



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



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo experimental, presentado al H. Consejo Directivo

De la Facultad, como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

Selección de segregantes F3 de arroz japonico (*Oryza sativa* L. ssp. *japonica*) con características agronómicas superiores para el desarrollo de nuevas variedades

AUTOR:

Cinthia Aracely Torres Franco

ASESOR:

Walter Oswaldo Reyes Borja, PhD.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2018



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



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo experimental, presentado al H. Consejo Directivo

De la Facultad, como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

Selección de segregantes F3 de arroz japonico (*Oryza sativa L. ssp. japonica*) con características agronómicas superiores para el desarrollo de nuevas variedades.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Oscar Mora Castro, MAE.

PRESIDENTE

Ing. Agr. Marlon López Izurieta, MSc.
PRIMER VOCAL
Ing. Agr. Emma Lombeida Garcia MSc.
SEGUNDO VOCAL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

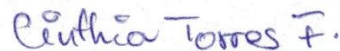
Cinthia Aracely Torres Franco

Declaro que:

El trabajo de investigación "Selección de segregantes F3 de arroz japonico (*Oryza sativa L. ssp. japonica*) con características agronómicas superiores 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



Cinthia Aracely Torres Franco

120658421-9

AUTORIZACIÓN

Yo, Cinthia Aracely Torres Franco autorizo a la Universidad Técnica de Babahoyo, la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución; el trabajo de grado titulado "Selección de segregantes F3 de arroz japonico (*Oryza sativa L. ssp. japonica*) con características agronómicas superiores para el desarrollo de nuevas variedades ", cuyo contenido, ideas y criterios son de exclusiva responsabilidad y autoría.

Babahoyo, 12 de octubre del 2018

Cinthia Torres F .

Cinthia Aracely Torres Franco

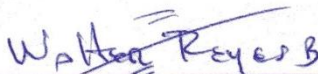
120658421-9

CERTIFICACIÓN

El suscrito certifica:

Que el trabajo titulado "Selección de segregantes F3 de arroz japonico (*Oryza sativa* L. ssp. *japonica*) con características agronómicas superiores para el desarrollo de nuevas variedades", realizado por la egresada Cinthia Aracely Torres Franco; 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

Las investigaciones, resultados conclusiones y
Recomendaciones del presente trabajo son de
Exclusiva responsabilidad del autor

Cinthia Torres Franco

120658421-9

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación va dedicado principalmente a Dios por brindarme la vida, sabiduría y entendimiento para poder culminar una de mis metas.

A mis padres **Klever Torres Alvarez** y **Nancy Franco Vera** por su amor, dedicación, consejos, confianza y sobre todo por sacrificio quienes se empeñaron en apoyarme, en lo económico durante todo los años de mi carrera profesional.

A mis hermanos **Benjamin, Fanny, Adrian, Joel** y **Oscar**, a mi sobrino **Luis Manuel** y demás familiares, por su cariño y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme sabiduría, inteligencia y las fuerzas para poder alcanzar una de las metas en mi vida.

De manera especial una gratitud sincera a mis padres **Klever Torres Alvarez** y **Nancy Franco Vera** por toda su confianza y apoyo incondicional en lo económico, lo moral y en los momentos más difíciles en toda mi carrera.

Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias (FACIAG), y cada docente por compartirme sus conocimientos, formarme como profesional.

Una gratitud sincera y de manera especial a mi tutor de investigación Ing. Agr. **Walter Oswaldo Reyes Borja** Ph.D docente investigador; quien ha sido parte fundamental para llevar a cabo mi trabajo de investigación, por la colaboración, el apoyo, la confianza y por su amistad brindada durante mi proceso de mi investigación.

Al Ing. Agr. **Lenin Arana**, al Ing. Agr. **Jorge Borja**, al Ing. Agr. **Ronny Crespo** y a la Ing. Agr. **Viviana Arana**, por el apoyo, conocimiento y experiencias brindadas.

Al Ing. Agr. **Eduardo Sarcos**, por amistad, su apoyo, conocimiento, experiencias y sobre todo por el esfuerzo brindado en cada una de las evaluaciones el en campo.

Al Ing. Agr. Wellington Rodríguez, por su valiosa colaboración económica ya que con su ayuda se permitió de una u otra forma, realizar beneficiosamente esta investigación.

A mis compañeros de tesis **Egdos. Cristian Sarcos Berruz** mi amiga **Zaida Miguez Escobar** y **Paul Velez Chávez**, por su amistad y colaboración brindada.

A la Lcda. **Adela Veloz Paredes**, quien siempre estuvo dispuesta a brindarme su tiempo, conocimientos, dedicación y amistad brindada en todo el proceso de mi investigación.

Al Ing. **Pablo Pazmiño Valencia**, Al Ing. Agr. **Danilo Santana Aragone** y al Sr. **José Murillo Mora** (gato), por brindarme su apoyo en la etapa de evaluación en el laboratorio de suelo de la FACIAG.

A mi amiga Ingrid Iler Miranda por su sincera y verdadera amistad por su apoyo brindado siempre durante todos estos años y a todas las personas que será imposible enumerarlos que gracias a su apoyo moral aportaron con mis ganas de seguir superándome.

TABLA DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Objetivos de la investigación	3
1.1.1.	Objetivo general	3
1.1.2.	Objetivos específicos	3
II.	MARCO TEORICO	4
2.1.	Generalidades del arroz.....	4
2.2.	Agroecológica.....	4
2.2.1.	Clima y suelo	5
2.2.2.	Periodo Vegetativo	5
2.3.	Origen y distribución del arroz	5
2.4.	Comercialización	6
2.5.	Clasificación taxonómica del arroz.....	8
2.6.	Morfología de la planta.....	8
2.7.	Crecimiento y Desarrollo de la planta de arroz	14
2.7.1.	Etapa vegetativa	14
2.7.2.	Germinación a emergencia.....	16
2.7.3.	Etapa de macolla	16
2.8.	La fase reproductiva.....	17
2.8.1.	Etapa de espiga.....	17
2.8.2.	Etapa de llenado de granos.....	17
2.9.	Diversidad genética.....	18
2.10.	Mejora genética	19
2.11.	Hibridaciones	22
2.12.	Cruzamientos.....	23
2.12.1.	Tipos de cruzamientos.....	23
2.12.2.	Selección por pedigrí.....	24
2.12.3.	Método de Retrocruzamiento	24
2.13.	La mejora y la genética cuantitativa.....	25
2.14.	Poblaciones segregantes	26
2.15.	Utilización del germoplasma silvestre en el mejoramiento genético del arroz.....	28
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
3.1.	Localización del estudio	29
3.2.	Material genético	29
3.3.	Factor en estudio.....	29

3.4.	Tratamientos en estudio	29
3.5.	Métodos.....	30
3.6.	Análisis estadístico.....	31
3.7.	Manejo del ensayo	31
3.7.1.	Cultivo de segregantes F3.....	31
3.7.2.	Germinación de semillas F3	32
3.7.3.	Actividades a nivel de invernadero	32
3.7.3.1.	Trasplante en las macetas.....	32
3.7.3.2.	Riego	33
3.7.4.	Actividades a nivel de campo.....	34
3.7.4.1.	Preparación de suelo	34
3.7.4.2.	Trasplante al campo	34
3.7.5.	Riego.....	35
3.7.6.	Control de malezas	35
3.7.7.	Fertilización.....	35
3.7.8.	Control de insectos plaga y enfermedades	35
3.7.9.	Cosecha de las semillas F4	36
3.8.	Variables evaluadas	38
3.8.1.	Vigor.....	38
3.8.2.	Días a la floración.....	39
3.8.3.	Ciclo vegetativo (días).....	39
3.8.4.	Macollos por planta	39
3.8.5.	Panículas por planta.....	39
3.8.6.	Longitud y ancho de la hoja bandera y de la hoja 2 (mm)	39
3.8.7.	Altura de planta (cm).....	39
3.8.8.	Longitud de panícula (cm).....	39
3.8.9.	Granos por panícula.....	39
3.8.10.	Esterilidad de panícula (%).....	40
3.8.11.	Peso de mil granos (g)	40
3.8.12.	Rendimiento (g/planta).....	40
3.8.13.	Longitud y ancho del grano descascarado (mm).....	40
3.8.14.	Centro blanco (%).....	41
3.8.15.	Desgrane (%)	41
3.8.16.	Presencia de arista (%)	41
IV.	RESULTADOS	42

4. 1. Análisis de varianza y Test de Tukey 5%	42
4.1.1. Vigor	42
4.1. 2. Días a la Floración	42
4.1.3. Días de formación de grano	45
4.1.4. Ciclo vegetativo (días)	45
4.1.5. Macollos/Planta.....	45
4.1.6. Panículas/Planta en Campo.....	46
4.1.7. Panículas/Planta a la Cosecha.....	50
4.1.8. Longitud hoja bandera (cm).....	50
4.1.9. Ancho de Hoja Bandera (cm)	50
4.1.10. Longitud de Hoja 2 (cm).....	54
4.1.11. Ancho de Hoja 2 (cm).....	54
4.1.12. Altura de planta (cm)	57
4.1.13. Longitud de panícula (cm).....	57
4.1.14. Granos/Panícula	60
4.1.15. Esterilidad (%)	60
4.1.16. Desgrane (%)	60
4.1.17. Peso de 1000 granos (g).....	64
4.1.18. Rendimiento (g/planta)	64
4.1.18. Longitud grano descascarado (mm).....	67
4.1.19. Ancho grano descascarado (mm).....	67
4.1.20. Centro blanco (%).....	67
4.1.21. Presencia/ausencia de arista (%) en los granos	71
4.3. Análisis de Componentes Principales	71
4. 3. Análisis de Conglomerados.....	73
4.4. Análisis de la Variabilidad Relativa (%) para la selección de las líneas sobresalientes a través de la variable rendimiento por planta.	74
V. DISCUSIÓN.....	76
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	79
RESUMEN	81
LITERATURA CITADA	85

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Códigos de las líneas y número de semillas utilizadas de las poblaciones segregantes F3 que conforman este estudio.	30
Tabla 2. Escala de vigor (CIAT).....	38
Tabla 3. Escala de categoría de longitud y ancho del grano descascarado (CIAT).....	40
Tabla 4. Escala de desgrane.....	41
Tabla 5. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Vigor, de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018	43
Tabla 6. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable días a la Floración, de las.....	44
Tabla 7. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Días de formación de grano, de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.	47
Tabla 8. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Macollos/Planta, de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.	48
Tabla 9. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Panículas/Planta en Campo, de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.....	49
Tabla 10. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Panículas/Planta a la Cosecha, de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.....	51
Tabla 11. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Longitud hoja bandera (cm), de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.....	52
Tabla 12. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Ancho hoja bandera (cm), de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.....	53
Tabla 13. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Longitud de Hoja 2 (cm), de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.....	55

Tabla 14. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Ancho de Hoja 2 (cm), de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.....	56
Tabla 15. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Altura de planta (cm), de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.....	58
Tabla 16. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Longitud de panícula (cm) de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.....	59
Tabla 17. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable granos por panícula de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.....	61
Tabla 18. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable esterilidad (%), de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.....	62
Tabla 19. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable desgrane (%), de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.....	63
Tabla 20. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Peso de 1000 granos (g) de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.....	65
Tabla 21. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Rendimiento Granos/Plantas (g), de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018. ...	66
Tabla 22. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Longitud grano descascarado mm, de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.....	68
Tabla 23. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Ancho grano descascarado mm, de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.....	69
Tabla 24. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Centro blanco, de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.....	70
Tabla 25. Presencia/ausencia de arista de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico, de las 49 líneas FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.....	71

Tabla 26. Correlaciones de los caracteres observados entre las 9 variables cuantitativas analizadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador, 2018..... 72

Tabla 27. Autovalores, proporción distribuida y la proporción acumulada de las variables analizadas. FACIAG- UTB. Los Ríos, Ecuador.2018..... 72

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Preparación de las semillas para la siembra. Descascarado de semillas (A), observación de semillas con centro blanco para su descarte (B), germinación de semillas en plato Petri (C) y semillas germinadas (D). 32

Figura 2. Transplante de semillas germinadas a macetas. Llenado de macetas con lodo (A), siembra de semillas germinadas en la maceta (B), Macetas identificadas con las semillas germinadas (C) y (D). 33

Figura 3. Riego de las plántula en maceta mantenidas en condiciones de invernadero. 33

Figura 4. Fangueo el área experimental con monocultor (A), suelo fangueado (B). 34

Figura 5. Siembra del experimento (A) y (B). 34

Figura 6. Riego del experimento después de la siembra (A) y (B). 35

Figura 7. Evaluación de las plantas con presencia de Virus de la Hoja Blanca (A), extracción de plantas afectadas por el virus (B) y observación de los síntomas del virus (C). 36

Figura 8. Cosecha del ensayo de líneas de arroz. Selección de las mejores plantas (A), corte de panícula con tijeras (B), codificación y colocación de las panículas en fundas de papel (C), y panículas con aristas y granos negros de las líneas estudiadas (D y E). 37

Figura 9. Determinador de humedad (A), secado de las semillas en la estufa a una temperatura de 28°C (B y C) 38

Figura 10. Plantas en diferentes estados de floración (A, B, C y D). 42

Figura 11. Días en formación de granos.....	45
Figura 12. Macollamiento de diferentes líneas (A, B, C, D y E).	46
Figura 13. Conteo de panículas (A y B).	46
Figura 14.Medición del ancho de la hoja bandera.....	50
Figura 15. Medición del ancho de la hoja 2.	54
Figura 16. Medición de la altura de planta en las líneas estudiadas.....	57
Figura 17. Medicion de diferentes panículas.....	57
Figura 18. Toma del peso de 1000g	64
Figura 19. Medición de los granos con y sin cáscara en las líneas estudiadas.....	67
Figura 20. Correlación existente entre las variables longitud de panícula y granos por panículas, aunque también están correlacionadas con la altura de planta y ancho de hoja bandera. FACIAG UTB. 2018.....	73
Figura 21. Resultados en este análisis de conglomerado, distancia Euclídea, método Ward, para la agrupación de las líneas que presentaron similitud en las características utilizadas en el análisis obtenido en este estudio.	74
Figura 22. Análisis de la variabilidad relativa (%), utilizado para la selección de las líneas con mejor rendimiento de grano por planta. Estos fueron los valores que se ubicaron en la cuadrícula inferior derecha, se consideraron los más altos (arriba del promedio) del rendimiento por planta, y los valores más bajos (abajo del promedio) de la variabilidad relativa.	75

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. Análisis de varianza (SC tipo I) vigor, de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.....	89
Anexo 2. Análisis de varianza (SC tipo I) floración, de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.....	89
Anexo 3. Análisis de varianza (SC tipo I) días en formación de granos, de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018	89
Anexo 4. Análisis de varianza (SC tipo I) macollos por planta de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.....	89
Anexo 5. Análisis de varianza (SC tipo I) panículas por planta, en Campo de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.	90
Anexo 6. Análisis de varianza (SC tipo I) panículas por planta en cosecha, de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.	90
Anexo 7. Análisis de varianza (SC tipo I) longitud de hoja bandera (cm), de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.	90
Anexo 8. Análisis de varianza (SC tipo I) ancho de hoja bandera (cm), de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.	90
Anexo9. Análisis de varianza (SC tipo I) longitud de hoja 2 (cm), de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.	90
Anexo 10. Análisis de varianza (SC tipo I) ancho de hoja bandera (cm), de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.	91
Anexo 11. Análisis de varianza (SC tipo I) altura de planta (cm), de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.	91
Anexo 12. Análisis de varianza (SC tipo I) longitud de panícula (cm), de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.	91

Anexo 13. Análisis de varianza (SC tipo I) granos por panícula, de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.....	91
Anexo 14. Análisis de varianza (SC tipo I) esterilidad, de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.....	91
Anexo 15. Análisis de varianza (SC tipo I) desgrane, de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.....	92
Anexo 16. Análisis de varianza (SC tipo I) peso de 100 granos (g), de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.....	92
Anexo 17 Análisis de varianza (SC tipo I) rendimiento gramos por planta de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.....	92
Anexo 18. Análisis de varianza (SC tipo I) longitud granos descascarados (mm), de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.....	92
Anexo 19. Análisis de varianza (SC tipo I) ancho granos descascarados (mm), de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.....	93
Anexo 20. Análisis de varianza (SC tipo I) centro blanco de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.....	93

I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es un cultivo que a nivel mundial se siembran alrededor de 148 millones de hectáreas. Este grano constituye la base nutricional para gran parte de la población mundial; a nivel global el arroz proporciona 20% de energía y 15% del consumo per cápita. Se estima que para el año 2025 la población será de 8,3 billones de personas y que el 50% de ellas consumirá arroz. Por ello, la producción mundial actual de arroz que es de aproximadamente 575 millones de toneladas, deberá aumentarse en un 70% para responder a esa demanda Martínez, Tohme, Lopez, Barrero, Couch, Roca, Chate, Guimaraes (1998).

En el Ecuador, según las cifras de la Encuesta de Superficie y Producción Continua (ESPAC) realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) para el año 2013, el arroz es el segundo producto con mayor superficie sembrada y cosechada abarcando el 16% y 18%, respectivamente. Con respecto a la producción de arroz en cáscara, es el cuarto rubro más alto, aportando el 8% de la producción nacional total. (Moreno Aguirre & Salvador Sarauz, 2014).

El productor de arroz, como cualquier otro productor de granos básicos u otros cultivos, tiene que considerar la producción agrícola, como una actividad empresarial, es decir efectuar una inversión y recuperarla, para obtener una utilidad que le permita ser rentable, exitoso, productivo, competitivo y sostenible en la actividad. En esa forma el productor de arroz debe pensar y actuar como empresario, considerando aspectos de rentabilidad, competitividad, precios de los insumos, precio de venta del producto a obtener, financiamiento, costo financiero, precios de mercado tanto nacional como internacional (SAG, 2003).

Se ha manifestado que el mejoramiento genético del arroz se concentra en tres aspectos fundamentales: aumentar el rendimiento; incrementar la resistencia a las plagas más comunes del cultivo, y mejorar la calidad molinera y culinaria del grano, para satisfacer tanto los requerimientos de la industria como el gusto del consumidor final. De estos tres aspectos, el mejoramiento genético condujo a la nominación de algunas variedades utilizadas comercialmente, que en mayor o menor grado, cumplieron con tales requerimientos básicos. Sin embargo, las prácticas de manejo agronómico del cultivo se han modificado sustancialmente, así como han surgido especies o variantes de plagas que han limitado la producción del cultivo del arroz, enmascarando la contribución del mejoramiento genético sobre el arroz cultivado en el país (Pieters, Graterol , Reyes , & Álvarez , 2011).

En el Ecuador la mayoría de las variedades comerciales que se consumen son de tipo índica, existiendo muy poca variabilidad genética de arroz tipo japónica. Los materiales genéticos de japónicas puras, tienen características sobresalientes de calidad de grano, adaptación a otros pisos climáticos, alta producción, por lo que es necesario considerar cultivares de genética diferente. La Universidad Técnica de Babahoyo lleva una investigación por más de cuatro años en líneas de tipo japónica, que al momento presentan buenas características agronómicas; por lo tanto, esta investigación se proyecta a la obtención de cultivares japónicos puros, para tener la posibilidad de proveer al mercado nuevas variedades con las características mencionadas, como una opción más para el consumidor. Esta investigación apunta a la obtención de segregantes con caracteres seleccionados a partir de una población F3 de alta producción y calidad de grano.

1.1. Objetivos de la investigación

1.1.1. Objetivo general

- Obtener segregantes F3 de arroz japonico (*Oryza sativa* L. ssp. *japonica*) con características agronómicas superiores para el desarrollo de nuevas variedades.

1.1.2. Objetivos específicos

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

II. MARCO TEORICO

2.1. Generalidades del arroz

Según Ospina (2001) citado por Castro (2015), el arroz es una gramínea anual de gran importancia en la dieta humana como fuente de carbohidratos. Constituye el alimento principal en muchos países asiáticos y en algunos de sur América; es la especie más cultivada después del trigo, ocupando 151 millones de hectáreas, la producción alcanzada se ha estimado en 562 millones de toneladas métricas y Asia produce el 90% del total mundial, siendo China el principal productor, seguido de Brasil, el cual es el mayor productor en el continente americano. Este cereal es una de las pocas especies alimentarias, adaptadas a terrenos inundados, y por su alta capacidad productiva es una importante, fuente de ingresos para el sector agrícola de muchos países.

De acuerdo a Oka (1988) y OECD (1999), citado por Castro (2015), señalan que como producto de la domesticación *O. sativa* ha desarrollado muchos tipos o variedades que permiten su adaptación a amplias condiciones ambientales, tales como: (a) climas tropicales o templados (desde latitud de 35° sur en la Argentina a 50° norte en la China); (b) diferentes tipos de suelo (110 países, desde el nivel del mar hasta 3,000 m de altitud) y (c) baja o alta dependencia de lámina de agua durante el ciclo de cultivo.

2.2. Agroecológica.

En Colombia, el arroz se cultiva en diferentes condiciones de clima y suelo, bajo sistemas de riego y secano favorecido-mecanizado. Sus principales zonas arroceras son: la zona centro que comprende los departamentos del Tolima, Huila y Valle del Cauca. Esta zona es la que posee los suelos más fértiles; la zona de los Llanos Orientales, comprenden los departamentos de Meta y Casanare, sus suelos son menos fértiles y se caracterizan por tener tendencia a la acidez, la zona del Caribe (Caicedo, 2008).

2.2.1. Clima y suelo

El arroz es un cultivo típico de zonas tropicales o subtropicales y se concentra en las de clima húmedo. En territorios templados depende de las condiciones de temperatura y radiación solar. En laderas cuando no se utiliza la inundación, las lluvias determinan la distribución de las áreas de cultivo del arroz. La temperatura óptima debe fluctuar entre un mínimo de 32 y 34 °C, y un máximo de 40 y 42 °C. El arroz de riego y secano se cultivan en suelos diversos desde los arenosos hasta los pesados; los más recomendados son los francos arcillosos. El crecimiento de la planta depende básicamente del clima, del agua y de los nutrientes (Caicedo , 2008).

2.2.2. Periodo Vegetativo

El ciclo del arroz es dado por la temperatura; para germinar se necesitan de unos 30 a 35°C, el crecimiento de tallo y raíces se realizan entre 23°C, la espiga se forma a los 30 días. El periodo vegetativo no es igual en todos los arroces; puede variar entre 240 días en arroces tardíos y 90 días en arroces precoces. El ciclo de vida de las variedades en el trópico oscilan entre 100 y 200 días; sin embargo, las variedades cultivadas comercialmente fluctúan entre 100 y 150 días. El periodo vegetativo puede ser modificado por factores, como la temperatura y la humedad (Caicedo , 2008).

2.3. Origen y distribución del arroz

La especie *O. sativa* presenta mayor diversidad genética, encontrándose hasta tres sub-especies, las cuales son clasificadas basada en su ecología y morfología en Indica, Japónica y Javánica; mientras que en *O. glaberrima*, tal tendencia no fue encontrada. Esto puede sugerir que las diferencias en el sistema genético de las especies silvestres ancestrales, pueden haber llevado a diferentes tipos de evolución de las formas cultivadas. La sub-especie índica está distribuida en los trópicos y subtrópicos, la javánica se cultiva en Indonesia, siendo también conocida como Japónica tropical, mientras que la Japónica,

se encuentra distribuida en zonas no tropicales (templadas); sin embargo, existe sobreposición de caracteres entre esos tipos (Acevedo, Castrillo , & Belmonte, 2006).

2.4. Comercialización

Más del 90 % del arroz del mundo se produce en Asia fundamentalmente en China e India. La producción mundial anual es de 497,7 millones de toneladas de arroz elaborado. El consumo se estima en 478 millones de toneladas con lo que se alcanza el abastecimiento anual. Solo se comercializan 37,4 millones de toneladas. Una de las características de este cereal es que se consume fundamentalmente donde se produce. Es de autoconsumo: solo se comercializa el 7,5%, mientras que de maíz y trigo se comercializan el 18 y el 20% de la producción mundial, respectivamente. En el mercado internacional participa, fundamentalmente el grano tipo largo fino, aunque hay mercado suficiente para todos los tipos y calidades (Pincirolí , Ponzio, & Salsamendi, 2015).

Briz, De Felipe y Guerrero en 1997, citado, (Pérez, 2015) mencionan que para muchas culturas, el arroz forma parte integral de la tradición culinaria. Muchos países tienen platos típicos de arroz, como el sushi, el arroz frito, el curry, la paella, el risotto y los frijoles con arroz. Por ello, diferentes culturas tienen diferentes preferencias en cuanto a tamaño, forma, sabor, textura, color y viscosidad del arroz, y esto influye en las variedades que se cultivan en cada zona. Por ejemplo, en EEUU, Canadá, el norte de Europa y Oriente Medio, se prefieren los arroces de grano largo, blanco, cristalino, firme y suelto una vez cocido; mientras que en los países europeos del sur (España, Grecia e Italia), se prefiere el grano redondo o medio, perlado, menos firme una vez cocido, pero que absorbe en mayor grado el condimento del agua de cocción. En la foto se observa los tipos de grano de la clasificación comercial de variedades en la Unión Europea. Izquierda, arroz cáscara; centro, integral o descascarillado; y derecha, elaborado.

El incremento en la demanda mundial del grano se explica, por una parte, por el crecimiento de la demanda en China, país que es el mayor productor y consumidor de arroz del mundo. Su población es de aproximadamente 1 300 millones de personas, produce en promedio 190 millones de toneladas y exporta aproximadamente 1,3 millones de toneladas de arroz al año. La tasa de crecimiento poblacional es de 0,63% anual, lo que genera un incremento permanente en la demanda de arroz, la que se espera que sobrepase a la producción interna muy pronto. La expansión de la demanda mundial ha sido el crecimiento sostenido del consumo de arroz en la India, país con más de 1 150 millones de habitantes, segundo productor y consumidor de este cereal en el planeta. La tasa de crecimiento de su población es 1,6% anual, con lo que superará a China en número de habitantes dentro de los próximos veinte años. Produce en promedio 130 millones de toneladas de arroz y hasta el año 2007 era uno de los cinco principales exportadores en el mundo; sin embargo, a raíz de la situación vivida en 2008, cuando se alcanzaron precios históricos y las existencias mundiales cayeron fuertemente, no está exportando (excepto arroz basmati), para asegurar su consumo interno, que no deja de expandirse (Danty & Muñoz, 2010).

En el Ecuador, la superficie sembrada con arroz en el año 2013 fue de 414 096 hectáreas, con una producción de 1515,836 t, siendo Guayas y Los Ríos las provincias que aportan con el 93,79%, el resto se distribuye en otras provincias. En el mercado mundial, el precio de arroz por tonelada métrica en el 2013, en promedio fue de US \$ 518,81 toneladas, con fluctuación entre US \$447 t y US \$574 toneladas, inferior al del 2012, cuyo promedio fue de 580,24 toneladas. En Ecuador el mayor porcentaje de la producción de arroz se comercializa como grano en cáscara durante los meses de abril a mayo y unos pocos lo venden pilado. En el canal de distribución hay intermediarios que modifican los precios, ampliando el margen de diferencia entre lo que paga el consumidor final y lo que

ha recibido el productor. Adicionalmente, es importante destacar la vulnerabilidad de la cadena en relación a la dependencia del Estado para la comercialización de arroz (Viteri & Zambrano, 2016).

2.5. Clasificación taxonómica del arroz

El arroz es una planta monocotiledónea de la tribu de las Oryzeas de la familia de las Poaceae, dentro del orden de las Poales. El género *Oryza* comprende más de 20 especies, de las cuales sólo dos tienen interés agrícola: *O. sativa* L., de origen asiático y que se cultiva en todo el mundo, y *O. glaberina* de origen africano, continente al que actualmente se restringe su cultivo. El arroz desempeña un papel clave en el abastecimiento mundial de alimentos y en la estabilidad socioeconómica mundial. Es el alimento más importante para la mayoría de países en vías de desarrollo: por una parte, porque es la base de la alimentación de más de 3.000 millones de personas, casi la mitad de la población mundial; por otra, porque su cultivo es la principal actividad y fuente de ingresos de alrededor de 100 millones de hogares de Asia y África. El arroz aporta más del 50% de las calorías ingeridas diariamente para aproximadamente 520 millones de personas en Asia (Pérez, 2015).

Según Cantrell y Reeves, (2002), citado por Pérez (2015) el arroz desempeña un papel clave en el abastecimiento mundial de alimentos y en la estabilidad socioeconómica mundial. Es el alimento más importante para la mayoría de países en vías de desarrollo: por una parte, porque es la base de la alimentación de más de 3.000 millones de personas, casi la mitad de la población mundial; por otra, porque su cultivo es la principal actividad y fuente de ingresos de alrededor de 100 millones de hogares de Asia y África.

2.6. Morfología de la planta

De acuerdo a lo mencionado por (Valladares, 2010) la planta de arroz es una hierba anual con tallos redondos, huecos y con juntas, hojas bastante planas y una panoja

terminal. Está adaptada a crecer en suelos inundados, pero puede también hacerlo en suelos de secano. La planta puede ser dividida en: Órganos vegetativos: raíces, tallos y Órganos florales: Panoja o conjunto de espiguillas.

Las raíces: son de tipo fibroso y consisten en radículas y pelos radicales. Las raíces embrionarias tienen pocas ramificaciones, son de poca duración después de la germinación y las reemplazan las raíces adventicias secundarias que se producen a partir de los nudos subterráneos de los tallos jóvenes y se ramifican.

El ahijamiento y los tallos: Transcurridos 20-30 días de la siembra, la plántula comienza la diferenciación de los tallos secundarios o de ahijamiento a partir de las yemas laterales, situadas en la base del tallo primario, en la axila de las hojas. El fenómeno se repite en los tallos nuevos, dando lugar a la formación de tallos de tercer orden. La intensidad y la fecha de inicio del ahijamiento dependen de muchos factores relacionados con las características genéticas de la variedad cultivada, con las condiciones climáticas y edáficas del lugar de cultivo y con las técnicas agrarias empleadas. Pueden formarse hasta 50-60 tallos. Las temperaturas demasiado bajas reducen o inhiben el ahijamiento, como también la excesiva altura de la capa de agua, el terreno poco fértil, la elevada densidad de siembra, el trasplante demasiado profundo o realizado con plantas excesivamente desarrolladas; también las sustancias tóxicas acumuladas en el terreno y en el agua o las suministradas por los productos pesticidas, por la escarda química o por otras causas de distinto orden. El ahijamiento termina simultáneamente con la formación embrional de los primeros esbozos florales. Por diversos factores, el ahijamiento puede reanudarse después del periodo indicado: en tal caso, en muy pocas ocasiones se emiten tallos fértiles. Los nudos situados en la base de los tallos están muy juntos, aproximadamente a 1 o 2 mm; progresivamente, se distancian de abajo a arriba. Los entrenudos superiores alcanzan longitudes variables según la variedad: de 7-8 a 18-20 cm. La altura de la planta es función

del número de los entrenudos, entre 10 y 15, y de su longitud; 5-7 son epigeos. Los entrenudos son lisos de color verde más o menos intenso. A veces tienen pigmentaciones antociánicas con estrías más o menos evidentes; la pigmentación se limita a la epidermis o llega también a los haces vasculares, hasta producir una coloración rojo-vinosa o violeta intenso. Los nudos se caracterizan por el espesor, que es mayor que el de los entrenudos; se ensanchan por la presencia de un engrosamiento: el pulvinulo; sobre éste se articula la vaina foliar. El nudo puede tener coloraciones diversas relacionadas con la de otros órganos de la planta (Marqués, 2015).

Hojas: Están dispuestas en ángulo con el tallo, en dos hileras, una en cada nudo. La lámina de la hoja se sujeta al nudo por medio de la vaina, la cual envuelve al entrenudo inmediatamente superior hasta el próximo nudo. Las venas están dispuestas en forma paralela y contienen los haces vasculares que continúan a través del eje principal. El tallo principal desarrolla mayor número de hojas que tallo primarios, y estos a su vez, más que los secundarios y así sucesivamente. A cada tallo de la hoja, en el sitio de la unión con la vaina, hay un par de apéndices en forma de oreja (aurículas), y por encima de estas, hay una estructura triangular de consistencia papelosa llamada lígula. La hoja más alta por debajo de la panoja, es conocida como hoja bandera (Valladares, 2010).

La panícula: el último entrenudo, el que emerge de la vaina de la hoja bandera, tiene una constitución distinta a la de los demás: más que cilíndrico, posee nervios abultados y sobresalientes y, en algunas variedades, es sinuoso. El cuello se une al raquis de la panícula en el nudo panicular. La distancia que separa este nudo y la articulación vaina-limbo de la última hoja es muy variable entre variedades y oscila dentro de la misma. El raquis, más o menos flexible al llegar la maduración permite que la panícula adopte un porte variable: semierecto, semipéndulo o colgante. Los tipos de panícula se distinguen por las siguientes características: longitud, distribución verticilada o no de las

ramificaciones primarias: ángulo formado entre éstas y el raquis, que indica la forma de la panícula: cerrada, abierta y laxa; densidad de la panícula: expresada por la relación entre el número total de flores y la longitud de la panícula (Marqués, 2015).

La flor o espiguilla: el pedúnculo o pedicelo es la última ramificación de la panícula que puede estar unido a una o más espiguillas. La flor está formada por: a) Dos brácteas externas o inferiores: las glumas. Son pequeñas y de forma diferente. b) Dos brácteas internas o superiores: las glumillas. La insertada más abajo, llamada lema, es la más grande y lleva cinco nervios; el dorsal, en el caso de variedades aristadas, se prolonga para formar una arista o raspa, más o menos larga. La glumilla superior, menos desarrollada, se llama palea y tiene tres nervios. Las puntas de los dos nervios dorsales de cada glumilla se disponen juntas para formar el ápice del grano; tiene una forma y una pigmentación distinta según la variedad. La superficie de las glumillas es reticulada; puede ser glabra o, más o menos intensamente, pelosa. c) El periantio: está formado por dos pequeñas lodículas; tienen la función de abrir las glumillas en el momento de la antesis, al principio de la floración. d) El androceo: consta de dos verticilos de tres estambres cilíndricos cada uno; cada filamento termina en una antera formada por dos lóbulos. e) El gineceo: formado por un pistilo de un solo carpelo con ovario ovoide y dos estigmas plumosos que sobresalen por encima del pistilo. Estos son normalmente blanco-hialinos, pero pueden estar diversamente coloreados (Marqués, 2015).

La floración y la fecundación: La formación embrional de la panícula se inicia 50-70 días después de la germinación de la semilla. El intervalo de tiempo que transcurre entre las dos fases es una característica varietal, pero que depende mucho de la intensidad luminosa, de la duración del fotoperiodo y particularmente de la temperatura. Las

condiciones nutritivas de la planta en esta fase, además de las térmicas y luminosas precedentes determinan el número de flores de la panícula. El primordio floral crece desarrollando gradualmente el último entrenudo del tallo, la panícula y las flores. En la fase de espiga en zurrón en estado avanzado, la inflorescencia ha alcanzado ya su dimensión final. El espigado, o emergencia de la panícula, es simultáneo con la antesis y la floración de las flores situadas en el ápice de la panícula, las dos fases se confunden. La panícula emerge completamente en 8-15 días. La apertura de las glumillas de la flor se denomina floración. El tiempo que la flor permanece abierta depende estrechamente del tipo varietal, aunque está muy condicionado por los valores de temperatura, humedad del aire e intensidad luminosa. En algunas variedades la flor permanece abierta durante 5- 10 minutos, en otras hasta 60 o más. Cuando las temperaturas son frías y la luminosidad baja, la flor permanece abierta durante mayor tiempo; lo mismo sucede cuando el aire se encuentra sobresaturado de humedad; generalmente en las variedades tempranas la duración es menor que en las de ciclo vegetativo largo. Días fríos y lluviosos sucesivos, al inicio del espigado, retrasan la floración mientras que las condiciones climáticas caracterizadas por temperatura de 25-30 °C, humedades relativas del aire en torno al 70-80% y una luminosidad alta, son las óptimas; la floración se verifica más intensamente durante el mediodía, las 11 y las 14 horas. En el arroz se realiza normalmente la autopolinización; sin embargo, la polinización cruzada es posible, tanto más cuanto mayor tiempo permanecen las flores abiertas. El polen, en el momento de la dehiscencia no se encuentra en condiciones de germinar, mientras que el óvulo ya puede recibir el tubo polínico cuando se abre la flor. El porcentaje de fecundación cruzada es muy variable, normalmente del 1%. Los granos de polen, una vez sobre los estigmas, emiten el tubo polínico; uno de ellos alcanza el óvulo y lo fecunda. El proceso de fecundación puede invertir de 1 a 3 horas, desde el comienzo de la antesis. Después de la fecundación, las

glumillas se cierran encajando sus bordes; después de 4-5 días, los márgenes de las glumillas se silicifican y sueldan entre ellos (Marqués, 2015).

Morfología del grano: el grano de arroz, comúnmente llamado semilla, recién cosechado está formado por el fruto o cariopse y por la cáscara, esta última compuesta por las glumelas (palea y lema). Industrialmente se considera al arroz cáscara o arroz paddy, aquel comprendido por el conjunto de cariopse y glumelas (Figura 5). A su vez el cariopse, está formado por el embrión (planta preformada), el endosperma, capa de aleurona (tejido rico en proteínas), tegumento (cubierta seminal, desarrollo de las paredes del óvulo), y el pericarpio (cubierta del fruto, desarrollo de las paredes del ovario). El embrión es extremadamente pequeño, localizado en la zona ventral del cariopse. El endosperma consiste en células de parénquima que se elongan en forma radial y está compuesto por gránulos de almidón y algunos cuerpos proteicos (Juliano, 1980; Juliano, 1985). Las capas de aleurona están compuestas por 1 a 7 capas de células de parénquima cuadrangular o rectangular, de 1-3 μm de espesor. El pericarpio es piloso y tiene un espesor de aproximadamente 10 μm (Pincirolí, Ponzio, & Salsamendi, 2015).

Este proceso de transformación es idéntico para los diferentes tipos de grano de arroz que se encuentran en el mercado, que son los siguientes: El arroz de grano largo es 3 veces más largo que ancho (superior a 6 mm). Es ligero, no se pega y se separa fácilmente. El arroz de grano medio es entre 2 y 3 veces más largo que ancho (5-6 mm), más corto y más inflado que el arroz de grano largo. El arroz de grano corto o redondo es casi tan largo como ancho (4-5 mm de largo y 2,5 mm de espesor). Algunos ejemplos son los siguientes tipos de arroz: arroz de grano largo: Basmati de India y Pakistán, arroz aromático de

jasmín de Tailandia, Ferrini de Italia y arroz de grano mediano y corto: Arborio, Carnaroli, Vialone, Nano, entre otros (OCT, 2007).

2.7. Crecimiento y Desarrollo de la planta de arroz

En lo relacionado con (Chaudhary, 2014), citado por (Guzmán Jara, 2018), la historia de la vida de la planta de arroz presenta tres fases importantes:

- La fase vegetativa.
- La fase reproductiva.
- La fase de maduración.

La fase vegetativa se refiere al período desde la germinación hasta el macollaje. La fase reproductiva se refiere al período desde la iniciación de los primordios de la panoja hasta la floración. La etapa de la maduración se refiere al período desde la espiga a la madurez.

2.7.1. Etapa vegetativa

La etapa vegetativa puede ser dividida en: a) emergencia, b) estado de plántula, c) macollaje y d) formación de entrenudos. a) Emergencia. Cuando se dan las condiciones requeridas de temperatura y humedad, la semilla se hincha y germina. En el embrión crecen y se alargan dos estructuras, la radícula y el coleoptile. El tenor de oxígeno en el suelo determina el tipo de germinación, si es alto, como es el caso de la siembra en seco, emerge primero la radícula, si es bajo (siembra en agua) emerge primero el coleoptile ya que es menos demandante en oxígeno que la radícula. En siembras tempranas el frío y el exceso de humedad pueden retardar mucho la emergencia. En siembras tardías la falta de humedad puede demorar la geminación y la emergencia. b) Estado de plántula. Hasta la aparición de la tercera hoja, la planta vive de las reservas del endosperma, genera raíces seminales que pronto son reemplazadas por adventicias que nacen de los nudos subterráneos de los tallos. En este momento la temperatura es un factor muy importante.

Con valores entre 18-25°C el crecimiento es normal, las temperaturas bajas (menos de 10-12°C) reducen la probabilidad de supervivencia de la plántula. c) Macollaje. A partir de la cuarta hoja emerge el primer macollo; los macollos surgen de los nudos de la corona, ubicados en el interior de la vaina de la hoja. El primer y tal vez segundo macollo maduran casi al mismo tiempo que la planta madre. Otros macollos, si se producen, van a madurar más tarde y tendrán menor calidad de grano. La capacidad de emitir macollos permite al cultivo de arroz responder en forma elástica a la densidad de siembra. En general tanto el nitrógeno como el fósforo son importantes para el macollaje. La inundación temprana y una lámina de agua elevada disminuyen el macollaje. Es conveniente comenzar a regar en esta etapa, manteniendo un nivel de agua bajo (5-6 cm) tal que no afecte el macollaje y permita la aplicación de N en cobertura. A partir de este momento el arroz debe permanecer inundado hasta la maduración. La adaptación del arroz a la inundación deriva de la presencia de aerénquimas en el tallo y la raíz. Los aerénquimas se forman como consecuencia de la muerte ordenada y programada de las células (apoptosis) produciendo grandes espacios intercelulares que posibilitan la conducción del oxígeno del aire a la rizósfera a través de la línea de nudos y entrenudos. d) Formación de entrenudos. La formación de nudos y entrenudos por encima de la corona, es lo que da lugar al tallo y determina el largo de éste. El número de entrenudos es 5-6 por tallo y es bastante constante para todas las variedades. En esta etapa, aún no se alargan los entrenudos superiores. El crecimiento de las raíces alcanza su máximo cuando comienza la formación de entrenudos. En este momento cesa la formación de macollos y algunos de los macollos ya formados mueren (macollos estériles), pues normalmente se forman más de los que llegan a la madurez (Pincioli , Ponzio, & Salsamendi, 2015).

2.7.2. Germinación a emergencia

Desde el momento de la siembra a la aparición de la primera hoja a través del coleóptilo. Estado de plántula: El estado de plántula en arroz se extiende hasta cuarta hoja; a partir de ese momento, las plantas, que ya han atravesado la superficie del agua, comienzan a crecer básicamente a partir de su fotosíntesis.

Radícula y raíces seminales: Si la semilla de arroz germina en un ambiente aireado, la primera estructura que aparece es la coleorriza; si la germinación ocurre en agua, que es lo más corriente, el coleóptilo aparecerá antes que la coleorriza.

El Coleóptilo: protege a la plúmula, estructura que corresponde a las hojas embrionarias; la coleorriza, en tanto, luego de aparecer, es rápidamente atravesada por la radícula o raíz embrionaria primaria. En forma casi simultánea con la expresión de la radícula, aparecen dos o más raíces embrionarias secundarias, llamadas también raíces seminales. Las raíces embrionarias presentan pocas ramificaciones y sólo sobreviven durante un corto período después de la germinación. El coleóptilo, que es la estructura que emerge inicialmente desde la semilla hacia arriba, se aproxima a la superficie del suelo a través de la elongación del Mesocótilo; este último, al llegar a una distancia de 1.0 a 5 cm de la superficie, deja de crecer para dar paso a la elongación del coleóptilo, el cual continúa con el crecimiento de la plántula hasta lograr la emergencia. En cuanto el coleóptilo asoma sobre el nivel del suelo, se abre para dar paso al primer par de hojas en rápida sucesión. (Quinaloa, 2016).

2.7.3. Etapa de macolla

Esta etapa, que comienza a desarrollarse a continuación del estado de plántula, vale decir, a partir de quinta hoja, se inicia con la aparición de un macollo, cuyo crecimiento se expresa a partir de la yema axilar existente en uno de los primeros subnudos del eje principal; luego, y en orden alterno, a partir de los siguientes subnudos continúan

apareciendo macollos primarios; éstos, a su vez, producen macollos secundarios, los cuales pueden incluso llegar a producir macollos terciarios (Quinaloa, 2016).

2.8. La fase reproductiva

Incluye el período desde la formación del primordio floral, embuchamiento (14-7 días antes de la emergencia de la panícula), hasta la emergencia de la panícula (floración). Esta fase dura entre 35 y 40 días. Normalmente la duración de la fase reproductiva en las variedades cultivadas, varía muy poco.

En esta fase se determina el número de granos por panícula, que es también otro de los 3 componentes de rendimiento en la producción de un cultivo de arroz. a fase de madurez: abarca desde la emergencia de la panícula (floración), el llenado y desarrollo de los granos (estado lechoso y pastoso) hasta la cosecha (madurez del grano) y dura de 30 a 40 días. Esta fase también varía muy poco de una variedad a otra. Y se considera que en esta fase se determina el peso del grano a la madurez, por lo que es el tercero de los 3 componentes de rendimiento en una plantación de arroz (SAG, 2003).

2.8.1. Etapa de espiga

La etapa de espiga comienza al iniciarse el desembuchamiento de la panoja a través de la vaina de la hoja bandera u hoja superior. Primeramente, asoma la punta de la panoja y luego viene una elongación gradual de ésta, hasta que alcanza su completa expresión en la posición más alta de la planta. (Quinaloa, 2016).

2.8.2. Etapa de llenado de granos

En la primera etapa de su desarrollo, el grano pasa por un estado acuoso; posteriormente, y en forma sucesiva, se van alcanzando los estados de grano lechoso, de masa blanda y de masa dura, lográndose durante este último estado la madurez fisiológica. De ahí en adelante, sólo resta que las semillas pierdan humedad para permitir una trilla

eficiente, disminuyendo de paso los costos de secado. Semillas con una humedad superior a 25% pueden presentar una coloración verdosa, a pesar de haber alcanzado la madurez fisiológica; por esta razón, no debería trillarse con humedades tan altas. Por otra parte, en trillas con humedades inferiores a 15%, las semillas más maduras, junto a su lemma y su pálea, pueden desprenderse de la panoja en forma natural; además, al trillar con humedades bajas, existe la posibilidad de que se produzca un resquebrajamiento del cariósido dentro de la lemma y la pálea (Quinaloa, 2016)

2.9. Diversidad genética

El estudio de la diversidad genética del germoplasma de arroz y las diferencias genéticas entre potenciales progenitores ha sido de gran interés para el manejo de los programas de fitomejoramiento, como para los involucrados en cualquiera de las etapas del proceso productivo y su control, incluyendo a quienes registran y regulan la distribución de semillas comerciales, los propios productores que deben elegir la semilla adecuada y los empresarios molineros y distribuidores. Actualmente es de alto interés tener herramientas analíticas adecuadas para establecer la identidad genética de los cultivares, y para determinar el nivel de pureza de las semillas. Esta identificación se ha basado tradicionalmente en la caracterización agronómica y morfológica de las semillas y plantas, lo que ha evolucionado en el último decenio hacia el uso de diversos tipos de marcadores moleculares que permiten identificar polimorfismos o diferencias a nivel de secuencias de ADN, permitiendo comparar clones, cultivares o variedades botánicas, razas, especies, o cualquier nivel de organización taxonómica, tanto en plantas como en animales y microorganismos. Con diversos propósitos se han usado métodos bioquímicos en arroz, como el análisis electroforético de las proteínas de la semilla lo que, como en otras especies de cereales, se ha hecho principalmente mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). Los perfiles isoenzimáticos también han sido útiles para la

clasificación de germoplasma de arroz. Sin embargo, estas técnicas son por lo general difíciles de estandarizar y poseen una baja capacidad discriminante (Aguirre, Alvarado, & Hinrichsen, 2005).

La variabilidad genética estrecha existente en las variedades mejoradas modernas las volvió más vulnerables a estreses bióticos y abióticos, lo cual podría explicar la tasa más lenta de progreso genético alcanzado últimamente por los mejoradores Martínez, *et al.*, (1998).

2.10. Mejora genética

La ampliación de la base genética o mejoramiento del germoplasma es fundamental, debido a que el mejoramiento intensivo moderno reduce la variabilidad genética, problema que se acrecienta más en especies que se auto-fecundan como en el caso del arroz. La estrecha variabilidad genética existente en las variedades de arroz modernas, las ha convertido en más vulnerables a estrés biótico y abiótico, lo cual explica la tasa más lenta de progreso genético alcanzada últimamente por los mejoradores Berrio, Torres, Valencia & Cuásquer (2016).

La predicción del comportamiento de los genotipos en ambientes diversos, ayuda a los fitomejoradores a seleccionar las variedades apropiadas para regiones agrícolas específicas o bien para zonas que incluyen una amplia diversidad ambiental (INIFAP, 2002).

El "fenotipo" es la expresión última del "genotipo". En consecuencia, es el objeto de la medición y la base misma de la selección. En una interpretación simplificada del fenotipo, podría sugerirse que éste es el resultante de los efectos conjuntos (idealmente independientes) del genotipo y el ambiente. El mejorador se interesa en identificar los mejores fenotipos de la población, en armonía con su objetivo de selección (por ejemplo,

rendimiento). La selección de los mejores fenotipos de la población implica no sólo la probable selección de los mejores genotipos (lo que es objetivo del seleccionador), sino también la de los mejores ambientes de expresión, y las interacciones de genotipos y ambientes particulares favorables a la expresión del carácter en cuestión (Mariotti, 1986).

El conocimiento de las interacciones entre el tipo de planta, la habilidad para alto rendimiento y la competencia, así como también, la interacción genotipo por ambiente, ha conducido a los programas de mejoramiento a Introducción 46 modificar o combinar los métodos de selección para adecuarlos a las condiciones particulares. Los investigadores en arroz, deben estudiar y determinar los sistemas de producción hacia los cuales están enfocando su investigación y mejoramiento varietal. El ecosistema de producción define el tipo de planta de mayor utilidad (Jennings, Coffman, & Kauffman, 1981).

El principal objetivo del mejorador de plantas es efectuar cambios favorables en la frecuencia de los genes, produciendo un máximo de ganancia genética dentro del material a mejorar; así a través del conocimiento de la magnitud relativa de la interacción genotipo por ambiente ($G \times A$) se puede obtener el número óptimo de repeticiones, localidades y años para ensayos de competencia maximizando las ganancias genéticas por selección, La selección dirigida es el procedimiento más eficaz para impulsar el progreso genético, aunque quizás sea también la instancia más crítica en el proceso del mejoramiento genético de las plantas (Marqués, 2015).

Los diferentes métodos de selección en poblaciones segregantes de arroz están enfocados en aquellas generaciones donde se hace primero la selección para rendimiento, y donde la competencia entre plantas afecta ese potencial (Ntanos & Roupakias, 2001).

Nagai (1962), citado por (Ntanos & Roupakias, 2001) (Ntanos & Roupakias, 2001), señaló que la selección rigurosa por pedigrí en generaciones tempranas de arroz

puede originar pérdidas de genotipos deseables, los cuales se podrían seleccionar en generaciones posteriores como líneas homocigotas, la competencia entre individuos en una población segregante es considerable y que disminuye la confiabilidad de la selección; por ello, este autor considera que la selección masal es más efectiva que la selección por pedigrí.

La selección en generaciones tempranas está basada en los caracteres cualitativos que tienen alta heredabilidad y son fáciles de medir y evaluar. Estos caracteres, no solo incluyen características morfológicas, las cuales son controladas por genes mayores, sino también algunos caracteres poligénicos, que pueden ser evaluados y son altamente heredables tales como: índice de cosecha, días a floración, longitud del tallo, tipo y vigor de planta. En las poblaciones segregantes hechas con parentales divergentes, la selección visual también puede ser efectiva para los componentes de rendimiento: tipo y tamaño de panícula, número y tamaño de granos por panícula y fertilidad del grano (Yonezawa, 1997).

En la generación F2 aparecen repetidamente el tipo de planta "deseable"; para ello, debe sembrarse en un ambiente óptimo donde la variación genética sea máxima y puedan identificarse este tipo de plantas, propusieron que las plantas F2 consideradas adecuadas para el sistema arroz riego deben poseer: buen vigor inicial y de planta, alta capacidad efectiva de ahijamiento, alto índice de cosecha, uniformidad en altura y floración, tallos fuertes y flexibles, hojas cortas, erectas y con senescencia retardada y panículas pesadas, fértiles y con buena excersión (Jennings, Coffman, & Kauffman, 1981).

El mejoramiento genético de las plantas es probablemente una de las actividades en que el hombre obtuvo el mayor éxito. Sin embargo, con el curso de sucesivos ciclos de selección, las diferencias detectadas entre los genotipos son cada vez menor, exigiendo una

creciente eficiencia de los mejoradores. Para que esta eficiencia sea obtenida además de otros factores es necesario el conocimiento del control genético de los caracteres que constituyen el objetivo de la selección. Generalmente el mejoramiento de las plantas está dirigido a incrementar los rendimientos y calidad de los cultivos. Para lograr esto el fitogenetista tiene que lograr genotipos superiores. Mientras mayor sea la variabilidad de la especie a mejorar, mayor es la probabilidad de lograr genotipos de mayor potencial (Ortiz Avila, 2013).

Es muy importante continuar con el trabajo de mejoramiento genético enfocado a la obtención de nuevas variedades que posean un alto rendimiento, estabilidad, calidad y tipo de grano, tolerancia al frío y precocidad adecuada, ya que el germoplasma introducido desde otros países no cumple con estos requisitos, especialmente, con la tolerancia al frío. En este proceso es indispensable la incorporación de nuevas tecnologías que ayuden a complementar las actualmente en uso, y de esta manera mejorar su eficiencia. Dada las características del arroz producido en el país, la introducción de germoplasma de otros países es un elemento necesario, pero no suficiente, para el desarrollo de variedades adaptadas a nuestras condiciones (Arana Vera, 2016)

2.11. Hibridaciones

La hibridación en especies de autopolinización como el arroz, es combinar en un genotipo los caracteres deseados que se encuentran en dos o más genotipos. Los mejoradores siempre esperan obtener genotipos que sean superiores a los padres. La selección de los progenitores es un punto crítico ya que determina el potencial del programa de mejoramiento. Usualmente uno de los padres es seleccionado por su comportamiento ya probado en el área o para las condiciones en que se cultivará. El otro padre (s) generalmente tiene algunos atributos que no posee o no expresa el primer progenitor (Suárez , 2006).

La selección de parentales que serán utilizados en programas de hibridación para la formación de progenies superiores representa una actividad que exige criterios y gran esfuerzo de los mejoradores. Por lo tanto, el éxito depende principalmente de la selección de progenitores, a partir de información sobre la naturaleza y magnitud de los efectos de los genes que controlan los caracteres cuantitativos de interés económico. Es decir que la selección de los parentales con base en la evaluación “per se” no siempre conduce a resultados satisfactorios, por lo que ésta debe ser fundamentada en la información genética como un todo y en el conocimiento del potencial de la capacidad combinatoria (Ortiz Avila, 2013).

2.12. Cruzamientos

Según Franquet y Borràs (2004), citado por (Ortiz Avila, 2013), el cruzamiento se puede realizar utilizando procedimientos diferentes que; sin embargo, conducen al mismo resultado: la obtención de semillas que resultan de la fecundación de flores de una planta "madre" mediante la polinización y consiguiente fecundación por polen recogido de otra planta, preelegida después de la adecuada planificación de los cruzamientos.

2.12.1. Tipos de cruzamientos

Cruce simple, es la hibridación de una línea o variedad con otra línea o variedad. El progenitor femenino se debe seleccionar considerando los objetivos del programa y usando la experiencia del conocimiento de los materiales disponibles. Se deben seleccionar tantos como sean posibles para cada objetivo y preferiblemente de diferentes fuentes genéticas. El uso de los materiales mejorados como madres es más conveniente, pero también significa una base citoplasmática más estrecha. Retrocruce. Es el cruce de un F1 con uno de sus padres. Son utilizados normalmente en aquellos casos donde el padre recurrente es superior a todos los progenitores disponibles para hacer un topcross. También si un padre esencial para el programa combina pobremente, realizar el retrocruce ofrece las

mejores oportunidades para obtener el tipo deseado. Topcross. Es el cruce de un F1 con una variedad o línea. Muchos mejoradores consideran que el topcross es más útil que el cruce doble. Cruce doble. Es el cruce de dos F1. El cruce doble es útil para combinar un gran número de caracteres deseables en un cruce dado. Existen algunas reglas generales que ayudan a decidir qué tipo de cruces hacer. Si uno de los padres de un cruce simple se conoce o sospecha que es un pobre combinador, entonces es mejor hacer un retrocruzamiento. Si ambos padres de un cruce simple son buenos combinadores, pero carecen de uno varios caracteres, entonces es aconsejable realizar un topcross. Si ambos padres de un cruce simple son buenos combinadores, pero carecen de caracteres importantes que no son posibles encontrar en otro padre para realizar un topcross, entonces es mejor hacer un cruce doble. Si dejamos establecido que la hibridación es la principal fuente de creación de variabilidad genética para el mejoramiento, es necesario definir que vías vamos a seguir para manejar y seleccionar la descendencia en las generaciones subsecuentes (Suárez, 2006).

2.12.2. Selección por pedigrí

Consiste básicamente en la selección por plantas desde la generación F2. Se recomienda producir suficiente semilla F1 para tener una población F2 grande y además tener una reserva de semilla (Suárez, 2006).

2.12.3. Método de Retrocruzamiento

Los métodos de mejoramiento anteriormente mencionados no son excluyentes unos de otros por lo que se pueden combinar en dependencia de las condiciones y necesidades del programa de mejoramiento. Existen otras vías para crear variabilidad genética o para transferir caracteres deseables. Dentro de estas vías se encuentra el Método de Retrocruzamiento. Este método es una forma de hibridación recurrente por medio de la cual una característica superior puede ser adicionada a una variedad de buen

comportamiento. Este método ha sido utilizado de forma extensiva para transferir caracteres cualitativos, como resistencia a insectos y enfermedades. En el caso del arroz existen muchos reportes de transferencia de genes de resistencia de las especies salvajes al arroz cultivado a través de retrocruzamiento. El programa de retrocruzamiento es más fácil de manejar si el carácter que está siendo adicionado cumple con los siguientes requisitos: 1) es de herencia simple, 2) es dominante y 3) es fácilmente reconocido en los híbridos (Suárez , 2006).

2.13. La mejora y la genética cuantitativa

En la agricultura moderna hay una continua demanda de nuevas variedades vegetales con mayor producción, calidad adecuada, características agronómicas más deseables, mejor adaptadas a las condiciones de cultivo locales, que abaraten y simplifiquen las prácticas agrícolas, o que se vean menos afectadas por factores bióticos o abióticos limitantes. Para ello se llevan desarrollando y perfeccionando desde hace muchos años estrategias de mejora de variedades. Los métodos tradicionales combinan ciclos de cruzamiento y selección, con el objetivo de reunir en un solo genotipo las mejores características de los parentales o bien de introducir determinados genes en un fondo genético diferente. Se denomina carácter a una característica fenotípica heredable, es decir, determinada genéticamente. Hay caracteres que muestran valores fenotípicos discretos por estar controlados por uno o pocos genes de gran efecto; son los llamados caracteres cualitativos, y su modo de herencia es generalmente mendeliano. Por el contrario, los caracteres cuantitativos muestran una distribución de valores fenotípicos continua; estos caracteres son el resultado de 1) el efecto de varios genes segregando, aportando cada uno un efecto pequeño, 2) la interacción entre estos genes, llamada epistasia, y 3) los efectos ambientales directos, o su interacción con el genotipo. El modo de herencia de los

caracteres cuantitativos es, por lo tanto, complejo y no hay una clara relación entre genotipo y fenotipo. La mayor parte de caracteres agronómicos de importancia en plantas y animales son caracteres cuantitativos; en el caso de cultivos podemos mencionar: la altura, el rendimiento, el peso de los frutos, la duración del ciclo reproductivo, el contenido en nutrientes, la tolerancia a estreses abióticos, etc., y también, como ya se ha mencionado, algunas resistencias a patógenos, como *M. oryzae* (Pérez, 2015).

El método genealógico (también llamado de pedigrí) es el más generalizado en los programas de mejora de arroz y el que mejores resultados ha dado, aunque también se utilizan la selección masal y la selección recurrente. El método genealógico parte de un cruzamiento entre variedades o líneas puras (hibridación). Para ello se deben castrar las flores del progenitor femenino y polinizar con el polen del progenitor masculino. La autofecundación de la primera generación, F1, da lugar a una población de plantas F2 en las que segregan los caracteres en que difieren los parentales y, a veces, en algunos en que los parentales no muestran diferencias. De esta generación se seleccionan las plantas que más se ajusten a determinados criterios establecidos para alcanzar los objetivos de mejora. La autofecundación de las plantas F2 seleccionadas da lugar a líneas F3. Los ciclos de autofecundación y selección de líneas y plantas continúan de generación en generación, aumentando la proporción de alelos favorables y el grado de homocigosis. Cuando se ha obtenido la suficiente homocigosis, en las plantas con las características buscadas se comprueba la homogeneidad, la estabilidad y el valor agronómico de la línea, y se procede a su registro como nueva variedad y a su comercialización (Pérez, 2015).

2.14. Poblaciones segregantes

Para iniciar el estudio de caracteres cuantitativos se eligen parentales que se diferencien en el carácter a estudiar, y que aseguren que el carácter segregará en la descendencia, así como la existencia de suficiente número de marcadores genéticos

polimórficos entre los parentales, es decir, que evidencien variaciones en la secuencia de ADN de ambos. Si sólo se tuviera esto en cuenta, lo ideal para construir un mapa de ligamiento serían los cruzamientos entre parentales alejados genéticamente o, incluso, cruzamientos interespecíficos. Sin embargo, en programas de mejora aplicados se suelen utilizar parentales no muy alejados para acelerar el proceso de obtención de una nueva variedad (Young, 1994).

Según Carbonell y col (1993) citado por (Pérez, 2015) se pueden obtener diferentes tipos de poblaciones segregantes; las más utilizadas son la F2 y los retrocruzamientos, porque son relativamente fáciles y rápidas de generar, sobre todo la F2 si la especie es autógena, como en el caso del arroz. Las poblaciones F2, que se obtiene de la autofecundación de la F1, tiene el valor de heterocigosidad más alto después de la F1 y en cada locus están presentes las tres clases genotípicas, por lo que se pueden estimar los valores aditivo y dominante de los QTLs, No obstante, las F2 son poblaciones de segregación temporal, ya que cada individuo tiene un genotipo diferente y éste no se conserva en sucesivas generaciones. Esto implica que no se pueden realizar réplicas del ensayo, ni evaluar en diferentes ambientes o años, salvo en especies que se puedan multiplicar vegetativamente. Para aumentar la potencia del análisis o para realizar ensayos replicados, una posibilidad es utilizar las líneas F3 descendientes de cada individuo F2 autofecundado, y tomar la media de la línea como el valor del carácter en el individuo F2 del que procede (se denomina F2:F3); también se pueden emplear generaciones posteriores, pero aplicando las correcciones pertinentes.

Los retrocruzamientos, por su parte, se obtienen cruzando un híbrido con uno de los parentales. Cuando la población proviene del cruzamiento de una F1, se denomina BC1, y sólo están presentes dos clases genotípicas, con lo que se pierde la información acerca del efecto de uno de los homocigotos (el donador). Tampoco se pueden hacer

repeticiones, pues el genotipo individual no se conserva a menos que se analice la siguiente generación, como en el caso de los F2:F3. En algunos caracteres conviene retrasar el análisis de QTLs hasta el segundo o tercer retrocruzamiento, lo que se conoce como advanced backcross QTL-analysis (Tanksley & Nelson, 1995).

2.15. Utilización del germoplasma silvestre en el mejoramiento genético del arroz

Los arroces cultivados han llegado a diferenciarse de los arroces silvestres, como en otros cultivos, por la intervención del hombre al seleccionar las formas deseables, para su alimentación, principalmente. Como se mencionó anteriormente, el hombre ha desarrollado variedades de *O. sativa* que se adaptan a un amplio rango de condiciones de ambientales. En el banco de germoplasma del IRRI existe alrededor de 100.000 accesiones, la mayoría pertenecientes a la especie *O. sativa*, estos materiales están caracterizados basado en la adaptación a diferentes condiciones de humedad, hábito de crecimiento, altura de planta, tamaño y color del tallo y la hoja bandera, así como a características de la panícula y semilla, además de su reacción a plagas y enfermedades. En los programas de mejoramiento genético de especies autógamias, es usual la utilización de la variabilidad genética disponible en las variedades locales o introducidas (poblaciones heterogéneas y homocigotas). Los cruzamientos entre líneas emparentadas (coeficiente de parentesco F alto) y el uso de repetido número de genitores en los programas de mejoramientos, han conducido al aumento del parentesco, lo cual reduce la base genética. Por otro lado la endogamia natural, debida a la autofecundación de las especies autógamias, restringe la recombinación genética, aumentando la uniformidad genética en el núcleo y el citoplasma, limitando también de algún modo la variabilidad genética. (Acevedo, Castrillo, & Belmonte, 2006).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del estudio

El Trabajo Experimental se estableció en la Granja Experimental El Palmar de la Universidad Técnica de Babahoyo, Proyecto CEDEGE, provincia de Los Ríos. Ubicada en el Km 10,5 de la vía Babahoyo – Montalvo; en las coordenadas geográficas UTM: X= 672.825 Y= 9797.175; a 9 msnm. El promedio anual de precipitación es de 2329,8 mm; 82% de humedad relativa; 998.2 horas de heliofanía y 25,6 °C de temperatura promedio anual.¹

3.2. Material genético

Se utilizaron cincuenta y nueve progenies segregantes F3 de arroz japonico

3.3. Factor en estudio

Características fenotípicas de poblaciones segregantes F3 de arroz japonico.

3.4. Tratamientos en estudio

Las plantas de las poblaciones segregantes F3, fueron consideraron como tratamientos, para la cual se identificaron y se seleccionaron los mejores individuos; sin embargo, diez líneas fueron eliminadas por presencia de aristas, granos negros, tallos decumbentes, baja altura, granos vanos y desuniformidad de panículas (Tabla 1).

Tabla 1. Códigos de las líneas y número de semillas utilizadas de las poblaciones segregantes F3 que conforman este estudio.

TRAT	CODIGO	NO. SEMILLA S F3	TRA T	CODIGO	NO. SEMILLAS F3
1	DH/JP003 P6 #19	199	32	JP001/DH P2 #29	195
2	JP001/JP003 P* -#19	190	33	DH/JP003 P1-22	187
3	JP003/JP00169-P1-GL	197	34	DH/JP003 P1#25	176
4	JP003/JP001 P1 #1	199	35	JP001/DH P*#18	197
5	DH/JP004 P6A-#38	187	36	DH/JP003 P13B-#29	23
6	DH/JP003 P1-#23	191	37	JP001/DH p7-#3	193
7	DH/JP002 P1 #28	192	38	JP002/JP004 P* -#5	197
8	JP001/JP003 P9# 15	196	39	DH/JP003 P1-#20	174
9	JP001/JP003 P1-11	196	40	DH/JP003 P*2 #	193
10	JP003/JP001 P175-GL	176	41	JP001/JP003 P3-13	195
11	JP003/JP001 P87-GL	194	42	JP003/JP001P*2-#3	192
12	JP002/JP004 P 7-7	188	43	JP001/JP002 P10-#14	199
13	DH/JP003 P* -P13	135	44	JP002/DH P14-6	195
14	JP002/DH P4- 29	160	45	DH/JP003 P3-#24	183
15	DH/JP004 P3-7	124	46	DH/JP003 P10-#13	190
16	DH/JP003 P*3-44	109	47	JP002/JP004 P*2 P3	198
17	DH/JP003 P*2-#9	44	48	JP001/JP004 P2-14	192
18	DH/JP003 P2-#40	180	49	JP001/JP002 P10-P13	188
19	JP002/DH P4-#29	146	50	JP002/DH P4-#43	211
20	JP001/JP004 P2-#20	94	51	JP001/JP002 P7-#4	98
21	JP001/JP002 P2-#15	142	52	JP002/DH P4-#43	194
22	DH/JP003 P1 #2	189	53	JP001/JP004 P9-#28	187
23	DH/JP003 P1-#21	89	54	JP002/DH P7-#9	164
24	JP002/JP003 P* -P5	94	55	JP001/JP004 P9-#28	202
25	DH/JP002 P*1-#20	186	56	JP002/DH P6-#26	183
26	JP002/JP004 P*3-P9	157	57	JP002/DH P14-P13	169
27	JP001/JP003 P3 #14	173	58	JP001/JP004 P10-P12	80
28	DH/JP003 P12-#65	189	59	DH/JP002 P*4-P12	142
29	JP001/DH P5#1	194			
30	JP002/DH P6-15	207			
31	DH/JP003 P6 #19	198			

Fuente: ^{1/}. Datos obtenidos de la Estación. INAHMI-UTB.2017.

3.5. Métodos

En la ejecución de este trabajo se utilizaron los métodos: Inductivo-Deductivo, Deductivo-Inductivo y el método Experimental.

3.6. Análisis estadístico

Las variables fueron analizadas utilizando el análisis de varianza para la determinación de la significancia estadística y el Test de Tukey 5% para diferenciar o comparar los valores de las variables estudiadas. El Análisis de Componentes Principales, se realizó con la finalidad de conocer la relación entre las variables observadas en las líneas estudiadas. El Análisis de Conglomerados, permitió conocer la similitud entre las líneas utilizadas en este estudio empleando la distancia Euclídea, utilizando el método de Ward y finalmente, se realizó un análisis de la Variabilidad relativa (%) de la variable rendimiento. El valor más bajo de esta variabilidad y el valor arriba de la media de la variable rendimiento, fueron utilizadas para realizar un gráfico de cuatro celdas, cuyo objetivo fue seleccionar las líneas de comportamiento productivo sobresalientes.

3.7. Manejo del ensayo

3.7.1. Cultivo de segregantes F3

Para llevar a cabo esta investigación fueron seleccionadas las semillas F3, descartando aquellas semillas que presentaron algún tipo de daño ocasionado por insectos o agentes patógenos. Luego se procedió a remover la cascarilla de 200 semillas por cada línea, además se tomó una muestra representativa para realizar la evaluación de centro blanco, fueron colocadas y codificadas en fundas, para luego realizar la prueba de germinación.

3.7.2. Germinación de semillas F3

El semillero se realizó bajo condiciones de invernadero, las semillas F3, se colocaron en cajas Petri, utilizando una lámina de agua de aproximadamente de 2 mm, permaneciendo a una temperatura de 30 °C durante seis días. Las semillas fueron tratadas con el producto químico Vitavax con la finalidad de protegerlas durante la etapa de germinación para posteriormente ser trasplantadas en macetas (Figura 1).



Figura 1. Preparación de las semillas para la siembra. Descascarado de semillas (A), observación de semillas con centro blanco para su descarte (B), germinación de semillas en plato Petri (C) y semillas germinadas (D).

3.7.3. Actividades a nivel de invernadero

3.7.3.1. Trasplante en las macetas

Una vez que las semillas estaban pre-germinadas, se procedió a realizar el trasplante de las mismas utilizando como elemento fundamental, macetas con suelo fangueado (lodo). El trasplante se realizó a los seis días después de haber permanecido en las cajas de Petri en proceso de germinación. Es esta actividad se efectuó ubicando las plántulas en cada maceta con la respectiva identificación de cada línea, fecha de germinación y trasplante. Bajo estas condiciones se realizaron labores agronómicas de riego, fertilización, control de malezas, enfermedades e insectos, hasta el momento del trasplante al lugar definitivo, (Figura 2).



Figura 2. Transplante de semillas germinadas a macetas. Llenado de macetas con lodo (A), siembra de semillas germinadas en la maceta (B), Macetas identificadas con las semillas germinadas (C) y (D).

3.7.3.2. Riego

El riego se realizó de forma manual, manteniendo el fango húmedo, hasta que se trasplantaron las plántulas al campo definitivo (Figura 3).



Figura 3. Riego de las plántula en maceta mantenidas en condiciones de invernadero.

3.7.4. Actividades a nivel de campo

3.7.4.1. Preparación de suelo

La preparación del terreno se realizó bajo el sistema convencional que consistió en un pase de romplow en seco, inundación del terreno, posteriormente se procedió a realizar la labor de fangueo (Figura 4).



Figura 4.Fangueo el área experimental con monocultivo (A), suelo fangueado (B).

3.7.4.2. Trasplante al campo

El trasplante se realizó a los veintiséis días después de la germinación. La siembra se realizó a una distancia de 25 cm entre planta y entre calle con 50 cm, que separaban las líneas de cada cruce. Una vez establecido el cultivo, se ejecutaron las labores culturales que corresponde a la siembra de arroz (Figura 5).



Figura 5.Siembra del experimento (A) y (B).

3.7.5. Riego

El riego se realizó por el método de inundación. Se procedió a realizar el riego ocho días después de la siembra, con una lámina de agua de 10 a 15 cm, aproximadamente. Para cada riego se mantenía la misma lámina (Figura 6).



3.7.6. Control de malezas

Las malezas fueron controladas en pre-emergencia, aplicando el producto químico Pendimethalin 400 g/L (2,5 L/Ha). Durante el desarrollo del cultivo, en cuanto aparecían las malezas, estas eran controladas de forma manual, para evitar la competencia con el cultivo.

3.7.7. Fertilización

Tres aplicaciones de fertilizantes edáficos fueron realizadas. La primera aplicación se efectuó a los 20 días, con una mezcla de tres fertilizantes: Sulfato de amonio (4,29 Kg), Muriato de potasio (2,25 Kg) y DAP (1,11 Kg). La segunda aplicación se realizó a los 35 días empleando los mismos fertilizantes y dosificaciones, y la tercera aplicación se desarrolló a los 50 días, utilizando 5 Kg de Urea.

3.7.8. Control de insectos plaga y enfermedades

Por la presencia de ataque de insectos defoliadores, 18 días después de la siembra se aplicó el insecticida agrícola Alphacor (Alphacypermethrina100 g/L) en dosis de 75cc/ha. Esta dosis fue calculada mediante una regla de tres, en la que se obtuvo una dosis

de 7,5 cc en 20 litros de agua. Como preventivo para el desarrollo del cultivo, se utilizó el fungicida de acción preventiva y curativa Custodia (Azoxystrobin 250 g/l – Tebuconazole 200) en dosis de 700 cc/ha, utilizándose 75cc en 20 litros de agua.

Igualmente, por el ataque que se presentó de la mosca minadora de la hoja *Hidrellia griseola*, a los 25 días después de la siembra, se aplicó Fiprex (Fipronil 200 g/L) en dosis de 250 cc/ha, aplicando 16,6 cc en 20 litros de agua, con una bomba de mochila al área foliar del cultivo.

A medida que el cultivo se desarrollaba, se fueron descartando todas las plantas afectadas por enfermedades fungosas y por el Virus de la Hoja Blanca (VHB) (Figura 7).



Figura 7. Evaluación de las plantas con presencia de Virus de la Hoja Blanca (A), extracción de plantas afectadas por el virus (B) y observación de los síntomas del virus (C).

3.7.9. Cosecha de las semillas F4

La cosecha de cada línea, se realizó una vez que los individuos de cada población llegaron a la madurez fisiológica. Las plantas de cada línea fueron cosechadas por separado, seleccionando las de mejor comportamiento agronómico y fueron descartadas

plantas por presencia de arista y granos negros. Las semillas fueron ubicadas en sobres de papel con su respectiva identificación del código de cada línea, número de planta cosechada y fecha de cosecha (Figura 8).



Figura 8. Cosecha del ensayo de líneas de arroz. Selección de las mejores plantas (A), corte de panícula con tijeras (B), codificación y colocación de las panículas en fundas de papel (C), y panículas con aristas y granos negros de las líneas estudiadas (D y E).

Las semillas provenientes de cada línea, fueron almacenadas en el Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (UTB) y colocadas en sobres de papel, luego de esto, se procedió a realizar el conteo de las semillas y estas fueron colocadas en una 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 fueron colocadas en un medidor de humedad marca John Deere SW5300, con el cual se determinó el porcentaje y ajustarlo al valor antes mencionado. (Figura 9).

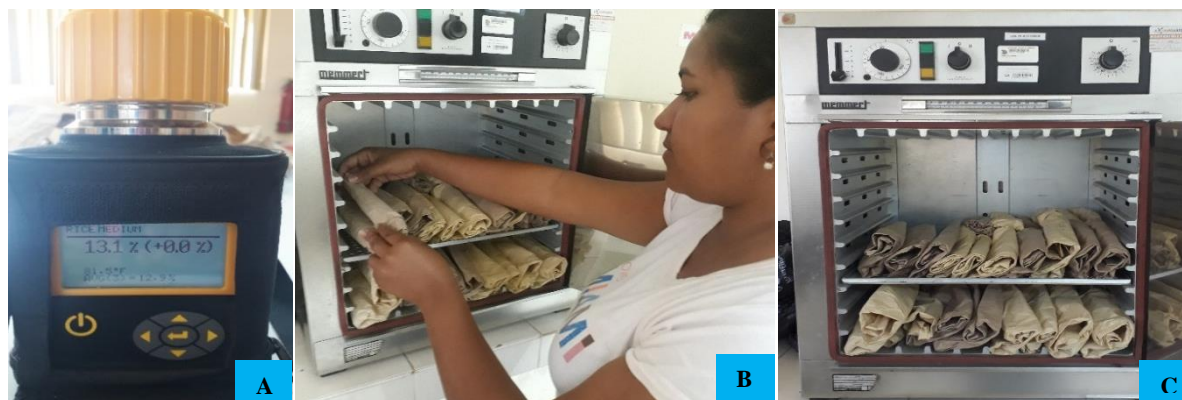


Figura 9. Determinador de humedad (A), secado de las semillas en la estufa a una temperatura de 28°C (B y C)

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. 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.

3.8. Variables evaluadas

3.8.1. Vigor

El vigor de las plantas se determinó 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).

Tabla 2. 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, 1981)

3.8.2. Días a la floración

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

3.8.3. Ciclo vegetativo (días)

Se estimó a los días transcurridos desde el inicio de la siembra hasta que se cosechó la población de cada individuo en su totalidad.

3.8.4. Macollos por planta

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

3.8.5. Panículas por planta

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

3.8.6. Longitud y ancho de la hoja bandera y de la hoja 2 (mm)

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.

3.8.7. Altura de planta (cm)

Se determinó al momento la cosecha, midiendo desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panícula en cada individuo de la población F3.

3.8.8. Longitud de panícula (cm)

Se evaluaron tres panículas por planta en la fase de maduración, midiendo en centímetros, la distancia comprendida entre el nudo ciliar y el ápice de la panícula, incluyendo las aristas en cada individuo de la población F3.

3.8.9. Granos por panícula

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

3.8.10. 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.

3.8.11. Peso de mil granos (g)

Se contabilizaron mil 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.

3.8.12. Rendimiento (g/planta)

Se tomó el peso en g/planta, los granos provenientes de cada individuo con un porcentaje aproximado al 13 % de humedad.

3.8.13. Longitud y ancho del grano descascarado (mm)

Dentro de cada individuo se evaluaron cinco granos que fueron tomados 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.

Tabla 3. Escala de categoría de longitud y ancho del grano descascarado (CIAT)

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

Fuente: (Jennings & Kouffman, 1981)

3.8.14. 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.

3.8.15. Desgrane (%)

Se evaluó el número de granos desprendidos de tres panículas maduras. Dentro de cada población por planta individual, se sostuvo suavemente en la mano, apretándola levemente con los dedos. Esta acción hace que se despendan los granos y es el valor del número de granos desprendidos el que se utiliza para realizar el cálculo del porcentaje de desgrane, considerando también el número total de granos por panícula. Con este valor se aplicó la escala del sistema de evaluación estándar para arroz del CIAT.

Tabla 4. *Escala de desgrane*

Aplicación de la escala de desgrane		
Difícil	0 – 15 %	1
Moderadamente difícil	16 – 30 %	3
Intermedio	31 – 45 %	5
Moderadamente susceptible	46 – 60 %	7
Susceptible	+ del 61 %	9

Fuen
te:
(Muñ

oz, Giraldo, & Fernández de Soto, 1993)

3.8.16. Presencia de arista (%)

Se determinaron 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. Análisis de varianza y Test de Tukey 5%

4.1.1. Vigor

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza para esta variable, mostraron alta significancia estadística (Anexo 1).

Con respecto al Test de Tukey al 5%, determinó alta significancia estadística. El valor más bajo de la escala que representa a plantas muy vigorosas, la obtuvieron las líneas DH/JP003 P6 #19 y JP001/JP003 P* -#19, alcanzando un promedio de 1; sin embargo, la línea DH/JP002 P1-4, presentó un valor mayor con una media de 6. Que de acuerdo a la escala tiende a ser plantas menos vigorosas que lo normal, como se observa en la Tabla 5.

4.1.2. Días a la Floración

El resultado del análisis de varianza de la variable días a la floración, reportó alta significancia estadística entre las líneas estudiadas (Anexo 2).

De acuerdo al Test de Tukey (5%), determinó que los valores de esta variable, fueron significativamente diferentes ($p > 0,05$). La línea DH/JP003 P13B-#29 obtuvo el mayor valor con 111 días de floración; mientras que la línea JP001/JP004 P2-14 obtuvo un menor valor con 84,5 días (Tabla 6). En la Figura 10, se presentan plantas en diferentes estados de floración.



Figura 10. Plantas en diferentes estados de floración (A, B, C y D).

Tabla 5. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Vigor, de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018

Cruces	Medias	N	E.E	Comparaciones	
DH/JP003 P6 #19	1,00	1	1,44	A	
JP001/JP003 P* -#19	1,00	1	1,44	A	
JP003/JP00169-P1-GL	1,71	17	0,35	A	B
JP003/JP001 P1 #1	2,00	6	0,59	A	B
DH/JP004 P6A-#38	2,00	2	1,02	A	B
DH/JP003 P1-#23	2,00	2	1,02	A	B
DH/JP002 P1 #28	2,00	2	1,02	A	B
JP001/JP003 P9# 15	2,33	9	0,48	A	B
JP001/JP003 P1-11	2,33	6	0,59	A	B
JP003/JP001 P175-GL	2,50	4	0,72	A	B
JP003/JP001 P87-GL	2,92	25	0,29	A	B
JP002/JP004 P 7-7	3,00	1	1,44	A	B
DH/JP003 P* -P13	3,00	1	1,44	A	B
JP002/DH P4- 29	3,00	3	0,83	A	B
DH/JP004 P3-7	3,00	6	0,59	A	B
DH/JP003 P*3-44	3,00	2	1,02	A	B
DH/JP003 P*2-#9	3,24	17	0,35	A	B
DH/JP003 P2-#40	3,38	16	0,36	A	B
JP002/DH P4- #29	3,50	12	0,41	A	B
JP001/JP004 P2-#20	3,50	4	0,72	A	B
JP001/JP002 P2-#15	3,67	3	0,83	A	B
DH/JP003 P1 #2	3,67	3	0,83	A	B
DH/JP003 P1-#21	3,67	6	0,59	A	B
JP002/JP003 P* -P5	3,75	8	0,51	A	B
DH/JP002 P* 1-#20	3,80	15	0,37	A	B
JP002/JP004 P*3-P9	3,86	7	0,54	A	B
JP001/JP003 P3 #14	4,00	2	1,02	A	B
DH/JP003 P12-#65	4,00	2	1,02	A	B
JP001/DH P5#1	4,00	2	1,02	A	B
JP002/DH P6-15	4,00	2	1,02	A	B
JP001/DH P2 #29	4,14	7	0,54	A	B
DH/JP003 P1-22	4,20	5	0,64	A	B
DH/JP003 P1#25	4,20	5	0,64	A	B
JP001/DH P*#18	4,20	5	0,64	A	B
DH/JP003 P13B-#29	4,33	3	0,83	A	B
JP001/DH p7-#3	4,33	3	0,83	A	B
JP002/JP004 P* -#5	4,50	8	0,51	A	B
DH/JP003 P1-#20	4,50	4	0,72	A	B
DH/JP003 P*2 #	4,60	5	0,64	A	B
JP001/JP003 P3-13	4,65	23	0,30	A	B
JP003/JP001P*2-#3	4,75	8	0,51	A	B
JP001/JP002 P10-#14	5,00	7	0,54	A	B
JP002/DH P14-6	5,00	3	0,83	A	B
DH/JP003 P3-#24	5,00	2	1,02	A	B
DH/JP003 P10-#13	5,29	7	0,54	A	B
JP002/JP004 P*2 P3	5,40	5	0,64	A	B
JP001/JP004 P2-14	5,50	4	0,72	A	B
JP001/JP002 P10-P13	5,67	6	0,59		B
DH/JP002 P1-4	6,00	2	1,02		B

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,53937 Error: 2,0656 gl: 250

Tabla 6. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable días a la Floración, de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.

Cruces	Medias	N	E.E	Comparaciones																
JP001/JP004 P2-14	84,50	4	1,88	A																
JP001/JP004 P2-#20	87,50	4	1,88	A	B															
JP002/JP004 P*3-P9	87,86	7	1,42	A	B	C														
JP001/JP002 P10-#14	88,43	7	1,42	A	B	C	D													
JP001/JP002 P10-P13	89,00	6	1,54	A	B	C	D	E												
JP001/DH P2 #29	89,00	7	1,42	A	B	C	D	E												
JP001/DH p7-#3	89,00	3	2,17	A	B	C	D	E												
JP001/JP002 P2-#15	89,00	3	2,17	A	B	C	D	E												
DH/JP003 P*-P13	89,00	1	3,77	A	B	C	D	E												
JP002/JP004 P*-#5	89,25	8	1,33	A	B	C	D	E	F											
DH/JP003 P10-#13	89,29	7	1,42	A	B	C	D	E	F											
DH/JP003 P1-#20	91,00	4	1,88	A	B	C	D	E	F	G										
JP002/DH P14-6	91,67	3	2,17	A	B	C	D	E	F	G	H									
JP001/JP003 P3-13	95,17	23	0,79	A	B	C	D	E	F	G	H	I								
JP002/JP004 P*2 P3	95,8	5	1,68	A	B	C	D	E	F	G	H	I								
JP001/JP003 P1-11	96,00	6	1,54	A	B	C	D	E	F	G	H	I								
JP001/DH P5#1	97,00	2	2,66		B	C	D	E	F	G	H	I	J							
JP002/JP004 P 7-7	97,00	1	3,77		B	C	D	E	F	G	H	I	J							
JP001/DH P*#18	97,4	5	1,68		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K						
DH/JP003 P3-#24	98,00	2	2,66		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K						
DH/JP003 P*2 #	98,20	5	1,68		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K						
DH/JP004 P3-7	98,33	6	1,54		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K						
DH/JP004 P6A-#38	99,00	2	2,66		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K						
JP003/JP001P*2-#3	99,50	8	1,33			C	D	E	F	G	H	I	J	K	L					
DH/JP003 P12-#65	100,00	2	2,66				D	E	F	G	H	I	J	K	L					
JP002/DH P4-#29	100,50	12	1,09					E	F	G	H	I	J	K	L					
DH/JP003 P1#25	100,60	5	1,68					E	F	G	H	I	J	K	L					
DH/JP003 P1-22	100,60	5	1,68					E	F	G	H	I	J	K	L					
DH/JP003 P1-#21	100,67	6	1,54					E	F	G	H	I	J	K	L					
DH/JP002 P1 #28	101,00	2	2,66						F	G	H	I	J	K	L					
DH/JP003 P1-#23	101,00	2	2,66						F	G	H	I	J	K	L					
DH/JP002 P*1-#20	101,00	15	0,97						F	G	H	I	J	K	L					
JP001/JP003 P*-#19	101,00	1	3,77						F	G	H	I	J	K	L					
DH/JP003 P*2-#9	101,35	17	0,91							G	H	I	J	K	L					
DH/JP003 P2-#40	101,75	16	0,94							G	H	I	J	K	L					
JP002/DH P6-15	103,00	2	2,66								H	I	J	K	L					
JP001/JP003 P9# 15	103,67	9	1,26									I	J	K	L					
JP002/JP003 P*-P5	103,75	8	1,33									I	J	K	L					
JP003/JP001 P1 #1	104,00	6	1,54									I	J	K	L					
DH/JP003 P*3-44	105,00	2	2,66									I	J	K	L					
DH/JP003 P6 #19	105,00	1	3,77									I	J	K	L					
JP003/JP00 P169-	105,82	17	0,91									I	J	K	L					
JP001/JP003 P3 #14	106,00	2	2,66									I	J	K	L					
DH/JP002 P1-4	106,00	2	2,66									I	J	K	L					
JP003/JP001 P87-GL	106,60	25	0,75									I	J	K	L					
DH/JP003 P1 #2	108,33	3	2,17										J	K	L					
JP002/DH P4- 29	108,33	3	2,17										J	K	L					
JP003/JP001 P175-GL	109,00	4	1,88											K	L					
DH/JP003 P13B-#29	111,00	3	2,17												L					

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Test:Tukey Alfa=0,05
DMS=11,89268 Error: 14,1781 gl: 250

4.1.3. Días de formación de grano

En esta variable, los resultados obtenidos en el análisis de varianza, mostraron alta significancia estadística (Anexo 3).

Con respecto al Test de Tukey al 5%, determinó que los valores en esta variable fueron significativamente diferentes. El valor más alto lo obtuvo la línea JP002/DH P14-6, alcanzando un promedio de 68,33; sin embargo, la línea JP002/DH P4- 29 presentó un valor menor con una media de 30,67, como se observa en la Tabla 7. (Figura 11).

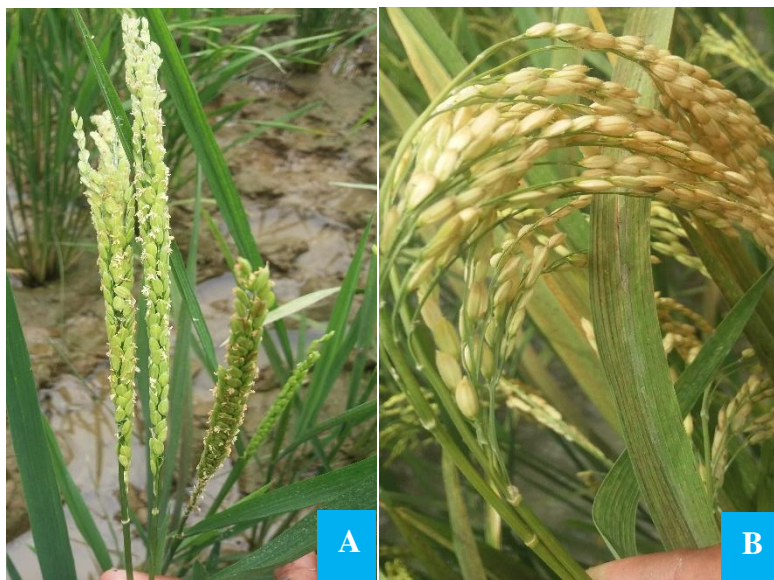


Figura 11. Días en formación de granos.

4.1.4. Ciclo vegetativo (días)

Con respecto a esta variable, no fue analizada estadísticamente por presentar valores similares a la cosecha. El rango de cosecha estuvo entre los 139 a 160 días.

4.1.5. Macollos/Planta

Con relación a esta variable, el análisis de varianza realizado mostró alta significancia estadística (Anexo 4).

El Test de Tukey, afirmó que los resultados de esta variable, fueron significativamente diferentes ($p > 0,05$). La línea JP001/JP003 P* -#19, logró el valor más alto con una media de 44 macollos, por el contrario la línea JP002/DH P14-6 se observó con el menor promedio de 9 macollos por planta. Los resultados del test de tukey se muestran en la Tabla 8. (Figura 12).



Figura 12. Macollamiento de diferentes líneas (A, B, C, D y E).

4.1.6. Panículas/Planta en Campo

El análisis de varianza, para esta variable, indicó que los valores obtenidos en las líneas estudiadas, fueron altamente significativos (Anexo 5).

Los resultados obtenidos en el Test de Tukey, señalaron que fueron significativamente diferentes ($p > 0,05$). El valor más alto se observó en la línea JP001/JP003 P* -#19, con una media de 43 panículas por planta, a diferencia de la línea JP002/DH P14-6, que mostró un menor valor con un promedio de 8,67, como se muestran en la Tabla 9. En la figura 13 se muestra el conteo de números de panícula



Figura 13. Conteo de panículas (A y B).

Tabla 8. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Macollos/Planta, de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.

Cruces	Medias	N	E.E	Comparaciones			
JP002/DH P14-6	9,00	3	2,70	A			
DH/JP002 P1-4	9,50	2	3,31	A			
DH/JP003 P1-#20	11,50	4	2,34	A			
JP002/JP004 P*2 P3	11,80	5	2,09	A			
JP001/JP004 P2-#20	12,25	4	2,34	A			
DH/JP003 P1#25	12,40	5	2,09	A			
DH/JP003 P1-#21	12,67	6	1,91	A			
JP003/JP001 P87-GL	12,84	25	0,94	A			
JP003/JP001 P175-GL	13,25	4	2,34	A			
JP001/DH p7-#3	13,33	3	2,70	A			
DH/JP004 P3-7	13,33	6	1,91	A			
DH/JP003 P*3-44	13,50	2	3,31	A			
DH/JP003 P3-#24	13,50	2	3,31	A			
DH/JP003 P12-#65	13,50	2	3,31	A			
DH/JP003 P*2 #	13,60	5	2,09	A			
JP002/DH P4- 29	13,67	3	2,70	A			
JP001/JP003 P3-13	14,26	23	0,98	A			
JP001/DH P2 #29	14,29	7	1,77	A			
DH/JP003 P13B-#29	14,33	3	2,70	A			
DH/JP003 P*2-#9	14,82	17	1,13	A			
JP001/JP002 P10-P13	15,00	6	1,91	A			
JP002/DH P6-15	15,00	2	3,31	A			
DH/JP003 P1-#23	15,00	2	3,31	A			
JP002/DH P4-#29	15,00	12	1,35	A			
JP002/JP003 P*-P5	15,25	8	1,65	A			
JP001/JP002 P2-#15	15,67	3	2,70	A			
DH/JP002 P*1-#20	15,87	15	1,21	A	B		
JP002/JP004 P*-#5	15,88	8	1,65	A	B		
JP001/JP004 P2-14	16,00	4	2,34	A	B		
JP001/JP003 P1-11	16,00	6	1,91	A	B		
JP001/JP002 P10-#14	16,14	7	1,77	A	B		
DH/JP003 P2-#40	16,25	16	1,17	A	B		
DH/JP003 P1-22	16,80	5	2,09	A	B		
JP001/DH P*#18	16,80	5	2,09	A	B		
JP003/JP001P*2-#3	17,50	8	1,65	A	B		
DH/JP003 P10-#13	18,43	7	1,77	A	B	C	
DH/JP004 P6A-#38	19,00	2	3,31	A	B	C	
JP002/JP004 P*3-P9	19,00	7	1,77	A	B	C	
JP001/DH P5#1	19,50	2	3,31	A	B	C	
DH/JP003 P1 #2	20,67	3	2,70	A	B	C	
JP003/JP001 P1 #1	20,67	6	1,91	A	B	C	
JP003/JP00 P169-GL	21,29	17	1,13	A	B	C	
JP001/JP003 P3 #14	21,50	2	3,31	A	B	C	
JP001/JP003 P9# 15	21,56	9	1,56	A	B	C	
DH/JP003 P*-P13	22,00	1	4,68	A	B	C	
DH/JP003 P6 #19	23,00	1	4,68	A	B	C	
DH/JP002 P1 #28	30,50	2	3,31		B	C	D
JP002/JP004 P 7-7	33,00	1	4,68			C	D
JP001/JP003 P*-#19	44,00	1	4,68				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=14,77287

Tabla 9. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Panículas/Planta en Campo, de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.

Cruces	Medias	N	E.E	Comparaciones						
JP002/DH P14-6	8,67	3	2,99	A						
DH/JP002 P1-4	9,00	2	3,67	A						
DH/JP003 P1-#20	12,25	4	2,59	A	B					
JP002/JP004 P*2 P3	12,40	5	2,32	A	B					
JP003/JP001 P87-GL	12,68	25	1,04	A	B	C				
JP003/JP001 P175-GL	13,25	4	2,59	A	B	C				
DH/JP003 P12-#65	13,50	2	3,67	A	B	C				
DH/JP003 P1-#21	13,50	6	2,12	A	B	C				
DH/JP004 P3-7	13,50	6	2,12	A	B	C				
JP001/JP004 P2-#20	14,25	4	2,59	A	B	C				
DH/JP003 P*3-44	14,50	2	3,67	A	B	C				
DH/JP003 P3-#24	14,50	2	3,67	A	B	C				
JP001/JP002 P10-P13	15,50	6	2,12	A	B	C				
DH/JP003 P13B-#29	16,33	3	2,99	A	B	C				
JP002/DH P4-#29	16,42	12	1,50	A	B	C				
JP001/JP003 P3-13	16,57	23	1,08	A	B	C				
DH/JP003 P1#25	16,80	5	2,32	A	B	C				
JP002/DH P6-15	17,00	2	3,67	A	B	C				
JP002/DH P4- 29	17,00	3	2,99	A	B	C				
DH/JP003 P2-#40	17,06	16	1,30	A	B	C				
JP001/DH P2 #29	17,29	7	1,96	A	B	C				
JP001/DH p7-#3	17,33	3	2,99	A	B	C				
JP001/DH P*#18	17,40	5	2,32	A	B	C				
DH/JP003 P*2-#9	17,41	17	1,26	A	B	C				
JP001/JP004 P2-14	17,50	4	2,59	A	B	C				
DH/JP003 P1-22	17,60	5	2,32	A	B	C				
JP001/JP003 P1-11	18,50	6	2,12	A	B	C				
JP002/JP004 P* -#5	18,88	8	1,83	A	B	C	D			
DH/JP003 P1-#23	19,00	2	3,67	A	B	C	D			
JP002/JP003 P* -P5	19,75	8	1,83	A	B	C	D			
DH/JP003 P*2 #	20,00	5	2,32	A	B	C	D			
DH/JP002 P*1-#20	20,00	15	1,34	A	B	C	D			
DH/JP003 P1 #2	20,33	3	2,99	A	B	C	D			
JP001/DH P5#1	20,50	2	3,67	A	B	C	D			
JP002/JP004 P*3-P9	20,57	7	1,96	A	B	C	D			
DH/JP004 P6A-#38	21,00	2	3,67	A	B	C	D			
JP001/JP002 P10-#14	21,00	7	1,96	A	B	C	D			
JP003/JP00 P169-GL	21,18	17	1,26	A	B	C	D			
JP001/JP002 P2-#15	21,33	3	2,99	A	B	C	D			
DH/JP003 P10-#13	21,57	7	1,96	A	B	C	D			
JP003/JP001P*2-#3	22,88	8	1,83	A	B	C	D			
JP001/JP003 P3 #14	24,50	2	3,67	A	B	C	D			
JP003/JP001 P1 #1	26,17	6	2,12		B	C	D	E		
JP001/JP003 P9# 15	27,11	9	1,73		B	C	D	E	F	
DH/JP003 P6 #19	28,00	1	5,19		B	C	D	E	F	
DH/JP003 P* -P13	29,00	1	5,19			C	D	E	F	
DH/JP002 P1 #28	35,00	2	3,67				D	E	F	
JP002/JP004 P 7-7	42,00	1	5,19					E	F	
JP001/JP003 P* -#19	43,00	1	5,19						F	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Test: Tukey Alfa=0,05
DMS=16,38349 Error: 26,9074 gl: 250

4.1.7. Panículas/Planta a la Cosecha

En lo que respecta al análisis de varianza, en la variable panículas por planta a la cosecha, los resultados identificaron alta significancia estadística (Anexo 6).

Respecto a los resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5% (Tabla 10), fueron significativamente diferentes entre las líneas estudiadas. La línea JP001/JP003 P* -#19, alcanzó el mayor valor con una media de 43 panículas por planta al momento de la cosecha, en cuanto que la línea JP002/DH P14-6, obtuvo un menor promedio con un valor de 8,67 panículas.

4.1.8. Longitud hoja bandera (cm)

El análisis de varianza reportó que en esta variable, los resultados obtuvieron alta significancia estadística (Anexo 7).

Los resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, fueron significativamente diferentes entre las líneas estudiadas. Se determinó que JP001/JP003 P175-grano largo, obtuvo el promedio más alto con 51,35 cm, en contraste con JP001/JP004 P2-#20, que alcanzó un menor valor, con una media de 16,55 cm (Tabla 11).

4.1.9. Ancho de Hoja Bandera (cm)

De acuerdo a esta variable, los resultados del análisis de varianza reportaron alta significancia estadística entre las líneas estudiadas (Anexo 8).

Con respecto a los resultados del Test de Tukey al 5%, fueron significativamente diferentes entre las líneas estudiadas, mostrando un mayor valor para el cruce DH/JP003 P3-#24, con una media de 1,85cm, en comparación con la línea JP001/DH P*#18 que obtuvo un menor valor con un promedio de 1 cm (Tabla 12). En la Figura 14, se observa la medición del ancho de la hoja.



Figura 14. Medición del ancho de la hoja bandera.

Tabla 10. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Panículas/Planta a la Cosecha, de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.

Cruces	Medias	N	E.E	Comparaciones						
JP002/DH P14-6	8,67	3	2,99	A						
DH/JP002 P1-4	9,00	2	3,67	A						
DH/JP003 P1-#20	12,25	4	2,59	A	B					
JP002/JP004 P*2 P3	12,40	5	2,32	A	B					
JP003/JP001 P87-GL	12,68	25	1,04	A	B	C				
JP003/JP001 P175-GL	13,25	4	2,59	A	B	C				
DH/JP003 P12-#65	13,50	2	3,67	A	B	C				
DH/JP003 P1-#21	13,50	6	2,12	A	B	C				
DH/JP004 P3-7	13,50	6	2,12	A	B	C				
JP001/JP004 P2-#20	14,25	4	2,59	A	B	C				
DH/JP003 P*3-44	14,50	2	3,67	A	B	C				
DH/JP003 P3-#24	14,50	2	3,67	A	B	C				
JP001/JP002 P10-P13	15,50	6	2,12	A	B	C				
DH/JP003 P13B-#29	16,33	3	2,99	A	B	C				
JP002/DH P4-#29	16,42	12	1,50	A	B	C				
JP001/JP003 P3-13	16,57	23	1,08	A	B	C				
DH/JP003 P1#25	16,80	5	2,32	A	B	C				
JP002/DH P6-15	17,00	2	3,67	A	B	C				
JP002/DH P4- 29	17,00	3	2,99	A	B	C				
DH/JP003 P2-#40	17,06	16	1,30	A	B	C				
JP001/DH P2 #29	17,29	7	1,96	A	B	C				
JP001/DH p7-#3	17,33	3	2,99	A	B	C				
JP001/DH P*#18	17,40	5	2,32	A	B	C				
DH/JP003 P*2-#9	17,41	17	1,26	A	B	C				
JP001/JP004 P2-14	17,50	4	2,59	A	B	C				
DH/JP003 P1-22	17,60	5	2,32	A	B	C				
JP001/JP003 P1-11	18,50	6	2,12	A	B	C				
JP002/JP004 P*-#5	18,88	8	1,83	A	B	C	D			
DH/JP003 P1-#23	19,00	2	3,67	A	B	C	D			
JP002/JP003 P*-P5	19,75	8	1,83	A	B	C	D			
DH/JP003 P*2 #	20,00	5	2,32	A	B	C	D			
DH/JP002 P*1-#20	20,00	15	1,34	A	B	C	D			
DH/JP003 P1 #2	20,33	3	2,99	A	B	C	D			
JP001/DH P5#1	20,50	2	3,67	A	B	C	D			
JP002/JP004 P*3-P9	20,57	7	1,96	A	B	C	D			
DH/JP004 P6A-#38	21,00	2	3,67	A	B	C	D			
JP001/JP002 P10-#14	21,00	7	1,96	A	B	C	D			
JP003/JP00 P169-GL	21,18	17	1,26	A	B	C	D			
JP001/JP002 P2-#15	21,33	3	2,99	A	B	C	D			
DH/JP003 P10-#13	21,57	7	1,96	A	B	C	D			
JP003/JP001P*2-#3	22,88	8	1,83	A	B	C	D			
JP001/JP003 P3 #14	24,50	2	3,67	A	B	C	D			
JP003/JP001 P1 #1	26,17	6	2,12		B	C	D	E		
JP001/JP003 P9# 15	27,11	9	1,73		B	C	D	E	F	
DH/JP003 P6 #19	28,00	1	5,19		B	C	D	E	F	
DH/JP003 P*-P13	29,00	1	5,19			C	D	E	F	
DH/JP002 P1 #28	35,00	2	3,67				D	E	F	
JP002/JP004 P 7-7	42,00	1	5,19					E	F	
JP001/JP003 P*-#19	43,00	1	5,19						F	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Test:Tukey Alfa=0,05
DMS=16,68819 Error: 27,9175 gl: 250

Tabla 11. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Longitud hoja bandera (cm), de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.

Cruces	Medias	N	E.E	Comparaciones								
JP001/JP004 P2-#20	16,55	4	3,19	A								
JP001/JP004 P2-14	16,93	4	3,19	A	B							
JP001/JP002 P2-#15	23,4	3	3,68	A	B	C						
JP002/DH P14-6	23,93	3	3,68	A	B	C						
JP002/JP004 P*-#5	24,04	8	2,25	A	B	C						
DH/JP003 P12-#65	24,65	2	4,51	A	B	C						
JP001/DH P*#18	25,12	5	2,85	A	B	C						
JP002/JP004 P 7-7	25,80	1	6,38	A	B	C						
DH/JP003 P1 #2	26,93	3	3,68	A	B	C						
JP001/DH P5#1	27,25	2	4,51	A	B	C						
JP003/JP001P*2-#3	27,35	8	2,25	A	B	C						
DH/JP003 P10-#13	27,86	7	2,41	A	B	C	D					
DH/JP003 P*3-44	28,80	2	4,51	A	B	C	D	E				
JP002/JP004 P*2 P3	29,04	5	2,85	A	B	C	D	E	F			
DH/JP003 P*2 #	29,14	5	2,85	A	B	C	D	E	F			
JP001/JP002 P10-P13	29,23	6	2,60	A	B	C	D	E	F			
DH/JP003 P3-#24	29,50	2	4,51	A	B	C	D	E	F			
JP001/DH P2 #29	29,86	7	2,41	A	B	C	D	E	F			
DH/JP002 P*1-#20	30,24	15	1,65	A	B	C	D	E	F			
JP001/JP002 P10-#14	31,27	7	2,41	A	B	C	D	E	F	G		
DH/JP004 P6A-#38	31,45	2	4,51	A	B	C	D	E	F	G		
DH/JP003 P1-#23	31,60	2	4,51	A	B	C	D	E	F	G		
JP003/JP001 P1 #1	31,65	6	2,60	A	B	C	D	E	F	G		
DH/JP003 P1-#21	31,78	6	2,60	A	B	C	D	E	F	G		
DH/JP003 P1#25	31,86	5	2,85	A	B	C	D	E	F	G		
DH/JP003 P1-#20	32,05	4	3,19	A	B	C	D	E	F	G		
DH/JP003 P*2-#9	32,09	17	1,55	A	B	C	D	E	F	G		
JP001/JP003 P3 #14	32,10	2	4,51	A	B	C	D	E	F	G		
JP002/JP004 P*3-P9	32,14	7	2,41	A	B	C	D	E	F	G		
DH/JP003 P2-#40	33,24	16	1,59	A	B	C	D	E	F	G		
DH/JP003 P6 #19	33,40	1	6,38	A	B	C	D	E	F	G		
JP002/DH P4-#29	33,49	12	1,84	A	B	C	D	E	F	G		
JP002/DH P6-15	33,60	2	4,51	A	B	C	D	E	F	G		
JP001/JP003 P9# 15	35,77	9	2,13	A	B	C	D	E	F	G		
DH/JP004 P3-7	35,97	6	2,60	A	B	C	D	E	F	G		
JP001/DH p7-#3	36,10	3	3,68	A	B	C	D	E	F	G		
DH/JP003 P*-P13	36,40		6,38	A	B	C	D	E	F	G		
JP001/JP003 P3-13	36,51	23	1,33	A	B	C	D	E	F	G		
JP002/DH P4- 29	36,73	3	3,68		B	C	D	E	F	G		
DH/JP002 P1 #28	36,85	2	4,51		B	C	D	E	F	G		
JP001/JP003 P1-11	37,02	6	2,60		B	C	D	E	F	G		
JP002/JP003 P*-P5	37,44	8	2,25			C	D	E	F	G		
DH/JP002 P1-4	38,40	2	4,51			C	D	E	F	G		
DH/JP003 P1-22	40,12	5	2,85			C	D	E	F	G		
JP001/JP003 P*-#19	43,20	1	6,38			C	D	E	F	G		
JP003/JP001 P87-GL	47,82	25	1,28				D	E	F	G		
DH/JP003 P13B-#29	48,57	3	3,68					E	F	G		
JP003/JP00 P169-GL	48,98	17	1,55						F	G		
JP003/JP001 P175-GL	51,35	4	3,19							G		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Test: Tukey Alfa=0,05
DMS=20,14335 Error: 40,6745 gl: 250

Tabla 12. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Ancho hoja bandera (cm), de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.

Cruces	Medias	N	E.E	Comparaciones								
JP001/DH P*#18	1,00	5	0,07	A								
DH/JP003 P10-#13	1,03	7	0,06	A	B							
JP001/JP002 P2-#15	1,03	3	0,09	A	B							
JP001/DH P2 #29	1,09	7	0,06	A	B		C					
JP001/JP002 P10-#14	1,11	7	0,06	A	B	C		D				
JP001/JP002 P10-P13	1,15	6	0,07	A	B	C	D		E			
JP001/JP003 P3 #14	1,20	2	0,12	A	B	C	D	E		F		
JP001/JP004 P2-14	1,20	4	0,08	A	B	C	D	E		F		
JP003/JP001P*2-#3	1,20	8	0,06	A	B	C	D	E		F		
JP003/JP001 P1 #1	1,22	6	0,07	A	B	C	D	E		F		
JP002/JP004 P*2 P3	1,24	5	0,07	A	B	C	D	E		F		
JP001/JP004 P2-#20	1,28	4	0,08	A	B	C	D	E	F		G	
JP001/JP003 P9# 15	1,29	9	0,05	A	B	C	D	E	F	G		H
JP001/JP003 P3-13	1,30	23	0,03	A	B	C	D	E	F	G		H
JP001/DH P5#1	1,30	2	0,12	A	B	C	D	E	F	G		H
DH/JP003 P1-#20	1,30	4	0,08	A	B	C	D	E	F	G		H
JP002/JP004 P 7-7	1,30	1	0,16	A	B	C	D	E	F	G		H
JP001/DH p7-#3	1,33	3	0,09	A	B	C	D	E	F	G	H	I
JP002/JP003 P*-P5	1,34	8	0,06	A	B	C	D	E	F	G	H	I
JP002/JP004 P*-#5	1,35	8	0,06	A	B	C	D	E	F	G	H	I
DH/JP002 P1-4	1,40	2	0,12	A	B	C	D	E	F	G	H	I
DH/JP003 P1-#23	1,40	2	0,12	A	B	C	D	E	F	G	H	I
DH/JP003 P1 #2	1,40	3	0,09	A	B	C	D	E	F	G	H	I
DH/JP003 P*2 #	1,40	5	0,07	A	B	C	D	E	F	G	H	I
JP002/JP004 P*3-P9	1,41	7	0,06	A	B	C	D	E	F	G	H	I
DH/JP003 P1#25	1,42	5	0,07	A	B	C	D	E	F	G	H	I
JP001/JP003 P1-11	1,43	6	0,07	A	B	C	D	E	F	G	H	I
DH/JP003 P*2-#9	1,44	17	0,04	A	B	C	D	E	F	G	H	I
JP002/DH P14-6	1,47	3	0,09	A	B	C	D	E	F	G	H	I
JP003/JP00 P169-GL	1,49	17	0,04	A	B	C	D	E	F	G	H	I
JP002/DH P6-15	1,50	2	0,12	A	B	C	D	E	F	G	H	I
DH/JP003 P12-#65	1,50	2	0,12	A	B	C	D	E	F	G	H	I
DH/JP002 P1 #28	1,50	2	0,12	A	B	C	D	E	F	G	H	I
DH/JP003 P1-22	1,50	5	0,07	A	B	C	D	E	F	G	H	I
DH/JP003 P1-#21	1,50	6	0,07	A	B	C	D	E	F	G	H	I
DH/JP003 P*-P13	1,50	1	0,16	A	B	C	D	E	F	G	H	I
DH/JP003 P13B-#29	1,53	3	0,09		B	C	D	E	F	G	H	I
DH/JP002 P*1-#20	1,57	15	0,04			C	D	E	F	G	H	I
JP002/DH P4-#29	1,59	12	0,05			C	D	E	F	G	H	I
DH/JP004 P6A-#38	1,60	2	0,12			C	D	E	F	G	H	I
JP003/JP001 P175-GL	1,60	4	0,08			C	D	E	F	G	H	I
JP003/JP001 P87-GL	1,61	25	0,03				D	E	F	G	H	I
DH/JP003 P2-#40	1,63	16	0,04				D	E	F	G	H	I
DH/JP003 P*3-44	1,65	2	0,12					E	F	G	H	I
JP001/JP003 P*-#19	1,70	1	0,16						F	G	H	I
DH/JP003 P6 #19	1,70	1	0,16						F	G	H	I
DH/JP004 P3-7	1,77	6	0,07							G	H	I
JP002/DH P4- 29	1,80	3	0,09								H	I
DH/JP003 P3-#24	1,85	2	0,12									I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,51864 Error: 0,0270 gl: 250

4.1.10. Longitud de Hoja 2 (cm)

Para la longitud de la hoja 2, el análisis de varianza indicó que los resultados fueron altamente significativos (Anexo 9).

En concordancia al Test de Tukey al 5%, (Tabla 13), las líneas estudiadas fueron significativamente diferentes. Se señala que la línea JP001/JP003 P175-grano largo expresó un alto valor con una media de 66,4 cm, por lo contrario la línea JP001/JP004 P2-14 reportó un menor valor de 18,15 cm.

4.1.11. Ancho de Hoja 2 (cm)

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza, para esta variable, presentaron alta significancia estadística (Anexo 10).

En relación a los resultados del Test de Tukey al 5%, fueron significativamente diferentes. La línea DH/JP004 P3-7 consiguió el valor más alto, con una media de 1,42 cm, sin embargo; la línea JP001/JP002 P2-#15 obtuvo el menor valor con un promedio de 0,8 cm. En la Tabla 15, se muestran los resultados.



Figura 15.Medición del ancho de la hoja 2.

Tabla 13. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Longitud de Hoja 2 (cm), de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.

Cruces	Medias	N	E.E	Comparaciones								
JP001/JP004 P2-14	18,15	4	3,57	A								
JP001/JP004 P2-#20	19,80	4	3,57	A	B							
JP001/JP002 P2-#15	28,27	3	4,12	A	B	C						
JP001/DH P*#18	28,68	5	3,19	A	B	C						
DH/JP003 P*-P13	29,70	1	7,14	A	B	C	D					
JP002/DH P14-6	30,57	3	4,12	A	B	C	D					
DH/JP004 P6A-#38	30,70	2	5,05	A	B	C	D					
DH/JP003 P10-#13	30,80	7	2,70	A	B	C	D					
DH/JP003 P1-#20	31,28	4	3,57	A	B	C	D					
JP001/JP002 P10-#14	32,8	7	2,70	A	B	C	D	E				
JP001/DH P5#1	33,10	2	5,05	A	B	C	D	E				
DH/JP003 P1 #2	34,40	3	4,12	A	B	C	D	E				
JP001/JP002 P10-P13	34,67	6	2,91	A	B	C	D	E				
JP002/JP004 P*--#5	35,25	8	2,52	A	B	C	D	E				
DH/JP003 P*2 #	35,46	5	3,19	A	B	C	D	E				
JP002/JP004 P*2 P3	37,02	5	3,19	A	B	C	D	E	F			
JP003/JP001 P1 #1	37,62	6	2,91	A	B	C	D	E	F	G		
DH/JP003 P*3-44	37,75	2	5,05	A	B	C	D	E	F	G		
DH/JP003 P*2-#9	39,06	17	1,73	A	B	C	D	E	F	G	H	
JP002/JP004 P 7-7	39,60	1	7,14	A	B	C	D	E	F	G	H	
JP001/JP003 P3 #14	39,75	2	5,05	A	B	C	D	E	F	G	H	
DH/JP003 P12-#65	39,95	2	5,05	A	B	C	D	E	F	G	H	
JP003/JP001P*2-#3	40,15	8	2,52	A	B	C	D	E	F	G	H	
DH/JP003 P1-#21	40,40	6	2,91	A	B	C	D	E	F	G	H	
DH/JP003 P1#25	40,78	5	3,19		B	C	D	E	F	G	H	
JP001/DH P2 #29	42,47	7	2,70			C	D	E	F	G	H	
DH/JP003 P2-#40	43,29	16	1,78			C	D	E	F	G	H	
JP001/JP003 P3-13	43,37	23	1,49			C	D	E	F	G	H	
DH/JP002 P*1-#20	43,63	15	1,84			C	D	E	F	G	H	
JP002/JP004 P*3-P9	43,74	7	2,70			C	D	E	F	G	H	
DH/JP003 P1-#23	44,20	2	5,05			C	D	E	F	G	H	I
JP001/JP003 P9# 15	44,40	9	2,38			C	D	E	F	G	H	I
JP001/DH p7-#3	44,80	3	4,12			C	D	E	F	G	H	I
JP002/JP003 P*-P5	45,26	8	2,52			C	D	E	F	G	H	I
JP002/DH P6-15	45,30	2	5,05			C	D	E	F	G	H	I
JP002/DH P4-#29	46,23	12	2,06			C	D	E	F	G	H	I
DH/JP002 P1-4	46,45	2	5,05			C	D	E	F	G	H	I
DH/JP003 P6 #19	47,80	1	7,14			C	D	E	F	G	H	I
DH/JP002 P1 #28	47,90	2	5,05			C	D	E	F	G	H	I
DH/JP003 P3-#24	47,95	2	5,05			C	D	E	F	G	H	I
JP001/JP003 P1-11	48,75	6	2,91			C	D	E	F	G	H	I
DH/JP003 P1-22	49,36	5	3,19			C	D	E	F	G	H	I
DH/JP004 P3-7	50,62	6	2,91			C	D	E	F	G	H	I
JP001/JP003 P*--#19	52,10	1	7,14				D	E	F	G	H	I
DH/JP003 P13B-#29	53,83	3	4,12					E	F	G	H	I
JP003/JP001 P69-GL	58,12	17	1,73						F	G	H	I
JP003/JP001 P87-GL	59,80	25	1,43							G	H	I
JP002/DH P4- 29	60,57	3	4,12								H	I
JP003/JP001 P175-GL	66,40	4	3,57									I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05) Test: Tukey Alfa=0,05
DMS=22,54276 Error: 50,9416 gl: 250

Tabla 14. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Ancho de Hoja 2 (cm), de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.

Cruces	Medias	N	E.E	Comparaciones					
JP001/JP002 P2-#15	0,80	3	0,09	A					
DH/JP003 P10-#13	0,87	7	0,06	A	B				
JP001/DH P*#18	0,88	5	0,07	A	B	C			
JP001/JP004 P2-14	0,90	4	0,08	A	B	C	D		
JP001/JP002 P10-#14	0,93	7	0,06	A	B	C	D	E	
JP001/DH P2 #29	0,93	7	0,06	A	B	C	D	E	
JP001/JP002 P10-P13	0,93	6	0,06	A	B	C	D	E	
JP001/DH P5#1	0,95	2	0,11	A	B	C	D	E	F
JP003/JP001 P1 #1	0,98	6	0,06	A	B	C	D	E	F
JP002/JP004 P 7-7	1,00	1	0,15	A	B	C	D	E	F
JP002/JP004 P*-#5	1,04	8	0,05	A	B	C	D	E	F
JP001/JP003 P3-13	1,04	23	0,03	A	B	C	D	E	F
JP001/JP003 P9# 15	1,04	9	0,05	A	B	C	D	E	F
DH/JP002 P1-4	1,05	2	0,11	A	B	C	D	E	F
JP001/JP003 P3 #14	1,05	2	0,11	A	B	C	D	E	F
JP003/JP001P*2-#3	1,06	8	0,05	A	B	C	D	E	F
JP002/DH P14-6	1,07	3	0,09	A	B	C	D	E	F
JP001/DH p7-#3	1,07	3	0,09	A	B	C	D	E	F
JP002/JP004 P*2 P3	1,08	5	0,07	A	B	C	D	E	F
JP002/JP004 P*3-P9	1,09	7	0,06	A	B	C	D	E	F
JP001/JP004 P2-#20	1,10	4	0,08	A	B	C	D	E	F
JP002/JP003 P*-P5	1,11	8	0,05	A	B	C	D	E	F
DH/JP003 P1#25	1,12	5	0,07	A	B	C	D	E	F
DH/JP003 P1-#23	1,15	2	0,11	A	B	C	D	E	F
JP002/DH P6-15	1,15	2	0,11	A	B	C	D	E	F
DH/JP003 P*2 #	1,16	5	0,07	A	B	C	D	E	F
JP002/DH P4-#29	1,18	12	0,04	A	B	C	D	E	F
JP001/JP003 P1-11	1,18	6	0,06	A	B	C	D	E	F
DH/JP002 P1 #28	1,20	2	0,11	A	B	C	D	E	F
DH/JP003 P1 #2	1,20	3	0,09	A	B	C	D	E	F
DH/JP003 P1-#20	1,23	4	0,08	A	B	C	D	E	F
DH/JP004 P6A-#38	1,25	2	0,11	A	B	C	D	E	F
DH/JP003 P12-#65	1,25	2	0,11	A	B	C	D	E	F
DH/JP003 P*2-#9	1,26	17	0,04	A	B	C	D	E	F
DH/JP002 P*1-#20	1,27	15	0,04	A	B	C	D	E	F
JP003/JP001 P175-GL	1,28	4	0,08	A	B	C	D	E	F
JP003/JP00 P169-GL	1,29	17	0,04		B	C	D	E	F
JP002/DH P4- 29	1,30	3	0,09		B	C	D	E	F
DH/JP003 P*-P13	1,30	1	0,15		B	C	D	E	F
JP001/JP003 P*-#19	1,30	1	0,15		B	C	D	E	F
DH/JP003 P6 #19	1,30	1	0,15		B	C	D	E	F
DH/JP003 P2-#40	1,33	16	0,04		B	C	D	E	F
DH/JP003 P1-#21	1,33	6	0,06		B	C	D	E	F
DH/JP003 P*3-44	1,35	2	0,11			C	D	E	F
DH/JP003 P1-22	1,36	5	0,07				D	E	F
DH/JP003 P13B-#29	1,37	3	0,09				D	E	F
DH/JP003 P3-#24	1,40	2	0,11					E	F
JP003/JP001 P87-GL	1,40	25	0,03					E	F
DH/JP004 P3-7	1,42	6	0,06						F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Test: Tukey Alfa=0,05
DMS=0,47857 Error: 0,0230 gl: 250

4.1.12. Altura de planta (cm)

En lo que respecta a la variable altura de planta, los resultados mostrados en el análisis de varianza manifestaron alta significancia estadística (Anexo 11).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el Test de Tukey, fueron significativamente diferentes ($p > 0,05$). Se definió que la línea DH/JP003 P*3-44, alcanzó el mayor valor con un promedio de 119,63 cm de altura de planta, a diferencia de JP001/JP004 P2-14, que obtuvo el menor valor, con una media de 51,25 cm. En la Tabla 15, se observan los resultados obtenidos de la prueba de Tukey. En la Figura 16, se observa la medición de la longitud de panícula.



Figura 16. Medición de la altura de planta en las líneas estudiadas.

4.1.13. Longitud de panícula (cm)

Con respecto al resultado, del análisis de varianza realizado (Anexo 12), la variable longitud de panícula, encontró alta significancia estadística entre las líneas estudiadas.

Los resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5 % (Tabla 16), fueron significativamente diferentes. Señalando al valor más alto, con una media de 30,2 cm para la línea JP001/JP003 P175-grano largo; en lo que corresponde al JP001/JP004 P2-14, señaló un promedio de 11,65 cm. En la Figura 17 se muestran



Figura 17. Medición de diferentes panículas

Tabla 15. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Altura de planta (cm), de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.

Cruces	Medias	N	E.E	Comparaciones																				
JP001/JP004 P2-14	51,25	4	3,98	A																				
JP001/JP004 P2-#20	59,00	4	3,98	A	B																			
JP002/JP004 P*3-P9	62,36	7	3,01	A	B	C																		
JP001/JP002 P10-#14	63,07	7	3,01	A	B	C																		
JP002/JP004 P*2 P3	63,70	5	3,56	A	B	C	D																	
JP001/JP002 P10-P13	65,00	6	3,25	A	B	C	D	E																
JP001/JP002 P2-#15	68,50	3	4,59	A	B	C	D	E	F															
DH/JP003 P10-#13	69,64	7	3,01	A	B	C	D	E	F	G														
JP001/JP003 P*-#19	70,10	1	7,96	A	B	C	D	E	F	G														
DH/JP003 P1#25	70,22	5	3,56	A	B	C	D	E	F	G														
JP001/DH P*#18	73,98	5	3,56	A	B	C	D	E	F	G	H													
JP002/JP004 P*-#5	74,39	8	2,81	A	B	C	D	E	F	G	H	I												
JP002/DH P6-15	74,50	2	5,63	A	B	C	D	E	F	G	H	I												
DH/JP002 P1-4	74,85	2	5,63	A	B	C	D	E	F	G	H	I												
JP002/DH P14-6	74,93	3	4,59	A	B	C	D	E	F	G	H	I												
DH/JP002 P*1-#20	75,21	15	2,05	A	B	C	D	E	F	G	H	I												
DH/JP003 P13B-#29	77,87	3	4,59		B	C	D	E	F	G	H	I	J											
DH/JP003 P1-#20	78,60	4	3,98		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K										
JP001/JP003 P3-13	78,77	23	1,66		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K										
DH/JP003 P*-P13	80,00	1	7,96		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L									
JP002/DH P4-#29	80,58	12	2,30		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L									
DH/JP003 P2-#40	81,99	16	1,99		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L									
JP001/DH P2 #29	84,69	7	3,01			C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M								
JP002/JP004 P 7-7	86,00	1	7,96			C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N							
JP001/DH p7-#3	88,50	3	4,59				D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N							
DH/JP004 P6A-#38	89,95	2	5,63					E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O						
JP003/JP001P*2-#3	90,35	8	2,81						F	G	H	I	J	K	L	M	N	O						
JP002/DH P4- 29	90,70	3	4,59						F	G	H	I	J	K	L	M	N	O						
DH/JP003 P1-#23	90,90	2	5,63						F	G	H	I	J	K	L	M	N	O						
DH/JP003 P*2-#9	91,47	17	1,93						F	G	H	I	J	K	L	M	N	O						
DH/JP003 P1-#21	91,62	6	3,25						F	G	H	I	J	K	L	M	N	O						
JP001/JP003 P3 #14	94,55	2	5,63							G	H	I	J	K	L	M	N	O	P					
JP002/JP003 P*-P5	97,21	8	2,81								H	I	J	K	L	M	N	O	P					
DH/JP003 P*2 #	97,40	5	3,56								H	I	J	K	L	M	N	O	P					
JP001/JP003 P1-11	97,65	6	3,25								H	I	J	K	L	M	N	O	P					
DH/JP004 P3-7	98,28	6	3,25								H	I	J	K	L	M	N	O	P					
DH/JP003 P12-#65	99,25	2	5,63									I	J	K	L	M	N	O	P					
JP003/JP001 P1 #1	99,33	6	3,25										I	J	K	L	M	N	O	P				
JP003/JP001 P175-GL	99,5	4	3,98											I	J	K	L	M	N	O	P			
JP001/DH P5#1	101,00	2	5,63												J	K	L	M	N	O	P			
JP003/JP001 P87-GL	101,20	25	1,59													J	K	L	M	N	O	P		
DH/JP002 P1 #28	103,00	2	5,63														K	L	M	N	O	P		
JP003/JP00 P169-GL	104,59	17	1,93															L	M	N	O	P		
DH/JP003 P1-22	104,66	5	3,56																L	M	N	O	P	
DH/JP003 P3-#24	107,50	2	5,63																	M	N	O	P	
JP001/JP003 P9# 15	109,10	9	2,65																		M	N	O	P
DH/JP003 P1 #2	110,87	3	4,59																			N	O	P
DH/JP003 P6 #19	115,00	1	7,96																				O	P
DH/JP003 P*3-44	119,63	2	5,63																					P

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=25,13086 Error: 63,3102 gl: 250

Tabla 16. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Longitud de panícula (cm) de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.

Cruces	Medias	N	E.E	Comparaciones
JP001/JP004 P2-14	11,65	4	0,82	A
JP001/JP004 P2-#20	13,08	4	0,82	A B
JP001/JP002 P2-#15	13,97	3	0,95	A B C
JP002/JP004 P*3-P9	14,29	7	0,62	A B C
DH/JP003 P*-P13	15,20	1	1,64	A B C D
JP001/JP002 P10-P13	15,38	6	0,67	A B C D E
JP001/JP002 P10-#14	16,23	7	0,62	A B C D E F
DH/JP003 P10-#13	16,54	7	0,62	A B C D E F
JP002/JP004 P*-.#5	16,78	8	0,58	A B C D E F G
JP002/JP004 P 7-7	17,30	1	1,64	B C D E F G H
JP002/JP004 P*2 P3	17,42	5	0,73	B C D E F G H I
JP001/DH P2 #29	18,29	7	0,62	C D E F G H I J
DH/JP002 P1-4	18,30	2	1,16	C D E F G H I J
JP001/JP003 P3 #14	18,90	2	1,16	C D E F G H I J K
DH/JP002 P*1-#20	19,54	15	0,42	D E F G H I J K L
JP001/JP003 P3-13	19,62	23	0,34	D E F G H I J K L
JP003/JP001P*2-#3	19,66	8	0,58	D E F G H I J K L
DH/JP003 P1#25	20,16	5	0,73	D E F G H I J K L M
JP001/DH P*#18	20,40	5	0,73	E F G H I J K L M
JP002/DH P4-#29	20,51	12	0,47	E F G H I J K L M
DH/JP003 P*2 #	20,98	5	0,73	F G H I J K L M
DH/JP004 P6A-#38	21,15	2	1,16	F G H I J K L M
JP003/JP001 P1 #1	21,23	6	0,67	F G H I J K L M
JP002/JP003 P*-P5	21,33	8	0,58	F G H I J K L M
DH/JP003 P1-#21	21,33	6	0,67	F G H I J K L M
DH/JP003 P*2-#9	21,36	17	0,40	F G H I J K L M
DH/JP004 P3-7	21,88	6	0,67	G H I J K L M
JP002/DH P14-6	21,90	3	0,95	G H I J K L M
DH/JP003 P2-#40	21,91	16	0,41	G H I J K L M
DH/JP003 P1-#23	22,10	2	1,16	H I J K L M
JP001/JP003 P1-11	22,12	6	0,67	H I J K L M
JP001/JP003 P9# 15	22,27	9	0,55	H I J K L M
JP001/DH p7-#3	22,37	3	0,95	H I J K L M
DH/JP003 P1-#20	22,38	4	0,82	H I J K L M
JP002/DH P6-15	22,50	2	1,16	I J K L M
DH/JP002 P1 #28	22,65	2	1,16	J K L M
JP002/DH P4- 29	22,73	3	0,95	J K L M
JP001/JP003 P*-.#19	23,20	1	1,64	J K L M
DH/JP003 P13B-#29	23,23	3	0,95	J K L M
DH/JP003 P12-#65	23,60	2	1,16	K L M
DH/JP003 P1 #2	23,97	3	0,95	K L M N
JP001/DH P5#1	24,25	2	1,16	L M N O
DH/JP003 P1-22	24,48	5	0,73	L M N O
DH/JP003 P*3-44	24,55	2	1,16	L M N O
DH/JP003 P3-#24	24,95	2	1,16	M N O
DH/JP003 P6 #19	25,20	1	1,64	M N O P
JP003/JP001 P8-GL	28,86	25	0,33	N O P
JP003/JP00 P169-GL	29,16	17	0,40	O P
JP003/JP001 P175-GL	30,20	4	0,82	P

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,18664
 Error: 2,6967 gl: 250

4.1.14. Granos/Panícula

En relación al análisis de varianza, los resultados de esta variable demostraron alta significancia estadística (Anexo13).

El test de Tukey (Tabla17), determinó que los resultados obtenidos en esta variable, fueron significativamente diferentes ($p > 0,05$). La línea JP001/JP003 P175-grano largo, logró el valor más alto con una media de 223,85 granos por panículas, por el contrario, la línea JP001/JP002 P10-P13, señaló el valor más bajo con un promedio de 62,88 granos.

4.1.15. Esterilidad (%)

En lo que se refiere a esta variable, los resultados en el análisis de varianza, proporcionaron alta significancia estadística entre las líneas estudiadas (Anexo14).

En lo que respecta al Test de Tukey al 5%, fue significativamente diferente ($p > 0,05$). La línea DH/JP003 P12-#65 obtuvo un alto porcentaje de esterilidad, con una media de 34,4%, entre tanto, en la línea DH/JP003 P*-P13 se observó un promedio de 0,3% de esterilidad. En la Tabla 18, se presentan los resultados de la prueba de Tukey.

4.1.16. Desgrane (%)

Para el caso de esta variable, el análisis de varianza resultó, altamente significativo como se muestra en el Anexo 15.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la prueba de Tukey al 5 %, comprobaron que fueron significativamente diferentes. Como se muestra en la Tabla 19, las líneas JP003/JP001 P87-grano largo y DH/JP003 P1-#23, alcanzaron los mejores resultados con una media de 61,51 y 59,95%, respectivamente; en contraste a la línea JP001/JP003 P9# 15, que obtuvo el menor valor con una media de 0,4%.

Tabla 17. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable granos por panícula de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.

Cruces	Medias	N	E.E	Comparaciones																	
JP001/JP002 P10-P13	62,88	6	11,93	A																	
JP001/JP002 P10-#14	63,70	7	11,04	A																	
JP001/JP004 P2-14	64,72	4	14,61	A																	
JP001/JP004 P2-#20	67,75	4	14,61	A	B																
JP002/JP004 P 7-7	69,70	1	29,21	A	B	C															
DH/JP002 P1-4	70,30	2	20,66	A	B	C															
JP002/JP004 P*-#5	72,10	8	10,33	A	B	C															
DH/JP003 P10-#13	72,71	7	11,04	A	B	C															
JP001/JP002 P2-#15	77,10	3	16,87	A	B	C	D														
JP001/DH P*#18	81,54	5	13,06	A	B	C	D	E													
JP002/JP004 P*2 P3	86,00	5	13,06	A	B	C	D	E	F												
JP002/JP004 P*3-P9	89,20	7	11,04	A	B	C	D	E	F	G											
DH/JP002 P*1-#20	90,40	15	7,54	A	B	C	D	E	F	G											
JP001/DH P2 #29	94,24	7	11,04	A	B	C	D	E	F	G	H										
JP002/DH P6-15	108,35	2	20,66	A	B	C	D	E	F	G	H	I									
DH/JP003 P*-P13	109,70	1	29,21	A	B	C	D	E	F	G	H	I									
JP002/DH P14-6	110,00	3	16,87	A	B	C	D	E	F	G	H	I									
DH/JP002 P1 #28	117,00	2	20,66	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J								
DH/JP003 P1#25	117,74	5	13,06	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J								
JP001/JP003 P3 #14	119,50	2	20,66	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J								
JP001/DH P5#1	121,15	2	20,66	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J								
DH/JP003 P1-#20	122,75	4	14,61	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J								
JP003/JP001P*2-#3	128,00	8	10,33	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J								
JP003/JP001 P87-GL	129,96	25	5,84	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J								
JP001/JP003 P3-13	132,06	23	6,09	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K							
DH/JP004 P6A-#38	132,80	2	20,66	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K							
DH/JP003 P13B-#29	134,43	3	16,87	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K							
DH/JP003 P1-#23	134,85	2	20,66	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K							
JP001/DH p7-#3	134,97	3	16,87	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K							
DH/JP004 P3-7	140,70	6	11,93	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K							
JP001/JP003 P*-#19	146,70	1	29,21	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K							
DH/JP003 P1 #2	147,00	3	16,87	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K							
DH/JP003 P*2 #	150,40	5	13,06	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K							
JP003/JP001 P1 #1	154,00	6	11,93	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K							
JP002/DH P4-#29	157,66	12	8,43	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K								
JP001/JP003 P1-11	160,38	6	11,93		C	D	E	F	G	H	I	J	K								
DH/JP003 P2-#40	160,71	16	7,30		C	D	E	F	G	H	I	J	K								
DH/JP003 P3-#24	167,50	2	20,66			D	E	F	G	H	I	J	K								
DH/JP003 P6 #19	169,30	1	29,21			D	E	F	G	H	I	J	K								
JP002/DH P4- 29	172,13	3	16,87				E	F	G	H	I	J	K								
JP002/JP003 P*-P5	173,59	8	10,33					E	F	G	H	I	J	K							
DH/JP003 P1-#21	174,42	6	11,93						F	G	H	I	J	K							
DH/JP003 P1-22	179,26	5	13,06							G	H	I	J	K							
DH/JP003 P*2-#9	184,76	17	7,09								H	I	J	K							
DH/JP003 P12-#65	187,85	2	20,66									I	J	K							
JP003/JP00 P169-GR	191,93	17	7,09										I	J	K						
DH/JP003 P*3-44	198,30	2	20,66										I	J	K						
JP001/JP003 P9# 15	203,26	9	9,74											J	K						
JP003/JP001 P175-GL	223,85	4	14,61												K						

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=92,26501 Error: 853,3611 gl: 250

Tabla 18. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable esterilidad (%), de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.

Cruces	Medias	N	E.E	Comparaciones					
JP001/JP003 P9# 15	0,40	9	4,13	A					
JP001/DH p7-#3	0,63	3	7,15	A	B				
JP001/JP003 P*-#19	0,70	1	12,38	A	B				
JP002/DH P4- 29	0,80	3	7,15	A	B				
DH/JP003 P10-#13	0,87	7	4,68	A	B				
JP002/JP004 P*2 P3	1,00	5	5,54	A	B				
JP002/JP004 P 7-7	1,00	1	12,38	A	B				
JP001/DH P5#1	1,05	2	8,75	A	B				
JP001/DH P2 #29	1,93	7	4,68	A	B				
JP001/JP004 P2-#20	2,20	4	6,19	A	B				
JP003/JP001 P1 #1	2,57	6	5,05	A	B				
JP001/JP002 P10-P13	2,87	6	5,05	A	B				
JP001/JP002 P10-#14	3,29	7	4,68	A	B				
JP003/JP001P*2-#3	3,36	8	4,38	A	B				
JP001/JP002 P2-#15	3,77	3	7,15	A	B				
JP002/JP004 P*3-P9	3,81	7	4,68	A	B				
JP001/JP003 P3 #14	4,20	2	8,75	A	B				
JP001/JP004 P2-14	4,25	4	6,19	A	B				
JP002/DH P6-15	6,75	2	8,75	A	B				
JP002/DH P4-#29	7,62	12	3,57	A	B				
JP001/JP003 P1-11	7,77	6	5,05	A	B				
JP001/DH P*#18	7,78	5	5,54	A	B				
DH/JP004 P6A-#38	8,30	2	8,75	A	B				
JP001/JP003 P3-13	10,82	23	2,58	A	B	C			
DH/JP003 P3-#24	11,10	2	8,75	A	B	C			
DH/JP004 P3-7	11,12	6	5,05	A	B	C			
DH/JP003 P*-P13	12,20	1	12,38	A	B	C			
JP002/JP003 P*-P5	12,78	8	4,38	A	B	C			
DH/JP002 P1-4	13,30	2	8,75	A	B	C			
DH/JP003 P1-#20	16,23	4	6,19	A	B	C			
DH/JP002 P*1-#20	17,86	15	3,20	A	B	C	D		
JP002/JP004 P* #5	18,51	8	4,38	A	B	C	D		
DH/JP003 P*3-44	22,45	2	8,75	A	B	C	D	E	
DH/JP003 P1 #2	22,77	3	7,15	A	B	C	D	E	
DH/JP002 P1 #28	23,15	2	8,75	A	B	C	D	E	
DH/JP003 P1-#21	23,82	6	5,05	A	B	C	D	E	
DH/JP003 P13B-#29	24,07	3	7,15	A	B	C	D	E	
DH/JP003 P2-#40	27,16	16	3,09	A	B	C	D	E	
DH/JP003 P12-#65	29,05	2	8,75	A	B	C	D	E	
DH/JP003 P*2-#9	31,14	17	3,00	A	B	C	D	E	
DH/JP003 P*2 #	31,54	5	5,54	A	B	C	D	E	
JP003/JP00 P169-GL	36,88	17	3,00	A	B	C	D	E	
DH/JP003 P1-22	37,12	5	5,54	A	B	C	D	E	
JP002/DH P14-6	39,57	3	7,15		B	C	D	E	
DH/JP003 P1#25	47,42	5	5,54			C	D	E	
DH/JP003 P6 #19	47,80	1	12,38			C	D	E	
JP003/JP001 P175-GL	55,68	4	6,19				D	E	
DH/JP003 P1-#23	59,95	2	8,75					E	
JP003/JP001 P87-GL	61,51	25	2,48					E	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=39,09658 Error: 153,2274 gl: 250

Tabla 19. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable desgrane (%), de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.

Cruces	Medias	N	E.E	Comparaciones	
DH/JP003 P*-P13	0,30	1	5,62	A	
JP001/DH P2 #29	0,90	7	2,12	A	B
JP003/JP001P*2-#3	1,11	8	1,99	A	B
JP001/JP003 P9# 15	1,34	9	1,87	A	B
DH/JP003 P1-#23	1,75	2	3,97	A	B
JP001/JP002 P2-#15	1,90	3	3,24	A	B
DH/JP003 P1 #2	2,03	3	3,24	A	B
JP002/JP003 P*-P5	2,24	8	1,99	A	B
JP003/JP001 P1 #1	2,27	6	2,29	A	B
DH/JP003 P*3-44	2,70	2	3,97	A	B
DH/JP003 P10-#13	2,70	7	2,12	A	B
DH/JP003 P1#25	2,82	5	2,51	A	B
JP001/JP002 P10-P13	2,95	6	2,29	A	B
JP001/JP003 P3-13	3,40	23	1,17	A	B
JP003/JP001 P175-GL	3,65	4	2,81	A	B
DH/JP004 P3-7	4,07	6	2,29	A	B
JP001/JP003 P1-11	4,15	6	2,29	A	B
JP001/JP004 P2-14	4,25	4	2,81	A	B
JP001/JP002 P10-#14	4,70	7	2,12	A	B
JP001/JP003 P3 #14	4,70	2	3,97	A	B
DH/JP003 P*2-#9	5,00	17	1,36	A	B
JP003/JP00 P169-GL	5,50	17	1,36	A	B
JP001/DH p7-#3	5,63	3	3,24	A	B
DH/JP003 P1-22	5,78	5	2,51	A	B
JP002/DH P6-15	5,80	2	3,97	A	B
JP002/DH P4- 29	5,93	3	3,24	A	B
JP002/DH P4-#29	6,14	12	1,62	A	B
JP001/DH P5#1	6,60	2	3,97	A	B
JP002/JP004 P*2 P3	6,64	5	2,51	A	B
JP001/JP003 P*.-#19	6,80	1	5,62	A	B
DH/JP003 P1-#20	6,93	4	2,81	A	B
DH/JP003 P1-#21	7,80	6	2,29	A	B
JP001/JP004 P2-#20	7,88	4	2,81	A	B
JP003/JP001 P87-GL	7,98	25	1,12	A	B
JP002/JP004 P*.-#5	8,16	8	1,99	A	B
JP002/JP004 P*3-P9	8,29	7	2,12	A	B
JP002/JP004 P 7-7	8,60	1	5,62	A	B
DH/JP002 P1 #28	10,30	2	3,97	A	B
DH/JP003 P13B-#29	10,90	3	3,24	A	B
DH/JP003 P6 #19	11,20	1	5,62	A	B
DH/JP003 P3-#24	11,35	2	3,97	A	B
JP002/DH P14-6	11,47	3	3,24	A	B
DH/JP003 P*2 #	11,84	5	2,51	A	B
DH/JP003 P2-#40	11,98	16	1,41	A	B
JP001/DH P*#18	14,82	5	2,51	A	B
DH/JP002 P1-4	15,60	2	3,97	A	B
DH/JP004 P6A-#38	15,60	2	3,97	A	B
DH/JP002 P*1-#20	18,39	15	1,45		B
DH/JP003 P12-#65	34,40	2	3,97		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$ Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=17,75069 Error: 31,5856 gl: 250)

4.1.17. Peso de 1000 granos (g)

En esta variable, en el análisis de varianza realizado, expresó alta significancia estadística entre las líneas estudiadas (Anexo 16).

El Test de Tukey al 5 %, reportó diferencia significativa entre las 50 líneas estudiadas como se muestra en la Tabla 20. La línea JP002/JP004 P7-7, alcanzó el mayor valor con 35,8; sin embargo, la línea JP002/DH P4- 29 obtuvo el valor más bajo con una media de 21,33 g. en la Figura 18 se muestra la toma del peso de 1000g.



Figura 18. Toma del peso de 1000g

4.1.18. Rendimiento (g/planta)

Entre las líneas estudiadas, en el Anexo 17, el análisis de varianza reportó alta significancia estadística.

Los resultados obtenidos en el test de Tukey, fueron significativamente diferentes ($p > 0,05$). La línea JP003/JP00 P169-grano largo, logró el mejor valor con un promedio de 100,34 g y JP001/JP004 P2-14 alcanzó el menor valor con una media de 15,88 g (Tabla 21).

Tabla 21. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Rendimiento Granos/Plantas (g), de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.

Cruces	Medias	N	E.E	Comparaciones						
JP001/JP004 P2-14	15,88	4	8,33	A						
DH/JP002 P1-4	17,35	2	11,78	A	B					
JP001/JP004 P2-#20	23,00	4	8,33	A	B	C				
JP001/JP002 P10-P13	28,50	6	6,80	A	B	C	D			
DH/JP003 P13B-#29	30,67	3	9,62	A	B	C	D			
JP001/DH P*#18	30,76	5	7,45	A	B	C	D			
DH/JP003 P1-#20	30,93	4	8,33	A	B	C	D			
DH/JP003 P12-#65	31,00	2	11,78	A	B	C	D			
DH/JP003 P10-#13	31,14	7	6,30	A	B	C	D			
JP001/JP002 P10-#14	33,90	7	6,30	A	B	C	D	E		
JP002/JP004 P*-#5	34,34	8	5,89	A	B	C	D	E		
DH/JP003 P1-#23	34,75	2	11,78	A	B	C	D	E		
JP001/DH P2 #29	36,00	7	6,30	A	B	C	D	E		
DH/JP002 P*1-#20	37,07	15	4,30	A	B	C	D	E		
DH/JP003 P*3-44	38,55	2	11,78	A	B	C	D	E	F	
JP002/DH P4- 29	39,67	3	9,62	A	B	C	D	E	F	
DH/JP003 P*-P13	40,00	1	16,66	A	B	C	D	E	F	
JP001/DH P5#1	40,50	2	11,78	A	B	C	D	E	F	
DH/JP003 P1-#21	40,65	6	6,80	A	B	C	D	E	F	
DH/JP003 P3-#24	41,00	2	11,78	A	B	C	D	E	F	
JP002/DH P6-15	41,35	2	11,78	A	B	C	D	E	F	
JP001/DH p7-#3	41,47	3	9,62	A	B	C	D	E	F	
DH/JP002 P1 #28	42,10	2	11,78	A	B	C	D	E	F	
DH/JP004 P3-7	43,28	6	6,80	A	B	C	D	E	F	
JP001/JP002 P2-#15	45,33	3	9,62	A	B	C	D	E	F	
JP002/DH P4-#29	45,75	12	4,81	A	B	C	D	E	F	
DH/JP003 P1#25	45,80	5	7,45	A	B	C	D	E	F	
JP002/JP004 P*3-P9	47,14	7	6,30	A	B	C	D	E	F	
JP002/JP004 P*2 P3	47,4	5	7,45	A	B	C	D	E	F	
DH/JP003 P*2 #	47,66	5	7,45	A	B	C	D	E	F	
DH/JP003 P1 #2	48,03	3	9,62	A	B	C	D	E	F	G
DH/JP003 P*2-#9	49,48	17	4,04	A	B	C	D	E	F	G
JP001/JP003 P3-13	52,58	23	3,47	A	B	C	D	E	F	G
JP001/JP003 P1-11	52,83	6	6,80	A	B	C	D	E	F	G
DH/JP004 P6A-#38	53,50	2	11,78	A	B	C	D	E	F	G
JP002/JP003 P*-P5	54,26	8	5,89	A	B	C	D	E	F	G
JP002/DH P14-6	54,60	3	9,62	A	B	C	D	E	F	G
JP001/JP003 P3 #14	54,75	2	11,78	A	B	C	D	E	F	G
DH/JP003 P1-22	55,36	5	7,45	A	B	C	D	E	F	G
DH/JP003 P2-#40	55,69	16	4,16	A	B	C	D	E	F	G
JP003/JP001 P87-GL	58,03	25	3,33	A	B	C	D	E	F	G
JP003/JP001P*2-#3	58,87	8	5,89	A	B	C	D	E	F	G
JP002/JP004 P 7-7	61,00	1	16,66	A	B	C	D	E	F	G
JP003/JP001 P175-GL	69,75	4	8,33		B	C	D	E	F	G
JP003/JP001 P1 #1	72,42	6	6,80			C	D	E	F	G
JP001/JP003 P9# 15	79,10	9	5,55				D	E	F	G
JP001/JP003 P*-#19	84,90	1	16,66					E	F	G
DH/JP003 P6 #19	90,00	1	16,66						F	G
JP003/JP00 P169-GL	100,34	17	4,04							G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Test: Tukey Alfa=0,05
DMS=52,61897 Error: 277,5514 gl: 250

4.1.18. Longitud grano descascarado (mm)

Con respecto a esta variable (Anexo 18), el análisis de varianza realizado, manifestó que hubo alta significancia estadística.

En la Tabla 22 se observa el resultado del test de Tukey al 5 %. En esta variable, la línea JP003/JP001 P87-grano largo, expresó el valor más alto con una media de 7,85 mientras que la línea JP001/JP003 P3 #14, mostró el menor valor con un promedio de 4,1 mm (Figura 19).

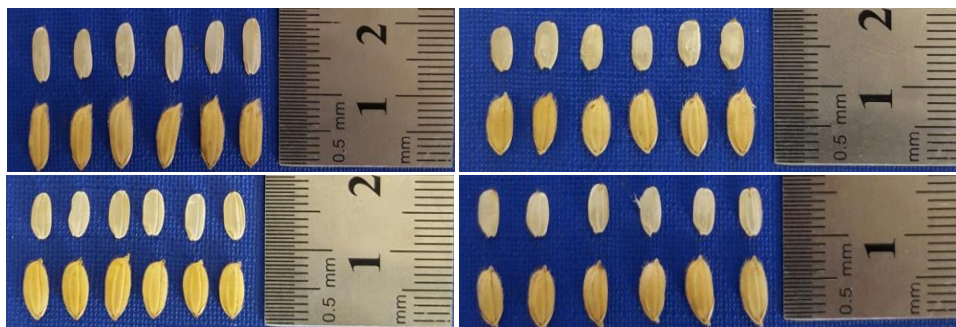


Figura 19. Medición de los granos con y sin cáscara en las líneas estudiadas.

4.1.19. Ancho grano descascarado (mm)

Con relación a esta variable, los resultados indican que el análisis de varianza obtuvo alta significancia estadística entre las líneas estudiadas (Anexo 19).

El resultado del Test de Tukey al 5%, resultó significativamente diferente entre las líneas estudiadas, expresando un mayor valor la línea JP001/JP004 P2-14, con una media de 2,98 mm, en comparación con la línea DH/JP003 P3-#24, que obtuvo un menor valor con un promedio de 2 mm (Tabla 23).

4.1.20. Centro blanco (%)

En la variable de centro blanco, el resultado del análisis de varianza señaló alta significancia estadística entre las 50 líneas estudiadas (Anexo 20).

Para el caso del Test de Tukey, los resultados se mostraron significativamente diferentes entre las 50 líneas estudiadas (Tabla 24). Las líneas JP001/JP002 P10-P13, DH/JP002 P1-4, DH/JP003 P*3-44, JP001/DH P5#1, DH/JP003 P12-#65, DH/JP002 P1 #28, JP001/DH p7-#3, JP002/DH P4-#29, JP001/DH P2 #29, JP001/JP003 P175-grano largo, JP001/JP003 P*-#19 y DH/JP003 P6 #19, presentaron valores de 0% de centro blanco, en contraste a las líneas DH/JP004 P3-7 JP002/JP004 P 7-7 que obtuvieron valores mayores con media de 26,17 y 27 %, correspondientemente.

Tabla 22. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Longitud grano descascarado mm, de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.

Cruces	Medias	N	E.E	Comparaciones
JP001/JP003 P3 #14	4,10	2	0,14	A
DH/JP003 P*2-#9	4,25	17	0,05	A B
JP001/JP003 P9# 15	4,36	9	0,07	A B C
JP003/JP001 P1 #1	4,38	6	0,08	A B C D
JP001/JP003 P*-#19	4,40	1	0,20	A B C D
JP001/DH P2 #29	4,47	7	0,08	A B C D E
JP003/JP001P*2-#3	4,68	8	0,07	A B C D E F
JP002/JP003 P*-P5	4,68	8	0,07	A B C D E F
JP002/DH P4-#29	4,69	12	0,06	A B C D E F
DH/JP002 P1 #28	4,70	2	0,14	A B C D E F
JP001/JP002 P10-P13	4,73	6	0,08	A B C D E F G
DH/JP003 P10-#13	4,80	7	0,08	B C D E F G H
JP001/JP002 P10-#14	4,80	7	0,08	B C D E F G H
DH/JP003 P6 #19	4,80	1	0,20	B C D E F G H
JP001/DH P*#18	4,82	5	0,09	B C D E F G H
JP001/DH p7-#3	4,83	3	0,12	B C D E F G H
JP001/JP003 P1-11	4,87	6	0,08	B C D E F G H
DH/JP003 P*2 #	4,92	5	0,09	C D E F G H I
DH/JP003 P1-#21	4,93	6	0,08	C D E F G H I
DH/JP003 P1 #2	4,93	3	0,12	C D E F G H I
JP002/JP004 P*-#5	4,94	8	0,07	C D E F G H I
DH/JP002 P1-4	4,95	2	0,14	C D E F G H I
JP001/JP003 P3-13	4,96	23	0,04	C D E F G H I
DH/JP003 P1-22	5,00	5	0,09	D E F G H I
DH/JP003 P12-#65	5,00	2	0,14	D E F G H I
DH/JP003 P1-#23	5,000	2	0,14	D E F G H I
JP001/JP002 P2-#15	5,00	3	0,12	D E F G H I
JP002/JP004 P 7-7	5,00	1	0,20	D E F G H I
JP001/JP004 P2-#20	5,05	4	0,10	E F G H I
DH/JP003 P1-#20	5,08	4	0,10	E F G H I
JP002/JP004 P*3-P9	5,09	7	0,08	E F G H I
DH/JP003 P1#25	5,10	5	0,09	E F G H I
DH/JP003 P*-P13	5,10	1	0,20	E F G H I
DH/JP003 P2-#40	5,18	16	0,05	F G H I
JP001/DH P5#1	5,20	2	0,14	F G H I
DH/JP003 P3-#24	5,20	2	0,14	F G H I
JP002/DH P4- 29	5,20	3	0,12	F G H I
JP001/JP004 P2-14	5,28	4	0,10	F G H I J
JP002/DH P6-15	5,35	2	0,14	G H I J
DH/JP003 P13B-#29	5,40	3	0,12	H I J K
JP002/DH P14-6	5,43	3	0,12	H I J K
DH/JP003 P*3-44	5,55	2	0,14	I J K L
JP002/JP004 P*2 P3	5,90	5	0,09	J K L M
DH/JP004 P3-7	6,00	6	0,08	K L M
DH/JP002 P*1-#20	6,19	15	0,05	L M
DH/JP004 P6A-#38	6,20	2	0,14	M
JP003/JP001 P175-GL	7,70	4	0,10	N
JP003/JP00 P169-GL	7,76	17	0,05	N
JP003/JP001 P87-GL	7,85	25	0,04	N

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,64386

Tabla 23. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Ancho grano descascarado mm, de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.

Cruces	Medias	N	E.E	Comparaciones
DH/JP003 P3-#24	2,00	2	0,08	A
JP003/JP001 P87-GL	2,00	25	0,02	A
JP003/JP001 P175-GL	2,00	4	0,06	A
DH/JP003 P1-#20	2,03	4	0,06	A
DH/JP003 P*2-#9	2,03	17	0,03	A B
JP003/JP00 P169-GL	2,04	17	0,03	A B
DH/JP002 P1 #28	2,05	2	0,08	A B C
JP002/DH P4-#29	2,05	12	0,03	A B C
DH/JP002 P*1-#20	2,08	15	0,03	A B C D
JP001/JP003 P* -#19	2,10	1	0,12	A B C D E
JP001/DH p7-#3	2,17	3	0,07	A B C D E
JP002/JP003 P* -P5	2,19	8	0,04	A B C D E F
DH/JP003 P* -P13	2,20	1	0,12	A B C D E F
DH/JP003 P6 #19	2,20	1	0,12	A B C D E F
DH/JP003 P2-#40	2,21	16	0,03	A B C D E F
DH/JP003 P1-22	2,22	5	0,05	A B C D E F G
DH/JP003 P1#25	2,24	5	0,05	A B C D E F G
JP001/DH P5#1	2,25	2	0,08	A B C D E F G H
DH/JP004 P6A-#38	2,25	2	0,08	A B C D E F G H
DH/JP002 P1-4	2,25	2	0,08	A B C D E F G H
DH/JP003 P12-#65	2,25	2	0,08	A B C D E F G H
DH/JP003 P13B-#29	2,30	3	0,07	A B C D E F G H I
JP001/DH P*#18	2,30	5	0,05	A B C D E F G H I
DH/JP003 P*2 #	2,30	5	0,05	A B C D E F G H I
JP001/JP003 P9# 15	2,31	9	0,04	A B C D E F G H I
JP002/JP004 P*3-P9	2,31	7	0,04	A B C D E F G H I
JP003/JP001P*2-#3	2,34	8	0,04	A B C D E F G H I J
JP002/DH P6-15	2,40	2	0,08	B C D E F G H I J K
JP001/JP002 P10-P13	2,42	6	0,05	C D E F G H I J K
JP002/DH P4- 29	2,43	3	0,07	D E F G H I J K L
DH/JP003 P1 #2	2,47	3	0,07	E F G H I J K L M
DH/JP003 P10-#13	2,56	7	0,04	F G H I J K L M N
JP001/DH P2 #29	2,59	7	0,04	G H I J K L M N O
DH/JP004 P3-7	2,62	6	0,05	H I J K L M N O P
DH/JP003 P*3-44	2,65	2	0,08	I J K L M N O P
DH/JP003 P1-#21	2,65	6	0,05	I J K L M N O P
JP001/JP002 P10-#14	2,66	7	0,04	I J K L M N O P
JP002/JP004 P*2 P3	2,66	5	0,05	I J K L M N O P
JP001/JP002 P2-#15	2,70	3	0,07	J K L M N O P
DH/JP003 P1-#23	2,70	2	0,08	J K L M N O P
JP003/JP001 P1 #1	2,72	6	0,05	K L M N O P
JP002/JP004 P* -#5	2,75	8	0,04	K L M N O P
JP001/JP003 P3 #14	2,80	2	0,08	L M N O P
JP001/JP004 P2-#20	2,80	4	0,06	L M N O P
JP002/DH P14-6	2,83	3	0,07	M N O P
JP001/JP003 P1-11	2,87	6	0,05	N O P
JP002/JP004 P 7-7	2,90	1	0,12	N O P
JP001/JP003 P3-13	2,95	23	0,02	O P
JP001/JP004 P2-14	2,98	4	0,06	P

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,37155 Error: 0,0138 gl: 250

Tabla 24. Resultados obtenidos en el Test de Tukey al 5%, de la variable Centro blanco, de las 49 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.

Cruces	Medias	N	E.E	Comparaciones					
JP001/JP002 P10-P13	0,00	6	1,80	A					
DH/JP002 P1-4	0,00	2	3,11	A					
DH/JP003 P*3-44	0,00	2	3,11	A					
JP001/DH P5#1	0,00	2	3,11	A					
DH/JP003 P12-#65	0,00	2	3,11	A					
DH/JP002 P1 #28	0,00	2	3,11	A					
JP001/DH p7-#3	0,00	3	2,54	A					
JP002/DH P4-#29	0,00	12	1,27	A					
JP001/DH P2 #29	0,00	7	1,66	A					
JP003/JP001 P175-GL	0,00	4	2,20	A					
JP001/JP003 P*-#19	0,00	1	4,40	A					
DH/JP003 P6 #19	0,00	1	4,40	A					
JP001/JP002 P10-#14	0,14	7	1,66	A					
JP001/JP003 P1-11	0,17	6	1,80	A					
DH/JP003 P1#25	0,20	5	1,97	A					
JP002/DH P4- 29	0,33	3	2,54	A					
DH/JP003 P1 #2	0,33	3	2,54	A					
DH/JP003 P10-#13	0,43	7	1,66	A					
JP001/JP003 P3-13	0,48	23	0,92	A					
JP002/JP003 P*-P5	0,87	8	1,55	A	B				
JP001/JP003 P9# 15	0,89	9	1,47	A	B				
JP001/JP003 P3 #14	1,00	2	3,11	A	B				
DH/JP003 P*2 #	1,00	5	1,97	A	B				
JP003/JP00169-P1-GL	1,00	16	1,10	A	B				
JP001/DH P*#18	1,00	5	1,97	A	B				
DH/JP003 P1-#20	1,00	4	2,20	A	B				
JP003/JP001 P87-GL	1,08	24	0,90	A	B				
JP003/JP001P*2-#3	1,13	8	1,55	A	B				
DH/JP003 P*2-#9	1,18	17	1,07	A	B				
JP003/JP001 P1 #1	1,33	6	1,80	A	B				
DH/JP003 P1-#23	1,50	2	3,11	A	B				
DH/JP003 P1-22	1,80	5	1,97	A	B				
JP002/DH P6-15	2,00	2	3,11	A	B				
DH/JP003 P*-P13	2,00	1	4,40	A	B				
DH/JP004 P6A-#38	2,50	2	3,11	A	B				
DH/JP003 P13B-#29	3,00	3	2,54	A	B				
DH/JP003 P1-#21	3,67	6	1,80	A	B				
JP002/JP004 P*3-P9	5,29	7	1,66	A	B				
DH/JP003 P2-#40	5,50	16	1,10	A	B				
JP001/JP002 P2-#15	6,33	3	2,54	A	B				
DH/JP003 P3-#24	6,50	2	3,11	A	B				
JP001/JP004 P2-14	8,50	4	2,20	A	B	C			
JP001/JP004 P2-#20	11,50	4	2,20	A	B	C	D		
DH/JP002 P*1-#20	14,60	15	1,14	B	C	D		E	
JP002/DH P14-6	22,33	3	2,54	C	D			E	
JP002/JP004 P*-#5	23,00	8	1,55		D			E	
JP002/JP004 P*2 P3	23,00	5	1,97		D			E	
DH/JP004 P3-7	26,17	6	1,80					E	
JP002/JP004 P 7-7	27,00	1	4,40					E	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Test:Tukey Alfa=0,05
DMS=13,88951 Error: 19,3322 gl: 248

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

Con respecto a esta variable, 10 líneas tuvieron la presencia de aristas JP002/DH P4-#43 JP001/JP002 P7-#4, JP002/DH P4-#43, JP001/JP004 P9-#28, JP002/DH P7-#9, JP001/JP004 P9-#28, JP002/DH P6-#26, JP002/DH P14-P13, JP001/JP004 P10-P12, DH/JP002 P*4-P12, las 50 restantes no presentaron aristas (Tabla 25).

Tabla 25. Presencia/ausencia de arista de las poblaciones segregantes F3 de arroz japonico, de las 49 líneas FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador. 2018.

Cruces	Presencia /Ausencia	Cruces	Presencia /Ausencia
DH/JP003 P6 #19	no	JP001/DH P2 #29	no
JP001/JP003 P*-#19	no	DH/JP003 P1-22	no
JP003/JP00169-P1-GL	no	DH/JP003 P1#25	no
JP003/JP001 P1 #1	no	JP001/DH P*#18	no
DH/JP004 P6A-#38	no	DH/JP003 P13B-#29	no
DH/JP003 P1-#23	no	JP001/DH p7-#3	no
DH/JP002 P1 #28	no	JP002/JP004 P*-#5	no
JP001/JP003 P9# 15	no	DH/JP003 P1-#20	no
JP001/JP003 P1-11	no	DH/JP003 P*2 #	no
JP003/JP001 P175-GL	no	JP001/JP003 P3-13	no
JP003/JP001 P87-GL	no	JP003/JP001P*2-#3	no
JP002/JP004 P 7-7	no	JP001/JP002 P10-#14	no
DH/JP003 P*-P13	no	JP002/DH P14-6	no
JP002/DH P4- 29	no	DH/JP003 P3-#24	no
DH/JP004 P3-7	no	DH/JP003 P10-#13	no
DH/JP003 P*3-44	no	JP002/JP004 P*2 P3	no
DH/JP003 P*2-#9	no	JP001/JP004 P2-14	no
DH/JP003 P2-#40	no	JP001/JP002 P10-P13	no
JP002/DH P4-#29	no	JP002/DH P4-#43	si
JP001/JP004 P2-#20	no	JP001/JP002 P7-#4	si
JP001/JP002 P2-#15	no	JP002/DH P4-#43	si
DH/JP003 P1 #2	no	JP001/JP004 P9-#28	si
DH/JP003 P1-#21	no	JP002/DH P7-#9	si
JP002/JP003 P*-P5	no	JP001/JP004 P9-#28	si
DH/JP002 P*1-#20	no	JP002/DH P6-#26	si
JP002/JP004 P*3-P9	no	JP002/DH P14-P13	si
JP001/JP003 P3 #14	no	JP001/JP004 P10-P12	si
DH/JP003 P12-#65	no	DH/JP002 P*4-P12	si
JP001/DH P5#1	no		
JP002/DH P6-15	no		
DH/JP003 P6 #19	no		

4.3. Análisis de Componentes Principales

En lo que se refiere al análisis de los componentes principales. En la Tabla 26, se

muestran las correlaciones de los caracteres observados que fueron establecidos entre las nueve variables cuantitativas utilizadas en este análisis.

Tabla 26. *Correlaciones de los caracteres observados entre las 9 variables cuantitativas analizadas. FACIAG-UTB. Los Ríos, Ecuador, 2018.*

Variabes	C1	C2
Macollos/Planta	0,08	0,61
Panículas/Planta/Cosecha	-0,08	0,65
Long. Hoja Bandera (cm)	0,35	0,06
Ancho Hoja Bandera (cm)	0,35	-0,12
Altura de planta (cm)	0,42	-0,05
Long. Panícula (cm)	0,46	-0,09
Granos/Panícula	0,46	-0,09
Peso de 1000 granos (G)	-0,17	0,06
Rendimiento(Granos/Planta)	0,33	0,41

En la Tabla 27 se observan los autovalores, la proporción distribuida y la proporción acumulada. se observa que en el valor acumulado muestra que las tres primeras variables, tales como: Macollos por planta, panículas por planta cosechadas y longitud de hoja bandera cm presentaron los valores de la proporción distribuida 0,43, 0,68 y 0,80 respectivamente. Estas tres variables manifiestan el 80% de la variación.

Tabla 27. *Autovalores, proporción distribuida y la proporción acumulada de las variables analizadas. FACIAG- UTB. Los Ríos, Ecuador.2018.*

Lambda/Variabes	autovalores	Proporción	Prop Acumulada
Macollos/Planta	3,91	0,43	0,43
Panículas/Planta/Cosecha	2,18	0,24	0,68
Long. Hoja Bandera (cm)	1,09	0,12	0,8
Ancho Hoja Bandera (cm)	0,59	0,07	0,86
Altura de planta (cm)	0,57	0,06	0,93
Long. Panícula (cm)	0,3	0,03	0,96
Granos/Panícula	0,17	0,02	0,98
Peso de 1000 granos (G)	0,13	0,01	0,99
Rendimiento(Granos/Planta)	0,06	0,01	1,00

En la Figura 13, se observa de manera gráfica, la correlación que existe entre las variables más evidentes, como son: longitudes de panícula y granos por panículas, pero a su vez también correlacionadas con la altura de planta y ancho de hoja bandera.

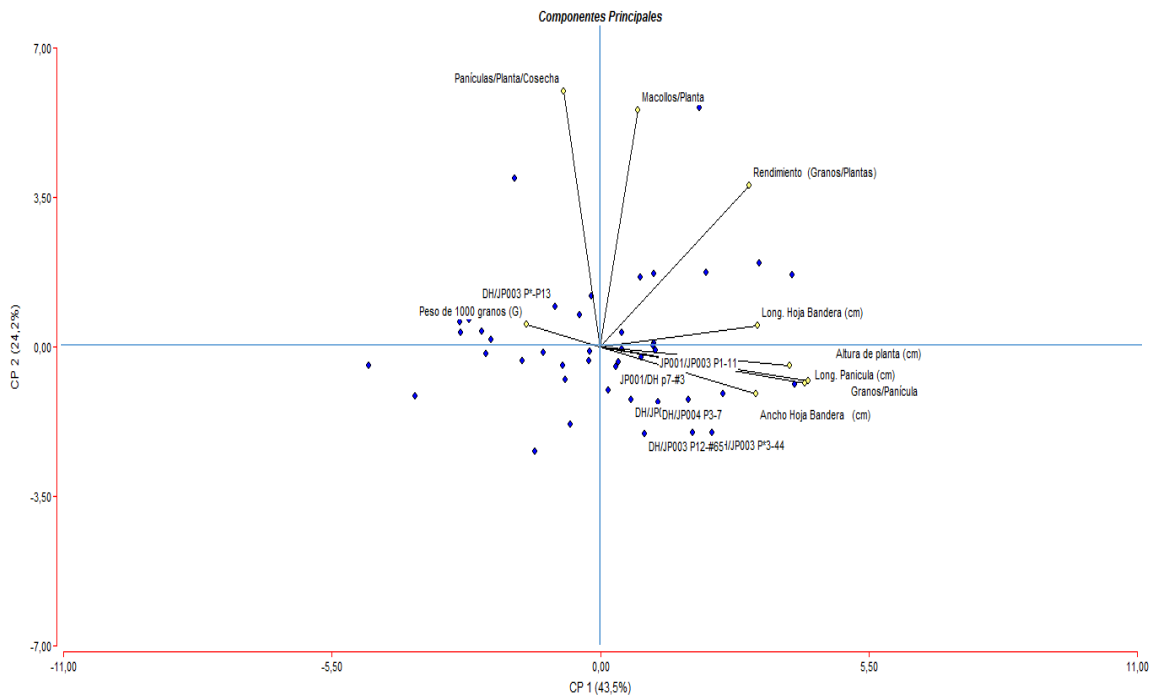


Figura 20. Correlación existente entre las variables longitud de panícula y granos por panículas, aunque también están correlacionadas con la altura de planta y ancho de hoja bandera. FACIAG UTB. 2018

4. 3. Análisis de Conglomerados

En relación a los resultados en este análisis permitió la agrupación de las líneas que presentaron similitud en las características utilizadas en el análisis, en la clase I las líneas con caracteres similares fueron JP002/JP004 P7-7, JP002/JP004 P*2-P3, JP002/DH P14-6, JP002/JP004 P2-14, JP001/JP004 P2-20, En la clase II fueron las líneas JP001/JP003 P3-#13, JP001/JP003 P1-#11, JP003/JP001 P*2-#3, JP001/DH P5-#1, JP001/DH P7-#3, JP001/DH P2-#29, JP001/DH P*-#18, JP001/JP002 P2-#15, JP001/JP002 P10-#14, JP001/JP002 P10-P13, JP002/JP004 P*-P9, DH/JP003 P*-P13, En la clase III conforman las líneas de JP003/JP001 P169-grano largo, JP003/JP001 P87-grano largo, JP003/JP001 P175-grano largo, En la clase IV muestran las siguientes líneas JP003/JP001 P1-#1, JP001/JP003 P9-#15, JP003/JP001 P3-#14, DH/JP003 P1-#2, DH/JP003 P3-#24, DH/JP003 P1-#23, DH/JP003 P1-#21, DH/JP003 P*3-#44, DH/JP003 P1-22, JP002/JP003 P*-P5, DH/JP003 P*2-#9, en la clase V las líneas JP001/JP003 P*-#19, DH/JP003 P6-#19, DH/JP002 P1-#28, y en la clase VI mostraron las líneas DH/JP003 P123-#65,

DH/JP003 P13B-3#29, DH/JP002 P1-4, JP002/DH P4-29, DH/JP004 P3-7, DH/JP004 P1-#20, JP002/DH P6-15, JP002/DH P4-#29, DH/JP003 P1#25, DH/JP003 P2#40, DH/JP003 P*2#, DH/JP004 P6A-#38, DH/JP004 P*1-#20, (Figura 19).

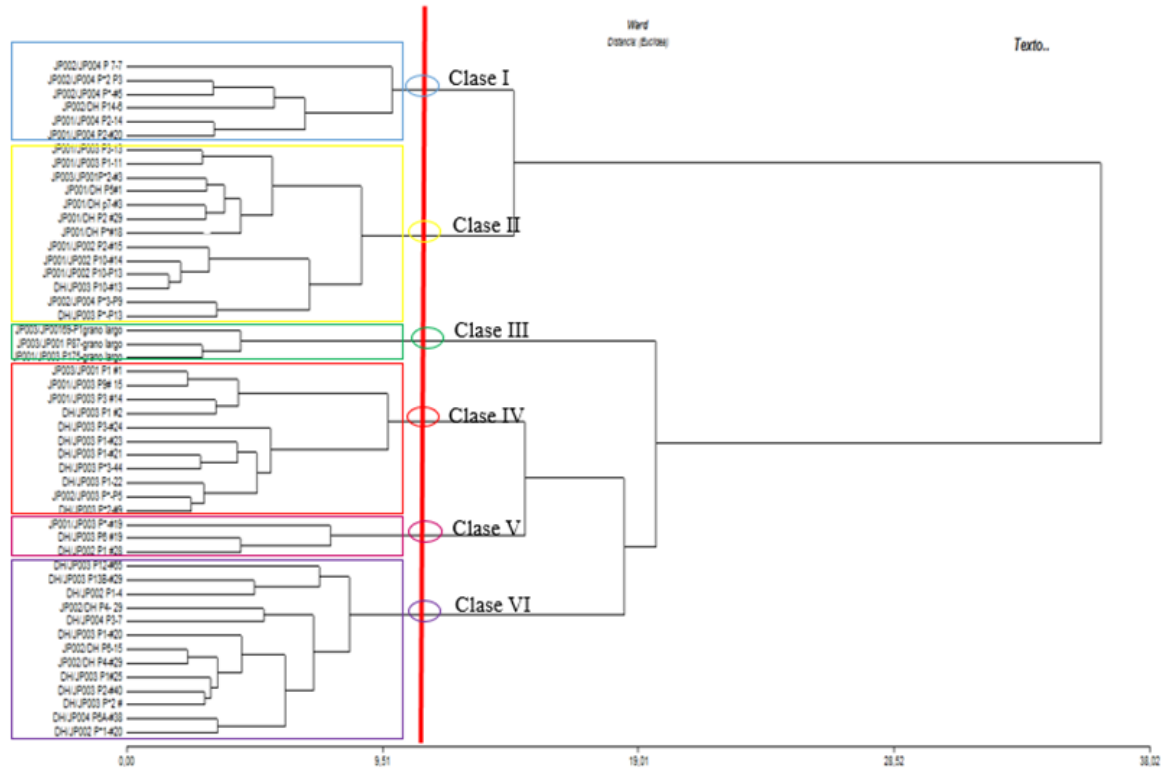


Figura 21. Resultados en este análisis de conglomerado, distancia Euclídea, método Ward, para la agrupación de las líneas que presentaron similitud en las características utilizadas en el análisis obtenido en este estudio.

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

El análisis de la variabilidad relativa (%), fue utilizado para la selección de las líneas con mejor rendimiento por planta, considerándose los valores más altos (arriba del promedio) del rendimiento por planta, y los valores más bajos (abajo del promedio) de la variabilidad relativa. Los valores que se ubicaron en la cuadrícula inferior derecha, como se muestra en la Figura 20, fueron las líneas seleccionadas, que se mencionan a continuación: JP001/JP003 P3-13, JP002/JP003 P*-P5, JP001/JP003 P9# 15, JP001/JP003 P3 #14, JP003/JP00169-P1grano largo, JP003/JP001 P1 #1, DH/JP004 P6A-#38 y

JP002/DH P14-6. Estas líneas presentaron los mayores pesos de rendimiento, valores que fueron desde 53 hasta 100 g y la variabilidad relativa (%), osciló entre 1,7 y 4%.

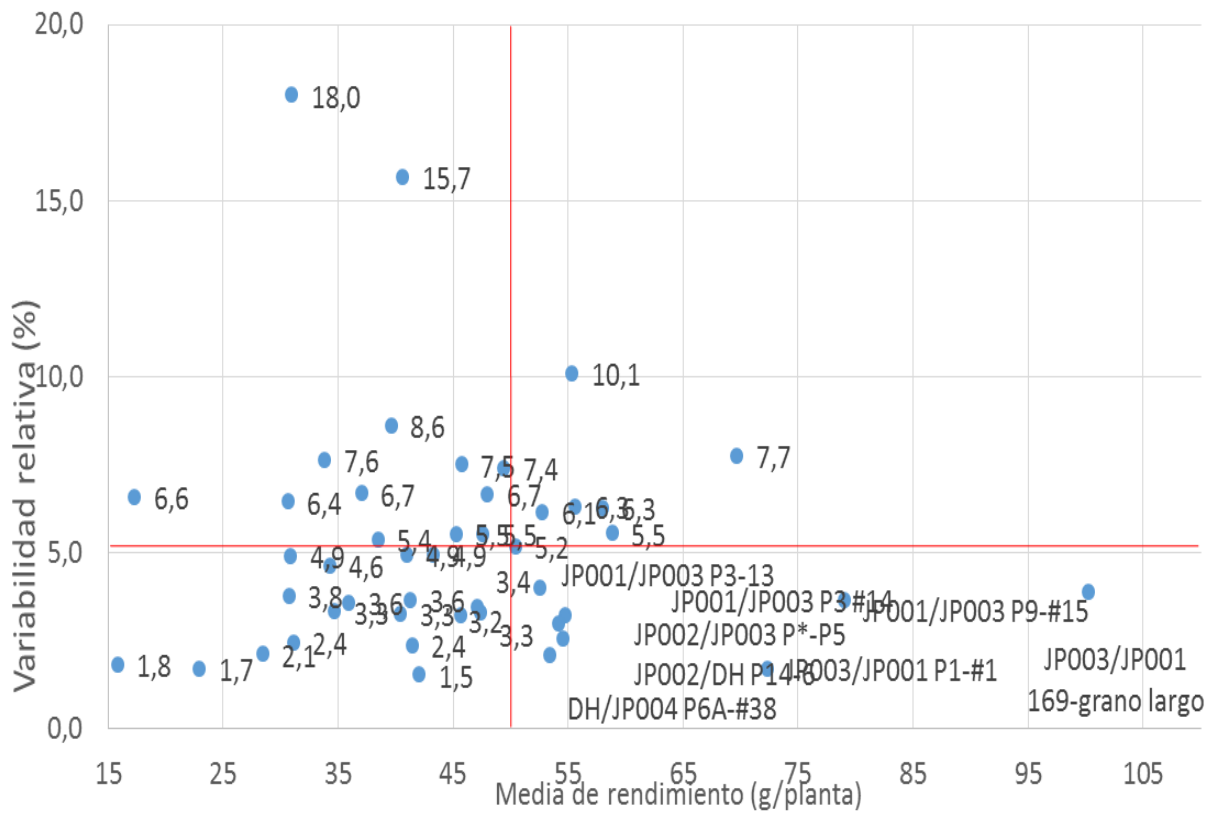


Figura 22. Análisis de la variabilidad relativa (%), utilizado para la selección de las líneas con mejor rendimiento de grano por planta. Estos fueron los valores que se ubicaron en la cuadrícula inferior derecha, se consideraron los más altos (arriba del promedio) del rendimiento por planta, y los valores más bajos (abajo del promedio) de la variabilidad relativa.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo una la investigación realizada en Venezuela sobre la caracterización morfológica de 13 variedades de arroz Montoya, Rodriguez, Perez, Cova y Aleman (2007), observaron que en relación al número de macollos, las variedades D-SATIVA y FONAIAP-1 presentaron una capacidad de macollamiento intermedia, mientras que el resto de las variedades presentaron buena capacidad de macollamiento. Por otro lado, Ávila (2012), en un estudio realizado con 91 poblaciones de F1 de arroz, se reportó 32 poblaciones seleccionada con un buen número de macollos, que variaron entre 11 y 31 macollos por planta. En cuanto a los resultados obtenidos en este estudio, la mayor parte de las líneas estudiadas obtuvieron valores similares al estudio de los autores mencionados; sin embargo hubieron líneas que alcanzaron valores superiores tal como la línea JP001/JP003 P* -#19, que logró una media de 44 macollos, en contraste con la línea JP002/DH P14-6 que alcanzó el menor promedio con 9 macollos por planta.

En un estudio realizado en Ecuador sobre la evaluación y selección en 91 poblaciones F1 de arroz, provenientes de cruzamientos entre progenitores deseables, Ávila (2012), menciona que el número de panículas/planta varió entre 7 y 29. En el presente estudio, la mayor parte de los valores que se encontraron se asemejan al estudio mencionado; sin embargo, existen líneas que se han expresado de manera superior como lo son DH/JP002 P1 #28, JP002/JP004 P 7-7 y JP001/JP003 P* -#19 que presentaron valores de 35, 42 y 43 panículas por planta, aunque también existen líneas que alcanzaron valores bajos como lo es la línea JP002/DH P14-6, que mostró un promedio de 8,67.

Analizando la característica altura de planta, Degiovanni, Gomez & Sierra (2004), en un estudio sobre el análisis de crecimiento y etapas de desarrollo de tres variedades de arroz en Colombia, mencionan que algunas variedades comerciales, tales como Fedearroz 2000, Fedearroz 50 y Colombia XXI, mostraron promedios de altura de 130,8, 127,4 y 127,3 cm, respectivamente. Por otro lado, Gonzalez (2016), en un estudio realizado en Ecuador sobre dos variedades comerciales de arroz, sometidas a fertilización y productos orgánicos, observaron alturas promedios de 108,5 y 124,8 cm en los cultivares INIAP-15 y SFL-11, respectivamente. En este trabajo de investigación, se observó que la línea DH/JP003 P*3-44, alcanzó un promedio de 119,63 cm de altura, a diferencia de JP001/JP004 P2-14, que obtuvo una media de 51,25 cm. En relación a ésta variable, Fernández *et al.*, (1985) citado por Palacios y Pauth (2008), aseveran que la altura baja de

las plantas y la dureza de los tallos, son cualidades esenciales en variedades de alto rendimiento, ya que minimizan el volcamiento y poseen una mayor relación de grano por panícula. Igualmente, Zeledón (1993) citado por el mismo autor, menciona que la selección varietal de una determinada altura de planta en arroz, es importante desde el punto de vista agronómico, debido a la relación que esta tiene con la resistencia al acame. Cabe mencionar que plantas de mayor altura requieren de más cantidad de nutrientes para formar la biomasa necesaria utilizada en su desarrollo y producción; por lo tanto, es menester considerar alturas que podrían oscilar entre 80 a 100 cm, donde los nutrientes utilizados se dirijan a llenar los granos, fundamentalmente.

La longitud de la panícula, es una de las variables de importancia, ya que contiene distribuida una mayor o menor cantidad de granos a lo largo de su estructura. De acuerdo a los resultados obtenidos por Díaz, Morejón y Pérez (2017), en un estudio realizado acerca del comportamiento y selección con 20 líneas avanzadas de arroz en Cuba, estos autores encontraron que la longitud de panícula oscilaba entre 23,9 y 32,1 cm. Estos resultados en parte, se aproximan a los valores encontrados en el presente estudio, donde se encontró que el valor más alto fue de 30,2 cm para la línea JP001/JP003 P175-grano largo; sin embargo, en el estudio de los autores antes mencionados, el menor valor de 23,9 cm no se asemeja a los resultados del presente estudio, donde el menor valor fue de 11,65 cm para la línea JP001/JP004 P2-14, indicando que existe una mayor expresión de la variabilidad genética en las líneas del presente estudio. Probablemente, esta variabilidad se expresa debido a que en la presente investigación se utilizaron líneas que provienen de cruzamientos con variedades de tipo japonico, progenies que han heredado estas características de los parentales o ancestros.

En cuanto a los resultados obtenidos del presente estudio, indicó que la línea JP001/JP003 P175-grano largo, logró el valor más alto con una media de 223,85 granos por panículas, por el contrario, la línea JP001/JP002 P10-P13, señaló el valor más bajo con un promedio de 62,88 granos; sin embargo, Borja (2016) al trabajar con poblaciones F1 de arroz tipo japonico, menciona que el cruce DH/JP003 presentó el mayor número de granos por panícula, presentando una media de 123,47 cuyo valor se encuentra dentro de los parámetros encontrados en este trabajo.

Con respecto a los valores obtenidos en el peso de 1000 granos, con relación a los resultados obtenidos entre las 50 líneas estudiadas del presente trabajo, la línea

JP002/JP004 P7-7, alcanzó el mayor valor con 35,8 g; sin embargo, la línea JP002/DH P4-29 obtuvo el valor medio más bajo de 21,33 g. Los resultados obtenidos en este estudio se relacionan con los obtenidos en Nicaragua por los autores Palacios y Pauth (2008), en un estudio realizado en nueve líneas de arroz con resistencia al manchado del grano, mostraron los resultados obtenidos en las líneas 9 (PCT-6/6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-3-5), la cual obtuvo el mayor peso con 35.75 gramos. Esta línea es superior al resto del material evaluado incluyendo la testigo. Los pesos menores fueron obtenidos por las línea 5 (CT 18148-6-9-3-3-2-M) y la línea 6 (CT 18148-6-9-5-1-2-M) con 26.2 y 25.9 gramos, respectivamente.

De acuerdo a los resultados obtenidos por Ortiz (2013) y Ávila (2012), en un estudio con 32 poblaciones F2 de arroz provenientes de cruces simples, los autores mencionan que entre las poblaciones estudiadas, la que alcanzó el mayor valor de rendimiento por planta es la población GO-38712/INIAP-15 con un promedio de 100 gramos, siendo el testigo GO-39691, el que presentó el menor valor de rendimiento por planta con 53,4 gramos. En lo que se refiere a los resultados obtenidos de esta investigación, los resultados de la línea JP003/JP00 P169-grano largo, se aproximan a los valores obtenidos por el autor antes mencionado, logrando el mejor valor con un promedio de 100,34 g, aunque la línea JP001/JP004 P2-14 alcanzó el menor valor con una media de 15,88 g.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación sobre la “Selección de segregantes F3 de arroz japonico (*Oryza sativa* L. ssp. *japonica*) con características agronómicas superiores para el desarrollo de nuevas variedades”, se concluye lo siguiente:

Con respecto a la variable número de macollos, hubieron líneas como la JP001/JP003 P* -#19, que logró una media de 44 macollos; sin embargo, otras fueron contrastantes como la línea JP002/DH P14-6 que alcanzó apenas 9 macollos por planta.

Con respecto a la variable panícula por planta, se encontraron líneas que se expresaron de manera superior como lo son DH/JP002 P1 #28, JP002/JP004 P 7-7 y JP001/JP003 P* -#19 que presentaron excelentes promedios, estuvieron en un rango de 35 a 43 panículas por planta.

La línea DH/JP003 P*3-44, alcanzó un promedio de 119,63 cm de altura, a diferencia de JP001/JP004 P2-14, que obtuvo una media de 51,25 cm. Sin embargo, se debe mencionar que las alturas entre 80 a 100 cm en arroz pueden favorecer su arquitectura de planta y ser menos propensas al acame.

La línea JP001/JP003 P175-grano largo, logró el valor más alto de granos por panículas con una media de 223,85, como indicativo de mejor producción.

Con respecto al rendimiento (g/planta), la línea JP003/JP00 P169-grano largo logró el mejor valor con un promedio de 100,34 g; sin embargo, el análisis de variabilidad relativa permitió la selección de ocho líneas de mejor comportamiento, las que se

mencionan a continuación: JP003/JP00169-P1grano largo, JP001/JP003 P3-13, JP002/JP003 P*-P5, JP001/JP003 P9# 15, JP001/JP003 P3 #14, JP003/JP001 P1 #1, DH/JP004 P6A-#38 y JP002/DH P14-6, líneas que servirán para los estudios subsiguientes.

Recomendaciones:

Continuar con las líneas seleccionadas a la siguiente Filial (F4), para la selección rigurosa de las líneas élites, que pasarán a la siguiente etapa.

Existen líneas observadas de buen comportamiento, que se deben someter a evaluaciones de calidad de grano molinera y culinaria, plagas y enfermedades, nutrición y otros estudios de importancia agronómica, sanitaria y de producción, que complementarán la información necesaria para la liberación futura de nuevas variedades.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación sobre la “Selección de segregantes F3 de arroz japonico (*Oryza sativa* L. ssp. *japonica*) con características agronómicas superiores para el desarrollo de nuevas variedades”, fue establecido en la Granja Experimental El Palmar de la Universidad Técnica de Babahoyo, Proyecto CEDEGE, provincia de Los Ríos. Ubicada en el Km 10,5 de la vía Babahoyo – Montalvo.

Las variables evaluadas fueron; 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 (%), y Presencia de arista (%). Los análisis estadísticos utilizados fueron: análisis de varianza y el test de Tukey 5%, análisis de Componentes Principales, el análisis de Conglomerados y el análisis de la Variabilidad Relativa (%).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, con respecto a la variable número de macollos, se observaron líneas como la JP001/JP003 P* -#19, que logró una media de 44 macollos; sin embargo, otras fueron contrastantes como la línea JP002/DH P14-6 que alcanzó apenas 9 macollos por planta. En lo que se refiere al número de panícula por planta, algunas líneas que se expresaron de manera superior como lo son DH/JP002 P1 #28, JP002/JP004 P 7-7 y JP001/JP003 P* -#19, que presentaron promedios que estuvieron en el rango de 35 a 43 panículas por planta.

La línea DH/JP003 P*3-44, alcanzó un promedio de 119,63 cm de altura de planta, a diferencia de JP001/JP004 P2-14, que obtuvo una media de 51,25 cm. Sin embargo, se debe mencionar que las alturas entre 80 a 100 cm en arroz pueden favorecer su arquitectura de planta y ser menos propensas al acame. La línea JP001/JP003 P175-grano largo, logró el valor más alto de granos por panículas con una media de 223,85, como indicativo de mejor producción.

Con respecto al rendimiento (g/planta), la línea JP003/JP00 P169-grano largo logró el mejor valor con un promedio de 100,34 g; sin embargo, el análisis de variabilidad

relativa(%) permitió la selección de ocho líneas de mejor comportamiento, como se mencionan a continuación: JP003/JP00169-P1grano largo, JP001/JP003 P3-13, JP002/JP003 P*-P5, JP001/JP003 P9# 15, JP001/JP003 P3 #14, JP003/JP001 P1 #1, DH/JP004 P6A-#38 y JP002/DH P14-6, líneas que servirán para los estudios subsiguientes.

En este estudio, se recomienda dar continuidad a las líneas seleccionadas y llevarlas a la siguiente Filial (F4), para la selección de líneas élites. Las líneas de buen comportamiento, se deben realizar evaluaciones de calidad de grano molinera y culinaria, plagas y enfermedades, nutrición y demás estudios que complementen la investigación para lograr a futuro la liberación de variedades con excelentes características.

Palabras claves: Arroz, Variabilidad genética, subespecie japónica, selección, segregantes F3.

SUMMARY

In the present research on the "Selection of segregants F3 of japonica type rice (*Oryza sativa* L. ssp. *japonica*) with superior agronomic characteristics for the development of new varieties", was conducted in the El Palmar Experimental Farm belonging to the Technical University of Babahoyo, CEDEGE Project area, province of Los Ríos, located at Km 10.5 of the Babahoyo - Montalvo road.

The evaluated variables were; 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 (%), and Presence of edge (%). The statistical analyzes used were: analysis of variance and the Tukey test 5%, analysis of Principal Components, the analysis of Conglomerates and the analysis of the Relative Variability.

The obtained results in the present work, with respect to the variable number of tillers, were observed lines such as JP001 / JP003 P * - # 19, which achieved an average of 44 tillers; however, others were contrasting as the line JP002 / DH P14-6 that reached only 9 tillers per plant. As regards the panicle number per plant, some lines were expressed in a superior way, such as DH / JP002 P1 # 28, JP002 / JP004 P 7-7 and JP001 / JP003 P * - # 19, which presented averages which were in the range of 35 to 43 panicles per plant.

Line DH / JP003 P * 3-44, reached an average of 119.63 cm of plant height, unlike JP001 / JP004 P2-14, which obtained an average of 51.25 cm. However, it should be mentioned that heights among 80 to 100 cm in rice, can favor its plant architecture and can be less prone to lodging. Line JP001 / JP003 P175-long grain, achieved the highest value of grains per panicles with an average of 223.85, as an indication of better production.

With respect to the yield (g / plant), the line JP003 / JP00 P169-long grain achieved the best value with an average of 100.34 g; however, the analysis of relative variability (%) allowed the selection of eight lines of better behavior, as mentioned below: JP003 / JP00169-P1 long, JP001 / JP003 P3-13, JP002 / JP003 P * -P5, JP001 / JP003 P9 # 15, JP001 / JP003 P3 # 14, JP003 / JP001 P1 # 1, DH / JP004 P6A- # 38 and JP002 / DH P14-6, lines that will be used for subsequent studies.

In this study, it is recommended to give continuity to the selected lines and take them to the next generation (F4), for the selection of elite lines. The lines of good behavior, quality evaluations should be made milling and culinary grain, pests and diseases, nutrition and other studies that complement the research to achieve future release of varieties with excellent characteristics.

Key words: Rice, genetic variability, japonica subspecies, selection, F3 segregation.

LITERATURA CITADA

- Acevedo, M. A., Castrillo, W. A., & Belmonte, U. C. (2006). Origen, evolución y diversidad del arroz. *Agronomía tropical*, 56, 151-170.
- Aguirre, C., Alvarado, R., & Hinrichsen, P. (2005). Identificación de Cultivares y Líneas de Mejoramiento de Arroz de Chile Mediante Amplificación de Fragmentos Polimórficos (AFLP). *Agricultura Técnica*, 65(4), 356-369. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072005000400002>
- Arana Vera, V. S. (2016). *Hibridación interespecífica de arroz (Oryza rufipogon G. x Oryza sativa L. ssp. japonica) para la obtención de segregante F1 con potencial genético en el desarrollo de gemosplasma mejorado*. Babahoyo-Los Ríos-Ecuador. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/3255/1/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000035.pdf>
- Avila Alvarado, W. I. (2012). "Evaluación y selección de poblaciones F1 de arroz (Oryza sativa L.) provenientes de cruzamientos entre progenitores deseables. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Babahoyo, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/953>
- Berrio Orozco, L. E., Torres Toro, E. A., Valencia, J. B., & Cuásquer Sedan, J. B. (2016). Diversidad genética de las variedades de arroz flar liberadas entre 2003-2014. *Agronomía Mesoamericana*, 27(2), 217-231. doi:<http://dx.doi.org/10.15517/am.v27i2.20695>
- Caicedo, Y. (2008). *Evaluación de características Agronómicas de cuatro líneas interespecíficas de arroz (oryza sativa oryza latifolia) comparadas con dos variedades comerciales y una nativa*. Trabajo de tesis presentado como requisito parcial para optar al título de ingeniero agrónomo del trópico húmedo, Universidad del Pacífico, Facultad de Ciencias Naturales, Buenaventura.
- Castro, J. (2015). *Caracterización morfo-agronómica de 119 introducciones pertenecientes a la recolección colombiana de arroz (Oryza sativa L.)*. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Universidad de Tolima, Facultad de Ingeniería Agronómica, Tolima.
- Danty, & Muñoz. (2010). Mercado del arroz situación mundial y nacional. *Potencia alimentaria y forestal*, 16. Obtenido de <https://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/doc/2341.pdf>
- Degiovanni, V. M., Gomez, J. A., & Sierra, J. M. (2004). Análisis de crecimiento y etapas de desarrollo de tres variedades de arroz (oryza sativa). 9(1), 21-21.
- Díaz, S. H., Morejon, R., & Pérez, N. d. (2017). Comportamiento y selección de líneas avanzadas de arroz (oryza sativa L) obtenidas por programa de mejoramiento en los palacios. *Cultivos Tropicales INCA*, 38(1), 81-88. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362017000100010
- González Mosquera, M. A. (2016). "EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE DOS VARIEDADES DE ARROZ (Oryza sativa L.) con fertilización nitrogenada y dosis de mejoradores orgánicos. Previo a la obtención del título de ingeniero agrónomo, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Guayaquil, Ecuador.

- Guzmán Jara, P. M. (2018). *Efecto del quelato de cobre más agua ozonizada en el control de caracol manzana (Pomacea canaliculata) en el cultivo de arroz en la zona de salitre*. Trabajo de titulación previo a la obtención del título de ingeniero agropecuario, Universidad de Católica Santiago de Guayaquil, Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10210/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-135.pdf>
- INIFAP. (2002). *Informe de Investigación 200 del Estado de Morelos*. Informe de Investigación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, SAGARPA, Morelos, México. Obtenido de <https://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/unidadmorelos/libros/informes/informe2000.pdf>
- Jennings, P. R., Coffman, W. R., & Kauffman, H. E. (1981). *Mejoramiento de arroz*. Cali-Colombia. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/54123/MARQU%C3%89S%20-%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20un%20dise%C3%B1o%20en%20Lattice%20Square%20como%20alternativa%20a%20los%20m%C3%A9todos%20actuales%20en%20la....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jennings, P., & Kouffman, H. (1981). *Mejoramiento de Arroz*.
- Mariotti, J. (1986). *Fundamentos de genética biométrica, aplicaciones al mejoramiento genético vegetal*. España. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/54123/MARQU%C3%89S%20-%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20un%20dise%C3%B1o%20en%20Lattice%20Square%20como%20alternativa%20a%20los%20m%C3%A9todos%20actuales%20en%20la....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Marqués, L. (2015). *Evaluación de un diseño en lattice square como alternativa a los métodos actuales en la mejora de líneas de arroz*. Tesis Doctoral para optar al título de doctor en Producción, Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Producción Vegetal, Valencia, España. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/54123/MARQU%C3%89S%20-%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20un%20dise%C3%B1o%20en%20Lattice%20Square%20como%20alternativa%20a%20los%20m%C3%A9todos%20actuales%20en%20la....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martínez, C. P., Tohme, J., López, J., Barrero, J., Couch, S. R., Roca, W., . . . Guimarães, E. (1998). Estado actual del mejoramiento del arroz mediante la utilización de especies silvestres de arroz en CIAT. *Agronomía Mesoamericana*, 9(1), 10-17. Obtenido de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v09n01_010.pdf
- Montoya, M., Rodríguez, N., Pérez Almeida, I., Cova, J., & Alemañ, L. (2007). Caracterización morfológica de 13 variedades de arroz venezolanas. *Agronomía Tropical*, 57(4). Obtenido de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2007000400006
- Moreno Aguirre, B., & Salvador Sarauz, S. (2014). Rendimientos del arroz en el Ecuador segundo trimestre del 2014. *Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca*, 15. Obtenido de

http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_arroz_2do_cuatrimestre_2014.pdf

- Muñoz, G., Giraldo, G., & Fernández de Soto, J. (1993). *Descriptores varietales: arroz, frijol, maíz, sorgo*. .
- Ntanos, D. A., & Roupakias, D. G. (2001). *Comparative efficiency of two breeding methods for yield and quality in rice*. Valencia. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/54123/MARQU%C3%89S%20-%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20un%20dise%C3%B1o%20en%20Lattice%20Square%20como%20alternativa%20a%20los%20m%C3%A9todos%20actuales%20en%20la....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- OCT. (2007). *La producción y el comercio internacional del arroz*. Observatorio de Corporaciones Transnacionales, Cordova.
- Ortiz Avila, E. J. (2013). *Evaluación de 32 poblaciones F2 de arroz (Oryza sativa L.) provenientes de cruces simple*. Babahoyo-Los Rios-Ecuador. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/196/6/T-UTB-FACIAG-AGR-000057.pdf>
- Palacios Martinez, E. R., & Pauth Martinez, M. J. (2008). *Evaluación avanzada de nueve líneas de arroz (oryza sativa L.) con resistencia al manchado del grano, valle de sebaco*. Para optar al grado de ingeniero agronomo, Universidad Nacional Agraria, Producción Vegetal, Nicaragua.
- Pérez, L. J. (2015). *Análisis genético de la resistencia parcial a magnaporthe oryzae en arroz (Oryza sativa) en varias poblaciones y ambientes*. para optar al grado de doctor ingeniero agronomo, Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Biotecnología, Valencia, España. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/62582/P%C3%89REZ%20-%20An%C3%A1lisis%20gen%C3%A9tico%20de%20la%20resistencia%20parcial%20a%20Magnaporthe%20oryzae%20en%20arroz%20%28Oryza%20sativa%29%20....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pieters, A. J., Graterol, E., Reyes, E., & Álvarez, R. Y. (Diciembre de 2011). cincuenta años de mejoramiento genético del arroz en Venezuela. ¿qué se ha logrado? *Interciencia*, 36(12), 2-6. Obtenido de <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2018/01/943-PIETERS-6.pdf>
- Pincirolí, M., Ponzio, N. R., & Salsamendi, M. (2015). *El arroz alimento de millones*. Argentina. Obtenido de ftp://www1.faa.unicen.edu.ar/pub/Arroz_Alimento_de_millones.pdf
- Quinaloa, J. (2016). *Evaluación de la patogenicidad de burkholderia glumae y burkholderia gladioli, en semilla, plantula y planta de tres variedades de arroz (Oryza sativa)*. Trabajo de grado previa a la obtención del título de ingeniería agronomica, Universidad Central del Ecuador, Facultad de ciencias Agrícolas, Quito, Ecuador.
- SAG. (2003). *Manual técnico para el cultivo del arroz (oryza sativa)*. Manual Técnico, Secretaría de Agricultura y Ganadería, Dirección de ciencia y Tecnología Agropecuaria, DICTA, Honduras.

- Suárez , C. E. (2006). *Principios del mejoramiento genético en el arroz*. Cuba. Obtenido de <http://cursa.ihmc.us/rid=1HZ6D7LXV-1B9ZPMM-RJ2/1MEJORAMIENTO%20DEL%20ARROZ.pdf>
- Tanksley, S. D., & Nelson, J. C. (1995). *Advanced backcross qtl analysis a method for the simultaneous discovery and transfer of valuable qtls from unadapted germplasm into elite breeding lines theoretical and applied genetics*. España.
- Torró Torró, I. (2010). *Análisis de los factores que determinan la resistencia al encamado y características de grano en arroz (Oryza sativa L.), y su asociación con otros caracteres, en varias poblaciones y ambientes: bases genéticas y QTLs implicados*. para optar al grado de doctor ingeniero agronomo, Universidad Tecnica de Valencia, Departamento de biotecnología, Valencia-España. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/9317/tesisUPV3425.pdf>
- Valladares, C. A. (2010). *Taxonomía y Botánica de los Cultivos de grano*. departamento de produccion vegetal, La ceiba. Obtenido de http://institutorubino.edu.uy/materiales/Federico_Franco/6toBot/unidad-ii-taxonomia-botanica-y-fisiologia-de-los-cultivos-de-grano-agosto-2010.pdf
- Viteri, & Zambrano. (2016). Comercialización de arroz en Ecuador Análisis de la evolución de precios en el eslabón. *Ciencias Agropecuarias*, 9(2), 11-17. doi:<http://dx.doi.org/10.18779/cytuteq.v9i2.21.g11>
- Yonezawa, K. (1997). *Yield components in t matsui, y futsuhara, f kikuchi, h yamaguhi, eds science of the rice plant*. Valencia.
- Young, N. D. (1994). *Constructing a plant genetic linkage map with dna markers*. London. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/62582/P%C3%89REZ%20-%20An%C3%A1lisis%20gen%C3%A9tico%20de%20la%20resistencia%20parcial%20a%20Magnaporthe%20oryzae%20en%20arroz%20%28Oryza%20sativa%29%20....pdf?sequence=1>

ANEXOS

Anexo 1. *Análisis de varianza (SC tipo I) vigor, de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	327,13	48	6,82	3,3	<0,0001
Cruces	327,13	48	6,82	3,3	<0,0001
Error	516,41	250	2,07		
Total	843,53	298			

Anexo 2. *Análisis de varianza (SC tipo I) floración, de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12153,22	48	253,19	17,86	<0,0001
Cruces	12153,22	48	253,19	17,86	<0,0001
Error	3544,52	250	14,18		
Total	15697,74	298			

Anexo 3. *Análisis de varianza (SC tipo I) días en formación de granos, de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	18107,52	48	377,24	26,61	<0,0001
Cruces	18107,52	48	377,24	26,61	<0,0001
Error	3544,52	250	14,18		
Total	21652,05	298			

Anexo 4. *Análisis de varianza (SC tipo I) macollos por planta de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3923,3	48	81,74	3,74	<0,0001
Cruces	3923,3	48	81,74	3,74	<0,0001
Error	5469,26	250	21,88		
Total	9392,56	298			

Anexo 5. Análisis de varianza (SC tipo I) panículas por planta, en Campo de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6044,82	48	125,93	4,68	<0,0001
Cruces	6044,82	48	125,93	4,68	<0,0001
Error	6726,85	250	26,91		
Total	12771,67	298			

Anexo 6. Análisis de varianza (SC tipo I) panículas por planta en cosecha, de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5808,92	48	121,02	4,33	<0,0001
Cruces	5808,92	48	121,02	4,33	<0,0001
Error	6979,39	250	27,92		
Total	12788,3	298			

Anexo 7. Análisis de varianza (SC tipo I) longitud de hoja bandera (cm), de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	17503,45	48	364,66	8,97	<0,0001
Cruces	17503,45	48	364,66	8,97	<0,0001
Error	10168,62	250	40,67		
Total	27672,07	298			

Anexo 8. Análisis de varianza (SC tipo I) ancho de hoja bandera (cm), de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10,62	48	0,22	8,21	<0,0001
Cruces	10,62	48	0,22	8,21	<0,0001
Error	6,74	250	0,03		
Total	17,36	298			

Anexo 9. Análisis de varianza (SC tipo I) longitud de hoja 2 (cm), de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	27569,92	48	574,37	11,28	<0,0001
Cruces	27569,92	48	574,37	11,28	<0,0001
Error	12735,41	250	50,94		
Total	40305,33	298			

Anexo 10. Análisis de varianza (SC tipo I) ancho de hoja bandera (cm), de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,74	48	0,16	7,03	<0,0001
Cruces	7,74	48	0,16	7,03	<0,0001
Error	5,74	250	0,02		
Total	13,48	298			

Anexo 11. Análisis de varianza (SC tipo I) altura de planta (cm), de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	63210,36	48	1316,88	20,8	<0,0001
Cruces	63210,36	48	1316,88	20,8	<0,0001
Error	15827,54	250	63,31		
Total	79037,9	298			

Anexo 12. Análisis de varianza (SC tipo I) longitud de panícula (cm), de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5252,67	48	109,43	40,58	<0,0001
Cruces	5252,67	48	109,43	40,58	<0,0001
Error	674,17	250	2,7		
Total	5926,84	298			

Anexo 13. Análisis de varianza (SC tipo I) granos por panícula, de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	524784,56	48	10933,01	12,81	<0,0001
Cruces	524784,56	48	10933,01	12,81	<0,0001
Error	213340,26	250	853,36		
Total	738124,82	298			

Anexo 14. Análisis de varianza (SC tipo I) esterilidad, de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7178,51	48	149,55	4,73	<0,0001
Cruces	7178,51	48	149,55	4,73	<0,0001
Error	7896,41	250	31,59		
Total	15074,92	298			

Anexo 15. Análisis de varianza (SC tipo I) desgrane, de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	101618,24	48	2117,05	13,82	<0,0001
Cruces	101618,24	48	2117,05	13,82	<0,0001
Error	38306,84	250	153,23		
Total	139925,08	298			

Anexo 16. Análisis de varianza (SC tipo I) peso de 100 granos (g), de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2206,73	48	45,97	10,31	<0,0001
Cruces	2206,73	48	45,97	10,31	<0,0001
Error	1114,81	250	4,46		
Total	3321,53	298			

Anexo 17 Análisis de varianza (SC tipo I) rendimiento gramos por planta de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	92588,17	48	1928,92	6,95	<0,0001
Cruces	92588,17	48	1928,92	6,95	<0,0001
Error	69387,86	250	277,55		
Total	161976,03	298			

Anexo 18. Análisis de varianza (SC tipo I) longitud granos descascarados (mm), de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	371,72	48	7,74	186,35	<0,0001
Cruces	371,72	48	7,74	186,35	<0,0001
Error	10,39	250	0,04		
Total	382,11	298			

Anexo 19. *Análisis de varianza (SC tipo I) ancho granos descascarados (mm), de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	30,36	48	0,63	45,7	<0,0001
Cruces	30,36	48	0,63	45,7	<0,0001
Error	3,46	250	0,01		
Total	33,82	298			

Anexo 20. *Análisis de varianza (SC tipo I) centro blanco de las 50 líneas estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2018.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13628,61	48	283,93	14,69	<0,0001
Cruces	13628,61	48	283,93	14,69	<0,0001
Error	4794,38	248	19,33		
Total	18423	296			