



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y**  
**VETERINARIA**  
**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo de Integración Curricular, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**TEMA:**

“Evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz, en la zona de Santa Lucía, provincia del Guayas”.

**AUTORA:**

Michelle Alexandra Vascones Goyes

**TUTOR:**

Ph.D. Walter Oswaldo Reyes Borja

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2023

## CONTENIDO

RESUMEN .....	v
SUMMARY .....	vi
CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN. ....	1
1.1. Contextualización de la situación problemática .....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación. ....	2
1.4. Objetivos de investigación.....	2
1.4.1. Objetivo general .....	2
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Hipótesis.....	3
CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Antecedentes .....	4
2.2. Bases teóricas .....	5
2.2.1. Importancia del arroz .....	5
2.2.2. Calidad molinera .....	5
2.2.3. Contenido de amilosa .....	8
CAPÍTULO III.- METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	12
3.2. Operacionalización de variables. ....	12
3.3. Población y muestra de investigación. ....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de medición. ....	13
3.4.1. Técnicas .....	13
3.4.2. Instrumentos .....	16
3.5. Procesamiento de datos. ....	16
3.5.1. Diseño experimental y análisis estadísticos .....	16
3.5.2. Análisis de varianza .....	16
3.6. Aspectos éticos.....	17
CAPÍTULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
4.1. Resultados.....	18
4.1.1. Porcentaje limpio y seco (g).....	18
En la tabla 3 se encuentran los promedios de porcentaje limpio y seco (g). el análisis de varianza no detectó diferencias significativas, reportándose que todas las líneas y variedades obtuvieron 100 % de grano limpio y seco. ....	

4.1.2. Cáscara (%).....	18
4.1.3. Integral (%).....	19
4.1.4. Clasificado (%) .....	20
4.1.5. Arrocillo (%).....	21
4.1.6. Polvillo (%) .....	22
4.1.7. Panza blanca.....	23
4.1.8. Contenido de proteínas (%).....	24
4.1.9. Contenido de amilosa (%).....	25
4.1.10. Autovalores .....	26
4.1.11. Análisis de los componentes principales .....	27
4.1.12. Análisis de conglomerados.....	28
4.1.13. Análisis de la variabilidad relativa (%) para la selección de líneas sobresalientes a través de la variable rendimiento de granos clasificados. ..	28
4.2. Discusión .....	29
CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	31
5.1. Conclusiones .....	31
5.2. Recomendaciones .....	31
REFERENCIAS .....	32
ANEXOS .....	35
Análisis estadísticos.....	35
Fotografías .....	39

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos estudiados en el ensayo: “Evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz”. FACIAG, 2023. ....	16
Tabla 2. Análisis de varianza, en el ensayo: “Evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz”. FACIAG, 2023.....	17
Tabla 3. % Limpio y seco (g), en el ensayo: “Evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz”. FACIAG, 2023.....	18
Tabla 4. Cáscara (%), en el ensayo: “Evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz”. FACIAG, 2023. ....	19
Tabla 5. Integral (%), en el ensayo: “Evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz”. FACIAG, 2023. ....	20
Tabla 6. Clasificado (%), en el ensayo: “Evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz”. FACIAG, 2023.....	21
Tabla 7. Arrocillo (%), en el ensayo: “Evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz”. FACIAG, 2023. ....	22
Tabla 8. Polvillo (%), en el ensayo: “Evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz”. FACIAG, 2023. ....	23
Tabla 9. Panza blanca, en el ensayo: “Evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz”. FACIAG, 2023.....	24
Tabla 10. Contenido de proteínas (%), en el ensayo: “Evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz”. FACIAG, 2023. ....	25
Tabla 11. Contenido de amilosa (%), en el ensayo: “Evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz”. FACIAG, 2023. ....	26
Tabla 12. Autovalores, proporción distribuida y acumulada, en el ensayo: “Evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz”. FACIAG, 2023. ....	27

## RESUMEN

El presente trabajo experimental trató sobre la evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz, en la zona de Santa Lucía, provincia del Guayas, el cual se desarrolló en el laboratorio de Calidad de Granos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo. En la investigación se utilizaron las variedades de arroz: Boreal, SFL – 11 y dos líneas promisorias PxJ 17 y PxJ 37. Se empleó el diseño experimental Completamente al Azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza; utilizando la prueba de significancia de Tukey al 95 % de probabilidad. Las conclusiones planteadas determinaron que todas las líneas y variedades obtuvieron granos limpios y secos; el mayor porcentaje de cáscara correspondió a las variedades SFL-11 y Boreal; la Línea promisoría 1 PxJ 17 obtuvo mayor porcentaje de grano integral y clasificado, mientras que la Línea promisoría 2 PxJ 37 alcanzó mayores valores para panza blanca y alto contenido de proteínas; la variedad Boreal obtuvo mayores valores porcentajes de arrocillo y polvillo y el contenido de amilosa se encontró en mayor porcentaje en la variedad SFL-11.

Palabras claves: amilosa, arroz, calidad, molienda.

## **SUMMARY**

The present experimental work dealt with the evaluation of the amylose content and milling quality of promising lines and commercial varieties of rice, in the area of Santa Lucía, province of Guayas, which was developed in the Grain Quality Laboratory of the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo. In the research, the rice varieties were used: Boreal, SFL - 11 and two promising lines PxJ 17 and PxJ 37. The Completely Random experimental design was used with four treatments and four repetitions. The variables evaluated were submitted to the analysis of variance; using Tukey's significance test at 95% probability. The conclusions raised determined that all the lines and varieties obtained clean and dry grains; the highest percentage of shell corresponded to the SFL-11 and Boreal varieties; Promising Line 1 PxJ 17 obtained a higher percentage of whole and classified grain, while Promising Line 2 PxJ 37 reached higher values for white belly and high protein content; the Boreal variety obtained higher percentages of rice and dust and the amylose content was found in a higher percentage in the SFL-11 variety.

Keywords: amylose, rice, quality, milling.

# CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN.

## 1.1. Contextualización de la situación problemática

El arroz (*Oryza sativa* L.), que se cultiva desde hace casi 10.000 años en muchas zonas húmedas de Asia tropical y subtropical, se considera el cereal más importante del mundo. Dada la prevalencia del arroz silvestre en la India, es posible que esta nación fuera la primera en cultivarlo. Sin embargo, fue en China donde se desarrolló la agricultura, desde las tierras bajas hasta las tierras altas (Barrera 2020).

Se prevé que se necesitarán un total de 880 millones de toneladas de este cereal en todo el mundo para 2025. Las principales naciones productoras son China, India, Indonesia y Pakistán. En América Latina, Argentina, Uruguay, Perú y Brasil son los mayores productores, con una producción promedio de 7,73, 8,0, 6,46 y 5,02 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Ecuador, por su parte, tiene una producción promedio de 3,74 t ha<sup>-1</sup>, que es incluso menor que la producción promedio de Colombia de 4,87 t ha<sup>-1</sup>. (Cobos *et al.* 2020).

La calidad del arroz está influenciada por una amplia gama de variables, algunas de las cuales tienen que ver con las características inherentes de la variedad y otras con el manejo del cultivo. Se pueden usar tres criterios para evaluar la calidad del grano: apariencia, calidad de molienda y calidad de cocción. Para ello, se han desarrollado procedimientos y métodos para asistir a los fitomejoradores en la evaluación de líneas y variedades (Martínez y Cuevas 1989).

La cantidad de amilosa en el grano, por otro lado, se ha encontrado que es un determinante significativo de la cohesión, textura y brillo del arroz cocido. En general, se acepta que varios aspectos de la calidad culinaria del arroz están relacionados con su contenido de amilosa (Loaiza y Larrahondo 2017).

Por ello, el presente documento tratará la evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera en líneas promisorias y variedades comerciales de

arroz, en la zona de Santa Lucía, provincia del Guayas.

## **1.2. Planteamiento del problema**

El cultivo de arroz es de vital importancia para la alimentación de los pueblos; sin embargo, su producción y consumo se ha visto comprometida por los múltiples factores que afectan la calidad del grano y su contenido, lo que ha repercutido para que su consumo este decreciendo paulatinamente.

Debido a la calidad molinera, en los últimos tiempos no se ha logrado que ciertas líneas y/o variedades de arroz posean las características que exija el consumidor; por tanto, se cumple de una manera básica con los requisitos industriales.

## **1.3. Justificación.**

El arroz, por estimarse como el cultivo de mayor consumo a nivel mundial, nacional y local, es necesario identificar líneas y/o variedades que posean un adecuado contenido de amilosa, lo que promueve la calidad del arroz cocinado.

Ligado a esto, la calidad molinera es importante porque permite que se obtengan los requisitos industriales que debe contener el grano de arroz, así como las características de consumo que requiere el consumidor.

## **1.4. Objetivos de investigación**

### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar el contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz, en la zona de Santa Lucía, provincia del Guayas.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar el contenido de amilosa de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz provenientes de la zona de Santa Lucía.
- Comparar la calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz.
- Identificar la línea promisorias de mejor comportamiento en calidad molinera y contenido de amilosa.

#### **1.5. Hipótesis.**

Ho= El contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias no son superiores que las variedades comerciales de arroz provenientes de la zona de Santa Lucia, provincia del Guayas.

Ha= El contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias son superiores que las variedades comerciales de arroz provenientes de la zona de Santa Lucia, provincia del Guayas.

## CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

El arroz es un cereal que se considera un alimento básico en muchas culturas, particularmente en Asia y América Latina. El grano de arroz es el segundo cereal más producido en el mundo, después del maíz. También es el más importante para el consumo humano porque contribuye positiva y eficazmente al aporte calórico de la dieta humana, constituyendo casi una quinta parte del aporte calórico diario recomendado (Chemás y Vargas 2021).

Más de la mitad de la población mundial, especialmente en países subdesarrollados o en vías de desarrollo, consume arroz (*Oryza sativa* L.), un cereal de suma importancia para la nutrición humana y al que se dedica el 95% de la producción. (Márquez 2021).

El principal determinante de la calidad del arroz es su textura, que es evaluada sensorialmente y frecuentemente descrita por personas capacitadas. Sin embargo, es costoso para los programas de mejoramiento genético tener un tamaño de muestra que se ajuste a la metodología que necesitan las pruebas sensoriales. Por otro lado, los panelistas o jueces sensoriales pueden perder precisión si participan en muchas sesiones (Ramírez *et al.* 2009).

Los eventos que ocurren en el campo y en la agroindustria determinan la calidad del grano del cultivo del arroz. Los factores abióticos y bióticos actúan sobre los granos de arroz desde el momento en que se desarrollan hasta que se procesan, afectando su calidad y, dependiendo de cuántos y con qué fuerza actúen, acelerando potencialmente el deterioro. Dado que afecta la calidad del grano, la humedad del grano es el elemento más importante que debe controlarse tanto antes como después de la cosecha (Álvarez *et al.* 2020)

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Importancia del arroz**

Para el 2023, el consumo total mundial de arroz en las principales naciones consumidoras ascenderá a 350 millones de TN, o el 70 % del total mundial. China e India, los dos mayores consumidores, en conjunto representan el 50 % del consumo mundial, siendo China el principal consumidor que representa casi el 30 % del consumo mundial (Chemás y Vargas 2021).

El bajo costo y los beneficios nutricionales del arroz lo convierten en una parte esencial de la seguridad alimentaria en varias regiones, incluidas África, América y Asia. También es el producto principal en la dieta de un gran número de personas en todo el mundo, y un favorito en las cocinas de muchos países. Entre las características del arroz se destacan el bajo número de calorías que posee, la moderada cantidad de carbohidratos que contiene y el importante aporte de azúcares que brinda a los consumidores (Mendoza *et al.* 2019).

El almidón, las proteínas, los lípidos y, en menor medida, las vitaminas y los minerales componen el arroz. Como es bien sabido, el componente más abundante, 90g/100 g de materia seca, es el almidón. Por cada 100 gramos de materia seca, hay 60,5 gramos de proteínas y 10,5 gramos de lípidos. Dado que estos dos macronutrientes finales son parte de la capa de salvado del grano, el proceso de pulido generalmente tiene un impacto sobre ellos, aunque no se elimina toda esta capa. La cáscara del arroz se quita durante la molienda, dejando el grano entero de arroz integral con la capa de germen y salvado; luego se quita el salvado para producir arroz blanco (Mora *et al.* 2019).

### **2.2.2. Calidad molinera**

La calidad del grano de arroz es el resultado de la interacción de muchos factores diferentes; algunos están relacionados con las características fisicoquímicas del grano, como. tamaño, forma, peso, pigmentación, dureza, temperatura de gelatinización y contenido de amilosa; otros factores están

relacionados con la cosecha y su manejo, como la cosecha, el secado, el transporte, el procesamiento, el almacenamiento, etc. Al igual que otros productos alimenticios, la calidad del arroz generalmente se evalúa en función de las preferencias y gustos del consumidor (Álvarez *et al.* 2020)

Las características que controlan el comportamiento del arroz durante este proceso se denominan calidad de molienda. Los rendimientos obtenidos durante el desarrollo del grano se utilizan como base para la evaluación. El de mayor trascendencia económica entre ellos es el desempeño en granos enteros. Maximizar el valor de este desempeño es el principal objetivo del sector elaborador. Las condiciones que "sufre" el grano durante su cultivo, recolección y posterior manejo son las que más inciden en los criterios de calidad para la molienda (León y Carreres 2002).

La cantidad de amilosa en el almidón se puede usar para probar la textura del arroz y evaluar su calidad. Durante y después de la cocción, la consistencia, la viscosidad y la pegajosidad del arroz están influenciadas por su contenido de amilosa. La cuantificación del comportamiento de las pastas de arroz al cocinarse, que está íntimamente relacionado con el grado de pegajosidad de los granos, se considera un método indirecto de evaluación de la calidad (Ramírez *et al.* 2009).

Comprender las características fisicoquímicas y bioquímicas del grano de arroz durante los procesos de preparación y cocción requiere conocimiento de la estructura y composición del grano. La cáscara y la cariósida, que en conjunto representan alrededor del 80 % del peso del arroz con cáscara, constituyen el grano de arroz. Cáscara (20 %), salvado (5 %), cilindro (2 %) y germen (3 %), en proporción a las fracciones y en promedio, dan como resultado un rendimiento total del 70 %. La lemma, que cubre la porción ventral, que es donde se encuentra el germen, y la pálea, que es la más pequeña, se unen para formar la concha (Carreres 1997).

Se deben conocer las condiciones de la "historia previa" de una variedad a la elaboración para poder evaluar la calidad de molienda de la misma; las condiciones a las que se someten las diferentes variedades deben ser comparables

para poder efectuar diferencias significativas. Sin embargo, dado que el porcentaje mínimo exigido en la muestra para cada tipo de arroz está fijado por ley, el rendimiento total es un parámetro a medir en el control de calidad del arroz envasado (León y Carreres 2002).

El arroz que se consume se somete primero a una serie de procedimientos que dan como resultado la limpieza y luego descascarillado de granos. El grano se protege primero con una cubierta resistente llamada panoja, que posteriormente se retira, lo que se denomina "descascarillar" el arroz. Este se obtiene del arroz integral, el cual es rico en minerales, fibra y vitaminas del grupo B. Posteriormente, se someterá a un proceso de pulido que implica la eliminación total o parcial del salvado que lo recubre, lo que se traduce en una mayor pérdida de vitaminas, minerales y fibra (Fontenla 2018).

Durante el paso final, "pulido", el germen, donde se encuentra la grasa del cereal, desaparece para evitar que la grasa se vuelva rancia durante el almacenamiento, lo que reduce el valor nutricional del cereal. Otros métodos de procesamiento del arroz implican la cocción al vapor (sancochado), que consiste en cocinar el grano a una temperatura superior a 100°C mientras se encuentra bajo presión de vapor. A continuación, el arroz se seca antes de descascararlo. Este proceso, también conocido como sancochado, tiene el beneficio adicional de ayudar a preservar el valor nutricional del arroz sin afectar la cantidad de tiempo que el arroz necesita para cocinarse en los siguientes pasos. Debido a que no se pega, el arroz sancochado tiene más vitaminas que el arroz blanco y produce un grano suelto y uniforme que incluso se puede recalentar sin volverse pastoso (Fontenla 2018).

Los granos descascarados pasan por procedimientos de limpieza y secado en los molinos. Una vez que se quita la cáscara, se crea el arroz integral, que tiene el pericarpio como su capa más externa y se comercializa como arroz integral. Aunque también contiene altas cantidades de fitina y sustancias antinutricionales como el inhibidor de tripsina, la orizacistatina y la hemaglutinina, que se encuentran en grandes cantidades en el salvado, este tipo de arroz suele ser el más rico en proteínas, fibra dietética, minerales y vitaminas (Pighín y De Landeta 2019).

El arroz al que solo se le ha quitado la cáscara se conoce como arroz integral, también conocido como arroz descascarillado. Porque solo se ha quitado la cáscara, se ha conservado todo el germen, que es lo que hace único a este tipo de arroz. La calidad de este tipo de arroz puede degradarse más rápidamente cuando la capa de salvado de arroz se expone al medio ambiente porque la cáscara del arroz se separa, acortando la vida útil del arroz. De manera similar a cómo la actividad enzimática puede aumentar durante el almacenamiento y conducir a una disminución de la calidad sensorial, la degradación de los lípidos también puede verse afectada más rápidamente. (Mora et al. 2019).

### **2.2.3. Contenido de amilosa**

Debido a su importancia y al hecho de que contiene la mayor cantidad de calorías de cualquier cereal, las ventajas nutricionales del arroz han trascendido. La mayor parte del grano de arroz se compone de almidón, que constituye entre el 70 % y el 80 % del grano (De Bernardi 2017).

Los dos tipos de polímeros que componen el almidón son la amilosa y la amilopectina. El almidón es un polímero de glucosa ramificado con uniones ramificadas lineales  $\alpha$  (1→4) y  $\alpha$  (1→6) (Pereyra 2018).

Dado que la absorción de agua, la expansión de volumen, la esponjosidad y la capacidad de separación de los granos cocidos define su calidad culinaria, están directamente relacionados con la cantidad de amilosa en el arroz, esos factores determinan qué tan simple es procesar y cocinar. La amilosa funciona como diluyente e inhibidor de la hinchazón, particularmente cuando hay lípidos presentes (Araya et al. 2022).

Las caras poligonales y el tamaño oscilan entre 4 y 5  $\mu\text{m}$  del gránulo de almidón de arroz. Las variedades se dividen en tres grupos según su contenido de amilosa: bajo (9–20 %), intermedio (20–25 %) y alto (>25 %) (Pereyra 2018).

La amplia gama de variabilidad depende de la variedad del cultivo y del entorno circundante. El almidón, las proteínas, las grasas, los pentosanos, las ligninas y las cenizas constituyen la mayor parte de la composición química del arroz, con trazas de muchos otros minerales y vitaminas también presentes. Todas las demás sustancias, con excepción del almidón, están presentes principalmente en el germen y en las capas externas de la cariósida (Carreres 1997).

Es una planta herbácea monocotiledónea de ciclo vegetativo anual que destaca por su inflorescencia en forma de panícula, tallos cilíndricos y huecos con nudos y entrenudos, y hojas planas y estrechas unidas al tallo por vainas. El uso principal de la planta, principalmente para la alimentación humana y animal, es la cariósida o grano de arroz descascarillado (Márquez 2021).

La proporción de cada uno determina las cualidades culinarias del producto. Está compuesto de amilosa y amilopectina, que son carbohidratos transmisores de energía que ayudan al cuerpo a alcanzar rápidamente niveles adecuados de glucosa. Los granos se volverán más viscosos y pegajosos entre sí a medida que aumente el contenido de amilopectina (De Bernardi 2017).

Las cualidades culinarias del arroz son importantes porque se relacionan con la composición química del almidón. La amilosa y la amilopectina son las dos moléculas que componen este polímero, y la cantidad de cada molécula en el grano afecta la cohesión, la textura y el brillo del arroz cocido. En general, se acepta que varios aspectos de la calidad culinaria del arroz están relacionados con su contenido de amilosa. (Loaiza y Larrahondo 2017).

La amilosa es un componente del almidón de los cereales que sirve como componente estructural. Está compuesto por una red lineal de unidades de glucosa conectadas por enlaces, y la cantidad de amilosa en el arroz se puede usar para inferir la calidad culinaria del grano. El arroz se divide en cinco grupos según su contenido de amilosa: ceroso (con un porcentaje de 0-5 %), muy bajo (5-1-20 %), bajo (12-1-20 %), intermedio (20-25 %), y alto (más del 25 %). A diferencia de las variedades con alto contenido de amilosa, que producen granos duros y sueltos cuando se cocinan, las variedades con muy bajo contenido de amilosa son

glutinosas o cerosas, que producen granos húmedos y pegajosos cuando se cocinan (Pérez-y Montoya 2009).

La Asociación Americana de Química de Cereales AACC registró un método colorimétrico que se ha utilizado como referencia para calcular el contenido de amilosa en programas de mejoramiento de arroz. La medición del almidón de arroz se realiza mediante el NIRS (Loaiza y Larrahondo 2017).

Los estudios de evaluación del contenido de amilosa revelan que todos los controles y líneas evaluados presentaron perfiles típicos para las variedades de tipo Indica de grano largo que se comercializan actualmente. El contenido promedio de amilosa de las variedades comerciales fue de  $34,5 \pm 1,2$  %, mientras que el promedio de las líneas seleccionadas fue de  $34,0 \pm 1,5$  % (Camacho y Navarro 2020).

En tubérculos como la papa, la batata y la yuca, así como en cereales como el maíz, el trigo y el arroz, el almidón sirve como fuente de energía primaria. Pueden constituir entre el 60 y el 70 % de los sólidos de estas semillas en cereales y pseudocereales como la quinua y el amaranto. Es una molécula grande formada por los dos polisacáridos amilosa y amilopectina, ambos compuestos de monómeros de glucosa y están conectados por  $\alpha$  1-4 enlaces glucosídicos. La relación entre los dos polímeros naturales distingue los almidones de varias fuentes botánicas. La amilosa es un polímero lineal con una estructura helicoidal que se puede crear a partir de 1000 a 10 000 monómeros de glucosa (Benelli *et al.* 2019).

Uno de los factores más cruciales a considerar al evaluar la calidad culinaria del arroz es el contenido de amilosa del almidón. Dada su fuerte correlación con los valores de adhesividad (a mayor amilosa, menor pegajosidad) y consistencia (a mayor amilosa, mayor consistencia), su valor nos proporciona una medida indirecta de la textura del grano cocido e influye en algunas de las características de la cocción del grano (León y Carreres 2002).

Las variedades se pueden clasificar como amilosa baja (7-20 %), intermedia (20-25 %) o alta (>25 %) según la cantidad de amilosa que contengan. Es

extremadamente generalizable entre cosechas para clasificar una variedad en uno de estos grupos. En particular en aquellas naciones, como la nuestra, donde la mayoría de las variedades de arroz son bajas en amilosa, el contenido de proteína también se ha sugerido como un factor crucial en la calidad culinaria y de cocción del arroz. Sin embargo, debido a que las condiciones de crecimiento tienen un impacto tan significativo en el valor de este atributo, su importancia en la evaluación de la calidad de una variedad es limitada y las consideraciones nutricionales son donde realmente brilla (León y Carreres 2002).

Debe tenerse en cuenta que, a pesar de que la cantidad de amilosa en el arroz está relacionada con el grado de agrado sensorial, ésta no afecta la calidad culinaria por cambios en el grano durante el almacenamiento, sino que es una cualidad inherente al arroz. la genética de cada tipo. Fue imposible identificar cambios apreciables en el contenido de amilosa a lo largo del tiempo en cualquiera de las muestras examinadas, incluso después de trece semanas de almacenamiento, en diferentes tipos de arroz con diferentes contenidos de amilosa en el grano. (Araya *et al.* 2022).

## CAPÍTULO III.- METODOLOGÍA.

### 3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación se desarrolló en fase de laboratorio, aplicando estadística inferencial descriptiva.

### 3.2. Operacionalización de variables.

Tipo de variable	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de medición	Instrumentos de medición
Independiente: dos variedades comerciales y dos líneas promisorias de arroz.	Obtención de resultados de la toma de datos en las unidades experimentales.	Líneas y variedad de arroz comercial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dos líneas de arroz</li> <li>• Dos variedades comerciales de arroz</li> </ul>	Cuantitativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datos de comparación</li> </ul>
Dependiente: contenido de amilosa y calidad molinera de dos líneas promisorias y dos variedades comerciales de arroz.	Aumento del porcentaje de calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en líneas de arroz.	Obtención de calidad molinera, contenido de amilosa y proteína.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cáscara (g)</li> <li>• Polvillo (g)</li> <li>• Arroz clasificado (g) o granos enteros y Arrocillo (g) o granos quebrados</li> <li>• Contenido de amilosa (%) y proteínas (%).</li> </ul>	Cuantitativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación directa</li> <li>• Tabla de datos</li> </ul>

### **3.3. Población y muestra de investigación.**

Se pesaron 1000 gramos para proceder a evaluar los datos requeridos.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de medición.**

#### **3.4.1. Técnicas**

##### **3.4.1.1. Ubicación y descripción del campo experimental**

El presente trabajo experimental se desarrolló en el laboratorio de Calidad de Granos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Km. 7 ½ de la vía Babahoyo – Montalvo.

##### **3.4.1.2. Material genético**

En la investigación se utilizaron las variedades de arroz: Boreal, SFL – 11 y dos líneas promisorias PxJ 17 y PxJ 37.

##### **3.4.1.3. Métodos**

Se utilizaron los métodos: Inductivo – deductivo; deductivo - inductivo y experimental.

##### **3.4.1.4. Manejo del ensayo**

El manejo del ensayo se realizó conforme a lo detallado a continuación:

###### **3.4.1.4.1. Obtención de granos de arroz**

Los granos de arroz fueron obtenidos en la zona de Santa Lucía, provincia del Guayas, que fueron cosechadas en la época seca (Diciembre 2022). Se colocaron en fundas de papel cada una de las variedades Boreal, SFL – 11 y las

Líneas promisorias PxJ 17 y PxJ 37, y fueron trasladados al Laboratorio de Calidad de Granos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Técnica de Babahoyo para su análisis.

#### **3.4.1.4.2. Procedimiento**

El procedimiento se realizó para conocer la calidad de semilla y grano, para lo cual se utilizó una balanza donde se pesó 1,200 gramos de cada línea de grano. Para poder determinar las impurezas de los granos primero se prende la limpiadora de impurezas de granos de arroz para luego vaciar las semillas de arroz la cual va a ir eliminando las impurezas que tenga la semilla, este proceso se lo realiza 2 veces con cada muestra.

#### **3.4.1.5. Variables evaluadas**

Para estimar los efectos de los tratamientos, se tomaron los siguientes datos. Cáscara (g), polvillo (g), arroz clasificado (g) o granos enteros, arrocillo (g) o granos quebrados, contenido de amilosa (%) y contenido de proteínas (%), detallados a continuación:

##### **3.4.1.5.1. Cáscara (g)**

Primeramente, se eliminó las impurezas de los granos en las muestras que provienen del campo. Para iniciar el procedimiento, se prendió la limpiadora de impurezas y se vació las semillas de arroz, donde se fueron eliminando las impurezas de la semilla. Este proceso se lo realizó dos veces con cada muestra.

Posteriormente en la semilla limpia, se mide la humedad de la semilla, donde debe estar en un rango de 11-12 % de humedad que fue determinado en el Medidor de humedad GAC2100, el cual se utilizó hasta que se obtenga el porcentaje de humedad de la semilla en su temperatura óptima.

Luego, si las semillas del arroz se pasaron de 12 % de humedad, y se procedió a poner las muestras en la secadora, distribuidas en las 8 bandejas para

luego prenderla y al mismo tiempo se utilizó el temporizador para llevar control del tiempo que van a estar en la secadora el cual dependió de la cantidad de humedad que obtuvieron las semillas.

Una vez que la muestra se secó, se pesaron 1000 gramos para proceder a poner la muestra en el descascarador para sacar la cáscara y dejarla el grano integral.

#### **3.4.1.5.2. Polvillo (g)**

Seguido de aquello, se colocaron los granos de arroz integral en el pulidor de granos, donde se separó el grano o masa blanca y el polvillo.

#### **3.4.1.5.3. Arroz clasificado (g) o granos enteros y Arrocillo (g) o granos quebrados**

Posterior a ello se colocaron los granos de arroz integral en la pulidora donde se obtuvo el grano entero, grano quebrados y polvillo, luego este se procedió a colocarlo en el implemento denominado clasificador o zaranda, donde se separó el grano entero del partido (arrocillo).

Para proceder con el medidor de blancura se escogió una cantidad de granos enteros obtenidos del clasificador, procediéndose a encender el equipo que nos permite observar la panza blanca donde va a parecer una luz de forma de círculo, allí se colocaron los granos de arroz entero esparcidos, donde se observó el arroz cristalino y barriga blanca, los cuales se contaron y se obtuvo el resultado de ellos.

#### **3.4.1.5.4. Contenido de amilosa (%) y proteínas (%)**

Para analizar la cantidad de amilosa y proteína se midió la cantidad de este componente que tienen los granos, donde se escogió las muestras del grano entero y se procedió a colocarlas en el medidor de amilosa y proteína, donde una vez que aparezca el porcentaje se registraron los datos.

### 3.4.2. Instrumentos

#### 3.4.2.1. Tratamientos

Los tratamientos estarán constituidos por las diferentes variedades y líneas promisorias de arroz; descritos en la siguiente tabla.

Tabla 1. Tratamientos estudiados en el ensayo: “Evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz”. FACIAG, 2023.

N°	Variedades y líneas.
T1	Línea promisoría 1 PxJ 17
T2	Línea promisoría 2 PxJ 37
T3	SFL – 11
T4	Boreal

### 3.5. Procesamiento de datos.

#### 3.5.1. Diseño experimental y análisis estadísticos

Se empleó el diseño experimental Completamente al Azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza; utilizando la prueba de significancia de Tukey al 95 % de probabilidad, para las comparaciones de las medias de los tratamientos.

Los datos fueron tabulados mediante el software estadístico Infostat.

#### 3.5.2. Análisis de varianza

El análisis de varianza se desarrolló bajo el siguiente esquema.

Tabla 2. Análisis de varianza, en el ensayo: “Evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz”. FACIAG, 2023.

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	3
Error experimental	12
Total	15

### 3.6. Aspectos éticos

En el contexto de la investigación científica, el plagio consiste en utilizar ideas o contenidos ajenos como si fueran propios. Es plagio, tanto si obedece a un acto deliberado como a un error. La práctica de aspectos éticos, se garantiza de conformidad en lo establecido en el Código de Ética de la UTB.

Para la aprobación de la UIC, se generará un reporte del software anti-plagio, para garantizar la aplicación de aspectos éticos, con los que el estudiante demostrará honestidad académica, principalmente al momento de redactar su trabajo de investigación. Los docentes actuarán de conformidad a lo establecido en el Código de Ética de la UTB, y demostrarán honestidad académica, principalmente al momento de orientar a sus estudiantes en el desarrollo de la UIC.

#### **Artículo 25.- Criterios de Similitud en la Unidad de Integración Curricular. –**

En la aplicación del Software anti-plagio se deberá respetar los siguientes criterios:

**Porcentaje de 0 al 15 %:** Muy baja similitud (TEXTO APROBADO)

**Porcentaje de 16 al 20 %:** Baja similitud (Se comunica al autor para corrección)

**Porcentaje de 21 al 40 %:** Alta similitud (Se comunica al autor para revisión con el tutor y corrección)

**Porcentaje Mayor del 40 %:** Muy Alta Similitud (TEXTO REPROBADO).

## CAPÍTULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1.Resultados

#### 4.1.1. Porcentaje limpio y seco (g)

En la tabla 3 se encuentran los promedios de porcentaje limpio y seco (g). el análisis de varianza no detectó diferencias significativas, reportándose que todas las líneas y variedades obtuvieron 100 % de grano limpio y seco.

Tabla 3. % Limpio y seco (g), en el ensayo: “Evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz”. FACIAG, 2023.

N°	Variedades y líneas.	% Limpio y seco (g)
T1	Línea promisorias 1 PxJ 17	100
T2	Línea promisorias 2 PxJ 37	100
T3	SFL – 11	100
T4	Boreal	100
Promedio general		100
Significancia estadística		Ns
Coeficiente de variación (%)		0,0

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey.  
ns= no significativo  
\*= significativo  
\*\*= altamente significativo

#### 4.1.2. Cáscara (%)

Los promedios de la variable porcentaje de cáscara se muestran en la tabla 4. El análisis de varianza demostró diferencias altamente significativas, el promedio general fue 20,4 % y el coeficiente de variación 3,43 %.

El mayor porcentaje de cáscara correspondió a la variedad SFL-11 con 22,3

%, estadísticamente igual a la variedad Boreal y superiores estadísticamente a las líneas, siendo el menor valor para la línea promisoría 1 PxJ 17 con 19,0 %

Tabla 4. Cáscara (%), en el ensayo: “Evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz”. FACIAG, 2023.

N°	Variedades y líneas.	Cáscara (%)
T1	Línea promisoría 1 PxJ 17	19,0 c
T2	Línea promisoría 2 PxJ 37	19,5 bc
T3	SFL – 11	22,3 a
T4	Boreal	20,9 ab
Promedio general		20,4
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		3,43

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey.

ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.1.3. Integral (%)

El porcentaje integral demuestra, según su análisis de varianza, diferencias altamente significativas, el promedio general fue 79,6 % y el coeficiente de variación 0,88 % (Tabla 5).

La línea promisoría Línea promisoría 1 PxJ 17 con 81,0 %, fue estadísticamente igual a Línea promisoría 2 PxJ 37 con 80,5 % y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, cuyo menor valor es para la variedad SFL-11 con 77,7 %.

Tabla 5. Integral (%), en el ensayo: “Evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz”. FACIAG, 2023.

N°	Variedades y líneas.	Integral (%)
T1	Línea promisoría 1 PxJ 17	81,0 a
T2	Línea promisoría 2 PxJ 37	80,5 ab
T3	SFL – 11	77,7 c
T4	Boreal	79,1 bc
Promedio general		79,6
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		0,88
Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey. ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo		

#### 4.1.4. Clasificado (%)

En la variable grano clasificado, se obtuvo un promedio general de 56,2 % y coeficiente de variación 5,59 %. El análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas, según lo que se observa en la tabla 6.

La línea promisoría 1 PxJ 17 sobresalió en su promedio registrando el mayor valor (64,8 %), estadísticamente igual a la Línea promisoría 2 PxJ 37 (62,6 %) y superiores estadísticamente a las variedades SFL-11 y Boreal.

Tabla 6. Clasificado (%), en el ensayo: “Evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz”. FACIAG, 2023.

N°	Variedades y líneas.	Clasificado (%)
T1	Línea promisoría 1 PxJ 17	64,8 a
T2	Línea promisoría 2 PxJ 37	62,6 a
T3	SFL – 11	55,0 b
T4	Boreal	42,5 c
Promedio general		56,2
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		5,59

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey.

ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.1.5. Arrocillo (%)

Los promedios de porcentaje de arrocillo se observan en la tabla 7. El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas, el promedio general fue 15,7 % y el coeficiente de variación 6,00 %.

El mayor porcentaje de arrocillo lo registró la línea Boreal con 27,9 %, superior estadísticamente a los demás tratamientos, cuyo menor valor fue para la Línea promisoría 1 PxJ 17 con 8,9 %.

Tabla 7. Arrocillo (%), en el ensayo: “Evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz”. FACIAG, 2023.

N°	Variedades y líneas.	Arrocillo (%)
T1	Línea promisoría 1 PxJ 17	8,9 c
T2	Línea promisoría 2 PxJ 37	10,1 c
T3	SFL – 11	15,9 b
T4	Boreal	27,9 a
Promedio general		15,7
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		6,00

Valores originales transformados a  $\sqrt{x + 1}$   
 Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey.  
 ns= no significativo  
 \*= significativo  
 \*\*= altamente significativo

#### 4.1.6. Polvillo (%)

En lo referente al porcentaje de polvillo, se observó que la variedad Boreal presentó 8,7 % de polvillo y la variedad SFL-11 6,8 %.

No se registraron diferencias significativas en los tratamientos estudiados y el coeficiente de variación fue 5,29 %, según la tabla 8.

Tabla 8. Polvillo (%), en el ensayo: “Evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz”. FACIAG, 2023.

N°	Variedades y líneas.	Polvillo (%)
T1	Línea promisoría 1 PxJ 17	7,3
T2	Línea promisoría 2 PxJ 37	7,9
T3	SFL – 11	6,8
T4	Boreal	8,7
Promedio general		7,7
Significancia estadística		ns
Coeficiente de variación (%)		5,29

Valores originales transformados a  $\sqrt{x + 1}$   
 Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey.  
 ns= no significativo  
 \*= significativo  
 \*\*= altamente significativo

#### 4.1.7. Panza blanca

En la variable panza blanca se reportó diferencias significativas, el promedio general fue 6,6 y el coeficiente de variación 2,14 %.

El mayor promedio se obtuvo en la Línea promisoría 2 PxJ 37 con 13,3, estadísticamente igual a la Línea promisoría 1 PxJ 17 con 8,0 y superiores estadísticamente a las variedades SFL-11 y Boreal.

Tabla 9. Panza blanca, en el ensayo: “Evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz”. FACIAG, 2023.

N°	Variedades y líneas.	Panza blanca
T1	Línea promisoría 1 PxJ 17	8,0 ab
T2	Línea promisoría 2 PxJ 37	13,3 a
T3	SFL – 11	3,5 b
T4	Boreal	1,5 b
Promedio general		6,6
Significancia estadística		*
Coeficiente de variación (%)		2,14

Valores originales transformados a *arc – seno*  
 Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey.  
 ns= no significativo  
 \*= significativo  
 \*\*= altamente significativo

#### 4.1.8. Contenido de proteínas (%)

En lo que respecta a contenido de proteínas, el mayor promedio lo obtuvo la Línea promisoría 2 PxJ 37 con 8,3 %, estadísticamente superior a la Línea promisoría 1 PxJ 17, y a la variedad Boreal y superiores estadísticamente a la variedad SFL-11 con 8,0 %.

El análisis de varianza reportó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 0,54 %.

Tabla 10. Contenido de proteínas (%), en el ensayo: “Evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz”. FACIAG, 2023.

N°	Variedades y líneas.	Contenido de proteínas (%)
T1	Línea promisoría 1 PxJ 17	8,2 ab
T2	Línea promisoría 2 PxJ 37	8,3 a
T3	SFL – 11	8,0 b
T4	Boreal	8,2 a
Promedio general		8,2
Significancia estadística		*
Coeficiente de variación (%)		0,54

Valores originales transformados a  $\sqrt{x + 1}$   
 Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey.  
 ns= no significativo  
 \*= significativo  
 \*\*= altamente significativo

#### 4.1.9. Contenido de amilosa (%)

En la tabla 11, se presentan los promedios del contenido de amilosa, donde no existió diferencias significativas según la prueba de Tukey, el promedio general fue 23,2 % y el coeficiente de variación 6,09 %.

La variedad SFL-11 mostró 25,9 % de amilosa y la Línea promisoría 1 PxJ 17 el menor valor 21,1 %.

Tabla 11. Contenido de amilosa (%), en el ensayo: “Evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz”. FACIAG, 2023.

N°	Variedades y líneas.	Contenido de amilosa (%)
T1	Línea promisoría 1 PxJ 17	21,1
T2	Línea promisoría 2 PxJ 37	24,8
T3	SFL – 11	25,9
T4	Boreal	21,2
Promedio general		23,2
Significancia estadística		ns
Coeficiente de variación (%)		6,09

Valores originales transformados a  $\sqrt{x + 1}$   
 Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey.  
 ns= no significativo  
 \*= significativo  
 \*\*= altamente significativo

#### 4.1.10. Autovalores

En la tabla 12, se presentan los autovalores, la proporción distribuida y la proporción acumulada, donde se demuestra que las tres primeras variables, cáscara, integral y clasificado presentaron valores de proporción distribuida 0,54; 0,37 y 0,09, respectivamente. Estas tres variables representan el 100 % de variación.

Tabla 12. Autovalores, proporción distribuida y acumulada, en el ensayo: “Evaluación del contenido de amilosa y calidad molinera de líneas promisorias y variedades comerciales de arroz”. FACIAG, 2023.

Variables	Autovalores	Proporción distribuida	Proporción acumulada
Cáscara (%)	4,29	0,54	0,54
Integral (%)	2,98	0,37	0,91
Clasificado (%)	0,73	0,09	1,00
Arrocillo (%)	0,00	0,00	1,00
Polvillo (%)	0,00	0,00	1,00
Panza blanca (%)	0,00	0,00	1,00
Contenido de proteínas (%)	0,00	0,00	1,00
Contenido de amilosa (%)	0,00	0,00	1,00

#### 4.1.11. Análisis de los componentes principales

En el gráfico 1, se observa la correlación existente entre cada una de las variables estudiadas., donde se observó lo más evidente entre contenido de proteínas, integral, panza blanca y clasificado

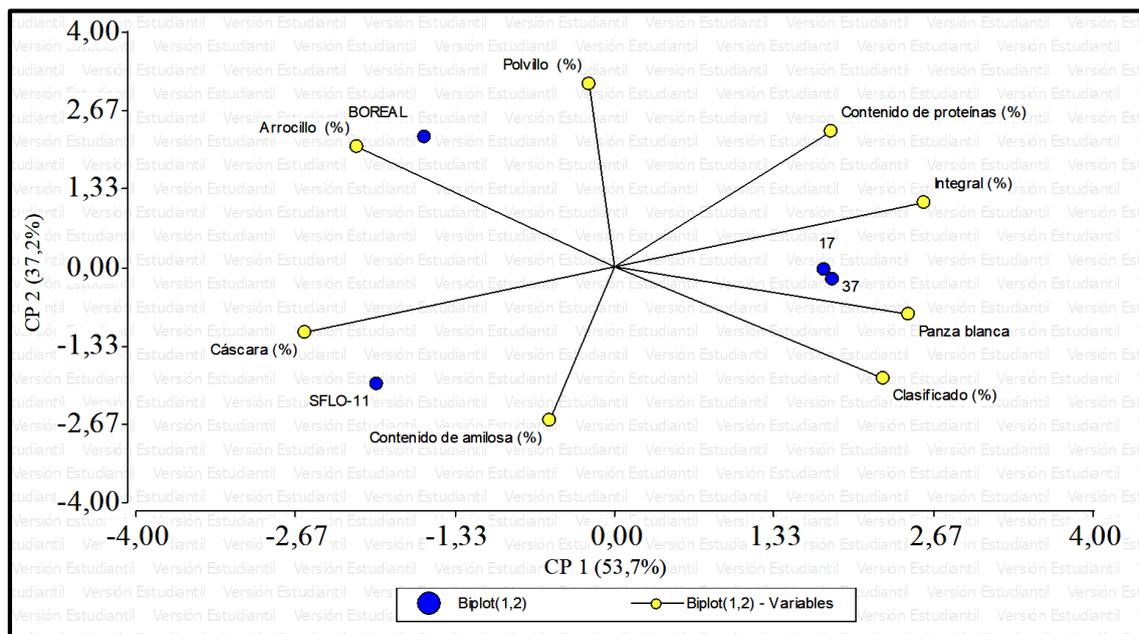


Gráfico 1. Correlación

#### 4.1.12. Análisis de conglomerados

En relación a los resultados de este análisis se observó que la agrupación de los tratamientos que presentaron similitud entre las diferentes características estudiadas en la clase I, las variedades SFL-11 y Boreal; y la clase II corresponde a las líneas promisorias 1 PxJ 17 y Línea promisorias 2 PxJ 37.

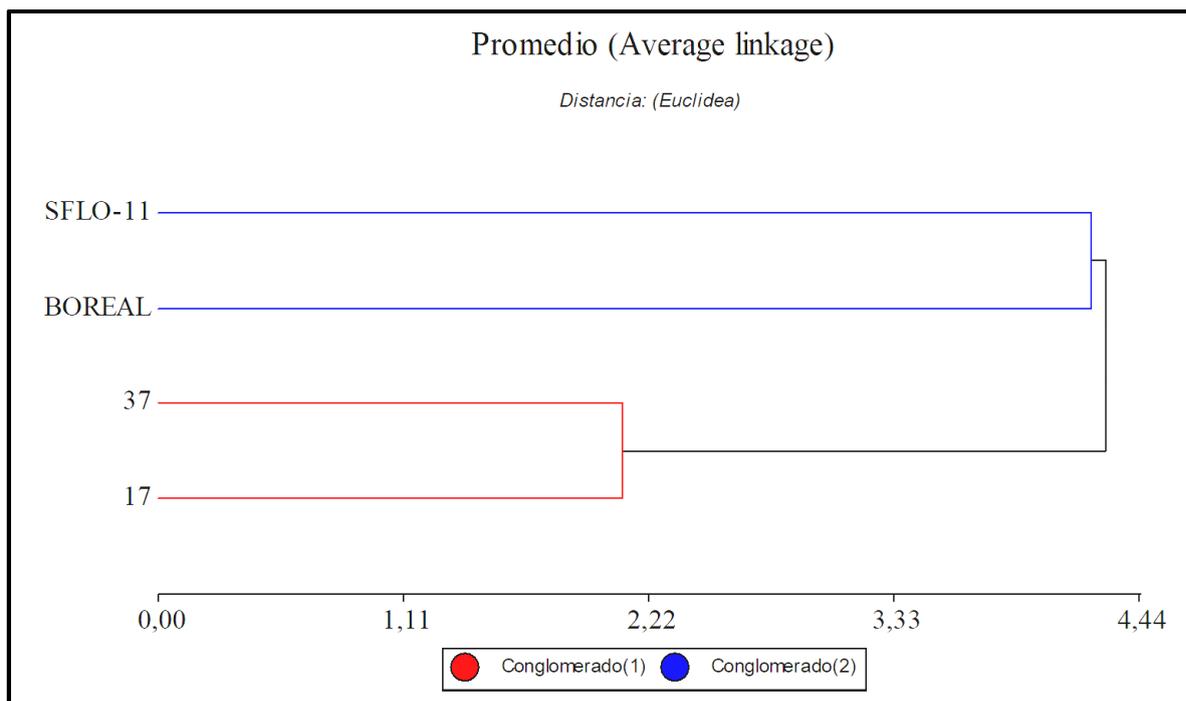


Gráfico 2. Análisis de conglomerados

#### 4.1.13. Análisis de la variabilidad relativa (%) para la selección de líneas sobresalientes a través de la variable rendimiento de granos clasificados.

El análisis de variabilidad relativa (%), fue utilizado para la selección de las líneas o variedades con mejor rendimiento por planta, dentro de los cuales se consideró el valor superior (arriba del promedio) del rendimiento de granos clasificados y los valores más bajos (abajo del promedio) de la variabilidad relativa. Los valores ubicados en la cuadrícula inferior derecha, fueron las líneas seleccionadas promisorias 1 PxJ 17 y 2 PxJ 37. Estas presentaron mayores rendimientos de granos clasificados con valores que oscilan entre 62 y 65 % y la variabilidad relativa (%) entre 0,89 y 1,0.

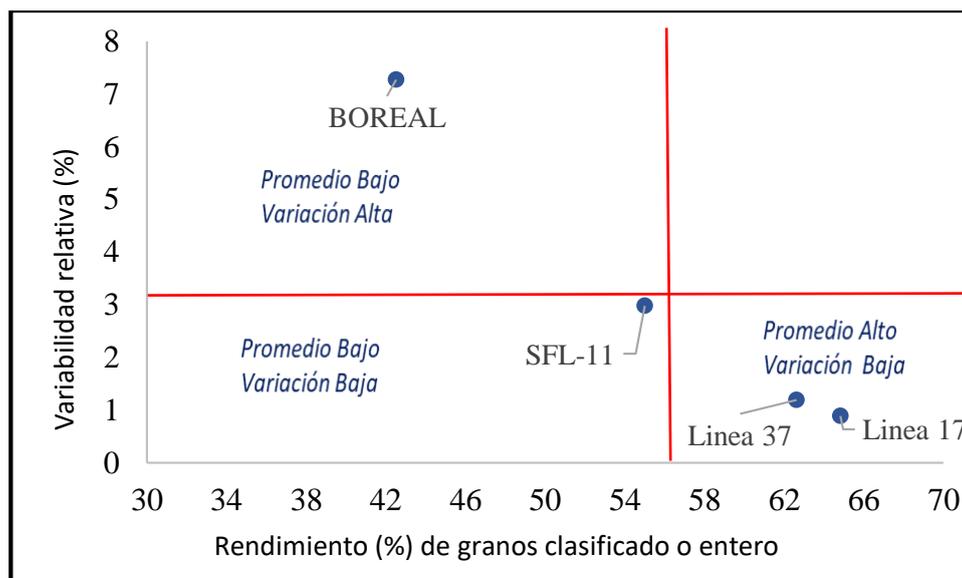


Gráfico 3. Análisis de la variabilidad (%)

#### 4.2. Discusión

La calidad molinera presento mayores valores en las variedades, donde la cáscara generalmente representa el valor referencial para que exista mayor rendimiento; es decir a menor cáscara mayor producción, ya que Carreres (1997) señala que es necesario conocer la estructura y composición del grano es necesario para comprender las propiedades fisicoquímicas y bioquímicas del grano de arroz durante los procesos de preparación y cocción. El grano de arroz está formado por la cáscara y la cariósipide, que en conjunto constituyen alrededor del 80 % del peso del arroz con cáscara. Los porcentajes de las fracciones, en promedio, arrojan un rendimiento total del 70 %: cáscara (20 %), salvado (5 %), cilindro (2 %) y germen (3 %). La púa, que es la más pequeña, y la lemma, que recubre la porción ventral y protege al germen, se unen para formar la concha.

En el contenido de amilosa se observó que tanto las líneas como variedades obtuvieron un contenido intermedio de acuerdo a la clasificación por grupos, lo que reporta Pérez-y Montoya (2009) que el almidón de cereales contiene un componente de amilosa que actúa como elemento estructural. La cantidad de amilosa en el arroz se puede utilizar para determinar la calidad culinaria del grano. Está formado por una red lineal de unidades de glucosa

conectadas por enlaces. Según su contenido de amilosa, el arroz se clasifica en cinco grupos: ceroso (con un porcentaje de 0-5 %), muy bajo (5-12 %), bajo (12-18 %), intermedio (18-25 %) y alto (más del 25 %). Las variedades con muy bajo contenido de amilosa son glutinosas o cerosas y, en contraste con las variedades con alto contenido de amilosa, que producen granos duros y sueltos cuando se cocinan, producen granos húmedos y pegajosos.

## **CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **5.1. Conclusiones**

Las conclusiones planteadas determinan que:

- Todas las líneas y variedades obtuvieron granos limpios y secos.
- El mayor porcentaje de cáscara correspondió a las variedades SFL-11 y Boreal.
- La Línea promisoría 1 PxJ 17 obtuvo mayor porcentaje de grano integral y clasificado, mientras que la Línea promisoría 2 PxJ 37 alcanzó mayores valores para panza blanca y alto contenido de proteínas.
- La variedad Boreal obtuvo mayores valores porcentajes de arrocillo y polvillo.
- El contenido de amilosa se encontró en mayor porcentaje en la variedad SFL-11.

### **5.2. Recomendaciones**

- Sembrar las líneas promisorias 1 PxJ 17 y 2 PxJ 37 y variedades SFL-11 y Boreal bajo otras condiciones agroecológicas para replicar el ensayo y comparar resultados.
- Continuar investigaciones para determinar la calidad molinera y porcentaje de amilosa en el cultivo de arroz.
- Capacitar a los productores arroceros los beneficios de introducir al mercado nuevas líneas de arroz.

## REFERENCIAS

- Álvarez-Parra, R., García-Mendoza, P., Reyes-Ramone, E., Acevedo-Barona, M., Torres-Angarita, O. 2020. Efecto de la humedad de cosecha sobre la calidad del grano en arroz (*Oryza Sativa* L.).
- Araya-Morice, A., Mora-Norori, A. L., Cubero-Castillo, E., Azofeifa, A., & Araya-Quesada, Y. 2022. Caracterización físico-química y sensorial de dos variedades de arroz (*Oryza sativa*) durante el proceso de añejado en silo. *Agronomy Mesoamerican*, 51586-51586. Disponible en <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v33nspe1/1659-1321-am-33-spe1-00007.pdf>
- Barrera, J. 2020. Del Cultivo Tradicional a la Cadena Agroindustrial del Arroz (*Oryza sativa* L.) en el Departamento de Casanare. *Alimentos Hoy*, 27(48), 66-88.
- Benelli, F., Gianna, V., & Calandri, E. 2019. Determinación de amilosa en almidones mediante el método amperométrico. *REVISTA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES*, 6(1), 8. Disponible en [file:///C:/Users/DELL/Downloads/gbernardello,+Journal+manager,+01-16779-68665-1-CE\\_v2.pdf](file:///C:/Users/DELL/Downloads/gbernardello,+Journal+manager,+01-16779-68665-1-CE_v2.pdf)
- Camacho Montero, J. R., & Navarro Ovaros, J. S. 2020. Selección de líneas promisorias de arroz a partir de generaciones avanzadas. *Alcances Tecnológicos*, (1), 40. Disponible en [http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/2019/REVISTA\\_ALCANCES\\_TECNOLOGICOS\\_2020\\_ap\\_vf\\_comp\\_ed.pdf#page=41](http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/2019/REVISTA_ALCANCES_TECNOLOGICOS_2020_ap_vf_comp_ed.pdf#page=41)
- Carreres, R. 1997. Calidad del arroz. *Cultivo del arroz en clima mediterráneo*, 203-213. Disponible en [https://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/8451/1997\\_Carreres\\_Calidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/8451/1997_Carreres_Calidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Chemás Celis, J., & Vargas González, Y. C. 2021. La importancia de la estrategia de comunicación del producto arroz para la generación Centennials de Bogotá (Master's thesis, Maestría en Mercadeo Global-Virtual). Disponible en <https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/11255/ChemásJuliana2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Cobos Mora, F., Gómez Villalva, J., Hasang Moran, E., Medina Litardo, R. 2020. Sostenibilidad del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de daule, provincia del Guayas, Ecuador. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 5(4), 1-16.
- De Bernardi, L. A. 2017. Perfil del mercado de arroz. Pags 1 – 18.
- Fontenla, F. J. (2018). Evaluación del rendimiento y la calidad en líneas mejoradas de arroz tipo comercial largo ancho y proteico (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata). Disponible en [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/70672/Documento\\_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/70672/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- León, J. L., & Carreres, R. 2002. Calidad del arroz: criterios para una adecuada valoración. *Vida rural*, (145), 38-40. Disponible en [https://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/8469/2002\\_Le%c3%b3n\\_Calidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/8469/2002_Le%c3%b3n_Calidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Loaiza, J., Larrahondo, J. 2017. Evaluación del contenido de amilosa en arroz mediante espectroscopia de infrarrojo cercano-NIRS. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 67(1), 56-61. Disponible en [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222017000100008&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222017000100008&lng=es&tlng=es).
- Márquez Ávila, Á. 2021. El consumo de arroz crece en España y en el mundo. *Distribución y consumo*, 1, 114. Disponible en [https://www.mercasa.es/wp-content/uploads/2022/10/14\\_El-consumo-de-arroz-crece.pdf](https://www.mercasa.es/wp-content/uploads/2022/10/14_El-consumo-de-arroz-crece.pdf)
- Martínez, C., Cuevas F. 1989. Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Serie 04SR-07.01. 3ra Ed. Cali, Colombia.
- Mendoza Avilés, Henry Emilio, Loo Bruno, Ángela Cristina, & Vilema Escudero, Segundo Fabián. 2019. Rice and its importance in rural entrepreneurships of agricultural bussiness as a local development mechanism of samborondón. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(1), 324-330. Epub 02 de marzo de 2019. Recuperado en 01 de mayo de 2023, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202019000100324&lng=es&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000100324&lng=es&tlng=en).
- Mora Zambrano, A. P., Pérez Romero, J. M., & Guzmán, V. 2019. Calidad

- Nutricional del Arroz en sus diversos procesos de transformación (Doctoral dissertation, ESPOL, FCV.). Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/51721/1/T-109997.pdf>
- Pereyra, F., & Cambra, M. 2018. Obtención y caracterización de almidón químicamente modificado de arroz. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1-12. Disponible en [http://economicas.bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/13332/27-agroalimentos-pereyra-florencia-uner.pdf](http://economicas.bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/13332/27-agroalimentos-pereyra-florencia-uner.pdf)
- Pérez-Almeida, Iris, Montoya Aramburu, María A. 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.
- Pighín, A. F., & De Landeta, M. C. 2019. Contenido de minerales en arroces y productos industriales elaborados a base de arroz. *Diaeta*, 37(167), 30-40. Disponible en <http://www.scielo.org.ar/pdf/diaeta/v37n167/v37n167a04.pdf>
- Ramírez Ascheri, Diego Palmiro, Dias Pereira, Luciane., Zaczuk Bassinello, Priscila., Piler Carvalho, Carlos Wanderlei., Ramírez Ascheri, José Luís. 2009. Calidad del arroz de tierras altas en función del tiempo de cocción y del cultivar de arroz. *Scientia Agraria*, 11(2), 163-173.

## ANEXOS

### Análisis estadísticos

#### % Limpio y seco (g)

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
% Limpio y seco (g) 16 sd sd 0,00

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor  
Modelo 0,00 3 0,00 sd sd  
TRATAMIENTOS 0,00 3 0,00 sd sd  
Error 0,00 12 0,00  
Total 0,00 15

#### Cáscara (%)

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Cáscara (%) 16 0,82 0,77 3,43

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor  
Modelo 25,87 3 8,62 17,64 0,0001  
TRATAMIENTOS 25,87 3 8,62 17,64 0,0001  
Error 5,87 12 0,49  
Total 31,74 15

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,46782

Error: 0,4889 gl: 12

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

T3 22,29 4 0,35 A  
T4 20,86 4 0,35 A B  
T2 19,46 4 0,35 B C  
T1 19,05 4 0,35 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### Integral (%)

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Integral (%) 16 0,82 0,77 0,88

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor  
Modelo 25,87 3 8,62 17,64 0,0001  
TRATAMIENTOS 25,87 3 8,62 17,64 0,0001  
Error 5,87 12 0,49  
Total 31,74 15

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,46782

Error: 0,4889 gl: 12

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

T1 80,95 4 0,35 A  
T2 80,54 4 0,35 A B  
T4 79,15 4 0,35 B C  
T3 77,72 4 0,35 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Clasificado (%)

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Clasificado (%) 16 0,91 0,89 5,59

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	1215,22	3	405,07	41,04	<0,0001
TRATAMIENTOS	1215,22	3	405,07	41,04	<0,0001
Error	118,45	12	9,87		
Total	1333,67	15			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,59558**

Error: 9,8706 gl: 12

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

T1	64,81	4	1,57	A
T2	62,62	4	1,57	A
T3	54,99	4	1,57	B
T4	42,53	4	1,57	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Arrocillo (%)TRANSFORMADO A RAIZ X+1

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Arrocillo (%) 16 0,95 0,93 6,00

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	12,28	3	4,09	71,73	<0,0001
TRATAMIENTOS	12,28	3	4,09	71,73	<0,0001
Error	0,68	12	0,06		
Total	12,96	15			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,50146**

Error: 0,0571 gl: 12

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

T4	5,36	4	0,12	A
T3	4,11	4	0,12	B
T2	3,32	4	0,12	C
T1	3,14	4	0,12	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Polvillo (%)TRANSFORMADO A RAIZ X+1

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Polvillo (%) 16 0,43 0,29 5,29

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	0,22	3	0,07	3,06	0,0692
TRATAMIENTOS	0,22	3	0,07	3,06	0,0692
Error	0,29	12	0,02		
Total	0,51	15			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,32633**

Error: 0,0242 gl: 12

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

T4	3,11	4	0,08	A
T2	2,98	4	0,08	A

T1	2,88	4	0,08	A
T3	2,80	4	0,08	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Panza blanca TRANSFORMADO A ARCOSENO X

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Panza blanca	16	0,72	0,65	2,14

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,03	3	0,01	10,49	0,0011
TRATAMIENTOS	0,03	3	0,01	10,49	0,0011
Error	0,01	12	1,0E-03		
Total	0,05	15			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06769

Error: 0,0010 gl: 12

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

T4	1,56	4	0,02	A
T3	1,54	4	0,02	A
T1	1,49	4	0,02	A B
T2	1,44	4	0,02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Contenido de proteínas (%)TRANSFORMADO A RAIZ X+1

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Contenido de proteínas (%)..	16	0,59	0,49	0,54

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,7E-03	3	1,6E-03	5,82	0,0108
TRATAMIENTOS	4,7E-03	3	1,6E-03	5,82	0,0108
Error	3,2E-03	12	2,7E-04		
Total	0,01	15			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03455

Error: 0,0003 gl: 12

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

T2	3,04	4	0,01	A
T4	3,03	4	0,01	A
T1	3,03	4	0,01	A B
T3	3,00	4	0,01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Contenido de amilosa (%)TRANSFORMADO A RAIZ X+1

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Contenido de amilosa (%)	16	0,41	0,27	6,09

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,76	3	0,25	2,83	0,0831
TRATAMIENTOS	0,76	3	0,25	2,83	0,0831
Error	1,07	12	0,09		
Total	1,83	15			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,62805**

Error: 0,0895 gl: 12

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

T3	5,18	4	0,15	A
T2	5,07	4	0,15	A
T4	4,70	4	0,15	A
T1	4,69	4	0,15	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## **Análisis de componentes principales**

Datos estandarizados

Casos leídos 16

Casos omitidos 0

## **Variables de clasificación**

Lineas

### **Autovalores**

Lambda Valor Proporción Prop Acum

1	4,29	0,54	0,54
2	2,98	0,37	0,91
3	0,73	0,09	1,00
4	0,00	0,00	1,00
5	0,00	0,00	1,00
6	0,00	0,00	1,00
7	0,00	0,00	1,00
8	0,00	0,00	1,00

### **Autovectores**

<u>Variables</u>	<u>e1</u>	<u>e2</u>
Cáscara (%)	-0,45	-0,19
Integral (%)	0,45	0,19
Clasificado (%)	0,39	-0,33
Arrocillo (%)	-0,38	0,36
Polvillo (%)	-0,04	0,55
Panza blanca	0,43	-0,14
Contenido de proteínas (%)..	0,32	0,41
<u>Contenido de amilosa (%)</u>	<u>-0,09</u>	<u>-0,45</u>

Correlación cofenética= 0,999

## Fotografías



Gráfico 4. Limpiando impurezas de los granos de arroz



Gráfico 5. Descascarando el arroz



Gráfico 6. Secando las muestras



Gráfico 7. Proceso de medición de temperatura



Gráfico 8. Limpiador de impurezas de los granos de arroz.



Gráfico 9. Proceso de medición de temperatura.



Gráfico 10. Secadora de muestras de arroz



Gráfico 11. Descascarador de arroz Paddy seco.



Gráfico 12. Pulidor de arroz.



Gráfico 13. Zaranda.



Gráfico 14. Lámpara lupa



Gráfico 15. Proceso de medición del contenido de amilasa, proteínas y humedad.



Gráfico 16. Cálculo de porcentaje de panza blanca



Gráfico 17. Líneas evaluadas



Gráfico 18. Líneas a evaluarse