



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



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

TESIS DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

“Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (*Oryza* sp.), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”.

AUTORA:

Lady Lisseth Rocafuerte Guamanzara

TUTOR:

Ing. Agr. Oscar Wellington Mora Castro, MAE.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2023

CONTENIDO

RESUMEN	vi
SUMMARY	vii
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.....	3
1.4.1. Objetivo general.	3
1.4.2. Objetivos específicos.	3
1.5. Hipótesis.	4
CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes.	5
2.2. Bases teóricas.....	7
2.2.1. Importancia del cultivo de arroz.....	7
2.2.2. Calidad molinera	9
2.2.3. Contenido de amilosa.....	18
2.2.4. Contenido de proteína.....	21
CAPÍTULO III.- METODOLOGÍA.....	24
3.1. Tipo y diseño de investigación – líneas de investigación.....	24
Tipo de investigación	24
Líneas de investigación.....	24
3.2. Operacionalización de variables.....	24
3.3. Población y muestra de investigación.	25
3.4. Técnicas e instrumentos de medición.	26
3.4.1. Técnicas.....	26
3.4.2. Instrumentos	29
3.5. Procesamiento de datos.....	30
3.6. Aspectos éticos.....	32
CAPÍTULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
4.1. Resultados	34
4.1.1. Cáscara (%).....	34
4.1.2. Integral (%).....	34

4.1.3.	Clasificado (%)	36
4.1.4.	Arrocillo (%)	37
4.1.5.	Polvillo (%)	38
4.1.6.	Panza blanca (%)	39
4.1.7.	Contenido de proteínas (%)	40
4.1.8.	Contenido de amilosa (%).....	41
4.1.9.	Análisis de los componentes principales.....	42
	Autovalores	43
4.1.10.	Análisis de conglomerados.....	44
4.1.11.	Análisis de la variabilidad relativa (%) para la selección de línea sobresalientes a través de la variable rendimiento de granos clasificados.	45
4.1.12.	Análisis de la estadística descriptiva	46
4.2.	Discusión	48
	CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	50
5.1.	Conclusiones	50
5.2.	Recomendaciones	50
	REFERENCIAS	52
	ANEXOS.....	58
	Análisis de varianza	58
	Fotografías.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos estudiados, en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (<i>Oryza</i> sp.), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.	29
Tabla 2. Análisis de varianza, en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (<i>Oryza</i> sp.), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.	30
Tabla 3. Cáscara (%), en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (<i>Oryza</i> sp.), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.	35
Tabla 4. Integral (%), en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (<i>Oryza</i> sp.), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.	36
Tabla 5. Clasificado (%), en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (<i>Oryza</i> sp.), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.	37
Tabla 6. Arrocillo (%), en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (<i>Oryza</i> sp.), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.	38
Tabla 7. Polvillo (%), en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (<i>Oryza</i> sp.), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.	39
Tabla 8. Panza blanca (%), en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (<i>Oryza</i> sp.), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.	40
Tabla 9. Contenido de proteínas (%), en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (<i>Oryza</i> sp.), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.	41
Tabla 10. Contenido de amilosa (%), en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (<i>Oryza</i> sp.), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.	42
Tabla 11. Análisis de autovalores, en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (<i>Oryza</i> sp.), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Operacionalización de las variables, en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (<i>Oryza</i> sp.), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.	25
Cuadro 2. Análisis de la estadística descriptiva, en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (<i>Oryza</i> sp.), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.	47

RESUMEN

El trabajo experimental se realizó en el Laboratorio de Calidad de Granos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicado en el km 7,5 de la vía Babahoyo-Montalvo. Los objetivos planteados fueron: determinar la calidad molinera de cuatro líneas promisorias de arroz en muestras provenientes de la zona de Daule; identificar el contenido de amilosa y proteína de cuatro líneas promisorias de arroz en muestras provenientes de la zona de Daule y seleccionar las líneas de mejor calidad molineras y mejores contenidos de amilosa y proteína. En el estudio se evaluó la calidad de molienda, contenido de amilosa utilizando las líneas promisorias de arroz PxJ-7, PxJ-17, PxJ-37 y PxJ-38, y como control se utilizó la variedad comercial SFL-11. En cuanto a los resultados, en lo referente a la variable porcentaje de cáscara el mayor valor correspondió a la línea promisorias PxJ – 37, en tanto que, para el porcentaje de integral fue la línea PxJ – 7, el porcentaje de granos clasificados, la variedad SFL-11 superó a las líneas estudiadas. Las variables arrocillo (%), polvillo(%), contenido de proteínas(%) se presentaron en mayor porcentaje en la línea PxJ – 7. En lo que respecta a la variable panza blanca, la línea PxJ – 17 superó los promedios y la línea PxJ – 38 presentó mayor contenido de amilosa (32,1 %). La línea 38 y la variedad comercial SFL11 fueron de mayor rendimiento de granos clasificados y menor variabilidad relativa (%). El análisis de Conglomerados discriminó en la Clase a la Variedad SFL 11 y agrupó en la clase II a las cuatro líneas promisorias.

Palabras claves: líneas promisorias, arroz, genética, calidad de grano, amilosa.

SUMMARY

The experimental work conducted in the Grain Quality Laboratory of the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo, located at km 7.5 of the Babahoyo-Montalvo Road. The objectives were: to determine the milling quality of four promising lines of rice in samples from the Daule area; identify the amylose and protein content of four promising rice lines and select the best milling quality lines and to identify the best amylose and protein content lines. The study evaluated the quality of milling, amylose content using the promising rice lines PxJ-7, PxJ-17, PxJ-37 and PxJ-38, and the commercial variety SFL-11 was used as a control. Regarding the results, in relation to the variable percentage of shell the highest value corresponded to the promising line PxJ - 37, while, for the percentage of integral was the line PxJ - 7, the percentage of classified grains, the variety SFL-11 exceeded the lines studied. The variables rice (%), dust (%), protein content (%) were presented in a higher percentage in the line PxJ – 7. Regarding the white belly variable, the PxJ – 17 line exceeded the averages and the PxJ – 38 line had a higher amylose content (32.1 %). Line 38 and the commercial variety SFL11 had higher yields of classified grains and lower relative variability (%). The analysis of Conglomerates discriminated in Class I to the variety SFL 11 and grouped in Class II to the four promising lines.

Key words: promising lines, rice, genetics, grain quality, amylose.

CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN.

1.1. Contextualización de la situación problemática

El arroz (*Oryza sativa* L.), es el segundo cereal más popular del mundo (después del trigo) y uno de los cultivos más importantes del mundo. Se puede cultivar en climas templados y mediterráneos, así como en regiones subtropicales húmedas. Sin embargo, la mayor parte de la producción mundial se concentra en climas tropicales húmedos. Desde los 35° de latitud sur hasta los 49-50° de latitud norte, se practica la agricultura. Hasta los 2.500 metros sobre el nivel del mar se puede cultivar arroz (Jiménez 2021).

La cantidad de grano que aún está entero o tres cuartas partes de su tamaño original después de haber sido sometido al proceso de descascarillado y pulido se utiliza para definir la calidad de la molienda. El grado del arroz elaborado en términos de rendimiento y calidad del molino está influenciado en gran medida por el calibre del arroz con cáscara y no depende únicamente del tipo o condición del equipo o la habilidad del operador (Hernández *et al.* 2021).

La estructura del almidón también influye en la rapidez con la que se descomponen los diferentes alimentos ricos en almidón. Aunque se cree que el contenido de amilosa por sí solo no puede predecir qué tan rápido se digerirá el arroz, los granos de arroz con alto contenido de amilosa se digieren más lentamente (Guadamuz 2019).

Se ha demostrado que el arroz no contiene colesterol contrastando el arroz crudo, el cocido y el integral. Cuando se comparan el arroz blanco y el integral cocidos, las diferencias en el contenido de proteínas, carbohidratos y lípidos totales son solo marginalmente diferentes (Paredes *et al.* 2021).

Por ello, la presente investigación versó sobre: Determinación de la calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en arroz (*Oryza sp.*), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas.

1.2. Planteamiento del problema

El arroz es uno de los principales productos de consumo; sin embargo, su producción se ha visto afectada por su bajo rendimiento y por su calidad, que son factores que repercuten en la economía de los productores.

Generalmente existen líneas que presentan baja calidad molinera lo que influye al momento de sacar al mercado el producto, ligado a ello que no compran a un valor adecuado la cosecha.

Además, la baja concentración de amilosa repercute para el consumo de arroz en las personas, siendo esto un problema persistente en la población.

1.3. Justificación.

El arroz por ser un producto de alta demanda, debe de obtener buenos

rendimientos, calidad molinera y concentración de amilosa para que día a día aumente su consumo a nivel nacional, regional y local.

Además, esto es imprescindible para que los agricultores aumenten su productividad y por consiguiente sus ingresos económicos, destacándose por ello las investigaciones sobre líneas y variedades de arroz para buscar alternativas de semillas que beneficien a los productores.

1.4. Objetivos de investigación.

1.4.1. Objetivo general.

Determinar la calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en arroz, cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Determinar la calidad molinera de cuatro líneas promisorias de arroz en muestras provenientes de la zona de Daule.
- Identificar el contenido de amilosa y proteína de cuatro líneas promisorias de arroz en muestras provenientes de la zona de Daule.
- Seleccionar las líneas de mejor calidad molineras y mejores contenidos de amilosa y proteína.

1.5. Hipótesis.

Ho= La calidad molinera, contenido de amilosa y proteína, cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas, no es superior en las cuatro líneas promisorias de arroz.

Ha= La calidad molinera, contenido de amilosa y proteína, cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas es superior por lo menos en una de las cuatro líneas promisorias de arroz.

CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes.

El arroz (*Oryza sativa* L.) es el segundo cereal más popular del mundo después del trigo, el arroz es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial. Se puede cultivar en climas templados y mediterráneos, así como en regiones subtropicales húmedas. Sin embargo, la mayor parte de la producción mundial se concentra en climas tropicales húmedos (Buelvas 2021).

Más de un tercio de la población mundial, particularmente en Asia, depende de la semilla debidamente procesada de una hierba llamada arroz. Por sus cualidades nutritivas, bajo costo y capacidad para inducir saciedad, así como por su sencillez y versatilidad en la preparación culinaria, los cereales son un alimento básico en la dieta diaria de familias de todos los niveles socioeconómicos (Figueroa 2019).

El bajo costo y los beneficios nutricionales de este pasto lo convierten en una parte esencial de la seguridad alimentaria de muchas 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 la gastronomía de muchos países. Otras características de esta hierba son 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).

Los tipos tradicionales de índica cultivados en los trópicos tienen mayor altura, macollamiento denso, hojas largas, inclinadas, de color verde pálido, tamaño de grano medio a largo y contenido de amilosa medio a alto, lo que lo hace seco, suave y ligeramente desintegrado cuando se cocina (Parrales 2020).

El desarrollo agroindustrial se ve obstaculizado por problemas como la falta de inversión, modernización y comercialización. La producción de arroz es la principal actividad industrial y agrícola en varios cantones de la provincia del Guayas, y los molinos suelen ser la única maquinaria pesada disponible para procesar el recurso (Mendoza *et al.* 2019).

El arroz cosechado del campo es entero y se denomina "arroz con cáscara" o arroz "paddy" porque tiene una capa exterior de material fibroso no comestible conocido como cáscara (glumas y glumas). El arroz integral, también conocido como arroz cargo, es arroz al que se le ha quitado la cáscara pero ha conservado el pericarpio (salvado) y el germen. Después de pulir, resulta el arroz blanco. El arroz no se produce para alimentación animal como otros cereales; sólo se produce para el consumo humano (Loubes y Tolaba 2013).

Los tipos de arroz destinados a uso agroindustrial deben ser de alta calidad de molienda, lo que significa que deben asegurar la obtención del mayor porcentaje de granos enteros. Dado que los granos de arroz están sujetos a fuertes fuerzas durante el descascarillado y el pulido, lo que hace que los que son estructuralmente más débiles se rompan, estas son las etapas del procesamiento del arroz que son más cruciales para determinar su calidad (Rangel *et al.* 2018).

En el cantón Samborondón se producen alrededor de 30 mil hectáreas de arroz; en consecuencia, la mayor parte de su población se dedica a la agricultura, es una de las principales fuentes de ingresos de los agricultores de este cantón, contribuyendo al crecimiento de la economía del área rural. Por lo tanto, la producción de arroz simboliza un proceso de cambio y potencial emprendedor. Los productores siempre buscan nuevos mercados porque los existentes son inestables y se están reduciendo, por lo que mantienen e impulsan la producción de arroz y convertirla en más competitiva (Mendoza *et al.* 2019).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Importancia del cultivo de arroz

El arroz (*Oryza sativa* L.), una hierba con orígenes en la Edad Media en Asia, específicamente en el sur de China, es consumido principalmente por personas con un nivel socioeconómico alto. Esta planta, que ha sido domesticada durante 7.000 años, puede crecer hasta 6 pies de altura. Pertenece a la familia de la avena y es una gran fuente de carbohidratos, riboflavina, retinol, calcio, magnesio y otros nutrientes y minerales (Mendoza *et al.* 2019).

La agricultura ha jugado un papel importante en el desarrollo económico de Ecuador. Debido a su alta demanda en todo el país, el arroz se ha convertido en un elemento crucial en esta industria. La estación climática en la que se encuentra el Ecuador tiene un impacto significativo en la producción de arroz, al igual que en muchos otros países de la región. Además, el tiempo requerido para producir arroz

generalmente se divide en ciclos de invierno y verano debido a las condiciones climáticas únicas del país. Las provincias de Guayas, Los Ríos, Manabí, Esmeraldas y Bolívar, entre otras, son las principales regiones de cultivo (Poveda y Andrade 2018)

La cantidad de cereales producidos en todo el mundo ha aumentado constantemente; sin embargo, debido a que se cosecha con un alto contenido de humedad, debe secarse antes de usarse o almacenarse. La primera etapa en el procesamiento industrial del arroz es la etapa de secado, seguida de las operaciones de limpieza, descascarillado, blanqueo y clasificación, cuyo objetivo es producir arroz apto para el consumo humano y listo para ser distribuido a la población. El grano se parte durante el secado, lo que genera pérdidas financieras considerables (Pedrera *et al.* 2013).

Existen diferencias regionales significativas en la longitud preferida del grano, el nivel de molienda y el aroma. Por ejemplo, cuando se cocina, el arroz de grano largo (tipo índica) suele estar seco y suelto, mientras que el arroz de grano corto (de la variedad japónico) está húmedo y pegajoso. La variedad de grano corto (japónico), que cuando se cocina es pegajosa y opaca, es la preferida por algunos consumidores, particularmente los de Asia, África y Europa. Además de utilizarlo para consumo directo, también lo utilizan para elaborar postres y dulces (Parrales 2020).

2.2.2. Calidad molinera

El arroz cosechado del campo es entero y se lo conoce como "arroz paddy" o arroz con cáscara en todo el mundo. Tiene una capa exterior de cáscara que es fibrosa y no comestible. El arroz integral, también conocido como arroz cargo, es arroz al que se le ha quitado la cáscara, pero aún conserva el pericarpio (salvado) y el germen. Después de pulir, resulta el arroz blanco. El arroz, a diferencia de otros cereales, solo se cultiva para el consumo humano; no se alimenta a los animales. El rendimiento del molino, la apariencia del grano crudo, el proceso de cocción y la textura y el aroma del grano cocido son los factores de calidad más importantes para el arroz (Buelvas 2021).

Es importante identificar líneas promisorias enfocando los criterios de evaluación de una línea de arroz en el análisis de rendimiento de grano, apariencia de grano, centro blanco, longitud de grano, determinación de amilosa y prueba de cocción, en base a los requerimientos del consumidor (Zuluaga 2014).

El objetivo de los programas de mejoramiento de arroz es producir variedades que sean competitivas en el mercado, es decir, que tengan un alto potencial de rendimiento, sean resistentes o tolerantes a plagas y enfermedades, sean tolerantes al acame y tengan buenas cualidades culinarias y de molienda. Uno de los tres factores más cruciales para los fitomejoradores es la calidad del grano porque si a los consumidores no les gusta el sabor, la textura o el aroma de una variedad, su utilidad se reduce significativamente (Álvarez *et al.* 2020).

Se considera que un grano de arroz es de alta calidad para el consumo humano cuando todos sus granos presentan homogeneidad en términos de tamaño, forma, color y translucidez y cumplen con los estándares de calidad. El término "molienda de arroz" se refiere al grano de arroz que se descascara y pule mediante fricción o abrasión. Estas fuerzas crean una tensión en el grano que eventualmente puede conducir a su fractura, y el resultado final de este proceso son granos enteros y quebrados. El arroz es el único cereal que se comercializa y consume principalmente en todo su estado (Zuluaga 2014).

Una medida del rendimiento de la molienda, que tiene en cuenta la variedad, las circunstancias de cultivo, la cosecha y la manipulación posterior, es el porcentaje de granos enteros y sin daños. La apariencia del grano crudo está influenciada por su biometría (tamaño y forma), color y características perladas (áreas opacas del grano sin cristalinidad) (Buelvas 2021).

Debido a que los productos de granos enteros tienen una gran demanda por parte de los consumidores en las naciones industrializadas, el arroz se destaca entre otros cereales porque la integridad de su grano es el factor de calidad más importante. Dado que el valor de mercado del grano partido está entre el 35 y el 50 % del grano entero, cualquier mejora en la cosecha, el secado o el almacenamiento del arroz debe tener esto en cuenta. Esto se debe a que el beneficio económico del sector arrocero depende en gran medida del porcentaje de grano entero obtenido al final del proceso de producción del arroz. Como resultado, el rendimiento de grano entero, que se puede expresar en términos de arroz con cáscara, arroz blanco, etc., es el atributo de calidad fundamental para el molinero. Es el porcentaje

del peso del arroz que queda entero después de la molienda (Zecchi y Gerla 2005).

Con base en el porcentaje del grano que aún está entero o tres cuartas partes de su tamaño original después del procesamiento, se evalúa la calidad de la molienda y su rendimiento. Lo mejor es usar técnicas de molienda que produzcan un alto índice IP (masa de granos enteros). Estos índices están influenciados por elementos ambientales y de gestión, incluida la cosecha, la trilla, el almacenamiento y, en particular, el secado (Pedrera *et al.* 2013).

Las características físicas del grano, como su largo, ancho, transparencia, nivel de procesamiento y color en el caso del arroz procesado, son indicadores de su calidad. El principal determinante de la palatabilidad del almidón de arroz es su contenido de amilosa. Está directamente relacionado con la expansión del volumen y la absorción de agua durante la cocción, así como con la dureza o consistencia, blancura y opacidad del arroz cocido (Ramírez 2021).

Se requiere una alta calidad de molienda, o la capacidad de garantizar la obtención del mayor porcentaje de granos integrales, en las variedades de arroz destinadas a uso agroindustrial. Dado que los granos de arroz están sujetos a fuertes fuerzas durante el descascarillado y el pulido, lo que hace que los que son estructuralmente más débiles se rompan, estas son las etapas del procesamiento del arroz que son más cruciales para determinar su calidad (Rangel *et al.* 2018).

En los últimos años se ha visto un aumento significativo en la importancia de la molienda y la calidad culinaria. Seleccionar genotipos que cumplan con todas las

características deseadas además de la calidad del grano es cada vez menos común para los programas de mejoramiento de arroz. Existen numerosos casos en los que una variedad ha sido desaprobada o penalizada, principalmente por parte de las plantas extractoras o los consumidores, por no cumplir con los estándares mínimos de calidad (Galvis 2020).

El objetivo de los programas de mejoramiento de arroz es producir variedades que sean competitivas en el mercado, es decir, que tengan un alto potencial de rendimiento, sean resistentes o tolerantes a plagas y enfermedades, sean tolerantes al acame y tengan buenas cualidades culinarias y de molienda para que sean del agrado de los agricultores, molineros y, en última instancia, de los consumidores. Uno de los tres factores más cruciales para los fitomejoradores es la calidad del grano porque si a los consumidores no les gusta el sabor, la textura o el aroma de una variedad, su utilidad se reduce significativamente (Álvarez *et al.* 2020).

El peso, la forma y el tamaño del grano de arroz son las tres características principales que se deben observar; sin embargo, la pigmentación, la amilosa y la temperatura de gelatinización también son factores significativos. Podemos decir que las demás variables ocurren durante el manejo del cultivo hasta su cosecha, y que las características fisicoquímicas se encuentran entre las más importantes. Al igual que con otros productos, la calidad del arroz generalmente se evalúa en función de las preferencias y necesidades del consumidor (Monar 2022).

Algunos de los factores que afectan la calidad del grano son los siguientes:

a) El grado de maduración del producto; obviamente, depende de la época en que se realice la recolección, de las condiciones climáticas que se verifiquen durante la maduración, y de la capacidad de perecer de la variedad. b) La humedad del producto antes, durante y después de ser refinado en arroz blanco. c) Los métodos y procedimientos utilizados para recolectar y secar el arroz cáscara. d) Envejecimiento, que se refiere a la duración del período de almacenamiento en estrecha relación con las condiciones de humedad y temperatura en las que se almacena el arroz con cáscara. e) El grado de procesamiento, o la proporción de harina-salvado y cilindro que el equipo de blanqueo extrajo de las capas exteriores del grano (Ramírez 2021).

La cantidad de grano que aún está entero o tres cuartas partes de su tamaño original después de haber sido sometido al proceso de descascarillado y pulido se utiliza para definir la calidad de la molienda. La calidad del arroz con cáscara juega un papel importante en cómo se clasifica el arroz elaborado en términos de rendimiento y calidad del molino; no depende únicamente del tipo o condición del equipo o la habilidad del operador. Las características del lote de arroz, incluidos los factores genéticos y ambientales, las condiciones de procesamiento y el tipo de molino utilizado, tienen un impacto significativo en el desempeño de este producto durante la molienda (Hernández *et al.* 2021).

La apariencia del grano es otro indicador de la calidad del grano. Dependiendo de dónde se encuentren en el endospermo, las áreas opacas en los granos de arroz conocidas como "centro blanco", "vientre blanco" o "dorso blanco" se utilizan para evaluar la apariencia del grano. Debido a los poros dentro de los

gránulos de almidón en el arroz glutinoso (que es completamente opaco), así como en el arroz no glutinoso (que no tiene las partículas de almidón y proteína compactadas dentro de las células), el centro blanco se puede ver en ambos tipos de arroz (Álvarez *et al.* 2020).

El mismo autor señala que en contraste con los gránulos poliédricos compactos que caracterizan las áreas translúcidas, los gránulos de almidón en las áreas opacas son esféricos y están empaquetados de forma suelta. El centro blanco no debe confundirse con el aspecto exterior del arroz glutinoso o ceroso o con aquellos granos inmaduros que no terminaron su proceso de maduración fisiológica y que, al ser cosechados con un alto contenido de humedad y después del secado, adquirieron un aspecto calcáreo (Álvarez *et al.* 2020).

A veces el rendimiento en molino ha sido muy bajo, el centro blanco ha sido muy alto, o ambos, y otras veces la calidad culinaria no ha sido muy buena. En esto se ha desperdiciado una enorme cantidad de tiempo y recursos. Por lo tanto, es crucial evaluar la molienda y la calidad culinaria de las líneas prometedoras utilizando una variedad de criterios (Galvis 2020).

La interacción de muchos factores diferentes determina la calidad del grano de arroz. Algunos de estos factores 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 con otros

productos alimenticios, la calidad del arroz generalmente se evalúa en función de las preferencias y preferencias del consumidor (Álvarez *et al.* 2020).

En general, se prefieren los arroces con endospermas claros y translúcidos; los granos con regiones de endospermo opacas se rompen más fácilmente durante la molienda y pierden algo de su valor nutricional. Tanto la longitud como la forma del grano se heredan por separado, pero la forma del grano se manipula más fácilmente que la longitud del grano, que tiene una alta heredabilidad (Rodríguez 2017).

Debido a que las áreas opacas del endospermo son más blandas que las áreas cristalinas, el centro blanco tiene un impacto en la capacidad de molienda del grano porque hace que el grano se rompa mientras se muele. El porcentaje de centros blancos aumenta en circunstancias estresantes, lo que aumenta la probabilidad de rotura (Álvarez *et al.* 2020).

El rendimiento de molienda debe ser mayor o igual al 68 %, por lo que se deben descartar líneas con un porcentaje menor y más de arroz partido que el 15 %. Los valores ideales para la selección de líneas son aquellos con rendimientos de molienda superiores al 68 % de la pila y porcentajes de grano partido inferiores al 15 %, ya que es fundamental tener en cuenta la calidad de molienda además del rendimiento al elegir una línea (Rodríguez 2017).

Los tres pasos del proceso de molienda del arroz son la eliminación de glumas (descascarillado), la eliminación de salvado (pulido) y la clasificación del grano en

función de la longitud. Se calcula el porcentaje de granos integrales en la muestra de arroz con cáscara en general, o el rendimiento del molino (Ortiz 2000).

El factor más crucial tomado en cuenta por los criadores de plantas después del rendimiento es la calidad del grano. Los clientes juegan un papel crucial porque la utilidad de una variedad recientemente desarrollada se reduce significativamente si a los consumidores no les gusta el sabor, la textura, el aroma o la apariencia. Tamaño y forma del núcleo, recuperación de arroz entero durante la molienda, la ausencia de una cavidad blanca, el contenido de amilosa derecho, la temperatura de gelatinización, la consistencia del gel y el aroma son elementos cruciales en la creación de una variedad de arroz exitosa (Rodríguez 2017).

La apariencia externa del grano se conoce como su apariencia y depende del color, la forma, el tamaño, el peso, la longitud del grano y si hay un centro blanco presente. Dado que existen espacios de aire en el endospermo de los granos, los granos calcáreos tienden a absorber más agua que los granos cristalinos, lo que le da al arroz cocido una característica glutinosa. Las muestras con más del 15 % de granos calcáreos presentan cambios en la textura y el aspecto (Serrano 2004).

En muchas partes del mundo, la producción de arroz tiene como uno de sus principales objetivos la mejora de la calidad del grano, una de las características económicamente más importantes del cultivo. Está compuesto por la calidad de molienda, la apariencia del grano, la calidad nutricional y la calidad de cocción o culinaria, esta última define la preferencia del consumidor y afecta el precio de

mercado y la demanda del producto (Arnao *et al.* 2012).

El rendimiento del molino, la apariencia del grano crudo, el proceso de cocción y la textura y el aroma del grano cocido son los factores de calidad más importantes para el arroz. Una medida del rendimiento de la molienda, que tiene en cuenta la variedad, las circunstancias de cultivo, la cosecha y la manipulación posterior, es el porcentaje de granos enteros y sin romper. La apariencia del grano crudo está influenciada por la biometría (tamaño y forma del grano), color y características perladas (áreas opacas del grano sin cristalinidad) (Loubes y Tolaba 2013).

La industrialización tradicional del arroz implica pasos que convierten el arroz paddy (materia prima) en arroz procesado (blanco o pulido), con el fin de que el producto final sea apto para el consumo humano. Al hacer arroz, a diferencia de otros granos, donde el grano se muele en harina, el objetivo es conservar tantos granos como sea posible como arroz integral. La cantidad de arroz integral producido a partir de una cantidad específica de arroz con cáscara sirve como medida de la eficiencia técnica del proceso de fabricación o del rendimiento industrial (Pincioli 2011).

La cáscara y el salvado, que se eliminan durante los procesos de descascarado y pulido, constituyen aproximadamente el 20 % y el 10 %, respectivamente, del arroz cosechado. Los granos de arroz blanco o pulido, enteros y quebrados (o quebrados), constituyen la mayoría (70%) de los ingredientes restantes. El arroz pulido se compone principalmente de endospermo, mientras que

el salvado se compone de embrión y las capas externas (aleurona, tegmen y pericarpio), y el arroz integral se compone tanto de endospermo como de salvado (Pinciroli 2011).

2.2.3. Contenido de amilosa

Las raíces, tubérculos y semillas de las plantas contienen el polisacárido vegetal conocido como almidón. Existe en el endospermo de cada grano. Para dar energía a las personas, el almidón se puede hidrolizar en glucosa. El almidón aporta 4 calorías por gramo a la dieta humana (Landires y Márquez 2015).

Desde la década de 1970, las industrias alimenticia, farmacéutica, petroquímica, entre otras, han utilizado el contenido de amilosa mediante la técnica NIR como sustituto de los métodos químicos por su rapidez y bajo costo. Esta técnica combina espectroscopia, estadística y computación para producir modelos matemáticos que relacionan la composición química de un compuesto (Zuluaga 2014).

El contenido de almidón del grano de arroz, en particular su contenido de amilosa (CA), la consistencia del gel (GC) y la temperatura de gelatinización (TG), es lo que determina principalmente la calidad culinaria del arroz. En el endospermo del grano de arroz, la sustancia primaria es el almidón, que se compone de dos tipos diferentes de glicopolímeros: amilosa y amilopectina, cuyas estructuras están dispuestas de forma lineal y ramificada, respectivamente (Arnao *et al.* 2012).

Dada su fuerte correlación positiva con la consistencia del grano cocido, el contenido de amilosa del grano es el elemento químico que más afecta la calidad de la cocción, y su valor es un indicador de la textura. Adicionalmente, se emplea para dividir las variedades de arroz en cinco categorías: Cereoso o "Waxy" (30%) (Buelvas 2021).

La amilosa y la amilopectina son los principales componentes del almidón. La amilosa es una cadena lineal formada por 1,4 enlaces glucosídicos entre cada unidad de glucosa. Del 15 al 25% del almidón en una sustancia típica es amilosa. Su GP varía de 800 a 4920, o grado de polimerización (Landires y Márquez 2015).

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 cree que el contenido de amilosa del arroz está relacionado con una serie de cualidades de la calidad de cocción del arroz (Loaiza y Larrahondo 2017).

Si bien la amilosa es un factor clave para controlar la calidad de cocción del arroz, la relación amilosa/amilopectina afecta las propiedades funcionales del grano, incluidas la estructura y las características del almidón. Los genotipos de arroz se dividen en clases de amilosa o tipos de calidad según la CA. Se dividen en tipos céreos o céreos (0–2 %), amilosa muy baja (3–9 %), amilosa baja (10–19 %), amilosa intermedia (20–24 %) y amilosa alta (>24 %) (Arnao *et al.* 2012).

El almidón se compone de una molécula llamada amilosa y amilopectina, dos polisacáridos que se combinan para formar un carbohidrato complejo que luego se divide en largas cadenas de moléculas de glucosa. Normalmente, esta sustancia contiene un 80 % de amilopectina y un 20% de amilosa, cuya proporción afecta en gran medida a sus propiedades y aplicaciones. Además, el ácido aspártico, el ácido glutámico y la lisina están presentes en cantidades significativas en el arroz (Vivanco 2022).

La alta concentración de amilosa es causada por la actividad de enzimas que sufrieron alguna modificación durante la biosíntesis. Las moléculas de amilosa son lineales y pueden unirse muy fuertemente, lo que permite la formación de geles y una mayor absorción de agua, una cualidad que es muy ventajosa al seleccionar una variedad. En marcado contraste con lo que sucede con la amilopectina, dado que está presente en el arroz en altas concentraciones, no gelifica y en su lugar forma una mezcla pastosa que no siempre es necesaria (Landires y Márquez 2015).

Dada su correlación favorable con la consistencia del grano cocido, el contenido de amilosa del grano es el elemento químico que más afecta la calidad de cocción, y su valor es una medida indirecta de la textura. Además, se utiliza para dividir diferentes variedades de arroz en cinco grupos, incluido ceroso o "ceroso" (30 %). Además del arroz, se ha sugerido el contenido de proteína como indicador de calidad. Sin embargo, tiene un impacto menor y depende mucho más del entorno del cultivo y del contenido en amilosa (Loubes y Tolaba 2013).

Dado que el contenido de amilosa y la temperatura de gelatinización están inversamente relacionados, un mayor contenido de amilosa da como resultado una temperatura de gelatinización más baja y viceversa. Dado que ofrecen mejores cualidades en los productos elaborados a partir de este polisacárido, generalmente se prefieren los arroces con un contenido intermedio de amilosa (Landires y Márquez 2015).

Además del uso generalizado del arroz integral, existen subproductos industriales como el arroz partido y el salvado de arroz, que tienen poco valor comercial debido a su funcionalidad limitada. De estos productos se pueden obtener ingredientes que contribuyen a la industria alimentaria y que tienen buenas cualidades nutricionales y funcionales. Para producir almidón, la industria descompone el arroz partido y la harina de arroz de esta manera, dejando la proteína como un subproducto no deseado (Pinciroli 2011).

2.2.4. Contenido de proteína

Además de almidón y proteínas, el grano de arroz también contiene pigmentos coloreados como fenoles y antocianinas, así como compuestos aromáticos. El arroz proteico, que tiene un alto contenido de proteínas, el arroz aromático, el arroz glutinoso, que tiene un contenido de almidón que es casi en su totalidad amilopectina, y el arroz rojo, integral o negro, que depende de los compuestos que se encuentran en el pericarpio del grano, son todos los tipos de arroz que se pueden producir en función del componente que protagonice. El arroz Dot Special se considera como todas las variedades de arroz que difieren del arroz

convencional de alguna manera (Fontenla 2018).

El tipo de fraccionamiento utilizado durante el proceso de molienda para transformar el arroz y posibilitar la comercialización determinará el contenido de proteína del arroz. Con un 11,3 %, el salvado de arroz tiene el mayor contenido de proteína por peso, mientras que la cáscara de arroz tiene el porcentaje más bajo con un 2,0 % (Mora *et al.* 2019).

Cuando se encuentra un promedio de 7% de proteína en el arroz, se considera que tiene niveles más bajos de proteína. Sin embargo, puede haber un amplio rango en la concentración de un determinado nutriente, y algunos de estos datos están entre el 4 y el 18%, el cual es influenciado en cierta medida durante el desarrollo del grano en la planta por las características genotípicas, la fertilización nitrogenada, la radiación solar y la temperatura (Vivanco 2022).

Además del contenido de amilosa, el contenido de proteína se ha sugerido como un indicador de calidad, pero tiene un impacto menor y depende mucho más del entorno de cultivo. El arroz con cáscara se sancocha, lo que implica hidratarlo por encima de la temperatura ambiente y luego someterlo a un tratamiento con vapor presurizado para aumentar el rendimiento industrial. Para obtener el arroz blanco, el arroz sancochado se seca, se descascarilla y se pule. El proceso de sancochado favorece la migración de nutrientes del pericarpio al endospermo, enriqueciendo el producto final. Dado que la gelatinización permite recuperar el grano partido, se aumenta el rendimiento de los granos enteros (aquellos que no están partidos) (Buelvas 2021).

Solo la avena y el trigo y el maíz tienen una calidad nutricional inferior a las proteínas del arroz, que son superiores a ambos. Tienen cualidades anticancerígenas e hipoalergénicas. Por lo tanto, el arroz se considera un alimento con valor nutricional (Pincioli 2011).

Los cuatro grupos de proteínas de arroz son glutelina, albúmina, prolamina y globulina; sin embargo, solo la prolamina y la glutelina están presentes en mayor proporción en el arroz. Debido a que el aminoácido lisina es más abundante cuando los niveles de prolamina son más bajos, el arroz y la avena son los dos cereales con los niveles más altos de este aminoácido (Mora et al. 2019).

Las proteínas se clasifican en las categorías de albúmina, globulina, prolamina y glutelina y se encuentran en el endospermo en dos formas diferentes o tipos de cuerpos proteicos. Los cuerpos proteicos ricos en prolamina suelen tener formas esféricas con anillos concéntricos. Sin embargo, los cuerpos proteicos II son abundantes en globulina y glutelina y carecen de forma anular (Vivanco 2022).

En relación con la proteína total, las glutelinas constituyen del 75 al 90 % del principal componente proteico de los granos de arroz. Son los únicos tipos de proteínas de cereales bajos en prolaminas y altos en glutelinas (Pincioli 2011).

CAPÍTULO III.- METODOLOGÍA.

3.1. Tipo y diseño de investigación – líneas de investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación que se realizó es de laboratorio, con estadística inferencial descriptiva.

Líneas de investigación

El presente documento que trató sobre la calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (*Oryza sp.*), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas, pertenece al dominio de Recursos agropecuarios, Medio Ambiente, Biodiversidad y Biotecnología, de la línea de investigación de la FACIAG: Biotecnología vegetal y animal y de la carrera de Agronomía referente a Técnicas biotecnológicas.

3.2. Operacionalización de variables.

La operacionalización de las variables se detalla en el cuadro que se muestra a continuación:

Cuadro 1. Operacionalización de las variables, en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (*Oryza sp.*), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.

Tipo de variable	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de medición	Instrumentos de medición
Independiente: líneas y un testigo comercial 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"> • Cuatro líneas de arroz • Una variedad comercial de arroz 	Cuantitativo	<ul style="list-style-type: none"> • Datos de comparación
Dependiente: calidad molinera de 4 líneas de arroz comparado con un testigo comercial de arroz, como SFL-11.	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"> • Cáscara (g) • Polvillo (g) • Arroz clasificado (g) o granos enteros y Arrocillo (g) o granos quebrados • Contenido de amilosa (%) y proteínas (%). 	Cuantitativo	<ul style="list-style-type: none"> • Observación directa • Tabla de datos

3.3. Población y muestra de investigación.

Se procedió a pesar 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 líneas promisorias de arroz PxJ - 7, PxJ - 17, PxJ - 37 y PxJ - 38, y la variedad comercial SFL-11 como control.

3.4.1.3. Métodos

Se emplearon los métodos inductivo, deductivo y experimental.

3.4.1.4. Análisis en el Laboratorio de Calidad de Granos

Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Calidad de Granos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, donde se procedió a obtener la calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en granos de arroz.

3.4.1.5. Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

3.4.1.5.1. Cáscara (g)

Primeramente, se eliminaron las impurezas de los granos en las muestras que provienen del campo. Para iniciar el procedimiento, se prendió la máquina 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 midió 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 va a utilizar hasta que se obtuvo el porcentaje de humedad de la semilla en su temperatura óptima.

Luego, si las semillas del arroz que se pasaron el 12% de humedad, 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 estuvo en la secadora el cual dependió de la cantidad de humedad que obtuvieron las semillas.

Una vez que la muestra se secó, se procedió a poner la muestra en el descascarador para sacar la cáscara y dejarla el grano integral. El total en gramos de la muestra que provino de un metro cuadrado limpio y seco se procedió a

determinar su calidad molinera.

3.4.1.5.2. Polvillo (g)

Seguido de aquello, se colocan 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 obtenidos de la pulidora en el implemento denominado clasificador o zaranda, donde se separó el grano entero del partido (arrocillo).

3.4.1.5.4. Panza blanca (%)

Llamado también porcentaje de centro blanco es la cantidad de grano entero más $\frac{3}{4}$ que posee centro blanco. Para proceder a determinar esta variable, se escogieron 100 granos enteros obtenidos a partir de los granos clasificados, procediéndose a encender el equipo que estaba provista de una lampara y una lupa, acondicionada con luz; y sobre una plataforma alumbradas, se colocaron los granos de arroz enteros esparcidos, donde se observó el arroz cristalino y barriga blanca, los cuales se contaron y se obtuvo el resultado en porcentaje.

3.4.1.5.5. 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 equipo marca Kett An-900, serie 0F00049, donde una vez que aparecía el porcentaje en pantalla se registraron los datos.

3.4.2. Instrumentos

3.4.2.1. Tratamientos

Los tratamientos estuvieron conformados por cuatro líneas y una variedad comercial de arroz, conforme se demuestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos estudiados, en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (*Oryza* sp.), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.

Tratamientos	
N°	Líneas y variedad
T1	PxJ - 7
T2	PxJ - 17
T3	PxJ - 37
T4	PxJ - 38
T5	SFL-11

3.5. Procesamiento de datos.

3.5.1. Diseño experimental y análisis estadísticos

Para el análisis de las variables que se midieron en las muestras de arroz, se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cinco cultivares (4 líneas y el testigo) y tres repeticiones por tratamiento. Se realizó el análisis de varianza (Tabla 2) como se describe el ANOVA a continuación:

Tabla 2. Análisis de varianza, en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (*Oryza* sp.), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	4
Repeticiones	3
Total	7

Se analizaron también los estadísticos descriptivos; Promedio \bar{Y} , Mediana M_d , Varianza S^2 , Desviación estándar S , Error estándar EE , Curtosis g_2 , Coeficiente de Asimetría γ_1 , Coeficiente de variación $CV\%$, Variabilidad relativa $\%$, $VR\%$, Mínimo Min , Máximo Max , Rango R_n , Numero de datos n , Intervalo de Confianza, $IC\ 95\%$, Límite Inferior de Confianza LIC , Límite Superior de Confianza LSC , se utilizó como criterios de diferenciación los caracteres “mayor es mejor” las variables Clasificado, Integral, Contenido de proteínas, Contenido de amilosa y como criterio de diferenciación “menor es mejor” las variables Cáscara,

Arrocillo, Polvillo, Panza blanca. Igualmente se empleó el test de Tukey 95%.

Se utilizó el software estadístico INFOSTAT (UNC, 2018), y EXCEL de Microsoft office. Las variables analizadas estadísticamente se transformaron a porcentajes, tales como cáscara, integral, polvillo, granos quebrados y granos enteros. También se analizaron los porcentajes las variables panza blanca, contenido de amilosa y proteínas.

Se implementó el análisis de componentes principales, para establecer las correlaciones entre las variables cuantitativas estudiadas, también se aprecian los autovalores, la proporción distribuida y la proporción acumulada, donde se observan las principales variables que explican la variación total y de manera gráfica la correlación existente entre las variables más evidentes.

Modelo PROMVAR

Es la relación entre los promedios de las líneas (eje X) y la variabilidad relativa (VR%), que representa el error estándar de la media, expresado en porciento (eje Y). La construcción de un dispersograma con estos dos estadígrafos permitió valorar de manera gráfica un diagrama de cuatro celdas (Duicela, 2021).

Considerando que las variables molineras son cuantitativas continuas, cuyo resultado deseable se identifica como “mayor es mejor”, se identificó (en el eje X) las líneas con promedios mayores que la media general y valores de variación relativa menores que la media general de VR% (eje Y). Se identificaron las líneas

que, en el diagrama de cuatro celdas, se ubican en el cuadrante inferior derecho, reuniendo las condiciones de alto rendimiento y reducida variabilidad relativa (alta estabilidad) (Duicela, 2021).

Análisis Cluster

El análisis de conglomerado Clúster (Distancia Euclídea), método Ward consta de un algoritmo de clasificación que nos permite la obtención de una o varias particiones, de acuerdo con los criterios establecidos. Así pues, la clave de una buena clasificación pasará por una buena selección de las variables que nos van a describir a los individuos (Everitt 1971).

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. Cáscara (%)

En la Tabla 3 se registran los porcentajes de cáscara. El análisis de varianza no detectó diferencias significativas, el promedio general fue 22,7 % y el coeficiente de variación 8,42 %.

Según la prueba de Tukey, el mayor porcentaje correspondió a la línea PxJ – 37 con 25,8 %, estadísticamente igual a los demás tratamientos, cuyo menor valor para la línea PxJ – 7 con 20,7 %.

4.1.2. Integral (%)

Los porcentajes de integral demuestran que el análisis de varianza no reportó diferencias significativas, el promedio general fue 77,3 % y el coeficiente de variación 5,09 % (Tabla 4).

El promedio más alto fue para la línea PxJ – 7 (79,3 %), estadísticamente igual a los demás tratamientos, siendo el menor valor para la línea PxJ – 34 (74,2 %), según la prueba de Tukey.

Tabla 3. Cáscara (%), en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (*Oryza sp.*), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.

Tratamientos		Cáscara (%)
Nº	Líneas y variedad	
T1	PxJ - 7	20,7 a
T2	PxJ - 17	23,1 a
T3	PxJ - 37	25,8 a
T4	PxJ - 38	22,5 a
T5	SFL-11	21,2 a
Promedio general		22,7
Significancia estadística		ns
Coeficiente de variación (%)		8,42

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

Tabla 4. Integral (%), en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (*Oryza sp.*), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.

Tratamientos		Integral (%)
N°	Líneas y variedad	
T1	PxJ - 7	79,3 a
T2	PxJ - 17	76,9 a
T3	PxJ - 37	74,2 a
T4	PxJ - 38	77,5 a
T5	SFL-11	78,8 a
Promedio general		77,3
Significancia estadística		ns
Coeficiente de variación (%)		5,09
Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey. Ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo		

4.1.3. Clasificado (%)

En el porcentaje de granos clasificados o enteros, el mayor promedio lo obtuvo la variedad SFL-11 con 71,0 %, estadísticamente igual al resto de tratamientos. El menor promedio correspondió a la línea PxJ – 37 con 61,8 %, según Tukey.

No se reportaron diferencias significativas en los promedios y el coeficiente de variación fue 6,42 % (Tabla 5).

Tabla 5. Clasificado (%), en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (*Oryza sp.*), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.

Tratamientos		Clasificado
N°	Líneas y variedad	(%)
T1	PxJ - 7	64,5 a
T2	PxJ - 17	63,8 a
T3	PxJ - 37	61,8 a
T4	PxJ - 38	66,6 a
T5	SFL-11	71,0 a
Promedio general		65,5
Significancia estadística		ns
Coeficiente de variación (%)		6,42
Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey. Ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo		

4.1.4. Arrocillo (%)

En la tabla 6 se muestran la variable arrocillo en términos de porcentaje. La línea PxJ – 7 superó los resultados (8,2 %), siendo estadísticamente iguales. El menor valor fue para la variedad SFL-11 (2,6 %).

No se registraron diferencias significativas, el promedio general fue 5,9 % y el coeficiente de variación 1,73 %.

Tabla 6. Arrocillo (%), en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (*Oryza sp.*), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.

Tratamientos		Arrocillo (%)
N°	Líneas y variedad	
T1	PxJ - 7	8,2 a
T2	PxJ - 17	7,2 a
T3	PxJ - 37	6,1 a
T4	PxJ - 38	5,5 a
T5	SFL-11	2,6 a
Promedio general		5,9
Significancia estadística		ns
Coeficiente de variación (%)		1,73
Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey. Ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo		

4.1.5. Polvillo (%)

Los promedios de la variable porcentaje de polvillo se muestran en la tabla 7. El análisis de varianza no reportó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 6,11 %.

El mayor promedio correspondió para la línea PxJ – 7 con 6,6 %, siendo estadísticamente igual entre tratamientos. El menor valor para la variedad SFL-11 con 5,3 %.

Tabla 7. Polvillo (%), en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (*Oryza sp.*), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.

Tratamientos		Polvillo (%)
Nº	Líneas y variedad	
T1	PxJ - 7	6,6 a
T2	PxJ - 17	5,9 a
T3	PxJ - 37	6,3 a
T4	PxJ - 38	5,4 a
T5	SFL-11	5,3 a
Promedio general		5,9
Significancia estadística		ns
Coeficiente de variación (%)		6,11
Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey. Ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo		

4.1.6. Panza blanca (%)

La variable panza blanca se registra en la tabla 8. El análisis de varianza detectó diferencias significativas, el promedio general fue 28,1 y el coeficiente de variación 8,16 %.

Según la prueba de Tukey, el mejor promedio correspondió a la línea PxJ – 17 con 36,7; estadísticamente igual al resto de líneas y superiores estadísticamente a la variedad SFL-11 que alcanzó 4,0.

Tabla 8. Panza blanca (%), en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (*Oryza* sp.), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.

Tratamientos		Panza
N°	Líneas y variedad	blanca
T1	PxJ - 7	35,0 a
T2	PxJ - 17	36,7 a
T3	PxJ - 37	34,0 a
T4	PxJ - 38	31,0 a
T5	SFL-11	4,0 b
Promedio general		28,1
Significancia estadística		*
Coeficiente de variación (%)		8,16
Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey. Ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo		

4.1.7. Contenido de proteínas (%)

La variable contenido de proteínas no obtuvo diferencias significativas según el análisis de varianza; el promedio general fue 8,1 % y el coeficiente de variación 1,90 % (Tabla 9).

El mayor valor lo alcanzó la línea PxJ – 7 (8,3 % de contenido de proteínas), estadísticamente igual a los demás, cuyo menor valor para la línea PxJ – 37 (8,0 %).

Tabla 9. Contenido de proteínas (%), en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (*Oryza sp.*), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.

Tratamientos		Contenido de proteínas (%)
N°	Líneas y variedad	
T1	PxJ - 7	8,3 a
T2	PxJ - 17	8,1 a
T3	PxJ - 37	8,0 a
T4	PxJ - 38	8,2 a
T5	SFL-11	8,1 a
Promedio general		8,1
Significancia estadística		ns
Coeficiente de variación (%)		1,90
Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey. Ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo		

4.1.8. Contenido de amilosa (%)

En la Tabla 10 se presenta la variable contenido de amilosa. El análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas, el promedio general fue 27,6 % y el coeficiente de variación 8,06 %.

Según la prueba de Tukey, la línea PxJ – 38 presentó mayor contenido de amilosa (32,1 %), estadísticamente igual a las demás líneas y superiores

estadísticamente a la variedad SFL-11 (17,1 %).

Tabla 10. Contenido de amilosa (%), en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (*Oryza* sp.), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.

Tratamientos		Contenido
N°	Líneas y variedad	de amilosa (%)
T1	PxJ - 7	27,4 ab
T2	PxJ - 17	31,3 a
T3	PxJ - 37	29,9 a
T4	PxJ - 38	32,1 a
T5	SFL-11	17,1 b
Promedio general		27,6
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		8,06
Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey. Ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo		

4.1.9. Análisis de los componentes principales

La correlación existente entre cada una de las variables evaluadas se observa en el gráfico 1, donde lo más evidente está entre las variables contenido de amilosa, panza blanca, polvillo y arrocillo.

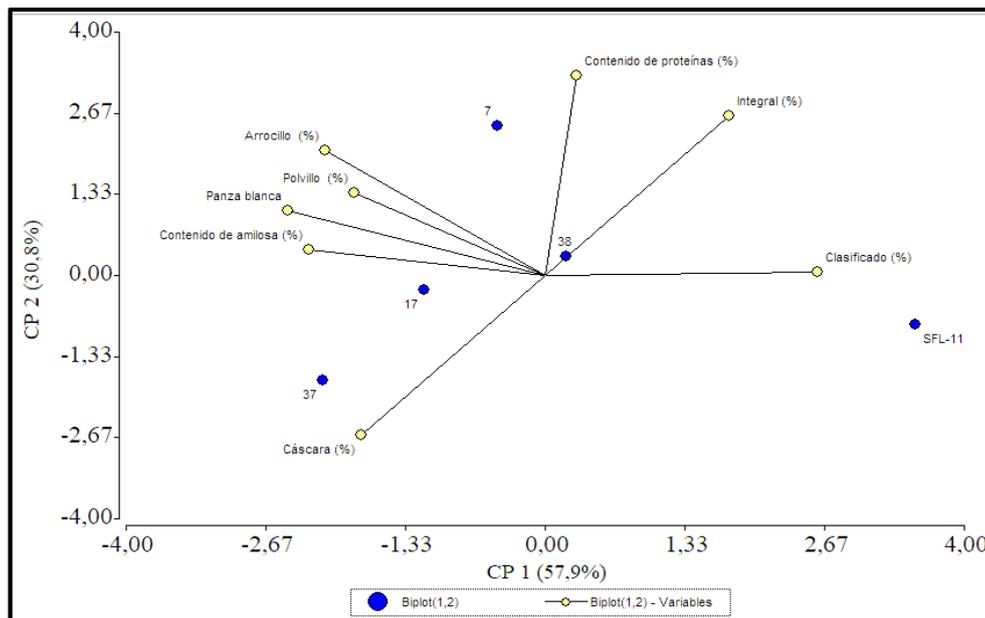


Gráfico 1. Análisis de los componentes principales.

Autovalores

Los autovalores, la proporción distribuida y la proporción acumulada se observan en la Tabla 11. Se observa que las cuatro primeras variables, cáscara (%), integral (%), clasificado (%) y arrocillo (%), demuestran valores de proporción distribuida de 0,58, 0,31, 0,09 y 0,02, respectivamente. Estas variables representan el 100 % de variación.

Tabla 11. Análisis de autovalores, en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (*Oryza sp.*), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.

Variables	Autovalores	Proporción distribuida	Proporción acumulada
Cáscara (%)	4,63	0,58	0,58
Integral (%)	2,46	0,31	0,89
Clasificado (%)	0,71	0,09	0,98
Arrocillo (%)	0,19	0,02	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

4.1.10. Análisis de conglomerados

En la relación entre los resultados del análisis de conglomerados, se determinó que la agrupación de los tratamientos, se presentó similitud entre las diferentes características estudiadas de la clase I de la variedad SFL-11 interrelacionadas con la clase II que son las líneas promisorias PxJ – 7, PxJ – 17, PxJ – 37, PxJ – 38 y SFL-11.

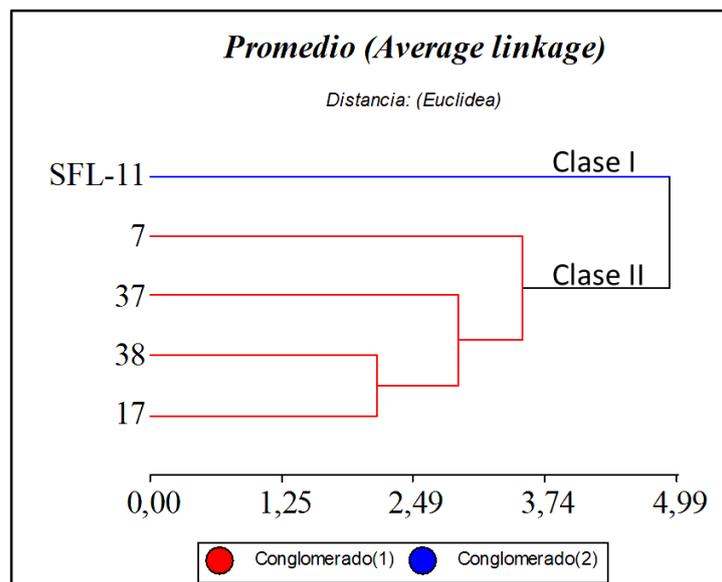


Gráfico 2. Análisis de conglomerados.

4.1.11. Análisis de la variabilidad relativa (%) para la selección de línea sobresalientes a través de la variable rendimiento de granos clasificados.

El análisis de la variabilidad relativa (%) para la selección de línea sobresalientes a través de la variable rendimiento de granos clasificados, lo que permitió determinar las líneas o variedad con mejor rendimiento por planta, se demostró el valor superior (arriba promedios) 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 correspondió a las líneas seleccionadas PxJ – 38 y la variedad SFL-11. Estas presentaron mayor rendimiento de grano clasificados, con valores que oscilan entre 66,5 y 71% y la variabilidad relativa de 0,05 %.

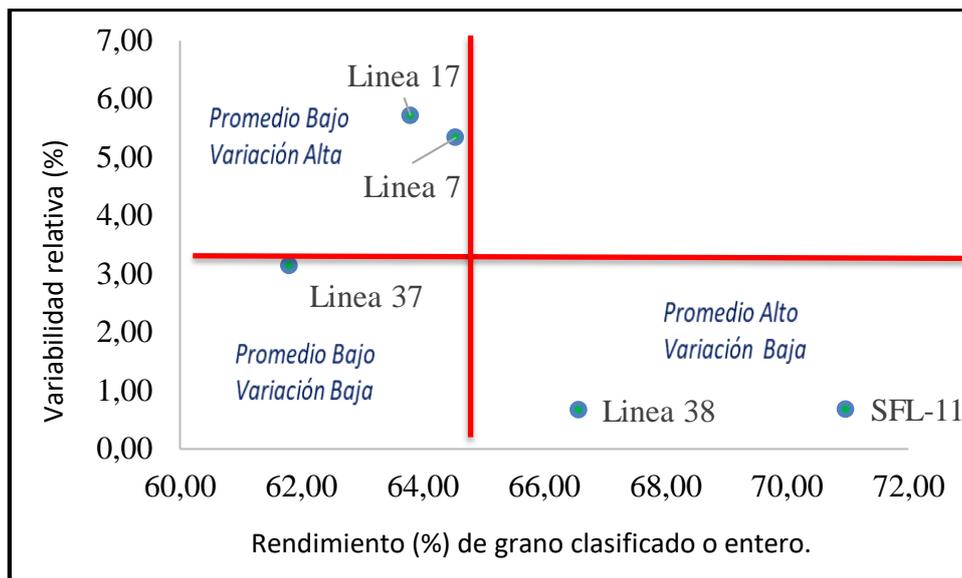


Gráfico 3. Análisis de la variabilidad relativa (%) para la selección de línea sobresalientes a través de la variable rendimiento de granos clasificados

4.1.12. Análisis de la estadística descriptiva

En la Cuadro 2, se muestran los valores de cuatro líneas promisorias y una variedad comercial relacionados con los resultados de la estadística descriptiva.

En lo relacionado a la estadística descriptiva de las características principales con criterio de diferenciación “mayor es mejor” de las variables integral (%), clasificado (%), contenido de proteína (%) y contenido de amilosa (%), se estimó que la línea con mejor porcentaje de integral fue PxJ – 7 con 79,32 %, mientras que la variedad SFL-11 reportó porcentaje de clasificado de 70,97 %. La línea PxJ – 7 mostró mayor contenido de proteínas y el mayor contenido de amilosa fue para la línea PxJ – 38 con 32,10.

Para las variables cáscara (%), arrocillo (%), polvillo (%) y panza blanca (%),

se determinó que “menor es mejor”, donde se indica que en el porcentaje de cáscara el menor promedio correspondió la línea 7 con 20,68 %. En tanto la SFL-11 presentó los menores valores en las variables arrocillo (%), polvillo (%) y panza blanca (%) con 2,57; 5,30 y 4,0 %, respectivamente.

Cuadro 2. Análisis de la estadística descriptiva, en el ensayo: “Calidad molinera, contenido de amilosa y proteína en cuatro líneas promisorias de arroz (*Oryza* sp.), cultivadas a una planta por sitio en Daule, Guayas”. FACIAG, 2023.

Líneas	Cáscara (%)	Integral (%)	Clasificado (%)	Arrocillo (%)	Polvillo (%)	Panza blanca (%)	Contenido proteínas (%)	Contenido de amilosa (%)
7	20,68	79,32	64,54	8,20	6,58	35,00	8,30	27,40
17	23,13	76,87	63,80	7,18	5,89	36,67	8,07	31,33
37	25,81	74,19	61,80	6,06	6,32	34,00	8,03	29,93
38	22,52	77,48	66,58	5,51	5,39	31,00	8,23	32,10
SFL-11	21,16	78,84	70,97	2,57	5,30	4,00	8,10	17,13
Ȳ	23	77	66	5,9	5,9	28,1	8,1	27,6
Md	23	77	65	6,1	5,9	34,0	8,1	29,9
S²	4,09	4,09	12,15	4,55	0,32	186,26	0,01	37,31
S	2,02	2,02	3,49	2,13	0,56	13,65	0,11	6,11
EE	0,90	0,90	1,56	0,95	0,25	6,10	0,05	2,73
g²	0,91	0,91	1,13	1,31	-2,40	4,54	-2,04	3,28
γ¹	1,02	-1,02	1,01	-0,99	0,13	-2,11	0,61	-1,80
CV%	8,9	2,61	5,32	36,12	9,56	48,51	1,41	22,15
VR%	3,99	1,17	2,38	16,15	4,27	21,69	0,63	9,90
Min	21	74	62	3	5	4	8	17
Max	26	79	71	8	7	37	8	32
Rn	5	5	9	6	1	33	0	15
n	5	5	5	5	5	5	5	5
IC 95%	1,77	1,77	3,06	1,87	0,49	11,96	0,10	5,35
LIC	21	76	62	4	5	16	8	22
LSC	24	79	69	8	6	40	8	33

4.2. Discusión

La variedad SFL-11 obtuvo mayor % de clasificado con relación a las líneas promisorias, donde no se obtuvo resultados favorables en cuanto a los señalado por Álvarez *et al.* (2020), que el objetivo de los programas de mejoramiento de arroz es producir variedades competitivas en el mercado; es decir, variedades con alto potencial de rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades, resistencia al acame y buenas cualidades para cocinar y comer. Los agricultores, molineros y, en última instancia, por los consumidores. Uno de los tres factores más importantes para los productores de plantas es la calidad del grano, ya que, si al consumidor no le gusta el sabor, la textura o el aroma de una variedad, su utilidad se reduce mucho.

El contenido de amilosa de las cuatro líneas promisorias superó a la variedad SFL-11. Loaiza y Larrahondo (2017) sostienen que las propiedades de cocción del arroz son importantes porque están relacionadas con la composición química del almidón. La amilosa y la amilopeptina son las dos moléculas que componen este polímero, y la cantidad de cada molécula en el grano afecta la consistencia, la textura y el brillo del arroz. En general, se cree que el contenido de amilosa en el arroz está relacionado con muchas características de la calidad de cocción del arroz.

Los valores promedios del porcentaje de contenido de proteínas poseen valores que están entre 8,0 %, demostrando que las líneas tienen niveles óptimos de proteína, ya que Vivanco (2022) indica que el arroz se considera bajo en

proteínas si contiene un promedio de 7 % de proteínas. Sin embargo, la concentración de un nutriente dado puede variar ampliamente, con algunas cifras que van del 4 al 18 %, influenciadas por las características genotípicas, la fertilización con nitrógeno, la radiación solar y la temperatura durante el desarrollo del grano, que son componentes no evaluados en el presente estudio.

CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones

Las conclusiones planteadas son:

- En lo referente a la variable porcentaje de cáscara el mayor valor correspondió a la línea promisorio PxJ – 37, en tanto que, para el porcentaje de integral fue la línea PxJ – 7.
- En el porcentaje de granos clasificados, la variedad SFL-11 superó a las líneas estudiadas.
- Las variables arrocillo y polvillo, contenido de proteínas demostraron que la línea PxJ – 7 obtuvo mayor porcentaje.
- En cuanto a panza blanca, la línea PxJ – 17 superó los promedios y la línea PxJ – 38 presentó mayor contenido de amilosa (32,1 %)
- La línea 38 y la variedad comercial SFL11 fueron de mayor rendimiento de granos clasificados y menor variabilidad relativa (%).
- El análisis de Conglomerados discriminó en la Clase a la Variedad SFL 11 y agrupó en la clase II a las cuatro líneas promisorias.

5.2. Recomendaciones

Las recomendaciones planteadas son:

- Continuar estudios de mejoramiento genético en líneas promisorias de arroz.
- Replicar el mismo ensayo de las líneas promisorias con diferente variedad testigo para comparar resultados.

- Promover a que los institutos de investigaciones agropecuarias generen publicaciones actualizadas para verificar las tecnologías aplicadas sobre mejoramiento genético de arroz en el país.

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.). Consultado el 15 de marzo de 2023. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Marco-Barona/publication/348155720_Harvest_humidity_effect_on_the_rice_grain_quality_Oryza_Sativa_L/links/5ff0ef4a92851c13fee2f1aa/Harvest-humidity-effect-on-the-rice-grain-quality-Oryza-Sativa-L.pdf
- Arnao, Erika; Labrín, Natalia; Ávila, Manuel; Sanz, Sarahys; Jayaro, Yorman; Graterol, Eduardo; Galindo Castro, Iván. 2012. Validación de un marcador microsatélite asociado al gen waxy para la evaluación del contenido de amilosa en accesiones de un banco de germoplasma venezolano Interciencia, vol. 37, núm. 9, pp. 684-688. Consultado el 17 de marzo de 2023. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/339/33925502005.pdf>
- Buelvas Jiménez, M. 2021. Importancia de los factores climáticos en el cultivo de arroz: Importance of climate factors in rice crop. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 6(1), 28-34. Consultado el 15 de marzo de 2023. Disponible en <https://ojs.unipamplona.edu.co/ojsviceinves/index.php/rcyta/article/view/1080/1164>
- Figuroa Guzmán, L. 2019. Beneficios económicos del uso de semilla certificada en la producción de arroz (*Oryza sativa*) en el Perú. Consultado el 21 de marzo de 2023. Disponible en <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4161>
- 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). Consultado el 17 de marzo de 2023. Disponible en http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/70672/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Galvis Ricaurte, S. L. 2020. Estimación de parámetros genéticos en cruzamientos dialélicos para calidad molinera y culinaria de arroz *Oryza sativa* L.

Consultado el 15 de marzo de 2023. Disponible en <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/36816/slgalvisr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Guadamuz Mayorga, C. 2019. Estudio de las principales propiedades fisicoquímicas y sensoriales que influyen sobre la calidad del grano cocido de diferentes variedades de arroz (*Oryza sativa*) utilizando un método de cocción determinado. Consultado el 17 de marzo de 2023. Disponible en <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/86159>

Hernández Quiñónez, J. A., Salazar Mercado, S. A., Rodríguez Araujo, E. 2021. Efecto de los elementos menores en la calidad molinera del arroz (*Oryza sativa* L.) variedad F-2000. Mutis, 8-21. Consultado el 15 de marzo de 2023. Disponible en <https://repositorio.ufps.edu.co/bitstream/handle/ufps/904/Efecto%20de%20los%20elementos%20menores%20en%20la%20calidad%20molinera%20de%20arroz%20%28Oryza%20sativa%20L.%29%20variedad%20F-2000.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

INFOSTAT 2018. versión 2018. Programa estadístico. Universidad Nacional de Córdoba. Consultado el 10 de marzo de 2023. Disponible en <https://www.infostat.com.ar/>

Jiménez, M. B. 2021. Importancia de los factores climáticos en el cultivo de arroz. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 6(1), 28-34. Consultado el 10 de marzo de 2023. Disponible en <https://ojs.unipamplona.edu.co/ojsviceinves/index.php/rcyta/article/view/1080>

Landires Gaspar, D. G., & Márquez Borbor, G. C. 2015. Análisis de contenido amilosa-Amilopectina en seis variedades de arroz ecuatoriano (Bachelor's thesis, Espol). Consultado el 15 de marzo de 2023. Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/30883/1/D-79775.pdf>

Loaiza, Johana Katerine, & Larrahondo, Jesús E. 2017. Evaluación del contenido de amilosa en arroz mediante espectroscopia de infrarrojo cercano-NIRS. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 67(1), 56-61. Consultado el 04 de mayo de 2023. Disponible en http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-

06222017000100008&lng=es&tlng=es.

- Loubes, M. A., & Tolaba, M. P. 2013. Arroz: rendimiento de molienda mediante análisis de imágenes. Consultado el 15 de marzo de 2023. Disponible en https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/15666/CONICET_Digital_Nro.19135.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mendoza Avilés, Henry Emilio, Loo Bruno, Ángela Cristina, Vilema Escudero, Segundo Fabián. 2019. Rice and its importance in rural entrepreneurs of agricultural business as a local development mechanism of Sanbornton. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(1), 324-330. Consultado el 03 de mayo de 2023. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000100324&lng=es&tlng=en.
- Monar Coello, Á. S. 2022. Descripción de la calidad molinera del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L. ssp. japonico) (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2022). Consultado el 15 de marzo de 2023. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11365/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000382.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 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.). Consultado el 8 de marzo de 2023. Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/51721/1/T-109997.pdf>
- Ortiz, A. 2000. Efecto de algunos ecotipos de arroz rojo sobre el rendimiento en molino y transparencia de los cultivares del arroz Fonaiap 1, Cimarrón y ZETA 15. *Agronomía Trop.*, 50(4). Consultado el 8 de marzo de 2023. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Aida-Ortiz/publication/32935888_Efecto_de_Algunos_Ecotipos_de_Arroz_Rojo_Sobre_el_Rendimiento_en_Molino_y_Transparencia_de_Los_Cultivares_de_Arroz_FONAIAP_1_Cimarron_y_Zeta-15/links/5742071a08aea45ee84a3683/Efecto-de-Algunos-Ecotipos-de-Arroz-Rojo-Sobre-el-Rendimiento-en-Molino-y-Transparencia-de-los-Cultivares-de-Arroz-FONAIAP-1-Cimarron-y-Zeta-15.pdf
- Paredes, C. M., Becerra, V. V., Donoso, Ñ. G., Loaiza De La Pava, K. 2021. Capítulo 9. Calidad del grano de arroz. Colección Libros INIA-Instituto de

- Investigaciones Agropecuarias. Consultado el 15 de marzo de 2023.
- Parrales Santos, J. N. 2020. Factores determinantes de la calidad molinera del arroz (*Oryza sativa* L. ssp. *indica*)” (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2020). Consultado el 15 de marzo de 2023. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8425/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000272.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pedreira, D. I., Solís, S. H. D., Rivera, R. M., & Pedreira, N. I. 2013. Influencia de la temperatura del grano, durante el proceso de secado, en la calidad del arroz blanco. *Avances*, 15(4), 394-405. Consultado el 17 de marzo de 2023. Disponible en <file:///C:/Users/DELL/Downloads/Dialnet-InfluenciaDeLaTemperaturaDelGranoDuranteElProcesoD-5350898.pdf>
- Pincirolí, M. 2011. Proteínas de arroz: propiedades estructurales y funcionales (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata). Consultado el 15 de marzo de 2023. Disponible en http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/1828/Documento_completo___pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Poveda, G., Andrade, C. 2018. Producción sostenible de arroz. Contribuciones a las ciencias sociales, (marzo). Disponible en <https://www.eumed.net/rev/cccss/2018/03/produccion-arroz-ecuador.html>
- Ramírez De La Cruz, Z. E. 2021. Tecnología de los molinos de arroz de la localidad de tembladera y su incidencia en la calidad y rendimiento de su producción. Consultado el 15 de marzo de 2023. Disponible en <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/4543/Tesis%20Zoraida%20Ram%c3%adrez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rangel, L., Rojas, Y. S., Hernández, D., De Padua, M., Sánchez, J. M. 2018. Calidad molinera de las variedades de arroz SD20a y payara 1FL, y su resistencia a *Sitophilus oryzae* (L.) y *Rhizopertha dominica* (F.). *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 21(2), 351-357. Consultado el 8 de marzo de 2023. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262018000200351
- Rodríguez Zurichaqui, D. P. 2017. Potencial de rendimiento de líneas mutantes de arroz (*Oryza sativa* L.) desarrolladas mediante la aplicación de rayos gamma en condiciones del valle de Jequetepeque. Consultado el 15 de marzo de

2023. Disponible en <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2964/F30-R639-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Serrano, A. S. 2004 Evaluación de la calidad molinera de variedades de arroz producidas en Calabozo, Estado Guárico. Consultado el 15 de marzo de 2023. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Aida-Ortiz/publication/48221771_Evaluacion_de_la_calidad_molinera_de_variedades_de_arroz_producidas_en_Calabozo_estado_Guarico/links/5742033f08ae9ace841878f3/Evaluacion-de-la-calidad-molinera-de-variedades-de-arroz-producidas-en-Calabozo-estado-Guarico.pdf
- Vivanco Mackliff, J. A. 2022. Estudio de concentración de proteínas de granos de arroz a nivel de centros de acopio minoristas en la zona de Babahoyo (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2021). Consultado el 8 de marzo de 2023. Disponible en <http://190.15.129.146/bitstream/handle/49000/11397/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000206.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Zecchi, B., & Gerla, P. 2005. Desarrollo de un modelo para la predicción y control del porcentaje de grano partido durante el secado de arroz. Ingeniería Química Uruguay. Consultado el 15 de marzo de 2023. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Berta-Zecchi/publication/298996342_Development_of_a_model_for_the_prediction_and_control_of_the_percentage_of_grain_broken_during_the_drying_of_rice/links/56fee15a08aea6b77468d377/Development-of-a-model-for-the-prediction-and-control-of-the-percentage-of-grain-broken-during-the-drying-of-rice.pdf
- Zuluaga Suarez, A. 2014. Laboratorio de calidad de arroz del fondo latinoamericano. Consultado el 8 de marzo de 2023. Disponible en https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57187918/laboratorio_calidad_arroz_zuluaga_2014_-_copia-libre.pdf?1534285630=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLaboratorio_calidad_arroz_zuluaga_2014_c.pdf&Expires=1683151359&Signature=Mk4b5TTzZ0yMcJTpsz0PJ7RiSXHXxBRkmQrmz5WNp8Il~18DG5iZ1ZuqPyBh418dJ1bU0TmQMH0Yuf8xXtt89UUb~07EIlm0h57fKYE81NRNvVh9b4bR2zT1pQoSGnA9d1DCZH~S7p16NFnGCXNQ3woJsMt2EoZg~yTxy5vl97t55fu1l-k6E4EeWslpLfrFxmjB-

nbxaBLK~XC~v7E~11dnwDXez5IZ9Aqqq2yyq5sVt0S4CPtgC-
RNzfNqAQS3ZdYVURf4MGwkSwb29HCKd~Sby9HgZ~b-
0OyQimwQVojw8bqIGz1NKMQUIBtbbn84nyxaYn~PJqguXpPydVHgMnw__&
Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

ANEXOS

Análisis de varianza

Cáscara (%)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Cáscara (%)	15	0,24	0,00	8,42

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	0,52	4	0,13	0,81	0,5474
Tratam	0,52	4	0,13	0,81	0,5474
Error	1,60	10	0,16		
<u>Total</u>	<u>2,12</u>	<u>14</u>			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,07486

Error: 0,1600 gl: 10

Tratam Medias n E.E.

PxJ - 37	5,07	3	0,23	A
PxJ - 17	4,80	3	0,23	A
PxJ - 38	4,77	3	0,23	A
SFL-11	4,60	3	0,23	A
<u>PxJ - 7</u>	<u>4,53</u>	<u>3</u>	<u>0,23</u>	<u>A</u>

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

Integral (%)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Integral (%)	15	0,24	0,00	5,09

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	49,14	4	12,29	0,79	0,5557
Tratam	49,14	4	12,29	0,79	0,5557
Error	154,87	10	15,49		
<u>Total</u>	<u>204,01</u>	<u>14</u>			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,57480

Error: 15,4867 gl: 10

Tratam Medias n E.E.

PxJ - 7	79,30	3	2,27	A
SFL-11	78,83	3	2,27	A
PxJ - 38	77,47	3	2,27	A
PxJ - 17	76,87	3	2,27	A
<u>PxJ - 37</u>	<u>74,17</u>	<u>3</u>	<u>2,27</u>	<u>A</u>

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

Clasificado (%)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Clasificado (%)	15	0,45	0,23	6,42

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	146,34	4	36,59	2,07	0,1599

Tratam 146,34 4 36,59 2,07 0,1599
 Error 176,73 10 17,67
Total 323,07 14

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=11,29651

Error: 17,6727 gl: 10

Tratam Medias n E.E.

SFL-11 70,97 3 2,43 A

PxJ - 38 66,57 3 2,43 A

PxJ - 7 64,53 3 2,43 A

PxJ - 17 63,80 3 2,43 A

PxJ - 37 61,77 3 2,43 A

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

Arrocillo (%)

Variable N R² R² Aj CV

Arrocillo (%) 15 0,29 0,00 1,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo 2,7E-03 4 6,7E-04 1,00 0,4516

Tratam 2,7E-03 4 6,7E-04 1,00 0,4516

Error 0,01 10 6,7E-04

Total 0,01 14

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06938

Error: 0,0007 gl: 10

Tratam Medias n E.E.

SFL-11 1,50 3 0,01 A

PxJ - 38 1,50 3 0,01 A

PxJ - 37 1,50 3 0,01 A

PxJ - 17 1,50 3 0,01 A

PxJ - 7 1,47 3 0,01 A

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

Polvillo (%)

Variable N R² R² Aj CV

Polvillo (%) 15 0,40 0,17 6,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo 0,15 4 0,04 1,70 0,2266

Tratam 0,15 4 0,04 1,70 0,2266

Error 0,22 10 0,02

Total 0,37 14

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,39857

Error: 0,0220 gl: 10

Tratam Medias n E.E.

PxJ - 7 2,57 3 0,09 A

PxJ - 37 2,50 3 0,09 A

PxJ - 17 2,43 3 0,09 A

PxJ - 38 2,33 3 0,09 A

SFL-11 2,30 3 0,09 A

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

Panza blanca

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R²</u>	<u>Aj</u>	<u>CV</u>
Panza blanca	15	0,96	0,94	8,16	

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	37,07	4	9,27	54,30	<0,0001
Tratam	37,07	4	9,27	54,30	<0,0001
Error	1,71	10	0,17		
Total	38,78	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,11011

Error: 0,1707 gl: 10

Tratam Medias n E.E.

PxJ - 17 6,07 3 0,24 A

PxJ - 7 5,93 3 0,24 A

PxJ - 37 5,80 3 0,24 A

PxJ - 38 5,57 3 0,24 A

SFL-11 1,93 3 0,24 B

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

Contenido de proteínas (%)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R²</u>	<u>Aj</u>	<u>CV</u>
Contenido de proteínas (%)..	15	0,40	0,15	1,90	

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	0,16	4	0,04	1,64	0,2396
Tratam	0,16	4	0,04	1,64	0,2396
Error	0,24	10	0,02		
Total	0,40	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,41629

Error: 0,0240 gl: 10

Tratam Medias n E.E.

PxJ - 7 8,30 3 0,09 A

PxJ - 38 8,23 3 0,09 A

SFL-11 8,10 3 0,09 A

PxJ - 17 8,07 3 0,09 A

PxJ - 37 8,03 3 0,09 A

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

Contenido de amilosa (%)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R²</u>	<u>Aj</u>	<u>CV</u>
Contenido de amilosa (%)	15	0,73	0,62	8,06	

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	4,65	4	1,16	6,60	0,0072
Tratam	4,65	4	1,16	6,60	0,0072
Error	1,76	10	0,18		
Total	6,41	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,12733

Error: 0,1760 gl: 10

Tratam Medias n E.E.

PxJ - 38 5,63 3 0,24 A
PxJ - 17 5,57 3 0,24 A
PxJ - 37 5,50 3 0,24 A
PxJ - 7 5,20 3 0,24 A B
SFL-11 4,13 3 0,24 B

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

Fotografías

Primero se procedió a pesar las muestras después de ser traídas del campo



realizo la limpieza con el determinador de granos



Luego se procedió a pesar las muestras

Luego de pesar las muestras se
procedieron a tomar la humedad de cada
muestra



se procedió a colocar las muestras en el secador de muestras si la humedad pasaba del 12%



Luego del secador se procedió a tomar la humedad de las muestras

Luego de medir la humedad se procedió a pesar cada muestra



Se procedió a poner cada muestra en el descascarador de granos de arroz



Se procedió a colocar las muestras en el pulidor



Se procedió a poner cada muestra en el clasificador de granos



Se procedió a colocar cada muestra en el analizador de proteína y amilosa



Por último, se procedió en cada muestra a contar los granos que contiene panza blanca

