resultando en granos más livianos y de cocción más rápida, el arroz parboilizado se somete a un tratamiento de vapor antes del descascarillado, lo que ayuda a retener nutrientes en el grano, estas distintas categorías de arroz ofrecen a los consumidores una amplia gama de opciones, permitiendo adaptarse a diferentes preferencias culinarias y tradiciones gastronómicas en todo el mundo, la elección del tipo de arroz puede influir significativamente en el resultado final de una receta, proporcionando una base esencial para la diversidad en la cocina global (Rentería 2020).

2.1.4 Aportes nutricionales del arroz (*Oryza sativa* L.)

El arroz es un componente fundamental en la dieta de millones de personas en todo el mundo, proporcionando una fuente rica en nutrientes esenciales, este cereal, principalmente compuesto de carbohidratos complejos, es bajo en grasas y una fuente significativa de energía, además, el arroz es una fuente importante de minerales como el magnesio y el fósforo, esenciales para la salud ósea y el metabolismo celular, uno de los principales atributos nutricionales del arroz es su contribución a la ingesta de proteínas, aunque no contiene proteínas completas en la misma proporción que algunos alimentos de origen animal, el arroz proporciona aminoácidos esenciales que son cruciales para la síntesis de proteínas en el cuerpo humano (López *et al.* 2022).

El arroz también es una fuente significativa de vitaminas del complejo B, incluyendo tiamina (B1), riboflavina (B2), y niacina (B3), estas vitaminas desempeñan un papel vital en el metabolismo de los nutrientes, ayudando al cuerpo a convertir los carbohidratos en energía utilizable y manteniendo la salud de la piel, los ojos y el sistema nervioso, además, el arroz, especialmente el arroz integral, es una fuente rica en fibra dietética, la fibra contribuye a la salud digestiva al promover

la regularidad intestinal y ayudar en la prevención de enfermedades cardiovasculares al reducir los niveles de colesterol en sangre, la variedad de arroz también influye en su contenido nutricional, por ejemplo, el arroz integral conserva más nutrientes que el arroz blanco, ya que retiene el germen y la capa de salvado, la elección entre estas variedades puede afectar la ingesta de fibra, vitaminas y minerales esenciales (Orozco *et al.* 2020).

2.1.5 Cultivo de arroz

El cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) se ha convertido en uno de los pilares fundamentales de la agricultura mundial, contribuyendo significativamente a la seguridad alimentaria y al sustento de millones de personas, este cereal, originario de las regiones tropicales y subtropicales asiáticas ha sido cultivado durante milenios, experimentando adaptaciones genéticas y prácticas agrícolas que han moldeado su diversidad y resiliencia, la elección del sistema de cultivo de arroz varía en función de las condiciones climáticas, la disponibilidad de agua y las preferencias locales, el método más extendido es el cultivo en campos inundados, donde los arrozales se mantienen cubiertos de agua durante parte del ciclo de crecimiento, este método no solo proporciona un ambiente favorable para el cultivo de arroz, sino que también ayuda a controlar las malas hierbas y prevenir algunas plagas (Valdés y Cepero 2016).

Además del cultivo en campos inundados, se practican métodos de cultivo en seco, especialmente en áreas con acceso limitado al agua, e arroz de secano se cultiva en terrenos sin inundar, dependiendo en mayor medida de las precipitaciones y sistemas de riego más eficientes, esta diversidad en los métodos de cultivo refleja la adaptabilidad del arroz a diversas condiciones ambientales el mejoramiento genético ha sido una parte integral del desarrollo de variedades de arroz más productivas y resistentes a enfermedades y condiciones adversas, la selección de rasgos como el rendimiento, la resistencia a plagas y enfermedades, y la tolerancia a condiciones climáticas extremas ha llevado al desarrollo de cultivares que pueden prosperar en una variedad de entornos (López y Montenegro 2019).

La introducción de prácticas agrícolas sostenibles en la producción de arroz también ha ganado importancia en respuesta a desafíos medioambientales, las técnicas como la siembra directa, la rotación de cultivos y la gestión integrada de plagas buscan no solo mejorar la eficiencia del cultivo, sino también minimizar el impacto ambiental asociado con la producción de arroz los cultivos de arroz representan un componente vital en la agricultura global, desempeñando un papel esencial en la seguridad alimentaria y en la economía de numerosas regiones, el continuo desarrollo de prácticas agrícolas sostenibles y variedades mejoradas contribuirá a garantizar la viabilidad y la productividad de los cultivos de arroz en el futuro (Rivera y Solís 2018).

2.1.6 Especies nativas o silvestres del arroz

Las especies nativas o silvestres de arroz juegan un papel crucial en la biodiversidad y en el mejoramiento genético de los cultivares de arroz estas especies han sido identificadas como valiosas fuentes de variabilidad genética, aportando rasgos deseables como resistencia a enfermedades, tolerancia a condiciones ambientales extremas y adaptabilidad a diferentes ecosistemas, dentro las especies nativas se ha evidenciado el género *Oryza sativa*, *glaberrima*, *barthii* y *meriodionalis* relevantes por su valiosa por su resistencia a enfermedades específicas y su capacidad para adaptarse a suelos más pobres, además se ha evidenciado especies silvestres como el *nivara* y *rufipogon* que son los más reconocidos por su genética y mejora en los cultivos (Bedoya *et al.* 2019).

Además de estas especies principales, existen otras variedades silvestres como *Oryza rufipogon* se basa en una especie del género *Oryza* considerado como especie silvestre relevante debido a su genética valiosa y adaptaciones a diferentes procesos de cultivos es originaria del sureste de Asia es muy común en zonas húmedas o en orillas de ríos, así como estanques y *Oryza nivara* es otra especie silvestre que se encuentran distribuida en zonas del sur y este de Asia importantes por su diversidad genética y rasgos adaptativos que se encuentran distribuido en la evolución y domesticación de los cultivos de arroz, que se encuentran en hábitats acuáticos y suelos inundados, estas especies silvestres son conocidas por su variabilidad genética, que ha sido aprovechada en programas de mejoramiento para fortalecer la resistencia a plagas y enfermedades (Vásquez 2020).

2.1.7 Importancia del mejoramiento genético en el cultivo de arroz

El mejoramiento genético del arroz, desempeña un papel fundamental en la optimización de las características agronómicas y la resiliencia de este cereal, que es esencial para la seguridad alimentaria global a través de prácticas de selección artificial y tecnologías modernas, se ha logrado mejorar significativamente rasgos clave como el rendimiento, la resistencia a enfermedades, la tolerancia a condiciones climáticas adversas y la calidad nutricional, uno de los objetivos primordiales del mejoramiento genético es incrementar el rendimiento de los cultivos para satisfacer la creciente demanda mundial de alimentos, se han desarrollado variedades de arroz que exhiben mayor productividad por unidad de superficie, lo que contribuye directamente a la mejora de la producción agrícola y a la mitigación de la presión sobre los recursos naturales (Almeida 2019).

La resistencia a enfermedades y plagas es otro aspecto crucial abordado mediante el mejoramiento genético, la introducción de genes de resistencia provenientes de especies silvestres o la modificación de genes existentes ha permitido el desarrollo de variedades de arroz más resistentes a patógenos específicos, reduciendo la necesidad de pesticidas y minimizando las pérdidas de cultivos, además, el mejoramiento genético ha jugado un papel significativo en la adaptación del arroz a condiciones climáticas cambiantes. se han desarrollado variedades más tolerantes a sequías, inundaciones y suelos salinos, aumentando así la estabilidad de los rendimientos y mejorando la capacidad del arroz (Solís *et al.* 2019).

La mejora de la calidad nutricional también ha sido un enfoque destacado, a través de la selección de características como el contenido de vitaminas y minerales, se han desarrollado variedades de arroz que pueden contribuir positivamente a la nutrición humana, abordando deficiencias específicas en ciertas regiones, el mejoramiento genético en el cultivo de arroz es una herramienta esencial para enfrentar los desafíos agrícolas y alimentarios actuales y futuros, contribuye a aumentar la productividad, mejorar la resistencia a enfermedades y plagas, adaptarse a condiciones climáticas adversas y elevar la calidad nutricional

del arroz, desempeñando así un papel crucial en la garantía de la seguridad alimentaria y la sostenibilidad agrícola a nivel mundial (Delgado *et al.* 2021).

2.1.8 Diversidad genética y selección de características deseadas en el cultivo de arroz.

En la diversidad genética que se ha determinado como particularidades que desempeñan el rol importante de los cultivos de arroz tienen una contribución directa al desarrollo genético y a la adaptación de este tipo de cereal la variabilidad genética se basa en la población de los cultivos de arroz que ha sido una fuente muy importante en los riesgos deseables mayormente se encuentra resistente a patología y enfermedades que son tolerables en condiciones climáticas muy diversas además de su mayor rendimiento poseen una selección de particularidades que se realiza en base a las prácticas para mejorar genéticamente lo que permite identificar y propagar genotipos mejores que los habituales la diversidad genética en el arroz se basa en la especie cultivada que tiene relación con los silvestres y habituales así como las especies nuevas que han sido utilizadas como estrategia para mejorar la resistencia de complicaciones y plagas (Berrio *et al.* 2019).

En base a la selección de las particulares deseadas implica un proceso de identificación y progreso de los cultivos que habitualmente tienen rasgos beneficiosos para los agricultores y para las personas que los consumen esto es importante indicar debido a su mayor rendimiento y a la tolerancia de inundaciones o sequía en cuanto a la calidad nutricional mejorada se aplican técnicas que son referenciadas de acuerdo a la secuenciación del ADN y el proceso molecular de cada una de estas semillas que se encuentran relacionadas con genes característicos a los cultivos silvestres manteniendo esa diversidad genética teniendo en consideración el proceso para adaptar el cultivo de arroz a cualquier tipo de condición ya sea geográfica y cultural (Aragón y Tavitas 2023).

2.1.9 Mejoramiento genético de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) utilizando especies nativas o silvestres.

En referencia al mejoramiento genético de los cultivos de arroz en base a la incorporación de genes que se han sido importantes como los silvestres y nativos en vez de una estrategia importante para poder potenciar la factibilidad del cultivo de manera importante como es la *Oryza furipogon* y *Oryza nivara* son semillas diversificadas genéticamente que pueden dar genes que confieren resistencia patologías y son tolerantes cualquier tipo de situación climática se integra mediante particularidades en base a los enfoques de hibridación y procesos selectivos que permiten el desarrollo de los cultivos de arroz capaces de poder enfrentar cualquier tipo de desafío (Arana 2017).

Además, se ha evidenciado que este tipo de semillas con mejoramiento genéticos son tolerables a condiciones extremas, es decir, en suelo salinos, sequía o en caso de inundaciones pueden ser abordadas mediante un proceso de transferencia de genes que se adaptan a los procesos naturales, así como la hibridación en los cultivos de arroz es un proceso que facilita los avances técnicos de mejoramiento en base a los procesos moleculares, la utilización adecuada y ética de estos métodos es importante debido a la seguridad y sostenibilidad que se emplean en los cultivos de arroz, así mismo es necesario la aceptación y adopción de esta variedades para que puedan ser dispersas en el ámbito agrícola y pueda ser representada como estrategias prometedora a futuro (Aguilar *et al.* 2021).

2.2 Casos de genes especies nativas o silvestres de arroz integrados a progenies convertidas

En un estudio basado en el mejoramiento del arroz mediante uso de especies silvestres se han obtenido germoplasma mejorados que tienen un potencial rendimiento y base de genes ampliado obteniendo 3 especies silvestres como la *O. rufipogon*, *O. barthii* y *O. glaberrima*, además de 12 variedades mejoradas que fueron parte de este estudio desarrollando poblaciones en las cuales se pudieron transferir de forma selectiva genes que controlan las particularidades de valores económicos, aplicando los marcadores moleculares, así como las 36 poblaciones se hallaron en diferentes estados de desarrollo donde se aplicó lección

fenotípica negativa en contra de caracteres deseables donde se aportan los progenitores silvestres, en total se evaluaron 220-300 grupos BC2F2 donde se cruzaron las especies de rendimiento en los cultivos (Martínez *et al.* 2016).

En referencia a la mejora del arroz genéticamente se ha logrado identificar y transferir genes resistentes a patologías o enfermedades en las especies silvestres o nativas se ha determinado que tiene una mejor durabilidad y eficiencia de las variedades de arroz, debido a la creciente preocupación generada por el cambio climático, se ha analizado la mejora de la tolerancia del arroz en condiciones ambientales que son consideradas como extremas, inundaciones, sequías y altas temperaturas, la identificación genética se ha basado en acrecentar la calidad nutricional del arroz, la transferencia de los genes de especies silvestres que poseen particularidades logran ser estratégicas para desarrollar las variedades (Rivera y Solís 2018: 84).

En un análisis desarrollado en la Universidad de Costa Rica, donde se ha desarrollado una variedad de arroz el cual podría tolerar dos de los efectos que se presentan en variaciones climáticas que afectan de forma directa el sector arrocero, las sequías y salinidad del suelo, la variación se realiza a través de la edición de genomas, un método en el que se modifican los genes de la planta de manera precisa, la técnica de edición de genomas consiste en hacer cambios directos en los genes del ADN del arroz para darle a la planta las características de resistencia a los efectos del cambio climático que afectan en la actualidad a los cultivos agrícolas(Villalobos 2018).

Para hacer la modificación se utilizó una molécula guía, que se conoce como un ARN guía, esta es complementaria a la secuencia que se quiere cambiar en el ADN, la cual resultó que los investigadores escogieron el gen de la *trehalasa*, una enzima que degrada el azúcar (*trehalosa*), al modificar la enzima la acumulación de esta complementación de la planta silvestre *rufipogon* hace que la planta se vuelva tolerante a condiciones como la sequía y salinidad (Villalobos 2018).

En otro análisis realizado sobre la transformación genética de arroz (*Oryza sativa* L.) subespecie indica mediante la agrobacterium tumefaciens donde se

evaluaron los factores que indican en la transformación genética, se realizaron 6 tratamientos donde se analizaron sobre el efecto de la edad del callo, la concentración de acetosiringona, condición luminosa, la presencia o ausencia de raíz y la cepa de *Agrobacterium tumefaciens* en la transformación genética de callos embriogénicos de arroz de la variedad CR5272 con el gen reportero *gus*. Se efectuó una comparación de la cepa de *Agrobacterium* LBA4404 con el plásmido pCAMBIA1305.2 y las cepas ATHV, GV3101 y LBA4404, con el plásmido pCAMBIA1303; mediante pruebas histoquímicas para la detección de la expresión transitoria del gen marcador que codifica para la β -glucuronidasa. La evaluación de los seis tratamientos con la cepa LBA4404::pCAMBIA1305.2 resultó en expresión transitoria del gen *GusPlus* de 1,33-7,00 % para la variedad CR5272 y de 8,00 % para el control con la variedad Nipponbare (ssp. japonica), sin diferencias significativas entre ellas; sin embargo, sí hubo diferencias al compararlas con la cepa LBA4404::pCAMBIA1305.2 (85 %, 4,39 mm²) (Espinoza y Arias 2021).

2.3 Marco metodológico

Este estudio se enmarcó en una investigación básica con un enfoque descriptivo-bibliográfico, donde se empleó una metodología centrada en la revisión exhaustiva de literatura proveniente de revistas indexadas y artículos científicos relacionados con el mejoramiento genético de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) utilizando especies nativas o silvestres. La búsqueda se llevó a cabo en bases de datos especializados, como por ejemplo PubMed, ScienceDirect, etc., con criterios de inclusión que priorizan estudios recientes y significativos en el campo. Esta metodología se adapta a la naturaleza cualitativa del estudio, proporcionando una comprensión detallada y actualizada del estado actual del mejoramiento genético en el cultivo de arroz.

2.4 Resultados

La importancia de las especies nativas o silvestres para mejoramiento genético de cultivares de arroz, el análisis de la relevancia de las especies nativas o silvestres en el mejoramiento genético de cultivares de arroz revela la importancia crítica de estas variedades en la diversificación y fortalecimiento de los programas de mejoramiento genético, la investigación destaca que las especies autóctonas

poseen características genéticas únicas, como resistencia a plagas específicas, tolerancia a condiciones climáticas adversas o propiedades nutricionales mejoradas.

Además es importante indicar que este enfoque contribuye al desarrollo ejecutivo de arroz de formas adaptables a entornos cambiantes del clima es importante la inclusión de variedades silvestres en estos procesos de mejoramiento genético, porque pueden aportar un aspecto sostenible agrícola y reduce la dependencia de otras variedades como los cultivos habituales en cuanto los problemas ambientales y biológicos que se suelen presentar en este tipo de sembríos, además la evaluación de estos resultados indica que las especies nativas o silvestres tienen un rol muy fundamental en el mejoramiento genético del arroz debido a los datos que se han evidenciado posee una diversidad genética muy importante que debe ser aprovechada debido a su alta resistencia a patologías y plagas que se pueden presentar habitualmente en el arroz.

En el caso exitoso de genes de especies nativas o silvestres integrados a progenies convertidas en variedades que resultaron con características del cultivo de arroz, la evaluación de los resultados revela ejemplos destacados en los cuales la integración de genes de especies nativas o silvestres en progenies ha conducido al desarrollo exitoso de variedades de arroz con características mejoradas, estos casos exitosos han demostrado la efectividad de utilizar la diversidad genética de especies silvestres para abordar desafíos específicos en la producción de arroz.

Se ha evidenciado que la inserción de estos genes provenientes de especies nativas puede contribuir de forma significativa la resistencia de patología y complicaciones además de su adaptación a las variaciones climáticas que se pueden presentar estas variaciones mejoradas muestran un rendimiento muy eficiente y superior a los procesos de estrés abióticos y bióticos en varios de los casos la gran parte de esto se utiliza por medio de recursos hídricos y los nutrientes que se encuentran en el terreno en los casos más exitosos se indica la exploración y uso de diversidad genética mediante estas especies que han demostrado una potencial estrategia para la contribución de la seguridad de los alimentos y de la sostenibilidad en los métodos agrícolas que se han empleado.

2.5 Discusión de resultados

En el análisis de los resultados evidenciados se determina la importancia del impacto positivo que tienen estas especies silvestres en los procesos de mejoramiento genético del arroz esta estrategia se ha evidenciado de forma significativa de acuerdo a la adaptabilidad que tienen en los cambios del clima y la diversidad genética estas especies son importantes porque se encuentra resistente a cualquier tipo de complicaciones que se puede presentar y toleran ambientes adversos y puede optimizar el rendimiento del cultivo del arroz.

La referencia a Almeida (2019) refuerza la importancia del mejoramiento genético en la mejora de la producción agrícola y la mitigación de la presión sobre los recursos naturales. En conjunto, estos resultados respaldan la conclusión de que la integración de especies nativas o silvestres en los programas de mejoramiento genético es una estrategia efectiva y prometedora para optimizar la producción y la sostenibilidad del cultivo de arroz, en el contexto del mejoramiento genético del arroz, se destaca la contribución fundamental de este proceso para optimizar rasgos clave como el rendimiento, la resistencia a enfermedades, la tolerancia a condiciones climáticas adversas y la calidad nutricional.

La introducción de genes procedentes de especies silvestres ha demostrado ser fundamental para mejorar la resistencia del arroz contra plagas y enfermedades, así como para aumentar su adaptabilidad a condiciones ambientales variables. Las variedades mejoradas mediante esta estrategia exhiben un rendimiento superior, una mayor tolerancia a factores de estrés biótico y abiótico, y en algunos casos, una mayor eficiencia en el uso de recursos esenciales como el agua y los nutrientes del suelo. Estos éxitos resaltan la importancia de aprovechar la diversidad genética presente en especies nativas o silvestres para fortalecer la mejora genética del arroz.

La resistencia a enfermedades, como la piriculariosis y el tizón bacteriano, ha sido un enfoque destacado en este proceso, en lo que menciona (Arana, 2017) la introducción de genes específicos de las especies silvestres en cultivares de arroz ha demostrado proporcionar una protección duradera contra patógenos, lo

que destaca el potencial de esta estrategia para fortalecer la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas, la difusión de estas experiencias exitosas puede ser una referencia valiosa para orientar futuros programas de mejoramiento genético en el cultivo de arroz.

III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Conclusiones

- El estudio revela que el mejoramiento genético de cultivares de arroz a través de la integración de genes de especies nativas o silvestres ha resultado en cultivares más robustos y adaptados a diversas condiciones ambientales, la importancia de estas especies enriquece la diversidad genética, proporcionando rasgos valiosos que mejoran la resistencia a enfermedades, la tolerancia a condiciones adversas y optimizan el rendimiento del arroz.
- La exploración y utilización de la diversidad genética presente en especies nativas o silvestres para fortalecer la mejora genética del arroz se erige como una estrategia crucial, la aplicación de esta estrategia no solo ha mejorado las características agronómicas de los cultivares, sino que también ha demostrado ser vital para potenciar la resiliencia y la adaptabilidad del arroz, contribuyendo así a la sostenibilidad agrícola y la seguridad alimentaria.
- La identificación de casos exitosos de genes provenientes de especies nativas o silvestres integrados en progenies que se convirtieron en variedades de arroz destaca la eficacia de esta estrategia en el mejoramiento genético, estos casos exitosos demuestran la contribución significativa de las especies silvestres al desarrollo de variedades mejoradas, destacando su papel clave en la obtención de características deseables para el cultivo de arroz.
- Se han evidenciado entre los casos exitosos de genes de especies nativas o silvestres integradas a progenies convertida en variedades como la *Oryza furipogon* y *Oriza nivara* son semillas diversificadas genéticamente que logran dar genes resistentes a patologías, las bases de genes ampliado han obtenido 3 especies silvestres como *O. rufipogon*, *O. barthii*, *O. glaberrima* esenciales para el desarrollo de los cultivos.

3.2 Recomendaciones

- Fortalecer la investigación y aplicación de técnicas de mejoramiento genético que involucren la integración de genes provenientes de especies nativas o silvestres en cultivares de arroz, esta estrategia puede contribuir significativamente a la obtención de variedades más resistentes y adaptables, mejorando así la sostenibilidad de la producción de arroz.
- Es aconsejable fomentar la difusión y compartición de conocimientos sobre casos exitosos de integración de genes de especies silvestres en variedades de arroz, la colaboración entre instituciones de investigación, agricultores y otros actores relevantes puede facilitar el intercambio de experiencias exitosas, promoviendo así la adopción de estas prácticas en distintas regiones y contextos agrícolas.
- Promover el uso y conservación de especies silvestres o nativas vinculadas con el cultivo de arroz como especies del *Oryza rufipogon*, *Oryza nivara*, estos recursos genéticos ofrecen una diversidad genética invaluable que puede ser fundamental para optimizar la resistencia a plagas y enfermedades, así como la adaptación a las variaciones del medio ambiente.

IV. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1 Referencias Bibliográficas

Acevedo, MA; Castrillo, WA; Belmonte, UC. 2019. Origen, evolución y diversidad del arroz (en línea). *Agronomía Tropical* 56(2):151-170. Consultado 14 feb. 2024. Disponible en http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0002-192X2006000200001&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

Aguilar, C; Quirós, P; García, A; Gatica, A; Arrieta, G. 2021. Aspectos clave para la transformación genética de arroz (*Oryza sativa* L.) subespecie indica mediante *Agrobacterium tumefaciens* (en línea). *Agronomía Mesoamericana* 32(3):764-778. DOI: <https://doi.org/10.15517/am.v32i3.44978>.

Álava, W. 2022. Importancia de las semillas bio-activadas sobre las características agronómicas del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). (en línea). Tesis. Ecuador, Universidad Técnica de Babahoyo. 1-33 p. Consultado 14 feb. 2024. Disponible en <http://190.15.129.146/handle/49000/13244>.

Almeida, I. 2019. Aportes de la biotecnología al mejoramiento del arroz en Ecuador (en línea). *REVISTA CIENTÍFICA ECOCIENCIA* 6(5):1-22. DOI: <https://doi.org/10.21855/ecociencia.65.225>.

Aragón, L; Tavitas, L. 2023. Origen y características de la diversidad genética del arroz (en línea). *Revista Fitotecnia Mexicana* 46(4):461. DOI: <https://doi.org/10.35196/rfm.2023.4.461>.

Arana, V. 2017. Hibridación y molienta del arroz (*Oryza rufipogon* G. x *Oryza sativa* L. ssp. japonica) para la obtención de segregantes F1 con potencial genético en el desarrollo de germoplasma mejorado. (en línea). Tesis. Babahoyo, Universidad Técnica de Babahoyo. 1-82 p. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3255/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000035.pdf?sequence=1>.

Barrera, J. 2020. Del Cultivo Tradicional a la Cadena Agroindustrial del Arroz (*Oryza sativa* L.) en el Departamento de Casanare (en línea). *Alimentos Hoy* 27(48):66.

Consultado 14 feb. 2024. Disponible en https://www.acta.org.co/acta_sites/alimentoshoy/index.php/hoy/article/view/546.

Bedoya, A; Herrera, CF; García, KDP. 2019. Diversidad de la entomofauna asociada a vegetación aledaña a cultivos de arroz, maíz y algodón (en línea). *Temas Agrarios* 23(2):107-120. Consultado 14 feb. 2024. Disponible en <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/218/218898001/html/index.html>.

Berrio, L; Torres, É; Valencia, J; Cuásquer, J. 2019. Diversidad genética de las variedades de arroz FLAR liberadas entre 2003-2014 (en línea). *Agronomía Mesoamericana* 27(2):217-231. Consultado 14 feb. 2024. Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/437/43745945001/html/>.

Borja, W. 2020. Calidad molinera de 40 líneas avanzadas f6 de arroz (*Oryza* sp.) cultivadas en dos zonas arroceras del Ecuador (en línea). *Journal of Science and Research* 5(CININGEC):267-274. Consultado 19 ene. 2024. Disponible en <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/1012>.

Delgado, H; Silva, A; Guarín, LA. 2021. Evaluación agronómica de líneas de arroz de sabana (*Oryza sativa* L.) obtenidas mediante mejoramiento poblacional por selección recurrente (en línea). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 24(2). DOI: <https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n2.2021.1707>.

Espinoza, G., & Arias, A. (2021). Aspectos clave para la transformación genética de arroz (*Oryza sativa* L.) subespecie indica mediante *Agrobacterium tumefaciens*1. *Revista Redalyc*, 32(3), 764-778. Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/437/43768194005/html/>

Fernández, A. 2021. El INTA lidera el mejoramiento genético del arroz en el país (en línea, sitio web). Consultado 19 ene. 2024. Disponible en <https://www.revistachacra.com.ar/cultivos/43464>.

Flores, E; Álvarez, G. 2019. Variabilidad genética de dos poblaciones de arroz permite la selección de plantas promisorias para la cosecha mecanizada | La Calera (en línea). 19(33). Consultado 19 ene. 2024. Disponible en <https://lcalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/398>.

Garces, J. 2020. Evaluación de tres variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) por dos métodos de siembra: transplante y a voleo (en línea). Tesis. Guayaquil, Universidad Agraria del Ecuador. 1-67 p. Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MENENDEZ%20GANCHOZO%20STIVEN%20EMANUEL.pdf>.

López, C; Montenegro, L. 2019. Tiempo de trasplante en la productividad del cultivo de arroz *Oryza sativa*, INIAP-11 (en línea). Revista ESPAMCIENCIA ISSN 1390-8103 9(1):7-12. Consultado 14 feb. 2024. Disponible en http://revistasepam.espam.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/147.

López, V; Barboza, L; Azofeifa, Á; Vargas, E; Irías, A. 2022. Perfil de vitamina E en semillas de variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivadas y comercializadas en Costa Rica (en línea). *Agronomía Mesoamericana* 1(2):51283-51283. DOI: <https://doi.org/10.15517/am.v33iEspecial.51283>.

Martínez, C; Acero, J; López, J; Borrero, J; McCouch, SR. 2016. Estado actual del mejoramiento del arroz mediante la utilización de especies silvestres de arroz en CIAT. (en línea). *Agronomía Mesoamericana* 9(1):10-18. DOI: <https://doi.org/10.15517/am.v9i1.24609>.

Orozco, A; González, A. 2022. Variabilidad morfo-agronómica en genotipos de arroz en el Pacífico Central, Costa Rica (en línea). *Ciencia y Agricultura* 19(1). DOI: <https://doi.org/10.19053/01228420.v19.n1.2022.12567>.

Orozco, JC; Londoño, LF; Jaramillo, AM; Patiño, G. 2020. Estudio de la bioaccesibilidad in vitro de zinc en arroz (*Oryza sativa*) y su relación con el contenido de ácido fítico (en línea). *Revista chilena de nutrición* 47(2):171-180. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0717-75182020000200171>.

Passeri, R; Beja, L; Higino, M. 2020. Divergência genética entre tipos especiais de arroz a partir de técnicas multivariadas | Revista de Ciências Agroveterinárias (en línea). *Revista Ciencia Agroveterinarias* 19(3):299-304. Consultado 14 feb. 2024. Disponible en <https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/15168>.

Pérez, I. 2019. APORTES DE LA BIOTECNOLOGÍA AL MEJORAMIENTO DEL ARROZ EN ECUADOR. (en línea). 6(5):1-22. Disponible en <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:oYS5MFfUbqEJ:https://revistas.ecotec.edu.ec/index.php/ecociencia/article/download/225/184/366&hl=es-419&gl=ec>.

Poveda, G; Andrade, C. 2018. Producción sostenible de arroz en la provincia del Guayas (en línea, sitio web). Consultado 19 ene. 2024. Disponible en <https://www.eumed.net/rev/cccss/2018/03/produccion-arroz-ecuador.html>.

Rentería, L. 2020. Conoces los tipos de arroz que existen - Revista la Campiña (en línea). Revista La Campiña 4(1):1-17. Consultado 14 feb. 2024. Disponible en <https://revistalacampina.mx/2022/05/18/conoces-los-tipos-de-arroz-que-existen/>.

Rivera, R; Solís, S. 2018. Relación del rendimiento con otros caracteres en cultivares tradicionales de arroz colectados en Pinar del Río (en línea). Cultivos Tropicales 39(1):81-86. Consultado 19 ene. 2024. Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/1932/193260614010/html/>.

Solís, S; Rivera, RM; Chisholm, O. 2019. Evaluación de nuevas líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) obtenidas por el programa de mejoramiento genético (en línea). 36(3). Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193242312016.pdf>.

Valdés, E; Cepero, M. 2016. Evaluation of new rice (*Oryza sativa* L.) cultivars under low water and fertilizer supply conditions in Pinar del Río province (en línea). 37(2):127-133. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4892.8240>.

Vasquez, CM. 2020. LA INTERACCIÓN ARROZ Y ARVENSES: UNA MIRADA A CULTIVARIEDADES DEL DEPARTAMENTO DE SUCRE (en línea). Tesis. Colombia, Universidad de Caldas. 1-37 p. Disponible en <https://repositorio.ucaldas.edu.co/bitstream/handle/ucaldas/19426/TRABAJO%20DE%20GRADO%20-%20ARROZ%202023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Villalobos, B. (2018). Investigadores modifican genoma del arroz para que resista sequías. Revista Semanario Universidad, 1(3), 1-8. Obtenido de <https://semanariouniversidad.com/universitarias/investigadores-modifican-genoma-del-arroz-para-que-resista-sequias/>

Villareal, J; Barahona, L; Castillo, O. 2022. "Importancia de la zeolita sobre la eficiencia de fertilizantes nitrogenados, para incrementar los rendimientos en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el Ecuador" (en línea). 3(1):1-7. Disponible en <https://www.redalyc.org/jatsRepo/437/43738993012/index.html>.

Zambrano, A; Cedeño, C; García, V. 2021. Aprovechamiento de la cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) para la obtención de fibras de celulosa (en línea). 6(4):415-437. Disponible en <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:qo2wVPkn3JoJ:https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7927005.pdf&hl=es-419&gl=ec>.

4.2 Anexos



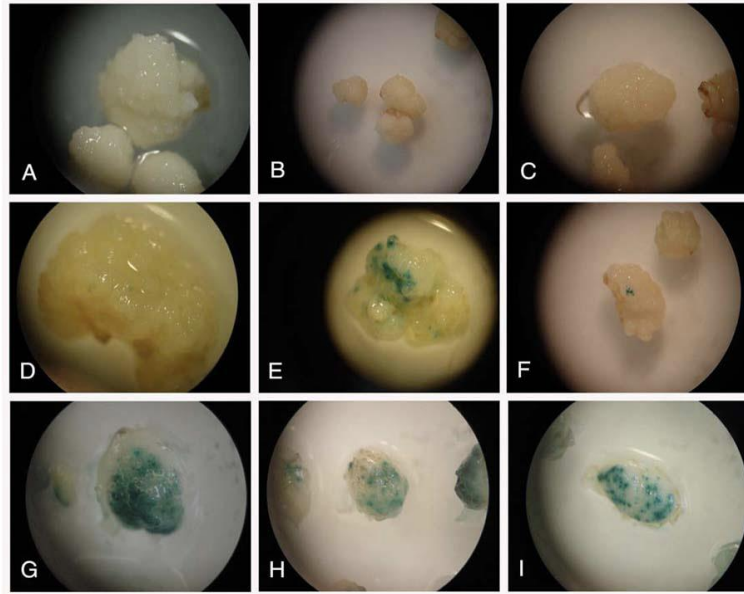
Anexo 1 Cultivos de arroz

Fuente: (ChileBio 2021)



Anexo 2 Proceso de cultivo de arroz

Fuente: (Panorama Agrario 2022)



Anexo 3 Aspectos clave para transformación genética de arroz

Fuente: (Redalyc 2021)



Anexo 4 *Oryza sativa*

Fuente: (EcuRed 2022)