



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente Práctico de Carácter Complexivo, Presentado al  
H. Consejo Directivo, como requisito previo a la obtención del  
título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

Comparación del contenido de amilosa y proteínas en arroz  
(*Oryza sativa* L.) y líneas avanzadas de arroz F<sub>8</sub>

**AUTOR:**

Moisés Fernando Cruz Santana

**TUTOR:**

Ing. Agr. David Mayorga Arias, Mg.IA

BABAHOYO – LOS RÍOS – ECUADOR

2022

## RESUMEN

Este trabajo tiene por objetivo realizar un análisis comparativo entre variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) que se comercializan en el Ecuador y líneas avanzadas F<sub>8</sub> (*Oryza sativa* L. ssp. japónica x *Oryza rufipogon* G.), del proyecto de mejoramiento genético que lleva a cabo la Universidad Técnica de Babahoyo, de las cuales se describirá e interpretará resultados obtenidos de distintas fuentes sobre los contenidos de amilosa y proteínas que poseen las variables estudiadas. Se establecerán datos de gran importancia al momento de seleccionar variedades de acuerdo con las necesidades de los consumidores. Se especificará cuál de las líneas tiene mayor o menor contenido de amilosa y proteínas en comparación con las variedades y determinar que variable presenta las mejores características. Mediante el análisis de los resultados del contenido de amilosa se determinó que las variedades INIAP 17 (65.81 %) e INIAP 14 (41.51 %) tienen mayor contenido de amilosa en relación con las líneas avanzadas F<sub>8</sub>, también se comparó el contenido de amilosa entre 13 líneas F<sub>8</sub> de las cuales la línea número 38 resultó con mayor contenido de amilosa 26 % y la línea número 9 contiene el menor porcentaje de amilosa con el 12.9 %, en lo que se refiere a la comparación de los análisis de proteínas, se estableció que los porcentajes fueron relativamente iguales entre todas las líneas y variedades analizadas, por lo cual podemos concluir que las variedades comerciales al ser de tipo Indica tienen mayor contenido de amilosa por lo cual presentan consistencia firme y poca adherencia, a diferencia de las líneas avanzadas F<sub>8</sub> ya que por tratarse de un cruce entre la subespecie japónica y *Oryza rufipogon*, muestran mayor adherencia y consistencia menos firme.

**Palabras clave:** Arroz, *Oryza sativa* L. ssp. *japónica*, líneas avanzadas F<sub>8</sub>, amilosa, proteínas.

## SUMMARY

This work aims to carry out a comparative analysis between rice varieties (*Oryza sativa* L.) that are marketed in Ecuador and advanced F<sub>8</sub> lines (*Oryza sativa* L. ssp. *japonica* x *Oryza rufipogon* G.), of the genetic improvement project carried out by the Technical University of Babahoyo, of which results obtained from different sources on the contents of amylose and proteins that the studied variables have will be described and interpreted. Very important data will be established when selecting varieties according to the needs of consumers. It will be specified which of the lines has more or less amylose and protein content compared to the varieties and determine which variable has the best characteristics. Through the analysis of the results of the amylose content it was determined that the varieties INIAP 17 (65.81 %) and INIAP 14 (41.51 %) have higher amylose content in relation to the advanced lines F<sub>8</sub>, the amylose content was also compared between 13 F<sub>8</sub> lines of which line number 38 resulted in the highest amylose content 26 % and line number 9 contains the lowest percentage of amylose with 12.9 %, regarding the comparison of protein analyses, it was established that the percentages were relatively equal among all the lines and varieties analyzed, so we can conclude that commercial varieties being of type Indica have a higher amylose content so they have firm consistency and little adhesion, unlike the advanced F<sub>8</sub> lines since it is a cross between the japonica subspecies and *Oryza rufipogon*, they show greater adhesion and less firm consistency.

**Keywords:** Rice, *Oryza sativa* L. ssp. *japonica*, advanced F<sub>8</sub> lines, amylose, proteins.

# ÍNDICE

RESUMEN.....	II
SUMMARY .....	III
ÍNDICE .....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	VI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I .....	3
MARCO METODOLÓGICO .....	3
1.1 DEFINICIÓN DEL TEMA CASO DE ESTUDIO.....	3
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	4
1.4 OBJETIVOS.....	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos .....	5
1.5 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	6
1.5.1 Arroz .....	6
1.5.2 Arroz Índica .....	6
1.5.3 Arroz Japonico.....	7
1.5.4 Arroz a nivel internacional .....	7
1.5.5 Arroz en el Ecuador .....	7
1.5.6 Líneas avanzadas F <sub>8</sub> .....	8
1.5.7 Amilosa.....	8
1.5.8 Proteínas .....	9
1.6 HIPÓTESIS .....	9
1.7 METODOLOGÍA .....	10
1.7.1 Método analítico.....	10

1.7.2 Método Descriptivo.....	10
1.7.3 Método interpretativo .....	10
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>11</b>
<b>2.    RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>11</b>
2.1 DESARROLLO DEL CASO .....	11
2.2 SITUACIONES DETECTADAS.....	15
2.3 SOLUCIONES PLANTEADAS .....	15
2.4 CONCLUSIONES .....	16
2.5 RECOMENDACIONES .....	16
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>17</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>21</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Análisis del contenido de amilosa en variedades comerciales del Ecuador. -----</b>	<b>19</b>
<b>Tabla 2. Análisis de amilosa en líneas avanzadas F<sub>8</sub>-----</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 3. Análisis de comparación de contenido de amilosa nueve variedades comerciales y 13 líneas de arroz avanzadas F<sub>8</sub>.-----</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 4. Análisis del contenido de proteínas en variedades comerciales del Ecuador -----</b>	<b>21</b>
<b>Tabla 5. Análisis de proteínas en líneas de arroz avanzadas F<sub>8</sub>-----</b>	<b>21</b>
<b>Tabla 6. Análisis comparativo de proteínas de cuatro variedades comerciales y 13 líneas de arroz avanzadas de arroz F<sub>8</sub>-----</b>	<b>22</b>

# 1. INTRODUCCIÓN

El arroz es uno de los cereales más importantes usados en la nutrición humana en el planeta. Un amplio porcentaje de su producción mundial se encuentra en China e India. La mayor cantidad de arroz producido en el planeta se ajusta a dos variedades: indica de granos angostos y largos; y japónica, de granos cortos y anchos (Laval 2020).

Hay diferentes variedades de arroz cultivado, como japónica, indica, glutinosa y aromática. La japónica como arroz se produce principalmente en zonas con climas medianamente fríos, en tanto que el arroz indica se produce en zonas tropicales, zonas subtropicales, y medianamente templadas. La diversidad japónica se distingue todavía más en relación con variedades japónica templadas y tropicales (Koizumi y Furuhashi 2020).

En el Ecuador, así como en otros países productores de arroz en la región, se sujeta de las condiciones climáticas que se presenten en cada época del año. Por tales razones la producción de arroz se la realiza bajo dos sistemas: de riego, que se caracteriza por su producción en cualquier época del año; y de secano, que se realiza bajo las condiciones de precipitaciones, lo que corresponde a la etapa invernal. Las principales provincias donde se cultiva esta gramínea son: Guayas, Los Ríos, Manabí, Esmeraldas, Bolívar entre otras (Poveda y Andrade 2018).

Según el INEC (2021), en Ecuador la producción de arroz se realiza durante todo el año en forma escalonada y en ciertas zonas, se siembra hasta tres ciclos en el año; en el 2020 la superficie que se cultivó de arroz a nivel nacional fue de 315.023 hectáreas. La producción se concentra en la provincia del Guayas con el 65,84 %, la Provincia de Los Ríos con el 24,45 %.

La importancia de la amilosa en la calidad culinaria, se vuelve requisito, la cuantificación de esta molécula por medio de procedimientos más eficaces y eficientes, que posibiliten a los fitomejoradores, molineros, industriales, semilleristas y demás pertenecientes de la cadena arrocera, mejorar el desarrollo de integración y determinación de este macronutriente en el arroz (Loaiza 2016).

El grano entero del arroz en el producto final a ser consumido tiene como implicación que las características de cada variedad sean muy esenciales, en términos de forma, cualidades de cocción y nutrientes. Estas características diferencian al producto de forma natural y genera una selección y organización al momento de ser producido, comercializado y consumido ( Espinoza y Farías 2017).

En este proyecto se va a comparar los resultados del análisis de amilosa y proteínas de líneas avanzadas F8 provenientes de cruce interespecífico de *Oryza sativa* L. ssp. japónica x *Oryza rufipogon* G. del proyecto de mejoramiento genético de arroz que está desarrollando la Universidad Técnica de Babahoyo hacer las comparaciones de estos componentes con las principales variedades comerciales que existen en el mercado ecuatoriano.



# **CAPÍTULO I**

## **MARCO METODOLÓGICO**

### **1.1 DEFINICIÓN DEL TEMA CASO DE ESTUDIO**

La presente investigación se realizó con el fin de establecer una comparación del contenido de amilosa y proteínas en arroz (*Oryza sativa* L.) y líneas avanzadas de arroz F<sub>8</sub> debido a que hay poca información correspondiente a este tema.

Es fundamental dar a conocer esta información ya que permite determinar las diferencias que existen con respecto a las variables estudiadas.

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El bajo nivel de estudios e investigación en nuestro país sobre el contenido de amilosa y proteínas del arroz variedad japónica e índica. Con mayor énfasis en el estudio de la variedad japónica, debido a la escasa producción de esta variedad la cual se ha visto en los últimos años un incremento de consumo para la elaboración de platos típicos de Japón y China; obligando a los mercados importar esta variedad con un alto costo.

Los agricultores conocen poco o nada sobre el manejo y producción de esta variedad de arroz (japónica), lo que limita a que se cultiven las variedades comunes, sin ofrecer diversidad a los consumidores, que actualmente se encuentran abiertos a consumir diferentes productos.

La posibilidad de exportar nuevas variedades a otros países es baja ya que los agricultores no se adaptan a nuevos modelos de producción que permitan competir con países de la región que si efectúan programas de producción de nuevas variedades posicionándolos en mercados internacionales.

La importación de este producto debido a que no se produce en nuestro país, teniendo las condiciones agroclimáticas favorables para una buena adaptabilidad y producción de este tipo de variedades debido al desconocimiento de los productores.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

Esta investigación se realiza con el fin de conocer la composición de amilosa y proteínas de las líneas avanzadas F<sub>8</sub> y las principales variedades comerciales de arroz *Oryza sativa* L. que se producen en varias provincias del Ecuador. Determinando las diferencias que existen, para establecer una guía de información que contribuya al estudio de los componentes que son de gran importancia para los consumidores.

A través de este trabajo se busca fomentar el análisis de estos componentes que en su mayoría son poco investigados de forma específica, y que sirven para determinar una calidad del grano buena o mala al momento de ser procesado, con el afán de seleccionar las variedades con mejores propiedades para su producción en masa.

Otra de las razones por las que se realiza este estudio es para determinar la calidad del grano de las líneas avanzadas F<sub>8</sub> en comparación con la variedad indica y de esta manera establecer datos estadísticos sobre el rendimiento de las mismas e identificar valores significativos que difieran entre las dos variedades.

Esta investigación es factible debido a que el consumo del arroz en el Ecuador es muy alto y los consumidores en ciertos casos son exigentes con la calidad y el rendimiento de este producto, buscando variedades que mejor se adapten a sus requerimientos de consumo para satisfacer a sus necesidades.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo general**

Describir el contenido de amilosa y proteínas en arroz (*Oryza sativa* L.) y líneas avanzadas F<sub>8</sub> de arroz (*Oryza sativa* L. ssp. *japónica* x *Oryza rufipogon*).

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Detallar los contenidos de amilosa y proteínas en líneas avanzadas F<sub>8</sub> de *Oryza sativa* L. ssp. *japónica* x *Oryza rufipogon* G. y las principales variedades de arroz en el mercado ecuatoriano.
- Enumerar las diferencias de amilosa y proteínas entre líneas avanzadas F<sub>8</sub> de *Oryza sativa* L. ssp. *japónica* x *Oryza rufipogon* G. y las principales variedades de arroz en el mercado ecuatoriano.

## 1.5 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1.5.1 Arroz

El arroz (*Oryza sativa* L.) es una planta perteneciente a la familia de las poáceas. Se lo consume en todo el mundo y su origen se sitúa en Asia Meridional y Oriental. Es cultivado en grandes extensiones a nivel mundial y muchos agricultores se dedican a su producción y comercialización, por lo que se lo considera de mucha importancia para el consumo humano, formando parte fundamental del alimento diario de millones de personas en todo el planeta (Gaibor 2019).

#### Taxonomía *Oryza sativa*

División:	Angiospermae
Clase:	Monocotyledoneae
Orden:	Glumiflorae
Tribu:	Oryzeae
Familia:	Poaceae (gramineae)
Genero:	Oryza
Especie:	<i>Oryza sativa</i> L.

La reproducción de *Oryza sativa* L. es de tipo autógena, estas plantas son diploides con  $2n=24$  cromosomas. En el género *Oryza* consta de más de 24 especies que se encuentran en varias regiones del Sureste Asiático, Europa, África, Centro y Sur América (Acevedo *et al.* 2006).

### 1.5.2 Arroz Índica

A esta variedad la podemos identificar por sus características de poseer granos de mayor longitud y más cristalinos, firmes y al momento de cocinarse son más secos y presentan mayor soltura. Son capaces de resistir la sobrecocción, pero no absorben sabores, lo que no es agradable al momento de degustarlo (Pérez 2018).

El arroz índica es una variedad de grano medio a largo, es el más consumido a nivel mundial, debido a su distribución a nivel global. Su producción se registra en

el sur y sudeste asiático, en los trópicos y subtropicos de América Central y América del sur, en Oriente medio y Oceanía ( Espinoza y Farías 2017).

### **1.5.3 Arroz Japonico**

Las características de esta subespecie se ven reflejadas en granos de pequeña y mediana longitud, redondos, perlados, al momento de la cocción sus granos se adhieren fácilmente entre sí, son cremosos y gelatinosos, su cocción debe ser bien regulada y son buenos conductores de sabores, deben consumirse al instante debido a que no son muy resistentes después de ser cocinados (Pérez 2018).

La mayor producción de este tipo de arroz lo encontramos en Japón, en el Centro y Norte de China, Tailandia, Corea del Sur, Rusia, Egipto, algunos países de Europa, Estados Unidos y noreste de Brasil ( Espinoza y Farías 2017).

### **1.5.4 Arroz a nivel internacional**

El arroz es un cultivo anual que se produce a nivel mundial, aunque también puede subsistir como un cultivo perenne. Se produce en su mayoría en condiciones de inundación, lo que ayuda a la reducción de plagas y malezas, así como también ayuda a la mayor absorción de nutrientes hacia la planta. Asia es el continente de mayor producción de arroz en el mundo y en la región se realiza más de un ciclo en el año, China e India son los países con mayor producción a nivel global abarcando más del 50 %. Los métodos de producción en Asia son más eficaces en relación con otros países del mundo dominando gran parte del mercado mundial. (OCDE y FAO 2020).

En Latinoamérica y el Caribe el arroz es un cultivo muy importante ya que mediante su producción y comercialización aporta al desarrollo económico de muchas familias. Es un alimento indispensable en la canasta básica de los diferentes países de la región (FLAR 2019).

### **1.5.5 Arroz en el Ecuador**

En el Ecuador el arroz es uno de los cereales con mayor importancia para el consumo de las familias, con un promedio de 43 y 45 kg de consumo por persona, y

en los tiempos de pandemia llegando a un máximo de 50 kg al año ( Sánchez *et al.* 2020).

En las provincias de Guayas y Los Ríos se concentra el 87% de la producción nacional de arroz, siendo los pequeños agricultores los que ocupan la mayor área cultivada, el 96 % de las cosechas son derivadas al consumo de los ecuatorianos, mientras que el 4 % es exportado, con una participación en el PIB de 1,55 % (Bayer 2020).

#### **1.5.6 Líneas avanzadas F<sub>8</sub>**

En el laboratorio de biotecnología de la Universidad Técnica de Babahoyo, desde el año 2014 se realiza el proyecto de mejoramiento genético de arroz, donde se realizó cruce interespecífico de *Oryza sativa* L. ssp. japónica x *Oryza rufipogon* G. ubicándose al momento en la filial 8 (F<sub>8</sub>). De las cuales se selecciona líneas para investigación y experimentación para ser caracterizadas.

#### **1.5.7 Amilosa**

La amilosa es una cadena de polímero lineal que tiene dentro de cientos de moléculas de glucosa. Un polímero es una molécula grande que tiene dentro muchas subunidades. La amilosa se define como un polímero porque es una molécula muy grande formada por numerosas subunidades de azúcar; llamadas glucosa, unidades conectadas entre sí por medio de enlaces glicosídicos (Ricardo 2020).

En su estructura, la amilosa suele presentarse en una o varias formas diferentes. Puede tener forma amorfa o formas helicoidales distintas. Cuando presenta forma amorfa tiende a parecerse a los fideos cocidos y no tienen una organización, ni orden en la distribución de las subunidades. En las formas helicoidales, todas estas subunidades se entrecruzan (Ricardo 2020).

Generalmente en la actividad culinaria se conoce también a la amilosa como "almidón amiláceo no pegajoso", debido a que es insoluble en agua y por ejemplo en el arroz, el alto contenido de amilosa ayuda a que conserve su forma. Muchas

empresas alimentarias emplean la amilosa como espesante y estabilizador de sus productos (Salud 2019).

### **1.5.8 Proteínas**

Las proteínas por lo general son moléculas de gran tamaño y complejidad en su estructura, cumplen muchas funciones en el cuerpo humano. La mayoría de las proteínas son sintetizadas en las células, convirtiéndose en parte fundamental para la regulación, estructura y funcionamiento de una persona (MedlinePlus 2021).

Las proteínas son conformadas por una inmensa cantidad de unidades diminutas, las que llevan el nombre de aminoácidos, uniéndose entre sí, formando grandes cadenas. Existen 20 tipos de aminoácidos que son capaces de unirse y combinarse para crear una proteína. La organización secuencial de los aminoácidos determina la forma tridimensional característica de los diferentes tipos de proteínas y la función que desempeñan (MedlinePlus 2021).

## **1.6 HIPÓTESIS**

**Ho** = El contenido de amilosa y proteínas de arroz (*Oryza sativa* L.) de principales variedades comerciales en Ecuador no contiene diferencia con las líneas avanzadas F<sub>8</sub> de arroz (*Oryza sativa* L. ssp. *japónica* x *Oryza rufipogon*).

**Ha** = El contenido de amilosa y proteínas de arroz (*Oryza sativa* L.) de principales variedades comerciales en Ecuador si contiene diferencia con las líneas avanzadas F<sub>8</sub> de arroz (*Oryza sativa* L. ssp. *japónica* x *Oryza rufipogon*).

## **1.7 METODOLOGÍA**

La investigación y el trabajo son de tipo analítico, descriptivo e interpretativo.

La comparación y análisis del contenido de amilosa y proteína entre las líneas avanzadas F<sub>8</sub> y las principales variedades comerciales de arroz *Oryza sativa* L. se la realizó mediante información de investigaciones, material bibliográfico, bibliotecas virtuales, páginas web, datos actualizados de artículos científicos, en conjunto con los datos obtenidos del análisis de laboratorio de la Universidad Técnica de Babahoyo que complementen el desarrollo de este trabajo.

### **1.7.1 Método analítico**

En la información obtenida en la presente investigación, se realizó un análisis exhaustivo de diferentes fuentes que nos permiten conocer datos sobre las variables que son comparadas en este trabajo, para poder determinar las diferencias y resultados de los contenidos de amilosa y proteínas entre las líneas avanzadas F<sub>8</sub> y las principales variedades comerciales de arroz *Oryza sativa* L.

### **1.7.2 Método Descriptivo**

De cada uno de los resultados obtenidos de las investigaciones, se realizó una descripción de los contenidos de amilosa y proteínas en porcentajes que sirvieron para la comparación con respecto a las variables estudiadas, la caracterización de las variables determinara cual es la óptima para la satisfacción de los consumidores.

### **1.7.3 Método interpretativo**

Mediante este método se interpretó los datos de la investigación de manera que se puedan apreciar las diferencias y emitir un criterio referente a los resultados.



## CAPÍTULO II

### 2. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1 DESARROLLO DEL CASO

De acuerdo con el análisis y comparación de las 9 variedades comerciales del Ecuador, se puede determinar que las variedades INIAP 17 (65.81 %) e INIAP 14 (41.51 %) muestran los mayores valores sobre el contenido de amilosa, a diferencia de las demás variedades comerciales que presentan un valor menor del 40 % como se demuestran en la siguiente tabla 1.

**Tabla 1. Análisis del contenido de amilosa en variedades comerciales del Ecuador.**

Variedades de arroz	Contenido de Amilosa (%)
INIAP 14*	41,51
INIAP 15*	29,19
INIAP 16*	30,54
INIAP 17*	65,81
SFL-09*	24,75
F-50*	26,72
INIAP FL-Arenillas**	27,26
INIAP FL-1480 (Localidad 1: Babahoyo)***	28,75
INIAP FL-1480 (Localidad 2: Yaguachi)***	27,33
INIAP FL-ÉLITE****	31,6

\*(Landires , Márquez, & Cornejo, 2013)

\*\* (Alvarado , 2021)

\*\*\* (Corpcom, 2017)

\*\*\*\* (INIAP, 2020)

El análisis de contenido de amilosa de arroz de líneas avanzadas F<sub>8</sub> analizada en el laboratorio de granos en la Facultad de Ciencias Agropecuarias presentaron un promedio de 22.7% de amilosa como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2. Análisis de amilosa en líneas avanzadas F<sub>8</sub>**

L	Contenido de
3	20.2
4	20.2
7	19.9
9	12.9
1	19.4
1	21.2
1	19.8
1	20.6
1	21.4
2	22
3	20
3	20.6
3	26

Mediante el análisis comparativo entre de las 13 líneas avanzadas F<sub>8</sub>, se determinó que las líneas que presentaron un promedio de 22,6% con rango de 6% de amilosa con valores máximo de 26 % y un mínimo de 20%; a diferencia de las variedades que se comercializan en Ecuador presentaron un promedio de 33,35% con un rango de 41.6% con valores máximo de 65,81% y un mínimo de 24,75% como se demuestra en la siguiente tabla 3.

**Tabla 3. Análisis de comparación de contenido de amilosa nueve variedades comerciales y 13 líneas de arroz avanzadas F<sub>8</sub>.**

Variedades	Contenido de amilosa (%)	Líneas	Contenido de amilosa (%)
INIAP 14	41,51	3	20.2
INIAP 15	29,19	4	20.2
INIAP 16	30,54	7	19.9
INIAP 17	65,81	9	12.9
SFL-09	24,75	10	19.4
F50	26,72	12	21.2

INIAP FL-Arenillas	27,26	17	19.8
INIAP FL-1480 (Localidad 1: Babahoyo) Babahoyo)	28,75	18	20.6
INIAP FL-1480 (Localidad 2: Yaguachi) Yaguachi)	27,33	19	21.4
INIAP FL-ÉLITE	31,6	27	22
Promedio	33,346	33	20
Máximo	65,81	37	20.6
Mínimo	24,75	38	26
Rango	41,06	Promedio	22,67
		Máximo	26
		Mínimo	12,9
		Rango	13,1

De acuerdo con el análisis de las 4 variedades comerciales investigadas que poseen información sobre el contenido de proteínas se determinó que la variedad INIAP FL-Arenillas presenta un mayor porcentaje de contenido de proteínas con el 9,37 %, a diferencia de la variedad INIAP FL-1480 (Localidad 2: Yaguachi) que presento un menor contenido de proteínas con el 6,93 %, como se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4. Análisis del contenido de proteínas en variedades comerciales del Ecuador**

Variedades de arroz	Contenido de proteínas (%)
INIAP FL-Arenillas *	9.37
INIAP FL-1480 (Localidad 1: Babahoyo)**	8.57
INIAP FL-1480 (Localidad 2: Yaguachi)**	6.93
INIAP 14**	7.97
INIAP 16***	8.44

\*(Alvarado , 2021)

\*\* (Corpcom, 2017)

\*\*\* (Silva , 2016)

Según el análisis del contenido de proteínas de las líneas avanzadas F<sub>8</sub>, se señala que la línea 7 posee el mayor porcentaje de contenido de proteínas con el 9,1 % sin alcanzar una diferencia significativa con las otras líneas, como se muestra en la tabla 5.

**Tabla 5. Análisis de proteínas en líneas de arroz avanzadas F<sub>8</sub>**

Línea #	Contenido de proteínas (%)
3	8.4
4	8.1
7	9.1

9	8.5
10	8.5
12	8.1
17	8.4
18	8
19	8.3
27	8
33	8
37	8.3
38	8.2

Mediante el análisis comparativo de contenido de proteínas entre de las 4 variedades más comerciales presentaron un promedio de 8,26% con rango de 2,44% de amilosa con valores máximo de 9,37 % y un mínimo de 6,93%; a diferencia de las líneas avanzadas de arroz F<sub>8</sub> presentaron un promedio de 8,3% con un rango de 1,1% con valores máximo de 9,1% y un mínimo de 8 % como se demuestra en la siguiente tabla 5.

**Tabla 6. Análisis comparativo de proteínas de cuatro variedades comerciales y 13 líneas de arroz avanzadas de arroz F<sub>8</sub>**

Variedades de arroz	Contenido de proteínas (%)	Líneas	Contenido de proteínas (%)
INIAP FL-Arenillas	9,37	3	8,4
INIAP FL-1480 (Localidad 1: Babahoyo)	8,57	4	8,1
INIAP FL-1480 (Localidad 2: Yaguachi)	6,93	7	9,1
INIAP 14	7,97	9	8,5
INIAP 16	8,44	10	8,5
Promedio	8,256	12	8,1
Máximo	9,37	17	8,4
Mínimo	6,93	18	8
Rango	2,44	19	8,3
		27	8
		33	8
		37	8,3
		38	8,2
		Promedio	8,3
		Máximo	9,1
		Mínimo	8
		Rango	1,1

## **2.2 SITUACIONES DETECTADAS**

En la investigación realizada se pudo detectar la poca información referente a este tema, debido a que no existe una base de datos sobre los contenidos nutricionales de las variedades de arroz *Oryza sativa* L. distribuidas en Ecuador.

La mayoría de información era enfocada hacia la morfología y fisiología, calidad molinera de la gramínea, pero no contaba con estudios de amilosa y proteínas, que son de gran importancia al momento de ser consumidos.

## **2.3 SOLUCIONES PLANTEADAS**

Que las entidades encargadas de realizar este tipo de investigaciones ejecuten publicaciones periódicas y actualizadas con datos referentes a los contenidos nutricionales del arroz, y que esta información sea de fácil acceso para el público.

Que las investigaciones incluyan en sus metodologías, el análisis de estas propiedades que tiene el arroz, para que se conozcan y se lleve un registro de estas.

## **2.4 CONCLUSIONES**

En conclusión, se puede indicar que entre las variedades más comercializadas la INIAP 17 presentó el mayor contenido de amilosa (65.81 %) entre las líneas avanzadas de arroz F<sub>8</sub> la línea 9 presentó el menor contenido de amilosa con (12.9 %).

En cuanto al contenido de amilosa las variedades comerciales del Ecuador, debido a que son de origen Indica presentaron un mayor porcentaje, a diferencia de las líneas avanzadas F<sub>8</sub>, tienen procedencia de parentales orígenes japónicos tienen menor porcentaje de contenido de amilosa.

En lo que se refiere a proteínas la variedad INIAP FL-Arenillas (9.37 %), presentó el mayor contenido y la variedad INIAP FL-1480 (Localidad 2: Yaguachi) (6.93 %) presentó el menor contenido. Mientras que las líneas avanzadas de arroz F<sub>8</sub> mostraron un porcentaje similar entre líneas y se encuentran en un rango de 8 % a 9.1 %.

## **2.5 RECOMENDACIONES**

Que se continúen realizando investigaciones comparativas para establecer diferencias que sirvan al momento de desarrollar nuevas variedades, no solo de arroz sino de otros productos alimenticios que también cuentan con dichas propiedades.

A las instituciones encargadas de este tipo de investigaciones que den a conocer los resultados obtenidos para tener datos confiables que sirvan como soporte para el desarrollo de nuevas investigaciones.

Implementar programas investigativos sobre las propiedades nutricionales de los diferentes cultivos que se realizan en el Ecuador, con el fin de producir productos de calidad que tengan competencia con mercados internacionales.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Espinoza, Á.; Farías , C. 2017. La cadena del arroz en Chile (en línea). Odepa. Consultado 22 mar. 2022. Disponible en: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2018/02/ARROZ2018Final.pdf>

Laval , E. 2020. Arroz: temporada 2019/ 2020 /2021. *Arroz: temporada 2019/ 2020 /2021*(en línea). Consultado 22 mar. 2022. Disponible en: <https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/bitstream/handle/20.500.12650/70425/Articulo-arroz.pdf>

Loaiza, J. 2016. *Evaluación del contenido de amilosa en arroz mediante espectroscopia de infrarrojo cercano-NIRS*. Tesis (en línea). Palmira, Colombia. Consultado 21 mar. 2022. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/56313/JOHANA%20KATERINE%20LOAIZA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sánchez, A; Vayas, T; Mayorga, F; Freire, C. 2020. *El Arroz en el Ecuador* (en línea). Ambato, Ecuador. Consultado 23 mar 2022. Disponible en: <https://blogs.cedia.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/12/Analisis-arroz-Ecuador.pdf>

Acevedo, M; Castrillo, W; Belmonte, U. 2006. Origen, Evolución y Diversidad del Arroz (en línea). Revista *SciELO*. Consultado 23 mar. 2022. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2006000200001](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2006000200001)

Alvarado, K. 2021. *Comportamiento agronómico de 50 líneas avanzadas F6 de arroz(Oryza sativa L. ssp. japonico) y su calidad molinera*. Tesis (en línea). Babahoyo, Ecuador. Consultado 23 mar. 2022. Disponible en:

<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11105/C-UTB-CEPOS-MPV-000009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bayer. 2020. *Agro Bayer Ecuador: Cultivo de Arroz* (en línea). Consultado 24 mar. 2022. Disponible en: <https://agro.bayer.ec/cultivos/arroz#>

Corpcom (Corporación de Industriales Arroceros del Ecuador). 2017. INIAP pone a disposición nueva variedad de arroz (en línea). *Revista Corpcom*(24), p16-19. Consultado 21 mar. 2022. Disponible en: [//issuu.com/corpcom/docs/edicion\\_24\\_enero\\_2017](http://issuu.com/corpcom/docs/edicion_24_enero_2017)

FLAR(Fondo Latinoamericano para el Arroz de Riego). 2019. *Plan estrategico del FLAR 2019-2023* (en línea). Valle del Cauca, Colombia. Consultado 22 mar. 2022. Disponible en: <https://flar.org/wp-content/uploads/2020/03/Binder1.pdf>

Gaibor, J. 2019. *Comportamiento de la planta de arroz (Oryza sativa L.) según su estado fenológico a distintos niveles de salinidad. Tesis.* (en línea). Consultado 22 mar. 2022. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6150/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000149.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2021. *Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo 2021* (en línea). Consultado 23 mar. 2022. Disponible en: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion%20ESPAC%202020.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion%20ESPAC%202020.pdf)

INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2020. *INIAP FL- ÉLITE* (en línea).. Plegable 452, Estación Experimental del Litoral Sur. Consultado 17 mar. 2022. Disponible en <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5764/1/Iniapeelspp2.pdf.pdf>

Koizumi, T; Furuhashi, G. 2020. Global Rice Market Projections Distinguishing Japonica and Indica Rice under Climate Change (en línea). *Japan Agricultural*



*Research Quarterly: JARQ*, 54, p63-91. Consultado 18 mar. 2022. Disponible en: doi:<https://doi.org/10.6090/jarq.54.63>

Landires, D; Márquez, G; Cornejo, F. 2013. Análisis del contenido Amilosa-Amilopectina en seis Variedades de Arroz Ecuatoriano. Tesis. (en línea). Consultado 18 mar. 2022. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24285/1/Articulo%20amilosa%20amlopectina.pdf>

MedlinePlus. 2021. *¿Qué son las proteínas y qué es lo que hacen?* (en línea). Consultado 18 mar. 2022. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/genetica/entender/comofuncionangen/proteina/#:~:text=Las%20prote%C3%ADnas%20son%20mol%C3%A9culas%20grandes,tejidos%20y%20%C3%B3rganos%20del%20cuerpo.>

OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos); FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2020. *Perspectivas agrícolas 2020-2029* (en línea). París, Francia. Consultado 17 mar. 2022. Disponible en: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/b3a74c7b-es.pdf?expires=1648089579&id=id&accname=guest&checksum=E625E7706A030F7E7C3A4695211A0CB5>

Pérez, J. 2018. Índica y Japónica, dos puntos de partida (en línea). *El Diario Montañés*. Consultado 18 mar. 2022. Disponible en: <http://www.eldiariomontanes.es/cantabria-mesa/indica-japonica-puntos-20180414213752-ntvo.html#:~:text=Se%20corresponde%20con%20las%20siguientes%20variedades%3A%20Glutinoso%2C%20Venere%2C%20Arborio,Carnaroli%2C%20Vialone%20Nano%20o%20Bomba.>

Poveda, G; Andrade, C. 2018. Producción sostenible de arroz en la provincia del Guayas (en línea). *Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales*. Consultado 22 mar. 2022. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/cccss/2018/03/produccion-arroz-ecuador.html>

Ricardo, R. 2020. Amilosa: Estructura, fórmula y función (en línea). *Revista Estudyando*. Consultado 20 mar. 2022. Disponible en: <https://estudyando.com/amilosa-estructura-formula-y-funcion/>

Salud. 2019. *Amilosa: ¿Qué es? Estructura, beneficios, riesgos, efectos secundarios y fuentes naturales*. Artículos de salud y medicina (en línea). Consultado 20 mar. 2022. Disponible en: <https://arribasalud.com/amilosa/>

## ANEXOS

Variedad	Fe (ppm)				Zn (ppm)				Proteína (%)				Amilosa (%)			
	La Cuca	Babahoyo	Yaguachi	Media	La Cuca	Babahoyo	Yaguachi	Media	La Cuca	Babahoyo	Yaguachi	Media	La Cuca	Babahoyo	Yaguachi	Media
INIAP FL-1480	8,42	6,27	6,31	7,0	22,44	20,53	29,24	24,07	9,56	8,57	6,93	8,35	23,70	28,75	27,33	26,59
INIAP-14	7,90	6,86	6,83	7,2	20,87	17,72	23,90	20,83	9,18	7,65	7,08	7,97	22,67	28,42	26,54	25,88

18



CORPCOM · ENERO 2017

*Información de amilosa y proteínas de variedades comerciales obtenida de la web.*

Anexo 1

Anexo 2

*Información de amilosa y proteínas de Líneas F<sub>8</sub> obtenida del análisis en el laboratorio de granos en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo.*

Protein		8.1	%
Protein DM		9.2	%
Moisture		11.4	%
Amilose		21.2	%
Displaying the average.			

Protein		8.2	%
Protein DM		9.3	%
Moisture		11.9	%
Amilose		26.0	%
Displaying the average.			