



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

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

INGENIERO AGROPECUARIO

Tema:

Selección de poblaciones segregantes F3 de arroz provenientes de cruces recíprocos entre *Oryza rufipogon* G. x *Oryza sativa* L. spp. *japonica*, con potencial genético para el desarrollo de nuevas variedades.

Autor:

Cristian Jeferson Sarcos Berruz

Asesor:

Walter Oswaldo Reyes Borja, PhD.
Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2018



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

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

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Selección de poblaciones segregantes F3 de arroz provenientes de cruces
recíprocos entre *Oryza rufipogon* G. x *Oryza sativa* L. spp. *japonica*, con potencial
genético para el desarrollo de nuevas variedades”.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Ing. Agr. Oscar Mora Castro, MSc.
PRESIDENTE



Ing. Agr. Guillermo García Vásquez, MSc.
PRIMER VOCAL



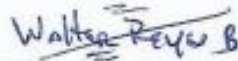
Ing. Agr. Marlon López Izurieta, MSc.
SEGUNDO VOCAL

CERTIFICACIÓN

El suscrito certifica:

Que el trabajo titulado "Selección de poblaciones segregantes F3 de arroz provenientes de cruces recíprocos entre *Oryza rufipogon* G. x *Oryza sativa* L. spp. *japonica*, con potencial genético para el desarrollo de nuevas variedades", realizado por el egresado Cristian Jeferson Sarcos Berruz; ha sido dirigido y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la Universidad Técnica de Babahoyo.

Babahoyo, 12 de octubre del 2018



Ph.D. Walter Oswaldo Reyes Borja
Asesor

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Cristian Jeferson Sarcos Berruz

Declaro que:

El trabajo de investigación "Selección de poblaciones segregantes F3 de arroz provenientes de cruces recíprocos entre *Oryza rufipogon* G. x *Oryza sativa* L. spp. *japonica*, con potencial genético para el desarrollo de nuevas variedades", ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de esta investigación.

Babahoyo, 12 de octubre del 2018

Cristian Sarcos B
Cristian Jeferson Sarcos Berruz

120761957-6

AUTORIZACIÓN

Yo, Cristian Jeferson Sarcos Berruz autorizo a la Universidad Técnica de Babahoyo, la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución; el trabajo de grado titulado "Selección de poblaciones segregantes F3 de arroz provenientes de cruces recíprocos entre *Oryza rufipogon* G. x *Oryza sativa* L. spp. *japonica*, con potencial genético para el desarrollo de nuevas variedades", cuyo contenido, ideas y criterios son de exclusiva responsabilidad y autoría.

Babahoyo, 12 de octubre del 2018

Cristian Sarcos B
Cristian Jeferson Sarcos Berruz

120761957-6

Las investigaciones, resultados, conclusiones
y recomendaciones del presente trabajo son
de exclusiva responsabilidad del autor

Cristian Sarcos B.
Cristian Jeferson Sarcos Berruz

120761957-6

DEDICATORIA

Este trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme la fuerza necesaria para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi vida profesional y conseguir uno de los anhelos más deseados.

De igual forma dedico este trabajo a mis padres Ángel Sarcos Sarcos y Elena Berruz Sesme por su amor, trabajo, sacrificio y la confianza depositada en mi durante todos estos años, gracias a ustedes he logrado alcanzar este triunfo. A mi hermano Carlos Sarcos Berruz por su ayuda incondicional brindada durante el desarrollo de esta investigación.

AGRADECIMIENTO

En primera instancia doy gracias a Dios por darme la vida y ser esa luz incondicional que ha guiado mi camino en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

Agradezco principalmente a mis padres: Ángel y Elena, por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron, por confiar y creer en mis expectativas, por sus sabios consejos, valores y principios que me han inculcado.

Mi profundo agradecimiento a la Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, por permitirme concluir con una etapa de mi vida. Agradezco a cada uno de los docentes que compartieron sus conocimientos y experiencia contribuyendo en mi formación académica.

Al Director de Tesis del presente trabajo, Ing. Agr. Walter Reyes Borja, PhD, por sus enseñanzas, paciencia, orientación y sobre todo por guiarme en el desarrollo de esta investigación.

Agradezco al Ing. Agr. Carlos Sarcos Berruz, al Ing. Agr. Jorge Borja Portilla, al Ing. Agr. Lenin Arana Vera y la Ing. Agr. Viviana Arana Vera, por su valiosa orientación, tiempo y enseñanza durante el desarrollo de esta investigación.

Al Ing. Wellington Rodríguez. Por contribuir con sus aportaciones que de una u otra manera fueron de vital importancia en la realización de este trabajo investigativo.

Una gratitud sincera a la Lcda. Adela Veloz Paredes, Mg. Colaboradora del área informática, que con sus sabios conocimientos, enseñanzas y colaboración permitió concluir con esta etapa del trabajo.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a mis compañeros de laboratorio Egdos. Zaida Miguez, Cinthia Torres y Paúl Vélez Por su colaboración y amistad brindada.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO	II
TABLA DE CONTENIDO	IV
INDICE DE TABLAS	VIII
INDICE DE FIGURAS	X
INDICE DE ANEXOS.....	XII
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos de la investigación.....	3
1.1.1. Objetivo general.....	3
1.1.2. Objetivos específicos.....	3
II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Origen y distribución.....	4
2.2. Descripción botánica	6
2.2.1. Morfología.....	7
2.2.2. Sistema radicular	7
2.2.3. Tallo	7
2.2.4. Hojas.....	8
2.2.5. Flores	8
2.3. Diversidad genética	8

2.4.	Mejoramiento genético	12
2.5.	Hibridación y Selección	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS		15
3.1.	Material genético	15
3.2.	Materiales y equipos	15
3.3.	Localización del estudio	15
3.4.	Factores estudiados.....	16
3.5.	Tratamientos estudiados	16
3.6.	Métodos	16
3.7.	Análisis estadístico	17
3.8.	Manejo del ensayo	17
3.8.1.	Cultivo de segregantes F3	17
3.8.2.	Germinación de semillas F3	17
3.8.3.	Trasplante en las macetas	18
3.8.4.	Trasplante de las plantas al campo	19
3.8.5.	Riego	19
3.8.6.	Control de malezas	20
3.8.7.	Fertilización.....	20
3.8.8.	Control de insectos plaga y enfermedades	21
3.8.9.	Cosecha de las semillas F4.....	22
3.9.	Variables evaluadas	23
3.9.1.	Vigor.....	23
3.9.2.	Días a la floración	24
3.9.3.	Ciclo vegetativo (días)	24

3.9.4.	Macollos por planta	24
3.9.5.	Panículas por planta	24
3.9.6.	Longitud y ancho de la hoja bandera y de la hoja 2 (cm)	24
3.9.7.	Altura de planta (cm).....	25
3.9.8.	Granos por panícula	25
3.9.9.	Longitud de panícula (cm)	25
3.9.10.	Esterilidad de panícula	25
3.9.11.	Peso de 1000 granos (g)	25
3.9.12.	Rendimiento (g/planta).....	26
3.9.13.	Longitud y ancho del grano descascarado (mm).....	26
3.9.14.	Centro blanco	26
3.9.15.	Desgrane (%).....	26
3.9.16.	Presencia de arista (%)	27
IV.	RESULTADOS	28
4.1.	Vigor	28
4.2.	Días a la floración.....	29
4.3.	Ciclo vegetativo (días).....	29
4.4.	Macollos por planta	30
4.5.	Panículas por planta.....	31
4.6.	Longitud de hoja bandera (cm).....	32
4.7.	Ancho de hoja bandera (cm).....	33
4.8.	Longitud de hoja 2 (cm)	35
4.9.	Ancho de hoja 2 (cm)	36
4.10.	Altura de planta (cm).....	38

4.11. Longitud de panícula (cm).....	39
4.12. Granos por panícula.....	40
4.13. Esterilidad de panícula	41
4.14. Peso de 1000 granos (g)	42
4.15. Rendimiento (g/planta).....	43
4.16. Longitud de grano descascarado (mm).....	45
4.17. Ancho de grano descascarado (mm).....	46
4.18. Centro blanco.....	46
4.19. Desgrane (%)	47
4.20. Presencia/ausencia de arista (%) en los granos	48
4.21. Análisis de Componentes Principales	49
4.22. Análisis de Conglomerado	51
4.23. Análisis de la Variabilidad Relativa (%) para la selección de las líneas sobresalientes a través de la variable rendimiento por planta.	52
V. DISCUSIÓN	54
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
6.1. Conclusiones.....	57
6.2. Recomendaciones	58
VII. RESUMEN.....	59
VIII. SUMMARY	61
IX. BIBLIOGRAFÍA	63
X. ANEXOS	70

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del cultivo de arroz.....	6
Tabla 2. Variedades de arroz liberadas en el periodo 2003-2014, países miembros del Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego (FLAR.....	10
Tabla 3. Tratamientos estudiados segregantes F3	16
Tabla 4. Escala de vigor (CIAT).	24
Tabla 5. Escala de categoría de longitud y ancho del grano descascarado (CIAT)	26
Tabla 6. Escala de desgrane	27
Tabla 7. Resultado del análisis estadístico del vigor vegetativo (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2018.	28
Tabla 8. Número de macollos por planta de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico x puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.	30
Tabla 9. Número de panículas por planta de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico x puyón. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.....	31
Tabla 10. Longitud de la hoja bandera en centímetros de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.	32
Tabla 11. Ancho de la hoja bandera en centímetros de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.....	34
Tabla 12. Longitud de la hoja 2 en centímetros de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.....	35

Tabla 13. Ancho de la hoja 2 en centímetros de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.....	37
Tabla 14. Altura de planta en centímetros de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.....	38
Tabla 15. Longitud de panícula en centímetros de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.....	39
Tabla 16. Granos por panículas de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.....	41
Tabla 17. Esterilidad de panículas (%) de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.....	42
Tabla 18. Peso de 1000 granos (g) de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.....	43
Tabla 19. Rendimiento de granos por planta (g) de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.....	44
Tabla 20. Longitud de grano en milímetros de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.....	45
Tabla 21. Ancho de grano descascarado en milímetros de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.	46
Tabla 22. Centro blanco de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.	47
Tabla 23. Desgrane (%) de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.	48
Tabla 24. Presencia/ausencia de arista de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.....	49

Tabla 25. Correlaciones de los caracteres observados entre las 11 variables cuantitativas analizadas. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.	49
Tabla 26. Autovalores, proporción distribuida y proporción acumulada de las variables analizadas FACIAG- UTB, 2018.....	50

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución del arroz en el mundo desde el inicio de su comercialización como alimento (Cheany, 1974; González, 1981).	5
Figura 2. Método de selección de población masiva	13
Figura 3. Semillas de arroz F3 colocadas en cajas Petri con una lámina de 3 mm de agua para su germinación, tratadas con Vitavax en dosis de 0,5g/L de agua (A); germinación del embrión 4 días después de la siembra (B).	18
Figura 4. Transplante de las semillas de arroz germinadas en las macetas (A); y Macetas con las líneas de arroz y su respectiva codificación (B)	18
Figura 5. Fangueo del bloque experimental con monocultor (A); Suelo totalmente fangueado (B); Semillero de arroz para el transplante de las segregantes F3 (C); Transplante de las líneas de arroz al campo definitivo (D).	19
Figura 6. Cultivo de arroz antes de realizar riego (A); y después del riego (B). .	19
Figura 7. Ensayo de arroz con un control eficiente de malezas.	20
Figura 8. Identificación de plantas con presencia del virus de la hoja blanca (A) y (B); Eliminación del campo de las plantas afectadas.	21

Figura 9. Cosecha de las líneas de arroz (A); Selección de las mejores panículas (B); y Colocación de las semillas en fundas de papel con su respectiva identificación (C).....	22
Figura 10. Colocación de semillas en el medidor de humedad (A); Semillas con un 13% de humedad para el almacenamiento (B); y Peso de semillas de cada línea (C).	23
Figura 11. Identificación de días a la floración (A); y Registro de la floración de cada línea (B).	29
Figura 12. Desarrollo de las diferentes etapas del cultivo de arroz (A), (B) y (C); y Cosecha de las líneas de arroz en su madurez fisiológica (D).	29
Figura 13. Longitud de la hoja bandera (cm).....	33
Figura 14. Ancho de la hoja bandera (cm).....	34
Figura 15. Longitud de la hoja 2 (cm).....	36
Figura 16. Ancho de la hoja 2 (cm).....	37
Figura 17. Longitud de panícula en diferentes líneas de arroz (A) Y (B).....	40
Figura 18. Peso de 1000 granos (g) en balanza de precisión.	43
Figura 19. Peso total del rendimiento (g/planta).	44
Figura 20. Longitud de grano en las diferentes líneas de arroz estudiadas.....	45
Figura 21. Correlación existente entre las variables más evidentes: macollos por planta y panículas cosechadas, longitud de panícula y rendimiento de gramos por planta, FACIAG, UTB. 2018.	51
Figura 22. Resultado del análisis de conglomerado (Distancia Euclídea-Ward), que ha permitido la agrupación de las líneas que presentaron similitud en las características utilizadas en el análisis.	52

Figura 23. Resultado del análisis de variabilidad relativa que ha permitido la selección más sobresaliente a través de la variable rendimiento por planta. 53

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Análisis de varianza (SC tipo I) vigor vegetativo con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.</i>	70
Anexo 2. <i>Análisis de varian8za (SC tipo I) floración (días) con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.</i>	70
Anexo 3. <i>Análisis de varianza (SC tipo I) macollos por planta con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.</i>	70
Anexo 4. <i>Análisis de varianza (SC tipo I) panículas por planta con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.</i>	70
Anexo 5. <i>Análisis de varianza (SC tipo I) longitud hoja bandera (cm) con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.</i>	71
Anexo 6. <i>Análisis de varianza (SC tipo I) ancho hoja bandera (cm) con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.</i>	71
Anexo 7. <i>Análisis de varianza (SC tipo I) longitud hoja 2 (cm) con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.</i>	71
Anexo 8. <i>Análisis de varianza (SC tipo I) ancho hoja 2 (cm) con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.</i>	71
Anexo 9. <i>Análisis de varianza (SC tipo I) altura de planta (cm) con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.</i>	72

Anexo 10. Análisis de varianza (SC tipo I) longitud de panícula (cm) con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.	72
Anexo 11. Análisis de varianza (SC tipo I) granos por panícula con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.....	72
Anexo 12. Análisis de varianza (SC tipo I) esterilidad de panícula (%) con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.	73
Anexo 13. Análisis de varianza (SC tipo I) peso 1000 granos (g) con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.....	73
Anexo 14. Análisis de varianza (SC tipo I) rendimiento (g/planta) con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.....	73
Anexo 15. Análisis de varianza (SC tipo I) longitud de grano descascarado (mm) con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.	73
Anexo 16. Análisis de varianza (SC tipo I) ancho de grano descascarado (mm) con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.	74
Anexo 17. Análisis de varianza (SC tipo I) centro blanco con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.....	74
Anexo 18. Análisis de varianza (SC tipo I) escala de desgrane con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.....	74

I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los cultivos más importantes en el mundo, se produce en 113 países y es el alimento básico de más de la mitad de la población mundial. En América Latina y el Caribe, se cultiva alrededor de 6,7 millones de hectáreas, con una producción total de 26,4 millones de toneladas, siendo los principales países productores: Brasil con 49,7 % de la producción, seguido por Colombia (9,8 %), Perú (9,3 %), Argentina (3,9 %) y Venezuela (3,6 %), (FOASTAD, 2006). Un pronóstico realizado por la FAO, menciona que la producción mundial de arroz en el 2018, será de 769,9 millones de toneladas, eso significa 510,6 millones de toneladas de arroz elaborado (FAO, 2018).

En el Ecuador, la producción de arroz tiene sus inicios en el siglo XVIII, pero su consumo y comercialización se fortaleció en el siglo XIX. Este cultivo se desarrolló principalmente en las provincias de Guayas, Manabí, y Esmeraldas y se encuentra entre los principales productos de cultivos transitorios, por ocupar más de la tercera parte de la superficie en sus cultivos. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura, la producción de arroz en el país ocupa el puesto N° 26 a nivel mundial, además de considerarnos uno de los países más consumidores de arroz dentro la Comunidad Andina, se menciona que nuestro país el año 2010, el consumo de arroz per cápita fue de 48 kg. (Barcia, 2012).

El mejoramiento desarrollado a través de la ingeniería genética, en el transcurso de los tiempos, desde que su metodología apareció en el campo agrícola, ha dado lugar a la creación de variedades genéticas con características de resistencia a insectos plaga, enfermedades y herbicidas, convirtiéndose para muchos agricultores en materiales predilectos al momento de escoger la semilla para realizar la siembra; por lo tanto, esta ingeniería juega un papel de vital importancia en el desarrollo de nuevas especies vegetales que permiten introducir genes de interés, ampliando de esta manera el pool genético ya existente.

La especie japónica es un grupo de variedades de arroz provenientes del norte y el este de China, extendiéndose en varias zonas del mundo. Se adaptan en zonas frías, subtropicales y zonas templadas. Son plantas de altura media, hojas verdes-oscuras, poco macollamiento, granos cortos y redondos, su bajo contenido de amilosa lo hace un grano húmedo y pegajoso después de la cocción.

En el Ecuador los cultivares producidos son de tipo índica, los cuales se desarrollan principalmente en los trópicos y en suelos bajos. Uno de los principales problemas en la producción de arroz actualmente es el incremento de la población de arroz negro o también conocida como Puyón (*Oryza rufipogon* G.) en los campos dedicados al cultivo de esta gramínea. Esta subespecie es una planta de crecimiento agresivo que se adapta casi a la mayoría de los suelos donde se cultiva arroz, presenta alta capacidad de macollamiento, resistencia a plagas y enfermedades, con una altura superior a las variedades comerciales. Algunas de sus características han hecho que se utilice esta especie en un programa de Mejoramiento Genético que conduce la Universidad Técnica de Babahoyo (UTB) desde hace más de cuatro años.

Con la diversidad genética obtenida a partir de los cruzamientos interespecíficos entre especies de tipo japónico y el *O. rufipogon*, con este material genético se han realizado estudios en la UTB, donde existen varias líneas de arroz con características sobresalientes; por esta razón, es de bien justificar esta investigación que tiene como objetivo seleccionar poblaciones segregantes F3 de arroz provenientes de cruces interespecíficos de japónico (*Oryza sativa* L. ssp. *japonica*) x Puyón (*Oryza rufipogon* G.) para el desarrollo de nuevas variedades, y de esta manera lograr nuevo germoplasma de arroz que se adapten a las condiciones agroecológicas del Ecuador.

1.1. Objetivos de la investigación

1.1.1. Objetivo general

- Seleccionar poblaciones segregantes F3 de arroz provenientes de cruces interespecíficos de Japonico x Puyón para el desarrollo de nuevas variedades.

1.1.2. Objetivos específicos

- Evaluar las poblaciones segregantes F3 de arroz.
- Determinar las progenies de mejor comportamiento agronómico.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen y distribución

La agricultura se ha convertido en uno de los acontecimientos más importantes de la humanidad, plantas como el maíz, cacao, tomate, calabazas fueron domesticadas en lo largo de la historia. En cuanto al arroz, Acevedo, Castrillo & Belmonte (2006) afirman que en varias regiones de Asia tropical y subtropical se practicaban labores culturales aplicadas al cultivo de arroz, práctica que comenzó hace unos diez mil años.

Aunque existen varias versiones sobre el origen de esta gramínea, para ciertos investigadores es originario de India, mientras que otros mencionan que sus orígenes provienen de China, pero ciertos países sostienen ser los lugares de origen del arroz, tales como: Filipinas y Java. Pero cabe mencionar que, de acuerdo con los registros arqueológicos esta gramínea tiene su origen como cultivo más no como planta silvestre, en China; lugar donde se han encontrado vasijas que datan de unos 8.200 años antes de nuestra era, extendiéndose de manera comercial a las pendientes del Himalaya y al resto de los países que mantenían contacto comercial con China, lugares que poseían las condiciones climáticas apropiadas para realizar cultivos de este cereal. Y es de esta manera como inició la distribución del arroz en varios lugares del planeta (Díaz I. , 2006).

Con la ayuda de comerciantes de esa época las semillas de arroz se distribuyeron desde Asia hasta el Oriente, llegando a Indonesia 1.084 años antes de nuestra era. En las conquistas de Alejandro Magno lograron llegar a Grecia 300 años antes de nuestra era, y llegó al sureste de África hacia Madagascar. Al llegar

las semillas de arroz a Europa (1.500 años de nuestra era) y con las conquistas europeas al continente americano estas llegaron a América latina (1.508 año de nuestra era) y en las colonias europeas instaladas en América del Norte, llegó esta gramínea desde las embarcaciones de los colonizadores holandeses que se dirigía desde Madagascar (Figura 1).



Figura 1. Distribución del arroz en el mundo desde el inicio de su comercialización como alimento (Cheany, 1974; González, 1981).

Con todo esto, Chang citado por Pincirolí, Ponzio, & Salsamendi (2015), aluden que, la existencia de un ancestro común de esta gramínea en Gondwana del mismo que provienen de él dos especies perennes: desde Asia la *Oryza rufipogon* y *Oryza barthii* en África, de las mismas que derivan las cultivadas *Oryza sativa*, y la *Oryza glaberrima* que se encontraba confinada en África.

Las variedades que resultan más antiguas juntos a China fueron una hindú y una japonesa. Los resultados mostraron que las variedades hindúes y japonesas probablemente tenían unos 3.900 años de antigüedad. En cambio, la variedad de

China tenía más del doble, entre 8.200 y 9.000 años. (Jaime, E; Ron Amores, R; Aguilera, R; León, V., 2017).

En el Ecuador el arroz se introdujo durante el siglo XVIII, dando como resultado el inicio de un proceso en la economía del país, aunque a partir del siglo XX se registra una gran importancia económica en el Ecuador, desde el inicio de la siembra de cultivos en el litoral ecuatoriano y su comercialización en todo el país hasta su exportación, época en la que bajó la producción cacaofera, lo que ocasionó una notoria inactividad agrícola, de esta manera extensas áreas quedaron inactivas dentro del Litoral, lo que propició muchas posibilidades para el fortalecimiento del sector arrocero dentro de la región costeña (Navarro J. , 2015).

2.2. Descripción botánica

Fernández, *et al.*, (2017), mencionan que el arroz es una angiosperma del grupo de las monocotiledóneas gramíneas cultivables y presenta la siguiente distribución taxonómica:

Tabla 1. Taxonomía del cultivo de arroz

Taxonomía	
Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Commelinidae
Orden	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Bambusoideae
Tribu:	<i>Oryzae</i>
Género:	<i>Oryza</i>
Especie:	<i>Sativa</i>
Nombre científico:	<i>Oryza sativa</i> L.

2.2.1. Morfología

La planta de arroz es una monocotiledónea que posee tallos redondos comprendidos por nudos que le dan una forma redonda, compuesta por nudos y entrenudos. Posee raíces adventicias, típico de las gramíneas, y su hoja es plana de forma laminada, por lo general esta planta es autógama y se cultiva en suelos húmedos e inundados (MENDELU, 2018).

2.2.2. Sistema radicular

Franquet citado por Montes, L., (2017) indica que, el sistema radicular del arroz posee dos tipos de raíces seminales, las mismas que da origen a la radícula completa, encontrándose protegida en su punta por una masa de células de forma semejante a la de un dedal, la que ayuda que se penetre al suelo con facilidad. Las raíces se forman a partir de los nudos inferiores, las raíces localizadas en los últimos nudos superficiales se denominan raíces nodales y, las raíces adventicias o raíces maduras se localizan bajo tierra.

2.2.3. Tallo

El tallo del arroz tiene forma cilíndrica, se encuentra compuesta por nudos y entrenudos encontrándose de manera alternada, en el nudo o región nodal es lugar donde se originan las hojas de la planta, y una yema. El tallo llega a medir entre los 60 hasta los 120 centímetros de longitud; su longitud es variable y su brillo o color dependen de la variedad del arroz. El tallo en conjunto con sus hojas dan forma un macollo; desarrollándose alternamente al tallo principal. Los macollos primarios se desarrollan en los nudos más bajos de la planta, para luego producir los macollos secundarios y estas a su vez producen macollos terciarios. (MENDELU, 2018).

2.2.4. Hojas

Según Castellanos *et al.*, (2017) señalan que las hojas son los órganos de las plantas que más rápido responden a los cambios nutricionales del suelo. Existen variedades de formas de hojas, las cuales varían de acuerdo a la familia. En la planta de arroz las hojas las encontramos de manera alternada, esta es alargada y plana con el limbo lineal. Arias, (2017) alude que, “En el limbo se encuentra una lígula embranosa, bífida y erguida presentando en el borde inferior una serie de cirros alargados y sedosos.

2.2.5. Flores

Las flores se encuentran en la panícula, que se encuentra en la parte superior del nudo apical del tallo de la planta de arroz, denominado nudo ciliar; esta panícula carece de hojas y yemas. La flor del arroz es completa consta de seis estambres que componen anteras bicelulares y un pistilo consisten en el ovario, el estilo y el estigma. En la base superior de las flores del arroz se encuentran dos estructuras que se conocen como lodículos, y al componerse la flor del arroz de un ovario al madurarse da forma al grano, que se compone de la palea, la lema, raquilla y aristas (SINAVIMO, 2016).

2.3. Diversidad genética

Díaz & Chaparro (2012), señalan que “La biotecnología es la ciencia que ha logrado crear transformaciones genéticas de arroz”, para crear variedades de arroz resistentes a la tolerancia de factores bióticos, abióticos, y con granos de mejor calidad. Con el propósito de revisar los métodos y los usos agrícolas de la ingeniería genética aplicada al cultivo del arroz, la biotecnología ha logrado grandes avances en transformación genética con importantes resultados en el mejoramiento genético

de variedades elite de las subespecies japónica e índica. Desde que se consiguió producir la primera planta transgénica de arroz a finales de los años 80, varios protocolos para la transferencia de genes se han empleado con éxito logrando la modificación genética de más de 60 cultivares de arroz. Para ello, se han empleado sistemas de transformación tanto directos como indirectos. Se han realizado modificaciones de rasgos importantes en el cultivo, tales como la resistencia a factores bióticos (insectos, hongos, bacterias, virus, nematodos), tolerancia a factores abióticos (salinidad, sequía, altas y bajas temperaturas, inmersión), y mejoramiento de características agronómicas (calidad nutricional, rendimiento, uso de nutrientes, tolerancia a herbicidas).

Existe una necesidad muy urgente de aumentar la producción del arroz de una manera sustentable, pero la variación genética reducida actúa de manera contraria a ella. En Latinoamérica los estudios basados al mejoramiento genético del arroz han dependido de un núcleo genético compuesto por 12 cultivares. La variabilidad genética se ha ampliado, combinando diferentes genes con el núcleo genético según sea necesario. Se debe considerar la identificación de nuevos núcleos genéticos para reducir la vulnerabilidad y aumentar el potencial de rendimiento (Cuevas, F.; Guimarães, E.; Berrio, L.; Gonzáles, D., 1992).

Según Orozco *et al.*, (2016), existen algunas variedades de arroz liberadas en el periodo 2003-2014, a países miembros del Fondo Latinoamericano para arroz de Riego (FLAR), como se muestran a continuación en la siguiente Tabla 2.

Tabla 2. Variedades de arroz liberadas en el periodo 2003-2014, países miembros del Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego (FLAR).

Nombre	Pedigrí	Año	País	No. Ancestro
Tranquilo INTA	F FL0022-18P-6-MA-1A-13 ^a	2010	Argentina	57
Paititi	FL00144-1P-24-1P-M	2004	Bolivia	65
Amboro	FL00468-5P-7-2P-M	2004	Bolivia	66
CONARROZ 103	FL FL04648-6P-9-1P-3P-M	2008	Bolivia	54
MAC 18	FL03188-7P-5-3P-3P-M	2008	Bolivia	45
Saavedra 28	FL03188-7P-5-3P-3P-M	2009	Bolivia	70
Saavedra 44	FL	2009	Bolivia	--
Corobicí	FL02066-4P-1-2P-M	2006	Costa Rica	39
Palmar 18	FL03160-6P-12-2P-1P-M	2006	Costa Rica	50
Cabuyo	FL03784-13P-14-1P-M	2006	Costa Rica	69
Diría FL-15	FL02063-7P-3-2P-3-M	2009	Costa Rica	63
Cortez FL-48	FL03817-12P-5-2P-3P-M	2009	Costa Rica	70
Sierpe FL-250	FL03323-5P-21-1P-1P-M	2010	Costa Rica	67
Tenorio FL-238	FL001028-8P-3-2P-1P-M-2X-3P-M	2010	Costa Rica	43
Pasquiel FL-13	FL05372-7P-4-3P-1P-M	2010	Costa Rica	78
Curime FL-14	FL05372-7P-4-4P-2P-M	2010	Costa Rica	78
Garabito FL-163	FL06747-4P-10-5P-3P-M	2010	Costa Rica	74
Pasquiel 2FL	FL06609-11P-12-1P-2P-M	2014	Costa Rica	74
Jonhicuí FL	FL06609-20P-8-1P-1P-M	2014	Costa Rica	74
Bu Cup FL	FL06733-16P-4-2P-2P-M	2014	Costa Rica	88
FEDEARROZ 60	FL03188-7P-5-3P-1P-M	2007	Colombia	45

FEDEARROZ 174 FL	FL03174-8P-7-2P-2P-M	2007	Colombia	56
FEDEARROZ 68	FL08468	2014	Colombia	83
SENACA FL09	FL03233-8P-6-2P-2P-M	2009	Ecuador	45
SENACA FL11	FL05463-4P-13-1P-2P-M	2011	Ecuador	75
SENACA FL12	FL05372-7P-7-2P-1P-M	2012	Ecuador	78
INIAP FL01	FL07162-10P-5-3P-3P-M- EC	2012	Ecuador	59
ICTA ARROZGUA 09	FL03199-2P-20-2P-1P-M	2009	Guatemala	66
GRDB FL-10	FL03199-29-20-2P-1P-M	2009	Guyana	64
GRDB FL-11	F105482-8P-5-2P-1P-M	2011	Guyana	52
FL0867	FL00867-10P-15-3P-M	2005	Guy. Frac	67
DICTA Comayagua	FL04208-6P-5-2P-3P-M	2011	Honduras	75
DICTA Playitas	FL06885-4P-3-2P-3P-M	2011	Honduras	70
ANAR 2006	FL01119-1P-5-2P-M	2006	Nicaragua	53
ANAR 2012 FL	FL03160-6P-12-2P-1P-M	2012	Nicaragua	50
IDIAP 145-05	FL00144-1P-5-13P	2005	Panamá	65
IDIAP 54-05	FL00447-32P-3-1P-M	2005	Panamá	67
IDIAP GAB 2	FL03801-1P-1-1P-2P-M	2010	Panamá	66
IDIAP FL 106- 11	FL07221-3P-3-3P-1P-M	2011	Panamá	78
IDIAP FL137-11	FL07321-3P-4-3P-1P-M	2011	Panamá	68
Conagro 1	FL05372-7P-1-3P-2P-M	2011	Panamá	78
Conagro 2	FL05372-7P-4-4P-2P-M	2011	Panamá	78
Conagro 3	FL05372-7P-7-2P-1P-M	2011	Panamá	78
Estrella FL 111	FL06613-15P-10-1P-2P-M	2012	Panamá	78
FCA 616FL	FL05372-7P-5-3P-1P-M	2013	Panamá	78
Jaragua FL	FL06786-1P-5-2P-2P-M	2010	Rep. Domin	77
Venezuela 21	FL00147-8P-6-15P-M	2003	Venezuela	69
Centauro	FL00984-8P-11-2P-2P-M- M	2007	Venezuela	35
Pionero 2010 FL	FL05372-7P-7-2P-M-1ASP	2010	Venezuela	78
Payara 1FL	FL05372-7P-4-5P-M-1PY	2010	Venezuela	78
ASP 2012 FL	FL05372-7P-4-5P-M-2ASP	2012	Venezuela	78
Soberana FL	FL03225-4P-5-1P-3P-M- 1V	2012	Venezuela	60

2.4. Mejoramiento genético

Es ineludible el estudio genético y la selección del “mejoramiento en cultivares de arroz”, que posea características estables y uniformes en la población en los cultivos. Lograr mayor productividad, grano de mejor calidad, menor ciclo vegetativo, que no encame y que sea de un tamaño menor; son los factores principales que se tienen siempre presente en el momento que se desee desarrollar nuevas variedades (Morejón & Díaz, 2015).

El fitomejoramiento o mejoramiento del arroz tiene como objetivo la producción de nuevas variedades que llevan incorporadas las características solicitadas por el mercado al que se destinarán. Debe entenderse de que se trata de algo dinámico que puede variar de acuerdo con los cambios de gustos que tengan los consumidores. (Díaz & Chaparro, 2012).

El mejoramiento genético en las plantas es una de las proezas más antiguas hechas por el hombre. En la actualidad con la ayuda de este proceso se ha creado un sin número de variedades de vegetales con el objetivo de incrementar la producción y su resistencia (Sotomayor J. , 2017).

Algunos procesos o métodos que se realizan para la creación de nuevas variedades de plantas bajo el mejoramiento genético se mencionan a continuación:

Método tradicional; o conocido como el método convencional, mediante cruzamiento o hibridación entre dos plantas seleccionadas.

Aplicación de mutaciones inducidas con elementos químicos y/o radioactivos.

Uso de la biotecnología moderna a través de la manipulación directa de los genes o el código genético, mediante la ingeniería genética (Castillo, 2012).

2.5. Hibridación y Selección

El método de hibridación consiste en la fecundación de dos individuos que poseen distinta constitución genética, en otras palabras, cruzar dos variedades o especies diferentes y de esta manera lograr reproducir en la descendencia alguno de los caracteres parentales. “El método de selección depende principalmente de la selección masiva de plantas dentro de una población, de acuerdo con criterios del fenotipo de plantas individuales. Por lo regular se utilizan densidades altas de plantación, llevándose a cabo en cultivos de semillas pequeñas, este método solo será efectivo para los rasgos altamente hereditarios, para ser más sencilla su explicación; esta solo funcionará para los rasgos fenotípicos visibles o de alta heredabilidad”. La selección masal es el método más simple, más fácil y más antiguo de selección de plantas. Las plantas individuales son seleccionadas en base a su desempeño fenotípico (Figura 2). Se utilizan semillas a granel para producir la próxima generación (Tiessen A. , 2012).

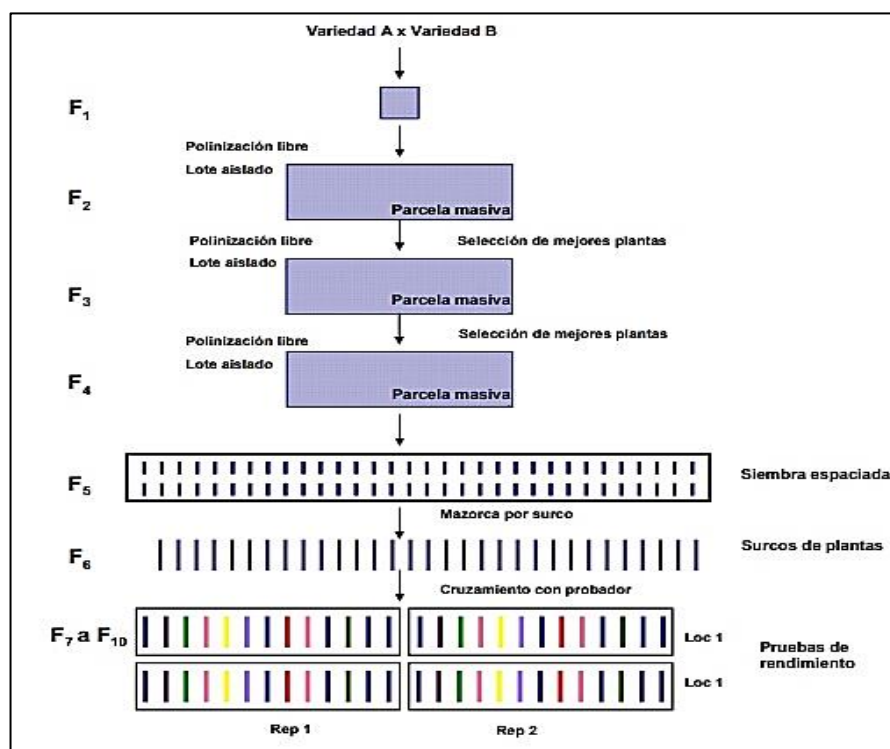


Figura 2. Método de selección de población masiva

Los métodos para generar semillas cuya descendencia reproduzca el genotipo deseado, y así hacer mayor uso de la variabilidad genética presente, crea mayor variabilidad a través de la hibridación y recombinación para de esta manera obtener nuevos genotipos, ejerciendo control del mecanismo de floración y polinización (Camarena, Chura, & Blas, 2014).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Material genético

Se utilizaron 17 poblaciones segregantes F3 de arroz, provenientes de cruces recíprocos entre cuatro cultivares japónicos y un genotipo silvestre (Puyón); sin embargo, durante el estudio se eliminaron dos poblaciones por presencia de aristas, fácil desgrane y tallos decumbentes.

3.2. Materiales y equipos

En la fase de vivero se utilizaron: Macetas, regadera, etiquetas y marcador permanente.

En la fase de campo se utilizó: Estaquillas, piola, cuaderno, fundas de papel, lápiz, cinta métrica milimetrada y una bomba de aspersion manual.

En la fase de laboratorio se utilizaron: Medidor de humedad, estufa, balanza analítica, balanza gramera y cajas Petri.

3.3. Localización del estudio

Los bloques de experimentación de las poblaciones segregantes F3 de arroz se establecieron en El Palmar, proyecto CEDEGE, cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos, ubicada en el km 10,5 de la vía Babahoyo-Montalvo a 8 msnm en las coordenadas geográficas UTM: X = 672.825 Y = 9797.175, el promedio anual de precipitación es de 2329,8 mm; 82 % de humedad relativa; 998,2 horas de heliofanía y la temperatura es de 25,6°C^{1/}.

Fuente: ^{1/} Datos obtenidos de la Estación Agrometeorológica ubicada en la Universidad Técnica de Babahoyo – Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ecuador , 2017.

3.4. Factores estudiados

Características fenotípicas de 17 poblaciones segregantes F3 de arroz provenientes de cruces recíprocos entre tres cultivares japónicos y un genotipo silvestre (Puyón).

3.5. Tratamientos estudiados

Los tratamientos estudiados fueron los segregantes F3 obtenidos a partir de cruces recíprocos entre genotipos japónicos y puyón, como se mencionan a continuación:

Tabla 3. *Tratamientos estudiados segregantes F3*

No.	Cruce	No. Semillas F3
1	PUYÓN/JP002 P8-32	137
2	JP004/PUYÓN P2-145	109
3	JP003/PUYÓN P1-107	62
4	PUYÓN/JP002 P8-20	162
5	PUYÓN/JP002 P8-31	120
6	JP004/PUYÓN P2-87	38
7	JP004/PUYÓN P3-3	17
8	PUYÓN/JP003 P11-64	121
9	PUYÓN/JP002 P8-29	115
10	PUYÓN/JP002 P8-30	110
11	JP003/PUYÓN P1-48	81
12	PUYÓN/JP003 P7-36	79
13	JP004/PUYÓN P2-145	68
14	PUYÓN/JP002 P8-28	106
15	JP003/PUYÓN P1-26 (Eliminada)	99
16	JP004/PUYÓN P7-22 (Eliminada)	76
17	PUYÓN/JP003 P7-34	51

3.6. Métodos

Se utilizaron los métodos: Inductivo-Deductivo, Deductivo-Inductivo y el método Experimental.

3.7. Análisis estadístico

Las diferentes variables que se estudiaron fueron sometidas al Análisis de Varianza (ANOVA) y al test de Tukey 5 % para la determinación de la significancia estadística y para diferenciar o comparar los valores de las variables estudiadas. El Análisis de Componentes Principales se efectuó para conocer la relación existente en las líneas estudiadas, así mismo se realizó el Análisis de Conglomerados con la finalidad de conocer la similitud entre las líneas, empleando la Distancia Euclídea, método Ward. Igualmente. Para la selección de los materiales más sobresalientes se realizó un Análisis de Variabilidad Relativa (%), utilizando la media de la variable rendimiento por planta (g/planta). El menor valor de esta variabilidad y los valores arriba de la media en la variable rendimiento, fueron utilizados para elaborar un gráfico de cuatro celdas, cuyo objetivo fue seleccionar las líneas de mejor producción.

3.8. Manejo del ensayo

3.8.1. Cultivo de segregantes F3

Para llevar a cabo esta investigación, se procedió a seleccionar las semillas F3, obteniendo aquellas que no presentaron ningún tipo de daño ocasionado por insectos o agentes patógenos, para dicho procedimiento se removió la cascarilla de las semillas dejándolas totalmente descubiertas para luego realizar la prueba de germinación.

3.8.2. Germinación de semillas F3

El semillero se realizó bajo condiciones de invernadero, previo al trasplante, las semillas F3 se colocaron a germinar en cajas Petri, utilizando una lámina de

agua aproximadamente de 2 mm, permaneciendo a una temperatura de 30 °C durante cuatro días. Las semillas fueron tratadas con el producto químico Vitavax en dosis de 0,5g/L, con la finalidad de protegerlas durante la etapa de germinación, para posteriormente ser trasplantadas en macetas (Figura 3).

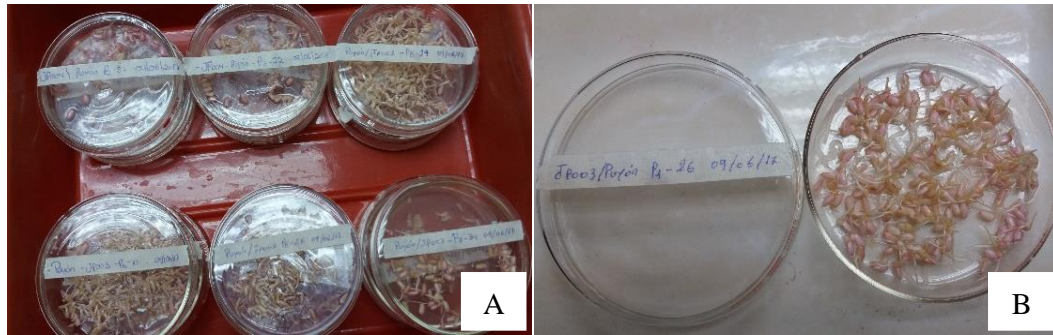


Figura 3. Semillas de arroz F3 colocadas en cajas Petri con una lámina de 3 mm de agua para su germinación, tratadas con Vitavax en dosis de 0,5g/L de agua (A); germinación del embrión 4 días después de la siembra (B).

3.8.3. Trasplante en las macetas

Una vez que las semillas estuvieron pre-germinadas, se procedió a realizar el trasplante de las mismas, utilizando macetas con suelo agrícola fangueado (lodo). La siembra de la semilla pre-germinada, se realizó a los cuatro días después de haber permanecido en las cajas Petri. Esta actividad se efectuó ubicando las semillas en cada maceta con la respectiva identificación de cada cruce, fecha de germinación y trasplante (Figura 4).



Figura 4. Transplante de las semillas de arroz germinadas en las macetas (A); y Macetas con las líneas de arroz y su respectiva codificación (B) .

3.8.4. Trasplante de las plantas al campo

El trasplante se realizó a los veintiséis días después de la germinación, colocando una planta por sitio a una distancia de 25 cm entre planta y calle con un intervalo de 50 cm, entre cada cruce, para ello el suelo fue preparado con un pase de fanguedo con la ayuda de un monocultor. Una vez establecido el cultivo se ejecutaron las labores culturales que corresponden a la siembra de arroz (Figura 5).

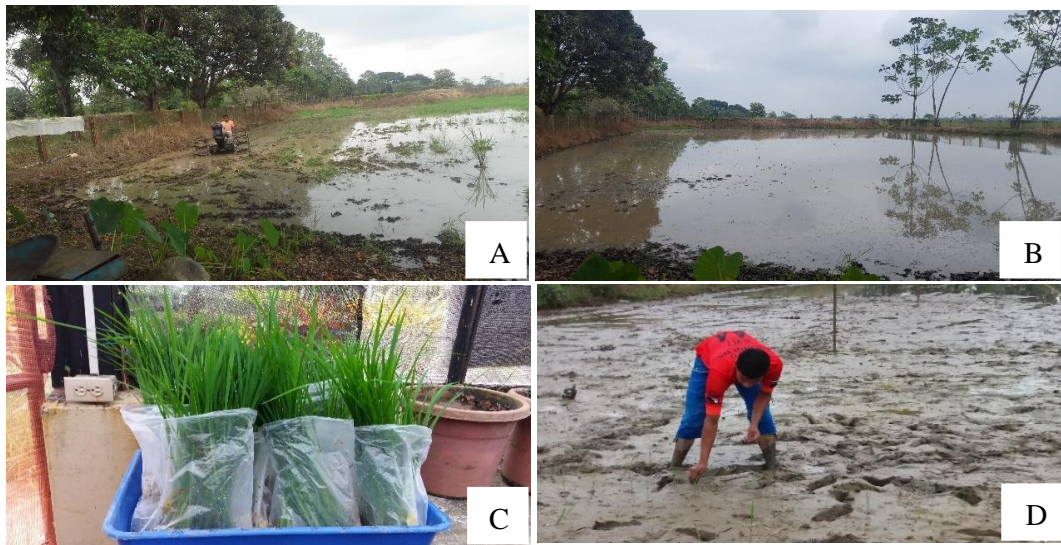


Figura 5. Fanguedo del bloque experimental con monocultor (A); Suelo totalmente fanguedo (B); Semillero de arroz para el trasplante de las segregantes F3 (C); Transplante de las líneas de arroz al campo definitivo (D).

3.8.5. Riego

Se procedió a realizar el riego ocho días después de la siembra, empleando el riego por inundación, que consiste en dejar saturado el suelo con una lámina de agua de 10 cm, aproximadamente (Figura 6).

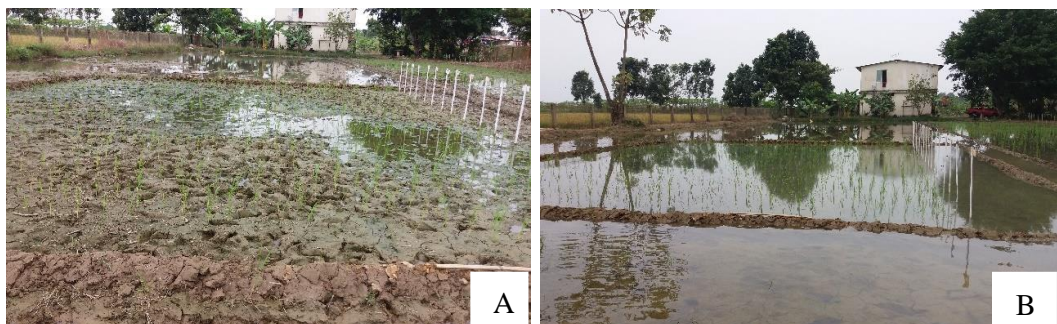


Figura 6. Cultivo de arroz antes de realizar riego (A); y después del riego (B).

3.8.6. Control de malezas

Para el control de malezas en pre-emergencia, se aplicó el producto químico Pendimethalin 400 g/L (2,5 L/Ha). A medida que aparecieron las malezas en la plantación, fueron controladas mediante el método manual (eliminando las malezas a mano), con la finalidad de erradicarlas del campo y de esta manera evitar la competencia con el cultivo por los elementos necesarios (agua, luminosidad, espacio y nutrientes). En la Figura 7, se observa el ensayo sin la presencia de malezas.



Figura 7. Ensayo de arroz con un control eficiente de malezas .

3.8.7. Fertilización

Se realizaron tres aplicaciones de fertilizante edáfico, la primera aplicación se realizó a los 20 días, utilizando una mezcla de tres fertilizantes (Sulfato de amonio, Muriato de potasio y DAP), la dosis fue calculada de acuerdo con el área del bloque experimental (80 m²). Se aplicó 1,43 Kg de Sulfato de amonio, 0,75 Kg de Muriato de potasio y 0,37 Kg de DAP. La segunda aplicación se realizó a los 35 días empleando los mismos fertilizantes y dosificaciones, y la tercera aplicación se efectuó a los 50 días, utilizando 2 kg de Urea.

3.8.8. Control de insectos plaga y enfermedades

Debido a la presencia de ataque de insectos defoliadores, a los 18 días después de la siembra se procedió a realizar la aplicación del insecticida agrícola Alphacor (Alphacypermethrina 100 g/L) en dosis de 75cc/ha. La dosis para el bloque experimental fue calculada mediante una regla de tres obteniendo una dosificación de 7,5 cc en 20 litros de agua. Como método preventivo para el desarrollo del cultivo, se aplicó el fungicida de acción preventiva y curativa Custodia (Azoxystrobin 250 g/l – Tebuconazole 200) en dosis de 700 cc/ha, se utilizaron 75cc en 20 litros de agua.

Así mismo, debido al ataque de la mosca minadora de la hoja *Hidrellia griseola*, a los 25 días después de la siembra se realizó la aplicación de Fiprex (Fipronil 200 g/l) en dosis de 250 cc/ha, la dosis aplicada fue de 16,6 cc en 20 litros de agua. La aplicación de los pesticidas se efectuó mediante una bomba de mochila asperjando el producto al área foliar del cultivo.

A medida que el cultivo se desarrollaba, se eliminaron todas las plantas no deseadas en la población segregante F3; es decir, se descartaron todas las plantas que fueron afectadas por enfermedades fúngicas y por el Virus de la Hoja Blanca (VHB).

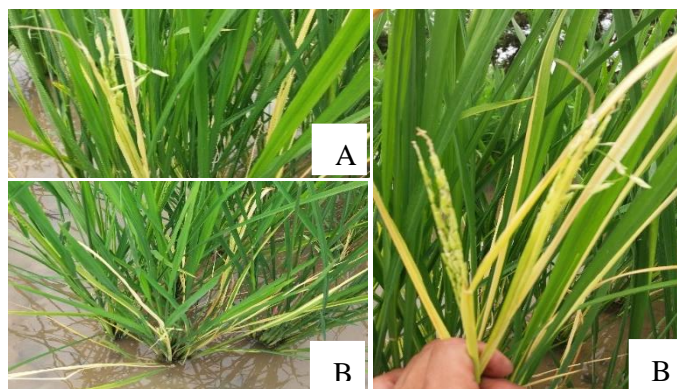


Figura 8. Identificación de plantas con presencia del virus de la hoja blanca (A) y (B); Eliminación del campo de las plantas afectadas.

3.8.9. Cosecha de las semillas F4

La cosecha de los segregantes de cada cruce, se realizó una vez que los individuos de cada población llegaron a la madurez fisiológica. Se cosecharon las plantas de cada cruce por separado, seleccionando las de mejor desarrollo y granos sanos. Las semillas fueron colocadas en sobres de papel con la respectiva identificación del código de cruce, número de planta y fecha de cosecha (Figura 9).



Figura 9. Cosecha de las líneas de arroz (A); Selección de las mejores panículas (B); y Colocación de las semillas en fundas de papel con su respectiva identificación (C).

Para su almacenamiento, las semillas provenientes de cada cruce fueron guardadas en sobres de papel y se guardaron en el Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (UTB), lugar en donde se realizó el conteo de las semillas y posteriormente se colocaron en la estufa a una temperatura de 28°C para bajar la humedad a 13%; así mismo, se tomó el peso de las semillas de cada planta empleando una balanza de precisión, luego se colocaron en un medidor de

humedad para comprobar el porcentaje y ajustarlo al valor antes mencionado (Figura 10).

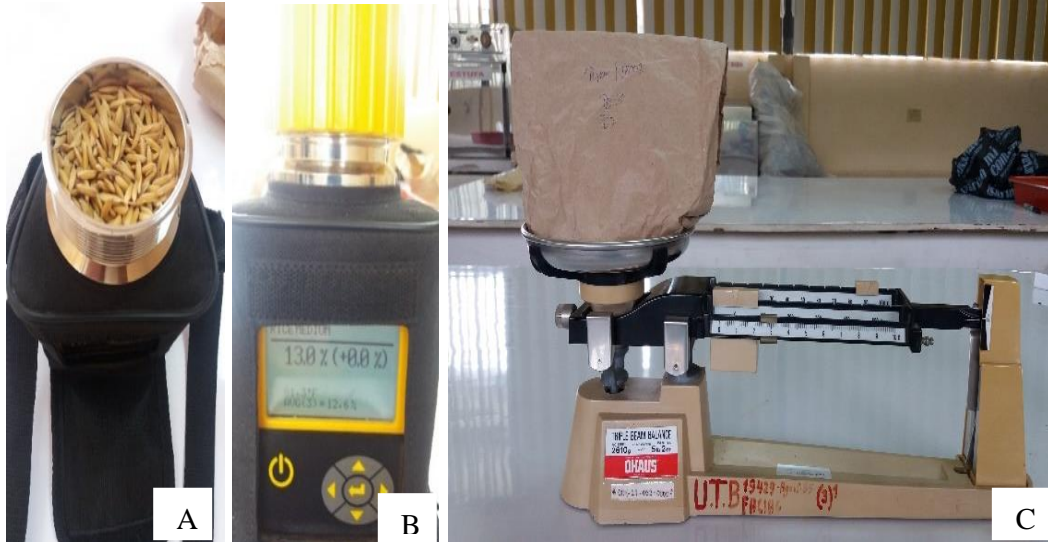


Figura 10. Colocación de semillas en el medidor de humedad (A); Semillas con un 13% de humedad para el almacenamiento (B); y Peso de semillas de cada línea (C).

Como método preventivo para el tratamiento de las semillas cosechadas, se aplicó un insecticida agrícola en tableta, GASTOXIN (Aluminum Phosphide 570 g/kg). Para lo cual se empleó un balde con tapa, allí fueron colocadas las semillas cubriendo la tapa totalmente con plástico con la finalidad de evitar la salida de la sustancia gaseosa que produce el Gastoxin, la dosis empleada para este tratamiento fue de una tableta por balde, permaneciendo durante tres días en dicho tratamiento y posteriormente las semillas fueron almacenadas en un refrigerador a 11°C.

3.9. Variables evaluadas

3.9.1. Vigor

El vigor de las plantas se determinó en el campo a los cincuenta días de edad del cultivo, para lo cual se clasificó de acuerdo con la escala del Sistema de Evaluación estándar para arroz (CIAT), como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. *Escala de vigor (CIAT).*

Escala de Vigor	
1	Plantas muy vigorosas
3	Plantas vigorosas
5	Plantas intermedias o normales
7	Plantas muy débiles y pequeñas
9	plantas menos vigorosas que lo normal

Fuente: (Jennings & Kouffman, Mejoramiento de Arroz, 1981)

3.9.2. Días a la floración

Se identificó la floración, desde el remojo de la semilla, hasta cuando el 50 % de las plantas de cada población mostraron sus respectivas panículas fuera de la vaina.

3.9.3. Ciclo vegetativo (días)

Se estimaron los días transcurridos desde el inicio del remojo de la semilla, hasta que se cosechó la población de cada individuo en su totalidad.

3.9.4. Macollos por planta

Se determinó el número de macollos en cada individuo de la población F3.

3.9.5. Panículas por planta

Se determinó el número de panículas en cada individuo de la población F3, registrando las panículas emergidas por cada planta que llegaron a su madurez fisiológica al momento de realizar la cosecha.

3.9.6. Longitud y ancho de la hoja bandera y de la hoja 2 (cm)

La longitud y ancho de la hoja bandera y de la hoja 2, se determinó por cada individuo de la población F3 al momento de la floración, la longitud de la hoja se midió desde la base hasta el ápice de la lámina foliar y el ancho se midió desde la parte central de hoja.

3.9.7. Altura de planta (cm)

Se evaluó cuando las plantas estuvieron en fase de maduración previo a la cosecha, midiendo desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panícula más sobresaliente en cada individuo de la población F3.

3.9.8. Granos por panícula

Se contabilizó el número de granos presentes por panícula (3 panículas) de cada uno de los individuos de la población.

3.9.9. Longitud de panícula (cm)

Se determinó midiendo la distancia comprendida entre el nudo ciliar y el ápice de la panícula. Se evaluaron tres panículas de cada individuo de la población F3 en la fase de maduración.

3.9.10. Esterilidad de panícula

Se contabilizó el número de granos fértiles (llenos) y estériles (vanos) en tres panículas de cada uno de los individuos de la población F3, para determinar el porcentaje de granos estériles.

3.9.11. Peso de 1000 granos (g)

Se contabilizó 1000 granos dentro de cada individuo, teniendo cuidado de que los mismos no estén afectados por insectos o enfermedades, fueron secados al 13 % de humedad y pesados en una balanza de precisión expresando su promedio en gramos.

3.9.12. Rendimiento (g/planta)

Los granos de cada planta fueron cosechados y secados al 13% de humedad, luego se tomó el peso de los granos provenientes de cada individuo y este valor se expresó en gramos por planta.

3.9.13. Longitud y ancho del grano descascarado (mm)

Dentro de cada individuo se evaluaron cinco granos que fueron tomadas al azar, a los que se removió la cáscara y se midieron con un escalímetro, los valores fueron sumados y promediados; utilizando el resultado para clasificar el tipo de grano de cada planta empleando la escala del sistema de evaluación estándar para arroz del CIAT, como se observa en la Tabla 5.

Tabla 5. Escala de categoría de longitud y ancho del grano descascarado (CIAT)

Categoría	Rango	Escala
Extra largo	7,6 mm o más	1
Largo	6,6, - 7,5 mm	3
Medio	5,6 – 6,5 mm	5
Corto	5,5 mm o menos	7

Fuente: (Jennings & Kouffman, Mejoramiento de Arroz, 1981).

3.9.14. Centro blanco

Para su efecto se utilizó una muestra descascarada representativa de cada población para determinar el grado de opacidad del grano. Se realizó con base a la escala del sistema de evaluación estándar para arroz.

3.9.15. Desgrane (%)

Se utilizaron tres panículas por planta en estado de madurez dentro de cada población, se contabilizó el número de granos y se procedió a realizar el desgrane sosteniéndola suavemente en la mano, apretándola levemente con los dedos, esta

acción hace que se desprendan los granos y el valor del número de granos desprendidos se utiliza para realizar el cálculo del porcentaje de desgrane. Con este valor se aplicó la escala del sistema de evaluación estándar para arroz del CIAT.

Tabla 6. *Escala de desgrane*

Categoría	Rango	Escala
Difícil	0 – 15 %	1
Moderadamente difícil	16 – 30 %	3
Intermedio	31 – 45 %	5
Moderadamente susceptible	46 – 60 %	7
Susceptible	+ del 61 %	9

Fuente: (Muñoz, Giraldo, & Fernández de Soto, 1993)

3.9.16. Presencia de arista (%)

Se determinaron las líneas que presentaron aristas, cuantificando todas las plantas dentro de cada cruce con presencia de arista, el resultado se presentó en forma porcentual. Estos individuos fueron eliminados en la selección.

IV. RESULTADOS

4.1. Vigor

Los resultados del análisis de varianza para esta variable, reportó que no hubo significancia estadística (Anexo 1).

El resultado del análisis estadístico con el Test de Tukey al 5 %, menciona que, en esta variable las líneas no son significativamente diferentes. Sin embargo; el mayor vigor de planta se obtuvo en la línea PUYÓN/JP002 P8-30 con una media de 1,0, clasificándose como plantas muy vigorosas de acuerdo con la escala estandarizada del CIAT. Lo que; contrasta con la línea PUYÓN/JP003 P7-34, que alcanzó una media de 4,0, siendo plantas intermedias o normales con respecto a la escala de vigor vegetativo (Tabla 7).

Tabla 7. Resultado del análisis estadístico del vigor vegetativo (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2018.

Líneas	Medias	n	E.E	Comparación
PUYÓN/JP003 P7-34	4,00	2	0,93	A
JP004/PUYÓN P2-87	3,00	1	1,32	A
PUYÓN/JP002 P8-20	2,64	66	0,16	A
JP004/PUYÓN P3-3	2,33	3	0,76	A
PUYÓN/JP002 P8-31	2,11	45	0,20	A
JP003/PUYÓN P1-107	2,00	2	0,93	A
JP004/PUYÓN P2-145	2,00	4	0,66	A
PUYÓN/JP003 P11-64	2,00	4	0,66	A
PUYÓN/JP002 P8-32	1,72	47	0,19	A
JP003/PUYÓN P1-48	1,67	3	0,76	A
PUYÓN/JP003 P11-10	1,52	42	0,20	A
PUYÓN/JP002 P8-29	1,50	56	0,18	A
PUYÓN/JP002 P8-28	1,39	31	0,24	A
PUYÓN/JP003 P7-36	1,00	2	0,93	A
PUYÓN/JP002 P8-30	1,00	37	0,22	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,20348 Error: 1,7403 gl: 330.

4.2. Días a la floración

Con respecto a esta variable, el análisis de varianza reportó no significancia (Anexo 2), por ende, la prueba de Tukey (5%), no fue realizada, por poseer datos que variaron entre 90 a 104 días.

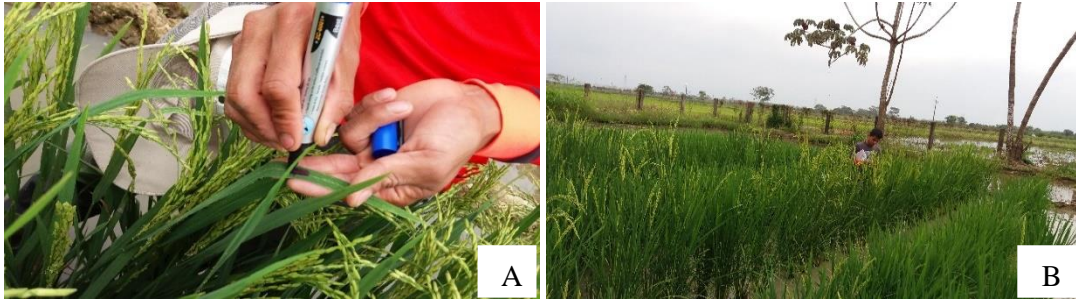


Figura 11. Identificación de días a la floración (A); y Registro de la floración de cada línea (B).

4.3. Ciclo vegetativo (días)

En esta variable, el análisis de varianza también reportó no significancia (Anexo 3), por ende, la prueba de Tukey (5%), no fue realizada, por poseer datos que variaron entre 138 a 140 días.

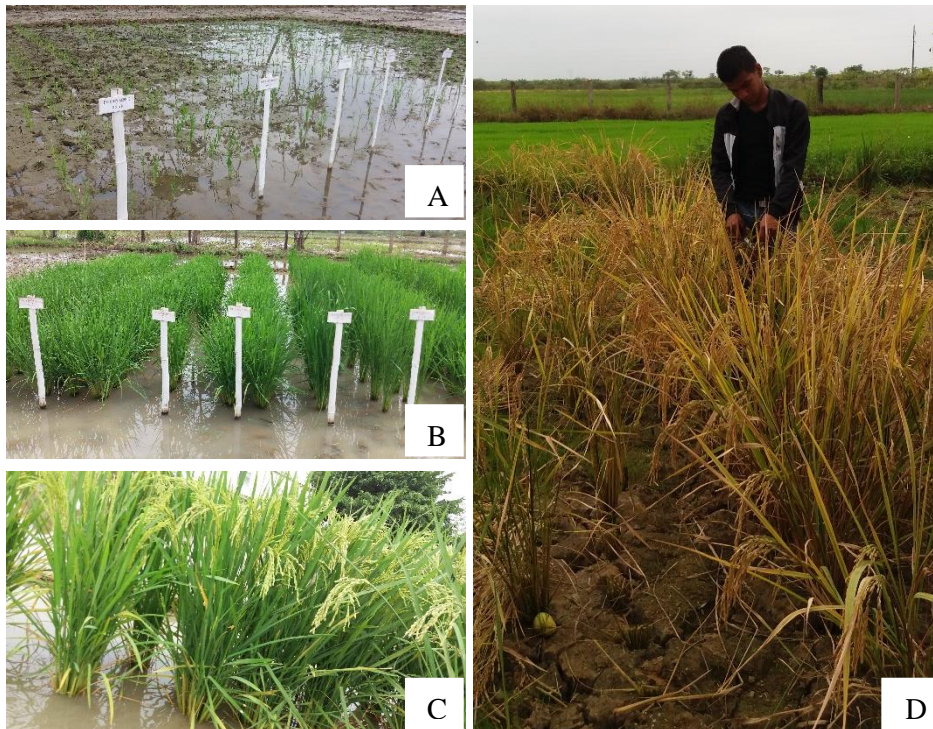


Figura 12. Desarrollo de las diferentes etapas del cultivo de arroz (A), (B) y (C); y Cosecha de las líneas de arroz en su madurez fisiológica (D).

4.4. Macollos por planta

Los resultados del análisis de varianza reportaron que la variable macollos por planta fue altamente significativa (Anexo 4).

En relación con el resultado del Test de Tukey al 5 %, reportó diferencia significativa entre las líneas. La línea PUYÓN/JP003 P7-36 obtuvo el valor más alto con una media de 25 macollos. Por el contrario; la línea JP003/PUYÓN P1-107 alcanzó el menor valor con un promedio de 8 macollos por planta. En la Tabla 8, se muestran los resultados de la prueba de Tukey.

Tabla 8. Número de macollos por planta de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico x puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.

Líneas	Medias	N	E.E	Comparación	
PUYÓN/JP003 P7-36	25,00	2	3,91	A	
PUYÓN/JP003 P11-10	24,21	42	0,85	A	
PUYÓN/JP002 P8-29	23,68	56	0,74	A	
PUYÓN/JP002 P8-28	22,23	31	0,99	A	
PUYÓN/JP002 P8-31	22,07	45	0,82	A	
PUYÓN/JP002 P8-32	21,81	47	0,81	A	
PUYÓN/JP002 P8-30	20,68	37	0,91	A	B
PUYÓN/JP002 P8-20	19,33	66	0,68	A	B
PUYÓN/JP003 P11-64	18,25	4	2,77	A	B
JP004/PUYÓN P2-145	17,50	4	2,77	A	B
JP003/PUYÓN P1-48	16,67	3	3,19	A	B
JP004/PUYÓN P3-3	16,67	3	3,19	A	B
PUYÓN/JP003 P7-34	15,50	2	3,91	A	B
JP004/PUYÓN P2-87	14,00	1	5,53	A	B
JP003/PUYÓN P1-107	8,00	2	3,91		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Test: Tukey
 $\text{Alfa}=0,05$ DMS=13,43384 Error: 30,6035 gl: 330.

4.5. Panículas por planta

Con relación al análisis de varianza realizado para la variable panículas por planta, los resultados obtenidos identificaron alta significancia estadística (Anexo 5).

En concordancia a los resultados obtenidos con el test de Tukey al 5 %, fue significativamente diferente entre las líneas estudiadas. La línea PUYÓN/JP003 P11-64 obtuvo la mayor cantidad de panículas por planta respecto a las demás líneas, con una media de 29,0 panículas; sin embargo, la línea JP003/PUYÓN P1-107 alcanzó el menor valor con un promedio de 12,0 panículas por planta (Tabla 9).

Tabla 9. Número de panículas por planta de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico x puyón. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.

Líneas	Medias	N	E.E	Comparación	
PUYÓN/JP003 P11-64	29,00	4	3,15	A	
PUYÓN/JP003 P11-10	27,10	42	0,97	A	B
PUYÓN/JP003 P7-36	25,50	2	4,46	A	B
PUYÓN/JP002 P8-29	24,75	56	0,84	A	B
PUYÓN/JP002 P8-31	23,00	45	0,94	A	B
PUYÓN/JP002 P8-32	22,72	47	0,92	A	B
PUYÓN/JP002 P8-28	22,52	31	1,13	A	B
PUYÓN/JP002 P8-30	21,73	37	1,04	A	B
JP003/PUYÓN P1-48	21,33	3	3,64	A	B
JP004/PUYÓN P3-3	20,67	3	3,64	A	B
JP004/PUYÓN P2-145	20,00	4	3,15	A	B
PUYÓN/JP002 P8-20	19,86	66	0,78	A	B
JP004/PUYÓN P2-87	18,00	1	6,30	A	B
PUYÓN/JP003 P7-34	14,50	2	4,46	A	B
JP003/PUYÓN P1-107	12,00	2	4,46	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=15,30281 Error: 39,7111 gl: 330.

4.6. Longitud de hoja bandera (cm)

De acuerdo con esta variable, el análisis de varianza realizado para la longitud de hoja bandera (cm), reportó alta significancia estadística (Anexo 6).

Para esta variable el Test de Tukey al 5 %, reportó que las líneas estudiadas fueron significativamente diferentes. La línea PUYÓN/JP003 P7-34 alcanzó el mayor valor de longitud de hoja bandera con una media de 41,7, mientras que la línea JP003/PUYÓN P1-48, presentó el menor valor con un promedio de 22,7, respectivamente (Tabla 10).

Tabla 10. Longitud de la hoja bandera en centímetros de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.

Líneas	Medias	N	E.E	Comparación		
PUYÓN/JP003 P7-34	41,75	2	2,63	A		
PUYÓN/JP003 P7-36	38,40	2	2,63	A	B	
PUYÓN/JP003 P11-10	32,29	42	0,57	B		
PUYÓN/JP003 P11-64	32,00	4	1,86	B		
JP003/PUYÓN P1-107	31,60	2	2,63	B		
PUYÓN/JP002 P8-28	30,10	31	0,67	B		
PUYÓN/JP002 P8-30	30,05	37	0,61	B		
PUYÓN/JP002 P8-31	29,42	45	0,55	B	C	D
PUYÓN/JP002 P8-20	28,40	66	0,46	C D		
PUYÓN/JP002 P8-29	28,28	56	0,50	C D		
PUYÓN/JP002 P8-32	28,08	47	0,54	C D		
JP004/PUYÓN P2-145	26,55	4	1,86	C D		
JP004/PUYÓN P2-87	26,10	1	3,72	C D		
JP004/PUYÓN P3-3	25,03	3	2,15	C D		
JP003/PUYÓN P1-48	22,77	3	2,15	D		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Test: Tukey
Alfa=0,05 DMS=9,03476 Error: 13,8421 gl: 330.



Figura 13. Longitud de la hoja bandera (cm)

4.7. Ancho de hoja bandera (cm)

En el resultado del análisis de varianza realizado con el ancho de hoja bandera (cm), mostraron alta significancia estadística entre las líneas seleccionadas (Anexo 7).

Los resultados obtenidos con el test de Tukey al 5 %, menciona que esta variable fue significativamente diferente entre las líneas estudiadas. Sin embargo, la línea JP004/PUYÓN P2-87 presentó el mayor ancho de hoja bandera con una media de 2,0, mientras que la línea PUYÓN/JP003 P11-64 obtuvo el menor valor con un promedio de 1,3, respectivamente. En la Tabla 11, se muestran los resultados obtenidos de la prueba de Tukey.

Tabla 11. Ancho de la hoja bandera en centímetros de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.

Líneas	Medias	N	E.E	Comparación							
JP004/PUYÓN P2-87	2,00	1	0,11	A							
JP004/PUYÓN P2-145	1,80	4	0,05	A		B					
PUYÓN/JP003 P7-34	1,70	2	0,08	B		C					
PUYÓN/JP002 P8-20	1,68	66	0,01	B		C					
PUYÓN/JP002 P8-32	1,66	47	0,02	B		C		D			
JP003/PUYÓN P1-107	1,60	2	0,08	B		C		D		E	
PUYÓN/JP002 P8-30	1,60	37	0,02	B		C		D		E	
PUYÓN/JP003 P11-10	1,57	42	0,02	B		C		D		E	F
PUYÓN/JP002 P8-28	1,57	31	0,02	B		C		D		E	F
PUYÓN/JP002 P8-28	1,54	31	0,02	B		C		D		E	F
PUYÓN/JP002 P8-29	1,54	56	0,01	B		C		D		E	F
JP003/PUYÓN P1-48	1,47	3	0,06			C		D		E	F
JP004/PUYÓN P3-3	1,40	3	0,06					D		E	F
PUYÓN/JP003 P7-36	1,35	2	0,08							E	F
PUYÓN/JP003 P11-64	1,33	4	0,05							F	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,26611 Error: 0,0120 gl: 330.



Figura 14. Ancho de la hoja bandera (cm)

4.8. Longitud de hoja 2 (cm)

En el resultado del análisis de varianza realizado para la variable longitud de hoja 2 (cm) detectó alta significancia estadística entre las líneas seleccionadas (Anexo 8).

Mediante el análisis estadístico con el test de Tukey al 5 %, se muestra que la variable longitud de hoja 2 fue significativamente diferente entre las líneas estudiadas, determinando que la línea PUYÓN/JP003 P7-34 alcanzó mayor valor que las demás líneas con una media de 54,8. Así mismo, la línea JP004/PUYÓN P3-3 reportó el menor valor en cuanto a la longitud de la hoja 2 con un promedio de 34,4. En la Tabla 12 se muestran los resultados obtenidos de la prueba de Tukey.

Tabla 12. Longitud de la hoja 2 en centímetros de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.

Líneas	Medias	n	E.E	Comparación		
PUYÓN/JP003 P7-34	54,80	2	3,69	A		
JP003/PUYÓN P1-48	51,27	3	3,01	A	B	
PUYÓN/JP003 P7-36	49,70	2	3,69	A	B	
JP003/PUYÓN P1-107	44,80	2	3,69	A	B	C
PUYÓN/JP003 P11-10	40,78	42	0,80		B	C
PUYÓN/JP002 P8-28	39,54	31	0,94		B	C
PUYÓN/JP002 P8-30	39,36	37	0,86		B	C
PUYÓN/JP003 P11-64	39,23	4	2,61		B	C
PUYÓN/JP002 P8-20	39,19	66	0,64		B	C
PUYÓN/JP002 P8-32	39,19	47	0,76		B	C
PUYÓN/JP002 P8-31	38,91	45	0,78		B	C
PUYÓN/JP002 P8-29	36,62	56	0,70			C
JP004/PUYÓN P2-145	35,68	4	2,61			C
JP004/PUYÓN P2-87	35,10	1	5,21			C
JP004/PUYÓN P3-3	34,47	3	3,01			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=12,66029 Error: 27,1805 gl: 330.



Figura 15. Longitud de la hoja 2 (cm)

4.9. Ancho de hoja 2 (cm)

En lo referente a esta variable, el análisis de varianza demostró alta significancia estadística en lo que respecta al ancho de la hoja 2. (Anexo 9).

Los resultados estadísticos obtenidos de esta variable con el Test de Tukey al 5 %, demostró que las líneas estudiadas fueron significativamente diferentes. La línea JP004/PUYÓN P2-87 alcanzó el mayor valor con un promedio de 1,7; siendo la línea PUYÓN/JP003 P11-64 el que presentó el menor valor con una media de 0,9, en lo que respecta al ancho de la hoja 2 (Tabla 13).

Tabla 13. Ancho de la hoja 2 en centímetros de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.

Líneas	Medias	N	E.E	Comparación		
JP004/PUYÓN P2-87	1,70	1	0,12	A	B	
PUYÓN/JP003 P7-34	1,40	2	0,09		B	
JP004/PUYÓN P2-145	1,40	4	0,06		B	
PUYÓN/JP002 P8-20	1,36	66	0,01	B	C	
PUYÓN/JP002 P8-32	1,33	47	0,02	B	C	
PUYÓN/JP003 P11-10	1,26	42	0,02	B	C	D
PUYÓN/JP002 P8-30	1,22	37	0,02	B	C	D
PUYÓN/JP002 P8-29	1,22	56	0,02	B	C	D
PUYÓN/JP002 P8-28	1,20	31	0,02	B	C	D
JP003/PUYÓN P1-107	1,20	2	0,09	B	C	D
PUYÓN/JP002 P8-31	1,20	45	0,02	B	C	D
JP004/PUYÓN P3-3	1,10	3	0,07		C	D
JP003/PUYÓN P1-48	1,10	3	0,07		C	D
PUYÓN/JP003 P7-36	1,10	2	0,09		C	D
PUYÓN/JP003 P11-64	0,98	4	0,06			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,29195 Error: 0,0145 gl: 330.



Figura 16. Ancho de la hoja 2 (cm)

4.10. Altura de planta (cm)

Los resultados obtenidos del análisis de varianza para variable altura de planta presentaron alta significancia estadística entre las líneas estudiadas (Anexo 10).

Mediante el análisis estadístico con el Test de Tukey al 5 %, indicó que las líneas estudiadas fueron significativamente diferentes. Sin embargo, el mayor valor de altura de planta lo obtuvo la línea JP003/PUYÓN P1-48 con un promedio de 151,5. Por el contrario, el menor valor lo alcanzó la línea PUYÓN/JP002 P8-20 con una media de 89,6. En la Tabla 14 se presentan los resultados obtenidos de la prueba de Tukey.

Tabla 14. *Altura de planta en centímetros de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.*

Líneas	Medias	n	E.E	Comparación
JP003/PUYÓN P1-48	151,50	3	3,27	A
PUYÓN/JP003 P7-36	145,70	2	4,00	A B
PUYÓN/JP003 P7-34	137,65	2	4,00	B
JP004/PUYÓN P2-87	132,10	1	5,66	B
JP003/PUYÓN P1-107	117,75	2	4,00	C
JP004/PUYÓN P2-145	102,40	4	2,83	D
PUYÓN/JP003 P11-64	100,28	4	2,83	D
PUYÓN/JP003 P11-10	96,52	42	0,87	D
PUYÓN/JP002 P8-28	96,05	31	1,02	D
PUYÓN/JP002 P8-30	95,60	37	0,93	D
PUYÓN/JP002 P8-32	95,59	47	0,83	D
PUYÓN/JP002 P8-29	95,22	56	0,76	D
PUYÓN/JP002 P8-31	94,21	45	0,84	D
JP004/PUYÓN P3-3	93,43	3	3,27	D
PUYÓN/JP002 P8-20	89,68	66	0,70	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=13,74752 Error: 32,0493 gl: 330.

4.11. Longitud de panícula (cm)

En relación con esta variable, el análisis de varianza realizado para la longitud de panícula (cm), reportó alta significancia estadística (Anexo 11).

El resultado del análisis estadístico con el Test de Tukey al 5 %, reportó que las líneas estudiadas fueron significativamente diferentes. Siendo la línea JP003/PUYÓN P1-48 la que presentó el valor más alto con una media de 30,5, a diferencia de la línea JP004/PUYÓN P3-3 que alcanzó el menor valor con una media de 17,3 respectivamente.

Tabla 15. Longitud de panícula en centímetros de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.

Línea	Medias	N	E.E	Comparación
JP003/PUYÓN P1-48	30,57	3	0,70	A
PUYÓN/JP003 P7-34	26,75	2	0,85	B
PUYÓN/JP002 P8-30	26,48	37	0,20	B
PUYÓN/JP003 P11-10	26,38	42	0,19	B
PUYÓN/JP002 P8-32	26,23	47	0,18	B
PUYÓN/JP002 P8-28	26,10	31	0,22	B
PUYÓN/JP002 P8-31	25,76	45	0,18	B
PUYÓN/JP002 P8-29	25,31	56	0,16	B
PUYÓN/JP002 P8-20	24,72	66	0,15	B
PUYÓN/JP003 P11-64	24,23	4	0,60	B
JP004/PUYÓN P2-87	21,10	1	1,21	C
PUYÓN/JP003 P7-36	20,80	2	0,85	C
JP003/PUYÓN P1-107	20,70	2	0,85	C
JP004/PUYÓN P2-145	19,63	4	0,60	C D
JP004/PUYÓN P3-3	17,37	3	0,70	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Test: Tukey
Alfa=0,05 DMS=2,93414 Error: 1,4599 gl: 330.

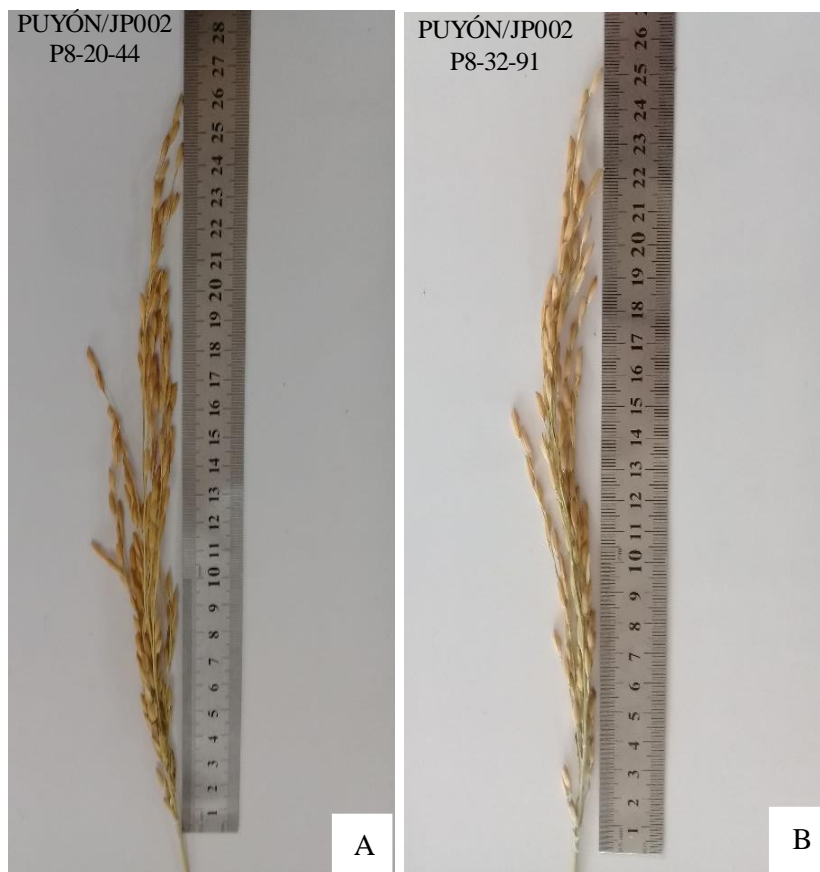


Figura 17. Longitud de panícula en diferentes líneas de arroz (A) Y (B).

4.12. Granos por panícula

En lo que respecta a la variable granos por panícula, los resultados mostrados en el análisis de varianza manifestaron alta significancia estadística (Anexo 12).

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis estadístico de Tukey al 5 % las líneas estudiadas fueron significativamente diferentes. Se definió que la línea JP004/PUYÓN P2-87 presentó el mayor número de granos por panículas con una media de 221,0, a diferencia de la línea PUYÓN/JP003 P7-36, que reportó el valor más bajo, con una media de 118,0 granos por panícula. En la Tabla 16 se muestran los resultados obtenidos de la prueba de Tukey.

Tabla 16. Granos por panículas de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.

Líneas	Medias	n	E.E	Comparación
JP004/PUYÓN P2-87	221,00	1	22,84	A
JP003/PUYÓN P1-48	217,00	3	13,18	A B
PUYÓN/JP003 P7-34	190,00	2	16,15	A B C
PUYÓN/JP002 P8-30	189,81	37	3,75	A B C
PUYÓN/JP003 P11-10	182,55	42	3,52	A B C D
PUYÓN/JP002 P8-31	178,13	45	3,40	A B C D
PUYÓN/JP002 P8-28	177,58	31	4,10	A B C D
PUYÓN/JP002 P8-32	174,38	47	3,33	A B C D
PUYÓN/JP002 P8-29	163,23	56	3,05	B C D E
PUYÓN/JP002 P8-20	160,42	66	2,81	D E
JP004/PUYÓN P2-145	150,50	4	11,42	D E
PUYÓN/JP003 P11-64	139,25	4	11,42	D E
JP003/PUYÓN P1-107	137,00	2	16,15	D E
JP004/PUYÓN P3-3	131,00	3	13,18	D E
PUYÓN/JP003 P7-36	118,00	2	16,15	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=55,45307 Error: 521,4600 gl: 330.

4.13. Esterilidad de panícula

Con respecto al resultado del análisis de varianza realizado (Anexo 13), la variable esterilidad de panícula, mostró alta significancia estadística entre las líneas estudiadas.

En relación con el resultado del Test de Tukey al 5 %, reportó diferencia significativa entre las líneas. Sin embargo, la línea JP004/PUYÓN P2-87 obtuvo el valor más alto con una media de 16,5. Por el contrario; la línea PUYÓN/JP003 P7-36 alcanzó el menor valor con un promedio de 2,8 en lo que respecta a la esterilidad de panícula. En la Tabla 17 se muestran los resultados obtenidos de la prueba de Tukey.

Tabla 17. Esterilidad de panículas (%) de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.

Líneas	Medias	n	E.E	Comparación	
JP004/PUYÓN P2-87	16,58	1	1,41	A	
JP003/PUYÓN P1-48	11,13	3	1,41	A	B
PUYÓN/JP003 P7-34	7,67	2	1,99		B C
PUYÓN/JP002 P8-30	7,01	37	0,46		B C
PUYÓN/JP003 P11-10	6,88	42	0,38		B C
PUYÓN/JP002 P8-31	6,39	45	0,41		B C
PUYÓN/JP002 P8-28	6,20	31	0,51		B C
PUYÓN/JP002 P8-32	6,03	47	0,35		B C
PUYÓN/JP002 P8-29	5,70	56	1,99		B C
PUYÓN/JP002 P8-20	5,30	66	1,99		B C
JP004/PUYÓN P2-145	5,18	4	0,42		B C
PUYÓN/JP003 P11-64	4,65	4	0,44		B C
JP003/PUYÓN P1-107	4,10	2	2,82		C
JP004/PUYÓN P3-3	3,47	3	1,63		C
PUYÓN/JP003 P7-36	2,87	2	1,63		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,85111 Error: 7,9596 gl: 330.

4.14. Peso de 1000 granos (g)

De acuerdo con el análisis de varianza realizado para la variable peso de 1000 granos (g), los resultados obtenidos mostraron alta significancia estadística (Anexo 14).

Mediante el análisis estadístico con el Test de Tukey al 5 %, demostró que las líneas estudiadas fueron significativamente diferentes. Se determinó que la línea JP004/PUYÓN P2-87 alcanzó el mayor peso de 1000 granos con una media promedio de 35,0 g, mientras que la línea JP003/PUYÓN P1-107 obtuvo el menor peso de 1000 granos con una media de 24,0 g respectivamente. La Tabla 18 presenta los resultados de la prueba de Tukey.

Tabla 18. Peso de 1000 granos (g) de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.

Líneas	Medias	n	E.E	Comparación
JP004/PUYÓN P2-87	35,00	1	2,09	A
PUYÓN/JP003 P7-34	29,50	2	1,48	B
PUYÓN/JP002 P8-20	28,76	66	1,48	B C
PUYÓN/JP003 P11-10	28,65	42	0,32	B C
PUYÓN/JP002 P8-31	28,13	45	0,31	B C
PUYÓN/JP002 P8-28	28,06	31	0,38	B C
PUYÓN/JP002 P8-29	27,95	56	0,28	B C
PUYÓN/JP002 P8-30	27,68	37	0,34	B C
PUYÓN/JP002 P8-32	26,94	47	0,30	B C
JP004/PUYÓN P2-145	26,25	4	1,04	B C
PUYÓN/JP003 P7-36	26,00	2	1,48	B C
PUYÓN/JP003 P11-64	25,75	4	1,04	B C
JP003/PUYÓN P1-48	25,67	3	1,21	B C
JP004/PUYÓN P3-3	25,33	3	1,21	B C
JP003/PUYÓN P1-107	24,00	2	1,48	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Test: Tukey
 $\text{Alfa}=0,05$ DMS=5,07426 Error: 4,3663 gl: 330.



Figura 18. Peso de 1000 granos (g) en balanza de precisión.

4.15. Rendimiento (g/planta)

En el resultado del análisis de varianza realizado para la variable rendimiento (g/planta) detectó alta significancia estadística entre las líneas seleccionadas (Anexo 15).

Los resultados obtenidos en el test de Tukey al 5 %, fueron significativamente diferentes, como se muestra en la Tabla 19. La línea PUYON/JP003 P11-10 logró el mayor peso en gramos por planta con una media de 102,3 g, mientras que la línea JP004/PUYÓN P3-3 obtuvo el valor más bajo con una media de 35,6 g.

Tabla 19. Rendimiento de (g/planta) de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.

Líneas	Medias	n	E.E	Comparación	
PUYÓN/JP003 P11-10	102,33	42	3,88	A	
JP004/PUYÓN P2-87	90,00	1	25,16	A	B
PUYÓN/JP002 P8-29	89,95	56	3,36	A	B
PUYÓN/JP002 P8-28	88,13	31	4,52	A	B
PUYÓN/JP002 P8-30	87,78	37	4,14	A	B
PUYÓN/JP002 P8-31	85,40	45	3,75	A	B
PUYÓN/JP002 P8-32	82,23	47	3,67	A	B
JP003/PUYÓN P1-48	80,00	3	14,52	A	B
PUYÓN/JP002 P8-20	70,55	66	3,10	A	B
PUYÓN/JP003 P7-36	63,50	2	17,79	A	B
PUYÓN/JP003 P11-64	62,75	4	12,58	A	B
PUYÓN/JP003 P7-34	62,00	2	17,79	A	B
JP004/PUYÓN P2-145	39,75	4	12,58	B	
JP003/PUYÓN P1-107	39,50	2	17,79	B	
JP004/PUYÓN P3-3	35,67	3	14,52	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=61,09021 Error: 632,8678 gl: 330.



Figura 19. Peso total del rendimiento (g/planta).

4.16. Longitud de grano descascarado (mm)

Con respecto a esta variable (Anexo 16), el análisis de varianza realizado manifestó que hubo alta significancia estadística.

El resultado del Test de Tukey al 5%, resultó significativamente diferente entre las líneas estudiadas, expresando que la línea PUYON/JP002 P8-30, alcanzó el mayor valor en longitud de grano, con una media de 7,10 mm, en comparación con la línea PUYÓN/JP003 P11-64 que registró el menor valor con una media de 5,30 mm. En la Tabla 20 se expresan los resultados obtenidos en la prueba de Tukey.

Tabla 20. Longitud de grano en milímetros de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.

Líneas	Medias	n	E.E	Comparación
PUYÓN/JP002 P8-30	7,10	37	0,02	A
PUYÓN/JP002 P8-29	7,05	56	0,02	A
PUYÓN/JP002 P8-20	7,05	66	0,02	A
PUYÓN/JP002 P8-28	7,05	31	0,03	A
PUYÓN/JP002 P8-32	7,04	47	0,02	A
PUYÓN/JP003 P11-10	7,02	42	0,02	A
PUYÓN/JP002 P8-31	6,96	45	0,02	A
JP003/PUYÓN P1-107	6,40	2	0,10	B
JP003/PUYÓN P1-48	6,33	3	0,08	B
JP004/PUYÓN P3-3	6,17	3	0,08	B C
PUYÓN/JP003 P7-34	5,95	2	0,10	C
JP004/PUYÓN P2-145	5,93	4	0,07	C
JP004/PUYÓN P2-87	5,90	1	0,14	C
PUYÓN/JP003 P7-36	5,50	2	0,10	D
PUYÓN/JP003 P11-64	5,30	4	0,07	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,34147 Error: 0,0198 gl: 329.

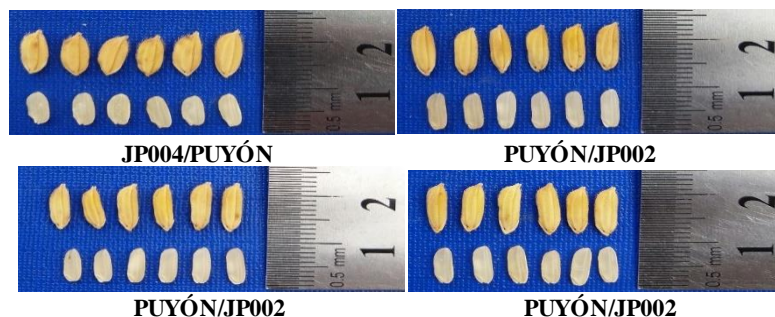


Figura 20. Longitud de grano en las diferentes líneas de arroz estudiadas

4.17. Ancho de grano descascarado (mm)

Para el caso de esta variable, los resultados mostrados en el análisis de varianza manifestaron alta significancia estadística (Anexo 17).

El test de Tukey al 5 % (Tabla 21), determinó que los resultados obtenidos mediante el análisis estadístico para esta variable fueron significativamente diferentes, demostrando que la línea JP004/PUYÓN P2-87 presentó el valor más alto con una media de 3,00 mm, en contraste a la línea PUYÓN/JP002 P8-28 presentó el menor valor con una media de 2,04 respectivamente (Tabla 21).

Tabla 21. Ancho de grano descascarado en milímetros de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.

Líneas	Medias	n	E.E	Comparación
JP004/PUYÓN P2-87	3,00	1	0,13	A
PUYÓN/JP003 P7-36	3,00	2	0,09	A
JP004/PUYÓN P3-3	3,00	3	0,07	A
JP003/PUYÓN P1-48	3,00	3	0,07	A
PUYÓN/JP003 P11-64	3,00	4	0,06	A
JP004/PUYÓN P2-145	2,98	4	0,06	A
PUYÓN/JP003 P7-34	2,90	2	0,09	A
JP003/PUYÓN P1-107	2,70	2	0,09	A
PUYÓN/JP002 P8-20	2,27	66	0,02	B
PUYÓN/JP002 P8-31	2,10	45	0,02	B
PUYÓN/JP002 P8-30	2,09	37	0,02	B
PUYÓN/JP003 P11-10	2,09	42	0,02	B
PUYÓN/JP002 P8-32	2,07	47	0,02	B
PUYÓN/JP002 P8-29	2,05	56	0,02	B
PUYÓN/JP002 P8-28	2,04	31	0,02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Test: Tukey
Alfa=0,05 DMS=0,30670 Error: 0,0159 gl: 329.

4.18. Centro blanco

En el resultado del análisis de varianza realizado para la variable centro blanco señaló alta significancia estadística entre las líneas estudiadas (Anexo 18).

Con respecto al análisis estadístico con el test de Tukey al 5 %, determinó que los resultados obtenidos fueron significativamente diferentes, Los menores valores alcanzados fueron del 5% de centro blanco en la línea JP004/PUYÓN P3-3, mientras que el mayor valor se encontró en la línea JP004/PUYÓN P2-87, con un valor del 67% (Tabla 22).

Tabla 22. Centro blanco de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.

Líneas	Medias	n	E.E	Comparación
JP004/PUYÓN P3-3	5,00	3	3,52	A
PUYÓN/JP003 P7-36	7,00	2	4,31	A
PUYÓN/JP002 P8-30	9,78	37	1,00	A
PUYÓN/JP002 P8-29	13,04	56	0,81	A
JP003/PUYÓN P1-48	13,33	3	3,52	A
PUYÓN/JP002 P8-28	14,90	31	1,09	A
PUYÓN/JP003 P7-34	15,00	2	4,31	A
PUYÓN/JP002 P8-32	15,38	47	0,89	A
PUYÓN/JP003 P11-10	16,05	42	0,94	A
PUYÓN/JP002 P8-20	17,88	66	0,75	A
PUYÓN/JP002 P8-31	18,11	45	0,91	A
JP004/PUYÓN P2-145	37,75	4	3,05	B
JP003/PUYÓN P1-107	36,00	2	4,31	B
PUYÓN/JP003 P11-64	61,50	4	3,05	C
JP004/PUYÓN P2-87	67,00	1	6,09	C

4.19. Desgrane (%)

Los resultados mostrados en el análisis de varianza para la variable desgrane, manifestaron alta significancia estadística como se muestra en el (Anexo 19).

De acuerdo con los resultados obtenidos de la prueba de Tukey al 5 %, comprobaron que fueron significativamente diferentes. Como se presenta en la Tabla 23 la línea JP003/PUYÓN P1-48 alcanzó el valor más alto con una media de 9.00 %, mientras que en la línea JP004/PUYÓN P3-3 se observó el menor valor con una media de 1,00 %. En la Tabla 23 se muestran los resultados obtenidos de la prueba de Tukey.

Tabla 23. Desgrane (%) de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.

Líneas	Medias	n	E.E	Comparación
JP003/PUYÓN P1-48	9,00	3	0,57	A
PUYÓN/JP003 P7-34	8,00	2	0,69	A
JP003/PUYÓN P1-107	5,00	2	0,69	B
JP004/PUYÓN P2-87	3,00	1	0,98	B C
PUYÓN/JP002 P8-28	2,42	31	0,18	C
PUYÓN/JP002 P8-30	2,03	37	0,16	C
PUYÓN/JP003 P11-64	2,00	4	0,49	C
PUYÓN/JP003 P7-36	2,00	2	0,69	C
PUYÓN/JP002 P8-31	1,93	45	0,15	C
PUYÓN/JP002 P8-32	1,77	47	0,14	C
PUYÓN/JP003 P11-10	1,67	42	0,15	C
PUYÓN/JP002 P8-29	1,50	56	0,13	C
PUYÓN/JP002 P8-20	1,45	66	0,12	C
JP004/PUYÓN P2-145	1,00	4	0,49	C
JP004/PUYÓN P3-3	1,00	3	0,57	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,38172 Error: 0,9620 gl: 330.

4.20. Presencia/ausencia de arista (%) en los granos

Con respecto a esta variable, solo la línea JP003/PUYÓN P1-26 tuvo la presencia de aristas, las 15 líneas restantes no presentaron aristas (Tabla 24).

Tabla 24. Presencia/ausencia de arista de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico con puyón. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.

Cruces	Presencia /Ausencia
JP003/PUYÓN P1-48	no
JP003/PUYÓN P1-26	si
PUYÓN/JP003 P7-34	no
JP003/PUYÓN P1-107	no
JP004/PUYÓN P2-87	no
PUYÓN/JP002 P8-28	no
PUYÓN/JP002 P8-30	no
PUYÓN/JP003 P11-64	no
PUYÓN/JP003 P7-36	no
PUYÓN/JP002 P8-31	no
PUYÓN/JP002 P8-32	no
PUYÓN/JP003 P11-10	no
PUYÓN/JP002 P8-29	no
PUYÓN/JP002 P8-20	no
JP004/PUYÓN P2-145	no
JP004/PUYÓN P3-3	no

4.21. Análisis de Componentes Principales

Según los análisis de los componentes principales en la Tabla 25 se muestran las correlaciones de los caracteres observados, que se establecieron entre las 11 variables utilizadas en este análisis.

Tabla 25. Correlaciones de los caracteres observados entre las 11 variables cuantitativas analizadas. FACIAG-UTB Ecuador, 2018.

Variables	C1	C2
Panículas cosechadas	0,34	-0,32
Macollos por planta	0,33	-0,29
Long. de panícula (cm)	0,34	0,07
Rendimiento de grano/planta	0,44	0,15
Long. de grano descascarado	0,39	-3,1E-03
Granos por panículas	0,24	0,47
Peso de 1000 granos (g)	0,16	0,46
Long. Hoja bandera (cm)	-0,07	-0,11
Altura de planta (cm)	-0,21	0,23
Ancho grano descascarado (mm)	-0,42	0,1
Ancho de hoja bandera (cm)	0,03	0,52

En la Tabla 26, se observan los autovalores, la proporción distribuida y la proporción acumulada. Se observa que en el valor acumulado muestra que las 3 primeras variables tales como: panículas cosechadas, macollos por planta y longitud de panícula (cm) que presentaron los valores de la proporción distribuida 0,38, 0,25 y 0,16, en su orden. Estas tres variables expresan el 78 % de la variación.

Tabla 26. Autovalores, proporción distribuida y proporción acumulada de las variables analizadas FACIAG- UTB, 2018.

Lambda/Variable	Autovalor	Prop Distribuida	Prop Acumulada
Panículas cosechadas	4,21	0,38	0,38
Macollos por planta	2,71	0,25	0,63
Long. de panícula (cm)	1,71	0,16	0,78
Rendimiento de grano/planta	1,03	0,09	0,88
Long. de grano descascarado	0,79	0,07	0,95
Granos por panículas	0,25	0,02	0,97
Peso de 1000 granos (g)	0,17	0,02	0,99
Long. Hoja bandera (cm)	0,07	0,01	0,99
Altura de planta (cm)	0,04	3,3E-03	1,00
Ancho grano descascarado (mm)	0,02	1,5E-03	1,00
Ancho de hoja bandera (cm)	2,9E-03	2,6E-04	1,00

En la Figura 21 se puede observar de manera gráfica la correlación existente entre las variables más evidentes como son: macollos por planta y panículas cosechadas, pero a su vez también correlacionadas con la longitud de panícula y longitud de grano descascarado.

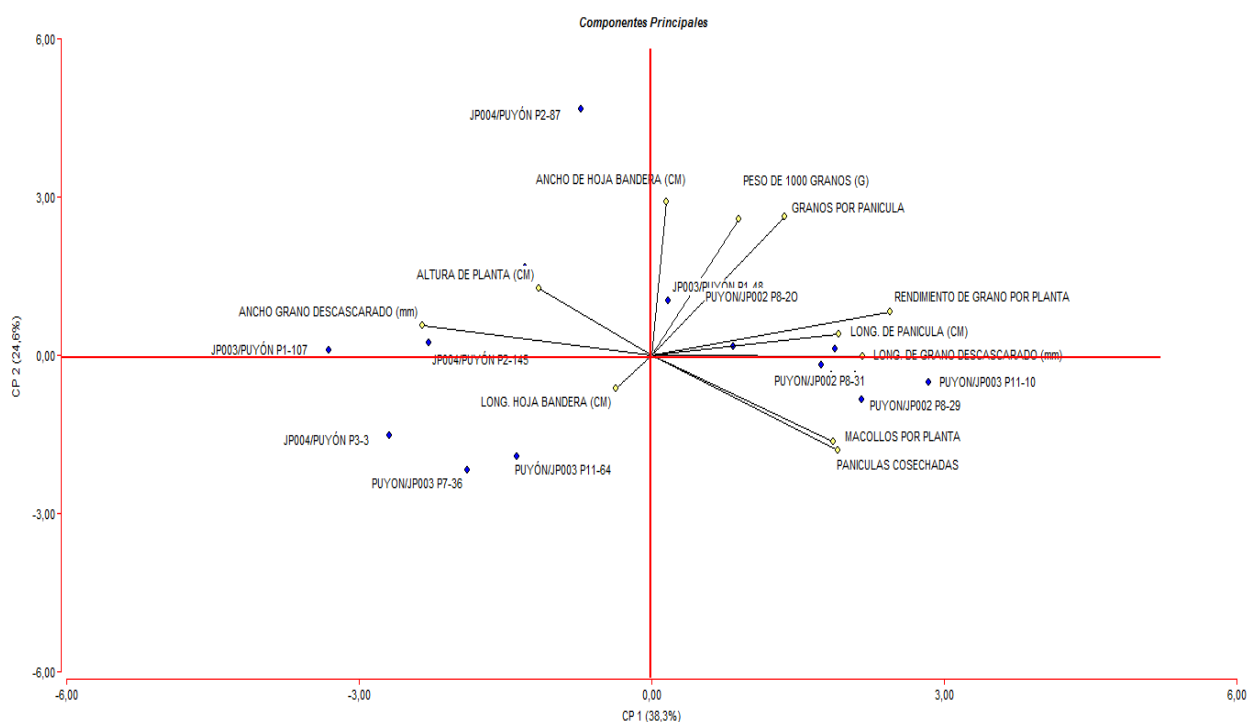


Figura 21. Correlación existente entre las variables más evidentes: macollos por planta y panículas cosechadas, longitud de panícula y rendimiento de granos por planta, FACIAG, UTB. 2018.

4.22. Análisis de Conglomerado

En relación con los resultados de este análisis, ha permitido la agrupación de las líneas que presentaron similitud en las características utilizadas en el análisis (Figura 22). En la clase I, las líneas con caracteres similares fueron PUYÓN/JP003 P11-10, PUYÓN/JP002 P8-20, PUYÓN/JP002 P8-29, PUYÓN/JP002 P8-32, PUYÓN/JP002 P8-30, PUYÓN/JP002 P8-31, PUYÓN/JP002 P8-28, en la clase II, fueron las líneas PUYÓN/JP003 P7-34, JP004/PUYÓN P2-87. En la clase III estuvo la línea JP003/PUYÓN P1-48, en la clase IV se encuentran las líneas PUYÓN/JP003 P7-36, PUYÓN/JP003 P11-64 y en la clase V se encuentran las líneas JP004/PUYÓN P3-3, JP004/PUYÓN P2-145, JP003/PUYÓN P1-107.

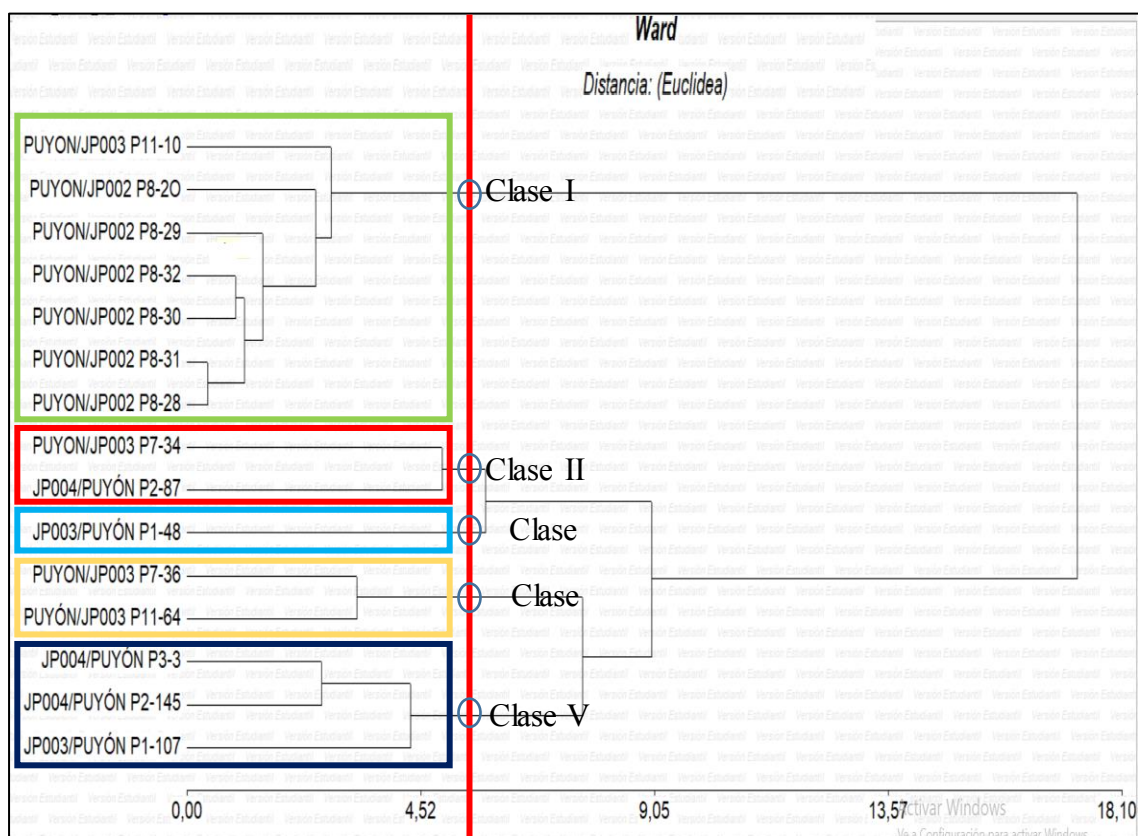


Figura 22. Resultado del análisis de conglomerado (Distancia Euclídea-Ward), que ha permitido la agrupación de las líneas que presentaron similitud en las características utilizadas en el análisis.

4.23. Análisis de la Variabilidad Relativa (%) para la selección de las líneas sobresalientes a través de la variable rendimiento por planta.

Con respecto a este análisis la variabilidad relativa (%), este análisis fue utilizado para la selección de las líneas con mejor rendimiento por planta. En este caso, se consideraron los valores más altos (arriba del promedio) del rendimiento por planta, y los valores más bajos (abajo del promedio) de la variabilidad relativa (%). Al observar el gráfico, los valores se ubicaron en la cuadrícula inferior derecha, como se muestra en la Figura 23. Las líneas seleccionadas fueron: PUYÓN/JP002 P8-32, PUYÓN/JP002 P8-28, PUYÓN/JP003 P11-10, PUYÓN/JP002 P8-31, PUYÓN/JP002 P8-30, JP003/PUYÓN P1-48, PUYÓN/JP002 P8-29, que

presentaron los mayores pesos de rendimiento por planta, valores que van desde 80,0 a 102,3 g y menor variabilidad relativa (%), valores que oscilan entre 3,1 a 4,9 %.

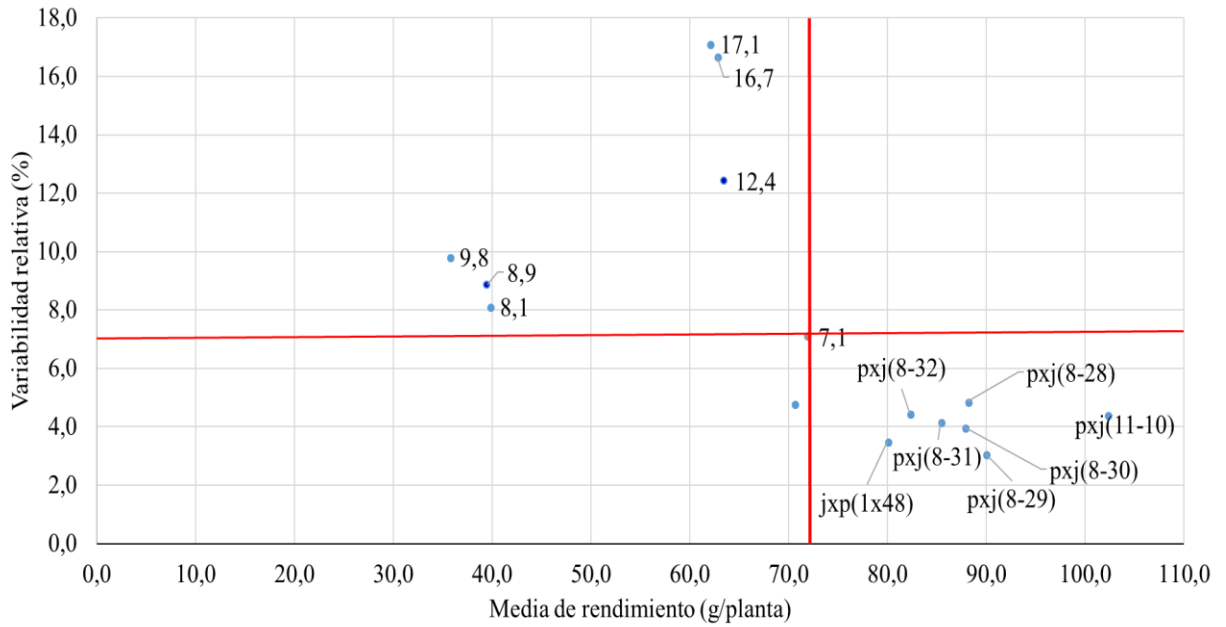


Figura 23. Resultado del análisis de variabilidad relativa que ha permitido la selección más sobresaliente a través de la variable rendimiento por planta.

V. DISCUSIÓN

INIFAP (1996), menciona que las plantas de arroz rojo pueden alcanzar una altura de 80 centímetros hasta 1.90 metros de altura. Lo que concuerda con el resultado de la presente investigación, ya que las líneas de arroz en estudio presentaron una media de altura mínima de 89.68 cm y una media máxima de 151.56 cm.

Con respecto a la variable longitud de panícula, se identificó que la línea JP003/PUYÓN P1-48 presentó la mayor longitud de panícula con una media de 30,57 cm, confirmando lo obtenido INIFAP (1996), quien menciona que la longitud de panícula del arroz rojo mide de 21 a 30 cm; sin embargo, en la presente investigación las líneas PUYÓN/JP003 P7-36, JP003/PUYÓN P1-107, JP004/PUYÓN P2-145 y JP004/PUYÓN P3-3 presentaron valores inferiores a los que menciona INIFAP, mismos que van desde 17.37 hasta 20.80 cm.

Para las variables ancho y largo de hoja bandera los resultados fueron variables, siendo la línea PUYÓN/JP003 P2-87 el que obtuvo la mayor longitud de la hoja bandera con una media de 41,5 cm mientras que la línea JP003/PUYÓN P1-48 registró el menor valor con una media de 22,77 cm, de igual manera la línea JP004/PUYÓN P2-87 alcanzó el valor más alto para la variable ancho de hoja bandera con una media de 2,00 cm, y la línea PUYÓN/JP003 P11-64, obtuvo el menor valor con una media de 1,33 cm; lo que concuerda con lo dicho por la FAO (2007), donde menciona que en las colecciones de arroz rojo, existen genotipos en los cuales la hoja bandera puede llegar a medir entre 42 cm de longitud y 1,9 cm de ancho.

El vigor vegetativo demostró que las líneas de arroz en estudio se caracterizaron por ser platas muy vigorosas, siendo la línea PUYÓN/JP002 P8-30 el que presentó el mejor vigor con una media de 1,0, que de acuerdo con la escala estandarizada del CIAT, son plantas muy vigorosas. Esto tiene relación con lo expresado por la FAO (2007), donde se menciona que las plantas de arroz rojo poseen mayor competitividad y vigor desde que la planta emerge hasta sus etapas reproductivas, lo que la hace más competitiva que las demás variedades cultivadas.

CIAT (1981) menciona que el número de granos por espiga va depender de diversos factores tales como densidad de siembra, tamaño de la panícula, vigor vegetativo de la planta, variedad y que el arroz rojo generalmente produce entre 100 y 150 granos por espiga; lo que no concuerda con los resultados de la presente investigación ya que la línea JP004/PUYÓN P2-87 presentó el mayor número de granos por panículas con una media de 221,0.

De acuerdo con el análisis estadístico la variable esterilidad de panícula reportó que las líneas estudiadas tuvieron una media máxima de esterilidad que va de 16,58 % y una mínima de 2,8 %. Según Jennings *et al.*, (1981), asegura que la fertilidad de las panículas es un factor importante para obtener buenos rendimientos mismos que están sujetos a diferentes factores como buen manejo del cultivo, crecimiento apropiado para así obtener altos rendimientos con promedios normales de esterilidad que puede ser del 10 al 15 %.

En relación con el peso de 1000 granos, de acuerdo al análisis estadístico se determinó que las líneas JP004/PUYÓN P2-87, PUYÓN/JP003 P7-34 obtuvieron mayor peso de granos, con medias de 35,0 y 29,59, lo que concuerda con lo descrito

por (Jennings, Coffan, & Kouffman, 1981), quienes indican que en la mayoría de las variedades de alto rendimiento, el peso del grano puede variar entre 21 a 23 g/1000 granos.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

De los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye lo siguiente:

Las líneas PUYÓN/JP003 P11-64 y PUYÓN/JP003 P11-10, obtuvieron el mayor número de panículas por planta, mientras que las líneas JP004/PUYÓN P2-87 y PUYÓN/JP003 P7-34 presentaron el mayor peso de los 1000 granos.

La línea PUYÓN/JP003 P11-10 obtuvo el mayor número de granos por planta, seguido de la línea JP004/PUYÓN P2-87; mientras que las líneas PUYÓN/JP003 P7-36 y PUYÓN/JP002 P8-30 presentaron el mejor vigor vegetativo, de igual forma la línea PUYÓN/JP003 P7-36 obtuvo el mayor número de macollos; la línea JP003/PUYÓN P1-48 obtuvo la mayor longitud de panícula, altura de planta y longitud de hoja 2.

El análisis de la variabilidad relativa (%) permitió establecer las líneas de mejor producción, las que fueron seleccionadas como se mencionan a continuación: PUYÓN/JP002 P8-32, PUYÓN/JP002 P8-28, PUYÓN/JP003 P11-10, PUYÓN/JP002 P8-31, PUYÓN/JP002 P8-30, JP003/PUYÓN P1-48, PUYÓN/JP002 P8-29. Estas líneas presentaron los mayores pesos de rendimiento por planta, y menor variabilidad relativa (%).

6.2. Recomendaciones

Continuar con el análisis a los segregantes PUYÓN/JP002 P8-32, PUYÓN/JP002 P8-28, PUYÓN/JP003 P11-10, PUYÓN/JP002 P8-31, PUYÓN/JP002 P8-30, JP003/PUYÓN P1-48, PUYÓN/JP002 P8-29, por considerarse materiales con características superiores de producción.

Continuar trabajos de hibridación con especies silvestres de arroz, ya que estas poseen genes de gran importancia, que pueden expresarse en las futuras generaciones, y de esta manera disponer de una gran variabilidad genética para proporcionar nuevas alternativas para el cultivo de arroz.

VII. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el sector El Palmar, proyecto CEDEGE, cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos, ubicada en el km 10,5 de la vía Montalvo. Consistió en la evaluación de las poblaciones segregantes F3 provenientes de cruces interespecíficos entre genotipos de arroz japonico.

El objetivo principal de este estudio fue; seleccionar poblaciones segregantes F3 de arroz provenientes de cruces interespecíficos de Japonico x Puyón para el desarrollo de nuevas variedades.

Se evaluaron las siguientes variables agronómicas; Vigor, Floración (días), Ciclo vegetativo (días), N° Macollos por planta, N° panículas por planta, Longitud hoja bandera (cm), Ancho hoja bandera (cm), Longitud hoja 2 (cm), Ancho hoja 2 (cm), Altura de Planta (cm), Longitud de panícula (cm), Granos/panícula, Esterilidad (%), Desgrane (%), Peso de 1000 granos (g), Longitud Grano descascarado (mm), Ancho grano descascarado (mm), Centro Blanco (%), Presencia de arista (%). Las variables para su análisis fueron sometidas a un ANOVA y al test de Tukey 5%, además se usó un análisis de Variabilidad Relativa para la selección de las líneas superiores, también se realizó el análisis de Componentes Principales y el análisis de Conglomerados.

Los resultados obtenidos de la presente investigación, determinaron que las líneas PUYÓN/JP003 P11-64 y PUYÓN/JP003 P11-10 obtuvieron el mayor número de panículas por planta y las líneas JP004/PUYÓN P2-87 y PUYÓN/JP003 P7-34 presentaron el mayor peso de los 1000 granos, mientras que PUYÓN/JP003

P11-10 obtuvo el mayor número de granos por planta, seguido de JP004/PUYÓN P2-87.

El análisis de la variabilidad relativa (%) permitió establecer las líneas de mejor producción, las que fueron seleccionadas como se mencionan a continuación: PUYÓN/JP002 P8-32, PUYÓN/JP002 P8-28, PUYÓN/JP003 P11-10, PUYÓN/JP002 P8-31, PUYÓN/JP002 P8-30, JP003/PUYÓN P1-48, PUYÓN/JP002 P8-29. Estas líneas presentaron los mayores pesos de rendimiento por planta y menor variabilidad relativa (%).

Se recomienda continuar con el análisis a los segregantes seleccionados, por considerarse materiales con características superiores de producción. También, se debe continuar con los trabajos de hibridación con especies silvestres de arroz, ya que estas poseen genes de gran importancia, que pueden expresarse en las futuras generaciones, y de esta manera disponer de una gran variabilidad genética para proporcionar a futuro nuevas alternativas de variedades para el sector arrocero.

Palabras claves

Arroz, Japonica, Segregantes, Cruces interespecíficos, Variabilidad genética.

VIII. SUMMARY

The present research was carried out in the El Palmar sector, CEDEGE project, Babahoyo county, Los Ríos province, located at km 10,5 of the Montalvo highway. It consisted in the evaluation of F3 segregating populations from interspecific crosses between Japonica rice genotypes.

The main objective of this study was; select F3 segregating populations of rice from interspecific crosses of Japonica x *O. rufipogon* (Puyón) for the development of new varieties.

The following agronomic variables were evaluated; Vigor, Flowering (days), Vegetative cycle (days), Number of tillers per plant, No. of panicles per plant, Length of the flag leaf (cm), Width of the flag leaf (cm), Length of leaf 2 (cm), Width of leaf 2 (cm), Plant Height (cm), Panicle Length (cm), Grain / panicle, Sterility (%), Shelling (%), 1000 Grain Weight (g), Grain Length (mm), Shelled Grain Width (mm) , White Center (%), Presence of edge (%). The variables for their analysis were subjected to an ANOVA and the Tukey test 5%. In addition a Relative Variability analysis was used for the selection of the upper lines, the analysis of Main Components and the analysis of Conglomerates was also carried out.

The results obtained from the present investigation determined that the lines PUYÓN / JP003 P11-64 and PUYÓN / JP003 P11-10 obtained the highest number of panicles per plant and JP004 / PUYÓN P2-87 and PUYÓN / JP003 P7-34 presented greater weight of the 1000 grains, while the PUYÓN / JP003 P11-10 line,

obtained the highest number of grains per plant, followed by JP004 / PUYÓN P2-87.

The analysis of the relative variability (%) allowed establishing the lines of best production, which were selected as mentioned below: PUYÓN / JP002 P8-32, PUYÓN / JP002 P8-28, PUYÓN / JP003 P11-10, PUYÓN / JP002 P8-31, PUYON / JP002 P8-30, JP003 / PUYON P1-48, PUYON / JP002 P8-29. These lines presented the highest yield weights per plant, and less relative variability (%).

It is recommended to continue with the analysis to the selected segregates for F4, because they are considered materials with superior production characteristics. Also, the hybridization works with wild rice species should be continued, since these possess genes of great importance, which can be expressed in future generations, and in this way have a great genetic variability to provide future new alternatives of rice varieties for the rice sector.

Keywords: Rice, Japonica, Segregants, Interspecific crosses, Genetic variability.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- (CIAT), C. I. (1981). *Morfología De La Planta De Arroz*. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=azlTqHVcACgC&pg=PA4&dq=partes+de+la+planta+de+arroz&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjVpJrbk73SAhWJ5CYKHZv1A4gQ6AEIGjAA#v=onepage&q=partes%20de%20la%20planta%20de%20arroz&f=false>
- Acevedo, M., Castrillo, W., & Belmonte, U. (junio de 2006). Origen, evolución y diversidad del arroz. *Agronía Tropical*, vol. 56(núm. 2), 151-170.
- Arias, O. (2017). *Determinar los efectos de la aplicación de un fertilizante foliar y una hormona reguladora de crecimiento sobre el comportamiento en la variedad de arroz (Oryza sativa L.) INIAP 14*. Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de Ingeniero Agropecuario, Universidad Católica de Guayaquil, Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, Guayaquil, Ecuador.
- Barcia, W. (2012). *Producción de arroz en el Ecuador*. Obtenido de <http://ambitoeconomico.blogspot.com/2012/10/la-produccion-de-arroz-en-el-ecuador.html>
- Berio Orozco, L. E., Torres Toro, É. A., Valencia, J. B., & Cuásquer Sedano, J. B. (2016). Diversidad Genética de las diversidades de arroz FLAR liberados

entre 2003-20104. . *Revista Agronomía Mesoamericana*, 219-220.
Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/437/43745945001.pdf>

Calero, C., & Zambrano, H. (2015). *Factores determinantes para la comercialización de los pequeños arroceros en el cantón Daule*. Proyecto de graduación previo a la obtención del Título de: Ingeniero Agrícola y Biológico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Guayaquil, Ecuador .

Camarena, Chura, & Blas. (2014). *Mejramiento genético y biotecnológico de plantas*. Obtenido de http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/pdf_cpc/MEJORAMIENTO_GENETICO_Y_BIOTECNOLOGICO_DE_PLANTAS.pdf

Castellanos, M., Valdés, R., López, A., & Guridi, F. (julio-septiembre de 2017). Mediciones de índices de verdor relacionados con área foliar y productividad de híbrido de maíz. *Cultivos Tropicales*, vol. 38(núm. 3), 112-116.

Castillo, R. (2012). *Mejoramiento genético vegetal convencional*. doi:10.13140/RG.2.1.385.0405

Cheany, R. (1974). *Historia del arroz*. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT.

CIAT. (2005). *Morfología de la Planta de Arroz*. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali, Colombia.

CIAT. (2010). *Producción Eco-Eficiente del Arroz América Latina*. (V. Degiovani, C. Martínez, & F. Motta, Edits.) Cali, Colombia.

Cuevas, F.; Guimarães, E.; Berrio, L.; Gonzáles, D. (1992). Base genética del arroz irrigado en América Latina y el Caribe, 1971 a 1989. *Crop Science Abstract*, 1054-1059. Obtenido de <https://dl.sciencesocieties.org/publications/cs/abstracts/32/4/CS0320041054?access=0&view=pdf>

Degiovanni, V., Berrio, L., & Charry, R. (2010). *Produccion Eco-eficiente del Arroz en América Latina*. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical Internacional, CIAT.

Díaz, C., & Chaparro, A. (2012). Métodos y usos agrícolas de la ingeniería genética aplicada al cultivo del arroz. *Colomb. Biotecnol.*, vol. 14(núm. 2), 179-195. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4195029>

Díaz, I. (2006). En I. Díaz, *Arroz Alimento con historia*. España: Dialnet.

FAO. (2007). Arroces malezas- origen, biología, ecología y control. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=r4frs9i2G4AC&pg=PA4&dq=oryza+rufipogon&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwir04_TxsrSAhWM5iYKHSnLDr4Q6AEILjAE#v=onepage&q=oryza%20rufipogon&f=false

FAO. (Abril de 2018). Seguimiento del mercado del arroz de la FAO. *organizacion de las naciones unidas para la seguridad alimentaria*, XXI(1), 10 p. Obtenido de <file:///E:/i9243es.pdf>

Fernández, R., Ramírez, P., Silva, J., Storaci, V., Cuamo, L., De Guglielmo, Z., & Smits, G. (enero-abril de 2017). Establecimiento de un sistema de selección in vitro de variedades venezolanas de arroz (*Oryza sativa* L.) resistentes al hongo *Pyricularia grisea*. (L. Galindo, Ed.) *Acta Biológica Colombiana*, vol. 22(núm. 1), 85-100. doi:10.15446/abc.v22n1.56933

FOASTAD. (2006). *El arroz en España y en el mundo*. Obtenido de FOASTAD: <http://foastad.fao.org/site/567/daault.aspx>

González, H. (1981). *Origen y morfología de la planta de arroz*. Chiclayo, Perú: Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria.

Guzmán, R., Vedia, A., Hee, E., & Vales, M. (2017). Avances en mejoramiento genético participativo del arroz para enfrentar los desafíos del cambio climático en Bolivia. *Revista de Investigación Agropecuaria y Forestal Boliviana - RIAFB*, vol. 4(núm. 9), 45-55.

INIFAP. (1996). *EL ARROZ ROJO, alternativas para su control en Nayarit*. Instituto Nacional De Investigaciones Forestales.

Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, A. Y. (1996). *EL ARROZ ROJO, alternativas para su control en Nayarit*. Obtenido de <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/publicacionesnayarit/FOLLETOS%20Y%20MANUALES/FOLLETO%20EI%20ARROZ%20ROJO%20alternativas%20para%20su%20control%20en%20Nayarit.pdf>

Jaime, E., Ron Amores, R., Aguilera, R., & León, V. (s.f.).

- Jaime, E., Ron Amores, R., Aguilera, R., & León, V. (2017). *Las PYMES arroceras en el cantón Samborondón*. (N. González, & A. Colina, Edits.) Samborondón, Guayas, Ecuador: Universidad ECOTEC.
- Jennings, P., Coffan, W., & Kouffman, H. (1981). *Mejoramiento de Arroz*. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT.
- MENDELU. (2018). <http://web2.mendelu.cz>. Obtenido de http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=7077&typ=html
- Montes, M. (2017). *Respuesta del cultivo de arroz (Oryza sativa L.) al estrés hídrico y su impacto en la productividad*. Trabajo de titulación previo a la obtención del Título Ingeniero Agrónomo,, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Guayaquil, Ecuador.
- Morejón, R., & Díaz, S. (octubre-diciembre de 2015). Selección de líneas promisoras de arroz (*Oryza sativa L.*) provenientes del programa de mejoramiento genético en "Los Palacios". *Cultivos Tropicales*, vol. 36(núm. 4), 126-132. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v36n4/ctr17415.pdf>
- Moreno, B. (2015). *Rendimientos de arroz en cáscara en el Ecuador, primer cuatrimestre del 2015*. . Coordinación Genral del sisitema de Información Nacional Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, Dirección de Análisis y Procesamiento de la Información, Quito, Ecuador.
- Muñoz, G., Giraldo, G., & Fernández de Soto, J. (1993). Descriptores varietales: arroz, frijol, maíz, sorgo. .

- Navarro, J. (2015). *Rol e importancia del sector agrícola arrocerero en el desarrollo socio-económico del cantón Samborondón periodo: 2008 - 2013*. Facultad de Ciencias Económicas. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/19698/1/Juan%20Rafael%20Navarro%20TESIS%20de%20arroz%20en%20Samborond%C3%B3n%20PARA%20CD.pdf>
- Olmos, L. (2001). *acpaarrozcorrientes*. Obtenido de Morfología: <http://www.acparrozcorrientes.org.ar/academico/apunbte-MORFOLOGIA.pdf>
- Paredes, M., & Becerra, V. (2015). *Producción de arroz: buenas prácticas agrícolas (BPA)*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Fondo de Domento al Desarrollo Científico y Tecnológico. Colombia: INIA.
- Pincioli, María; Ponzio, Nora; Salsamendi, Maité. (2015). *El arroz alimento de millones*. (M. Pincioli, & N. Ponzio, Edits.) Buenos Aires, Argentina.
- SINAVIMO. (2016). *Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas*. Obtenido de Oryza sativa: <http://www.sinavimo.gov.ar/cultivo/oryza-sativa>
- Sotomayor, J. (2017). *Identificación de segregantes F2 de arroz (Oryza rufipogon G. x Oryza sativa L. ssp. japonica) con potencial genético para el desarrollo de germoplasma mejorado*. Trabajo experimental final presentado a la unidad de titulación como requisito previo a la obtención del título de

Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Babahoyo, Ecuador.

Tiessen, A. (2012). *Fundamentos de mejoramiento genéticovegetal: Conceptos básicos de genética, biología molecular, bioquímica y fisiología vegetal*.

México: EAE. Obtenido de

<http://www.ira.cinvestav.mx/portals/0/Documentos/Publicos/Fundamentos>

MejoramientoGenetico38EAE6.pdf

X. ANEXOS

Anexo 1. *Análisis de varianza (SC tipo I) vigor vegetativo con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	101,70	14	7,26	4,17	<0,0001
Variedades	101,70	14	7,26	4,17	<0,0001
Error	574,29	330	1,74		
Total	675,99	344			

Anexo 2. *Análisis de varianza (SC tipo I) floración (días) con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	615,32	14	43,95	178,33	<0,0001
Variedades	615,32	14	43,95	178,33	<0,0001
Error	81,33	330	0,25		
Total	696,65	344			

Anexo 3. *Análisis de varianza (SC tipo I) macollos por planta con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1706,92	14	121,92	3,98	<0,0001
Variedades	1706,92	14	121,92	3,98	<0,0001
Error	10099,14	330	30,60		
Total	11806,06	344			

Anexo 4. *Análisis de varianza (SC tipo I) panículas por planta con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2216,79	14	158,34	3,99	<0,0001
Variedades	2216,79	14	158,34	3,99	<0,0001
Error	13104,67	330	39,71		
Total	15321,46	344			

Anexo 5. *Análisis de varianza (SC tipo I) longitud hoja bandera (cm) con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1335,60	14	95,40	6,89	<0,0001
Variedades	1335,60	14	95,40	6,89	<0,0001
Error	4567,91	330	13,84		
Total	5903,51	344			

Anexo 6. *Análisis de varianza (SC tipo I) ancho hoja bandera (cm) con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,88	14	0,13	11,20	<0,0001
Variedades	1,88	14	0,13	11,20	<0,0001
Error	3,96	330	0,01		
Total	5,85	344			

Anexo 7. *Análisis de varianza (SC tipo I) longitud hoja 2 (cm) con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1825,69	14	130,41	4,80	<0,0001
Variedades	1825,69	14	130,41	4,80	<0,0001
Error	8969,56	330	27,18		
Total	10795,25	344			

Anexo 8. *Análisis de varianza (SC tipo I) ancho hoja 2 (cm) con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,14	14	0,15	10,56	<0,0001
Variedades	2,14	14	0,15	10,56	<0,0001
Error	4,77	330	0,01		
Total	6,91	344			

Anexo 9. *Análisis de varianza (SC tipo I) altura de planta (cm) con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	22971,85	14	1640,85	51,20	<0,0001
Variedades	22971,85	14	1640,85	51,20	<0,0001
Error	10576,27	330	32,05		
Total	33548,12	344			

Anexo 10. *Análisis de varianza (SC tipo I) longitud de panícula (cm) con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	680,57	14	48,61	33,30	<0,0001
Variedades	680,57	14	48,61	33,30	<0,0001
Error	481,78	330	1,46		
Total	1162,34	344			

Anexo 11. *Análisis de varianza (SC tipo I) granos por panícula con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	61037,14	14	4359,80	8,36	<0,0001
Variedades	61037,14	14	4359,80	8,36	<0,0001
Error	172081,79	330	521,46		
Total	233118,93	344			

Anexo 12. *Análisis de varianza (SC tipo I) esterilidad de panícula (%) con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	803,59	14	57,40	7,21	<0,0001
Variedades	803,59	14	57,40	7,21	<0,0001
Error	2626,67	330	7,96		
Total	3430,25	344			

Anexo 13. *Análisis de varianza (SC tipo I) peso 1000 granos (g) con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	276,86	14	19,78	4,53	<0,0001
Variedades	276,86	14	19,78	4,53	<0,0001
Error	1440,89	330	4,37		
Total	1717,74	344			

Anexo 14. *Análisis de varianza (SC tipo I) rendimiento (g/planta) con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	51789,01	14	3699,22	5,85	<0,0001
Variedades	51789,01	14	3699,22	5,85	<0,0001
Error	208846,36	330	632,87		
Total	260635,37	344			

Anexo 15. *Análisis de varianza (SC tipo I) longitud de grano descascarado (mm) con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	28,84	14	2,06	104,20	<0,0001
Variedades	28,84	14	2,06	104,20	<0,0001
Error	6,50	330	0,02		
Total	35,35	344			

Anexo 16. *Análisis de varianza (SC tipo I) ancho de grano descascarado (mm) con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	16,19	14	1,16	72,52	<0,0001
Variedades	16,19	14	1,16	72,52	<0,0001
Error	5,25	330	0,02		
Total	21,44	344			

Anexo 17. *Análisis de varianza (SC tipo I) centro blanco con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	16193,05	14	1156,65	31,15	<0,0001
Variedades	16193,05	14	1156,65	31,15	<0,0001
Error	12251,81	330	37,13		
Total	28444,86	344			

Anexo 18. *Análisis de varianza (SC tipo I) escala de desgrane con las 15 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2018.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	285,69	14	20,41	21,21	<0,0001
Variedades	285,69	14	20,41	21,21	<0,0001
Error	317,44	330	0,96		
Total	603,13	344			