



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



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo experimental, presentado al H. Consejo Directivo

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

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

Producción y agronomía de siete líneas F4 de arroz, derivadas de cruces interespecíficos entre *Oryza sativa* L. ssp. *japonica* x *Oryza rufipogon* G., en la zona de Babahoyo.

**AUTOR:**

Carlos Luis Velasco Guerrero

**ASESOR:**

Walter Oswaldo Reyes Borja, PhD.

**Babahoyo – Los Ríos – Ecuador**

**2019**



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



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo experimental, presentado al H. Consejo Directivo

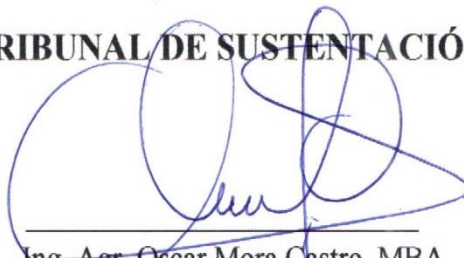
De la Facultad, como requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**


Producción y agronomía de siete líneas F4 de arroz, derivadas de cruces interespecíficos entre *Oryza sativa* L. ssp. *japonica* x *Oryza rufipogon* G., en la zona de Babahoyo.

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN:**




---

Ing. Agr. Oscar Mora Castro, MBA  
**PRESIDENTE**



---

Ing. Agr. Simón Farah Asang, MSc  
**PRIMER VOCAL**



---

Ing. Agr. Guillermo García Vázquez, MSc  
**SEGUNDO VOCAL**

## DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Carlos Luis Velasco Guerrero

### **Declaro que:**

El trabajo de investigación “Producción y agronomía de siete líneas F4 de arroz, derivadas de cruces interespecíficos entre *Oryza sativa* L. ssp. *japonica* x *Oryza rufipogon* G., en la zona de Babahoyo”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las paginas 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, 29 de marzo del 2019



---

Carlos Luis Velasco Guerrero  
120601286-4

## AUTORIZACIÓN

Yo, Carlos Luis Velasco Guerrero autorizo a la Universidad Técnica de Babahoyo, la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución; el trabajo de grado titulado "Producción y agronomía de siete líneas F4 de arroz, derivadas de cruces interespecíficos entre *Oryza sativa* L. ssp. *japonica* x *Oryza rufipogon* G., en la zona de Babahoyo", cuyo contenido, ideas y criterios son de exclusiva responsabilidad y autoría.

Babahoyo, 29 de marzo del 2019



---

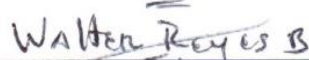
Carlos Luis Velasco Guerrero  
120601286-4

## CERTIFICACIÓN

El suscrito certifica:

Que el trabajo titulado “Producción y agronomía de siete líneas F4 de arroz, derivadas de cruces interespecíficos entre *Oryza sativa* L. ssp. *japonica* x *Oryza rufipogon* G., en la zona de Babahoyo”, realizado por el egresado Carlos Luis Velasco Guerrero; ha sido dirigido y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la Universidad Técnica de Babahoyo.

Babahoyo, 29 de marzo del 2019



---

PhD. Walter Oswaldo Reyes Borja.  
**Asesor**

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

Carlos Luis Velasco Guerrero

120601286-4

## **DEDICATORIA**

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

De igual forma dedico este trabajo a mis padres Ing. Carlos Bolívar Velasco Amancha y Lcda. Gina Carlina Guerrero Goyes por su amor, trabajo, sacrificio y la confianza depositada en mí durante todos estos años, gracias a ustedes he logrado alcanzar este triunfo. A mis hermanos Dra. Ginger Velasco Guerrero, Jonathan Velasco Guerrero, Dra. Kerlly Velasco Guerrero, Dra. Ingrid Velasco Guerrero, Lcda. Evelyn Velasco Guerrero, Ninoska Velasco Guerrero y a mis sobrinos Gina Mora, Romina Velasco, Damián Velasco y Fiorella Mora por su ayuda incondicional brindada durante el desarrollo de esta investigación.

## **AGRADECIMIENTO**

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

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

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

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

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

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.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a mis compañeros de laboratorio Ing. Cinthia Torres, Ing. Cristian Sarcos, Ing. Eduardo Sarcos, Katherine Vera, Adrian Gavilanes, Jonathan Amat, Cristian Chamorro, Luis Silva, Ángela Herrera, Mercedes Herrera y Fernando Espinoza por su colaboración y amistad brindada.



# ÍNDICE 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 TEÓRICO .....	4
2.1.	Origen y distribución.....	4
2.2.	Importancia del Cultivo.....	5
2.3.	Descripción botánica y Taxonomía del Arroz.....	6
2.3.1.	Morfología de la planta de arroz.....	7
2.3.2.	Sistema radicular .....	7
2.3.3.	Tallo.....	8
2.3.4.	Hojas.....	8
2.3.5.	Flores .....	8
2.4.	Diversidad genética .....	8
2.5.	Mejoramiento genético.....	12
2.6.	Hibridación y Selección .....	13
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1.	Ubicación del Lote Experimental.....	15
3.2.	Material genético.....	15
3.3.	Materiales y equipos.....	15
3.4.	Factores estudiados .....	15
3.5.	Tratamientos estudiados.....	16
3.6.	Análisis estadístico.....	18
3.7.	Manejo del ensayo.....	19
3.7.1.	Cultivo de segregantes F4.....	19
3.7.2.	Prueba de germinación de los genotipos .....	19
3.7.3.	Pre-germinación de semillas F4 de arroz. ....	19
3.7.4.	Preparación de terreno .....	20
3.7.5.	Trasplante de las plántulas en el sitio definido.....	21

3.7.6.	Riego.....	21
3.7.7.	Control de malezas .....	22
3.7.8.	Fertilización.....	22
3.7.9.	Control de insectos plaga y enfermedades .....	23
3.7.10.	Cosecha de las semillas F5 .....	24
3.8.	Variables evaluadas.....	25
3.8.1.	Vigor vegetativo .....	25
3.8.2.	Días a la floración.....	26
3.8.3.	Ciclo vegetativo (días).....	26
3.8.4.	Macollos por planta .....	26
3.8.5.	Panículas por planta.....	26
3.8.6.	Longitud de la hoja bandera (cm).....	26
3.8.7.	Ancho de la hoja bandera (cm).....	27
3.8.8.	Altura de planta (cm).....	27
3.8.9.	Granos por panícula.....	27
3.8.10.	Longitud de panícula (cm).....	27
3.8.11.	Esterilidad de panícula (%).....	27
3.8.12.	Peso de 1000 granos (g).....	27
3.8.13.	Rendimiento (g/planta).....	28
3.8.14.	Longitud y ancho del grano (mm) con cáscara y descascarado .....	28
3.8.15.	Desgrane (%) .....	28
3.8.16.	Forma del grano.....	29
IV.	RESULTADOS .....	30
4.1.	Vigor.....	30
4.2.	Días a la floración .....	33
4.3.	Ciclo vegetativo (días) .....	33
4.4.	Días de formación de grano .....	34
4.5.	Macollos por planta.....	34
4.6.	Panículas por planta .....	38
4.7.	Longitud de hoja bandera (cm) .....	41
4.8.	Ancho de hoja bandera (cm) .....	44
4.9.	Altura de planta (cm).....	48

4.10.	Longitud de panícula (cm) .....	51
4.11.	Granos por panícula .....	54
4.12.	Esterilidad de panícula (%) .....	57
4.13.	Peso de 1000 granos (g) .....	60
4.14.	Rendimiento (g/planta).....	63
4.15.	Longitud de grano con cáscara (mm).....	66
4.16.	Longitud de grano descascarado (mm) .....	70
4.17.	Ancho de grano con cáscara (mm).....	73
4.18.	Ancho de grano descascarado (mm) .....	76
4.19.	Forma del grano (mm).....	79
4.20.	Desgrane (%).....	82
4.21.	Análisis de Componentes Principales .....	85
4.22.	Análisis de Conglomerado .....	87
4.23.	Análisis de la Variabilidad Relativa (%) para la selección de las líneas sobresalientes a través de la variable rendimiento (g/planta). .....	88
	DISCUSIÓN.....	91
	V. CONCLUSIÓN .....	94
	VI. RECOMENDACIÓN .....	95
	RESUMEN .....	96
	SUMMARY.....	98
	LITERATURA CITADA .....	100
	ANEXOS .....	107

## ÍNDICE DE TABLA

<b>Tabla 1.</b> Taxonomía del cultivo de arroz ( <i>Oryza sativa</i> L.).....	6
<b>Tabla 2.</b> Variedades de arroz liberadas en el período 2003-2014, países miembros del Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego (FLAR). ....	10
<b>Tabla 3.</b> Tratamientos estudiados de las siete líneas (F4) y 87 sublíneas (F4) de arroz y un testigo.....	16
<b>Tabla 4.</b> Escala de vigor (CIAT).....	26
<b>Tabla 5.</b> Escala de categoría de longitud y ancho del grano descascarado (CIAT).....	28
<b>Tabla 6.</b> Escala de desgrane.....	29
<b>Tabla 7.</b> Escala de forma del grano. ....	29
<b>Tabla 8.</b> Resultados del análisis estadístico del vigor vegetativo (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019. ....	30
<b>Tabla 9.</b> Resultados del análisis estadístico de la variable vigor vegetativo, con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019. ....	31
<b>Tabla 10.</b> Resultados del análisis estadístico del número de macollos por planta de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	35
<b>Tabla 11.</b> Resultados del análisis estadístico de la variable del número de macollos por planta, con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019.....	36
<b>Tabla 12.</b> Resultados del análisis estadístico de panículas por plantas de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	38
<b>Tabla 13.</b> Resultados del análisis estadístico de la variable panículas por plantas, con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019.....	39
<b>Tabla 14.</b> Resultados del análisis estadístico de longitud de la hoja bandera de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	42
<b>Tabla 15.</b> Resultados del análisis estadístico de la variable longitud de la hoja bandera, con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019.....	42
<b>Tabla 16.</b> Resultados del análisis estadístico de ancho de la hoja bandera de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	45
<b>Tabla 17.</b> Resultados del análisis estadístico de la variable ancho de la hoja bandera, con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019.....	46

<b>Tabla 18.</b> Resultados del análisis estadístico de altura de la planta de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019. ....	48
<b>Tabla 19.</b> Resultados del análisis estadístico de la variable altura de la planta, con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019. ....	49
<b>Tabla 20.</b> Resultados del análisis estadístico de longitud de la panícula de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019. ....	51
<b>Tabla 21.</b> Resultados del análisis estadístico de la variable longitud de la panícula, con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019. ....	52
<b>Tabla 22.</b> Resultados del análisis estadístico de grano por panícula de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019. ....	54
<b>Tabla 23.</b> Resultados del análisis estadístico de la variable grano por panícula, con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019. ....	55
<b>Tabla 24.</b> Resultados del análisis estadístico de esterilidad de panícula (%) de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019. ....	58
<b>Tabla 25.</b> Resultados del análisis estadístico de la variable esterilidad de panícula(%), con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB, 2019. ....	58
<b>Tabla 26.</b> Resultados del análisis estadístico de peso de 1000 granos (g) en las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019. ....	61
<b>Tabla 27.</b> Resultados del análisis estadístico de la variable peso de 1000 granos (g), con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019. ....	61
<b>Tabla 28.</b> Resultados del análisis estadístico de rendimiento (g/plantas) de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019. ....	64
<b>Tabla 29.</b> Resultados del análisis estadístico de la variable rendimiento (g/plantas), con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019. ....	64
<b>Tabla 30.</b> Resultados del análisis estadístico de longitud de grano con cáscara (mm) de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019. ....	67
<b>Tabla 31.</b> Resultados del análisis estadístico de la variable longitud de grano con cáscara (mm), con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las	

poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019.....	68
<b>Tabla 32.</b> Resultados del análisis estadístico de longitud de grano descascarado (mm) de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	70
<b>Tabla 33.</b> Resultados del análisis estadístico de la variable longitud de grano descascarado (mm), con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019.....	71
<b>Tabla 34.</b> Resultados del análisis estadístico del ancho del grano con cascara (mm) de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	73
<b>Tabla 35.</b> Resultados del análisis estadístico de la variable ancho del grano con cáscara (mm), con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019.....	74
<b>Tabla 36.</b> Resultados del análisis estadístico del ancho de grano descascarado (mm) de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	76
<b>Tabla 37.</b> Resultados del análisis estadístico de la variable ancho de grano descascarado (mm) , con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019.....	77
<b>Tabla 38.</b> Resultados del análisis estadístico de forma del grano de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	79
<b>Tabla 39.</b> Resultados del análisis estadístico de la variable forma del grano, con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019. ....	80
<b>Tabla 40.</b> Resultados del análisis estadístico del desgrane (%) de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	82
<b>Tabla 41.</b> Resultados del análisis estadístico de la variable desgrane (%), con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019 .....	83
<b>Tabla 42.</b> Autovalores, proporción distribuida y proporción acumulada de las variables analizadas FACIAG- UTB, 2019. ....	85
<b>Tabla 43.</b> Correlaciones de los caracteres observados entre las 15 variables cuantitativas analizadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	86
<b>Tabla 44.</b> Sublíneas de menor variabilidad relativa (VR%) y mejor producción (g/plana) seleccionadas en este estudio. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	90

## ÍNDICE DE FÍGURA

<b>Figura 1.</b> Método de selección de población masiva.....	14
<b>Figura 2.</b> Semilla de arroz F4 germinadas en cajas Petri con una lámina de 3 mm de agua. .....	19
<b>Figura 3.</b> Peso de 20 gramos de las semillas seleccionadas F4 de arroz, realizado en una gramera (A); pre-germinación de las semillas colocado en cajas Petri con una lámina de 3 mm de agua, tratadas con Vitavax en dosis de 0,5 g/L de agua (B); preparación del sustrato (C); siembra y codificación del semillero realizado en el invernadero (D).....	20
<b>Figura 4.</b> Fangueo del bloque experimental con una maquinaria agrícola (A); incorporación del fertilizante DAP (B). ....	20
<b>Figura 5.</b> Semillero de arroz para el trasplante de la población F4 (A); Trasplante de las líneas y sublíneas de arroz al sitio definitivo (B). ....	21
<b>Figura 6.</b> Cultivo de arroz antes de realizar el riego (A), y después del riego (B). ....	21
<b>Figura 7.</b> Ensayo de arroz con un control eficiente de maleza. ....	22
<b>Figura 8.</b> Identificación de las plantas con presencia de virus de la hoja blanca (A) y eliminación de las plantas afectadas (B).....	24
<b>Figura 9.</b> Cosecha de las líneas de arroz (A) y colocación de las semillas en una funda de papel con su respectiva identificación (B).....	24
<b>Figura 10.</b> Colocación de semillas en el medidor de humedad (A); Semillas con un 13 % de humedad para el almacenamiento (B); y Peso de semillas de cada línea (C).....	25
<b>Figura 11.</b> Aplicación del insecticida agrícola en tableta GASTOXIN para el tratamiento de la semilla. ....	25
<b>Figura 12.</b> Evaluación de vigor con la respectiva escala del CIAT.....	32
<b>Figura 13.</b> Identificación y registro de días a la floración de cada línea y sublíneas. ....	33
<b>Figura 14.</b> Desarrollo de las diferentes etapas del cultivo de arroz (A), (B), (C) y (D). ....	33
<b>Figura 15.</b> Días en formación de granos, planta florecida (A) y planta a la madurez fisiológica (B). ....	34
<b>Figura 16.</b> Evaluación de macollo. ....	35
<b>Figura 17.</b> Conteo de panículas en campo (A) y cosechadas (B). ....	38
<b>Figura 18.</b> Longitud de la hoja bandera (cm). ....	41
<b>Figura 19.</b> Ancho de la hoja bandera (cm). ....	45
<b>Figura 20.</b> Medición de la altura de la planta en las líneas y sublíneas estudiadas(A) y (B). .....	51
<b>Figura 21.</b> Medición de la Longitud de panícula en diferentes sublíneas de arroz (A), (B), (C) y (D). ....	54
<b>Figura 22.</b> Evaluación de número de granos por panícula en diferentes líneas y sublíneas estudiadas (A) y (B).....	55
<b>Figura 23.</b> Peso de 1000 granos (g) en balanza gramera. ....	63
<b>Figura 24.</b> Peso total de rendimiento (g/planta). ....	66
<b>Figura 25.</b> Longitud de grano con cáscara (mm) de diferentes líneas y sublíneas evaluadas (A), (B), (C) y (D). ....	67
<b>Figura 26.</b> Longitud de grano descascarado (mm) en las diferentes líneas y sublíneas evaluadas (A), (B), (C) y (D).....	72
<b>Figura 27.</b> Ancho del grano con cascara (mm).....	75
<b>Figura 28.</b> Ancho del grano descascarado (mm). ....	78

<b>Figura 29.</b> Correlación existente entre las variables más evidentes: altura de planta, longitud de la hoja bandera y esterilidad de panícula, longitud de panícula y peso de 1000 grano, FACIAG, UTB. 2019. ....	86
<b>Figura 30.</b> Resultado del análisis de conglomerado (Distancia Euclídea-Ward), que ha permitido la agrupación de las líneas que presentaron similitud en las características utilizadas en el análisis. ....	87
<b>Figura 31.</b> Resultado del análisis de variabilidad relativa que ha permitido la selección más sobresaliente a través de las variables rendimiento por planta. ....	88
<b>Figura 32.</b> Resultado del análisis de variabilidad relativa que ha permitido la selección más sobresaliente a través de las variables rendimiento por planta en la sublíneas. ....	89



## ÍNDICE DE ANEXO

<b>Anexo 1.</b> Análisis de varianza (SC tipo I) vigor vegetativo con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	107
<b>Anexo 2.</b> Análisis de varianza (SC tipo I) macollos por planta con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	107
<b>Anexo 3.</b> Análisis de varianza (SC tipo I) panículas por plantas con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	107
<b>Anexo 4.</b> Análisis de varianza (SC tipo I) longitud hoja bandera (cm) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	108
<b>Anexo 5.</b> Análisis de varianza (SC tipo I) ancho de hoja bandera (cm) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	108
<b>Anexo 6.</b> Análisis de varianza (SC tipo I) altura de la planta bandera (cm) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	108
<b>Anexo 7.</b> Análisis de varianza (SC tipo I) longitud de panícula (cm) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	109
<b>Anexo 8.</b> Análisis de varianza (SC tipo I) granos por panícula con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	109
<b>Anexo 9.</b> Análisis de varianza (SC tipo I) esterilidad de panícula (%) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	109
<b>Anexo 10.</b> Análisis de varianza (SC tipo I) peso 1000 granos (g) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	110
<b>Anexo 11.</b> Análisis de varianza (SC tipo I) rendimiento (g/planta) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	110
<b>Anexo 12.</b> Análisis de varianza (SC tipo I) longitud de grano con cascara (mm) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	110
<b>Anexo 13.</b> Análisis de varianza (SC tipo I) longitud de grano descascarado (mm) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	111
<b>Anexo 14.</b> Análisis de varianza (SC tipo I) ancho de grano con cascara (mm) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	111
<b>Anexo 15.</b> Análisis de varianza (SC tipo I) ancho de grano descascarado (mm) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	111
<b>Anexo 16.</b> Análisis de varianza (SC tipo I) forma del grano (mm) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	112
<b>Anexo 17.</b> Análisis de varianza (SC tipo I) promedio de desgrane (%) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.....	112

## I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.), es uno de los cultivos más importantes en el mundo y principal cereal básico como medio de sobrevivencia y alimentación de la humanidad. Se produce en 113 países y es el alimento de más de la mitad de la población mundial. Un pronóstico realizado por la FAO de la producción mundial de arroz en el 2018, mencionó que se producirían 769,9 millones de toneladas, eso significa 510,6 millones de toneladas de arroz elaborado. En América Latina y el Caribe, las condiciones favorables de crecimiento fomentaron una recuperación de la producción del 6 % en el 2017, significando estos alrededor de 28,4 millones de toneladas, siendo los principales países productores: Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Argentina y Venezuela. (FAO, 2018).

En el Ecuador, la producción de arroz se inició en el siglo XVIII, pero se fortaleció su consumo y comercialización en el siglo XIX. Este cultivo se desplegó principalmente en las provincias del Guayas, Manabí y Esmeraldas y es uno de los principales productos de cultivos transitorios, por ocupar más de la tercera parte de la superficie. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura (FAO), la producción de esta gramínea en el país se ubica en la posición N° 26 a nivel mundial; así mismo, es considerado como uno de los países más consumidores de arroz dentro la Comunidad Andina, donde se señala que en el 2010, el consumo de arroz fue de 48 kg per cápita. (Barcia, 2012).

En Ecuador, el rendimiento por hectárea, considerado como promedio nacional de arroz en cáscara en el 2017, con 20 % de humedad y 5 % de impurezas, registrado en el ciclo del primer cuatrimestre, fue de 3,92 T/ha. En lo que respecta a Loja, fue la zona productora de mayor rendimiento con 9,54 T/ha.; mientras que, Los Ríos fue la provincia de menor productividad con 3,05 T/ha (Castro, 2017).

Las variedades de arroz cultivadas en Ecuador, han variado en los últimos años, mediante una sucesiva renovación de los cultivares más antiguos, en función de mejores características genéticas; sin embargo, los mejoradores han reconocido que existe una estrecha base genética debida a la reducción de la diversidad, producto del mejoramiento de los cultivares modernos, lo cual ha resultado en cultivos genéticamente vulnerables ante

los factores abióticos y agentes bióticos. Se estima que los programas de mejoramiento genético de arroz, solo utilizan alrededor del 25 % de las variabilidades genéticas existentes Días, *et al.*, 2015.

Es necesario incrementar la base genética a utilizarse en los programas de mejoramiento. En Ecuador existen especies silvestres de arroz, con genes de fácil adaptación y alto macollamiento como lo es la *Oryza rufipogon* G. que han sido utilizadas para recombinar sus genes, con resultados prometedores al momento. Según Martínez, *et al.*, (1998), mencionan que la introgresión de ciertos alelos específicos de arroz silvestre puede contribuir positivamente, no sólo para incrementar el rendimiento en los cultivares mejorados de arroz, sino también en términos de resistencia a estrés.

Arana (2016), menciona que debido a la estrecha diversidad genética del arroz para la generación de nuevo germoplasma adaptado a las condiciones agroecológicas de nuestro país, se generaron segregantes F1 de arroz con potencial genético para el desarrollo de material mejorado a partir de cruza interespecífica de arroz silvestre con arroz japónica. La autora igualmente indica que el Ecuador no registra antecedentes de mejoramiento genético en función de estas especies de arroz y es de gran importancia utilizar estos materiales para lograr futuras variedades de alto rendimiento.

La especie japónica es una de variedades de arroz provenientes del norte y el este de China, desarrollándose en varios países del mundo. Esta especie se adapta en zonas frías, subtropicales y zonas templadas. Son plantas de altura media, hojas verdes-oscuras, poco macollamiento, granos cortos y redondos que se caracteriza por su textura única, su bajo contenido de amilosa, lo que hace un grano húmedo, cristalino y de carácter pegajoso después de la cocción.

Con la diversidad genética obtenida a partir de los cruzamientos interespecíficos entre especies de tipo japónico y el *O. rufipogon*, con este material genético se han realizado estudios en la FACIAG-UTB, donde se mantiene un banco de germoplasma de varias líneas avanzadas F4 de arroz, con características sobresalientes, seleccionadas a partir de varios estudios realizados, fueron motivo de evaluación en este trabajo de investigación.

## **1.1. Objetivos de la investigación**

### **1.1.1. Objetivo general**

- Determinar la capacidad de producción y agronomía de siete líneas avanzadas de arroz, derivadas de cruces interespecíficos entre *Oryza sativa* L. ssp. *japonica* x *Oryza rufipogon* G.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar agrónomicamente siete líneas avanzadas F4 de arroz.
- Determinar la capacidad productiva de siete líneas avanzadas F4 de arroz.
- Seleccionar las líneas de arroz de mejor comportamiento agronómico y producción.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Origen y distribución

El arroz (*Oryza sativa* L.), es uno de los cultivos y cereales más antiguos en el mundo. Se domesticó hace miles de años en África y en Asia; sin embargo, no existe información respecto al lugar ni el período, pero restos encontrados, se estima que datan de unos 8 000 años de antigüedad en la China. Este cultivo se desarrolló por China y por toda Asia 3 000 años antes de nuestra época. A inicios del siglo VIII, se cultivó en España y Portugal. Durante en la última época, se ha introducido progresivamente en el resto de los continentes (Franquet Bernis & Borrás Pámies, 2004).

La Secretaria de Agricultura y Ganadería de Honduras (2003), menciona que el arroz cultivado tiene su origen en la India de donde pasó a la China y después al resto del mundo. Aproximadamente el 90 % del arroz que se cosecha en el mundo, se produce en las zonas templadas y solo el 10 % en las zonas tropicales.

Se manifiestan varias versiones sobre el origen de esta gramínea. Para algunos investigadores es originario de la India, mientras que otros mencionan que sus orígenes provienen de China, pero ciertos países y regiones sostienen que los lugares de origen del arroz, son: Filipinas, Java, Sur de Asia y al Oeste de África. Pero se señala que, de acuerdo con los registros arqueológicos esta gramínea tiene su origen como cultivo en China, más no como planta silvestre; lugar donde se extendió de manera comercial a las pendientes del Himalaya y al resto de los países que mantenían contacto comercial con China, lugares con condiciones climáticas apropiadas para realizar el cultivo de esta gramínea, desde allí inició su proliferación a varios lugares del planeta (Díaz Granados & Chaparro-Giraldo, 2012).

Por otro lado, León (2000), también señala que el área de domesticación de *O. sativa* probablemente cubrió desde el noreste de India hasta el sur de China y Malasia. De esta superficie nuclear se expandió desde Burna hacia el norte de China donde las poblaciones fueron adaptándose a las condiciones subtropicales, formando la raza “japónica” más tolerante al frío, de granos redondeados y pequeños, y bajo contenido de almidón, especie que se cultiva en China y Japón, de donde se ha expandido hacia los Estados Unidos de América, Rusia y Europa.

Con toda esta expresión en cuanto al origen filogenético, Chang citado por Pincirol, et al., (2015), indica que, la preexistencia de un ancestro común de esta gramínea en Gondwana, se asume que proceden de este ancestro, dos especies perennes: la *Oryza rufipogon* que proviene de Asia y *Oryza barthii*, aunque también se ha mencionado la *Oryza glaberrima* que se localizaba confinada en África.

Se considera que *Oryza sativa* ha evolucionado a partir de *Oryza nivara*, la cual a su vez evolucionó a partir de la especie silvestre *Oryza rufipogon*. El arroz cultivado *Oryza sativa* esta diferenciado en tres subespecies, basadas en sus condiciones geográficas las cuales son de tipos: índica, japónica y javánica. La domesticación en varias regiones climáticas de Asia, resultó en la evolución de dos tipos de japónicas, tales como el tipo tropical de japonica actualmente cultivado en el sur de los Estados Unidos de América y un tipo de japonica de zona templada, como los tipos cultivados en Japón y en California (Estados Unidos de América). *Oryza glaberrima* y otros tipos cultivados de *Oryza* son nativas de África y continúan siendo un cultivo importante en África Occidental (FAO, 2007).

En cuanto al origen de la palabra “Arroz”, Torró (2010), describe que el origen del nombre en castellano, proviene de la palabra de origen árabe “al-ruzz”. En la segunda mitad del siglo XV, el arroz llegó a Italia y luego a Francia, propagándose a todos los continentes durante la época de los grandes descubrimientos. Los españoles lo llevaron a Sudamérica a principios del siglo XVIII.

## **2.2. Importancia del Cultivo.**

Se estima que el cultivo arroz se ha convertido en uno de los acontecimientos más importantes de la humanidad. En cuanto al arroz, Acevedo, Castrillo & Belmonte (2006), testifican que en varias regiones de Asia tropical y subtropical, se efectuaban labores culturales destinadas al cultivo de arroz, práctica que comenzó hace unos 10 000 mil años.

Jaime et al., (2017) han mencionado que, las variedades que reflejan más antigüedad se encontraron en China, y las variedades hindúes y una japonesa, se proyectan hoy en día como la especie con mayor presencia en el mundo. Algunos estudios realizados con estas variedades, mostraron que las variedades hindúes y japonesas posiblemente tenían unos 3 900 años de antigüedad. En cambio, la variedad China tenía más del doble, entre 8 200 y 9 000 años.

Navarro (2015), argumenta que esta gramínea se introdujo al Ecuador durante el siglo XVIII, permitiendo el inicio de un proceso para la economía del país; a tal punto que a partir del siglo XX, se registra gran importancia económica en el Ecuador, donde se inició la siembra y comercialización de la gramínea en las diferentes regiones del litoral ecuatoriano, llegando incluso hasta su exportación. En este período hubo una baja en la producción de varios cultivos, lo que ocasionó una notoria inactividad agrícola, donde extensas áreas quedaron inactivas dentro del Litoral, lo que propició el fortalecimiento del sector arrocero dentro de la región costeña.

### 2.3. Descripción botánica y Taxonomía del Arroz

Fernández, et al., (2017), nombran que, el arroz es una Angiosperma del grupo de las monocotiledóneas gramíneas cultivables, es muy importante agroalimentariamente. En la Tabla 1, se presenta la clasificación taxonómica:

**Tabla 1.** Taxonomía del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

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

El arroz es una gramínea autógena, de gran altura, que crece con gran facilidad en los climas tropicales. Originalmente, era una planta cultivada en seco, pero con la evolución se convirtió en semi-acuática. Aunque puede crecer en medios bastantes diversos, crecen más rápidamente y con mayor vigor en un ambiente caliente y húmedo.

Esta planta posee tallos muy ramificados y puede medir 0,6 y 1,8 metros de altura. Los tallos terminan en una inflorescencia, una panícula de 20 a 30 cm de largo. Cada panícula se compone de entre 50 y 300 flores o espiguillas, a partir de las cuales se formarán los granos. El arroz presenta una gran capacidad de macollamiento (OCT, 2007).

### **2.3.1. Morfología de la planta de arroz**

Rosero & González (2005), señalan que el arroz es una gramínea anual, de tallos redondos y huecos compuestos por nudos y entrenudos, hojas de lámina plana unidas al tallo por la vaina y su inflorescencia es una panícula. El tamaño de la planta puede variar desde 0,4 m hasta más de 7,0 m.

Valladares (2010), menciona que, la planta de arroz es una hierba anual con tallos redondos, huecos y entrenudos; hojas bastante planas y una panícula terminal. Está adaptada a crecer en suelos inundados, pero también puede crecer en suelos de secano.

MENDELU (2018), indica que el arroz es una planta monocotiledónea que posee dos tipos de raíces: seminales y adventicias, típico de las gramíneas, tallos redondos formados por nudos y entrenudos, y su hoja es plana de forma laminada, por lo habitual esta planta es autógama y se cultiva en suelos húmedos e inundados.

Según el CIAT (2005), para efectos de esta descripción los órganos de la planta de arroz se han clasificado en dos grupos: a) órganos vegetativos, que las conforman: las raíces, los tallos y las hojas y b) órganos reproductores, es decir las flores y las semillas.

### **2.3.2. Sistema radicular**

Franquet citado por Montes (2017), manifiesta que, el sistema radicular del arroz es delgado, fibroso y fasciculado, donde posee dos tipos de raíces seminales, la cual dan origen a la radícula completa y las raíces adventicias, que tienen una libre ramificación y que se van formando a partir de los nudos inferiores del tallo joven, la que ayuda que se penetre al suelo con facilidad. Las raíces que se encuentran en los últimos nudos superficiales se señalan como raíces nodales y, las raíces adventicias o raíces denominada maduras se sitúan bajo tierra.



### **2.3.3. Tallo**

La planta de arroz es una gramínea anual que posee un tallo de forma cilíndrica, se encuentra formada de nudos y entrenudos, en la región nudal o nudo es el lugar donde se originan las hojas de la planta y los entrenudos de la base no se elongan, lo cual hace que la base del tallo sea sólida (Valero, 2015)

Según MENDELU (2018), indica que, el tallo puede llegar a medir entre los 60 hasta los 120 centímetros de longitud y su color depende de la variedad, el tallo conjunto con sus hojas dan la forma a un macollo; desarrollándose alternamente al tallo principal. Los macollos primarios se forman en los nudos más bajos de la planta, para luego formar los macollos secundarios y así a su vez estos producir macollos terciarios.

### **2.3.4. Hojas.**

Según Ecured (s.f), manifiesta que, las hojas son lineales, alternas, envainadoras con el ápice agudo. En el punto de unión de la vaina y el limbo, se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida, que presenta en el borde inferior una serie de cirros largos y sedosos. Castellanos, et al., (2017), señalan que las hojas son los órganos que más rápido responden a los cambios nutricionales del suelo.

### **2.3.5. Flores**

Las flores son hermafroditas de color verde blanquecino, se encuentran en la panícula, ubicada en la parte superior del nudo apical del tallo de la planta de arroz, denominado nudo ciliar, cuyo conjunto constituye una panoja grande grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración. La flor del arroz es completa; consta de seis estambres que componen anteras bicelulares y un pistilo. Consisten en el ovario, el estilo y el estigma. El ovario al madurarse, da forma al grano, que se compone de la siguientes parte que son: palea, lema, raquilla y aristas (SINAVIMO, 2017).

## **2.4. Diversidad genética**

La diversidad de variedades de arroz es amplia, en todo el mundo se cultivan miles de ellas. En su estado natural con cáscara, presentan colores diversos que incluyen el pardo, el rojo, el púrpura e incluso el negro. Estas coloridas variedades de arroz casi siempre son apreciadas por sus propiedades benéficas para la salud (Friedman & Weil , 2010).

Díaz & Chaparro (2012), indican que, con el propósito de utilizar los métodos y los usos agrícolas de la ingeniería genética dedicada al cultivo del arroz, la biotecnología ha alcanzado grandes avances en transformación genética con importantes resultados en el mejoramiento genético de variedades elite de las subespecies japónica e índica. Desde que se consiguió producir la primera planta transgénica de arroz a finales de los años 80, varios protocolos para la transferencia de genes se han empleado con éxito logrando la modificación genética de más de 60 cultivares de arroz. Para ello, se han empleado sistemas de transformación tanto directos como indirectos. Se han realizado modificaciones de rasgos importantes en el cultivo, tales como la resistencia a factores bióticos (insectos, hongos, bacterias, virus, nematodos), tolerancia a factores abióticos (salinidad, sequía, altas y bajas temperaturas, inmersión), y mejoramiento de características agronómicas (calidad nutricional, rendimiento, uso de nutrientes, tolerancia a herbicidas).

El mejoramiento genético vegetal o fitomejoramiento es una metodología que busca la obtención de variedades vegetales que posean características específicas, interesantes a nivel agronómico y comercial. Esta disciplina indica que inicialmente, el mejoramiento genético vegetal fue intuitivo; es decir, el ser humano primitivo se limitó básicamente por medio de la observación, propagación, conservación y selección de las mejores plantas que cubrían sus necesidades. Este sistema de mejoramiento se utilizó por prácticamente 10 000 años, mientras se domesticaron la mayoría de las especies cultivadas (Covacevich, 2015).

El desarrollo de variedades de arroz más productivas para un fitomejorador, implica sus objetivos y sus justificaciones como actor social en desarrollar variedades más productivas, que implica a los fitomejoradores años de trabajo constante y difícil, donde los fracasos son muchos y los éxitos escasos. El éxito de un científico en mejorar variedades de arroz es directamente convenientemente a su habilidad para identificar acertadamente las prioridades de investigación y para orientar correctamente sus metas y actividades (Torres & Martínez, s.f.).

El recurso genético vegetal ha constituido la fuente imprescindible de genes para el mejoramiento de los cultivos; es decir, que mediante la recombinación de genes favorables, los fitomejoradores han podido desarrollar la productividad de los cultivos, mejorando su calidad y los costos de producción (Martínez, et al., s.f.).

Existe una necesidad muy urgente de parte de los investigadores de aumentar la producción del arroz de una manera sustentable para los agricultores, pero la tendencia de explotar la variación genética reducida, actúa de manera contraria a ella, generando preocupación sobre las grandes reducciones de rendimiento de los cultivares.

En América Latina y el Caribe, los estudios basados en el mejoramiento genético del arroz han dependido de un núcleo genético compuesto por 14 cultivares. La variabilidad genética se ha ampliado en los últimos años, combinando diferentes genes con el núcleo genético según sea necesario. Se debe considerar la identificación de nuevos núcleos genéticos para aumentar el potencial de rendimiento del cultivo (Cuevas, et al., 1992).

De acuerdo a Chatel & Guimaraes (1995), los objetivos del mejoramiento de poblaciones son los siguientes: a) conformar un solo germoplasma con variabilidad genética contenida en diversos individuos; b) incrementar progresivamente el valor genético de una o varias características agronómicas de determinado material; c) crear una base genética que permita la obtención de líneas fijas con alto nivel de expresión de la característica elegida o de varias características, dado el caso; y d) crear un germoplasma que sea fuente de progenitores potenciales para los programas de mejoramiento.

Según Berrio, et al., (2016) indican que, existen algunas variedades de arroz liberadas en el período 2003-2014, por los países miembros del Fondo Latinoamericano para arroz de Riego (FLAR), como se muestran en la Tabla 2.

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

<b>Nombre</b>	<b>Pedigrí</b>	<b>Año</b>	<b>País</b>	<b>No. Ancestro</b>
Tranquilo F INTA	FL0022-18P-6-MA-1A-13 <sup>a</sup>	2010	Argentina	57
Paititi	FL00144-1P-24-1P-M	2004	Bolivia	65
Amboro	FL00468-5P-7-2P-M	2004	Bolivia	66
CONARROZ FL 103	FL04648-6P-9-1P-3P-M	2008	Bolivia	54
MAC 18	FL03188-7P-5-3P-3P-M	2008	Bolivia	45
Saavedra 28	FL03188-7P-5-3P-3P-M	2009	Bolivia	70
Saavedra 44	FL	2009	Bolivia	--
Corobicí	FL02066-4P-1-2P-M	2006	Costa Rica	39

Palmar 18	FL03160-6P-12-2P-1P-M	2006	Costa Rica	50
Cabuyo	FL03784-13P-14-1P-M	2006	Costa Rica	69
Diría FL-15	FL02063-7P-3-2P-3-M	2009	Costa Rica	63
Cortez FL-48	FL03817-12P-5-2P-3P-M	2009	Costa Rica	70
Sierpe FL-250	FL03323-5P-21-1P-1P-M	2010	Costa Rica	67
Tenorio FL-238	FL001028-8P-3-2P-1P-M-2X-3P-M	2010	Costa Rica	43
Pasquiel FL-13	FL05372-7P-4-3P-1P-M	2010	Costa Rica	78
Curime FL-14	FL05372-7P-4-4P-2P-M	2010	Costa Rica	78
Garabito FL-163	FL06747-4P-10-5P-3P-M	2010	Costa Rica	74
Pasquiel 2FL	FL06609-11P-12-1P-2P-M	2014	Costa Rica	74
Jonhicuí FL	FL06609-20P-8-1P-1P-M	2014	Costa Rica	74
Bu Cup FL	FL06733-16P-4-2P-2P-M	2014	Costa Rica	88
FEDEARROZ 60	FL03188-7P-5-3P-1P-M	2007	Colombia	45
FEDEARROZ 174	FL03174-8P-7-2P-2P-M	2007	Colombia	56
FL FEDEARROZ 68	FL08468	2014	Colombia	83
SENACA FL09	FL03233-8P-6-2P-2P-M	2009	Ecuador	45
SENACA FL11	FL05463-4P-13-1P-2P-M	2011	Ecuador	75
SENACA FL12	FL05372-7P-7-2P-1P-M	2012	Ecuador	78
INIAP FL01	FL07162-10P-5-3P-3P-M-EC	2012	Ecuador	59
ICTA ARROZGUA 09	FL03199-2P-20-2P-1P-M	2009	Guatemala	66
GRDB FL-10	FL03199-29-20-2P-1P-M	2009	Guyana	64
GRDB FL-11	F105482-8P-5-2P-1P-M	2011	Guyana	52
FL0867	FL00867-10P-15-3P-M	2005	Guy. Frac	67
DICTA Comayagua	FL04208-6P-5-2P-3P-M	2011	Honduras	75
DICTA Playitas	FL06885-4P-3-2P-3P-M	2011	Honduras	70
ANAR 2006	FL01119-1P-5-2P-M	2006	Nicaragua	53
ANAR 2012 FL	FL03160-6P-12-2P-1P-M	2012	Nicaragua	50
IDIAP 145-05	FL00144-1P-5-13P	2005	Panamá	65
IDIAP 54-05	FL00447-32P-3-1P-M	2005	Panamá	67
IDIAP GAB 2	FL03801-1P-1-1P-2P-M	2010	Panamá	66
IDIAP FL 106-11	FL07221-3P-3-3P-1P-M	2011	Panamá	78
IDIAP FL137-11	FL07321-3P-4-3P-1P-M	2011	Panamá	68
Conagro 1	FL05372-7P-1-3P-2P-M	2011	Panamá	78

Conagro 2	FL05372-7P-4-4P-2P-M	2011	Panamá	78
Conagro 3	FL05372-7P-7-2P-1P-M	2011	Panamá	78
Estrella FL 111	FL06613-15P-10-1P-2P-M	2012	Panamá	78
FCA 616FL	FL05372-7P-5-3P-1P-M	2013	Panamá	78
Jaragua FL	FL06786-1P-5-2P-2P-M	2010	Rep. Domin	77
Venezuela 21	FL00147-8P-6-15P-M	2003	Venezuela	69
Centauro	FL00984-8P-11-2P-2P-M-M	2007	Venezuela	35
Pionero 2010 FL	FL05372-7P-7-2P-M-1ASP	2010	Venezuela	78
Payara 1FL	FL05372-7P-4-5P-M-1PY	2010	Venezuela	78
ASP 2012 FL	FL05372-7P-4-5P-M-2ASP	2012	Venezuela	78
Soberana FL	FL03225-4P-5-1P-3P-M-1V	2012	Venezuela	60

## 2.5. Mejoramiento genético

Es inevitable el estudio genético y la selección de mejoramiento en arroz, que poseen conseguir nuevos cultivares que presenten características estables y uniformes en la población del cultivo, para así obtener una alternativa ventajosa para los productores. Alcanzar mayor productividad, grano de alta calidad, menor ciclo vegetativo y que no se acame; son los elementos principales que se tienen siempre presente en el desarrollo de nuevas variedades (Morejón & Díaz, 2015).

El proceso de mejoramiento genético de plantas es una de las hazañas más antiguas del hombre, que empezó con la domesticación de las mismas bajo condiciones controladas y la selección de aquellas capaces de facilitar una mejor fuente de alimentos. El proceso que emplea los fitomejoradores, han establecido un sinnúmero de variedades con el objeto de aumentar su producción, resistencia a plagas y enfermedades, y la adaptación a ambientes específicos, regiones y así preferir especies cultivadas localmente, cruzadas entre sí o con las de otras áreas, o también con plantas silvestres que tengan los genes deseados. Sin embargo; obtener plantas mejoradas por estos medios resulta difícil en ocasiones, por lo que se recurre a otros métodos para producir variantes útiles, tales como la selección celular, la variación somaclonal y las mutaciones inducidas, entre otros (Santacruz, et al., 2003).

La investigación agrícola a base de la biotecnología busca que no solo se produzcan más alimentos, sino que además la agricultura se administre para satisfacer las

necesidades cambiantes de la humanidad; utilizando diferentes métodos tales como; la aplicación de las técnicas de cultivo de tejido, manipulación y transferencia de genes, tipificación del DNA, selección asistida por marcadores moleculares, selección y clonación de plantas. El mejoramiento genético vegetal puede contribuir mejorando el grado de sostenibilidad de los sistemas agrícolas de producción, mediante la incorporación de otros caracteres deseables, tales como: Valor nutritivo, mayor rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades, al acame y a la producción de metabolitos secundarios (Camarena, Chura, & Blas, 2014).

El fitomejorador debe tener rotundamente definidos los objetivos, que han de ser alcanzados en su trabajo investigativo. Estos objetivos varían de acuerdo con las especies. El mejoramiento genético, ha producido una gran cantidad de variedades e híbridos que han contribuido a incrementar el recurso del agricultor tales como; rendimiento, calidad, estabilidad de la producción (Vallejo & Estrada, 2002).

Sah, et al., (2014), señalan que al desarrollar nuevas variedades de arroz, deben ser alto en rendimiento, con mayor tolerancia a las tensiones abióticas y bióticas. La transformación de los cereales son las fuentes más importantes de calorías para los humanos, ya que el arroz, el trigo y el maíz proporcionan el 23 %, 17 % y 10 %, donde son unos de los principales objetivos para el avance de la biotecnológico, ya que el arroz es el cultivo alimenticio más importante del mundo.

La generación del mejoramiento varietal de arroz en los últimos 25 años, ha tomado un fuerte impulso como consecuencia de la llamada “Revolución verde”, la cual se ha basado en la duplicación del potencial de rendimiento en diferentes regiones del mundo (Cuevas, et al., 1992).

La ampliación de la diversidad genética de las variedades comerciales, depende de la disponibilidad de las mejores selecciones de genes para utilizar como progenitores en cruzamientos. Los resultados de estos genes serán las nuevas variedades que formarán gran parte de la nueva diversidad en futuras variedades comerciales (CIAT, 2000).

## **2.6. Hibridación y Selección**

La hibridación puede provocar consecuencias evolutivas, tales como: 1) El reforzamiento o ruptura de barreras biológicas o ecológicas; 2) La fusión de dos especies

en una; 3) El aumento en diversidad genética y adaptación; 4) La creación de nuevas especies; y 5) La decadencia de especies (Hernández, Larralde, & Sánchez, 2008).

La capacidad de hibridación natural en un arroz cultivado, le permite al arroz rojo adecuarse rápidamente a cambios en el sistema de cultivo, debido a la introducción de nuevas variedades. A modo de ejemplo, en la India se establecieron variedades de arroz blanco con hojas rojizas, de manera de identificar fácilmente las plantas de arroz rojo entre el cultivo, para su raleo. En pocos años la situación era la misma, ya que surgieron tipos de arroz rojo con hojas rojizas (Zorrilla de San Martín, 1992).

La selección recurrente basada en la evaluación y recombinación de progenies auto fecundadas, en la destreza, es exigida cuando hay una cantidad limitada de semillas de cada cruce fraternal o meso fraternal entre las diferentes unidades de selección de cada ciclo de selección. Con el incremento por autofecundación de la semilla recombinada, se facilita, para la mayoría de las especies autógamas anuales cultivadas, para establecer lotes de selección masal en su forma y estructura clásica o bien establecer experimentos en las densidades de siembra y número de ambientes recomendados para la evaluación de progenies (Benítez, 2002).

El uso de progenitores deseables de arroz, conllevan a aumentar las probabilidades de originar líneas promisorias, las mismas que se pueden utilizar como futuros progenitores o estudiarlas y seleccionarlas en el proceso de obtención de nuevas variedades. La selección masal es el método más simple (Figura 1), más fácil y más antiguo de selección de plantas. Las plantas individuales son seleccionadas en base a su desempeño fenotípico (Ávila , 2012).

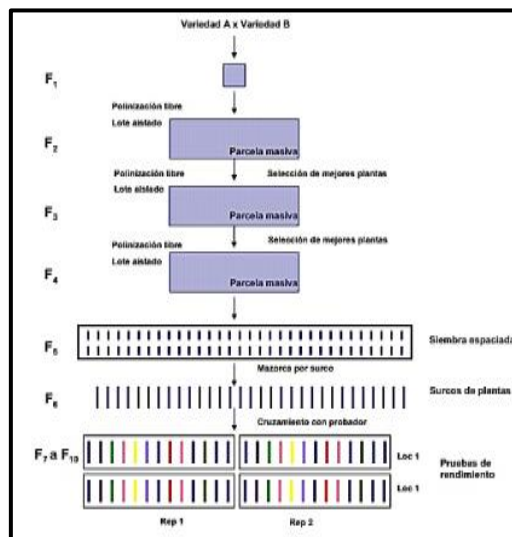


Figura 1. Método de selección de población masiva.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del Lote Experimental

Los bloques experimentales de las poblaciones segregantes F4 de arroz, se establecieron en el sector del proyecto CEDEGE, cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos, Hacienda Valle Verde; perteneciente del Ing. Wellington Rodríguez, ubicada a 17 msnm en las coordenadas geográfica UTM: 9796094 de latitud sur y 668255 de longitud occidental. El promedio anual de precipitación es de 2329,8 mm; 82 % de humedad relativa; 998,2 horas de heliofanía y la temperatura es de 25.6 °C<sup>1/</sup>.

#### 3.2. Material genético

Se utilizaron 7 poblaciones segregantes F4 de arroz, derivadas de cruces interespecíficos entre *Oryza sativa* L. ssp. *japonica* x *Oryza rufipogon* G., incluyéndose un testigo comercial, como es la variedad SFL-011.

#### 3.3. Materiales y equipos

En la fase de vivero se utilizaron los siguientes materiales: sustrato, que fue colocado en una cama de 5 m de largo y 1 m de ancho, provista de suelo agrícola, en donde se agregaron 2 sacos de compost y medio saco de estiércol de vaca descompuesto, plástico negro, baldes, regadera, etiquetas, paletas para identificación y marcador permanente.

En la fase de campo se utilizaron: Estaquillas, marcadores, etiquetas, piola, carpetas de registro, fundas de papel, lápiz, cinta métrica milimetrada, regla y una bomba de aspersión manual.

En la fase de laboratorio se utilizaron: Guantes, mascarilla, escalímetro, regla, medidor de humedad, carpeta de registro de datos, balanza analítica, balanza gramera.

#### 3.4. Factores estudiados

Características agronómicas y productivas de líneas F4 de arroz.

---

**Fuente:** <sup>1/</sup> Datos obtenidos de la Estación Agrometeorológica ubicada en la Universidad Técnica de Babahoyo – Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ecuador, 2018.



### 3.5. Tratamientos estudiados

Los tratamientos estudiados fueron los siete líneas (F4) y 87 sublíneas (F4), derivadas de cruces interespecíficos entre *Oryza sativa* L. ssp. *Japonica* x *Oryza rufipogon* G., incluyéndose un testigo comercial, como es la variedad SFL-011, como se menciona a continuación (Tabla 3):

**Tabla 3.** *Tratamientos estudiados de las siete líneas (F4) y 87 sublíneas (F4) de arroz y un testigo.*

No. Líneas	No. Sublíneas	Origen
1	PUYÓN/JP002-P8-30-P55	FACIAG-UTB
	PUYÓN/JP002-P8-30-P23	
	PUYÓN/JP002-P8-30-P84	
	PUYÓN/JP002-P8-30-P94	
	PUYÓN/JP002-P8-30-P26	
	PUYÓN/JP002-P8-30-P15	
	PUYÓN/JP002-P8-30-P60	
	PUYÓN/JP002-P8-30-P68	
	PUYÓN/JP002-P8-30-P13	
2	PUYÓN/JP003-P11-10-P28	FACIAG-UTB
	PUYÓN/JP003-P11-10-P31	
	PUYÓN/JP003-P11-10-P23	
	PUYÓN/JP003-P11-10-P87	
	PUYÓN/JP003-P11-10-P40	
	PUYÓN/JP003-P11-10-P74	
	PUYÓN/JP003-P11-10-P8	
	PUYÓN/JP003-P11-10-P95	
	PUYÓN/JP003-P11-10-P67	
PUYÓN/JP003-P11-10-P62		
3	PUYÓN/JP002-P8-28-P7	FACIAG-UTB
	PUYÓN/JP002-P8-28-P81	
	PUYÓN/JP002-P8-28-P48	

PUYÓN/JP002-P8-28-P47  
PUYÓN/JP002-P8-28-P71  
PUYÓN/JP002-P8-28-P52  
PUYÓN/JP002-P8-28-P93  
PUYÓN/JP002-P8-28-P20  
PUYÓN/JP002-P8-28-P35

4

PUYÓN/JP002-P8-20-P1  
PUYÓN/JP002-P8-20-P86  
PUYÓN/JP002-P8-20-P94  
PUYÓN/JP002-P8-20-P98  
PUYÓN/JP002-P8-20-P61  
PUYÓN/JP002-P8-20-P15  
PUYÓN/JP002-P8-20-P57  
PUYÓN/JP002-P8-20-P7  
PUYÓN/JP002-P8-20-P72

FACIAG-UTB

5

PUYÓN/JP002-P8-31-P25  
PUYÓN/JP002-P8-31-P45  
PUYÓN/JP002-P8-31-P42  
PUYÓN/JP002-P8-31-P6  
PUYÓN/JP002-P8-31-P30  
PUYÓN/JP002-P8-31-P63  
PUYÓN/JP002-P8-31-P41  
PUYÓN/JP002-P8-31-P1  
PUYÓN/JP002-P8-31-P22  
PUYÓN/JP002-P8-31-P7

FACIAG-UTB

6

PUYÓN/JP002-P8-32-P97  
PUYÓN/JP002-P8-32-P8  
PUYÓN/JP002-P8-32-P87  
PUYÓN/JP002-P8-32-P35  
PUYÓN/JP002-P8-32-P48

FACIAG-UTB

	PUYÓN/JP002-P8-32-P18	
	PUYÓN/JP002-P8-32-P1	
	PUYÓN/JP002-P8-32-P77	
	PUYÓN/JP002-P8-32-P109	
	PUYÓN/JP002-P8-32-P40	
	PUYÓN/JP002-P8-29-P60	
	PUYÓN/JP002-P8-29-P93	
	PUYÓN/JP002-P8-29-P71	
	PUYÓN/JP002-P8-29-P8	
7	PUYÓN/JP002-P8-29-P49	FACIAG-UTB
	PUYÓN/JP002-P8-29-P6	
	PUYÓN/JP002-P8-29-P56	
	PUYÓN/JP002-P8-29-P32	
	PUYÓN/JP002-P8-29-P65	
	PUYÓN/JP002-P8-29-P66	
8	SFL-011(Testigo)	FLAR*

---

### 3.6. Análisis estadístico

En este estudio se utilizó el programa InfoStat, donde realizó el análisis estadístico de las diferentes variables, así como para la elaboración de gráficos el programa Excel. Las cuales fueron sometidas al Análisis de Varianza (ANOVA) y al test de Tukey 5 %, para la determinación de la significancia estadística y para diferenciar o comparar los valores de las variables estudiadas. En el Análisis de Componentes Principales se desarrolló para conocer la relación existente entre las líneas, así mismo se realizó el Análisis de Conglomerados con la finalidad de conocer la similitud entre las líneas. Para la selección de los materiales más sobresalientes se ejecutó un Análisis de Variabilidad Relativa (%), utilizando las medias de las variables rendimiento por planta (g/planta). El menor valor de esta variabilidad y los valores arriba de la media en la variable rendimiento, fueron utilizados para elaborar un gráfico de cuatro celdas, cuyo objetivo fue seleccionar las líneas y sublíneas de mejor comportamiento agronómico y producción.

### 3.7. Manejo del ensayo

En cada bloque del estudio, se realizaron las siguientes labores agronómicas, las cuales se definen a continuación.

#### 3.7.1. Cultivo de segregantes F4

Para el presente trabajo se llevó a cabo a realizar la selección de las semillas F4 de arroz, consiguiendo aquellas que no se mostraron ningún tipo de daño producido por insectos o agentes patógenos, y así se obtuvieron las mejores semillas para dicho procedimiento.

#### 3.7.2. Prueba de germinación de los genotipos

Se procedió a efectuar las respectivas pruebas de germinación de las líneas consideradas en la Tabla 3, en cada una de las líneas seleccionadas, se colocaron treinta semillas por cajas Petri, codificadas, con el objetivo de obtener el porcentaje de germinación (Figura 2).



*Figura 2. Semilla de arroz F4 germinadas en cajas Petri con una lámina de 3 mm de agua.*

#### 3.7.3. Pre-germinación de semillas F4 de arroz.

Para la pre-germinación de la semilla F4 de arroz, se colocaron 20 gramos de semilla en cajas Petri, donde se utilizó una lámina de agua aproximadamente de 3 mm, permaneciendo a una temperatura de 30 °C durante tres días. Las semillas fueron tratadas con el producto químico Vitavax en dosis de 0,5 g/L, con la finalidad de protegerlas durante la etapa de germinación, luego se realizó el semillero bajo condiciones de invernadero de la FACIAG-UTB, donde fueron sembradas en el sustrato y codificadas, permaneciendo hasta el día del trasplante definitivo al campo (Figura 3). El riego se realizó

con regadera de manera periódica a los semilleros que se encontraban en el invernadero de la FACIAG-UTB, cada vez que el semillero lo ameritaba.



**Figura 3.** Peso de 20 gramos de las semillas seleccionadas F4 de arroz, realizado en una gramera (A); pre-germinación de las semillas colocado en cajas Petri con una lámina de 3 mm de agua, tratadas con Vitavax en dosis de 0,5 g/L de agua (B); preparación del sustrato (C); siembra y codificación del semillero realizado en el invernadero (D).

### 3.7.4. Preparación de terreno

Se procedió a realizar la preparación del terreno, donde primero se ejecutó un pase de fanguedo con la ayuda de una maquinaria agrícola, para luego incorporar al terreno 200 kg (2 sacos) de DAP y después se realizó el segundo pase (Figura 4).

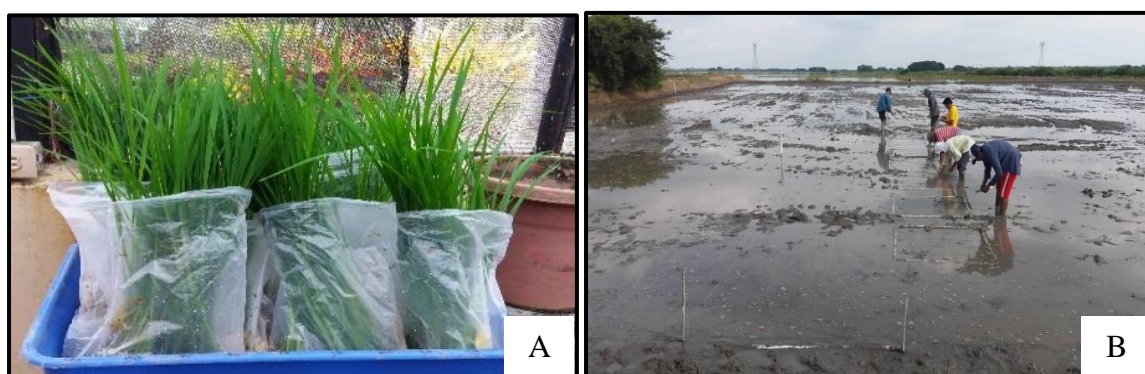
$$\begin{array}{r}
 10000 \text{ m}^2 \\
 \diagdown \quad \diagup \\
 735 \text{ m}^2 \quad \quad 100 \text{ kg (2 sacos)} \\
 \diagup \quad \diagdown \\
 x = 7.35 \text{ kg} \times 2, 2 \text{ L} = 16, 17 \text{ L}
 \end{array}$$



**Figura 4.** Fanguedo del bloque experimental con una maquinaria agrícola (A); incorporación del fertilizante DAP (B).

### 3.7.5. Trasplante de las plántulas en el sitio definido

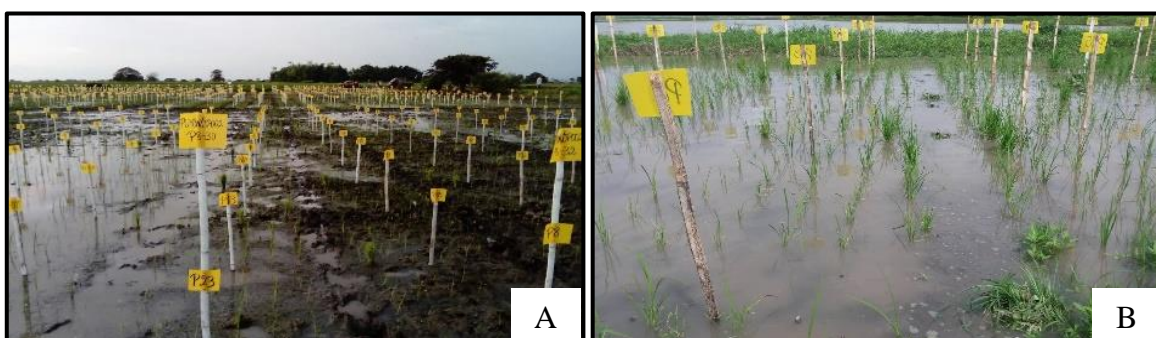
El trasplante se realizó en los bloques de las tres repeticiones, cada repetición tenía un área de 14 m de largo x 17,5 m de ancho ( $245 \text{ m}^2$ ), que suman un total de  $735 \text{ m}^2$ . Los semilleros fueron establecidos en el invernadero de la FACIAG-UTB. Una vez que obtuvieron los 15 días después de su germinación, posteriormente fueron trasladadas a la Hacienda Valle Verde; luego con la ayuda de una cuadrícula que tenían medidas de 1,25 m x 1,25 m ( $1,56 \text{ m}^2$ ), se establecieron los bloques con 36 individuos, sembrando una planta por sitio, a una distancia de 0,25 m entre planta y 0,25 m entre hilera y con una distancia de 0,50 m entre bloques de cada línea de arroz sembrada (Figura 5).



**Figura 5.** Semillero de arroz para el trasplante de la población F4 (A); Trasplante de las líneas y sublíneas de arroz al sitio definitivo (B).

### 3.7.6. Riego

Después de la siembra en el sitio definitivo del cultivo, se procedió siempre a dejar una mínima lámina de agua, empleando el riego por inundación, que consiste en dejar saturado el suelo con una lámina de agua de 10 cm, aproximadamente (Figura 6).



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

### 3.7.7. Control de malezas

Como método preventivo para el desarrollo del cultivo, a los 6 días después de la siembra, se aplicó un herbicida pre-emergente: Paroli (Pendimethalin 100 g/L) en dosis de 2 500 cc/ha, se utilizó 250 cc en 20 litros de agua. Cuando aparecieron las malezas en la plantación, fueron controladas mediante el método manual (eliminando las malezas a mano o con la ayuda de un machete), con la finalidad de evitar la competencia con el cultivo por los elementos necesarios para la planta (agua, nutriente, luminosidad y espacio). En la Figura 7, se observa el ensayo sin la presencia de malezas.



*Figura 7. Ensayo de arroz con un control eficiente de maleza.*

### 3.7.8. Fertilización

Se realizaron tres aplicaciones de fertilizantes edáficos y dos foliares, la primera aplicación se realizó a los 15 días, utilizando una mezcla de tres fertilizantes (Urea y Muriato de potasio), la dosis fue calculada de acuerdo con el área del bloque experimental (735 m<sup>2</sup>). Se aplicó 7,4 Kg Urea y Muriato de potasio y 4,9 Kg de DAP. La segunda aplicación se realizó a los 25 días empleando 22,05 kg del fertilizante Fertiarroz y la tercera aplicación se efectuó a los 55 días, utilizando 7 kg de Urea.

A los 22 y 47 días del cultivo, se aplicó el Fertilizante Inorgánico Completo (Zinquel Plus) para darle mayor vigorosidad, en dosis de 1 500 cc/ha, la cantidad aplicada fue de 150 cc en 20 litros de agua.

### 3.7.9. Control de insectos plaga y enfermedades

Debido a la presencia de ataque de moluscos, a los 2 días antes de la siembra y a los 5, 10 y 15 días después, se procedió a realizar la aplicación del Molusquicida Agrícola o Caracolero (Niclosamide 700 g/kg) en dosis de 300 g/ha. La dosis para el bloque experimental fue calculada mediante una regla de tres, obteniendo una dosificación de 30 g en 20 litros de agua.

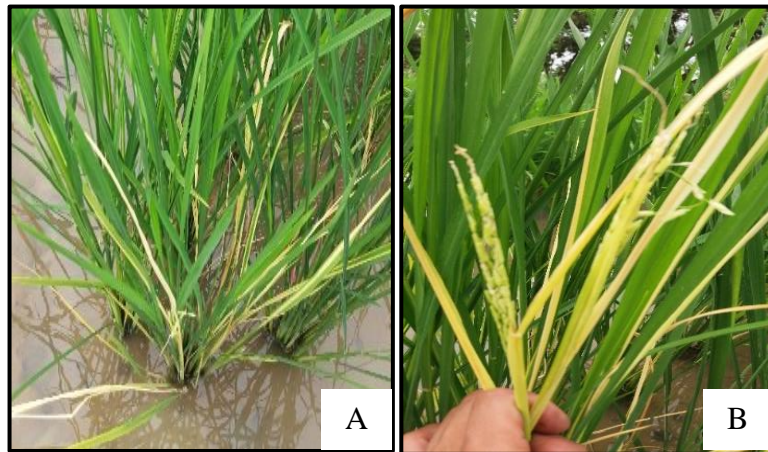
Durante los 22 días del cultivo, debido al ataque de la mosca minadora de la hoja (*Hidrellia griseola*), sogata (*Tagosodes orizicolus*) y novia del arroz (*Rupela albinella*), se realizó la aplicación de la mezcla de dos productos: Cryztal Scultor (Fipronil 200 g/L) en dosis de 250 cc/ha, la dosis aplicada fue de 30 cc en 20 litros de agua; mezclado con Nockeo (Lambda Cyhalotrin 106 g/L + thiamethoxam 141 g/L) en dosis de 300 cc/ha, la dosis aplicada fue de 30 cc en 20 litros de agua. A los 24 días del cultivo, se aplicó un fungicida a base de azufre de nombre comercial Sulfox (Sulfur 720 g/L) en dosis de 1 L/ha, la dosis aplicada fue de 100 cc en 20 litros de agua.

A los 34 días del ciclo del cultivo, debido a la presencia de ataque de insectos como masticadores, defoliadores y chupadores, y también la como preventivo de enfermedades, se procedió aplicar una mezcla de un fungicida sistémico de acción protectante, de nombre comercial: Libertaje (Azoxystrobin 250 g/L + Flutriafol 250 g/L) en dosis de 160 cc/ha, la dosis aplicada fue de 16 cc en 20 litros de agua y un insecticida de nombre comercial: Centella 50 (Lambda cyhalothrin 50 g/L) en dosis de 300 cc/ha, la dosis aplicada fue de 30 cc en 20 litros de agua.

Así mismo, debido a la incidencia de ataque de la Sogata y Novia del arroz, los 41 días después de la siembra, se realizó la aplicación de Nockeo (Lambda Cyhalotrin 106 g/L + Thiamethoxam 141 g/L) en dosis de 300 cc/ha, la dosis aplicada fue de 30 cc en 20 litros de agua. La aplicación de los pesticidas se efectuó mediante una bomba de mochila, asperjando el producto al área foliar del cultivo.

A medida que el cultivo se desarrollaba, se eliminaron todas las plantas no deseadas en la población segregante F4; es decir, se descartaron todas las plantas que fueron afectadas por enfermedades fungosas y por el Virus de la Hoja Blanca (VHB), como se observa en la Figura 8.





**Figura 8.** Identificación de las plantas con presencia de virus de la hoja blanca (A) y eliminación de las plantas afectadas (B).

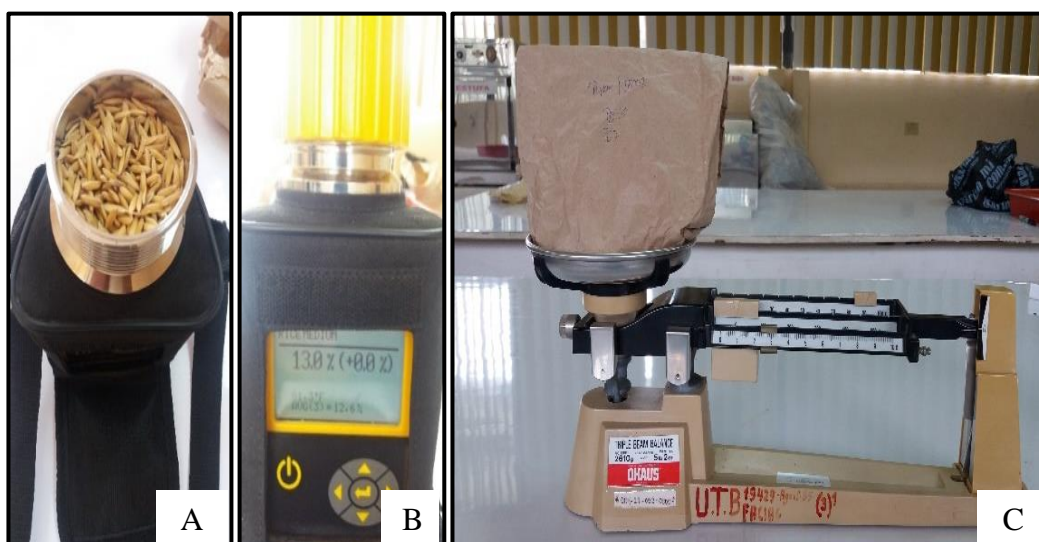
### 3.7.10. Cosecha de las semillas F5

La cosecha de las plántulas en cada uno de las líneas, se realizó una vez que los individuos de cada población alcanzaron su madurez fisiológica. Se cosecharon las plantas de cada sublíneas de las parcela por separado. Las semillas de cada planta cosechada fueron colocadas en sobres de papel con la respectiva identificación del código de cruce (líneas y sublíneas), número de planta y fecha de cosecha (Figura 9).



**Figura 9.** Cosecha de las líneas de arroz (A) y colocación de las semillas en una funda de papel con su respectiva identificación (B).

Para el almacenamiento, las semillas procedentes de cada cruce fueron colocadas en sobres de papel y se guardaron en el banco de germoplasma que tiene el Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (UTB), sitio en donde se realizó el conteo de las semillas de cada planta cosechada y posteriormente se realizó el peso de las semillas de cada planta, utilizando una balanza de precisión. Luego, se colocaron en un medidor de humedad, marca John Deere SW5300, con el cual se determinó el porcentaje de cada planta (Figura 10).



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

Como método preventivo para el tratamiento de las semillas cosechadas, se aplicó el insecticida agrícola en tableta GASTOXIN (Aluminum Phosphide 570 g/kg). Las muestras fueron colocadas, cubriendo totalmente con plástico con el objetivo de evitar la salida de la sustancia gaseosa que produce el producto. La dosis utilizada para este tratamiento fue de una tableta por metro cúbico (m<sup>3</sup>), permaneciendo durante cuatro días en dicho tratamiento y posteriormente las semillas fueron almacenadas en un refrigerador (Figura 11).



**Figura 11.** Aplicación del insecticida agrícola en tableta GASTOXIN para el tratamiento de la semilla.

### 3.8. Variables evaluadas

#### 3.8.1. Vigor vegetativo

Para el vigor se evaluaron en el campo diez individuos por cada sublíneas que conformó cada línea, a los cincuenta días de edad del cultivo, para lo cual se utilizó la

escala del Sistema de Evaluación estándar para arroz desarrollado por el (CIAT), como se muestra en la Tabla 4.

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

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

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

### **3.8.2. Días a la floración**

Se estableció la floración, desde la fecha de siembra en el semillero, hasta cuando el 70 % de las plantas de cada población de cada línea, mostraron sus respectivas panículas fuera de la vaina.

### **3.8.3. Ciclo vegetativo (días)**

Se registraron los días transcurridos desde el inicio del semillero, hasta la madurez fisiológica de cada individuo.

### **3.8.4. Macollos por planta**

Se evaluó el número de macollos en cada individuo de la población F4.

### **3.8.5. Panículas por planta**

Se determinó el número de panículas en cada individuo de la población F4, registrando el número de las panículas emergidas por cada planta que llegaron a su madurez fisiológica al momento de realizar la cosecha.

### **3.8.6. Longitud de la hoja bandera (cm)**

En la fase de floración, se determinó por cada planta de la población de F4 la longitud de la hoja bandera, se midió desde la base hasta el ápice de la lámina foliar.

### **3.8.7. Ancho de la hoja bandera (cm)**

En la fase de floración, se determinó por cada planta de la población de F4 el ancho de la hoja bandera, se midió desde la parte central de la lámina foliar.

### **3.8.8. Altura de planta (cm)**

Se evaluó cuando las plantas estuvieron en fase de maduración, previo a la cosecha, midiendo desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panícula más sobresaliente en cada individuo de la población F4.

### **3.8.9. Granos por panícula**

Se evaluó el número de granos presentes por panícula (3 panículas) por planta en la fase de maduración, se contabilizó el total de granos de cada uno de los individuos de la población F4 y se obtuvo el valor promedio de granos por panícula.

### **3.8.10. Longitud de panícula (cm)**

Es la distancia que comprende el espacio entre el nudo ciliar y el ápice de la panícula. Se determinó midiendo tres panículas de cada individuo de la población F4 en la fase de maduración.

### **3.8.11. 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 F4 en la fase de maduración, para establecer el porcentaje de esterilidad de los granos.

### **3.8.12. Peso de 1000 granos (g)**

Se contabilizó 1000 granos en cada individuo seleccionado al azar, teniendo en cuenta de que estos no estén afectados por insectos o enfermedades. Los granos fueron llevados al 14 % de humedad y estos fueron pesados en una balanza de precisión, expresando su promedio en gramos.

### 3.8.13. Rendimiento (g/planta)

Los granos de cada planta fueron cosechados y secados al 14 % de humedad; ejecutando la limpieza de los mismos. Se tomó el peso de los granos provenientes de cada individuo y este valor se expresó en gramos por planta.

### 3.8.14. Longitud y ancho del grano (mm) con cáscara y descascarado

Inicialmente, se tomaron al azar cinco granos con cáscara tomados dentro de cada individuo evaluado, y se midieron los datos de longitud y ancho de grano con un escalímetro, los valores fueron sumados y promediados. A la vez, estos mismos granos fueron pelados, los que también se registró la longitud y el ancho del grano, utilizando el resultado promediado para clasificar el tipo de grano de cada planta, empleando la escala del sistema de evaluación estándar para arroz del CIAT, como se observa en la Tabla 5.

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

<b>Categoría</b>	<b>Rango</b>	<b>Escala</b>
Extra largo	7,6 mm o >	1
Largo	6,6, - 7,5 mm	3
Medio	5,6 – 6,5 mm	5
Corto	5,5 mm o <	7

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

### 3.8.15. Desgrane (%)

Se utilizaron tres panículas por planta en estado de madurez dentro de cada población F4, se contabilizó el número de granos y se procedió a realizar el desgrane sosteniendo la panícula suavemente en la mano y se procedió a apretándola levemente con la mano, donde esta labor hace que se desprendan los granos. El número de granos desprendidos se utilizó para realizar el cálculo del porcentaje de desgrane. Con este valor se aplicó la escala del sistema de evaluación estándar para arroz del CIAT, como se observa en la Tabla 6.

**Tabla 6.** *Escala de desgrane.*

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

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

### **3.8.16. Forma del grano**

Se determinaron mediante la relación largo/ancho de los granos descascarados. Los valores obtenidos se utilizaron para clasificar la forma del grano, dividiendo el valor de la longitud por el ancho del grano y posteriormente se empleó la escala del sistema de evaluación estándar para arroz del CIAT, como se observa en la Tabla 7.

**Tabla 7.** *Escala de forma del grano.*

<b>Categoría</b>	<b>Rango</b>	<b>Escala</b>
Delgado	3,0 ó >	1
Medio	2,1 – 3,0	3
Ovalado	1,1 – 2,0	5
Redondo	1,1 ó <	9

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

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Vigor

El análisis de varianza de esta variable, indica que existe significancia estadística entre los cruces (0,0408) y las sublíneas que componen cada línea (0,1410), como se observa en el Anexo 1.

En relación al test de Tukey con respecto a las líneas, indica que son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ), como se observa en los resultados de la Tabla 8. Se observa que los individuos de todas las líneas estuvieron en el rango de plantas muy vigorosas como lo indica la escala de vigor del CIAT.

**Tabla 8.** Resultados del análisis estadístico del vigor vegetativo (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019.

Cruces	Medias	N	E.E.	Comparaciones		
Puyón/JP003 P11-10	1,21	300	0,08	A		
Puyón/JP002 P8-29	1,25	300	0,07	A B		
Puyón/JP002 P8-30	1,27	270	0,07	A B C		
Puyón/JP002 P8-32	1,29	300	0,08	A B C		
Puyón/JP002 P8-28	1,44	300	0,08	B C D		
Puyón/JP002 P8-31	1,50	300	0,07	C D E		
SFL-011 (Control)	1,62	300	0,09	D E		
Puyón/JP002 P8-20	1,72	270	0,09	E		

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,23554 Error: 0,8777 gl: 2260

El test de Tukey, con respecto a las sublíneas, que aunque indica que son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ), como se observa en los resultados de la Tabla 9, todos estos valores promedios tienden a caer en los rangos de plantas muy vigorosas y plantas vigorosas, como lo indica la escala de vigor del CIAT (Figura 12).

**Tabla 9.** Resultados del análisis estadístico de la variable vigor vegetativo, con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019.

Parcelas	Medias	N	E.E.	Comparaciones			
69	0,43	30	0,51	A			
66	0,63	30	0,51	A	B		
81	0,83	30	0,51	A	B	C	
7	0,83	30	0,51	A	B	C	
28	1,03	30	0,51	A	B	C	D
76	1,03	30	0,51	A	B	C	D
24	1,03	30	0,51	A	B	C	D
63	1,03	30	0,51	A	B	C	D
13	1,03	30	0,51	A	B	C	D
80	1,03	30	0,51	A	B	C	D
29	1,03	30	0,51	A	B	C	D
57	1,03	30	0,51	A	B	C	D
56	1,07	30	0,17	A	B	C	D
72	1,08	30	0,17	A	B	C	D
61	1,08	30	0,17	A	B	C	D
2	1,09	30	0,17	A	B	C	D
9	1,11	30	0,17	A	B	C	D
11	1,13	30	0,17	A	B	C	D
17	1,14	30	0,17	A	B	C	D
71	1,15	30	0,17	A	B	C	D
74	1,15	30	0,17	A	B	C	D
3	1,16	30	0,17	A	B	C	D
14	1,20	30	0,17	A	B	C	D
68	1,20	30	0,17	A	B	C	D
22	1,21	30	0,17	A	B	C	D
16	1,23	30	0,17	A	B	C	D
86	1,23	30	0,51	A	B	C	D
19	1,23	30	0,51	A	B	C	D
52	1,23	30	0,51	A	B	C	D
1	1,23	30	0,51	A	B	C	D
79	1,23	30	0,51	A	B	C	D
82	1,23	30	0,51	A	B	C	D
31	1,23	30	0,51	A	B	C	D
6	1,23	30	0,51	A	B	C	D
53	1,27	30	0,17	A	B	C	D
62	1,27	30	0,17	A	B	C	D
60	1,28	30	0,17	A	B	C	D
73	1,28	30	0,17	A	B	C	D
15	1,28	30	0,17	A	B	C	D
5	1,29	30	0,17	A	B	C	D
55	1,33	30	0,17	A	B	C	D
4	1,34	30	0,17	A	B	C	D
27	1,35	30	0,17	A	B	C	D
10	1,39	30	0,17	A	B	C	D
67	1,40	30	0,17	A	B	C	D



20	1,41	30	0,17	A	B	C	D	E		
59	1,41	30	0,17	A	B	C	D	E		
23	1,41	30	0,17	A	B	C	D	E		
64	1,43	30	0,51	A	B	C	D	E		
58	1,43	30	0,51	A	B	C	D	E		
30	1,43	30	0,51	A	B	C	D	E		
34	1,45	30	0,17		B	C	D	E		
8	1,53	30	0,17		B	C	D	E		
50	1,56	30	0,17		B	C	D	E		
40	1,59	30	0,17		B	C	D	E		
35	1,59	30	0,17		B	C	D	E		
83	1,59	30	0,17		B	C	D	E		
54	1,60	30	0,17		B	C	D	E		
85	1,60	30	0,17		B	C	D	E		
84	1,63	30	0,17		B	C	D	E	F	
70	1,63	30	0,51		B	C	D	E	F	F
75	1,63	30	0,51		B	C	D	E	F	F
36	1,63	30	0,51		B	C	D	E	F	F
12	1,63	30	0,51		B	C	D	E	F	F
37	1,63	30	0,51		B	C	D	E	F	F
21	1,64	30	0,17		B	C	D	E	F	F
77	1,65	30	0,17			C	D	E	F	F
78	1,65	30	0,17			C	D	E	F	F
38	1,83	30	0,17			C	D	E	F	G
51	1,83	30	0,51			C	D	E	F	G
25	1,83	30	0,51			C	D	E	F	G
33	1,83	30	0,51			C	D	E	F	G
32	1,92	30	0,17				D	E	F	G
39	2,03	30	0,17				D	E	F	G
65	2,03	30	0,51				D	E	F	G
87	2,43	30	0,51					E	F	G
26	2,63	30	0,51						F	G
18	2,83	30	0,51							G

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

Test: Tukey Alfa=0,05, DMS=1,01813, Error 0,8777 gl: 2260



Figura 12. Evaluación de vigor con la respectiva escala del CIAT.

#### 4.2. Días a la floración

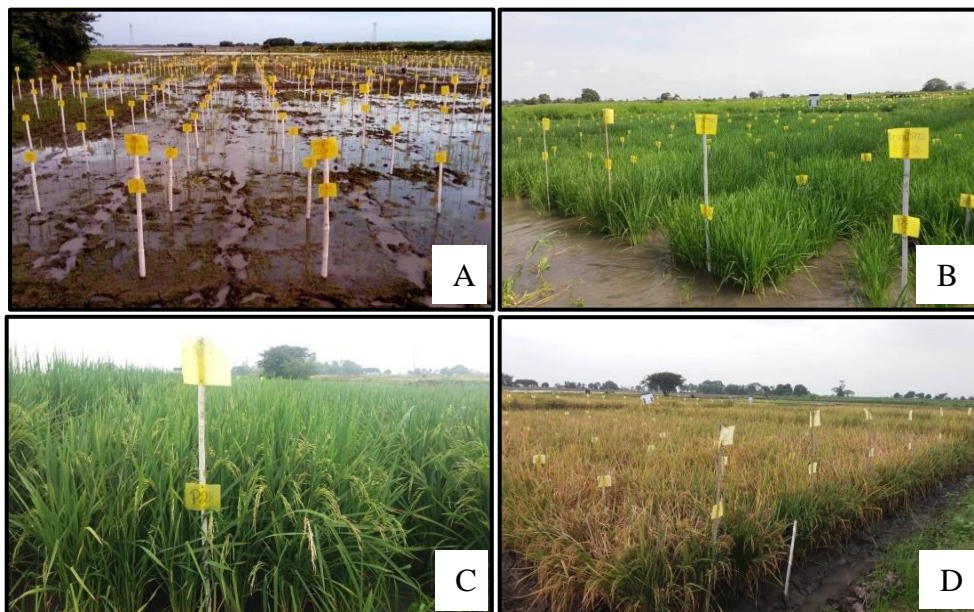
En esta variable, no se consideró el análisis de varianza ni la prueba de Tukey (5%), debido a que todas las sublíneas tuvieron un promedio de floración de 97 días después de la siembra (Figura 13).



*Figura 13. Identificación y registro de días a la floración de cada línea y sublíneas.*

#### 4.3. Ciclo vegetativo (días)

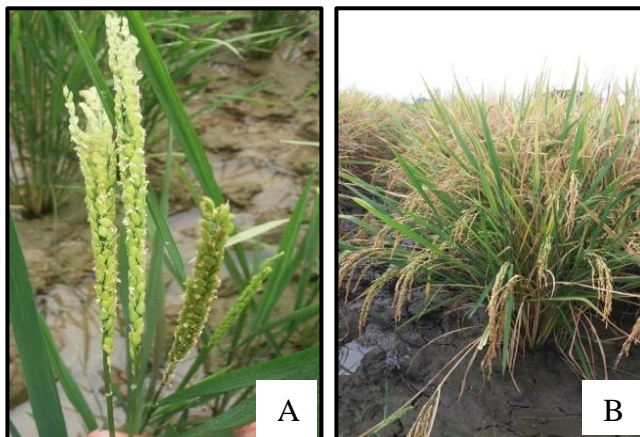
El resultado de esta variable, con respecto al análisis de varianza y a la prueba de Tukey (5%) no fueron consideradas, ya que todas las sublíneas tuvieron un promedio de ciclo vegetativo 141 días (Figura 14).



*Figura 14. Desarrollo de las diferentes etapas del cultivo de arroz (A), (B), (C) y (D).*

#### 4.4. Días de formación de grano

Con respecto a esta variable, el análisis de varianza y a la prueba de Tukey (5%) no proveyeron información contundente, por tal no se consideraron, teniendo un promedio en todas las sublíneas de 38 días (Figura 15).



**Figura 15.** Días en formación de granos, planta florecida (A) y planta a la madurez fisiológica (B).

#### 4.5. Macollos por planta

Los resultados del análisis de varianza de esta variable, indican que existe alta significancia estadística entre las líneas ( $<0,0001$ ) y las sublíneas que componen cada línea ( $<0,0001$ ), como se observa en el Anexo 2.

En lo que respecta al test de Tukey en relación a las líneas, indica que son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ), como se puede observar en los resultados de la Tabla 10. Se aprecia que los individuos de la variedad utilizada como control (SFL-011) obtuvieron el valor más bajo con una media de 21,80 macollos, mientras que los individuos de la línea Puyón/JP002 P8-31, presentaron el mayor valor con un promedio de 26,59 macollos por planta (Figura 16).

**Tabla 10.** Resultados del análisis estadístico del número de macollos por planta de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.

<b>Cruces</b>	<b>Medias</b>	<b>N</b>	<b>E.E.</b>	<b>Comparaciones</b>		
SFL-011 (Control)	21,80	862	0,25	A		
Puyón/JP002 P8-30	24,08	897	0,24	B		
Puyón/JP002 P8-28	24,75	971	0,23	B	C	
Puyón/JP003 P11-10	25,19	997	0,23		C	D
Puyón/JP002 P8-29	25,35	983	0,23		C	D
Puyón/JP002 P8-32	25,80	901	0,24			D E
Puyón/JP002 P8-20	26,01	856	0,25			D E
Puyón/JP002 P8-31	26,59	952	0,23			E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,99988 Error: 50,0922 gl: 7339



**Figura 16.** Evaluación de macollo.

El test de Tukey realizado a los valores de las sublíneas, indica que son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ), indicados en la Tabla 11. La sublínea 85 del estudio corresponde al testigo (SFL-011) que alcanzó una media de 19,80, en contraste con el promedio que se obtuvo en la sublínea 39 que corresponde a la línea Puyón/JP002 P8-31-P35 cuyo promedio fue de 28,79; o sea, un incremento de más 8 macollos por planta.

**Tabla 11.** Resultados del análisis estadístico de la variable del número de macollos por planta, con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019.

Parcelas	Medias	N	E.E.	Comparaciones
85	19,80	90	0,76	A
86	20,28	86	0,76	A B
84	20,78	94	0,73	A B C
83	21,17	88	0,76	A B C D
79	22,05	76	0,81	A B C D E
81	22,07	99	0,71	A B C D E
87	22,17	77	0,81	A B C D E F
80	22,20	83	0,78	A B C D E F G
6	22,53	106	0,69	A B C D E F G H
78	22,80	81	0,79	A B C D E F G H I
28	22,98	107	0,68	A B C D E F G H I J
82	23,18	88	0,75	A B C D E F G H I J K
65	23,37	104	0,69	A B C D E F G H I J K
2	23,66	98	0,72	A B C D E F G H I J K
4	23,76	103	0,7	A B C D E F G H I J K L
5	23,77	103	0,7	A B C D E F G H I J K L
22	23,92	100	0,71	A B C D E F G H I J K L
9	23,93	93	0,73	A B C D E F G H I J K L
16	23,97	104	0,69	A B C D E F G H I J K L
77	24,00	97	0,72	A B C D E F G H I J K L
8	24,03	102	0,70	A B C D E F G H I J K L
3	24,15	100	0,71	B C D E F G H I J K L
25	24,17	91	0,74	B C D E F G H I J K L
17	24,18	99	0,71	B C D E F G H I J K L
63	24,32	100	0,71	B C D E F G H I J K L
69	24,45	101	0,71	B C D E F G H I J K L
27	24,56	102	0,70	B C D E F G H I J K L M
13	24,59	98	0,72	B C D E F G H I J K L M
68	24,67	93	0,74	C D E F G H I J K L M
38	24,68	96	0,72	C D E F G H I J K L M
76	24,71	97	0,72	C D E F G H I J K L M
57	24,74	96	0,72	C D E F G H I J K L M
23	24,75	93	0,73	C D E F G H I J K L M
40	24,77	105	0,69	C D E F G H I J K L M
35	24,78	92	0,74	C D E F G H I J K L M
14	24,86	99	0,71	C D E F G H I J K L M
1	24,99	94	0,73	C D E F G H I J K L M
75	25,07	100	0,71	C D E F G H I J K L M
11	25,08	101	0,70	C D E F G H I J K L M

26	25,09	98	0,72	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
18	25,12	102	0,70		D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
52	25,22	98	0,72		D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
29	25,35	103	0,70		D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
30	25,37	93	0,74		D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
7	25,41	98	0,72		D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
21	25,44	95	0,73		D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
15	25,49	93	0,73	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
74	25,57	100	0,71		E	F	G	H	I	J	K	L	M	
61	25,66	88	0,76		E	F	G	H	I	J	K	L	M	
20	25,68	94	0,73		E	F	G	H	I	J	K	L	M	
60	25,78	87	0,76		E	F	G	H	I	J	K	L	M	
64	25,79	102	0,70		E	F	G	H	I	J	K	L	M	
34	25,81	91	0,74		E	F	G	H	I	J	K	L	M	
12	25,88	106	0,69		E	F	G	H	I	J	K	L	M	
24	25,95	88	0,76		E	F	G	H	I	J	K	L	M	
10	26,01	101	0,71		E	F	G	H	I	J	K	L	M	
73	26,01	98	0,72		E	F	G	H	I	J	K	L	M	
31	26,24	100	0,71		E	F	G	H	I	J	K	L	M	
66	26,28	77	0,81		E	F	G	H	I	J	K	L	M	
72	26,31	102	0,70		E	F	G	H	I	J	K	L	M	
71	26,38	97	0,72		E	F	G	H	I	J	K	L	M	
67	26,48	86	0,77		F	G	H	I	J	K	L	M		
36	26,49	99	0,71		F	G	H	I	J	K	L	M		
70	26,51	98	0,72			G	H	I	J	K	L	M		
54	26,52	95	0,73			G	H	I	J	K	L	M		
55	26,56	89	0,75				H	I	J	K	L	M		
33	26,59	101	0,70				H	I	J	K	L	M		
58	26,64	99	0,71				H	I	J	K	L	M		
50	26,67	92	0,74				H	I	J	K	L	M		
19	26,70	94	0,73				H	I	J	K	L	M		
59	26,89	81	0,79					I	J	K	L	M		
32	26,99	99	0,71					I	J	K	L	M		
37	26,99	85	0,77					I	J	K	L	M		
62	27,12	77	0,81						I	J	K	L	M	
56	27,14	94	0,73							J	K	L	M	
51	27,41	97	0,72								K	L	M	
53	28,08	93	0,73									L	M	
39	28,79	93	0,73											M

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,33325 Error: 50,0922 gl: 7339

#### 4.6. Panículas por planta

El análisis de varianza, para esta variable, indicó que los valores obtenidos en las líneas estudiadas, fueron altamente significativos ( $<0,0001$ ) y las sublíneas que componen cada línea ( $<0,0001$ ), como se observa en el Anexo 3.

En concordancia a los resultados obtenidos con el test de Tukey al 5 %, en relación a las líneas, fue significativamente diferente ( $p > 0,05$ ), como se puede observar en los resultados de la Tabla 12. La línea PUYÓN/JP002 P8-31 obtuvo la mayor cantidad de panículas por planta respecto a las demás líneas, con una media de 26,41 panículas; en contraste, el testigo (SFL-011) alcanzó el menor valor con un promedio de 20,61 panículas por planta (Figura 17).

**Tabla 12.** Resultados del análisis estadístico de panículas por plantas de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.

Cruces	Medias	N	E.E.	Comparaciones
SFL-011 (Control)	20,61	800	0,19	A
Puyón/JP002 P8-30	23,27	834	0,18	B
Puyón/JP003 P11-10	23,49	967	0,17	B C
Puyón/JP002 P8-28	24,05	902	0,17	C D
Puyón/JP002 P8-29	24,70	924	0,18	D E
Puyón/JP002 P8-20	25,40	809	0,19	E F
Puyón/JP002 P8-32	25,72	817	0,19	F G
Puyón/JP002 P8-31	26,41	873	0,18	G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,75979 Error: 26,9729 gl: 6846



**Figura 17.** Conteo de panículas en campo (A) y cosechadas (B).

De acuerdo al análisis del test de Tukey realizado a los valores de las sublíneas, indican que son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ), como se observa en la Tabla 13. La sublínea 85 del estudio corresponde al testigo (SFL-011), obtuvo la menor cantidad de panículas por planta con una media de 19,13; comparada a los resultados de la sublínea 59 que corresponde a la línea PUYÓN/JP002 P8-32-P8, alcanzó ser a de mayor valor con un promedio de 28,20 panículas por planta, con un incremento de más 9 panículas por planta.

**Tabla 13.** Resultados del análisis estadístico de la variable panículas por plantas, con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019.

Parcelas	Medias	N	E.E.	Comparaciones
85	19,13	78	0,6	A
84	19,42	83	0,57	A B
86	19,49	84	0,57	A B
83	20,18	82	0,58	A B C
87	20,54	72	0,61	A B C D
81	20,74	94	0,54	A B C D E
79	21,00	70	0,62	A B C D E F
16	21,22	102	0,52	A B C D E F G
80	21,30	79	0,58	A B C D E F G
78	21,45	74	0,6	A B C D E F G H
2	21,60	97	0,53	A B C D E F G H I
82	21,71	84	0,57	A B C D E F G H I J
17	22,30	95	0,53	A B C D E F G H I J K
3	22,44	100	0,52	B C D E F G H I J K L
4	22,47	94	0,54	B C D E F G H I J K L M
6	22,69	92	0,54	B C D E F G H I J K L M N
28	22,79	98	0,52	C D E F G H I J K L M N O
13	23,00	94	0,54	C D E F G H I J K L M N O P
9	23,20	88	0,55	C D E F G H I J K L M N O P Q
11	23,26	98	0,52	C D E F G H I J K L M N O P Q R
68	23,35	92	0,54	C D E F G H I J K L M N O P Q R
14	23,41	97	0,53	C D E F G H I J K L M N O P Q R S
27	23,51	93	0,54	D E F G H I J K L M N O P Q R S
25	23,54	85	0,56	D E F G H I J K L M N O P Q R S
69	23,61	98	0,53	D E F G H I J K L M N O P Q R S
18	23,70	99	0,52	D E F G H I J K L M N O P Q R S
12	23,70	105	0,51	D E F G H I J K L M N O P Q R S
8	23,72	99	0,52	D E F G H I J K L M N O P Q R S
10	23,76	99	0,52	D E F G H I J K L M N O P Q R S
76	23,84	89	0,55	E F G H I J K L M N O P Q R S
29	23,94	100	0,52	E F G H I J K L M N O P Q R S



5	23,96	87	0,56	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
38	24,00	93	0,54	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
24	24,08	84	0,57	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
23	24,13	85	0,56	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
22	24,16	89	0,55	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
77	24,17	88	0,55	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
7	24,44	90	0,55	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T		
21	24,48	93	0,54	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T		
61	24,61	84	0,57	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T			
67	24,63	86	0,56	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T			
26	24,63	88	0,55	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T			
15	24,68	88	0,55	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T			
1	24,68	87	0,56	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T			
19	24,78	90	0,55	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U			
73	24,91	95	0,53	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W			
55	24,92	89	0,55	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W			
30	24,93	83	0,57	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W			
75	24,97	93	0,54	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W			
35	24,99	85	0,56	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W			
60	25,10	81	0,58	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W				
71	25,15	92	0,54	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W				
20	25,24	87	0,56	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W				
36	25,25	97	0,53	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W				
63	25,31	87	0,56	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W				
70	25,49	94	0,54	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W				
37	25,54	82	0,58	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W				
65	25,54	85	0,56	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W				
31	25,54	96	0,53	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W				
64	25,59	91	0,54	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W				
74	25,61	91	0,55	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W					
62	25,61	75	0,6	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W					
54	25,68	90	0,55	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W					
56	25,69	90	0,55	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W					
66	25,75	70	0,62	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W						
57	25,75	81	0,58	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W						
52	25,79	86	0,56	N	O	P	Q	R	S	T	U	W							
32	26,04	94	0,54	O	P	Q	R	S	T	U	W								
40	26,10	91	0,54	P	Q	R	S	T	U	W									
58	26,17	90	0,55	P	Q	R	S	T	U	W									
72	26,25	92	0,54	P	Q	R	S	T	U	W									
34	26,31	84	0,57	Q	R	S	T	U	W										
33	26,50	95	0,54	R	S	T	U	W											
50	26,67	85	0,56	S	T	U	W												
51	27,29	88	0,55	T	U	W													

53	28,02	85	0,56	U	W
39	28,16	88	0,55		W
59	28,20	68	0,63		W

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,29340 Error: 26,9729 gl: 6846*

#### **4.7. Longitud de hoja bandera (cm)**

Como manifiesta el análisis de varianza, con respecto a esta variable, se muestra que los valores obtenidos en las líneas estudiadas, fueron altamente significativos ( $<0,0001$ ) y las sublíneas que componen cada cruce ( $<0,0001$ ), como se observa en el Anexo 4.

Para esta variable, el Test de Tukey al 5 %, reportó que las líneas estudiadas fueron significativamente diferentes entre las líneas ( $p > 0,05$ ), como se puede observar en los resultados de la Tabla 14. Se determinó que el testigo (SFL-011) obtuvo la mayor longitud de la hoja bandera con respecto a las líneas estudiadas, mostrando una media de 49,33 cm; sin embargo, la línea PUYÓN/JP002 P8-28, alcanzó un menor valor, con una media de 38,08 cm (Figura 18).



**Figura 18.** Longitud de la hoja bandera (cm).

**Tabla 14.** Resultados del análisis estadístico de longitud de la hoja bandera de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.

Cruces	Medias	N	E.E.	Comparaciones
Puyón/JP002 P8-28	38,08	300	0,35	A
Puyón/JP002 P8-30	39,61	270	0,31	B
Puyón/JP002 P8-31	39,88	300	0,29	B
Puyón/JP002 P8-20	40,01	270	0,39	B
Puyón/JP002 P8-29	40,23	300	0,30	B
Puyón/JP002 P8-32	40,40	300	0,33	B
Puyón/JP003 P11-10	42,15	300	0,32	C
SFL-011 (Control)	49,33	300	0,38	D

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,98430 Error: 15,3271 gl: 2260

Los resultados del test de Tukey realizado a los valores obtenidos en relación de las sublíneas, mostraron que son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). Las sublíneas 79 y 86 que corresponden al testigo (SFL-011), obtuvieron el mayor promedio en respecto a la longitud de la hoja bandera, con una media de 61,02 cm, comparada a la sublínea 37 que corresponde a la línea PUYÓN/JP002 P8-20-P7, resultó la de menor valor con un promedio de 24,23 cm. En la Tabla 15, se muestran los resultados.

**Tabla 15.** Resultados del análisis estadístico de la variable longitud de la hoja bandera, con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019.

Parcelas	Medias	N	E.E.	Comparaciones
37	24,23	30	2,15	A
33	34,02	30	2,15	B
36	34,13	30	2,15	B C
30	34,21	30	2,15	B C D
6	34,33	30	2,15	B C D E
7	35,14	30	2,15	B C D E F
18	35,99	30	2,15	B C D E F G
70	36,04	30	2,15	B C D E F G H
27	36,77	30	0,73	B C D E F G H I
23	36,98	30	0,73	B C D E F G H I J
66	37,24	30	2,15	B C D E F G H I J K

15	37,31	30	0,73	B C D E F G H I J K L
20	37,56	30	0,73	B C D E F G H I J K L M
9	37,67	30	0,72	B C D E F G H I J K L M N
59	37,77	30	0,73	B C D E F G H I J K L M N O
65	37,78	30	2,15	B C D E F G H I J K L M N O
54	37,92	30	0,72	B C D E F G H I J K L M N O
35	38,03	30	0,73	B C D E F G H I J K L M N O P
12	38,29	30	2,15	C D E F G H I J K L M N O P Q
24	38,40	30	2,15	D E F G H I J K L M N O P Q
58	38,51	30	2,15	E F G H I J K L M N O P Q
52	38,54	30	2,15	E F G H I J K L M N O P Q
40	38,67	30	0,73	F G H I J K L M N O P Q R
71	38,77	30	0,73	F G H I J K L M N O P Q R S
53	38,80	30	0,72	F G H I J K L M N O P Q R S
34	38,81	30	0,73	F G H I J K L M N O P Q R S
22	38,96	30	0,73	F G H I J K L M N O P Q R S T
2	38,97	30	0,72	F G H I J K L M N O P Q R S T
64	39,01	30	2,15	F G H I J K L M N O P Q R S T
63	39,02	30	2,15	F G H I J K L M N O P Q R S T
21	39,11	30	0,72	F G H I J K L M N O P Q R S T U
3	39,23	30	0,72	F G H I J K L M N O P Q R S T U
74	39,60	30	0,73	G H I J K L M N O P Q R S T U
5	39,68	30	0,72	G H I J K L M N O P Q R S T U
4	39,74	30	0,73	G H I J K L M N O P Q R S T U W
68	39,77	30	0,73	G H I J K L M N O P Q R S T U W
75	39,90	30	2,15	G H I J K L M N O P Q R S T U W
60	39,99	30	0,73	G H I J K L M N O P Q R S T U W
29	40,04	30	2,15	G H I J K L M N O P Q R S T U W
50	40,06	30	0,72	G H I J K L M N O P Q R S T U W
56	40,23	30	0,73	G H I J K L M N O P Q R S T U W
76	40,29	30	2,15	H I J K L M N O P Q R S T U W X
32	40,35	30	0,73	I J K L M N O P Q R S T U W X
55	40,36	30	0,72	I J K L M N O P Q R S T U W X
72	40,37	30	0,73	I J K L M N O P Q R S T U W X
61	40,49	30	0,73	I J K L M N O P Q R S T U W X
73	40,59	30	0,73	I J K L M N O P Q R S T U W X
28	40,83	30	2,15	I J K L M N O P Q R S T U W X
69	41,23	30	2,15	J K L M N O P Q R S T U W X
38	41,42	30	0,72	K L M N O P Q R S T U W X
16	41,49	30	0,72	K L M N O P Q R S T U W X
8	41,50	30	0,72	L M N O P Q R S T U W X
19	41,50	30	2,15	L M N O P Q R S T U W X
62	41,73	30	0,73	M N O P Q R S T U W X
25	41,83	30	2,15	N O P Q R S T U W X

67	42,00	30	0,73					O	P	Q	R	S	T	U	W	X								
77	42,26	30	0,73					P	Q	R	S	T	U	W	X									
26	42,53	30	2,15					Q	R	S	T	U	W	X	Y									
11	42,92	30	0,72					R	S	T	U	W	X	Y										
17	42,98	30	0,73						S	T	U	W	X	Y	Z									
14	43,09	30	0,72						T	U	W	X	Y	Z										
10	43,33	30	0,73							U	W	X	Y	Z										
13	43,95	30	2,15								W	X	Y	Z	a									
39	43,97	30	0,72								W	X	Y	Z	a									
81	44,49	30	2,15									X	Y	Z	a	b								
83	46,57	30	0,73										Y	Z	a	b	c							
51	46,76	30	2,15											Y	Z	a	b	c						
57	47,20	30	2,15												Z	a	b	c						
85	47,60	30	0,73													a	b	c						
78	48,59	30	0,73																			b	c	d
31	50,53	30	2,15																			c	d	e
84	51,93	30	0,72																				d	e
87	52,67	30	2,15																				d	e
1	53,13	30	2,15																					e
82	54,75	30	2,15																					e
80	59,83	30	2,15																					f
79	61,02	30	2,15																					f
86	61,02	30	2,15																					f

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,25460 Error: 15,3271 gl: 2260

#### 4.8. Ancho de hoja bandera (cm)

En lo que se relaciona al análisis de varianza, con relación a esta variable, se muestra que los valores obtenidos en las líneas estudiadas, fueron altamente significativos ( $<0,0001$ ) al igual que las sublíneas que componen cada línea ( $<0,0001$ ), como se observa en el Anexo 5.

El Test de Tukey al 5 %, reportó diferencia significativa entre las sublíneas estudiadas como se muestra en la Tabla 16. La sublínea PUYÓN/JP002 P8-32, alcanzó el mayor valor con 1,79 cm; sin embargo, la línea PUYÓN/JP002 P8-20 y el testigo SFL-011 lograron el valor más bajo con una media de 1,71 cm (Figura 19).

**Tabla 16.** Resultados del análisis estadístico de ancho de la hoja bandera de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.

<b>Cruces</b>	<b>Medias</b>	<b>N</b>	<b>E.E.</b>	<b>Comparaciones</b>
Puyón/JP002 P8-20	1,71	270	0,01	A
SFL-011 (Control)	1,71	300	0,01	A
Puyón/JP002 P8-30	1,72	270	0,01	A
Puyón/JP002 P8-29	1,75	300	0,01	B
Puyón/JP002 P8-31	1,76	300	0,01	B
Puyón/JP002 P8-28	1,76	300	0,01	B
Puyón/JP003 P11-10	1,77	300	0,01	B
Puyón/JP002 P8-32	1,79	300	0,01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02512 Error: 0,0100 gl: 2260



**Figura 19.** Ancho de la hoja bandera (cm).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el test de Tukey en relación de las sublíneas, manifestaron que son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). La sublínea 80 que corresponde al testigo (SFL-011), adquirió el mayor promedio del ancho de la hoja bandera, con una media de 1,97 cm, con relación a la sublínea 36 que corresponde a la línea PUYÓN/JP002 P8-20-P57, siendo la de menor valor con un promedio de 1,55 cm en ancho de la hoja bandera, como se muestran en la Tabla 17.

**Tabla 17.** Resultados del análisis estadístico de la variable ancho de la hoja bandera, con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019.

Parcelas	Medias	N	E.E.	Comparaciones
36	1,55	30	0,05	A
12	1,58	30	0,05	A B
7	1,62	30	0,05	A B C
76	1,62	30	0,05	A B C
52	1,62	30	0,05	A B C
51	1,63	30	0,05	A B C D
28	1,64	30	0,05	A B C D E
79	1,64	30	0,05	A B C D E
25	1,66	30	0,05	B C D E F
4	1,67	30	0,02	B C D E F G
33	1,67	30	0,05	B C D E F G
57	1,67	30	0,05	B C D E F G
37	1,68	30	0,05	B C D E F G H
34	1,68	30	0,02	B C D E F G H
38	1,69	30	0,02	B C D E F G H I
85	1,70	30	0,02	C D E F G H I J
2	1,70	30	0,02	C D E F G H I J
17	1,71	30	0,02	C D E F G H I J K
26	1,71	30	0,05	C D E F G H I J K
63	1,71	30	0,05	C D E F G H I J K
29	1,71	30	0,05	C D E F G H I J K
83	1,71	30	0,02	C D E F G H I J K
27	1,72	30	0,02	C D E F G H I J K L
3	1,72	30	0,02	C D E F G H I J K L
68	1,72	30	0,02	C D E F G H I J K L
78	1,72	30	0,02	C D E F G H I J K L
84	1,72	30	0,02	C D E F G H I J K L
14	1,72	30	0,02	C D E F G H I J K L M
5	1,73	30	0,02	C D E F G H I J K L M
35	1,73	30	0,02	C D E F G H I J K L M
72	1,73	30	0,02	C D E F G H I J K L M N
71	1,73	30	0,02	C D E F G H I J K L M N
6	1,73	30	0,05	D E F G H I J K L M N
82	1,73	30	0,05	D E F G H I J K L M N
19	1,73	30	0,05	D E F G H I J K L M N
9	1,73	30	0,02	D E F G H I J K L M N
8	1,73	30	0,02	D E F G H I J K L M N
55	1,73	30	0,02	D E F G H I J K L M N
56	1,73	30	0,02	D E F G H I J K L M N

10	1,74	30	0,02	D E F G H I J K L M N
40	1,74	30	0,02	D E F G H I J K L M N
77	1,74	30	0,02	D E F G H I J K L M N
31	1,74	30	0,05	E F G H I J K L M N
21	1,74	30	0,02	E F G H I J K L M N O
15	1,75	30	0,02	F G H I J K L M N O
16	1,76	30	0,02	F G H I J K L M N O P
54	1,76	30	0,02	F G H I J K L M N O P
20	1,76	30	0,02	F G H I J K L M N O P
50	1,76	30	0,02	F G H I J K L M N O P
86	1,76	30	0,05	F G H I J K L M N O P
32	1,76	30	0,02	F G H I J K L M N O P Q
73	1,77	30	0,02	F G H I J K L M N O P Q
62	1,77	30	0,02	G H I J K L M N O P Q
81	1,77	30	0,05	G H I J K L M N O P Q
87	1,77	30	0,05	G H I J K L M N O P Q
39	1,77	30	0,02	G H I J K L M N O P Q
59	1,78	30	0,02	H I J K L M N O P Q
67	1,78	30	0,02	H I J K L M N O P Q R
53	1,79	30	0,02	H I J K L M N O P Q R
58	1,79	30	0,05	I J K L M N O P Q R
74	1,79	30	0,02	I J K L M N O P Q R
22	1,80	30	0,02	J K L M N O P Q R S
23	1,80	30	0,02	J K L M N O P Q R S
61	1,80	30	0,02	J K L M N O P Q R S
75	1,81	30	0,05	K L M N O P Q R S
70	1,81	30	0,05	K L M N O P Q R S
69	1,81	30	0,05	K L M N O P Q R S
30	1,82	30	0,05	L M N O P Q R S
18	1,82	30	0,05	L M N O P Q R S
60	1,83	30	0,02	M N O P Q R S
11	1,84	30	0,02	N O P Q R S
65	1,85	30	0,05	O P Q R S T
1	1,86	30	0,05	P Q R S T
24	1,87	30	0,05	Q R S T U
66	1,89	30	0,05	R S T U
64	1,90	30	0,05	S T U
13	1,94	30	0,05	T U
80	1,97	30	0,05	U

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10856 Error: 0,0100 gl: 2260



#### 4.9. Altura de planta (cm)

En lo que respecta a la variable altura de planta, los resultados expuestos en el análisis de varianza manifestaron alta significancia estadística entre las líneas (<0,0001) y las sublíneas que componen cada línea (<0,0001), como se observa en el Anexo 6.

Mediante el análisis estadístico con el Test de Tukey al 5 %, indicó que las líneas estudiadas fueron significativamente diferentes. Sin embargo, el mayor valor de altura de planta lo obtuvo el testigo (SFL-011) con un promedio de 139,01 cm. Por el contrario, el menor valor lo alcanzó la línea PUYÓN/JP002 P8-32, con una media de 109,94 cm. En la Tabla 18. Se presentan los resultados obtenidos de la prueba de Tukey.

**Tabla 18.** Resultados del análisis estadístico de altura de la planta de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.

Cruces	Medias	N	E.E.	Comparaciones	
Puyón/JP002 P8-32	109,94	300	0,40	A	
Puyón/JP002 P8-31	110,01	300	0,36	A	
Puyón/JP002 P8-20	110,85	270	0,47	A	B
Puyón/JP002 P8-30	111,76	270	0,37	B	C
Puyón/JP002 P8-28	112,69	300	0,43	C	D
Puyón/JP002 P8-29	112,94	300	0,36	C	D
Puyón/JP003 P11-10	113,30	300	0,39	D	
SFL-011 (Control)	139,01	300	0,47	E	

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,20129 Error: 22,8296 gl: 2260

Como lo manifiesta en el test de Tukey en relación a las sublíneas, mostraron que son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). La sublínea 80, que pertenece al testigo (SFL-011), consiguió el mayor promedio con respecto a la altura de la planta, con una media de 201,69 cm, en relación a la sublínea 7 que corresponde a la línea PUYÓN/JP002 P8-30-P60, proyectándose como la sublínea de menor valor con una media de 77,21 cm, como se expone en la Tabla 19 (Figura 20).

**Tabla 19.** Resultados del análisis estadístico de la variable altura de la planta, con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019.

Parcelas	Medias	N	E.E.	Comparaciones
7	77,21	30	2,62	A
6	80,66	30	2,62	A
37	91,29	30	2,62	B
29	93,47	30	2,62	B C
36	93,67	30	2,62	B C
65	96,51	30	2,62	C D
26	96,68	30	2,62	C D
25	97,97	30	2,62	C D E
76	98,14	30	2,62	C D E
52	99,35	30	2,62	D E F
12	99,89	30	2,62	D E F
63	100,71	30	2,62	D E F G
66	101,40	30	2,62	D E F G H
57	102,66	30	2,62	E F G H
33	103,35	30	2,62	F G H I J
64	104,11	30	2,62	F G H I J K
24	105,24	30	2,62	G H I J K L
51	106,25	30	2,62	H I J K L M
56	106,30	30	0,88	H I J K L M N
68	106,75	30	0,88	I J K L M N O
34	107,46	30	0,88	I J K L M N O P
62	107,52	30	0,88	I J K L M N O P
50	107,60	30	0,88	I J K L M N O P
61	107,91	30	0,88	J K L M N O P Q
59	108,04	30	0,88	J K L M N O P Q
30	108,12	30	2,62	J K L M N O P Q
40	108,27	30	0,88	J K L M N O P Q R
4	109,06	30	0,88	K L M N O P Q R S
55	109,45	30	0,87	L M N O P Q R S T
58	109,74	30	2,62	L M N O P Q R S T U
69	109,98	30	2,62	L M N O P Q R S T U W
28	110,00	30	2,62	L M N O P Q R S T U W
54	110,02	30	0,87	L M N O P Q R S T U W
21	110,26	30	0,88	L M N O P Q R S T U W
67	110,47	30	0,88	M N O P Q R S T U W
3	110,48	30	0,88	M N O P Q R S T U W
70	110,48	30	2,62	M N O P Q R S T U W
35	110,72	30	0,88	M N O P Q R S T U W X
5	111,12	30	0,88	M N O P Q R S T U W X Y

38	111,19	30	0,88	M N O P Q R S T U W X Y
14	111,24	30	0,88	M N O P Q R S T U W X Y
53	111,45	30	0,87	N O P Q R S T U W X Y Z
8	111,49	30	0,87	O P Q R S T U W X Y Z
23	111,90	30	0,88	O P Q R S T U W X Y Z
19	111,93	30	2,62	O P Q R S T U W X Y Z
72	112,11	30	0,88	P Q R S T U W X Y Z a
18	112,46	30	2,62	P Q R S T U W X Y Z a
2	112,54	30	0,88	P Q R S T U W X Y Z a
71	112,57	30	0,88	P Q R S T U W X Y Z a
16	112,91	30	0,88	Q R S T U W X Y Z a
31	113,01	30	2,62	Q R S T U W X Y Z a
20	113,02	30	0,88	Q R S T U W X Y Z a
10	113,35	30	0,88	R S T U W X Y Z a
22	113,46	30	0,88	R S T U W X Y Z a
1	113,46	30	2,62	S T U W X Y Z a
32	113,67	30	0,88	S T U W X Y Z a
17	113,69	30	0,88	S T U W X Y Z a
77	113,72	30	0,88	S T U W X Y Z a
39	113,78	30	0,88	S T U W X Y Z a
15	114,16	30	0,88	S T U W X Y Z a
11	114,49	30	0,87	T U W X Y Z a
9	114,66	30	0,88	U W X Y Z a
75	114,85	30	2,62	U W X Y Z a
13	114,95	30	2,62	W X Y Z a
60	115,77	30	0,88	X Y Z a
73	115,97	30	0,88	Y Z a
74	116,54	30	0,88	Z a
27	117,27	30	0,88	a
85	133,56	30	0,88	b
78	138,43	30	0,88	b c
84	139,70	30	0,88	c d
83	143,64	30	0,88	d
79	180,27	30	2,62	e
87	184,02	30	2,62	e f
82	184,40	30	2,62	e f
81	185,29	30	2,62	e f
86	186,16	30	2,62	f
80	201,69	30	2,62	g

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,1925 Error: 22,8296 gl: 2260



**Figura 20.** Medición de la altura de la planta en las líneas v sublíneas estudiadas(A) v (B).

#### 4.10. Longitud de panícula (cm)

En lo que se relaciona al resultado de esta variable, el análisis de varianza realizado que se muestra en el Anexo 7. Se observó alta significancia estadística tanto entre las líneas (<0,0001) como en las sublíneas que componen cada línea (<0,0001).

De acuerdo al análisis estadístico con el Test de Tukey al 5 % (Tabla 20), fueron significativamente diferentes. Señalando al valor más alto, con una media de 27,38 cm para el testigo (SFL-011); y la de menor valor corresponde para a la línea PUYÓN/JP002 P8-31, con un promedio de 25,51 cm.

**Tabla 20.** Resultados del análisis estadístico de longitud de la panícula de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.

Cruces	Medias	N	E.E.	Comparaciones
Puyón/JP002 P8-31	25,51	300	0,12	A
Puyón/JP002 P8-20	25,55	270	0,15	A
Puyón/JP003 P11-10	25,70	300	0,13	A
Puyón/JP002 P8-29	25,75	300	0,12	A
Puyón/JP002 P8-30	25,78	270	0,12	A
Puyón/JP002 P8-32	25,81	300	0,13	A
Puyón/JP002 P8-28	26,38	300	0,14	B
SFL-011 (Control)	27,38	300	0,15	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,39301 Error: 2,4436 gl: 2260

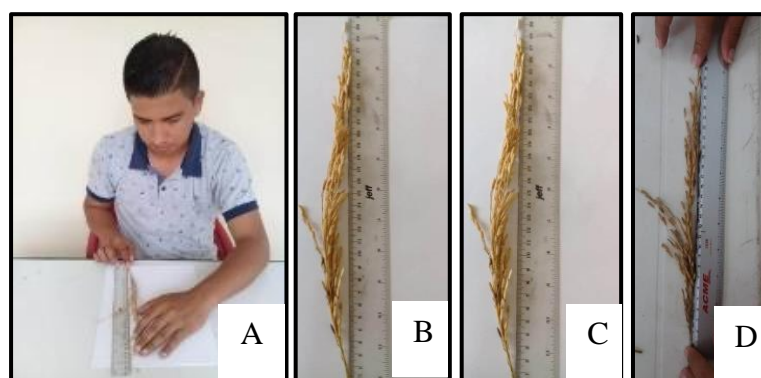
El Test de Tukey al 5 % realizado, reportó que las líneas estudiadas fueron significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). Siendo la sublínea 80 que pertenece al testigo (SFL-011), la que presentó el valor más alto con una media de 33,96 a diferencia de la sublínea 57 que corresponde a la línea PUYÓN/JP002 P8-31-P7, que alcanzó el menor valor con una media de 22,63 respectivamente, como se muestra en la Tabla 21. En la Figura 21 se aprecia la medición de las panículas.

**Tabla 21.** Resultados del análisis estadístico de la variable longitud de la panícula, con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019.

Parcelas	Medias	N	E.E.	Comparaciones
57	22,63	30	0,86	A
51	22,94	30	0,86	A B
7	23,12	30	0,86	A B C
76	23,52	30	0,86	A B C D
25	23,92	30	0,86	A B C D E
13	23,97	30	0,86	A B C D E F
28	24,16	30	0,86	A B C D E F G
19	24,50	30	0,86	B C D E F G H
18	24,56	30	0,86	B C D E F G H
64	24,64	30	0,86	C D E F G H I J
31	24,72	30	0,86	C D E F G H I J K
29	24,91	30	0,86	D E F G H I J K L
17	25,02	30	0,29	D E F G H I J K L M
24	25,13	30	0,86	D E F G H I J K L M N
2	25,13	30	0,29	D E F G H I J K L M N
40	25,19	30	0,29	D E F G H I J K L M N
39	25,19	30	0,29	D E F G H I J K L M N
54	25,27	30	0,29	E F G H I J K L M N O
77	25,27	30	0,29	E F G H I J K L M N O
16	25,28	30	0,29	E F G H I J K L M N O
56	25,30	30	0,29	E F G H I J K L M N O
63	25,31	30	0,86	E F G H I J K L M N O
38	25,32	30	0,29	E F G H I J K L M N O
1	25,35	30	0,86	E F G H I J K L M N O
6	25,36	30	0,86	E F G H I J K L M N O
68	25,42	30	0,29	E F G H I J K L M N O
37	25,43	30	0,86	E F G H I J K L M N O
52	25,47	30	0,86	E F G H I J K L M N O
35	25,51	30	0,29	E F G H I J K L M N O
59	25,53	30	0,29	E F G H I J K L M N O
8	25,57	30	0,29	E F G H I J K L M N O P
67	25,61	30	0,29	E F G H I J K L M N O P

71	25,65	30	0,29	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P								
65	25,66	30	0,86	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P								
50	25,68	30	0,29		G	H	I	J	K	L	M	N	O	P								
75	25,68	30	0,86		G	H	I	J	K	L	M	N	O	P								
34	25,71	30	0,29		G	H	I	J	K	L	M	N	O	P								
55	25,72	30	0,29		G	H	I	J	K	L	M	N	O	P								
62	25,74	30	0,29		G	H	I	J	K	L	M	N	O	P								
15	25,75	30	0,29		G	H	I	J	K	L	M	N	O	P								
4	25,78	30	0,29		G	H	I	J	K	L	M	N	O	P								
10	25,80	30	0,29		G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q							
53	25,81	30	0,29		G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q							
14	25,82	30	0,29		G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q							
12	25,87	30	0,86			H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q							
9	25,89	30	0,29			H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q							
32	25,90	30	0,29			H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q							
74	25,91	30	0,29			H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q							
73	25,93	30	0,29			H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q							
33	25,96	30	0,86			H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q							
66	25,99	30	0,86			H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q							
61	26,04	30	0,29			H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q							
58	26,04	30	0,86			H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q							
20	26,05	30	0,29			H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q							
30	26,07	30	0,86			H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q							
11	26,09	30	0,29			H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q							
60	26,15	30	0,29			H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q							
27	26,16	30	0,29			H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q							
5	26,18	30	0,29			H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q							
3	26,24	30	0,29				I	J	K	L	M	N	O	P	Q							
23	26,25	30	0,29				I	J	K	L	M	N	O	P	Q							
72	26,31	30	0,29					J	K	L	M	N	O	P	Q	R						
26	26,35	30	0,86						K	L	M	N	O	P	Q	R						
22	26,53	30	0,29							L	M	N	O	P	Q	R						
70	26,62	30	0,86								M	N	O	P	Q	R						
21	26,63	30	0,29									M	N	O	P	Q	R					
69	26,71	30	0,86										M	N	O	P	Q	R				
36	26,77	30	0,86											N	O	P	Q	R				
85	26,96	30	0,29												O	P	Q	R	S			
84	27,25	30	0,29													P	Q	R	S			
78	27,49	30	0,29														Q	R	S	T		
83	27,98	30	0,29															R	S	T		
87	28,01	30	0,86																R	S	T	
86	28,59	30	0,86																	S	T	
82	29,00	30	0,86																		T	
79	30,72	30	0,86																		U	
81	31,80	30	0,86																		U	
80	33,96	30	0,86																		U	W

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,69879 Error: 2,4436 gl: 2260



**Figura 21.** Medición de la Longitud de panícula en diferentes sublíneas de arroz (A), (B), (C) y (D).

#### 4.11. Granos por panícula

En relación al análisis de varianza, los resultados de esta variable demostraron alta significancia estadística entre las líneas ( $<0,0001$ ) y las sublíneas que componen cada línea ( $<0,0001$ ), como se muestra en el Anexo 8.

En concordancia a los resultados obtenidos con el Test de Tukey al 5 % (Tabla 22), determinó que en esta variable, fueron significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). Indicando el valor más alto, con una media de 189,64 granos para la línea PUYÓN/JP002 P8-29, por el contrario la de menor valor, corresponde al testigo SFL-011, con un promedio de 175,17 granos por panícula (Figura 22).

**Tabla 22.** Resultados del análisis estadístico de grano por panícula de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.

Cruces	Medias	N	E.E.	Comparaciones
SFL-011 (Control)	175,17	300	1,37	A
Puyón/JP002 P8-31	177,42	300	1,04	A
Puyón/JP002 P8-20	185,21	270	1,38	B
Puyón/JP002 P8-30	186,00	270	1,09	B
Puyón/JP003 P11-10	186,61	300	1,14	B C
Puyón/JP002 P8-28	187,47	300	1,25	B C
Puyón/JP002 P8-32	187,90	300	1,16	B C
Puyón/JP002 P8-29	189,64	300	1,06	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,51581 Error: 195,5493 gl: 2260



**Figura 22.** Evaluación de número de granos por panícula en diferentes líneas y sublíneas estudiadas (A) y (B).

El Test de Tukey al 5%, realizado a las sublíneas, fueron significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ), siendo la sublínea 30 que pertenece a la línea PUYÓN/JP002 P8-20-P1, que mostró el valor más alto con una media de 209,51 granos por panícula a diferencia de la sublínea 51 que corresponde a la línea PUYÓN/JP002 P8-31-P6, que alcanzó el menor valor con una media de 151,11 granos por panícula, respectivamente; indicado en la Tabla 23.

**Tabla 23.** Resultados del análisis estadístico de la variable grano por panícula, con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019.

Parcelas	Medias	N	E.E.	Comparaciones
51	151,11	30	7,67	A
79	151,41	30	7,67	A
86	153,61	30	7,67	A B
87	157,01	30	7,67	A B C
1	162,27	30	7,67	A B C D
75	167,24	30	7,67	B C D E
82	167,67	30	7,67	B C D E F
57	167,84	30	7,67	B C D E F G
40	171,82	30	2,59	C D E F G H
84	172,20	30	2,57	C D E F G H
39	173,20	30	2,57	D E F G H I
80	175,14	30	7,67	D E F G H I J
85	175,85	30	2,59	D E F G H I J K
54	176,72	30	2,56	D E F G H I J K L
83	177,02	30	2,59	D E F G H I J K L M
53	177,19	30	2,56	D E F G H I J K L M
78	178,59	30	2,59	E F G H I J K L M N



81	179,34	30	7,67	E F G H I J K L M N O
16	179,93	30	2,57	E F G H I J K L M N O P
55	179,97	30	2,56	E F G H I J K L M N O P
50	180,27	30	2,57	E F G H I J K L M N O P Q
7	180,54	30	7,67	E F G H I J K L M N O P Q
56	180,89	30	2,59	E F G H I J K L M N O P Q
2	181,43	30	2,57	E F G H I J K L M N O P Q R
38	181,94	30	2,57	E F G H I J K L M N O P Q R
68	182,02	30	2,59	E F G H I J K L M N O P Q R
20	182,54	30	2,59	F G H I J K L M N O P Q R S
17	182,99	30	2,59	G H I J K L M N O P Q R S T
4	183,33	30	2,59	H I J K L M N O P Q R S T
9	183,65	30	2,57	H I J K L M N O P Q R S T
32	183,88	30	2,59	H I J K L M N O P Q R S T U
10	184,16	30	2,59	H I J K L M N O P Q R S T U
24	184,27	30	7,67	H I J K L M N O P Q R S T U
77	184,66	30	2,59	H I J K L M N O P Q R S T U W
62	184,92	30	2,59	H I J K L M N O P Q R S T U W
3	185,05	30	2,57	H I J K L M N O P Q R S T U W
21	185,45	30	2,57	H I J K L M N O P Q R S T U W
66	185,51	30	7,67	H I J K L M N O P Q R S T U W
74	186,18	30	2,59	H I J K L M N O P Q R S T U W
52	186,44	30	7,67	H I J K L M N O P Q R S T U W X
19	186,61	30	7,67	H I J K L M N O P Q R S T U W X
11	187,41	30	2,56	I J K L M N O P Q R S T U W X
61	187,42	30	2,59	I J K L M N O P Q R S T U W X
5	187,48	30	2,57	I J K L M N O P Q R S T U W X Y
60	187,52	30	2,59	I J K L M N O P Q R S T U W X Y
26	187,54	30	7,67	I J K L M N O P Q R S T U W X Y
31	187,61	30	7,67	I J K L M N O P Q R S T U W X Y
33	188,34	30	7,67	I J K L M N O P Q R S T U W X Y
22	188,38	30	2,59	I J K L M N O P Q R S T U W X Y
34	188,61	30	2,59	J K L M N O P Q R S T U W X Y
70	189,31	30	7,67	J K L M N O P Q R S T U W X Y
67	189,36	30	2,59	J K L M N O P Q R S T U W X Y
35	189,70	30	2,59	J K L M N O P Q R S T U W X Y
23	189,97	30	2,59	J K L M N O P Q R S T U W X Y
59	190,29	30	2,59	J K L M N O P Q R S T U W X Y
14	190,80	30	2,57	K L M N O P Q R S T U W X Y
6	191,01	30	7,67	K L M N O P Q R S T U W X Y
8	191,14	30	2,56	L M N O P Q R S T U W X Y
64	191,24	30	7,67	L M N O P Q R S T U W X Y
18	192,14	30	7,67	M N O P Q R S T U W X Y Z
63	192,84	30	7,67	N O P Q R S T U W X Y Z
71	192,97	30	2,59	N O P Q R S T U W X Y Z
27	193,02	30	2,59	N O P Q R S T U W X Y Z

72	194,44	30	2,59	O P Q R S T U W X Y Z a
37	194,64	30	7,67	P Q R S T U W X Y Z a
69	195,17	30	7,67	Q R S T U W X Y Z a
15	195,28	30	2,59	Q R S T U W X Y Z a
25	196,31	30	7,67	R S T U W X Y Z a
58	196,41	30	7,67	R S T U W X Y Z a
73	197,59	30	2,59	S T U W X Y Z a
28	198,01	30	7,67	T U W X Y Z a
29	198,87	30	7,67	U W X Y Z a
12	198,97	30	7,67	U W X Y Z a
13	199,64	30	7,67	W X Y Z a
76	201,54	30	7,67	X Y Z a
65	202,64	30	7,67	Y Z a
36	206,57	30	7,67	Z a
30	209,51	30	7,67	a

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

*Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=15,19694 Error: 195,5493 gl: 2260*

#### **4.12. Esterilidad de panícula (%)**

Con respecto al resultado del análisis de varianza realizado, la variable esterilidad de panícula, mostró alta significancia estadística entre las líneas ( $<0,0001$ ) estudiadas y las sublíneas que componen cada línea ( $< 0,0017$ ) indica que existe significancia estadística, como se muestra en el Anexo 9.

Mediante los resultados obtenidos con el Test de Tukey al 5 %, estableció que en esta variable, fue significativamente diferente entre las líneas ( $p > 0,05$ ). Demostrando, que testigo (SFL-011) obtuvo el valor más alto, con una media de 11,40 %. Por el contrario; la línea PUYÓN/JP002 P8-30 alcanzó el menor valor, con un promedio de 7,57 %. En la Tabla 24, se muestran los resultados obtenidos en la prueba de Tukey.

**Tabla 24.** Resultados del análisis estadístico de esterilidad de panícula (%) de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.

Cruces	Medias	N	E.E.	Comparaciones	
Puyón/JP002 P8-30	7,57	270	0,14	A	
Puyón/JP002 P8-28	7,66	300	0,16	A	
Puyón/JP002 P8-20	7,99	270	0,18	A	B
Puyón/JP003 P11-10	8,36	300	0,15	B	C
Puyón/JP002 P8-31	8,61	300	0,14	C	D
Puyón/JP002 P8-32	8,76	300	0,15	C	D
Puyón/JP002 P8-29	9,01	300	0,14	D	
SFL-011 (Control)	11,40	300	0,18	E	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,45642 Error: 3,2956 gl: 2260

El Test de Tukey al 5% (Tabla 25), menciona que; las líneas fueron significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). La sublínea 81 que pertenece al testigo (SFL-011), manifestó el valor más alto con una media de 17,19 %, a diferencia de la sublínea 24 que corresponde a la línea PUYÓN/JP002 P8-28-P71, que consiguió el menor valor con una media de 4,78 % en la esterilidad de panícula.

**Tabla 25.** Resultados del análisis estadístico de la variable esterilidad de panícula(%), con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB, 2019.

Parcelas	Medias	N	E.E.	Comparaciones
24	4,78	30	1,00	A
31	4,91	30	1,00	A
1	5,30	30	1,00	A B
25	5,81	30	1,00	A B C
63	5,85	30	1,00	A B C
6	6,18	30	1,00	A B C D
36	6,20	30	1,00	A B C D
28	6,49	30	1,00	A B C D E
12	6,65	30	1,00	A B C D E F
57	6,67	30	1,00	A B C D E F G
7	6,68	30	1,00	A B C D E F G
33	6,69	30	1,00	A B C D E F G H
30	6,91	30	1,00	B C D E F G H I
29	7,08	30	1,00	B C D E F G H I J
4	7,11	30	0,34	B C D E F G H I J K

2	7,23	30	0,33	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L											
23	7,37	30	0,34		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M										
52	7,41	30	1,00		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M										
37	7,44	30	1,00		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M										
22	7,48	30	0,34		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M										
13	7,52	30	1,00		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N									
8	7,56	30	0,33		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N									
21	7,56	30	0,33		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N									
3	7,62	30	0,33		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O								
32	7,66	30	0,34		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P							
5	7,69	30	0,33		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P							
66	7,78	30	1,00		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P							
38	7,87	30	0,33			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P							
18	7,88	30	1,00			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P							
64	7,89	30	1,00			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P							
27	7,93	30	0,34			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P							
65	7,93	30	1,00			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P							
9	8,00	30	0,33			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P							
53	8,02	30	0,33			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P							
20	8,04	30	0,34			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P							
73	8,06	30	0,34			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q						
35	8,07	30	0,34			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q						
10	8,09	30	0,34			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q						
15	8,20	30	0,34				E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q						
58	8,20	30	1,00				E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q						
50	8,22	30	0,33				E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q						
14	8,36	30	0,33				E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q						
11	8,39	30	0,33				E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q						
39	8,41	30	0,33				E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q						
76	8,41	30	1,00				E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q						
17	8,41	30	0,34				E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q						
60	8,45	30	0,34				E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q						
26	8,46	30	1,00				E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q						
34	8,48	30	0,34					F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q						
16	8,52	30	0,33					F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q						
56	8,64	30	0,34						G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q						
59	8,65	30	0,34							H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q						
72	8,72	30	0,34								I	J	K	L	M	N	O	P	Q						
62	8,73	30	0,34									I	J	K	L	M	N	O	P	Q					
70	8,74	30	1,00										I	J	K	L	M	N	O	P	Q				
54	8,79	30	0,33											I	J	K	L	M	N	O	P	Q			
67	8,86	30	0,34												I	J	K	L	M	N	O	P	Q		
68	9,00	30	0,34													J	K	L	M	N	O	P	Q	R	
55	9,06	30	0,33															K	L	M	N	O	P	Q	R

61	9,12	30	0,34	L M N O P Q R S
74	9,19	30	0,34	L M N O P Q R S
69	9,25	30	1,00	M N O P Q R S
71	9,49	30	0,34	N O P Q R S T
40	9,58	30	0,34	O P Q R S T U
77	9,62	30	0,34	P Q R S T U
19	10,02	30	1,00	Q R S T U W
78	10,96	30	0,34	R S T U W X
85	11,06	30	0,34	S T U W X
75	11,36	30	1,00	T U W X
84	11,49	30	0,33	U W X
51	11,91	30	1,00	W X
83	12,00	30	0,34	X
82	14,50	30	1,00	Y
86	14,79	30	1,00	Y Z
80	15,00	30	1,00	Y Z
87	15,24	30	1,00	Y Z a
79	16,51	30	1,00	Z a
81	17,19	30	1,00	a

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

*Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,45642 Error: 3,2956 gl: 2260*

#### **4.13. Peso de 1000 granos (g)**

De acuerdo al análisis de varianza para la variable peso de 1000 granos (g) mostrado en el Anexo 10, resultó con alta significancia estadística entre las líneas ( $<0,0001$ ) y las sublíneas que componen cada línea (0,0017).

Para esta variable el Test de Tukey al 5 %, demostró que las líneas estudiadas fueron significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ), como se muestra en la Tabla 26. La línea PUYÓN/JP002 P8-28, alcanzó el mayor valor con 27,97 g; sin embargo, el testigo (SFL-011) obtuvo el valor más bajo con una media de 25,24 g (Figura 23).

**Tabla 26.** Resultados del análisis estadístico de peso de 1000 granos (g) en las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.

Cruces	Medias	N	E.E.	Comparaciones
SFL-011 (Control)	25,24	300	0,10	A
Puyón/JP002 P8-30	26,73	270	0,08	B
Puyón/JP002 P8-31	26,85	300	0,08	B C
Puyón/JP003 P11-10	27,11	300	0,09	C D
Puyón/JP002 P8-29	27,21	300	0,08	D E
Puyón/JP002 P8-20	27,47	270	0,11	E F
Puyón/JP002 P8-32	27,56	300	0,09	F
Puyón/JP002 P8-28	27,97	300	0,09	G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,26762 Error: 1,1330 gl: 2260

El Test de Tukey al 5 %, realizado a las parcela, resultó que las líneas estudiadas fueron significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). Mostró que la sublínea 33 que pertenece a la línea Puyón/JP002 P8-20-P98, presentó el valor más alto con una media de 30,42 g; en cambio la sublínea 87 que concierne al Testigo (SFL-011), alcanzó el menor valor con un promedio de 21,61 g; como se muestra en la Tabla 27.

**Tabla 27.** Resultados del análisis estadístico de la variable peso de 1000 granos (g), con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019.

Parcelas	Medias	N	E.E.	Comparaciones
87	21,61	30	0,58	A
79	21,62	30	0,58	A
82	22,00	30	0,58	A
86	22,31	30	0,58	A
80	22,39	30	0,58	A
81	22,53	30	0,58	A
84	25,09	30	0,20	B
83	25,12	30	0,20	B
85	25,31	30	0,20	B C
78	25,58	30	0,20	B C D
6	26,30	30	0,58	C D E
1	26,32	30	0,58	C D E F
5	26,33	30	0,20	C D E F G
13	26,47	30	0,58	C D E F G H
4	26,50	30	0,20	D E F G H I
3	26,51	30	0,20	D E F G H I

54	26,53	30	0,19	D E F G H I J
69	26,58	30	0,58	D E F G H I J K
55	26,61	30	0,19	D E F G H I J K
50	26,65	30	0,20	D E F G H I J K L
68	26,71	30	0,20	D E F G H I J K L M
14	26,73	30	0,20	D E F G H I J K L M
8	26,83	30	0,19	E F G H I J K L M N
59	26,85	30	0,20	E F G H I J K L M N
7	26,88	30	0,58	E F G H I J K L M N O
56	26,95	30	0,20	E F G H I J K L M N O P
16	26,96	30	0,20	E F G H I J K L M N O P
2	26,97	30	0,20	E F G H I J K L M N O P
71	27,01	30	0,20	E F G H I J K L M N O P
9	27,04	30	0,20	E F G H I J K L M N O P Q
30	27,06	30	0,58	E F G H I J K L M N O P Q
40	27,09	30	0,20	E F G H I J K L M N O P Q R
15	27,16	30	0,20	E F G H I J K L M N O P Q R
53	27,18	30	0,19	E F G H I J K L M N O P Q R
10	27,20	30	0,20	E F G H I J K L M N O P Q R
52	27,22	30	0,58	E F G H I J K L M N O P Q R
39	27,22	30	0,20	E F G H I J K L M N O P Q R
28	27,24	30	0,58	E F G H I J K L M N O P Q R
77	27,29	30	0,20	E F G H I J K L M N O P Q R
11	27,30	30	0,19	E F G H I J K L M N O P Q R
35	27,31	30	0,20	E F G H I J K L M N O P Q R
74	27,34	30	0,20	E F G H I J K L M N O P Q R
34	27,35	30	0,20	E F G H I J K L M N O P Q R
72	27,37	30	0,20	E F G H I J K L M N O P Q R
36	27,47	30	0,58	F G H I J K L M N O P Q R S
17	27,48	30	0,20	G H I J K L M N O P Q R S
63	27,50	30	0,58	H I J K L M N O P Q R S
32	27,51	30	0,20	H I J K L M N O P Q R S
73	27,53	30	0,20	H I J K L M N O P Q R S
23	27,54	30	0,20	H I J K L M N O P Q R S
38	27,58	30	0,20	H I J K L M N O P Q R S T
57	27,60	30	0,58	H I J K L M N O P Q R S T
22	27,62	30	0,20	H I J K L M N O P Q R S T
65	27,63	30	0,58	I J K L M N O P Q R S T
62	27,69	30	0,20	J K L M N O P Q R S T
51	27,69	30	0,58	J K L M N O P Q R S T
67	27,69	30	0,20	K L M N O P Q R S T
61	27,72	30	0,20	K L M N O P Q R S T U
64	27,80	30	0,58	L M N O P Q R S T U
60	27,84	30	0,20	M N O P Q R S T U
21	27,94	30	0,20	N O P Q R S T U
12	27,97	30	0,58	N O P Q R S T U W

20	28,02	30	0,20	O	P	Q	R	S	T	U	W								
18	28,04	30	0,58		P	Q	R	S	T	U	W								
70	28,18	30	0,58			Q	R	S	T	U	W								
19	28,23	30	0,58				R	S	T	U	W								
58	28,56	30	0,58					S	T	U	W	X							
37	28,58	30	0,58						S	T	U	W	X						
75	28,61	30	0,58							S	T	U	W	X					
66	28,72	30	0,58								T	U	W	X					
27	28,73	30	0,20									T	U	W	X				
76	28,86	30	0,58										U	W	X				
24	29,12	30	0,58											W	X				
31	29,42	30	0,58												X	Y			
26	29,44	30	0,58													X	Y		
25	29,53	30	0,58														X	Y	
29	30,29	30	0,58															Y	
33	30,42	30	0,58																Y

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,15677 Error: 1,1330 gl: 2260



Figura 23. Peso de 1000 granos (g) en balanza gramera.

#### 4.14. Rendimiento (g/planta)

El análisis de varianza realizado, para la variable rendimiento (g/planta) (Anexo 11), reportó alta significancia estadística entre las líneas ( $<0,0001$ ) y las sublíneas que componen cada línea ( $<0,0001$ ).

Los resultados obtenidos en el test de Tukey, fueron significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). La línea PUYÓN/JP002 P8-32, logró el mejor valor con un promedio de 61,95 g y el testigo (SFL-011) alcanzó el menor valor con una media de 50,90 g (Tabla 28).



**Tabla 28.** Resultados del análisis estadístico de rendimiento (g/plantas) de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.

Cruces	Medias	N	E.E.	Comparaciones
SFL-011 (Control)	50,90	300	1,31	A
Puyón/JP002 P8-29	51,71	300	1,02	A
Puyón/JP002 P8-31	53,37	300	1,00	A
Puyón/JP003 P11-10	53,49	300	1,10	A
Puyón/JP002 P8-30	53,70	270	1,05	A
Puyón/JP002 P8-28	53,86	300	1,19	A B
Puyón/JP002 P8-20	57,21	270	1,33	B
Puyón/JP002 P8-32	61,95	300	1,12	C

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,37059 Error:179,7287 gl: 2260

En cuanto al Test de Tukey al 5 % realizado a los datos de las sublíneas en esta variable, fueron significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ), indicando que la sublínea 30 que pertenece a la línea Puyón/JP002 P8-20-P1, presentó el valor más alto con una media de 76,79 g/planta; en cambio la sublíneas 86 perteneciente al Testigo (SFL-011), logró el menor valor con un promedio de 24,64 g/planta, como lo indica en la Tabla 29 (Figura 24).

**Tabla 29.** Resultados del análisis estadístico de la variable rendimiento (g/plantas), con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019.

Parcelas	Medias	N	E.E.	Comparaciones
86	24,64	30	7,35	A
87	30,22	30	7,35	A B
6	38,07	30	7,35	A B C
75	42,00	30	7,35	B C D
28	42,27	30	7,35	B C D E
82	42,29	30	7,35	B C D E
76	42,88	30	7,35	B C D E F
69	43,97	30	7,35	B C D E F G
85	44,14	30	2,48	B C D E F G
79	46,27	30	7,35	C D E F G H
18	46,85	30	7,35	C D E F G H I
81	46,88	30	7,35	C D E F G H I
74	49,01	30	2,48	C D E F G H I J
83	49,05	30	2,48	C D E F G H I J
73	49,25	30	2,48	C D E F G H I J

26	49,42	30	7,35	C D E F G H I J
24	50,27	30	7,35	C D E F G H I J
80	50,34	30	7,35	C D E F G H I J
17	50,42	30	2,48	C D E F G H I J
84	50,89	30	2,46	C D E F G H I J
53	51,05	30	2,45	C D E F G H I J
2	51,08	30	2,46	C D E F G H I J
63	51,36	30	7,35	C D E F G H I J
14	51,37	30	2,46	C D E F G H I J
68	51,49	30	2,48	C D E F G H I J
55	51,63	30	2,45	C D E F G H I J
27	52,29	30	2,48	C D E F G H I J
12	52,51	30	7,35	C D E F G H I J
40	52,69	30	2,48	D E F G H I J
22	52,79	30	2,48	D E F G H I J
54	52,82	30	2,45	D E F G H I J
4	52,84	30	2,48	D E F G H I J
16	52,85	30	2,46	D E F G H I J
10	52,92	30	2,48	D E F G H I J
21	52,99	30	2,46	D E F G H I J
77	53,10	30	2,48	D E F G H I J
71	53,28	30	2,48	D E F G H I J K
56	53,29	30	2,48	D E F G H I J K
25	53,36	30	7,35	D E F G H I J K
51	53,39	30	7,35	D E F G H I J K
15	53,47	30	2,48	D E F G H I J K
3	53,68	30	2,46	D E F G H I J K
9	53,73	30	2,46	D E F G H I J K
72	54,10	30	2,48	D E F G H I J K
19	54,11	30	7,35	D E F G H I J K
5	54,15	30	2,46	D E F G H I J K
23	54,61	30	2,48	D E F G H I J K
29	54,62	30	7,35	D E F G H I J K
7	54,71	30	7,35	D E F G H I J K
8	55,43	30	2,45	D E F G H I J K L
38	55,47	30	2,46	D E F G H I J K L
52	55,65	30	7,35	D E F G H I J K L
61	55,69	30	2,48	D E F G H I J K L
11	56,56	30	2,45	D E F G H I J K L M
13	56,79	30	7,35	E F G H I J K L M
39	56,91	30	2,46	F G H I J K L M
50	57,11	30	2,46	F G H I J K L M
35	57,17	30	2,48	F G H I J K L M
60	57,41	30	2,48	F G H I J K L M
20	57,49	30	2,48	G H I J K L M
70	58,10	30	7,35	G H I J K L M

34	58,76	30	2,48	H I J K L M N
32	59,19	30	2,48	H I J K L M N
78	59,56	30	2,48	H I J K L M N O
36	60,47	30	7,35	H I J K L M N O
64	60,88	30	7,35	I J K L M N O P
57	61,00	30	7,35	I J K L M N O P
62	61,66	30	2,48	J K L M N O P
67	62,29	30	2,48	J K L M N O P Q
58	62,35	30	7,35	J K L M N O P Q
1	67,80	30	7,35	K L M N O P Q
66	69,41	30	7,35	L M N O P Q
33	70,51	30	7,35	M N O P Q
59	72,67	30	2,48	N O P Q
65	73,28	30	7,35	N O P Q
31	73,83	30	7,35	O P Q
37	75,06	30	7,35	P Q
30	76,79	30	7,35	Q

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=14,56924 Error:179,7287 gl: 2260



Figura 24. Peso total de rendimiento (g/planta).

#### 4.15. Longitud de grano con cáscara (mm)

Con respecto al análisis de varianza realizado, manifestó que hubo significancia estadística entre las líneas ( $<0,0001$ ) y las sublíneas que componen cada línea ( $<0,0001$ ), como se muestra en el Anexo 12.

En la Tabla 30, se observa el resultado del test de Tukey al 5 % realizado en las líneas. En esta variable, la línea PUYÓN/JP002 P8-32, expresó el valor más alto con una media de 10,33 mm, mientras que la línea PUYÓN/JP002 P8-20, mostró el menor valor con un promedio de 9,66 mm.

**Tabla 30.** Resultados del análisis estadístico de longitud de grano con cáscara (mm) de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.

Cruces	Medias	N	E.E.	Comparaciones
Puyón/JP002 P8-20	9,66	270	0,04	A
Puyón/JP002 P8-28	9,69	300	0,03	A
SFL-011 (Control)	9,79	300	0,04	B
Puyón/JP002 P8-29	9,95	300	0,03	C
Puyón/JP002 P8-30	9,99	270	0,03	C
Puyón/JP002 P8-31	10,00	300	0,03	C
Puyón/JP003 P11-10	10,11	300	0,03	D
Puyón/JP002 P8-32	10,33	300	0,03	E

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09549 Error: 0,1442 gl: 2260

Mediante los resultados obtenidos en el test de Tukey, fueron significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). La sublínea 75 de la línea PUYÓN/JP002 P8-29-P32, logró el mejor valor con una media de 11,98 mm y el de menor valor con un promedio de 8,04 mm obtuvo la sublínea 28 de la línea PUYÓN/JP002 P8-28-P35, con respecto a longitud de grano con cascara indicado en la Tabla 31 (Figura 25).



**Figura 25.** Longitud de grano con cáscara (mm) de diferentes líneas y sublíneas evaluadas (A), (B), (C) y (D).

**Tabla 31.** Resultados del análisis estadístico de la variable longitud de grano con cáscara (mm), con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019.

Parcelas	Medias	N	E.E.	Comparaciones
28	8,04	30	0,21	A
18	8,76	30	0,21	B
26	8,83	30	0,21	B
37	8,87	30	0,21	B
19	8,91	30	0,21	B
52	8,93	30	0,21	B
7	8,96	30	0,21	B C
57	9,10	30	0,21	B C D
29	9,35	30	0,21	C D E
31	9,38	30	0,21	D E F
36	9,41	30	0,21	D E F G
27	9,42	30	0,07	D E F G
87	9,43	30	0,21	D E F G H
69	9,47	30	0,21	D E F G H I
38	9,48	30	0,07	D E F G H I J
2	9,48	30	0,07	D E F G H I J
80	9,49	30	0,21	D E F G H I J K
70	9,51	30	0,21	E F G H I J K
82	9,53	30	0,21	E F G H I J K L
14	9,54	30	0,07	E F G H I J K L
20	9,56	30	0,07	E F G H I J K L
86	9,59	30	0,21	E F G H I J K L M
56	9,62	30	0,07	E F G H I J K L M N
30	9,62	30	0,21	E F G H I J K L M N
23	9,66	30	0,07	E F G H I J K L M N
5	9,67	30	0,07	E F G H I J K L M N O
54	9,68	30	0,07	E F G H I J K L M N O
74	9,70	30	0,07	E F G H I J K L M N O
81	9,70	30	0,21	E F G H I J K L M N O
22	9,71	30	0,07	E F G H I J K L M N O
73	9,71	30	0,07	E F G H I J K L M N O
35	9,71	30	0,07	E F G H I J K L M N O
58	9,71	30	0,21	E F G H I J K L M N O
65	9,74	30	0,21	E F G H I J K L M N O
24	9,74	30	0,21	E F G H I J K L M N O
85	9,77	30	0,07	F G H I J K L M N O P
84	9,77	30	0,07	F G H I J K L M N O P
34	9,77	30	0,07	F G H I J K L M N O P
51	9,79	30	0,21	G H I J K L M N O P Q
78	9,80	30	0,07	G H I J K L M N O P Q
33	9,81	30	0,21	G H I J K L M N O P Q R

60	9,81	30	0,07	G H I J K L M N O P Q R
71	9,83	30	0,07	H I J K L M N O P Q R S
83	9,84	30	0,07	H I J K L M N O P Q R S T
32	9,86	30	0,07	I J K L M N O P Q R S T U
72	9,86	30	0,07	I J K L M N O P Q R S T U W
79	9,87	30	0,21	I J K L M N O P Q R S T U W
21	9,88	30	0,07	J K L M N O P Q R S T U W
4	9,89	30	0,07	J K L M N O P Q R S T U W
55	9,90	30	0,07	K L M N O P Q R S T U W
39	9,93	30	0,07	L M N O P Q R S T U W X
1	10,00	30	0,21	M N O P Q R S T U W X Y
17	10,02	30	0,07	N O P Q R S T U W X Y
64	10,08	30	0,21	O P Q R S T U W X Y
9	10,15	30	0,07	P Q R S T U W X Y Z
8	10,19	30	0,07	Q R S T U W X Y Z a
50	10,22	30	0,07	R S T U W X Y Z a
77	10,22	30	0,07	R S T U W X Y Z a
62	10,22	30	0,07	S T U W X Y Z a
63	10,22	30	0,21	S T U W X Y Z a
10	10,25	30	0,07	T U W X Y Z a b
15	10,25	30	0,07	U W X Y Z a b
11	10,28	30	0,07	W X Y Z a b
53	10,32	30	0,07	X Y Z a b
16	10,32	30	0,07	X Y Z a b
40	10,35	30	0,07	Y Z a b
68	10,37	30	0,07	Y Z a b
3	10,38	30	0,07	Y Z a b
67	10,51	30	0,07	Z a b
61	10,51	30	0,07	Z a b
59	10,60	30	0,07	a b c
25	10,65	30	0,21	b c
66	10,94	30	0,21	c d
12	11,16	30	0,21	d
13	11,24	30	0,21	d e
6	11,65	30	0,21	e f
76	11,94	30	0,21	f
75	11,98	30	0,21	f

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,41273 Error: 0,1442 gl: 2260

#### 4.16. Longitud de grano descascarado (mm)

En relación al análisis de varianza (Anexo 13), se muestra que los valores obtenidos en las líneas estudiadas, fueron altamente significativos entre las líneas ( $<0,0001$ ) y las sublíneas que componen cada línea ( $<0,0001$ ).

En el análisis estadístico efectuado con el test de Tukey al 5 %, reportó que las líneas estudiadas fueron significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ), como se muestra en la Tabla 32. La líneas PUYÓN/JP002 P8-32, obtuvo el mayor valor con 7,49 mm; sin embargo, la línea PUYÓN/JP002 P8-20 presentó el menor valor con un promedio de 7,21 mm. Cabe recalcar que de acuerdo a la escala de longitud de grano del CIAT, estos valores caen en el rango de granos largos (6,6 a 7,5 mm).

**Tabla 32.** Resultados del análisis estadístico de longitud de grano descascarado (mm) de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.

Cruces	Medias	N	E.E.	Comparaciones
Puyón/JP002 P8-20	7,21	271	0,02	A
Puyón/JP002 P8-30	7,25	270	0,01	A
Puyón/JP002 P8-28	7,25	300	0,01	A
Puyón/JP002 P8-31	7,30	300	0,01	B
SFL-011 (Control)	7,43	300	0,02	C
Puyón/JP003 P11-10	7,44	300	0,01	C
Puyón/JP002 P8-29	7,47	300	0,01	C D
Puyón/JP002 P8-32	7,49	300	0,01	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04080 Error: 0,0264 gl: 2261

El Test de Tukey al 5 %, realizado con los datos de las sublíneas, encontró que fueron significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ), mostrando a la sublínea 64 que pertenece a la línea PUYÓN/JP002 P8-32-P1, el valor más alto con una media de 8,03 mm, que de acuerdo a la escala de longitud de grano del CIAT, estos valores caen en el rango de granos extra largos ( $> 7,6$  mm). A diferencia de la sublínea 28 que corresponde a la línea PUYÓN/JP002 P8-28-P35, que obtuvo el menor valor con un promedio de 6,67 mm. DE acuerdo a la escala del CIAT estos granos caen en la escala de grano largo (6,6 a 7,5 mm), como lo indica la Tabla 33 (Figura 26).

**Tabla 33.** Resultados del análisis estadístico de la variable longitud de grano descascarado (mm), con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019.

Parcelas	Medias	N	E.E.	Comparaciones
28	6,67	30	0,09	A
31	6,68	30	0,09	A
30	6,75	30	0,09	A B
37	6,77	30	0,09	A B C
36	6,83	30	0,09	A B C
7	6,86	30	0,09	B C
1	6,93	30	0,09	C D
33	6,94	30	0,09	C D E
51	7,07	30	0,09	D E F
24	7,11	30	0,09	E F G
38	7,14	30	0,03	F G H
32	7,15	30	0,03	F G H I
29	7,15	30	0,09	F G H I J
27	7,16	30	0,03	F G H I J
5	7,17	30	0,03	F G H I J K
8	7,19	30	0,03	F G H I J K L
2	7,21	30	0,03	F G H I J K L M
14	7,21	30	0,03	F G H I J K L M
23	7,22	30	0,03	F G H I J K L M
56	7,23	30	0,03	F G H I J K L M N
20	7,25	30	0,03	F G H I J K L M N O
55	7,25	30	0,03	G H I J K L M N O
86	7,26	30	0,09	G H I J K L M N O
22	7,26	30	0,03	G H I J K L M N O P
35	7,27	30	0,03	G H I J K L M N O P
40	7,28	30	0,03	G H I J K L M N O P Q
57	7,29	30	0,09	G H I J K L M N O P Q R
3	7,30	30	0,03	H I J K L M N O P Q R S
19	7,30	30	0,09	H I J K L M N O P Q R S T
52	7,30	30	0,09	H I J K L M N O P Q R S T U
54	7,30	30	0,03	H I J K L M N O P Q R S T U
50	7,31	30	0,03	H I J K L M N O P Q R S T U
4	7,31	30	0,03	H I J K L M N O P Q R S T U
21	7,32	30	0,03	I J K L M N O P Q R S T U W
39	7,33	30	0,03	J K L M N O P Q R S T U W X
53	7,34	30	0,03	K L M N O P Q R S T U W X Y
72	7,34	30	0,03	K L M N O P Q R S T U W X Y
85	7,36	30	0,03	L M N O P Q R S T U W X Y Z
9	7,36	30	0,03	L M N O P Q R S T U W X Y Z
34	7,37	31	0,03	L M N O P Q R S T U W X Y Z
12	7,37	30	0,09	M N O P Q R S T U W X Y Z



84	7,40	30	0,03	N	O	P	Q	R	S	T	U	W	X	Y	Z	a
68	7,41	30	0,03		O	P	Q	R	S	T	U	W	X	Y	Z	a b
87	7,44	30	0,09			P	Q	R	S	T	U	W	X	Y	Z	a b c
15	7,45	30	0,03				Q	R	S	T	U	W	X	Y	Z	a b c
62	7,45	30	0,03				Q	R	S	T	U	W	X	Y	Z	a b c
16	7,46	30	0,03					R	S	T	U	W	X	Y	Z	a b c
71	7,47	30	0,03						S	T	U	W	X	Y	Z	a b c
17	7,47	30	0,03						S	T	U	W	X	Y	Z	a b c
73	7,47	30	0,03						S	T	U	W	X	Y	Z	a b c
6	7,47	30	0,09						S	T	U	W	X	Y	Z	a b c
67	7,47	30	0,03						S	T	U	W	X	Y	Z	a b c
10	7,47	30	0,03							T	U	W	X	Y	Z	a b c
60	7,48	30	0,03								U	W	X	Y	Z	a b c
69	7,49	30	0,09									W	X	Y	Z	a b c
78	7,50	30	0,03										X	Y	Z	a b c
83	7,51	30	0,03											Y	Z	a b c
77	7,52	30	0,03												Z	a b c
59	7,53	30	0,03												Z	a b c d
61	7,53	30	0,03												Z	a b c d
11	7,57	30	0,03													a b c d e
74	7,58	30	0,03													b c d e
26	7,59	30	0,09													c d e
82	7,60	30	0,09													c d e
18	7,60	30	0,09													c d e f
63	7,61	30	0,09													c d e f
25	7,70	30	0,09													d e f g
79	7,72	30	0,09													e f g h
80	7,73	30	0,09													e f g h
70	7,74	30	0,09													e f g h i
13	7,78	30	0,09													f g h i j
66	7,87	30	0,09													g h i j k
76	7,89	30	0,09													h i j k
81	7,91	30	0,09													i j k
58	7,92	30	0,09													i j k
75	7,95	30	0,09													j k
65	8,02	30	0,09													k
64	8,03	30	0,09													k

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,17637 Error: 0,0264 gl: 2261

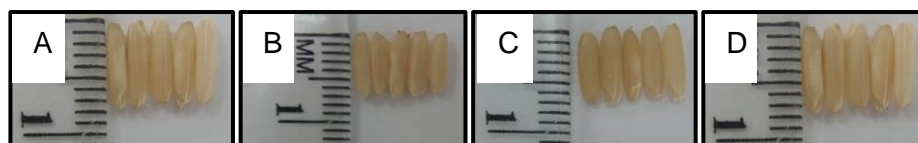


Figura 26. Longitud de grano descascarado (mm) en las diferentes líneas y sublíneas evaluadas (A), (B), (C) y (D).

#### 4.17. Ancho de grano con cáscara (mm)

Para el caso de esta variable (Anexo 14), los resultados del análisis de varianza manifestaron alta significancia estadística entre las líneas (<0,0001) y las sublíneas que componen cada línea (<0,0001).

El Test de Tukey al 5 %, resultó significativamente diferente entre las líneas estudiadas, expresando un mayor valor a las líneas: PUYÓN/JP002 P8-32, PUYÓN/JP002 P8-31 y PUYÓN/JP002 P8-20, con una media que va entre: 2,46 a 2,47 mm, en comparación con el testigo (SFL-011), que obtuvo un menor valor con un promedio de 2,36 mm (Tabla 34).

**Tabla 34.** Resultados del análisis estadístico del ancho del grano con cascara (mm) de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.

Cruces	Medias	N	E.E.	Comparaciones
SFL-011 (Control)	2,36	300	0,01	A
Puyón/JP003 P11-10	2,41	300	0,01	B
Puyón/JP002 P8-28	2,43	300	0,01	B C
Puyón/JP002 P8-30	2,44	270	0,01	C D
Puyón/JP002 P8-29	2,45	300	0,01	C D
Puyón/JP002 P8-32	2,46	300	0,01	D
Puyón/JP002 P8-31	2,46	300	0,01	D
Puyón/JP002 P8-20	2,47	270	0,01	D

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02286 Error: 0,0083 gl: 2260

En concordancia a los resultados obtenidos con el Test de Tukey al 5 % que se realizó con los datos de las sublíneas, estableció que los resultados alcanzados en esta variable, fueron significativamente diferentes, demostrando que la sublínea 30 que pertenece a la línea Puyón/JP002 P8-20-P1, mostró el valor más alto con una media de 2,65 mm; en relación a la sublínea 86 del Testigo (SFL-011), que logró el menor valor con un promedio de 2,21 mm, como lo indica en la Tabla 35 (Figura 27).

**Tabla 35.** Resultados del análisis estadístico de la variable ancho del grano con cáscara (mm), con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019.

Parcelas	Medias	N	E.E.	Comparaciones
86	2,21	30	0,05	A
82	2,24	30	0,05	A B
80	2,25	30	0,05	A B C
81	2,30	30	0,05	A B C D
87	2,31	30	0,05	B C D E
1	2,32	30	0,05	B C D E F
12	2,32	30	0,05	B C D E F G
26	2,32	30	0,05	B C D E F G
13	2,33	30	0,05	B C D E F G H
79	2,34	30	0,05	C D E F G H I
84	2,34	30	0,02	C D E F G H I
33	2,36	30	0,05	D E F G H I J
78	2,37	30	0,02	D E F G H I J K
51	2,38	30	0,05	D E F G H I J K L
83	2,38	30	0,02	D E F G H I J K L
2	2,38	30	0,02	D E F G H I J K L M
11	2,39	30	0,02	D E F G H I J K L M N
17	2,39	30	0,02	D E F G H I J K L M N
66	2,39	30	0,05	D E F G H I J K L M N
15	2,39	30	0,02	D E F G H I J K L M N O
69	2,40	30	0,05	D E F G H I J K L M N O
22	2,40	30	0,02	D E F G H I J K L M N O
85	2,40	30	0,02	E F G H I J K L M N O P
29	2,41	30	0,05	F G H I J K L M N O P Q
63	2,41	30	0,05	F G H I J K L M N O P Q R
14	2,41	30	0,02	F G H I J K L M N O P Q R
73	2,42	30	0,02	G H I J K L M N O P Q R
4	2,42	30	0,02	G H I J K L M N O P Q R S
52	2,42	30	0,05	G H I J K L M N O P Q R S
23	2,42	30	0,02	H I J K L M N O P Q R S
21	2,43	30	0,02	H I J K L M N O P Q R S
18	2,43	30	0,05	H I J K L M N O P Q R S
28	2,43	30	0,05	H I J K L M N O P Q R S
25	2,43	30	0,05	H I J K L M N O P Q R S
39	2,43	30	0,02	H I J K L M N O P Q R S
3	2,44	30	0,02	I J K L M N O P Q R S T
31	2,44	30	0,05	J K L M N O P Q R S T
10	2,44	30	0,02	J K L M N O P Q R S T
60	2,44	30	0,02	J K L M N O P Q R S T
35	2,44	30	0,02	J K L M N O P Q R S T
16	2,44	30	0,02	J K L M N O P Q R S T U

68	2,44	30	0,02	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
75	2,44	30	0,05	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
5	2,45	30	0,02	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
71	2,45	30	0,02	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
54	2,45	30	0,02	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
27	2,45	30	0,02	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
53	2,45	30	0,02	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
34	2,45	30	0,02	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
24	2,45	30	0,05	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
20	2,46	30	0,02	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
32	2,46	30	0,02	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
74	2,46	30	0,02	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
62	2,46	30	0,02	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
59	2,46	30	0,02		K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
67	2,46	30	0,02		K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
50	2,46	30	0,02		K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
72	2,46	30	0,02		K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
6	2,46	30	0,05		K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
9	2,47	30	0,02			L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
40	2,47	30	0,02			L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
61	2,47	30	0,02			L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
55	2,47	30	0,02			L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
8	2,48	30	0,02				M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W	
70	2,48	30	0,05				M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W	
36	2,48	30	0,05				M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W	
56	2,48	30	0,02				M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W	
64	2,48	30	0,05				M	N	O	P	Q	R	S	T	U	W	
77	2,48	30	0,02					N	O	P	Q	R	S	T	U	W	
38	2,49	30	0,02						O	P	Q	R	S	T	U	W	
19	2,50	30	0,05							P	Q	R	S	T	U	W	
7	2,51	30	0,05								Q	R	S	T	U	W	
37	2,51	30	0,05									R	S	T	U	W	
57	2,52	30	0,05										S	T	U	W	
76	2,54	30	0,05											T	U	W	
58	2,54	30	0,05												U	W	
65	2,57	30	0,05													W	X
30	2,65	30	0,05														X

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09882 Error: 0,0083 gl: 2260

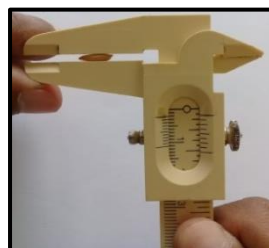


Figura 27. Ancho del grano con cascara (mm).

#### 4.18. Ancho de grano descascarado (mm)

Con relación a esta variable (Anexo 15)., los resultados indican que el análisis de varianza obtuvo alta significancia estadística entre las líneas (<0,0001) y las sublíneas que componen cada línea (<0,0001).

El resultado mostrado en el análisis del Test de Tukey al 5%, resultó significativamente diferente entre las líneas estudiadas, indicando un mayor valor a las líneas: PUYÓN/JP002 P8-29, PUYÓN/JP002 P8-31 y PUYÓN/JP002 P8-32 con una media de 2,26 mm, en comparación con el testigo (SFL-011), que obtuvo un menor valor con un promedio de 2,16 mm (Tabla 36).

**Tabla 36.** Resultados del análisis estadístico del ancho de grano descascarado (mm) de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.

Cruces	Medias	N	E.E.	Comparaciones	
SFL-011 (Control)	2,16	300	0,01	A	
Puyón/JP003 P11-10	2,21	300	0,01	B	
Puyón/JP002 P8-20	2,22	271	0,01	B	
Puyón/JP002 P8-28	2,22	300	0,01	B	C
Puyón/JP002 P8-30	2,24	270	0,01	C D	
Puyón/JP002 P8-32	2,26	300	0,01	D	
Puyón/JP002 P8-31	2,26	300	0,01	D	
Puyón/JP002 P8-29	2,26	300	0,01	D	

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02311 Error: 0,0085 gl: 2261

En el análisis estadístico desarrollado con el Test de Tukey al 5 %, logró que las líneas estudiadas fueron significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). Exponiendo a la sublínea 65 que pertenece a la línea Puyón/JP002 P8-32-P77, presentó el valor más alto con una media de 2,39 mm; en cambio la sublíneas 86 que pertenece al Testigo (SFL-011) alcanzo el menor valor con un promedio de 2,02 mm; como se muestra en la Tabla 37 (Figura 28).

**Tabla 37.** Resultados del análisis estadístico de la variable ancho de grano descascarado (mm) , con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019.

Parcelas	Medias	N	E.E.	Comparaciones
86	2,02	30	0,05	A
26	2,05	30	0,05	A B
33	2,06	30	0,05	A B C
82	2,07	30	0,05	A B C D
80	2,07	30	0,05	A B C D
28	2,10	30	0,05	A B C D E
29	2,11	30	0,05	A B C D E F
81	2,12	30	0,05	A B C D E F G
31	2,12	30	0,05	A B C D E F G H
25	2,12	30	0,05	B C D E F G H I
87	2,13	30	0,05	B C D E F G H I
1	2,13	30	0,05	B C D E F G H I J
84	2,14	30	0,02	B C D E F G H I J K
36	2,14	30	0,05	B C D E F G H I J K L
13	2,15	30	0,05	C D E F G H I J K L M
12	2,15	30	0,05	C D E F G H I J K L M N
79	2,16	30	0,05	C D E F G H I J K L M N
24	2,17	30	0,05	D E F G H I J K L M N O
17	2,17	30	0,02	E F G H I J K L M N O P
78	2,18	30	0,02	E F G H I J K L M N O P
2	2,18	30	0,02	E F G H I J K L M N O P
37	2,18	30	0,05	E F G H I J K L M N O P Q
85	2,18	30	0,02	E F G H I J K L M N O P Q R
83	2,19	30	0,02	E F G H I J K L M N O P Q R
11	2,19	30	0,02	E F G H I J K L M N O P Q R
23	2,20	30	0,02	E F G H I J K L M N O P Q R S
51	2,20	30	0,05	E F G H I J K L M N O P Q R S T
35	2,20	30	0,02	E F G H I J K L M N O P Q R S T
4	2,20	30	0,02	E F G H I J K L M N O P Q R S T
15	2,20	30	0,02	F G H I J K L M N O P Q R S T
27	2,21	30	0,02	F G H I J K L M N O P Q R S T
66	2,21	30	0,05	F G H I J K L M N O P Q R S T U
22	2,21	30	0,02	F G H I J K L M N O P Q R S T U
34	2,21	30	0,02	F G H I J K L M N O P Q R S T U
69	2,21	30	0,05	G H I J K L M N O P Q R S T U
32	2,22	30	0,02	H I J K L M N O P Q R S T U W
30	2,22	30	0,05	I J K L M N O P Q R S T U W
21	2,22	30	0,02	I J K L M N O P Q R S T U W
68	2,22	30	0,02	I J K L M N O P Q R S T U W
38	2,22	30	0,02	I J K L M N O P Q R S T U W
14	2,22	30	0,02	I J K L M N O P Q R S T U W

73	2,23	30	0,02	J K L M N O P Q R S T U W X
39	2,23	30	0,02	J K L M N O P Q R S T U W X
63	2,23	30	0,05	J K L M N O P Q R S T U W X
3	2,23	30	0,02	J K L M N O P Q R S T U W X
16	2,24	30	0,02	K L M N O P Q R S T U W X
62	2,24	30	0,02	L M N O P Q R S T U W X
67	2,24	30	0,02	L M N O P Q R S T U W X Y
5	2,24	30	0,02	M N O P Q R S T U W X Y
18	2,25	30	0,05	M N O P Q R S T U W X Y
54	2,25	30	0,02	M N O P Q R S T U W X Y
60	2,25	30	0,02	M N O P Q R S T U W X Y
10	2,25	30	0,02	M N O P Q R S T U W X Y
52	2,25	30	0,05	M N O P Q R S T U W X Y
53	2,25	30	0,02	N O P Q R S T U W X Y
50	2,26	30	0,02	O P Q R S T U W X Y Z
71	2,26	30	0,02	O P Q R S T U W X Y Z
9	2,26	30	0,02	O P Q R S T U W X Y Z a
56	2,26	30	0,02	O P Q R S T U W X Y Z a
75	2,26	30	0,05	O P Q R S T U W X Y Z a
20	2,27	30	0,02	P Q R S T U W X Y Z a
74	2,27	30	0,02	P Q R S T U W X Y Z a
59	2,27	30	0,02	P Q R S T U W X Y Z a
55	2,27	30	0,02	P Q R S T U W X Y Z a
72	2,27	30	0,02	P Q R S T U W X Y Z a
8	2,28	30	0,02	Q R S T U W X Y Z a
40	2,28	30	0,02	Q R S T U W X Y Z a
61	2,28	30	0,02	R S T U W X Y Z a
6	2,28	30	0,05	R S T U W X Y Z a
77	2,29	30	0,02	S T U W X Y Z a b
64	2,30	30	0,05	T U W X Y Z a b
70	2,31	30	0,05	U W X Y Z a b
19	2,32	30	0,05	W X Y Z a b
7	2,32	30	0,05	X Y Z a b
57	2,34	30	0,05	Y Z a b
76	2,35	30	0,05	Z a b
58	2,36	30	0,05	a b
65	2,39	30	0,05	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09991 Error: 0,0085 gl: 2261

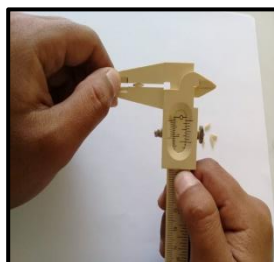


Figura 28. Ancho del grano descascarado (mm).

#### 4.19. Forma del grano (mm)

Con respecto al análisis de varianza realizado (Anexo 16), mostró que hubo alta significancia estadística entre las líneas (<0,0001) y las sublíneas que componen cada línea (<0,0001).

En la Tabla 38, indica el resultado del test de Tukey al 5 %. Determinó que el testigo (SFL-011), expresó el valor más alto con una media de 3,44 mm, mientras que la línea PUYÓN/JP002 P8-31, mostró el menor valor con un promedio de 3,24 mm.

**Tabla 38.** Resultados del análisis estadístico de forma del grano de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.

Cruces	Medias	N	E.E.	Comparaciones
Puyón/JP002 P8-31	3,24	300	0,01	A
Puyón/JP002 P8-30	3,25	270	0,01	A
Puyón/JP002 P8-20	3,26	270	0,02	A
Puyón/JP002 P8-28	3,27	300	0,01	A
Puyón/JP002 P8-29	3,31	300	0,01	B
Puyón/JP002 P8-32	3,33	300	0,01	B
Puyón/JP003 P11-10	3,37	300	0,01	C
SFL-011 (Control)	3,44	300	0,02	D

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03901 Error: 0,0241 gl: 2260

El Test de Tukey al 5%, que se realizó con los datos de las sublíneas, resultó significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ), determinando a la sublínea 64 que pertenece al testigo (SFL-011), con el valor más alto con una media de 3,72 mm a diferencia de la sublínea 7 que corresponde a la línea PUYÓN/JP002 P8-30-P60, que obtuvo el menor valor con un promedio de 2,94 mm con respecto a la forma del grano, como lo muestra la Tabla 39 . De acuerdo a la escala del CIAT, estos granos son de forma delgada, mediana, ovalada o redonda.



**Tabla 39.** Resultados del análisis estadístico de la variable forma del grano, con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB Ecuador, 2019.

Parcelas	Medias	N	E.E.	Comparaciones
7	2,94	30	0,09	A
30	3,05	30	0,09	A B
37	3,11	30	0,09	B C
57	3,11	30	0,09	B C
19	3,15	30	0,09	B C D
31	3,15	30	0,09	B C D E
8	3,16	30	0,03	B C D E F
28	3,18	30	0,09	B C D E F G
40	3,19	30	0,03	B C D E F G H
55	3,19	30	0,03	B C D E F G H I
36	3,20	30	0,09	B C D E F G H I J
20	3,20	30	0,03	B C D E F G H I J
56	3,20	30	0,03	B C D E F G H I J K
5	3,21	30	0,03	B C D E F G H I J K L
38	3,22	30	0,03	B C D E F G H I J K L M
51	3,22	30	0,09	B C D E F G H I J K L M N
32	3,23	30	0,03	C D E F G H I J K L M N
72	3,24	30	0,03	C D E F G H I J K L M N
1	3,24	30	0,09	C D E F G H I J K L M N O
50	3,24	30	0,03	C D E F G H I J K L M N O
52	3,25	30	0,09	C D E F G H I J K L M N O
14	3,25	30	0,03	C D E F G H I J K L M N O
27	3,25	30	0,03	C D E F G H I J K L M N O
54	3,25	30	0,03	C D E F G H I J K L M N O
9	3,26	30	0,03	C D E F G H I J K L M N O P
53	3,27	30	0,03	C D E F G H I J K L M N O P
6	3,28	30	0,09	C D E F G H I J K L M N O P Q
3	3,28	30	0,03	C D E F G H I J K L M N O P Q
77	3,28	30	0,03	D E F G H I J K L M N O P Q R
23	3,29	30	0,03	D E F G H I J K L M N O P Q R
22	3,30	30	0,03	D E F G H I J K L M N O P Q R S
39	3,30	30	0,03	D E F G H I J K L M N O P Q R S
21	3,30	30	0,03	D E F G H I J K L M N O P Q R S
24	3,31	30	0,09	D E F G H I J K L M N O P Q R S
61	3,31	30	0,03	D E F G H I J K L M N O P Q R S
35	3,31	30	0,03	D E F G H I J K L M N O P Q R S
71	3,31	30	0,03	D E F G H I J K L M N O P Q R S
2	3,31	30	0,03	D E F G H I J K L M N O P Q R S
59	3,32	30	0,03	E F G H I J K L M N O P Q R S
4	3,33	30	0,03	F G H I J K L M N O P Q R S T
60	3,33	30	0,03	F G H I J K L M N O P Q R S T

10	3,33	30	0,03	G H I J K L M N O P Q R S T
16	3,34	30	0,03	G H I J K L M N O P Q R S T
67	3,34	30	0,03	G H I J K L M N O P Q R S T
62	3,34	30	0,03	G H I J K L M N O P Q R S T
68	3,34	30	0,03	G H I J K L M N O P Q R S T
34	3,34	30	0,03	G H I J K L M N O P Q R S T
74	3,35	30	0,03	H I J K L M N O P Q R S T U
58	3,35	30	0,09	H I J K L M N O P Q R S T U
65	3,35	30	0,09	H I J K L M N O P Q R S T U
76	3,35	30	0,09	H I J K L M N O P Q R S T U
73	3,36	30	0,03	I J K L M N O P Q R S T U
70	3,37	30	0,09	J K L M N O P Q R S T U
33	3,37	30	0,09	K L M N O P Q R S T U
85	3,37	30	0,03	L M N O P Q R S T U
18	3,38	30	0,09	M N O P Q R S T U
15	3,39	30	0,03	N O P Q R S T U
29	3,39	30	0,09	N O P Q R S T U
69	3,39	30	0,09	N O P Q R S T U
63	3,41	30	0,09	O P Q R S T U W
12	3,42	30	0,09	P Q R S T U W
83	3,44	30	0,03	Q R S T U W
17	3,44	30	0,03	Q R S T U W
78	3,45	30	0,03	R S T U W X
11	3,46	30	0,03	S T U W X Y
84	3,46	30	0,03	S T U W X Y
87	3,49	30	0,09	T U W X Y Z
64	3,51	30	0,09	U W X Y Z
75	3,51	30	0,09	U W X Y Z
66	3,56	30	0,09	W X Y Z a
86	3,56	30	0,09	W X Y Z a
79	3,57	30	0,09	W X Y Z a
13	3,61	30	0,09	X Y Z a
25	3,62	30	0,09	Y Z a
82	3,65	30	0,09	Z a
26	3,69	30	0,09	a
80	3,71	30	0,09	a
81	3,72	30	0,09	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16861 Error: 0,0241 gl: 2260

#### 4.20. Desgrane (%)

El análisis de varianza de esta variable, indica que existe alta significancia estadística entre las líneas (<0,0001) y las sublíneas que componen cada línea reportaron con significancia estadística (0,0285), como se observa en el Anexo 17.

Los resultados obtenidos de la prueba de Tukey al 5 %, comprobaron que fueron significativamente diferentes, como se presenta en la Tabla 40. El testigo (SFL-011) alcanzó el valor más alto con una media de 13,97 %, mientras que en la línea PUYÓN/JP002 P8-29 se observó con el menor valor presentando una media de 10,91 %.

**Tabla 40.** Resultados del análisis estadístico del desgrane (%) de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón, evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.

Cruces	Medias	N	E.E.	Comparaciones		
Puyón/JP002 P8-29	10,91	300	0,15	A		
Puyón/JP002 P8-30	10,96	270	0,15	A	B	
Puyón/JP002 P8-28	11,45	300	0,17	B		C
Puyón/JP002 P8-32	11,59	300	0,16	C		
Puyón/JP003 P11-10	11,65	300	0,16	C		
Puyón/JP002 P8-31	12,39	300	0,15	D		
Puyón/JP002 P8-20	12,43	270	0,19	D		
SFL-011 (Control)	13,97	300	0,19	E		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,49246 Error: 3,8366 gl: 2260

De acuerdo al Test de Tukey al 5 % (Tabla 41), se logró que las sublíneas fueron significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ), lo cual muestra a la sublínea 86 que pertenece al testigo (SFL-011), obtuvo el valor más alto con una media de 17,60 % a diferencia de la sublínea 7 que corresponde al cruce PUYÓN/JP002 P8-30-P60, presentó el menor valor con un promedio de 7,03 %.

**Tabla 41.** Resultados del análisis estadístico de la variable desgrane (%), con respecto a las sublíneas (escala del CIAT) con el Test de Tukey al 5 % de las poblaciones segregantes F4 de arroz japonico con puyón evaluadas en la FACIAG-UTB. Ecuador, 2019

Parcelas	Medias	N	E.E.	Comparaciones
7	7,03	30	1,07	A
6	8,31	30	1,07	A B
70	8,90	30	1,07	A B C
72	10,09	30	0,36	B C D
73	10,36	30	0,36	B C D E
69	10,47	30	1,07	C D E F
15	10,48	30	0,36	C D E F
71	10,54	30	0,36	C D E F G
76	10,54	30	1,07	C D E F G
4	10,69	30	0,36	C D E F G H
3	10,70	30	0,36	C D E F G H
22	10,77	30	0,36	C D E F G H I
59	10,81	30	0,36	C D E F G H I J
65	10,86	30	1,07	C D E F G H I J K
8	10,87	30	0,36	C D E F G H I J K
23	10,89	30	0,36	C D E F G H I J K
74	10,96	30	0,36	C D E F G H I J K L
13	10,96	30	1,07	C D E F G H I J K L
14	10,97	30	0,36	C D E F G H I J K L
9	11,07	30	0,36	D E F G H I J K L M
2	11,13	30	0,36	D E F G H I J K L M
5	11,21	30	0,36	D E F G H I J K L M
61	11,24	30	0,36	D E F G H I J K L M
11	11,34	30	0,36	D E F G H I J K L M
27	11,35	30	0,36	D E F G H I J K L M
60	11,39	30	0,36	D E F G H I J K L M
33	11,43	30	1,07	D E F G H I J K L M N
19	11,52	30	1,07	D E F G H I J K L M N
77	11,64	30	0,36	D E F G H I J K L M N
52	11,70	30	1,07	D E F G H I J K L M N
12	11,73	30	1,07	D E F G H I J K L M N
20	11,76	30	0,36	D E F G H I J K L M N
68	11,87	30	0,36	D E F G H I J K L M N O
10	11,88	30	0,36	D E F G H I J K L M N O
39	11,91	30	0,36	D E F G H I J K L M N O
30	11,91	30	1,07	D E F G H I J K L M N O
36	11,91	30	1,07	D E F G H I J K L M N O
34	11,94	30	0,36	D E F G H I J K L M N O
21	11,97	30	0,36	D E F G H I J K L M N O P
24	12,01	30	1,07	D E F G H I J K L M N O P
58	12,02	30	1,07	D E F G H I J K L M N O P
67	12,09	30	0,36	D E F G H I J K L M N O P Q

55	12,11	30	0,36	D E F G H I J K L M N O P Q R
37	12,12	30	1,07	D E F G H I J K L M N O P Q R
40	12,23	30	0,36	E F G H I J K L M N O P Q R
31	12,23	30	1,07	E F G H I J K L M N O P Q R
75	12,24	30	1,07	E F G H I J K L M N O P Q R
53	12,29	30	0,36	E F G H I J K L M N O P Q R S
66	12,30	30	1,07	E F G H I J K L M N O P Q R S
32	12,33	30	0,36	E F G H I J K L M N O P Q R S
50	12,37	30	0,36	E F G H I J K L M N O P Q R S
62	12,41	30	0,36	E F G H I J K L M N O P Q R S
29	12,48	30	1,07	E F G H I J K L M N O P Q R S
35	12,56	30	0,36	F G H I J K L M N O P Q R S
38	12,65	30	0,36	G H I J K L M N O P Q R S
17	12,66	30	0,36	G H I J K L M N O P Q R S
1	12,67	30	1,07	H I J K L M N O P Q R S
63	12,77	30	1,07	H I J K L M N O P Q R S
16	12,78	30	0,36	H I J K L M N O P Q R S
25	12,85	30	1,07	I J K L M N O P Q R S
54	12,91	30	0,36	J K L M N O P Q R S
64	12,96	30	1,07	K L M N O P Q R S
57	13,06	30	1,07	L M N O P Q R S T
56	13,13	30	0,36	M N O P Q R S T
18	13,19	30	1,07	M N O P Q R S T
26	13,2	30	1,07	M N O P Q R S T
78	13,54	30	0,36	N O P Q R S T U
85	13,93	30	0,36	O P Q R S T U
84	14,09	30	0,36	P Q R S T U W
83	14,19	30	0,36	Q R S T U W X
28	14,23	30	1,07	R S T U W X
80	14,38	30	1,07	S T U W X
81	15,15	30	1,07	T U W X Y
87	15,63	30	1,07	U W X Y Z
51	16,21	30	1,07	W X Y Z
79	16,26	30	1,07	X Y Z
82	17,23	30	1,07	Y Z
86	17,60	30	1,07	Z

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,12862 Error: 3,8366 gl: 2260

#### 4.21. Análisis de Componentes Principales

En la Tabla 42, se observan los autovalores, la proporción distribuida y la proporción acumulada. Se observa que en el valor acumulado muestra a las 4 primeras variables tales como: macollos por planta, panículas por plantas/cosechadas, longitud de la hoja bandera (cm) y altura de planta (cm), presentaron los valores de la proporción distribuida 0,31, 0,13, 0,11 y 0,09, en su orden. Estas cuatro variables expresaron el 65 % de la variación en este estudio.

**Tabla 42.** Autovalores, proporción distribuida y proporción acumulada de las variables analizadas FACIAG- UTB, 2019.

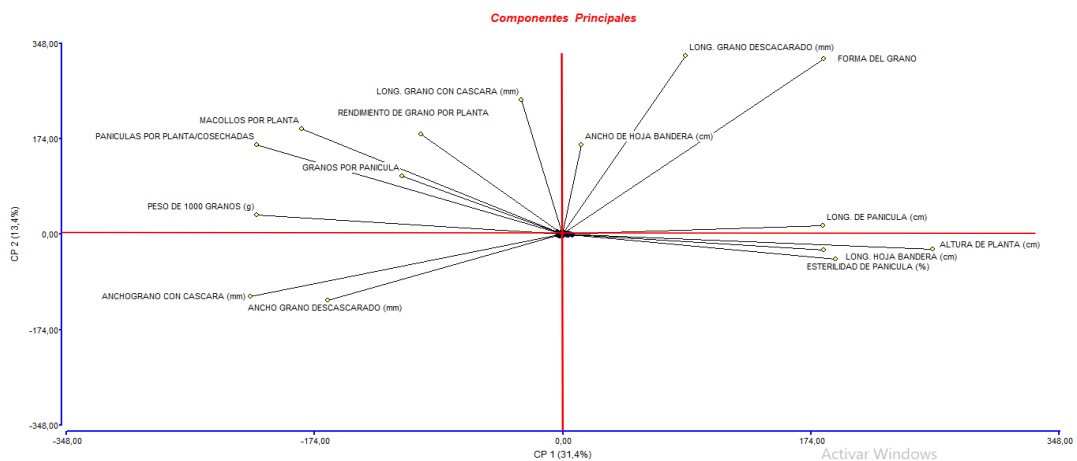
<b>Lambda/Variable</b>	<b>Autovalor</b>	<b>Proporción</b>	<b>Prop. Acumulada</b>
Macollos por planta	4,71	0,31	0,31
Panículas por planta/cosechadas	2,01	0,13	0,45
Long. hoja bandera (cm)	1,67	0,11	0,56
Altura de planta (cm)	1,40	0,09	0,65
Long. de panícula (cm)	1,02	0,07	0,72
Granos por panícula	0,97	0,06	0,79
Esterilidad de panícula (%)	0,77	0,05	0,84
Peso de 1000 granos (g)	0,59	0,04	0,88
Rendimiento de grano por planta	0,50	0,03	0,91
Long. grano con cascara (mm)	0,43	0,03	0,94
Long. grano descascarado (mm)	0,37	0,02	0,96
Forma del grano	0,22	0,01	0,98
Ancho de hoja bandera (cm)	0,18	0,01	0,99
Ancho del grano con cascara (mm)	0,16	0,01	1,00
Ancho del grano descascarado (mm)	5,10E-04	3,40E-05	1,00

En la Tabla 43, se muestran las correlaciones de los caracteres observados, que se establecieron entre 15 variables utilizadas en este análisis.

**Tabla 43.** Correlaciones de los caracteres observados entre las 15 variables cuantitativas analizadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.

Variables	E1	E2
Macollos por planta	-0,28	0,29
Panículas por planta/cosechadas	-0,33	0,25
Long. hoja bandera (cm)	0,28	-0,04
Altura de planta (cm)	0,39	-0,04
Long. de panícula (cm)	0,28	0,02
Granos por panícula	-0,17	0,16
Esterilidad de panícula (%)	0,29	-0,07
Peso de 1000 granos (g)	-0,32	0,05
Rendimiento de grano por planta	-0,15	0,28
Long. grano con cascara (mm)	-0,04	0,37
Long. grano descascarado (mm)	0,13	0,49
Forma del grano	0,28	0,48
Ancho de hoja bandera (cm)	0,02	0,25
Ancho del grano con cascara (mm)	-0,33	-0,17
Ancho del grano descascarado (mm)	-0,25	-0,18

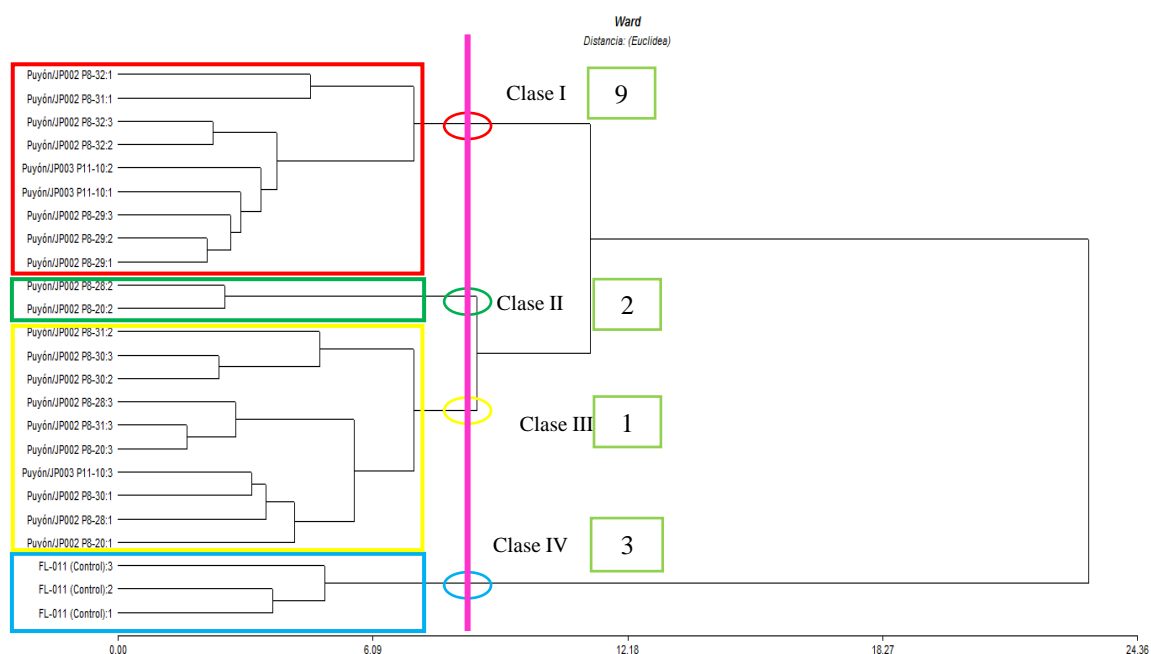
En la Figura 29, se observa de manera gráfica en el cuadrante inferior derecho, la correlación existente entre las variables más evidentes como son: altura de planta, longitud de la hoja bandera y esterilidad de panícula. También, en el cuadrante superior izquierdo, se observa correlación entre macollos por planta y granos por panícula.



**Figura 29.** Correlación existente entre las variables más evidentes: altura de planta, longitud de la hoja bandera y esterilidad de panícula, longitud de panícula y peso de 1000 grano, FACIAG, UTB. 2019.

## 4.2.2. Análisis de Conglomerado

En relación con los resultados de este análisis, ha permitido la agrupación de las líneas que presentaron similitud en las características (Figura 30). En la clase I, las líneas con caracteres similares fueron PUYÓN/JP002 P8-32(1), PUYÓN/JP002 P8-31(1), PUYÓN/JP002 P8-32(3), PUYÓN/JP002 P8-32(2), PUYÓN/JP003 P11-10(2), PUYÓN/JP003 P11-10(1), PUYÓN/JP002 P8-29(3), PUYÓN/JP002 P8-29(2), PUYÓN/JP002 P8-29(1), en la clase II, fueron las líneas PUYÓN/JP002 P8-28(2), PUYÓN/JP002 P8-20(2). En la clase III estuvieron las líneas PUYÓN/JP002 P8-31(2), PUYÓN/JP002 P8-30(3), PUYÓN/JP002 P8-30(2), PUYÓN/JP002 P8-28(3), PUYÓN/JP002 P8-31(3), PUYÓN/JP002 P8-20(3), PUYÓN/JP002 P11-10(3), PUYÓN/JP002 P8-30(1), PUYÓN/JP002 P8-28(1), PUYÓN/JP002 P8-20(1), en la clase IV se encuentran el testigo como es el SFL-011.

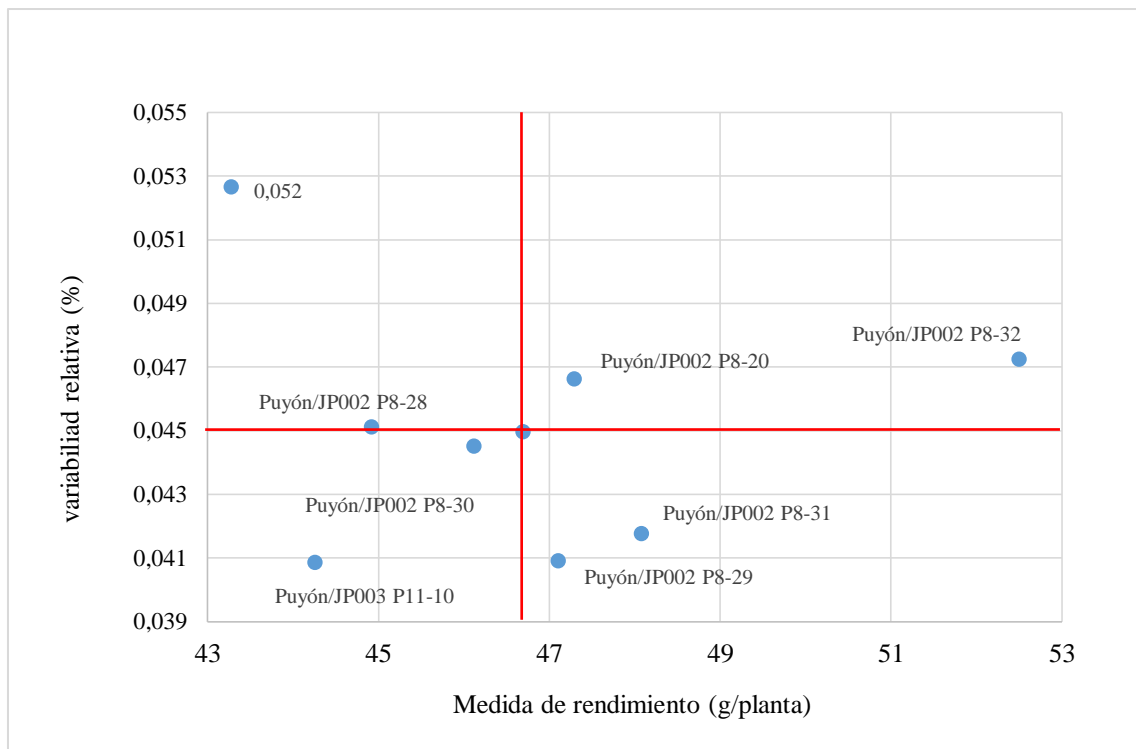


**Figura 30.** Resultado del análisis de conglomerado (Distancia Euclídea-Ward), que ha permitido la agrupación de las líneas que presentaron similitud en las características utilizadas en el análisis.



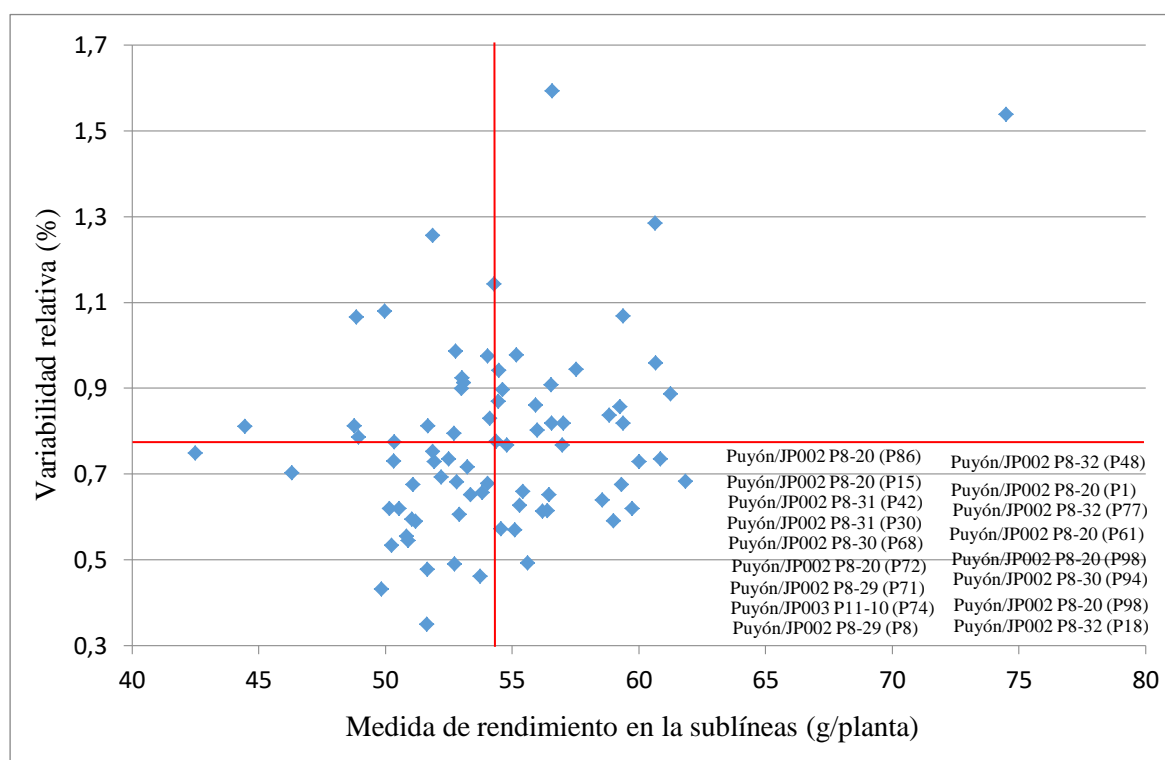
#### 4.23. Análisis de la Variabilidad Relativa (%) para la selección de las líneas sobresalientes a través de la variable rendimiento (g/planta).

Con respecto a este análisis, la variabilidad relativa (%), fue utilizada para la selección de las líneas con mejor rendimiento por planta. En este caso, se consideraron los valores más altos (arriba del promedio) del rendimiento por planta, y los valores más bajos (abajo del promedio) de la variabilidad relativa (%). Al observar el gráfico, los valores se ubicaron en la cuadrícula inferior derecha, como se muestra en la Figura 31. Las líneas seleccionadas fueron: PUYÓN/JP002 P8-31, PUYÓN/JP002 P8-29, que presentaron los mayores pesos de rendimiento por planta, valores que van desde 47,0 a 49,0 g y menor variabilidad relativa (%), valores que oscilan entre 0,039 a 0,052 %.



**Figura 31.** Resultado del análisis de variabilidad relativa que ha permitido la selección más sobresaliente a través de las variables rendimiento por planta.

Con respecto a los resultados del análisis de variabilidad relativa (%), utilizada para la selección de las sublíneas con mejor rendimiento por planta, demostraron que los valores de más alto rendimiento por planta, y los de baja variabilidad relativa (%) se obtuvieron en 17 sublíneas. En la Figura 32, se observan dichos valores ubicados en la cuadrícula inferior derecha. Las 17 sublíneas seleccionadas presentaron valores de rendimiento por parcela que van desde 54,0 a 62,0 g, aproximadamente, y variabilidad relativa (%), que oscilaron entre 0,49 a 0,77 %. En la Tabla 44, se observan las 17 sublíneas seleccionadas, con valores promedios de rendimiento por planta y la variabilidad relativa (%).



**Figura 32.** Resultado del análisis de variabilidad relativa que ha permitido la selección más sobresaliente a través de las variables rendimiento por planta en la sublíneas.

**Tabla 44.** *Sublíneas de menor variabilidad relativa (VR%) y mejor producción (g/plana) seleccionadas en este estudio. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.*

No.	Parcelas	Media(g/plana)	VR %
1	Puyón/JP002 P8-20 (P1)	61,840	0,683
2	Puyón/JP002 P8-20 (P86)	60,853	0,734
3	Puyón/JP002 P8-32 (P48)	60,017	0,728
4	Puyón/JP002 P8-20 (P98)	59,747	0,619
5	Puyón/JP002 P8-28 (P7)	59,323	0,674
6	Puyón/JP002 P8-20 (P94)	59,007	0,590
7	Puyón/JP002 P8-20 (P61)	58,570	0,638
8	Puyón/JP002 P8-20 (P15)	56,987	0,767
9	Puyón/JP002 P8-28 (P47)	56,447	0,651
10	Puyón/JP002 P8-20 (P57)	56,400	0,613
11	Puyón/JP002 P8-31 (P42)	56,193	0,612
12	Puyón/JP002 P8-29 (P71)	55,610	0,492
13	Puyón/JP002 P8-30 (P68)	55,430	0,659
14	Puyón/JP003 P11-10 (P74)	55,303	0,626
15	Puyón/JP002 P8-29 (P8)	55,117	0,568
16	Puyón/JP002 P8-31 (P30)	54,793	0,767
17	Puyón/JP002 P8-20 (P72)	54,557	0,571

## DISCUSIÓN

Degiovanni, Gómez y Sierra (2004), en su estudio sobre el análisis de crecimiento y etapas de desarrollo de tres variedades de arroz en Argentina, encontró que la variedad Fedearroz 2 000, mostró el mayor promedio de altura con 130,8 cm, seguido de las variedades Fedearroz 50 y Colombia XXI, con valores de 127,4 y 127,3 cm, respectivamente. De acuerdo a estos autores, esta pequeña variación es debida a las características genéticas de los materiales. En el presente estudio los valores de altura de planta observados estuvieron en el rango de 109,94 a 113,30 cm en los materiales derivados de las líneas interespecíficos entre *Oryza sativa* L. ssp. *japonica* x *Oryza rufipugon* G.), que son valores bajos, comparados con los obtenidos por los autores antes mencionados; sin embargo, el testigo (SFL-011) de este estudio superó dichas alturas con 139,01 cm. Los resultados de alturas obtenidos en este estudio, probablemente se deba a la característica de altura de planta que poseen las variedades de tipo japónica, heredadas en estas líneas, ya que fueron utilizados como progenitores de estas líneas. Cabe mencionar también que estas alturas son normales, ya que genotipos muy altos demandan muchos nutrientes para el desarrollo de sus tejidos, en contraste con los materiales más bajos que utilizan estos nutrientes para el llenado de sus granos o semillas.

En un estudio realizado en Venezuela sobre la caracterización morfológica de 13 variedades de arroz Montoya, Rodríguez, Pérez, Cova y Alemán (2007), indicaron 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. Ávila (2012), menciona que de las 91 poblaciones de F1 de arroz que estudió, reportó entre 26 y 28 poblaciones seleccionadas con un buen número de macollos, que variaron entre 12 y 35 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, hubo una línea, PUYÓN/JP002 P8-31 que logró una media de 26,6 macollos, aunque cabe mencionar que se observó la presencia de algunos individuos con más de 40 macollos, en contraste con el testigo SFL-011, que alcanzó el menor promedio con 21,80 macollos por planta.

En el presente estudio, la línea PUYÓN/JP002 P8-31 expresó de una media de 26,41 panículas; aunque se observaron individuos de hasta 38 panículas, el testigo (SFL-011) alcanzó el menor valor con un promedio de 20,61 panículas por planta. La mayor parte de los valores que se encontraron, se asemejan al rango del estudio realizado por Ávila (2012), sobre la evaluación y selección F1 de arroz, proveniente de cruzamientos entre progenitores deseables, en el cual menciona que el número de panículas/planta varía entre 7 y 29.

De acuerdo a los resultados del análisis estadístico de la variable longitud de panícula, reportó que el testigo (SFL-011) alcanzó una media de 27,38 cm y la línea PUYÓN/JP002 P8-31 obtuvo el menor valor con un promedio de 25,51 cm, cabe recalcar que es una de las variables de importancia, ya que contiene distribuida una cantidad de granos a lo largo de su estructura, donde en las líneas seleccionadas estos espacios son más cortos, por lo tanto existen más granos, comparados al testigo que contiene espacios más largos y con menos granos. Los valores obtenidos en el presente estudio, coinciden con los resultados de Díaz, Morejón y Pérez (2017), en un estudio ejecutado acerca del comportamiento y selección de líneas avanzadas de arroz en Cuba, donde la longitud de panícula oscilaba entre 23,9 y 32,1 cm.

Con respecto al número de granos por panícula, los resultados obtenidos en el presente estudio, indicaron que la línea PUYÓN/JP002 P8-29, logró el valor más alto con una media de 189,64 granos por panículas; por el contrario, el testigo (SFL-011), señaló el valor más bajo con un promedio de 175,17 granos; sin embargo, estos resultados son superiores al estudio realizado por Borja (2016), sobre la identificación de segregantes F1 de arroz tipo japonico, donde menciona que el cruce DH/JP003, presentó el mayor número de granos por panícula, con una media de 123,47.

Con respecto a los valores obtenidos en el peso de 1000 granos en este estudio, entre las 7 líneas estudiadas, la línea PUYÓN/JP002 P8-28, alcanzó el mayor valor con 27,97 g; por el contrario, el testigo (SFL-011) obtuvo el valor más bajo de 25,24 g; sin embargo, Palacios y Pauth (2008), han obtenido mejores resultados, en su estudio realizado con nueve líneas de arroz que poseen resistencia al manchado del grano, mostrando que la línea 9 (PCT-6/6/0/0>19-1-4-3-1-1-3-5) obtuvo el mayor peso de 1 000

granos con 35,75 gramos. Esta línea fue superior al resto del material evaluado, incluyendo al testigo. Los pesos menores fueron obtenidos por la 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.

En cuanto al rendimiento por planta, de acuerdo a los resultados obtenidos por Ortiz (2013), en un estudio con 32 poblaciones F2 de arroz provenientes de cruces simples, menciona que entre las poblaciones estudiadas, la línea que alcanzó el mayor valor fue la GO-38712/INIAP-15, con un promedio de 100 gramos por planta, siendo el testigo GO-39691, el que presentó el menor valor de rendimiento con 53,4 gramos. En lo que se refiere a los resultados obtenidos de esta investigación, los promedios de las 17 sublíneas seleccionadas, variaron entre 54,5 a 61,8 g/planta, sin embargo; dentro de éstas sublíneas, se observaron individuos de rendimiento superior a los observados por Ortiz (2013), como lo muestran el PUYÓN/JP002 P8-31 (P7) con 189,3 g/planta; PUYÓN/JP002 P8-32 (P8), 166,3 g/planta; PUYÓN/JP002 P8-32 (P40), 163,4 g/planta y PUYÓN/JP003 P11-10 (P62) con 130 g/planta.

## V. CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación sobre la “Producción y agronomía de siete líneas F4 de arroz, derivadas de cruces interespecíficos entre *Oryza sativa* L. ssp. *japonica* x *Oryza rufipogon* G., en la zona de Babahoyo”, se concluye lo siguiente:

La mayoría de las características de las líneas estudiadas tales como: vigor, macollos por plantas, panículas por plantas, granos por panícula, peso de 1 000 granos y rendimiento por planta, fueron de mejor comportamiento con respecto al testigo comercial (SFL-011).

Se seleccionaron 17 sublíneas de mejor producción.

## **VI. RECOMENDACIÓN**

Continuar con las líneas seleccionadas a la siguiente Filial (F5), para la selección rigurosa de las líneas élites, por considerarse materiales con característica superiores.

Existen líneas y sublíneas estudiadas de buen comportamiento, que se deben someter a otros tipos de estudios, tales como: adaptabilidad a otros ambientes, nutrición, evaluación de calidad de grano y culinaria, plagas y enfermedades, que complementarán la información necesaria para generar las nuevas variedades.



## RESUMEN

El arroz (*Oryza sativa* L.), es uno de los cultivos más importantes en el mundo y principal cereal básico como medio de sobrevivencia y alimentación de la humanidad. Se produce en 113 países y es el alimento de más de la mitad de la población mundial. Actualmente la FACIAG-UTB, está realizando estudio de cruzamiento entre especies de tipo japónica y silvestre, para así generar nuevas variedades de alta productividad, con calidad molinera y culinaria; y si fuera posible con características de resistencia a plagas y enfermedades.

Esta investigación tuvo como objetivo principal; determinar la capacidad de producción y agronomía de siete líneas avanzadas de arroz y 87 sublíneas, derivadas de cruces interespecíficos entre *Oryza sativa* L. ssp. *japonica* x *Oryza rufipogon* G..

El presente trabajo se realizó en Ecuador, en el sector del proyecto CEDEGE, cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos, Hacienda Valle Verde; ubicada en el km 5,5 de la vía Babahoyo.

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

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, con respecto a la floración y ciclo vegetativo, todas las líneas presentaron uniformidad, dándose a los 97 días y 141 días, en su orden. Las líneas PUYÓN/JP002 P8-31 y PUYÓN/JP002 P8-32, obtuvieron el mayor número de panículas por planta y las líneas PUYÓN/JP002 P8-28 y PUYÓN/JP002 P8-32, el mayor peso de los 1000 granos, mientras que PUYÓN/JP002 P8-29 y PUYÓN/JP002 P8-32, obtuvieron el mayor número de granos por panícula.

El testigo SFL-011, presentó resultados menores en la mayoría de las variables, excepto en la altura de planta y longitud de panícula.

El análisis de la variabilidad relativa (%) realizado para la variable rendimiento (g/planta), permitió establecer las líneas de mejor producción, denominadas PUYÓN/JP002 P8-31 y PUYÓN/JP002 P8-29. También permitió la selección de 17 sublíneas de mejor producción, que presentaron valores de rendimiento por sublíneas, que fueron desde 54,0 a 62,0 g, aproximadamente, y variabilidad relativa (%), que oscilaron entre 0,49 a 0,77 %. Este estudio concluye que se debe de continuar con el estudio de los segregantes seleccionados a la Filial 5 (F5), por ser materiales con características superiores, por ende; se debe dar continuidad a la hibridación con especies silvestres de arroz, ya que poseen genes de gran importancia, para generar y disponer de una gran variabilidad genética hasta generar nuevas variedades para el sector arrocero.

**Palabras claves:** Arroz, Filial 5 (F5), mejoramiento genético, caracterización agronómica, arroz silvestre (puyón).

## SUMMARY

Rice (*Oryza sativa* L.), is one of the most important crops in the world and the main basic cereal as a means of survival and food for humanity. It is produced in 113 countries and is the food of more than the half of the world's population. Currently the FACIAG-UTB, is conducting a cross-breeding study between japonica rice and wild species, in order to generate new varieties of high productivity, with milling and culinary quality; and if possible with characteristics of resistance to pests and diseases.

This research had as main objective; to determine the production capacity and agronomy of seven advanced rice lines 87 sublines, derived from interspecific lines between *Oryza sativa* L. ssp. *japonica* x *Oryza rufipogon* G.

The present work was carried out in Ecuador, in the sector of the CEDEGE project, Babahoyo canton, Los Ríos province, Valle Verde farm; located at km 5.5 of the Babahoyo road.

The following agronomic and production variables were evaluated: vigor, flowering (days), vegetative cycle (days), number of tillers per plant, number of panicles per plant, length of the flag leaf (cm), width of the flag leaf (cm), height of the plant (cm), panicle length (cm), grain / panicle, sterility (%), shelling (%), weight of 1000 grains (g), grain length with peel (mm), length peeled grain (mm), grain width with shell (mm), husked grain width (mm) and grain shape (mm). The variables for their analysis were subjected to an ANOVA and the Tukey test 5%; In addition, an analysis of Relative Variability (%) was applied for the selection of lines and superior sublines, the analysis of Principal Components and the analysis of Conglomerates was also carried out.

According to the results obtained in this investigation, with respect to the flowering and vegetative cycle, all the lines presented uniformity, occurring at 97 days and 141 days, respectively. The lines PUYÓN / JP002 P8-31 and PUYÓN / JP002 P8-32, obtained the highest number of panicles per plant and the lines PUYÓN / JP002 P8-28 and PUYÓN / JP002 P8-32, the highest weight of the 1000 grains, while that PUYÓN / JP002 P8-29 and PUYÓN / JP002 P8-32, obtained the highest number of grains per panicle.

The control SFL-011, presented minor results in most of the variables, except in plant height and panicle length.

The analysis of the relative variability (%) performed for the yield variable (g / plant), allowed to establish the best production lines, called PUYÓN / JP002 P8-31 and PUYÓN / JP002 P8-29. It also allowed the selection of 17 sub-lines of better production, which presented yield values per plot, which were from 54.0 to 62.0 g in average approximately, and relative variability (%), which ranged from 0.49 to 0.77 %. This study concludes that it is necessary to continue with the study of the selected segregants to the Filial 5 (F5), because they are materials with superior characteristics, therefore; hybridization should be continued with wild rice species, since they have genes of great importance, to create and have a great genetic variability to generate new varieties for the rice sector.

**Keywords:** Rice, Filial 5 (F5), genetic improvement, agronomic characterization, wild rice (Puyón).

## LITERATURA CITADA

- Acevedo, M., Castillo, W., & Belmonte, U. (2006). Origen, evolución y diversidad del arroz. *Agronomía Tropical*, 151-170. Obtenido de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2006000200001](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2006000200001)
- Arana Vera, V. S. (2016). Hibridación interespecífica de arroz (*Oryza rufipogon* G. x *Oryza sativa* L. ssp. *japonica*) para la obtención de segregantes F1 con potencial genético en el desarrollo de germoplasma mejorado. Babahoyo. Obtenido de <file:///C:/Users/Dell/Documents/descarga/TESIS%20VIVIANA%20ARANA.pdf>
- Ávila , W. I. (2012). Evaluación y selección de poblaciones F1 de arroz (*Oryza sativa* L.) proveniente de cruzamientos entre progenitores deseables. Trabajo de titulación previo a la obtención de Título Ingeniero Agrónomo., Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/953/1/T-UTB-FACIAG-AGR-0000160.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>
- Barcia, W. (2012). Producción de arroz en el Ecuador. Obtenido de <http://ambitoeconomico.blogspot.com/2012/10/la-produccion-de-arroz-en-el-ecuador.html>
- Benítez Riquelme, I. (2002). Selección recurrente con progenies endogámicas de especies autóгамas: eficiencias de campo. *Redalyc*, 36(1), 55-65. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/302/30236106.pdf>
- Berrio Orozco, L., Torres Toro, É., Valencia, J. B., & Cuásquer Sedano, J. B. (2016). Diversidad Genética de las variedades de arroz FLAR liberadas entre 2003-2014. *Revista Agronomía Mesoamericana*, 219-220. Obtenido de [http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v27n02\\_217.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v27n02_217.pdf)

- Borja Portilla , J. (2016). Identificación de segregantes F1 de arroz japonico (*Oryza sativa* L.) con características fenotípicas superiores de interés comercial. Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, Universidad Técnica de Babahoyo (FACIAG), Babahoyo.
- Camarena, Chura, & Blas. (2014). Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas. Obtenido de [http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/pdf\\_cpc/MEJORAMIENTO\\_GENETICO\\_Y\\_BIOTECNOLOGICO\\_DE\\_PLANTAS.pdf](http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/pdf_cpc/MEJORAMIENTO_GENETICO_Y_BIOTECNOLOGICO_DE_PLANTAS.pdf)
- Castellanos Reyes, M., Valdés Carmenate, R., López Gómez, A., & Guridi Izquierdo, F. (2017). Mediciones de índices de verdor relacionadas con área foliar y productividad de híbrido de maíz. *Cultivos Tropicales*, vol. 38(núm. 3), 112-116. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193253129016.pdf>
- Castro, M. (2017). Rendimiento de arroz en cáscara, primer cuatrimestre 2017. Quito, Ecuador. Obtenido de [http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios\\_agroeconomicos/rendimiento\\_arroz\\_primer\\_quatrimestre2](http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_arroz_primer_quatrimestre2)
- Chatel, M., & Guimaraes, E. (1995). Selección recurrente con androesterilidad en arroz. Colombia. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=Y8ukbp8hi-QC&printsec=frontcover&dq=isbn:9589183670&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjxyLXG04feAhVB1VkJHemuBUIQuwUIJzAA#v=onepage&q&f=false>
- CIAT. (2000). Mejoramiento del Germoplasma de Arroz para América Latina y el Caribe. 1-224. Obtenido de <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/69060/CIAT%20Programa%20de%20Arroz%20Informe%202000.pdf?sequence=18&isAllowed=y>
- CIAT. (2005). Morfología de la Planta de Arroz. CIAT, Cali, Colombia. Obtenido de [https://books.google.com.co/books/p/pub-2347935248438357?id=DTfQy22\\_\\_PcC&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&hl=es#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books/p/pub-2347935248438357?id=DTfQy22__PcC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&hl=es#v=onepage&q&f=false)
- Covacevich Valdebenito, D. (2015). Mejoramiento genético Vegetal y propiedad intelectual en Chile: de variedades públicas a variedades privadas. Trabajo de titulación previo a la obtención de Título Ingeniero Agrónomo, Universidad de

Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Santiago, Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/147874/Covacevich-%20Mejoramiento%20gen%C3%A9tico%20%282015%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cuevas, F., Guimarães, E., Berrio, L., & Gonzáles, D. (1992). Base genética del arroz irrigado en América Latina y el Caribe, 1971 a 1989. *Crop Science Abstract*, 1054-1059. doi:10.2135 / cropci1992.0011183X003200040044x

Cuevas, F., Ronnie, C. W., Olufowote, J., Grau, P., & Villareal, R. (1992). *Arroz en América Latina: Mejoramiento, Manejo y Comercialización*. Cali, Colombia. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=2bHUGPqE7zgC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=2bHUGPqE7zgC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

Degiovanni, V. M., Gómez, J. A., & Sierra, J. M. (2004). Analisis de crecimiento y etapas de desarrollo de tres variedades de arroz (*Oryza sativa* L.). 9(1), 21-21.

Días Solís, S., Morejón Rivera, R., Onicka Chisholm, O., & Castro Álvarez, R. (2015). Evaluación de nuevas líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) obtenidas por hibridaciones dentro del programa de mejoramiento genético del cultivo en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 36(3), 115-123. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v36n3/ctr18315.pdf>

Díaz Granados, C., & Chaparro-Giraldo, A. (2012). Métodos y usos agrícolas de la Ingeniería Genética aplicada al cultivo del arroz. *Colombiana de Biotecnología*, vol. 14(núm. 2), 179-195. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77625401018>

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

Díaz, S. H., Morejón, 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](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362017000100010)

- EcuRed. (s.f.). ecured.cu/Arroz. Obtenido de <http://www.ecured.cu/Arroz>
- FAO. (2007). Arroces malezas-origen, biología, ecología y control. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/pdf/010/a1023s/a1023s.pdf>
- FAO. (2018). Seguimiento del mercado del arroz de la FAO. Organizacion de las Naciones Unidas para la seguridad alimentaria, XXI(1), 10 p. Obtenido de <http://www.fao.org/3/I9243ES/i9243es.pdf>
- Fernández, R., Ramírez, P., Silva, J., Storaci, V., Cuamo, L., De Guglielmo, Z., & Smits, G. (2017). Establecimiento de un sistema de selección *in vitro* de variedades Venezolanas de arroz (*Oryza sativa* L.). resistentes al hongo *Pyricularia grisea*. (L. Galindo, Ed.) Acta Biológica Colombiana, núm. 1, 85-100. doi:10.15446/abc.v22n1.56933
- Franquet Bernis, J., & Borrás Pámies, C. (2004). Variedades y mejora del arroz (*Oryza sativa* L.) (1ed.). Cataluña, España. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=6BXxlGGUXewC&oi=fnd&pg=PP6&dq=origen+del+arroz&ots=N2JUfLc8oW&sig=QziH5xuJdFqsMOwp5olMU7zxRyA#v=onepage&q=origen%20del%20arroz&f=false>
- Friedman, A., & Weil , B. (2010). USAIAD. Obtenido de Arroz negocio creciente: [https://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNADW395.pdf](https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADW395.pdf)
- Hernández, G., Larralde, H., & Sánchez, J. (2008). Hibridación: ¿promiscuidad biológica? Ciencias, págs. 22-23. Obtenido de <http://www.acmor.org.mx/?q=content/hibridaci%C3%B3n-%C2%BFpromiscuidad-biol%C3%B3gica>
- Jaime, E; Ron Amores, R; Aguilera, R; León, V. (2017). Las PYMES arroceras en el cantón Samborondón. (N. González, & A. Colina, Edits.) Samborondon, Guayas, Ecuador: Universidad ECOTEC. Obtenido de <http://www.ecotec.edu.ec/content/uploads/2017/09/investigacion/libros/pymes-arroceras.pdf>
- Jennings, P., & Kouffman, H. (1981). Mejoramiento de Arroz.
- León, J. (2000). Botánica de los cultivos tropicales (Tercera ed.). San José, Costa Rica. Obtenido de



[https://books.google.com.ec/books?id=NBtu79LJ4h4C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=NBtu79LJ4h4C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

- Martínez, C., Tohme, J., López, J., Borrero, J., McCouch, S., 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](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v09n01_010.pdf)
- MENDELU. (2018). Innovation of study programs FA MENDELU towards internationalization of study. doi:CZ. 1.07/2.2.00/28.0020
- Montes , M. (2017). Respuesta del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) al estrés hídrico y su impacto en la productividad. Trabajo de titulación previo a la obtención de Título Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/19640/1/Montes%20Recalde%20Mar%20C3%ADa%20Dolores.pdf>
- Montoya, M., Rodríguez, N., Pérez Almeida, I., Cova, J., & Aleman, 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](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2007000400006)
- Morejón, R; Díaz, S. (2015). Selección de líneas promisoras de arroz (*Oryza sativa* L.) provenientes del programa de mejoramiento genético en "Los Palacios". *Cultivos Tropicales*, vol. 36(núm. 4), 126-132. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v36n4/ctr17415.pdf>
- Muñoz, G., Giraldo, G., & Fernández de Soto, J. (1993). Descriptores varietales: arroz, frijol, maíz, sorgo.
- Navarro Rodríguez, J. (2015). Rol e importancia del sector agrícola arrocero en el desarrollo socio-económico del cantón Samborondón. Tesis previo a la obtención del título de Economista, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Económicas, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/19698/1/Juan%20Rafael%20Navarro%](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/19698/1/Juan%20Rafael%20Navarro%20)

20TESIS%20del%20arroz%20en%20Samborond%C3%B3n%20PARA%20CD.pdf

- OCT. (2007). Observatorio de Corporaciones Transnacionales. La producción y el comercio internacional de arroz. Córdoba-España. Obtenido de <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REE71156p.pdf>
- 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). Evaluacion avanzada de nueve lineas de arroz (*oryza sativa* L.) con resistencia al manchado del grano, Valle de Sebaco. Parala obtención del grado de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria, Producción Vegetal, Nicaragua.
- Pincioli, María; Ponzio, Nora R; Salsamendi, Maité;. (2015). El arroz alimento de millones. (M. Pincioli, & N. Ponzio, Edits.) Buenos Aires, Argentina. Obtenido de [ftp://www1.faa.unicen.edu.ar/pub/Arroz\\_Alimento\\_de\\_millones.pdf](ftp://www1.faa.unicen.edu.ar/pub/Arroz_Alimento_de_millones.pdf)
- Rosero, M., & González, (2005). Morfología de la planta de arroz. Cali, Colombia. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=DTfQy22\\_\\_PcC&pg=PA13&hl=es&source=gbs\\_selected\\_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=DTfQy22__PcC&pg=PA13&hl=es&source=gbs_selected_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false)
- SAG, S. D. (2003). Manual técnico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L). Comayagua, Honduras, C. a. Obtenido de <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf>
- Sah, S., Kaur, A., Kaur, G., & Cheema, G. (2014). Genetic Transformation of Rice: Problems, Progress and Prospects. 1-10. doi:10.4172/2375-4338.1000132
- Santacruz, F., Cabrera., J. L., Guitiérrez, A., & Rodríguez, B. (2003). Mejoramiento Genético Vegetal *In Vitro*. Revista Digital Científica y Tecnológica, vol. 1(núm. 1), 1-20. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73000104>
- SINAVIMO. (2017). Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas. Obtenido de *Oryza sativa* L.: <http://www.sinavimo.gov.ar/cultivo/oryza-sativa>

- Torres, E., & Martínez, C. (s.f.). El mejoramiento de arroz. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/132691453.pdf>
- 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. Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de València, Biología, Valencia, Ecuador. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/9317/tesisUPV3425.pdf>
- Valero, J. (2015). Respuesta de cultivares de arroz a la fertilización con hierro y zinc, sobre su concentración en el grano, en la Amazonia Ecuatoriana. Trabajo de titulación previo a la obtención de Título Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuaria, Babahoyo, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/640/1/T-UTB-FACIAG-AGR-000114.pdf>
- Valladares, C. (2010). Taxonomía y Botánica de los cultivos de granos. Obtenido de [http://institutorubino.edu.uy/materiales/Federico\\_Franco/6toBot/unidad-ii-taxonomia-botanica-y-fisiologia-de-los-cultivos-de-grano-agosto-2010.pdf](http://institutorubino.edu.uy/materiales/Federico_Franco/6toBot/unidad-ii-taxonomia-botanica-y-fisiologia-de-los-cultivos-de-grano-agosto-2010.pdf)
- Vallejo, F., & Estrada, E. (2002). Mejoramiento genético de plantas. Universidad Nacional de Colombia, Cali, Colombia. Obtenido de <http://www.uneditorial.net/uflip/Mejoramiento-genetico-de-plantas/pubData/source/Mejoramiento-genetico-de-plantas.PDF>
- Zorrilla de San Martín, G. (1992). Arroz rojo conózcalo y combátalo. Obtenido de <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219240807154749.pdf>

## ANEXOS

*Anexo 1. Análisis de varianza (SC tipo I) vigor vegetativo con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	128,7	79	1,63	1,86	<0,0001
Repetición	42,93	2	21,46	24,45	<0,0001
Cruces	12,89	7	1,84	2,1	0,0408
Parcelas	72,89	70	1,04	1,19	0,141
Error	1983,61	2260	0,88		
Total	2112,31	2339			

*Anexo 2. Análisis de varianza (SC tipo I) macollos por planta con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	26759,9	79	338,73	6,76	<0,0001
Repetición	5923,42	2	2961,71	59,13	<0,0001
Cruces	14430,27	7	2061,47	41,15	<0,0001
Parcelas	6406,21	70	91,52	1,83	<0,0001
Error	367626,56	7339	50,09		
Total	394386,46	7418			

*Anexo 3. Análisis de varianza (SC tipo I) panículas por plantas con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	31459,72	79	398,22	14,76	<0,0001
Repetición	7618,14	2	3809,07	141,22	<0,0001
Cruces	19298,55	7	2756,94	102,21	<0,0001
Parcelas	4543,03	70	64,9	2,41	<0,0001
Error	184656,6	6846	26,97		
Total	216116,31	6925			

**Anexo 4.** Análisis de varianza (SC tipo I) longitud hoja bandera (cm) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	21250,66	79	269,00	17,55	<0,0001
Repetición	2707,06	2	1353,53	88,31	<0,0001
Cruces	11770,01	7	1681,43	109,7	<0,0001
Parcelas	6773,6	70	96,77	6,31	<0,0001
Error	34639,29	2260	15,33		
Total	55889,96	2339			

**Anexo 5.** Análisis de varianza (SC tipo I) ancho de hoja bandera (cm) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	4,17	79	0,05	5,28	<0,0001
Repetición	1,49	2	0,74	74,48	<0,0001
Cruces	0,52	7	0,07	7,48	<0,0001
Parcelas	2,16	70	0,03	3,09	<0,0001
Error	22,55	2260	0,01		
Total	26,72	2339			

**Anexo 6.** Análisis de varianza (SC tipo I) altura de la planta bandera (cm) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	227933,46	79	2885,23	126,38	<0,0001
Repetición	4054,96	2	2027,48	88,81	<0,0001
Cruces	207919,98	7	29702,85	1301,07	<0,0001
Parcelas	15958,52	70	227,98	9,99	<0,0001
Error	51594,99	2260	22,83		
Total	279528,44	2339			

*Anexo 7. Análisis de varianza (SC tipo I) longitud de panícula (cm) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	1195,73	79	15,14	6,19	<0,0001
Repetición	37,94	2	18,97	7,76	0,0004
Cruces	837,53	7	119,65	48,96	<0,0001
Parcelas	320,26	70	4,58	1,87	<0,0001
Error	5522,44	2260	2,44		
Total	6718,17	2339			

*Anexo 8. Análisis de varianza (SC tipo I) granos por panícula con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	75820,07	79	959,75	4,91	<0,0001
Repetición	11331,67	2	5665,83	28,97	<0,0001
Cruces	37402,06	7	5343,15	27,32	<0,0001
Parcelas	27086,35	70	386,95	1,98	<0,0001
Error	441941,43	2260	195,55		
Total	517761,49	2339			

*Anexo 9. Análisis de varianza (SC tipo I) esterilidad de panícula (%) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	2941,53	79	37,23	11,30	<0,0001
Repetición	99,54	2	49,77	15,10	<0,0001
Cruces	2476,89	7	353,84	107,37	<0,0001
Parcelas	365,10	70	5,22	1,58	0,0017
Error	7448,12	2260	3,30		
Total	10389,65	2339			

**Anexo 10.** *Análisis de varianza (SC tipo I) peso 1000 granos (g) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	1384,74	79	17,53	15,47	<0,0001
Repetición	7,67	2	3,84	3,39	0,0340
Cruces	1190,95	7	170,14	150,16	<0,0001
Parcelas	186,12	70	2,66	2,35	<0,0001
Error	2560,63	2260	1,13		
Total	3945,37	2339			

**Anexo 11.** *Análisis de varianza (SC tipo I) rendimiento (g/planta) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	51319,60	79	649,62	3,61	<0,0001
Repetición	4761,10	2	2380,55	13,25	<0,0001
Cruces	22766,24	7	3252,32	18,10	<0,0001
Parcelas	23792,26	70	339,89	1,89	<0,0001
Error	406186,97	2260	179,73		
Total	457506,57	2339			

**Anexo 12.** *Análisis de varianza (SC tipo I) longitud de grano con cascara (mm) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	226,92	79	2,87	19,91	<0,0001
Repetición	2,60	2	1,30	0,01	0,9909
Cruces	57,93	7	8,28	57,38	<0,0001
Parcelas	168,99	70	2,41	16,74	<0,0001
Error	325,98	2260	0,14		
Total	552,90	2339			

**Anexo 13.** Análisis de varianza (SC tipo I) longitud de grano descascarado (mm) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	40,47	79	0,51	19,44	<0,0001
Repetición	0,02	2	0,01	0,44	0,6416
Cruces	27,17	7	3,88	147,30	<0,0001
Parcelas	13,28	70	0,19	7,20	<0,0001
Error	59,58	2261	0,03		
Total	100,05	2340			

**Anexo 14.** Análisis de varianza (SC tipo I) ancho de grano con cascara (mm) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	2,70	79	0,03	4,13	<0,0001
Repetición	2,20	2	1,10	0,01	0,9868
Cruces	1,53	7	0,22	26,47	<0,0001
Parcelas	1,16	70	0,02	2,01	<0,0001
Error	18,69	2260	0,01		
Total	21,38	2339			

**Anexo 15.** Análisis de varianza (SC tipo I) ancho de grano descascarado (mm) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	3,28	79	0,04	4,91	<0,0001
Repetición	0,45	2	0,23	26,80	<0,0001
Cruces	1,74	7	0,25	29,36	<0,0001
Parcelas	1,09	70	0,02	1,84	<0,0001
Error	19,12	2261	0,01		
Total	22,39	2340			



*Anexo 16. Análisis de varianza (SC tipo I) forma del grano (mm) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	13,60	79	0,17	7,15	<0,0001
Repetición	1,04	2	0,52	21,61	<0,0001
Cruces	7,19	7	1,03	42,69	<0,0001
Parcelas	5,37	70	0,08	3,19	<0,0001
Error	54,40	2260	0,02		
Total	68,01	2339			

*Anexo 17. Análisis de varianza (SC tipo I) promedio de desgrane (%) con las 7 líneas estudiadas. FACIAG-UTB. Ecuador, 2019.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	2237,22	79	28,32	7,38	<0,0001
Repetición	734,41	2	367,20	95,71	<0,0001
Cruces	1139,30	7	162,76	42,42	<0,0001
Parcelas	363,51	70	5,19	1,35	0,0285
Error	8670,62	2260	3,84		
Total	10907,85	2339			