



UNIVERSIDAD TECNICA 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 complejo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

Identificación de variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) fortificadas con características nutraceuticas y nutricionales

AUTOR:

Dannis Wilmer Rojas Reyes

TUTOR:

Ing. Agr. Walter Oswaldo Reyes Borja, Ph.D.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

RESUMEN

Una de las estrategias para repotenciar cultivos para abordar deficiencias nutricionales y de otras índoles, con la finalidad de mejorar las cualidades agronómicas y de aumentar las cualidades nutricionales de los productos de la cosecha y para ello el arroz es uno de los principales en la lista por ser uno de los más consumidos a nivel mundial. En este trabajo se hace una recopilación de información con la finalidad de identificar variedades de arroz fortificadas con características nutraceuticas y nutricionales y especificar sus usos y propiedades. Se registraron datos que *Oryza sativa* L., es un alimento primordial en la alimentación de los seres humanos, que aporta aproximadamente el 23% de las necesidades calóricas a nivel mundial. En la actualidad existen más de 40.000 tipos de arroz en todo el mundo, cada uno con sus características especiales por la cual se eligen para cada objetivo, como fuente de energía, fortalecimiento del sistema inmunológico y por supuesto nutrición; además, son bajos en grasa, ricos en sodio con abundante carbohidratos y proteínas. En el Ecuador se producen alrededor de diez tipos de arroz, entre los que se encuentran arroz largo, blanco, integral, negro, aromático y rojo. En Ecuador, el arroz tiene una variedad de usos en la cocina y la cultura local, como alimentación básica. El arroz es un alimento importante en la dieta ecuatoriana y se consume en una amplia variedad de platos. Es una parte fundamental de platos tradicionales. Acompañamiento: El arroz suele servirse como acompañante de platos principales; Postres: en algunas regiones de Ecuador, se preparan postres dulces a base de arroz; Bebidas: El arroz también se utiliza en la preparación de bebidas tradicionales. Cultura: El arroz tiene un significado cultural importante en Ecuador, formando parte de celebraciones y festividades tradicionales.

Palabras clave: Arroz mejorado, arroz ecuatoriano, nutraceutico, nutricional.

SUMMARY

One of the strategies to repower crops to address nutritional and other deficiencies, in order to improve the agronomic qualities and increase the nutritional qualities of the products of the harvest, and for this purpose rice is one of the main ones on the list because it is one of the most consumed worldwide. In this work, a compilation of information is made in order to identify fortified rice varieties with nutraceutical and nutritional characteristics and to specify their uses and properties. It was recorded that *Oryza sativa* L., is a primary food in the diet of human beings, providing approximately 23% of the caloric needs worldwide. Currently there are more than 40,000 types of rice around the world, each with its special characteristics for which they are chosen for each objective, as a source of energy, strengthening of the immune system and of course nutrition; Plus, they're low in fat, high in sodium with plenty of carbohydrates and protein. About ten types of rice are produced in Ecuador, including long, white, brown, black, aromatic and red rice. In Ecuador, rice has a variety of uses in local cuisine and culture, as a staple food. Rice is an important food in the Ecuadorian diet and is consumed in a wide variety of dishes. It is a fundamental part of traditional dishes. Accompaniment: Rice is often served as an accompaniment to main dishes; Desserts: In some regions of Ecuador, sweet desserts are prepared based on rice; Beverages: Rice is also used in the preparation of traditional beverages. Culture: Rice has an important cultural significance in Ecuador, being part of traditional celebrations and festivities.

Key words: Improved rice, Ecuadorian rice, nutraceutical, nutritional.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	II
SUMMARY	III
1. CONTEXTUALIZACIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Justificación	2
1.4. OBJETIVOS	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
1.5 LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	4
2. DESARROLLO	5
2.1. Marco conceptual	5
2.1.1 Origen	5
2.1.2 Taxonomía del arroz.....	5
2.1.3 Subespecies de <i>Oryza sativa</i>	5
2.1.3.1 Arroz japonico.....	5
2.1.3.2 Arroz indico.....	6
2.1.3.3 Arroz Javanico.....	6
2.1.4 Tipos de arroz.....	7
2.1.4.1 Según su forma	8
2.1.5 Algunas variedades iniciales del INIAP.....	8
2.1.5.1 Otras variedades mejoradas	9
2.2 Variedades de arroces con características nutraceuticas	11
2.2.1 Arroz dorado	11
2.2.2 Arroz integral	12
2.3 Usos del arroz	14
2.3.1 Propiedades y usos de los tipos de arroz.....	14

2.3.2 Arroces según su color, aroma o textura	14
2.3.3 Arroces según su procesado	15
2.3.5 Variedades de arroz cultivados en Ecuador y sus usos	15
2.3.6 Usos de arroz en Ecuador	16
2.4. METODOLOGÍA	17
2.5. RESULTADOS	18
2.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	18
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	19
3.1. CONCLUSIÓN	19
3.2. RECOMENDACIÓN	20
4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y ANEXOS	21
4.1. Referencias bibliográficas	21
4.2. Anexos	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Origen de las variedades de arroz	6
Tabla 2. Composición nutritiva por tipo de arroz por cada 100 g	7
Tabla 3. Composición química del arroz y sus subproductos	7
Tabla 4. Composición química de varios tipos de arroz, basados en 100 g	13
Tabla 5. Composición vitamínica según el tipo de arroz por cada 100 g	13

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.), es un alimento primordial en la alimentación de los seres humanos, que aporta aproximadamente el 23% de las necesidades calóricas a nivel mundial (Kumar *et al.* 2017) citado por (Mora y Pérez 2019). Las especies arroz cultivadas por el hombre pertenece taxonómicamente al orden *Poales* y la familia *Poaceae* antiguamente *Gramineae*; este género *contiene* 22 especies silvestres; pero solo se cultivan a nivel comercial dos de ellas: la *Oryza sativa* L., proveniente del continente asiático y es la mayormente cultivada alrededor del mundo, y la segunda es *Oryza glaberrima* L., de uso exclusivo en la región occidental de África desde hace alrededor de unos 3500 años (Arendt y Zannini 2013) citado por (Caceres 2015).

El arroz contiene la proteína vegetal de mayor contenido nutricional que la de los demás cereales de consumo humano, también supera a la proteína proveniente de la carne del ganado vacuno, el arroz integral es el segundo cereal de más alto contenido proteico, solo superado por el centeno. Esto se debe a su alto contenido de lisina, además supera al arroz blanco en su contenido total de aminoácidos, debido a que contiene alrededor del 15,8% de la proteína en el salvado (Caceres 2015).

Algunas de las características genéticas insertadas al grano de arroz, se pueden mencionar el arroz dorado con altos contenidos de beta caroteno, otro de ellos el llamado arroz fortificado que contiene el gen de la ferritina que le infiere mayor concentración de hierro; también se incluye el llamado arroz con aminoácidos esenciales y con una proteína con beneficios antimicrobianos, antioxidantes y antiinflamatorios llamada lactoferrina (Diaz y Chaparro 2012) citando a (Al-Babili y Beyer 2005, Li *et al.* 2006).

Los cultivos biofortificados son una nueva estrategia para abordar deficiencias nutricionales; con esta estrategia se pretende mejorar las cualidades agronómicas y nutricionales de cultivos básicos, de tal manera que estos sean más productivos y nutritivos. El arroz biofortificado con hierro mejoró en 20% la ferritina en mujeres filipinas en edad fértil (Godoy *et al.* 2011).

1.2. Planteamiento del problema

La especie *Oryza sativa* L, integra la lista de los cultivos más importantes en la alimentación humana, por ello requiere de constantes mejoras en su genética, no obstante, requiere de mucha experiencia, paciencia, tiempo y principalmente dinero para realizar investigaciones y obtener variedades con altos porcentajes de nutrientes que sean atractivas al productor y al consumidor.

Este cereal aporta la mayor cantidad de carbohidratos y proteínas que su consumo alcanza a suplir la nutrición suficiente para la sobrevivencia del individuo, aunque su debilidad está en la escases de la mayoría de los micronutrientes esenciales en la nutrición humana. Esto conlleva a la necesidad de combinar el arroz con otras fuentes de elementos nutricionales de los que el cereal carece, para garantizar una dieta balanceada de los cuales no alcanza a cubrir gran parte de los países subdesarrollados del mundo, con mayor incidencia en Asia, India, África y Latinoamérica (Díaz y Chaparro 2012) citando a (Dawe *et al.* 2002, Stein *et al.* 2008, Ahmad *et al.* 2012).

Por estos motivos, es necesario realizar mejoras nutricionales en variedades de arroz, aumentando la calidad de estos granos se ayudaría a mejorar los problemas de malnutrición en lugares donde se consume principalmente este cereal, ya que estos granos tendrían altos valores proteicos.

1.3. Justificación

El presente caso de estudio se realiza debido a la extensa cantidad de variedades de arroz existentes, por esta razón es necesario identificar variedades que proporcionen altas cantidades de nutrientes en la alimentación diaria, esto será beneficioso para todas las personas que lo consuman ya que sabrán la cantidad y calidad de proteínas que ingieren.

El presente documento sirve para que productores y profesionales dedicados al cultivo de arroz adquieran mayores conocimientos sobre los beneficios alimenticios que poseen las variedades de *Oryza sativa* L. fortificadas características con nutracéuticas y nutricionales, también servirá para conocer la cantidad de proteínas que tienen estas variedades de arroz y poder llevar una nutrición adecuada durante la ingesta del producto procesado.

Esta investigación estará disponible para toda persona que desee obtener conocimientos sobre la identificación de variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) fortificadas con características nutracéuticas y nutricional, con ello conocerán que variedades son las adecuadas para satisfacer las necesidades nutricionales que al consumidor final del producto le llamarán la atención.

Basados en la premisa de la información anterior, podemos decir que se justifica la realización de la presente recopilación e interpretación de la información bibliográfica sobre identificación de variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) fortificadas con características nutracéuticas y nutricionales.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Describir las características que poseen las variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) fortificadas con características nutraceuticas y nutricionales.

1.4.2 Objetivos específicos

- ✓ Identificar variedades de *Oryza sativa* L. fortificadas con características nutraceuticas y nutricionales.
- ✓ Especificar los usos y las propiedades nutritivas de estos tipos de arroces.

1.5 LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Dominio: Recursos agropecuarios, Ambiente, Biodiversidad y Biotecnología

Línea: Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable

Sublínea: Agricultura sostenible y sustentable

2. DESARROLLO

2.1. Marco conceptual

2.1.1 Origen

El arroz es uno de los cultivos de más antigua data de uso por el hombre, incluido dentro del grupo de las gramíneas que se siembra en todas las zonas cálidas y algo más del planeta y alimenta a gran parte de la población mundial en los cinco continentes (Valero 2019, Puentes 2018).

2.1.2 Taxonomía del arroz

La taxonomía del arroz se refiere a la clasificación científica de las diferentes variedades y especies de arroz, según Silveira *et al.* (2016) como sigue:

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Liliopsida*

Orden: *Poales*

Familia: *Poaceae*

Género: *Oryza*.

Especie1: *Oryza sativa*

Subespecies principales: *Oryza sativa* subesp. japonica (arroz japonico)

Oryza sativa subesp. indica (arroz indico)

Oryza sativa subesp. Javanica (arroz de transición)

Especie2: *Oryza glaberrima* Steud. (arroz africano)

2.1.3 Subespecies de *Oryza sativa*

2.1.3.1 Arroz japonico

Es originaria de China y cultiva principalmente en Japon. Se ajusta muy bien a las zonas templadas y más frías de los subtropicos. Tiene una estructura menor a las demás variedades, sus hojas son verde oscuro, granos duros, cortos y redondeados (Ruilova *et al.* 2022).

2.1.3.2 Arroz indico

Es el arroz mayormente cultivado en las regiones tropicales y subtropicales en todo el mundo. Sus características sobresalientes es que tienen hojas de color verde claro, son las de mayor altura de la especie y sus granos pueden ser glutinosos o no, clasificados de la siguiente manera, según (Ruilova *et al.* 2022, Parra *et al.* 2022):

Arroz glutinoso: Este arroz es pegajoso, blanco y opaco después la cocción, especial para la elaboración de postres y meriendas. Se cultiva principalmente en el sudeste asiático.

Arroz no glutinoso: Este tipo de arroz tiene menor pegajosidad que el arroz glutinoso.

Arroz aromático: Por su característica particular poseen un precio superior en los mercados mundiales, por ejemplo, el basmati de Pakistán e India y el jazmín de Tailandia. Los granos de arroz basmati son aromáticos y largos.

2.1.3.3 Arroz Javanico

La variedad Javanica se considera una transición entre Indica y Japónica, se caracteriza por tener plantas de longitud intermedia y granos de forma y longitud intermedia de las anteriores (Ruilova *et al.* 2022).

Tabla 1. Origen de las variedades de arroz .

No.	Variedades	No.	Variedades
1	Variedades chinas	12	Laos/variedades tailandesas
2	Variedades indias	13	Variedades camboyanas
3	Variedades de Bangladesh	14	Variedades canadienses
4	Variedades de Indonesia	15	Variedades de estados unidos
5	Variedades iraníes	16	Variedades españolas
6	Variedades japonesas	17	Variedades italianas
7	Variedades filipinas y	18	Variedades francesas
8	Variedades de Sri Lanka	19	Variedades portuguesas
9	Variedades vietnamitas	20	Variedades australianas
10	variedades africanas	21	Variedades dominicanas
11	Variedades paquistaníes	22	Variedades tailandesas

Fuente: Chauhan y Opeña (2012)

Tabla 2. Composición nutritiva por tipo de arroz por cada 100

g.

Variedades	Blanco	Vaporizado	Integral
Calorías	380	374	345
Hidr. Carb.(g)	86	80,4	73,4
Proteínas (g)	7	8	8
Grasas (g)	0,9	1	2,2
Fibra (g)	0,2	2,2	2,8
Fósforo (mg)	100	156	300
Magnesio (mg)	13	27	131
Hierro (mg)	0,25	0,74	2

Fuente: Mendoza (2019)

Tabla 3: Composición química de arroces y sus subproductos.

Composición química	Arroz y subproductos			
	Cáscara	Salvado con germen	Pulido	Arroz sin cáscara
Materia seca	92,4	90,8	90,4	88,2
Proteína Nx6,25	2,8	12,5	12,5	8,4
Grasa	0,8	13,1	11,8	1,7
Fibra cruda	41,1	12,5	3,2	0,9
Extracto no nitrogenado	29,2	42,0	56,1	76,3
Cenizas	18,4	10,8	6,9	1,0

Fuente: Mendoza (2019)

2.1.4 Tipos de arroz

Según Chovi (2022), en la actualidad existen más de 40.000 tipos de arroz en todo el mundo, cada uno con sus características especiales por la cual se eligen para cada objetivo, como fuente de energía, fortalecimiento del sistema inmunológico y por

supuesto nutrición; además son bajos en grasa, ricos en sodio con abundante carbohidratos y proteínas. Tomando en cuenta la forma, color, aroma o textura y forma de procesarlo, se mencionan algunos de ellos de uso en el Ecuador:

2.1.4.1 Según su forma

Arroz largo

Son de procedencia india poseen hasta un 20% de su composición de almidón y al cocinarse presentan granos sueltos, firmes y elásticos. Aquí se incluye el llamado arroz blanco, que es la variedad más común y ampliamente cultivada en Ecuador. Se utiliza en una variedad de platos tradicionales ecuatorianos.

Arroz medio

Estos arroces tienen alrededor del 15% de amilosa en su composición, después de cocidos presentan un grano blando y un poco pegajoso. Entre ellos se encuentran las variedades Carnaroli y Bomba.

Grano corto

Son arroces con la forma del grano con tendencia esférica y que su característica principal es la facilidad de adherencia, incluso hasta compactarse a temperatura ambiente. Entre ellos tenemos el arroz Arborio o el Vialone Nano.

2.1.5 Algunas variedades iniciales del INIAP

El Programa Nacional de Arroz Ecuatoriano a partir de 1971 ha desarrollado 13 variedades provenientes de diferentes orígenes, entre ellas según (Orrego *et al.* 2016):

- ✓ INIAP 2, INIAP 6 de origen IRRI-Filipinas (entregadas en 1971)
- ✓ INIAP 7, INIAP 415, INIAP 10, INIAP 11, INIAP 12 de origen CIAT – Colombia (entregadas en 1976, 1979, 1986, 1989, 1994, respectivamente)
- ✓ INIAP 14 de origen IRRI-Filipinas (entregada en 1999)
- ✓ INIAP 15, INIAP 16, INIAP 17 e INIAP 18 de origen INIAP-Ecuador (entregadas en 2006, 2007, 2010, respectivamente)

- ✓ Las variedades INIAP 11, INIAP 12, INIAP 14, INIAP 15, INIAP 16, INIAP 17 e INIAP 18, son precoces que se pueden sembrar bajo sistemas de riego con el método de siembra directa con capacidad de realizar tres ciclos por año. La generación de estos materiales ha permitido un avance nacional de autoabastecerse del cereal desde 1990, incluso hasta llegar a exportar los principalmente a países como Colombia.

2.1.5.1 Otras variedades mejoradas

- ✓ **INIAP FL 1480 Cristalino.** Variedad resistente a plagas y enfermedades dentro de las que se incluyen pudrición de la vaina, manchado de grano, quemazón y sogata, además de mayor contenido de proteínas y zinc (El Telégrafo 2016).
- ✓ **La variedad CC-05** tiene un ciclo vegetativo de 120 días, se adapta también a condiciones de secano alto y tiene un rendimiento de 108 sacas/ha (El Universo 2008).
- ✓ **La CC-03** seleccionada para las condiciones de riego tiene un ciclo vegetativo de 112 días con una producción de 90.5 sacas/ha (El Universo 2008).
- ✓ **MAC FL 18.** Variedad con ciclo de 107 días a floración y de 137 días a cosecha con altura de 112 cm y hojas largas, erectas y pilosas, panículas protegidas por la hoja bandera, con capacidad de macollamiento bueno, con resistencia intermedia al desgrane y resistente al acame. Granos extralargos, cristalino y finos, con buena apariencia visual, cáscara con pubescencia y color amarillo paja. Rendimiento promedio bajo riego: 9 a 10 t.ha⁻¹ y 5 a 6 t.ha⁻¹ en secano. Resistente a Manchado de Grano y tolerante a Piricularia. Se adapta muy bien a todas las zonas de producción de arroz con ambas condiciones de siembra (Chipana *et al.* 2022).
- ✓ **Libertad FL** es una variedad de arroz de riego desarrollada en el marco del convenio INIA-FUNDARROZ. Fue creada a partir de un cruce triple realizado por el Fondo Latinoamericano y del Caribe para Arroz de Riego (FLAR) en el año 2002, utilizando como progenitores a CT9162-126-2-2-1/PANAMA1048//FL00595-19P-8-1P-M-M. La variedad se caracteriza por tener hábito de crecimiento semierecto, altura de planta promedio de 121 cm, floración 50 % de 86-89 días y ciclo a cosecha

de 116-121 días. LIBERTAD FL presenta resistencia a piricularia de hoja, piricularia cuello, escaldado y helminthosporium, además de tolerancia a manchado de grano. Es susceptible a virus de la hoja blanca y daño directo de Sogata. Posee alto potencial de rendimiento, superior a los 9.000 kg/ha, derivado de buen macollamiento, panículas densas, compactas, de longitud entre 21-29 cm, que pueden superar los 350 (Álvarez *et al.* 2021).

- ✓ **La variedad Guariqueña FL** se caracteriza por presentar alta resistencia a escaldado (*Monographella albescens*), helminstosporium (*Cochiobolus miyabeanus*), manchado de grano (Complejo de hongos) y sogata (*Tagosodes orizicolus*); resistencia a piricularia (*Magnaporthe grisea*) de hoja y cuello y resistencia intermedia al virus de la hoja blanca. Posee un potencial de rendimiento superior a los 11.000 kg/ha, el cual debido a una alta capacidad de macollamiento (Álvarez *et al.* 2022).
- ✓ **Araureña FL (FL08193-1P-2-3P-1V)**. Esta variedad se caracteriza por presentar resistencia a piricularia de hoja y cuello (*Magnaporthe grisea*), escaldado (*Monographella albescens*), virus de la hoja blanca VHB y manchado de grano (Complejo de hongos); resistencia intermedia a helminstosporium (*Cochiobolus miyabeanus*). Se concluye que, posee elevado potencial de rendimiento, debido a la alta capacidad de macollamiento, panículas densas con más de 190 granos por panícula, fertilidad superior al 95 % y peso de mil semillas secas de 24 g, tolerancia al volcamiento, al desgrane y buena calidad molinera y culinaria de grano (Parra *et al.* 2022).

La Corporación de Industriales Arroceros del Ecuador expresa que los productores e industriales producen 10 tipos de arroz para diferentes usos y climas (El Comercio 2010). Las principales variedades de arroz que se siembran en Ecuador son INIAP 14 (33,7%), INIAP 11 (10,4%) e INIAP 15 (4,7%), SFL 09 (29,6%) y SFL011 (7%); Por otra parte, la Universidad Técnica de Babahoyo prueba a nivel de campo las variedades Vinces UG-03 y Vinces UG-10 con proyecciones de altos rendimientos. También se cultiva las variedades Yuma, Conquistador y San Juan, provenientes de Colombia. En Ecuador existen variedades de arroz como INIAP-17, pero todas tienen los rendimientos

por debajo que los países productores de Suramérica (Dos Santos *et al.* 2017, Painii *et al.* 2018).

2.2 Variedades de arroces con características nutraceuticas

En los países anglosajones los alimentos funcionales también se denominan nutraceuticos, término que denota a la vez su origen alimentario y su similitud de función con los productos farmacéuticos. Sin embargo, esto puede prestar a confusión, ya que conceptualmente los nutraceuticos son derivados de alimentos y se presentan en forma de cápsulas, comprimidos, tabletas u otras preparaciones galénicas que en absoluto son alimentos. Para añadir más complejidad, en EE. UU. los nutraceuticos se engloban a veces con los suplementos dietéticos, que es una categoría distinta de preparados nutricionales. La levadura roja de arroz, que se presenta habitualmente en forma de cápsulas (no de alimento), es un ejemplo de nutraceutico con propiedades reductoras del colesterol total y del (Pérez *et al.* 2023).

La levadura roja de arroz (*Monascus purpureus*) ha sido empleada como colorante, conservante, saborizante y como remedio de la medicina tradicional china para mejorar la circulación sanguínea. El arroz fermentado por dicha levadura adquiere una tonalidad rojiza producida por los pigmentos resultantes del metabolismo fermentativo. Contiene monacolina, un compuesto con una estructura química similar a la lovastatina y acción hipocolesterolemiaante a través de la inhibición de la HMG-CoA reductasa, y otros compuestos como esteroides vegetales, isoflavonas y ácidos grasos monoinsaturados, con un efecto potencial beneficioso sobre el perfil lipídico (Pérez *et al.* 2023).

2.2.1 Arroz dorado

El arroz dorado, uno de los cultivos transgénicos más famosos y polémicos, fue modificado genéticamente tras insertarse un gen bacteriano y otro del maíz con la finalidad de aumentar los niveles de provitamina A en el endospermo del grano de arroz, que carece de este nutriente (Giménez y Barro 2019).

El déficit de vitamina A (DVA) es un problema de salud pública en muchos lugares del mundo. Los niños y las mujeres embarazadas son los grupos más susceptibles de sufrir este déficit, que es la causa principal de la ceguera infantil y de

incapacidad de los sistemas inmunitarios para combatir esta enfermedad. Con una nutrición adecuada se podría reducir en un 23% la mortalidad infantil. Los países del sudeste de Asia y África son los que más sufren este DVA. El arroz, que es el alimento principal en estos países, tiene niveles bajos de hierro biodisponible, de lisina y déficit de beta-caroteno, el precursor de la vitamina A (Martín 2016).

2.2.2 Arroz integral

El grano de arroz está encontrando aplicaciones ampliadas en empresas alimentarias, nutracéuticas y farmacéuticas. La molienda del arroz arroja un 70% de arroz (endospermo) como el producto real y subproductos que comprende 20% de cáscara, 8% de salvado y 2% de germen. El salvado de arroz es rico en compuestos antioxidantes como polifenoles, vitamina E, tocotrienoles y carotenoides que ayudan a prevenir el daño oxidativo del ADN y otros tejidos corporales. El salvado de arroz tiene un alto contenido de fibra dietética y, en vista de su potencial terapéutico. La suplementación del salvado de arroz ha sido efectivamente transmitida en varios alimentos como pan, pasteles, fideos, pasta y helados sin influenciar esencialmente las propiedades funcionales y de textura. El aceite de salvado de arroz es rico en antioxidantes naturales y podría tomar parte en la reducción del riesgo de enfermedades crónicas (Colchado 2019) citando a (Gul *et al.* 2015).

La proteína de salvado de arroz se considera que tiene una estima alimenticia y propiedades nutracéuticas únicas. Es un ingrediente alimentario hipoalergénico y posee actividad anticancerígena. El δ -31 Tocotrienol funciona como un receptor activado por el proliferador de peroxisoma (PPAR) y mejora el uso de la glucosa y la sensibilidad a la insulina en todo el cuerpo en ratones diabéticos (Colchado 2019) citando a (Gul *et al.* 2015).

Tabla 4. Composición química en varios tipos de arroz, basado en 100 gramos

Tipo	Proteína (g)	Hierro (g)	Zinc (g)	Fibra (g)
Blanco pulido	6,8	1,2	0,5	0,6
Integral	7,9	2,2	0,5	2,8
Rojo	7,0	5,5	3,3	2,0
Púrpura	8,3	3,4	2,2	1,4
Negro	8,5	3,5	-	4,2

Fuente: ONU (2019).

Tabla 5. Composición vitamínica según el tipo de arroz por cada 100 gramos

Variedades	Blanco	Vaporizado	Integral
Vit. B1(mg)	0,05	0,2	0,3
Vit. B3(mg)	3,1	5,1	6,8
Vit. B6(mg)	0,3	0,46	0,6

Fuente: Alexander (2023).

2.3 Usos del arroz

2.3.1 Propiedades y usos de los tipos de arroz

El arroz es un alimento rico en carbohidratos, proteínas, fibra, vitaminas y minerales. Las variedades de arroz pueden tener diferentes contenidos de nutrientes debido a las diferencias genéticas y ambientales en los que se cultivan. Como es el caso del arroz integral que conserva la cáscara exterior, lo que le confiere un mayor contenido de fibra y nutrientes en comparación con el arroz blanco (Pincioli 2011). Por otra parte, el arroz puede ser utilizado en la elaboración de productos libres de gluten, como panes sin gluten, y sus características físico-químicas pueden ser comparables con panes sin gluten comerciales (Bouchard *et al.* 2020, Cornejo 2015).

2.3.2 Arroces según su color, aroma o textura

Aromáticos

Es característica generalizada en variedades de arroz de grano largo, que emiten aromas a partir de la cocción que los hace atractivos a los consumidores. Los más comunes de esta categoría se conocen arroz jazmín y el arroz thai, de uso más frecuente en Indias y para la elaboración del plato internacional llamado arroz pilaf turco.

Arroz glutinoso

Conocido también con el nombre de arroz mochi, es uno de los tipos de arroz más usados en platos dulces ya que tras la cocción queda un poco pegajoso.

Pigmentados

Son arroces que tienen pigmentaciones o tonos diferentes, como morado, rojo, negro, entre otros, ejemplo de estos están el arroz parbolizado, llamado también arroz oro cuya característica sobresaliente es su color amarillento. Otros son el arroz venere, un arroz integral de color negro. Entre ellos:

Arroz negro: arroz poco común, pero igualmente apreciado por su sabor y valor nutricional. Su característica sobresaliente es que tiene un sabor más terroso y una textura ligeramente más firme que el arroz blanco.

Arroz rojo: Cultivado muy poco en Ecuador, su característica principal es que tiene un color rojizo debido a la presencia de pigmentos naturales en la cáscara.

2.3.3 Arroces según su procesado

Esto se refiere a aquellos arroces que el grano entero o blanco, de los cuales, el grano entero no requiere mucho procesamiento, mientras que para llegar a ser blanco debe pasar por un proceso de desprendimiento cubierta exterior. La clasificación de las variedades se basa en la forma de procesamiento para llegar a los llamados integrales y vaporizados o precocidos.

Arroz integral

Este arroz se puede obtener de cualquier tipo de arroz, solo que el grano se deja sin pulir manteniendo el salvado o cubierta exterior; lo que define que no es una variedad. Se puede usar en cualquier receta. Conserva la cáscara exterior, lo que le confiere un mayor contenido de fibra y nutrientes en comparación con el arroz blanco.

2.3.4 Arroces vaporizados y precocidos

El tipo de arroz denominado vaporizado no es más que un blanco que se ha sometido al desprendimiento del salvado durante una cocción ligera en agua.

El tipo de arroz denominado precocido es aquel que se le somete a tratamiento con calor para facilitar y reducir su tiempo de cocción por parte del consumidor.

2.3.5 Variedades de arroz cultivados en Ecuador y sus usos

Arroz Largo

El arroz largo es el mayormente sembrado a nivel mundial y en el Ecuador cultivan los siguientes tipos, según (Ruilova *et al.* 2022, Pérez y Montoya 2009):

Arroz blanco

Es la variedad con mayor aceptación y por lo tanto la mayormente en Ecuador. Se utiliza en una variedad de platos tradicionales ecuatorianos.

Arroz negro

Es una variedad poco usada y muy apreciada por su color y sabor particular, además de su valor nutricional. Tiene un sabor más terroso y una textura ligeramente más firme que el arroz blanco. Conserva la cáscara exterior, lo que le confiere un mayor contenido de fibra y nutrientes en comparación con el arroz blanco

Arroz aromático

Esta variedad posee un aroma particular que lo distingue, tiene un sabor más terroso y una textura ligeramente más firme que el arroz blanco es de poco uso, pero muy apreciada en el argot culinario ecuatoriano.

Arroz rojo

Esta variedad posee pigmentos naturales en la cáscara que le dan el color rojizo, se cultiva en algunas regiones de Ecuador

2.3.6 Usos de arroz en Ecuador

En Ecuador el arroz es uno de los vegetales más tradicionales, por lo tiene una variedad de usos en la cocina y la cultura local, de acuerdo a Pérez y Montoya (2009), Hernández y Tavitas (2023), se listan los principales.

Alimentación básica

Es un alimento básico en la dieta ecuatoriana y se consume en una amplia variedad de platos. Es una parte fundamental de platos tradicionales como el "arroz con pollo", el "encebollado" (sopa de pescado con arroz y cebolla), y el "seco de pollo" (pollo guisado con arroz y salsa).

Acompañamiento

Es el acompañante por excelencia de platos principales como carnes, mariscos, frijoles, y vegetales.

Postres

En algunas regiones de Ecuador, se preparan postres dulces a base de arroz, como el "arroz con leche" (arroz cocido con leche, azúcar y canela) y el "mote pillo" (arroz cocido con maíz tierno y sazonado con cebolla y achiote).

Bebidas

El arroz también se utiliza en la preparación de bebidas tradicionales, como la "horchata de arroz" (una bebida refrescante hecha con arroz, leche, azúcar y canela) y el "chicha de arroz" (una bebida fermentada hecha con arroz, azúcar y especias).

Cultura

Este cereal también tiene un significado cultural importante en Ecuador, formando parte de celebraciones y festividades tradicionales.

2.4. METODOLOGÍA

Esta investigación se presenta como requisito práctico, que se realizó por medio de la recopilación de información relacionado con el tema de estudio, disponible en las distintas fuentes de información en línea gratuitas, entre los más importantes artículos de revistas científicas, repositorios de instituciones de investigación nacionales e internacionales, entre otras fuentes disponibles y oportunas a las cuales se pueda tener acceso; la información recopilada y presentada está debidamente referenciada y con vigencia actualizada en su mayoría.

Se hace del conocimiento que la información recopilada fue sometida a un proceso de análisis, síntesis y redactada con el único propósito de reconocer y difundir las ideas que sean de correspondencia específica de este proyecto, titulado "Identificación de variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) fortificadas con características nutracéuticas y nutricionales", destacando así su importancia y fundamentos generales para el consentimiento académico y social del lector.

De acuerdo con las técnicas de investigación, la metodología empleada en este trabajo fue de tipo exploratoria y explicativa. Exploratoria porque se centra en documentos ya existentes de donde se recopiló la información y contenido del caso de

estudio. Explicativa puesto que se detalla la relación que existe entre las variables de estudio que forman parte de la investigación.

2.5. RESULTADOS

En base a la información recopilada en este documento se puede acotar lo siguiente; el arroz pulido (blanco) posee pocos nutrientes ya que al momento de su procesado se le extrae el salvado y el germen esto provoca una mala nutrición y también puede ocasionar graves enfermedades en lugares donde este cultivo se produce en grandes cantidades y es la principal fuente de alimentación de las personas, esto ocurre en la mayoría de los países en vías de desarrollo aunque su mayor impacto se centra en el continente asiático.

Cosa contraria es hablar del arroz dorado, este arroz es el resultado de mejoras genéticas en el cual se introdujeron en el grano de arroz genes de otra planta (maíz) y en gen de una bacteria. Este transgénico posee grandes cantidades de beta-caroteno, aunque aún no ha sido aprobada la liberación para su producción en el territorio ecuatoriano y en muchos países que no aceptan los cultivos transgénicos dentro de su territorio, esto es lamentable, ya que le están impidiendo a la población alimentarse con productos con mayor contenido nutracéutico.

Arroz integral, este arroz se lo puede obtener de todas las variedades ya que consiste en dejar el salvado y el germen en el grano al momento de su procesamiento, lo que le aportaría características nutritivas y nutracéuticas mayores que el arroz blanco (pulido), al no pulir el grano de arroz se está dejando un 8% de salvado y un 2% de germen. El arroz integral puede prevenir enfermedades ya que el salvado es hipoalergénico y anticancerígeno.

2.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De todas las 21 especies conocidas del género *Oryza*, se cultivan solamente dos, de origen la *Oryza sativa* L. y el arroz africano la *Oryza glaberrima* Steud, la primera con dos subespecies (Japónica e índica) y la segunda llamada Javanica; Coincidiendo con lo expresado por Hernández y Tavitas (2023).

La variedad indica es la mayormente cultivada en el mundo, con granos glutinosos o no y también pueden ser aromatizados; además que el arroz Javanico se

considera una transición entre las variedades indica y japónica, de acuerdo con Ruilova *et al.* (2022).

A nivel mundial se cree que existen alrededor de 40.000 tipos de arroz, producido en función de los objetivos de cada uno, especialmente culinarios, por sus características nutricionales, fortalecimiento del sistema inmunológico y otros, como lo menciona (Chovi 2022).

De acuerdo a la información de este documento y los resultados obtenidos se puede decir que el arroz integral es el mejor opción para suplir las necesidades de nutrientes necesarios para mitigar la mal nutrición en países donde este cereal es la principal fuente de alimento.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. CONCLUSIÓN

Se evidencia que de las 22 especies silvestres del género *Oryza*, solo se cultiva 2, la *Oryza sativa* con 2 subespecies, la japónica y la indica y una variedad de transición de estas 2 que es la javanica y la segunda *Oryza glaberrima*.

Se conoce la existencia de arroces mejorados genéticamente que aún no son aceptados en muchos países por el peligro que se piensa puedan producir al consumirse, pero liberar estas variedades sería un gran paso para combatir la malnutrición en zonas productoras y consumidoras de este cereal como su principal fuente de alimento.

En Ecuador aún no se ha trabajado en mejorar las cualidades nutricionales del arroz, desde que inicio sus programas de mejoras se ha enfocado en obtener características como: resistencia a plagas, propiedades culinarias, resistencia a desgrane, etc. Actualmente al no contar con variedades mejoradas nutracéuticamente consumir arroz integral es una solución que se debería adoptar para compensar el bajo contenido nutricional que posee el arroz blanco en este País.

Otros tipos de arroces que se cultivan en el Ecuador son los arroces pigmentados que podrían ser muy atractivos al consumidor si se los promocionan, si se le da a conocer al público.

3.2. RECOMENDACIÓN

En base a toda la información recopilada en este documento yo puedo recomendar consumir el arroz integral por los siguientes motivos, por cada 100g de arroz integral posee la siguiente composición nutritiva: calorías (345); hidratos de carbono (73,4g); proteínas (8g); grasas (2,2g); fibra (2,8g); fósforo (300mg); magnesio (131mg); hierro (2mg). También posee cualidades terapéuticas y anticancerígenas, posee antioxidantes naturales y muchos otros aspectos que hacen del arroz integral uno de los mejores para combatir la mala nutrición en este País.

En el Ecuador es necesario profundizar estudios que ayuden a obtener variedades de arroces con alto valor nutricional y nutracéutico para así poder alcanzar niveles de calidad altos que nos permitan brindar productos atractivos para los países vecinos y en un futuro cercano exportar granos de alta calidad nutricional.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y ANEXOS

4.1. Referencias bibliográficas

- Ahmad, P; Ashraf, M; Younis, M; Hu, X; Kumar, A; Akram, NA; Al-Qurainy, F. 2012. Role of transgenic plants in agriculture and biopharming. agriculture and biopharming. Biotechnol Adv :524-40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2011.09.006>.
- Al-Babili, S; Beyer, P. 2005. Golden Rice--five years on the road--five years to go? (en línea). 10(12). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2005.10.006>.
- Álvarez, R; Reyes, E; Ramos, N; Valera, E; Hernandez, E; Linarez, Y; Acevedo, M; Torres, O; Salazar, M; Navas, M. 2021. 'LIBERTAD FL': Nuevo cultivar de arroz de riego para Venezuela. Revista Científica PUNKURI 1(1):19-27. DOI: <https://doi.org/10.55155/punkuri.v1i1.6>.
- _____. 2022. 'Guariqueña FL': Nuevo cultivar de arroz de riego para Venezuela. Revista Científica PUNKURI 1(2):81-93. DOI: <https://doi.org/10.55155/punkuri.v1i2.25>.
- Arendt, EK; Zannini, E. 2013. Granos de cereales para la industria de alimentos y bebidas (en línea). IRLANDA, s.e., (Series en Ciencia de los Alimentos, Tecnología y Nutrición, no. 248). 484 p. Disponible en https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=j_9DAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&ots=m4fq58Q2J&sig=wN_5u5Um8VWnAOORreK7HBOtgZ4#v=onepage&q&f=false.
- Bouchard, JD; Acevedo, BA; Díaz, SF; Maiocchi, MG. 2020. Análisis multivariante aplicado al estudio de las propiedades culinarias de arroz (*Oryza sativa* L.) en variedades largo fino. Revista de Ciencia y Tecnología 33(1):33-37. DOI: <https://doi.org/10.36995/j.recyt.2020.33.005>.
- Caceres, PJ. 2015. Optimización de la germinación de variedades ecuatorianas de arroz integral para la obtención de alimentos con alto valor nutritivo y funcional (en línea). TESIS. Madrid, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID. 153 p. Disponible en [file:///C:/Users/HP/Downloads/caceres_costales_patricio_javier%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/caceres_costales_patricio_javier%20(1).pdf).
- Chauhan, BS; Opeña, J. 2012. Effect of tillage systems and herbicides on weed emergence, weed growth, and grain yield in dry-seeded rice systems. Field Crops Research 137:56-69. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.08.016>.

- Chipana Valero, C; Manzaneda Delgado, FF; Choque Tarqui, CE; Chipana Valero, C; Manzaneda Delgado, FF; Choque Tarqui, CE. 2022. Valuación de dos variedades de arroz (*Oryza sativa* L.), en dos sistemas de manejo de suelos en Sapecho Alto- Beni. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales* 9(1):3-9. DOI: <https://doi.org/10.53287/umzz8646dq14v>.
- Chovi. 2022. Tipos de Arroz: Características y Diferencias (en línea, sitio web). Consultado 29 feb. 2024. Disponible en <https://www.chovi.com/es/blog/nutricion/tipos-arroz/>.
- Colchado, MRM. 2019. Reaprovechamiento de algunos sub productos de la industria alimentaria como alimento funcional. (en línea). Trabajo de Suficiencia Profesional. LAMBAYEQUE, UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO". 51 p. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12893/11399>.
- Cornejo Zuñiga, FM. 2015. Uso de harina de arroz integral germinada a partir de variedades ecuatorianas de grano largo para la elaboración de pan libre de gluten (en línea). s.l., s.e. Consultado 29 feb. 2024. Disponible en <https://www.semanticscholar.org/paper/Uso-de-harina-de-arroz-integral-germinada-a-partir-Zu%C3%B1iga/b7fff9baad494140d5e53cd054e51837702f4b1f>.
- Dawe, D; Robertson, R; Unnevehr, L. 2002. Golden rice: what role could it play in alleviation of vitamin A deficiency? *27(5-6):541-560*. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0306-9192\(02\)00065-9](https://doi.org/10.1016/S0306-9192(02)00065-9).
- Diaz, C; Chaparro, A. 2012. Métodos y usos agrícolas de la ingeniería genética aplicada al cultivo del arroz (en línea). *Revista Colombiana de Biotecnología* 14(2). Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-34752012000200018&script=sci_arttext.
- Dos Santos, AB; Stone, LF; Heinemann, AB; Pereira Baeta Santos, T. 2017. Índices fisiológicos do arroz irrigado afetados pela inundação e fertilização nitrogenada. *Revista Ceres* 64(2):122-131. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737x201764020003>.
- El Comercio. 2010. Un tipo de arroz para cada clima (en línea, sitio web). Consultado 28 feb. 2024. Disponible en <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/tipo-arroz-clima.html>.

El Telégrafo. 2016. Lanzan nueva variedad de arroz más resistente y de mayor rendimiento (en línea). s.l., s.e.; 22 nov. Consultado 28 feb. 2024. Disponible en <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/el-iniap-presentara-a-productores-una-nueva-semilla-de-arroz>.

El Universo. 2008. Variedades de arroz, mejoradas (en línea). s.l., s.e.; 23 ago. Consultado 28 feb. 2024. Disponible en <https://www.eluniverso.com/2008/08/23/0001/71/00BD642C280B4D3B94520DDBC7A4B47B.html>.

Giménez, MJ; Barro, F. 2019. Transgénicos en agricultura. Fundación de Estudios Rurales :140-148.

Godoy, JA; García, KL; Carrillo, PM; Pachón, H. 2011. Evaluación sensorial de arroz (*Oryza sativa*) variedad Azucena en la Región Autónoma del Atlántico Norte en Nicaragua. *Perspectivas en Nutrición Humana* 13(2):135-146.

Gul, K; Yousuf, B; Singh, AK; Singh, P; Wani, AA. 2015. Rice bran: Nutritional values and its emerging potential for development of functional food—A review. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre* 6(1):24-30. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2015.06.002>.

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

Kumar, A; Sen, A; Upadhyay, KP; Singh, RK. 2017. COMMUNICATIONS IN SOIL SCIENCE AND PLANT ANALYSIS 48(13):1539-1551. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103624.2017.1373799>.

Li, AH; Zhang, YF; Wu, CY; Tang, W; Wu, R; Dai, ZY; Liu, GQ; Zhang, HX; Pan, XB. 2006. Screening for and Genetic Analysis on T-DNA-inserted Mutant Pool in Rice. *Acta Genetica Sinica* 33(4):319-329. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0379-4172\(06\)60057-7](https://doi.org/10.1016/S0379-4172(06)60057-7).

Martín, J-. 2016. Alimentos Transgénicos, Organismos Genéticamente Modificados (OGM) (en línea). s.l., UNIVERSIDAD DE CANTABRIA. 25 p. Disponible en

<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/8935/Martin%20Lopez%20J..pdf?sequence=4&isAllowed=y>.

Mendoza López, AL. 2019. Propiedades nutricionales del arroz | PDF (en línea). s.l., s.e. . Consultado 28 feb. 2024. Disponible en <https://es.slideshare.net/NUTRICIONUDEOGUAMUCHIL/propiedades-nutricionales-del-arroz>.

Mora, AP; Pérez, JM. 2019. Calidad Nutricional del Arroz en sus diversos procesos de transformación (en línea). tesis. Guayaquil – Ecuador, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL. 30 p. Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/51721/1/T-109997.pdf>.

Orrego-Varón, M; Marin Salazar, D; Yanez, F; Mendoza, L; Garcia, M; Twyman, J; Labarta, R. 2016. Estudio de adopción de variedades modernas y prácticas agronómicas mejoradas de Arroz en Ecuador (en línea). s.l., s.e. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/305701237_Estudio_de_adopcion_de_variedades_modernas_y_practicas_agronomicas_mejoradas_de_Arroz_en_Ecuador.

Painii-Montero, V; González-Manjarrez, G; Santillan-Muñoz, O; Garcés-Fiallos, FR. 2018. Vinces UG-03 y VincesS UG-10, nuevas variedades de arroz para la costa. Revista Fitotecnia Mexicana 41(1):93-95. DOI: <https://doi.org/10.35196/rfm.2018.1.93-95>.

Parra, RMÁ; Ramones, ERR; Pérez, NYR; Chirinos, E del CV; Ribas, E del VH; Cariel, YJL; Barona, MAA; Angarita, OJT; Estada, MBS; Rodríguez, MIN. 2022. Descripción de la variedad 'ARAUREÑA FL': nuevo cultivar de arroz de riego para Venezuela. Hatun Yachay Wasi 1(1):128-144. DOI: <https://doi.org/10.57107/hyw.v1i1.16>.

Pérez, P; Ros, E; Botet, JP; Civeira, F; Pascual, V; Garcés, C; Solá, R; Pérez, F; Mostaza, JM. 2023. Alimentos funcionales y nutracéuticos en el tratamiento de la hipercolesterolemia: posicionamiento de la Sociedad Española de Arteriosclerosis 2023. Clínica e Investigación en Arteriosclerosis 35:248-261. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.arteri.2023.02.002>.

Pérez-Almeida, I; Montoya Aramburu, MA. 2009. Calidad del grano y variabilidad genética de variedades y líneas de arroz del Instituto nacional de investigaciones agrícolas (INIA). Agronomía Tropical 59(4):445-456.

- Pincirolí, M. 2011. Proteínas de arroz: propiedades estructurales y funcionales (en línea). Tesis. s.l., Universidad Nacional de La Plata. DOI: <https://doi.org/10.35537/10915/1828>.
- Puentes, O. 2018. Identificación e implementación de un producto orgánico mineral líquido aplicado al cultivo de arroz (*Oryza sativa*) variedad Fedearroz 60. (en línea). Palmira, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Disponible en <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/17869/14801950.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Ruilova Cueva, MB; Cobos Mora, FJ; Gómez Villalba Juan Carlos. 2022. Manejo en el cultivo de arroz (en línea). Primera. s.l., Universidad Técnica de Babahoyo. Consultado 29 feb. 2024. Disponible en <https://libros.utb.edu.ec/index.php/utb/catalog/download/93/58/273?inline=1>.
- Silveira de Oliveira, AD; KerpenBarcellos, R de CK; Vidal, MB; Stefani Leão, AL. 2016. A importancia das coleoes botánicas no ensino de taxonomia vegetal (en línea). REVISTA CONGREGA - MOSTRA DE PROJETOS COMUTÁRIOS E EXTENSÃO ISSN 2526-4176 1(0). Consultado 28 feb. 2024. Disponible en <http://revista.urcamp.tche.br/index.php/rcmpce/article/view/2586>.
- Stein, AJ; Sachdev, HPS; Qaim, M. 2008. Genetic Engineering for the Poor: Golden Rice and Public Health in India. *World Development* 36(1):144-158. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2007.02.013>.
- Valero, JO. 2019. "Dinámica de absorción de los macroelementos en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) bajo condiciones de riego." (en línea). bachelorThesis. s.l., Babahoyo:UTB,2019. Consultado 7 feb. 2024. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6148>.

4.2. Anexos



Anexo 2. Tipos de arroz blanco a. largo, b. medio y c. corto



Anexo 3. Arroz negro. A. Planta fructificada. B. Grano



Anexo 4. Arroz rojo. A. Plantación fructificada. B. Grano