



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



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo experimental, presentado al Honorable Consejo Directivo, como
requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Características morfoagronómicas y productivas en 14 genotipos de arroz
(*Oryza sativa* L. ssp. *indica*), en la zona del Cantón Babahoyo”.

AUTOR:

Henry Angelo Casilla Ruiz

ASESOR:

Walter Oswaldo Reyes Borja, PhD.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2018



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



TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO PARA LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO
INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Características morfoagronómicas y productivas en 14 genotipos de arroz (*Oryza sativa* L. ssp. *indica*), en la zona del cantón Babahoyo”.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Oscar Mora Castro, MBA
PRESIDENTE

Ing. Agr. Fernando Cobos Mora, MSc
VOCAL

Ing. Agr. Ider Morán Caicedo, MSc
VOCAL

CERTIFICACIÓN

El suscrito certifica:

Que el trabajo titulado “Características morfoagronómicas y productivas en 14 genotipos de arroz (*Oryza sativa* L. ssp. *indica*), en la zona del cantón Babahoyo”, realizado por el egresado Henry Angelo Casilla Ruiz; ha sido dirigido y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la Universidad Técnica de Babahoyo.

Babahoyo, 27 de febrero del 2019



Ing. Agr. Walter Reyes Borja, PhD
ASESOR

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Henry Angelo Casilla Ruiz

Declaro que:

El trabajo de investigación “Características morfoagronómicas y productivas en 14 genotipos de arroz (*Oryza sativa* L. ssp. *indica*), en la zona del cantón Babahoyo”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

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

Babahoyo, 27 de febrero del 2019



Henry Angelo Casilla Ruiz
120755568-9

AUTORIZACIÓN

Yo, Henry Angelo Casilla Ruiz autorizo a la Universidad Técnica de Babahoyo, la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución; el trabajo de grado titulado “Características morfoagronómicas y productivas en 14 genotipos de arroz (*Oryza sativa* L. ssp. *indica*), en la zona del cantón Babahoyo”, cuyo contenido, ideas y criterios son de exclusiva responsabilidad y autoría. Sin embargo, se autoriza al asesor del trabajo experimental utilice la información a como el crea conveniente.

Babahoyo, 27 de febrero del 2019



Henry Angelo Casilla Ruiz
120755568-9

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

Henry Angelo Casilla Ruiz
1207555689

DEDICATORIA

Dedicado a Dios por haberme dado las fuerzas, salud y la fortaleza para poder culminar este largo y arduo camino de estudios.

A mis padres Sr. **Henry Kennedy Casilla Hernández**, Sra. **Magaly Herminia Ruiz Plúas** por el apoyo incondicional que día a día me lo han demostrado mediante sus buenos concejos, orientándome con sabias enseñanzas y guiándome por el camino correcto a seguir, por lo cual le dedico este trabajo en muestra de agradecimiento por haber cumplido, en haberme dado el mejor regalo de la vida como es el estudio y haber creído en mí, estoy muy orgulloso de tenerlos como padres.

A mis Hermanos **Goanny Casilla Ruiz** y **Neiva Casilla Ruiz**, que de una u otra manera contribuyeron de manera incondicional para poder alcanzar mis metas.

A mi esposa **Teresa Bustamante Sánchez** por haber dedicado tiempo a mi trabajo motivándome y dándome fuerzas para poder culminar mi carrera.

A mi hija **Elisa Casilla Bustamante** quien ha sido la fuerza que me impulsa a sumir retos y metas en mi vida.

Henry Angelo Casilla Ruiz

AGRADECIMIENTO

Primero a **Dios**, por haberme dado la sabiduría y permitido realizar y culminar con éxito este trabajo de investigación.

De manera muy especial al Ing. Agr. **Walter Oswaldo Reyes Borja PhD** docente investigador, por sus constantes consejos y motivación durante el transcurso del trabajo.

Al Ing. Agr. **Jorge Borja**, al Ing. Agr. **Rony Crespo** y a la Ing. Agr. **Viviana Arana**, por el apoyo, conocimiento y experiencias brindadas. por su incondicional y desinteresada ayuda en el trabajo de capo.

A la Ing. Agr. **Cinthia Torres Franco**, por la enseñanza que me brindó sobre el análisis estadístico, que fue parte fundamental en el desarrollo del trabajo.

A la Ing. Agr. **Zaida Miguez Escobar**, por sus concejos, su amistad y su colaboración brindada.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Origen del arroz.....	4
2.2. Clasificación taxonómica.	5
2.3. Generalidades del arroz.....	6
2.4. Descripción morfológica y fisiológica.	7
2.5. Mejoramiento genético.....	9
2.6. Variedades de arroz en el Ecuador.	11
2.6.1. Obtención de variedades de arroz en Ecuador.	11
2.7. Descripción morfológica de la planta.....	12
2.7.1. Raíces.	12
2.7.2. Tallo.....	12
2.7.3. Hojas.....	13
2.7.4. Flores.	13
2.7.5. Semillas.	14
2.8. Estados del desarrollo fenológico del arroz.	14
2.9. Condiciones edafoclimáticas.....	14
2.9.1. Clima.....	14
2.9.2. Suelo	15
2.9.4. Temperatura.....	16
2.9.5. Fotoperiodo.....	16
2.9.6. Evapotranspiración.....	16
2.9.7. Horas luz.....	17
2.10. Manejo agronómico.....	17
2.10.1. Preparación del terreno.....	17
2.10.2. Nivelación del terreno	18
2.10.3. Bancales.....	18
2.10.4. Inundación de bancales.....	18
2.10.5. Fanguero	19
2.10.6. Siembra.....	19
2.10.7. Siembra al voleo	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1. Localización del ensayo	20

3.2.	Material genético.....	20
3.3.	Tratamientos.....	20
3.4.	Diseño experimental y análisis estadístico.....	21
3.6.	VARIABLES EVALUADAS	31
3.6.1.	Vigor.....	31
3.6.2.	Días a floración	31
3.6.3.	Ciclo Vegetativo (días).....	31
3.6.4.	Días entre floración y cosecha	31
3.6.5.	Macollos por planta	32
3.6.6.	Panículas por planta	32
3.6.7.	Longitud (cm) y Ancho (cm) de hoja bandera y hoja 2	32
3.6.8.	Altura de planta (cm).....	32
3.6.9.	Longitud de panícula (cm)	32
3.6.10.	Granos por panícula	32
3.6.11.	Granos vanos por panícula	33
3.6.12.	Esterilidad de panícula (%)	33
3.6.13.	Numero de granos por panícula	33
3.6.14.	Desgrane (%).....	33
3.6.15.	Peso de 1000 granos (g)	34
3.6.16.	Rendimiento (g/planta).....	34
3.6.17.	Peso panca	34
3.6.18.	Relación gramos / planta	34
3.6.19.	Longitud (mm) y ancho (mm) del grano descascarado.....	34
3.6.20.	Forma del grano	35
IV.	RESULTADOS.....	36
4.1.	Vigor.....	36
4.2.	Días a la floración.	37
4.3.	Ciclo Vegetativo (días).....	39
4.4.	Días entre floración y cosecha	40
4.5.	Macollos por planta	41
4.6.	Panículas por planta	42
4.7.	Longitud de la hoja bandera (cm)	43
4.8.	Ancho de hoja bandera (cm).	44
4.9.	Longitud de hoja 2 (cm).....	45
4.10.	Ancho de hoja 2 (cm).....	46

4.11.	Altura de planta (cm).....	47
4.12.	Longitud de panícula (cm)	48
4.13.	Granos por panícula	50
4.14.	Granos vanos por panícula	51
4.15.	Esterilidad de panícula (%)	52
4.16.	Grano desprendido.	53
4.17.	Desgrane (%).....	54
4.18.	Peso (g) de 1000 granos	55
4.19.	Rendimiento (gramos/planta).....	56
4.20.	Peso de panca (g).....	57
4.21.	Relación grano: panca	59
4.22.	Longitud (mm) de grano descascarado	60
4.23.	Ancho (mm) de grano descascarado	61
4.24.	Forma del grano (Largo mm/ancho mm)	62
4.25.	Análisis de Componentes Principales	63
4.26.	Análisis de Conglomerados.....	66
4.27.	Análisis de variabilidad relativa (%), para la selección de las variedades más productivas, mediante la variable rendimiento (g/planta).....	67
V.	DISCUSIÓN.....	68
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
VII.	RESUMEN.....	72
VIII.	SUMMARY	75
IX.	LITERATURA CITADA	78
X.	ANEXOS	84

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultado del Test de Tukey 0,05% de la variable Vigor en catorce Cultivares de arroz. FACIAG-UTB, 2019.	36
Tabla 2. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable días a la floración en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.	38
Tabla 3. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable ciclo vegetativo en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.	39
Tabla 4. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable días entre floración y cosecha en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.	40
Tabla 5. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable macollos por planta en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.	41
Tabla 6. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable Panícula por planta en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.	43
Tabla 7. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable longitud de hoja bandea (cm), en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.	44
Tabla 8. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable Ancho de hoja bandera (cm), en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.	45
Tabla 9. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable longitud de hoja 2 (cm), en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.	46
Tabla 10. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable Ancho de hoja 2 (cm), en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.	47
Tabla 11. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable altura de planta (cm), en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.	48
Tabla 12. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable longitud de panícula en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.	49

Tabla 13.	Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable granos por panícula en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.....	50
Tabla 14.	Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable granos vanos por panícula en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.....	52
Tabla 15.	Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable Esterilidad de panícula (%) en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.....	53
Tabla 16.	Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable granos desprendidos (%) en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.....	54
Tabla 17.	Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable desgrane (%) en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.....	55
Tabla 18.	Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable Peso (g) de 1000 granos en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.....	56
Tabla 19.	Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable Rendimiento (gramos/ planta) en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.....	57
Tabla 20.	Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable peso de panca en Gramos en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.....	58
Tabla 21.	Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable relación grano: panca en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.....	59
Tabla 22.	Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable longitud de grano (mm) descascarado en catorce variedades de arroz. FACIAG-UTB. 2019.....	60
Tabla 23.	Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable ancho (mm) de grano descascarado en catorce variedades de arroz. FACIAG-UTB. 2019.....	61
Tabla 24.	Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable Forma del grano (Largo mm/ancho mm), en catorce variedades de arroz. FACIAG UTB. 2019.....	62
Tabla 25.	Análisis de componentes principales, resultados de las correlaciones entre las 16 variables cuantitativas que se incluyeron en este análisis. FACIAG-UTB, 2019.....	63

Tabla 26. Autovalores, proporción distribuida y proporción acumulada de las variables analizadas. FACIAG- UTB. Los Ríos, Ecuador, 2019.	64
---	----

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Selección de los mejores granos en condiciones fitosanitaria óptimas.....	23
Figura 2. Fundas plásticas con su respectiva identificación conteniendo 300 semillas por genotipo (A); Semillas pregerminadas (B).....	24
Figura 3. Preparación de sustrato y colocación en las bandejas germinadoras (A); Elaboración de 20 surcos por bandejas germinadoras, y siembra de 15 semillas por surco, aproximadamente (B).25	
Figura 4. Establecimiento de los bloques en terrenos de la hacienda Valle verde (A), Semillero listo para trasplantar (B).	26
Figura 5. Control de maleza manual del ensayo en terrenos de la hacienda Valle Verde.....	26
Figura 6. Fertilizantes edáficos utilizados en el ensayo de arroz.	27
Figura 7. Debido a la presencia de insectos defoliadores utilizó el producto comercial Monarca dosis de 40 cc en 20 litros de agua (A); para prevención al desarrollo del cultivo, se aplicó el fungicida Silvacur dosis de 75 cc en 20 litros de agua (B); para el ataque de Singamia, se realizó aplicación de Endgusamyl utilizando 100 cc en 20 litros de agua(C); para el control de ácaros, se procedió a la aplicación de ACARIN T con dosis de 50 cc en 20 litros de agua.	28
Figura 8. Cosecha del primer bloque (A); cosecha del segundo bloque (B); cosecha del tercer bloque (C); cosecha del cuarto bloque (D); colocación de semillas en bolsas con su respectiva identificación; cosecha colocada en el tendal para bajar la humedad.	29
Figura 9. Fueron colocada funda de papel rotuladas e identificadas, las semillas de 10 plantas de cada una de las variedades por repetición (A); bolsas de papel con semillas colocadas en la estufa, para reducir la humedad al 13 % (B); midiendo el porcentaje de humedad de cada una de las variedades por repeticiones (C); colocación de panca a la estufa para el secado de la misma (D);	

toma del peso de panca (E), y toma del peso de semilla de cada una de las 10 plantas seleccionadas por variedad por repetición.	30
Figura 10. Evaluación de la variable Vigor a los 65 días después de la siembra (A, B).....	37
Figura 11. Evaluación de la variable Floración, lo cual dependió de las cultivares estudiados (A, B).....	38
Figura 12. La variedad FI-107-UTB con mayor número de macollos (A); la variedad FL-110-UTB obtuvo la menor cantidad de macollos (B).....	42
Figura 13. La variedad FI-107-UTB, con mayor longitud de panícula (A); y la variedad G-112-UTB obtuvo la menor longitud (B).	49
Figura 14. La variedad SH-108-UTB, obtuvo el mayor número de grano por panícula (A); la variedad CA-102-UTB, presento menor cantidad de números de granos por panícula (B).....	51
Figura 15 La variedad SH-108-UTB, presentó el mayor peso de panca con una media de 68,63g (A), y diferencia de la variedad BR-101-UTB con una media de 44,83g (B).....	58
Figura 16. Análisis de componentes principales, muestra gráfica entre las variables estrechamente correlacionadas.	65
Figura 17. Análisis de conglomerados, muestra gráfica de la similitud de caracteres agronómicos y productivos entre los cultivares estudiados.	66
Figura 18. Análisis de componentes principales, muestra gráfica entre las variables estrechamente correlacionadas.	67

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza (SC tipo I) de la variable vigor de las 14 variedades estudiadas. FACIAG-UTB, Ecuador, 2019	84
Anexo 2. Análisis de varianza (SC tipo I) de la variable días a la floración, de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.....	84

Anexo 3. Análisis de varianza (SC tipo I) de la variable ciclo vegetativo, de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.....	84
Anexo 4. Análisis de varianza (SC tipo I) de la variable días entre floración y cosecha, de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.	85
Anexo 5. Análisis de varianza (SC tipo I) de la variable macollos por planta, de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.....	85
Anexo 6. Análisis de varianza (SC tipo I) de la variable panículas por planta, de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.....	85
Anexo 7. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable longitud de hoja bandera, de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.....	86
Anexo 8. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable ancho de hoja bandera, de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.....	86
Anexo 9. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable longitud de hoja 2 de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.....	86
Anexo 10. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable ancho de hoja 2 de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.....	87
Anexo 11. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable altura de planta de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.....	87
Anexo 12. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable longitud de panícula de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.....	87
Anexo 13. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable granos por panícula de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.....	88
Anexo 14. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable granos vanos por panícula de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.....	88

Anexo 15. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable esterilidad de la panícula de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.....	88
Anexo 16. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable números de granos desprendidos por panícula, de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.....	89
Anexo 17. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable desgrane por panícula, de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.....	89
Anexo 18. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable peso de mil granos de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.....	89
Anexo 19. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable rendimiento gramos/planta, de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.	90
Anexo 20. Análisis de varianza (SC tipo I), la variable peso panca, de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.	90
Anexo 21. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable relación gramos/planta dividido para el peso de panca de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.	90
Anexo 22. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable longitud de grano descascarado de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.....	91
Anexo 23. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable ancho de grano descascarado de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.	91
Anexo 24. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable forma del grano descascarado de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.	91

I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.), provee más de la mitad del alimento diario la tercera parte de la población mundial, especialmente en Asia, donde se encuentra el 58% de esa población y se consume más del 90 % de todo el arroz producido en el mundo FLAR (1997).

Los procesos naturales de evolución han causado en la planta de arroz una alta variabilidad genética, demostrada por el gran número de variedades que hoy existen; asimismo, está considerado como el cultivo más versátil, pues las 120.000 variedades conocidas se adaptan a diferentes climas, suelos y condiciones hídricas. Por otra parte, se sabe que la extensión de este cultivo es un fenómeno sin interrupción, constituyendo la base alimenticia de los continentes de mayor población del mundo como Asia, África y América IRRI (1998).

En Ecuador, el arroz es uno de los cultivos de mayor importancia socioeconómica del sector agrícola, por su injerencia en la seguridad y soberanía alimentaria; por ser uno de los alimentos básicos en la dieta de los ecuatorianos; el consumo per cápita de arroz en el país para el año 2013 fue de 53,2 kilogramos, eso equivale a 117,04 libras por habitante (MAGAP, 2013).

El sector arrocero ha experimentado algunos inconvenientes en el cultivo de esta gramínea, mismos que se han asociado al cambio climático, cuyo principal efecto ha sido la variación en la frecuencia y distribución de la precipitación, alargando los períodos de sequía y provocando inundaciones en épocas específicas. Se requiere de variedades con

alto potencial de respuesta a los nuevos escenarios del clima y condiciones fitosanitarias, siendo necesario un proceso de validación de germoplasma, que permita ir generando alternativas tecnológicas eficientes para el cultivo de arroz.

Ecuador posee muy pocas variedades comerciales de arroz con alto potencial de respuesta al clima y condiciones fitosanitarias, siendo necesario la obtención de nuevas variedades, con características agronómicas favorables y tolerancia a las principales enfermedades, resistencia al acame, habilidad de macollamiento, adaptación a condiciones agroclimáticas y altos rendimientos, con la finalidad de incrementar la producción arrocerera y lograr granos de buena calidad.

La Facultad de Ciencias agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo ha conducido por más de cuatro años, un programa de mejoramiento genético de arroz, el cual tiene como finalidad generar nuevas variedades para el sector arrocerero.

Por lo antes expuesto, el presente estudio pretende aportar información sobre la caracterización morfoagronómicas en 14 variedades de arroz que dispone la FACIAG-UITB en su banco de germoplasma, las cuales son de diferentes procedencias, con el propósito de seleccionar aquellas variedades que presenten características agronómicas deseables, y sean adoptadas por los agricultores, industriales y consumidores.

OBJETIVOS

General

- Determinar los parámetros fenotípicos para la caracterización agronómica y productiva de cultivares de arroz tipo indica.

Específicos

- Caracterizar los aspectos agronómicos y productivos en 14 genotipos de arroz tipo indica.
- Seleccionar los genotipos de mejor comportamiento agronómico y productivo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen del arroz.

El cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.), comenzó hace casi 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. El arroz proporciona más calorías por hectárea que cualquiera de los otros cereales cultivados (Acevedo, Castrillo, & Belmonte, 2006).

De acuerdo a Moquete (2010), citado por Váldez Rodríguez (2015), el arroz es originario del sur de la India, en esa región abundan muchas especies silvestres relacionadas con el cultivo en las zonas ribereñas y deltas de los ríos. No obstante, su cultivo comenzó en China, en los fértiles valles de los ríos Huang-Ho y Yang-Tse-Kiang, hacia el siglo XV antes de Cristo. Desde China el arroz fue introducido a Corea, Japón y Filipinas, llegando a los países mediterráneos, ya en el siglo IV antes de Cristo, su cultivo estaba muy extendido en la Mesopotamia, gracias a los intercambios comerciales que el Rey Persa Darío, estableció con China e India. De la cuenca de los ríos Tigris y Eufrates, en la Edad Media, los árabes lo introdujeron en la Península Ibérica en el siglo VIII de nuestra Era. De hecho, la procedencia del nombre, tal y como lo conocemos hoy, proviene de la palabra de origen árabe "ar-rozz". Después que los árabes lo implantaran en España, y de allí a toda Europa, el cereal siguió su expansión hasta introducirse en el continente americano con Cristóbal Colón durante el período del descubrimiento.

El arroz se ha considerado como una de las plantas más antiguas, razón por la cual se ha dificultado establecer con exactitud la época en que el hombre inició su propagación. La literatura China hace mención del cultivo, tres mil años antes de Cristo, donde consideraban el inicio de la siembra de arroz como una ceremonia religiosa importante,

que estaba reservada a su emperador. Tampoco ha sido posible establecer con exactitud de donde vino y cuándo llegó al hemisferio occidental. Algunos afirman que Cristóbal Colón en su segundo viaje en 1493, trajo semillas, pero no germinaron (Fedearroz, 2011).

2.2. Clasificación taxonómica.

Nombre Científico: *Oryza sativa*- Reino; Plantae- Phylum; Magnoliophyta- Clase; Liliopsida- Orden; Cyperales- Familia; Poaceae- Genero; Oryza- Epíteto Específico, *O. sativa*- Autor Epíteto Específico; Linneo (Castro Mendez, 2015).

El arroz es una gramínea autógama, de gran altura, que crece con mayor facilidad en los climas tropicales. Originariamente, el arroz era una planta cultivada en secano, pero con las mutaciones se convirtió en semi-acuática, aunque puede crecer en medios bastantes diversos, crece más rápidamente y con mayor vigor en un medio tropical y húmedo, es una planta fanerógama (González F. J., 1985).

2.2.1. Género Oryza

Las distintas especies del género *Oryza*, a excepción de la especie *O. sativa* L., no llamaron la atención de los botánicos hasta hace 2 siglos. Estas especies son numerosas y han sido clasificadas de diversa manera por los taxónomos investigadores (Acosta Buitrago, 2011).

Según Chandler (1979), citado por Acosta Buitrago (2011), en la especie *Oryza sativa* L. se consideran tres grupos o tipos de arroz: Índica, japónica y javánica o bulú. Su origen estaría en la selección realizada bajo diferentes ambientes del arroz silvestre en los

procesos de domesticación, el tipo índica y el tipo japónica fueron considerados subespecies de *Oryza sativa*, pero actualmente son razas ecogeográficas.

Los cultivares índicos, se cultivan en los trópicos y poseen las siguientes características: Mayor altura que otras variedades, macollamiento denso, hojas largas e inclinadas de color verde pálido, y grano de mediano a largo. Estos granos tienen un contenido de amilosa entre medio y alto que les da un aspecto seco y blando, lo hace poco aptos para desintegrarse en la cocción. Los trabajos de mejoramiento han producido variedades de arroz de tipo índica que tienen baja altura, macollamiento abundante y respuesta al nitrógeno, dando un rendimiento tan alto como las de tipo japónica. Por otro lado, los cultivares de tipo japónico tienen hojas erectas de color verde intenso y una capacidad de macollamiento menor que la de las variedades de tipo índica; tienen mayor respuesta al nitrógeno (medida en rendimiento) que éstas, son insensibles al fotoperiodo y toleran las bajas temperaturas. Sus granos son cortos y anchos, su contenido de amilosa, que es bajo, lo que los hace pegajosos y con tendencia a desintegrarse en la cocción. Los cultivares de Tipo javánica o bulú, son morfológicamente similares a las del tipo japónica, pero sus hojas son más anchas y pubescentes, emiten pocas macollas, y la planta es fuerte y rígida. Estas variedades son insensibles al fotoperiodo y sus granos son aristados (Acosta Buitrago, 2011).

2.3. Generalidades del arroz.

Según Ospina (2001), citado por Castro Mendez (2015), el arroz es una gramínea anual de gran importancia en la dieta humana como fuente de carbohidratos. Constituye el principal alimento en muchos países asiáticos y en algunos de sur América; es la especie más cultivada después del trigo, ocupando 151 millones de hectáreas. La producción

alcanzada se ha estimado en 562 millones de toneladas métricas y Asia produce el 90% del total mundial, siendo China el principal productor, seguido de Brasil, el cual es el mayor productor en el continente americano. Este cereal es una de las pocas especies alimentarias adaptadas a terrenos inundados, y por su alta capacidad productiva es una importante fuente de ingresos para el sector agrícola de muchos países.

2.4. Descripción morfológica y fisiológica.

De acuerdo a León (2000), citado por UNI (1975), el arroz es una especie muy variable, se conocen cerca de 100.000 cultivares, por lo que sus caracteres morfológicos generales son difíciles de precisar. La planta de arroz es una hierba anual con tallos redondos, huecos y con juntas, hojas bastante planas y una panoja terminal. Está adaptada para crecer en suelos inundados; pero se desarrolla muy bien en suelos secos no anegados, las partes de la planta pueden dividirse en órganos vegetativos como los tallos, las hojas y las raíces; así como en órganos reproductivos, flores y espiguillas. Las raíces son de dos clases, las seminales o temporales y las adventicias o permanentes, las cuales son fibrosas y consisten en radículas y vellos radiculares.

El tallo es erecto y cilíndrico, formado por la alternación de nudos y entre nudos. Normalmente, hay de 4-6 entre nudos alargados con más de 1 cm, al momento de la cosecha en cada nudo se forma una yema y una hoja. Los hijos, que son tallos verdaderos, se van desarrollando en orden alterno en el tallo principal. Las hojas se encuentran distribuidas alternamente a lo largo del tallo. En la hoja completa se distinguen la vaina, el cuello y la lámina. La vaina es de forma enrollada como de cilindro, envuelve al tallo cuando es joven y después envuelve a los entrenudos.

Los órganos florales, son inflorescencias denominadas panículas, la cual es un grupo de espiguillas nacidas en el nudo superior del tallo. El tallo de la panícula se llama raquis y

se encuentra dividida en nudos y entrenudos. Las ramas que producen granos en la panícula se forman solas o en conjunto de los nudos del raquis y estas ramas pueden ser simples y divididas. El tamaño y la forma de las panículas varían generalmente en las diferentes variedades. Según la variedad puede extenderse más allá de la hoja bandera o quedar encerrado en la vaina de ésta (González, Rosero, & Arregocés, 1985).

En climas templados y subtropicales el arroz cultivado, se considera una planta semiacuática. Sin embargo, en climas tropicales, el arroz puede sobrevivir como perenne al rebrotar luego de realizada la cosecha. Esta capacidad de rebrote puede emplearse para realizar una segunda cosecha o bien para emplearlo como forraje para pastoreo ganadero. A la madurez las plantas poseen un tallo principal y una cierta cantidad de macollos dependiendo de la densidad de siembra (3 en alta densidad hasta 15 macollos en bajas densidades). Los macollos reproductivos son aquellos que desarrollan una panoja fértil, los macollos infértiles son aquellos que por diversas causas no llegan a formar una panoja fértil o bien la forman, pero al momento de cosecha no llegan a madurar sus granos al mismo tiempo que el resto del cultivo.

La densidad de panoja/m² define el primer componente del rendimiento del cultivo. Una densidad media de 250 plantas/m² sería lo adecuado para lograr una adecuada cantidad de panojas/m² en el estadio reproductivo. Con altas densidades de siembra, se forman aproximadamente dos macollos fértiles por planta es decir que, a la cosecha se tendrían unas 500 panojas/m². Se toma este valor como estimativo de una buena implantación, si bien un mayor valor sería lo deseable. La altura de plantas es variable dependiendo de cada variedad y condiciones de crecimiento, en general varían entre 0.4 m a 1 m. La morfología del arroz se estudia en dos etapas, la fase vegetativa que incluyen los estadios de germinación, plántula y macollamiento, y la fase reproductiva que incluyen la iniciación del primordio floral a emergencia de la panoja y su madurez. El conocimiento

de la morfología de la planta de arroz es importante para interpretar las prácticas de manejo del cultivo y su comercialización (Olmos, 2006).

El rendimiento potencial del arroz, se define primeramente antes de la emergencia de la panoja. El rendimiento definitivo (integrado de los tres componentes), el que está basado en la cantidad de almidón que llena los granos de la panoja, se determina en mayor medida luego de la diferenciación de panoja. Una variedad de 120 días pasa unos 55-60 días en la fase vegetativa, 30 días en la fase reproductiva, y 30 días en la fase de madurez. La fase vegetativa, se caracteriza por un activo macollamiento, un gradual incremento de la altura de las plantas, y la emergencia de las hojas a intervalos regulares. Los macollos que no desarrollaron una panoja se llaman macollos infértiles. La fase reproductiva se caracteriza por un incremento del número de macollos, la emergencia de la hoja bandera, el engrosamiento del tallo por el crecimiento interno de la panoja, la emergencia de la panoja que ocurre unos 20-25 días luego de la diferenciación del primordio floral, y la floración o también denominada anthesis (Olmos, 2006).

2.5. Mejoramiento genético.

Según Torres (2002), de acuerdo a Tumbaco Pibaque (2015), el mejoramiento genético puede definirse como la modificación de materiales genéticos con fines productivos. Esta modificación se basa en la identificación y explotación de las diferencias genéticas entre los individuos en los rasgos de interés, incrementando la frecuencia de aquellos individuos deseables para su posterior masificación. Para que cumplan estos fines es necesario definir básicamente tres elementos: La estrategia de mejoramiento; esto es, la declaración de los pasos a seguir para alcanzar el progreso genético esperado; los rasgos objetivos de selección y el conjunto de ensayos y técnicas estadísticas para predecir el valor genético de cada individuo.

El mejoramiento genético de plantas puede describirse como un conjunto de actividades destinadas a mejorar las cualidades genéticas de un cultivo. Es por ello que, los mejoradores desarrollan nuevas variedades con objetivos específicos: mayor rendimiento, mejor calidad de grano, resistencia a plagas o enfermedades, tolerancia a factores ambientales adversos (sequía, inundación, salinidad), entre otros. Para lograr esos objetivos, se debe buscar plantas cultivadas o silvestres, que posean las características deseadas y cruzarlas con las variedades que quieren mejorar. El germoplasma contiene un conjunto de genes que se transmiten en la reproducción a la descendencia por medio de gametos o células reproductoras. El concepto de germoplasma se utiliza comúnmente para designar el genoma de las especies vegetales silvestres y no genéticamente modificadas de interés para la agricultura (Váldez Rodríguez, 2015).

Según CIAT (1981), citado por Tumbaco Pibaque (2015), los métodos de mejoramiento genético en arroz comprenden la selección masal, mejoramiento por retrocruzamiento y mejoramiento genealógico o por pedigrí.

Los métodos convencionales para el mejoramiento de los cultivos han contribuido considerablemente al mejoramiento de las cosechas de las variedades cultivadas. Tecnologías de avanzada para complementar las técnicas de mejoramiento convencional pueden ser empleadas para superar con los incrementos las demandas de la producción de altos rendimientos, alto contenido de proteínas y arroces resistentes a diferentes estreses bióticos y abióticos (Sasson, 1985).

Otras formas de mejora genética, se basan en la producción de plantas de arroz haploides, mediante el cultivo de anteras de plantas obtenidas a partir de cruzamientos

previos. El empleo de líneas haploides incrementa la eficiencia de selección de caracteres de origen poligénico y facilita la detección de mutaciones recesivas. El cultivo *in vitro* continuado de líneas de cultivo de anteras origina variaciones génicas, en este caso denominadas gametoclonales, que han dado lugar a nuevas variedades de arroz (Bernis, 2004).

2.6. Variedades de arroz en el Ecuador.

El Programa Nacional del Arroz del INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias), desde 1971 ha entregado variedades provenientes de diferentes orígenes. Las variedades INIAP 11, INIAP 12, INIAP 14, INIAP 15, INIAP 16, INIAP 17 e INIAP 18, son precoces, sembradas bajo condiciones de riego en siembra directa, tres ciclos al año. Por otra parte, también se menciona que la empresa INDIA – PRONACA en Ecuador, está dedicada a la importación y distribución de insumos agropecuarios y semillas, entre ellas dos variedades de arroz que son SFL09 y F-50 (Landires Gaspar & Márquez Borbor, 2013).

2.6.1. Obtención de variedades de arroz en Ecuador.

El Programa de Arroz del INIAP mediante trabajos de investigación realizados con materiales introducidos en 1971, procedentes del IRRI-Filipinas y del CIAT-Colombia, pasaron la etapa de evaluación y selección de material genético, entre los cuales se han liberado las variedades: INIAP-7; INIAP-10; INIAP-11; INIAP-12 e INIAP-14. Paralelo a las introducciones de material genético, ha venido ejecutando hibridaciones, utilizando variedades, líneas mejoradas y material tradicional de colecta nacional, producto de estos trabajos se ha liberado la variedad INIAP-15, para condiciones de riego, cuya

característica principal es alta producción, tolerancia a plagas y enfermedades y buena calidad de grano (Celi, 2007).

2.7.Descripción morfológica de la planta.

2.7.1. Raíces.

Son delgadas, fibrosas y fasciculadas, posee dos tipos de raíces: seminales, que se originan de la radícula y son de naturaleza temporal y las raíces adventicias secundarias, que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven, éstas últimas sustituyen a las raíces seminales (Chinchilla, 2004).

2.7.2. Tallo.

Cada tallo de la planta está formado de una serie de nudos y entrenudos; los entrenudos varían en largo de acuerdo al genotipo y ambiente, generalmente son más largos en la parte superior de la planta. Cada nudo superior tiene una hoja y una yema, la cual puede desarrollar un macollo. La hoja bandera esta empalmada en el nudo con su vaina que rodea todo el tallo. En la unión entre la lámina y la vaina se encuentran las dos aurículas y la lígula. El macollamiento comienza cuando la plántula está establecida y generalmente termina cuando se inicia el desarrollo del primordio floral (inicio de fase reproductiva). El número de macollos depende de la densidad de plantas, puede variar de tres en alta densidad hasta 15 macollos en bajas densidades. El primer macollo se desarrolla cuando la plántula tiene unas cinco hojas (a los 15 o 20 días de la emergencia), situándose entre el tallo principal y la segunda hoja contada desde la base. Posteriormente, cuando la sexta hoja aparece, emerge el segundo macollo entre el tallo principal y la tercera hoja. Los macollos que crecen desde el tallo principal se denominan macollos

primarios. Estos a su vez pueden generar macollos secundarios los que a su vez también pueden producir macollos terciarios. Los macollos permanecen adheridos a la planta, pero en estadios avanzados estos pueden crecer en forma independiente, porque producen su propia raíz (Olmos, 2006).

2.7.3. Hojas.

La hoja del arroz se diferencia de las otras gramíneas por la presencia de la lígula y la aurícula, tiene venas paralelas, como todas las gramíneas. El coleóptilo es el primero en salir de la semilla, le sigue la hoja primaria, luego la hoja secundaria con la primera lámina y así sucesivamente las demás. La última hoja se llama hoja bandera. Las hojas del tallo principal se producen una a una, en promedio se producen una hoja cada siete días, las hojas son alternas. En cada nudo, con excepción al nudo de la panícula, se desarrolla una hoja. En una hoja completa se distinguen las siguientes partes: vaina, cuello y lámina. La vaina o base de la hoja, parte de un nudo y envuelve el entrenudo inmediatamente superior, en algunos casos hasta el nudo siguiente. El cuello es la unión de la vaina y la lámina, donde se encuentran la lígula y las aurículas, la lámina es de tipo lineal, punta aguda, larga y más o menos angosta, según la variedad (Torres, 2013).

2.7.4. Flores.

Son de color verde blanquecino dispuestas en espiguillas, cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración. La inflorescencia es una panícula determinada que se localiza sobre el vástago terminal, siendo una espiguilla la unidad de la panícula Chinchilla (2004). De acuerdo a Muñoz, Giraldo, & Fernandez de Soto(1993), las florecillas del arroz están constituidas por la lema y la palea,

aristas, estambres conformados por anteras y filamentos, apículo, estigma, nervios, ovario, glumas estériles y rudimentarias, raquilla y el pedicelo.

2.7.5. Semillas.

El grano de arroz, comúnmente llamado semilla, recién cosechado está formado por el cariópse y por cáscara, esta última compuesta de glumas. Industrialmente se considera al arroz cáscara aquel comprendido por el conjunto de cariópse y glumas. A su vez el cariópse, está formado por el embrión, el endosperma, capas de aleurona (tejido rico en proteínas), tegumento (cubierta seminal), y el pericarpio (cubierta del fruto) (Olmos, 2006).

2.8. Estados del desarrollo fenológico del arroz.

De acuerdo al INTA, (2009), existen nueve estados de desarrollo fenológico del arroz, como se menciona a continuación:

Etapas	Estados
Germinación o emergencia	0
Plántula	1
Macollamiento	2
Crecimiento del tallo	3
Embuchamiento iniciación del primordio floral	4
Emergencia de la panícula	5
Floración	6
Estado lechoso del grano	7
Estado patoso del grano	8
Madurez fisiológica del grano	9

2.9. Condiciones edafoclimáticas.

2.9.1. Clima.

Se trata de un cultivo tropical y subtropical, aunque la mayor producción a nivel mundial se concentra en los climas húmedos tropicales, pero también se puede cultivar en las regiones húmedas de los subtrópicos y en climas templados. El cultivo se extiende

desde los 49-50° de latitud norte a los 35° de latitud sur, se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2500 m de altitud (INFOAGRO, 2015).

2.9.2. Suelo

El arroz se adapta a diversas condiciones de suelo; sin embargo, las condiciones ideales para obtener una buena cosecha son: pH 6.0-7.0, buen contenido de materia orgánica (mayor del 5 %), buena capacidad de intercambio catiónico, buen contenido de arcilla (mayor del 40 %), topografía plana, capa arable profunda (mayor de 25 cm), y buen drenaje superficial (Andrade & Hurtado, 2007).

2.9.3. Agua.

El hecho de que la planta de arroz pueda permanecer varios meses inundada y no morir ahogada se debe a que tiene un tejido especial que le permite transportar el oxígeno desde las hojas hacia las raíces; se adapta a la inundación, pudiendo vivir tanto en suelos inundados como en suelos sin inundar. El agua es fundamental para los requerimientos fisiológicos de la planta, las lluvias, si bien son importantes, son irregulares en cantidad y distribución, por lo que el riego debe compensar esas deficiencias, las necesidades de agua están constituidas por el uso consuntivo (agua necesaria para cubrir la transpiración de la planta, la evaporación desde la superficie del suelo y el agua en la formación del follaje). El consumo promedio de agua del arroz durante el ciclo de cultivo puede estimarse en 15000 m³ /ha, esta cifra puede variar según las condiciones climáticas, la cantidad de lluvia caída en el periodo, tipo de suelo, y fundamentalmente del manejo de agua que realice el productor. El arroz se cultiva principalmente de dos formas: Arroz de “Secano”, esta forma de producir arroz, generalmente se realiza en aquellas regiones en las que llueve mucho (1800 a 2500 mm anuales), y se aprovechan esas grandes cantidades de agua que

caen para lograr la producción. Arroz de “Riego”, es la forma más común y eficiente de cultivar arroz, y a pesar de que existen algunas diferencias entre las distintas regiones, se inundan las chacras al menos por 90 días durante el ciclo (Valdiviezo, 2007).

2.9.4. Temperatura.

Las temperaturas críticas para la planta de arroz, están generalmente por debajo de los 20 °C y superiores a 30 °C, y varían de acuerdo con el estado de desarrollo de la planta. Cuando se somete a la planta a una temperatura por debajo de 20°C en el estado de floración, normalmente se induce a un alto estado de esterilidad. Esta generalmente es atribuida a efectos de la temperatura baja durante la noche, pero una temperatura alta en el día, puede contrarrestar el efecto de la noche (Andrade & Hurtado, 2007).

2.9.5. Fotoperíodo.

El arroz es una planta de día corto, con un fotoperíodo crítico de 12-14 horas. La sensibilidad al fotoperíodo varía entre genotipos. El fotoperíodo crítico para las variedades más sensibles es de 10 horas (INTA, 2009).

2.9.6. Evapotranspiración.

El requisito de agua o evapotranspiración actual de cultivos individuales es parcialmente un atributo inherente de la misma especie, y está parcialmente gobernado por las condiciones evaporativas del ambiente en el cual se cultiva. El uso actual del agua en el sistema de cultivo en el campo, también está influenciado por las características físicas del suelo, particularmente su drenaje y escurrimiento y por el patrón de la intensidad de la lluvia y la cantidad y el tiempo de aplicación del agua de irrigación (Valdiviezo, 2007).

2.9.7. Horas luz.

Requiere radiación directa durante la mayor parte de su ciclo, con una intensidad de luz óptima de 32.3-86.1 klux. Los días nublados durante la etapa reproductiva y de maduración, afectan significativamente el rendimiento. La etapa más crítica de la planta va de los 15 días antes de la floración hasta la cosecha, en donde para altos rendimientos se requieren más de 400 cal/cm²/día (Olmos, 2006).

2.10. Manejo agronómico

2.10.1. Preparación del terreno

Según Fernández (1980), citado por Guzmán Bermúdez (2006), la preparación del terreno depende de la técnica de siembra a utilizar, ya sea arroz inundado como ocurre en la mayoría de las veces, para cultivos en secano o para “arroz voluntario”. Además de considerar en la preparación esos factores, se deben tomar en cuenta otros, que al final del ciclo del cultivo van a influir sobre el volumen de producción, entre ellos se puede mencionar, uso de herbicidas, insecticidas y cualquier otro producto destinado al control de plagas y enfermedades, así como el manejo de las aguas de riego.

La preparación del terreno en húmedo es un poco más laboriosa que la que se realiza en seco, su costo y uso se justifica ya que con ellas es posible el control de malezas, que disminuyen el valor del producto. Un inconveniente en su utilización es que, en zonas cálidas, donde el agua es un factor limitante es difícil disponer de los volúmenes de agua necesarios para inundar y fanguear (Díaz, 1989).

2.10.2. Nivelación del terreno

La aplicación de las técnicas de nivelación de los lotes destinados para la siembra bajo riego implica inicialmente altos costos, pero se amortizan rápidamente con las ventajas que se obtienen si el trabajo se ejecuta con cuidado (Fernández, 1980).

Para una eficiente operación en siembra y asimismo para el manejo del cultivo, equipo para cosecha y manejo del agua de riego, los diques o caballones deberían ser paralelos y las melgas tener un ancho uniforme. Este resultado se logra efectuando una labor de nivelación del terreno de manera tal que se puedan obtener curvas de contorno ligeramente rectas y uniformemente esparcidas (Tascon & García, 1985).

2.10.3. Bancales

Topolanski (1985) citado por Guzmán Bermúdez (2006), menciona que para mantener el cultivo de arroz inundado y controlar el agua que cubre el suelo, es necesario disponer de medios bancales y que son simples caballones o lomas de tierra. Para encarar la construcción de los bordos para un arrozal, no se puede dar un modelo ni sistema determinado que satisfaga las condiciones de los distintos ambientes en que se practica este cultivo.

2.10.4. Inundación de bancales

De acuerdo a Díaz (1989) citado por Guzmán Bermúdez (2006), días antes de que se proceda a fanguear, se inunda el terreno a preparar, con el fin de que se humedezca, de tal forma que al pasar las máquinas el suelo esté bien mullido y las malezas sean destruidas, aspecto que va a favorecer como resultado de la preparación, ya que se forma un charco bajo el cual quedan las semillas de las malezas.

2.10.5. Fanguero

En condiciones húmedas es difícil afinar el terreno con el uso de las rastras, se hace necesario utilizar implementos de sencilla construcción como son el rolo y las ruedas fanguadoras. Para esta labor a los tractores se les sustituye la llanta convencional por ruedas fanguadoras; además, de un rollo pequeño que ejerce la función de traslapar tras el tractor. Luego de que se concluye la labor queda en el bancal un charco o fango (Fernández, 1980).

2.10.6. Siembra

Según Cheaney (1979) citado por (Guzmán Bermúdez, 2006), los factores que favorecen una buena germinación y establecimiento del cultivo son: adecuada nivelación y preparación del suelo, el empleo de semilla de alta calidad, buen sistema de riego y drenaje. Además de los anteriores, deben de tenerse en cuenta otros factores de producción, tales como un apropiado control de enfermedades, plagas y malezas que limite el establecimiento de una población normal para el sistema empleado.

2.10.7. Siembra al voleo

Es una de las formas de siembra más generalizada en América; por lo tanto, rápida y económica. Existe el voleo manual o con máquinas esparcidoras, la siembra con boleadora de tractor y la siembra con avión. Además; pueden utilizarse semillas secas, húmedas y pre germinadas, según el tipo de preparación de suelo. Las siembras al voleo son más irregulares y la germinación de la semilla es desuniforme (Tascon & García , 1985).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del ensayo

El trabajo experimental se llevó a cabo en el Cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos, Hacienda Valle Verde; propietario Ing. Agr. Wellington Rodríguez, ubicada a 17 msnm en las coordenadas geográficas UTM: 9796094 de latitud sur y 668255 de longitud occidental. El promedio anual de precipitación es de 2329,8 mm; con una humedad relativa de 82%; 998.2 horas de heliofanía por año y con una temperatura promedio de 25.6 °C. 1/.

3.2. Material genético

Se utilizaron catorce cultivares de Arroz índica, que se mantienen en el banco de germoplasma de la FACIAG-UTB.

3.3. Tratamientos.

Los tratamientos estarán constituidos por los diferentes cultivares de arroz, tal como se describe en el Cuadro 1.

Fuente: 1/. Datos obtenidos de la Estación Agrometeorológica de la Universidad Técnica de Babahoyo.

Cuadro 1. Numero de variedades, origen, condiciones de grano y códigos asignados a las variedades de arroz tipo índica. FACIAG-UTB, 2019.

No.	Cultivar	Origen	Grano	Código
1	Bali	Indonesia	Extra Largo	BA-100-UTB
2	Brasil	Brasil	Extra Largo	BR-101-UTB
3	Capirona	Colombia	Extra Largo	CA-102-UTB
4	Ferón	Perú	Extra Largo	FE-103-UTB
5	Filipinas 1	Filipinas	Extra Largo	FI-104-UTB
6	Filipinas 2	Filipinas	Extra Largo	FI-105-UTB
7	Filipinas 3	Filipinas	Extra Largo	FI-106-UTB
8	Filipinas 4	Filipinas	Extra Largo	FI-107-UTB
9	SH-27	Colombia	Extra Largo	SH-108-UTB
10	FL-011	Colombia	Extra Largo	FL-109-UTB
11	FL-68	Colombia	Extra Largo	FL-110-UTB
12	G-202	Colombia	Extra Largo	G-111-UTB
13	G-3494	Colombia	Extra Largo	G-112-UTB
14	G-3497	Colombia	Extra Largo	G-113-UTB

3.4. Diseño experimental y análisis estadístico.

Las variables fueron analizadas aplicando un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cuatro repeticiones y 14 variedades. Se realizó el Análisis de Varianza (ANOVA) y al test de Tukey 5% para determinar la significancia estadística y para

comparar los valores de las variables. El análisis de Componentes Principales, se realizó para determinar la relación existente entre los cultivares. Igualmente, se realizó el análisis de Conglomerados para conocer la similitud de características entre las variedades, donde se empleó la Distancia Euclídea del método Ward. Adicionalmente, para seleccionar las variedades de mejor comportamiento agronómico, se utilizó el análisis de Variabilidad Relativa (%), utilizando la variable rendimiento por planta (g/planta). El menor valor de variabilidad y los valores superiores a la media del rendimiento (g/planta), sirvieron para elaborar el gráfico de cuatro celdas, donde los valores de las variedades que se localizaron en la cuadrícula inferior derecha, fueron las variedades seleccionadas de mejor producción.

3.5. Manejo de ensayo

3.5.1. Prueba de germinación de los genotipos

Se procedió a realizar las respectivas pruebas de germinación de las variedades consideradas en este proyecto, previo a la siembra de los bloques.

En cada uno de los genotipos enlistados, se procedió a seleccionar semillas en condiciones fitosanitarias óptimas. Fueron colocadas veinte semillas en cajas Petri, tratadas con Vitavax con una dosis de 0,5 g/L de agua, con el objetivo de proteger la semilla durante el proceso de germinación. Luego, se rotularon las respectivas cajas Petri con el nombre de la variedad y la fecha en que se colocaron para su germinación

La evaluación de la prueba se realizó observando la germinación de las semillas desarrolladas con normalidad. Con esta prueba se conoció el porcentaje de germinación de los genotipos como se resume en la Cuadro 2.

Cuadro 2. Porcentaje de germinación de los genotipos de arroz a los 4 y 7 días después de la siembra en cajas Petri. FACIAG-UTB, 2019.

No.	Cultivar	Código	% Germinación	
			Día 4	Día 7
1	G-202	BA-100-UTB	100	100
2	G-3494	BR-101-UTB	100	100
3	G- 3497	CA-102-UTB	95	95
4	Pilipinas 1	FE-103-UTB	15	50
5	Pilipinas 2	FI-104-UTB	10	30
6	Pilipinas 3	FI-105-UTB	15	40
7	Pilipinas 4	FI-106-UTB	5	30
8	FL-011	FI-107-UTB	90	90
9	Bali	SH-108-UTB	100	100
10	Capirona	FL-109-UTB	90	90
11	Ferón	FL-110-UTB	100	100
12	Brasil	G-111-UTB	90	90
13	SH-27	G-112-UTB	30	45
14	FL-68	G-113-UTB	40	60

3.5.1.1. Selección de semilla

Una vez obtenido los porcentajes de germinación de cada genotipo, se procedió a la clasificación de cada material destinado para esta investigación, se seleccionaron granos que estuvieron en condiciones fitosanitarias óptimas, para luego ser sembrados en las bandejas germinadoras.



Figura 1. Selección de los mejores granos en condiciones fitosanitaria óptimas.

3.5.1.2. Pre germinación de los 14 genotipos de arroz

Después de haber clasificado las semillas, se procedió a pre-germinar el material que fueron utilizados en las repeticiones. Se colocaron 300 semillas de cada genotipo, en fundas plásticas de 8"x12", con su respectiva rotulación, a las que posteriormente se les suministro agua y se las mantuvo en un cuarto a temperatura ambiente (Figura 2). Las semillas fueron desinfectadas con una solución de Vitavax en dosis de 0,5g/L. A los dos días, se retiró el agua de cada funda. Finalmente, al tercer día, las semillas pregerminadas fueron trasladadas al invernadero de la FACIAG-UTB, las que fueron sembradas en bandejas germinadoras.

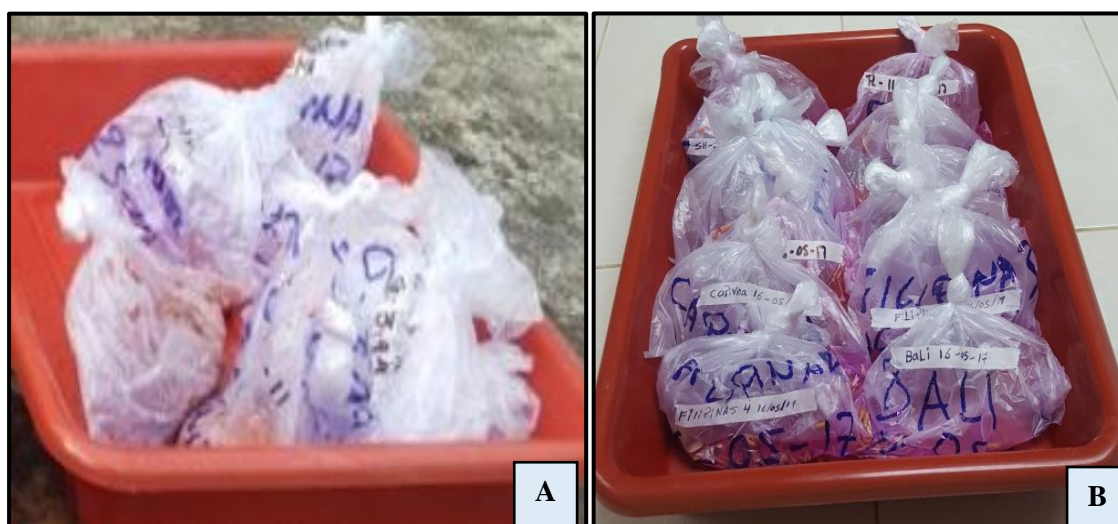


Figura 2. Fundas plásticas con su respectiva identificación conteniendo 300 semillas por genotipo (A); Semillas pregerminadas (B).

3.5.1.3. Preparación del sustrato y siembra de semillas pre-germinadas en bandejas germinadoras.

Se realizó la preparación de sustrato en las bandejas germinadoras, en la que se utilizó una mezcla de suelo agrícola con cascarillas quemadas de arroz.

Las bandejas con sustrato, fueron colocadas en el invernadero ubicado en la FACIAG – UTB, donde se realizaron los respectivos surcos a una profundidad de 1 cm,

aproximadamente y los surcos separados a 4 cm aproximados. Luego, se realizó la respectiva siembra de las semillas pregerminadas, para lo cual se realizaron 20 surcos por cada bandeja, colocando 15 semillas por surco, aproximadamente (Figura 3).



Figura 3. Preparación de sustrato y colocación en las bandejas germinadoras (A); Elaboración de 20 surcos por bandejas germinadoras, y siembra de 15 semillas por surco, aproximadamente (B).

3.5.1.4. Riego del semillero

Una vez sembradas las semillas, se realizó el riego uniformemente sobre las bandejas germinadoras con una regadera. Posteriormente, las bandejas fueron cubiertas con otra bandeja germinadora para estimular su germinación y para evitar el exceso de las lluvias y daños por pájaros.

3.5.1.5. Trasplante de las plántulas

Se establecieron cuatro repeticiones con los 14 genotipos, a excepción de la cuarta repetición que solo contenía 10 variedades, por falta de material de siembra. El trasplante se realizó en un área de 126,5 m² por cada repetición, dejando una distancia de 1m entre ellas y el área total de los cuatro lotes fue de 575 m². Los semilleros establecidos en el invernadero de la FACIAG-UTB, fueron trasladados a la Hacienda Valle Verde, donde se estableció el ensayo. El trasplante se realizó a los 26 días de haber germinado, sembrando una planta por sitio, a distanciamiento de 25 cm entre planta y 25 entre hilera (Figura 4).

Una vez terminada la siembra de los respectivos bloques, se procedió a aplicar al voleo Molux 6 GB donde había agua, aplicándolo de una manera uniforme, con la finalidad de prevenir el ataque de los caracoles.

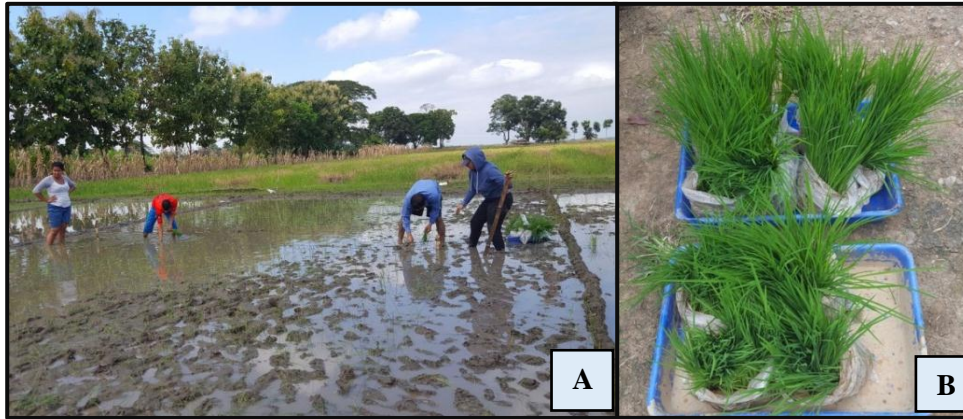


Figura 4. Establecimiento de los bloques en terrenos de la hacienda Valle verde (A), Semillero listo para trasplantar (B).

3.5.2. Control de malezas

El control de malezas se realizó de forma manual al interior del ensayo (Figura 5), erradicando cualquier tipo de malezas y el arroz voluntario que emergían dentro de cada bloque, durante la conducción del experimento. También se realizó control de malezas alrededor de los bloques, con la aplicación de herbicida, lo cual se utilizó Glifomax 500 (Glifosato) en dosis de 1 L/ha. Referente a la dosis utilizada, se calculó la dosis de 150 cc en 20 litros de agua.



Figura 5. Control de maleza manual del ensayo en terrenos de la hacienda Valle Verde.

3.5.3. Fertilización edáfica y foliar

Ya establecidos los bloques, se procedió a realizar la fertilización edáfica a los cuatro lotes. la primera aplicación se realizó a los 22 días, utilizándose una mezcla de tres fertilizantes, cuya dosis fue calculado partiendo de la dosis recomendada de 3 sacos/ha de Sulfato de amonio (1500 g/repetición), 1.5 sacos/ha de Muriato de potasio (750 g/repetición) y 1.2 sacos/ha de DAP (375 g/repetición) (Figura 5).

La segunda fertilización edáfica se realizó a los 43 días después de la siembra utilizando el abono completo Fertiarroz 20-0-19-2-2 (N-K-Mag-S), cuya dosis fue calculada de acuerdo al área de cada bloque, partiendo de la dosis normal recomendada (6 sacos/ha). Los fertilizantes fueron pesados en una balanza gramera y posteriormente, se realizó la aplicación manual al voleo de una manera uniforme en el lote. Entre estas dos aplicaciones mencionadas, también se realizó la aplicación de un abono foliar, que fue realizada a los 37 días después de trasplante, aplicando el abono foliar DISS ZEUS con dosis 1,5 mL/L de agua con bomba de mochila.



Figura 6. Fertilizantes edáficos utilizados en el ensayo de arroz.

3.5.4. Control de insectos plaga y enfermedades

Debido a la presencia de insectos defoliadores, con fecha agosto 01, 2017, se procedió a la aplicación de insecticida a los bloques para lo cual se utilizó el producto comercial Monarca (Lambdan Cyhalotrin) en dosis de 0.3 L/ha. Referente a la dosis por bloque, mediante una regla de tres se calculó la dosis de 40 cc en 20 litros de agua. Por prevención al desarrollo del cultivo, se aplicó el fungicida Silvacur (Tebuconazole, Triadimenol) en dosis de 0.75 L/ha. En los bloques se utilizaron 75 cc en 20 litros de agua.

Debido al ataque de Singamia (gusano enrollador), con fecha agosto 04, 2017, se realizó la aplicación de Endgusamyl (Methomyl 900g/kg) en dosis de 0.20 kg/ha, utilizando 100 cc del producto diluido en 20 litros de agua, aplicándole a los cuatro bloques establecidos.

Por la presencia de ataque de ácaros, con fecha agosto 14, 2017, se procedió a la aplicación de ACARIN T (Dicofol 210 g/l + Tetradifon 75 g/l) en dosis de 0,5 L/ha. Mediante la utilización de una bomba de mochila, se aplicó a los bloques con la dosis calculada de 50 cc en 20 litros de agua (Figura 6).



Figura 7. Debido a la presencia de insectos defoliadores utilizó el producto comercial Monarca dosis de 40 cc en 20 litros de agua (A); para prevención al desarrollo del cultivo, se aplicó el fungicida Silvacur dosis de 75 cc en 20 litros de agua (B); para el ataque de Singamia, se realizó aplicación de Endgusamyl utilizando 100 cc en 20 litros de agua (C); para el control de ácaros, se procedió a la aplicación de ACARIN T con dosis de 50 cc en 20 litros de agua.

3.5.5. Cosecha de los bloques

Una vez cumplida la madurez fisiológica de los cultivares se realizó la cosecha de cada uno de los bloques con sus respectivas variedades, Se cosecharon cada una de las variedades por separados colocando las semillas en bolsas, identificándolas con código de la variedad y fecha de cosecha. Una vez cosechada la semilla fue trasladada a un tendal para bajar humedad y posterior almacenamiento.



Figura 8. Cosecha del primer bloque (A); cosecha del segundo bloque (B); cosecha del tercer bloque (C); cosecha del cuarto bloque (D); colocación de semillas en bolsas con su respectiva identificación; cosecha colocada en el tendal para bajar la humedad.

Posterior a la cosecha, las muestras fueron trasladadas al laboratorio, donde se continuó con las evaluaciones de las variables de cosecha. Se procedió a colocar la cantidad de semilla obtenida de 10 individuos por repetición en bolsas de papel, luego de

esto fueron colocadas a la estufa a una temperatura de 28 °C para bajar la humedad al 13 %, luego una parte de esta semilla fue colocada en el medidor de humedad marca John Deere SW5300. Así mismo se llevó las plantas a la estufa para bajar humedad para luego ser pesadas con su respectiva semilla ya secada.



Figura 9. Fueron colocada funda de papel rotuladas e identificadas, las semillas de 10 plantas de cada una de las variedades por repetición (A); bolsas de papel con semillas colocadas en la estufa, para reducir la humedad al 13 % (B); midiendo el porcentaje de humedad de cada una de las variedades por repeticiones (C); colocación de panca a la estufa para el secado de la misma (D); toma del peso de panca (E), y toma del peso de semilla de cada una de las 10 plantas seleccionadas por variedad por repetición.

3.6. Variables Evaluadas

3.6.1. Vigor

El vigor de las plantas se determinó a los 60 días de edad del cultivo, para lo cual se clasificó de acuerdo a la escala del sistema de evaluación estándar para arroz desarrollado por el Centro de Investigación de Agricultura Tropical (CIAT, 1993).

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

3.6.2. Días a floración

Los días a floración se contabilizaron desde la pre germinación de la semilla hasta cuando más del 50% de las plantas de cada población mostraron sus respectivas panículas fuera de la vaina o macollo.

3.6.3. Ciclo Vegetativo (días)

Se estimó de acuerdo a los días transcurridos desde la pre germinación de la semilla hasta la cosecha de los individuos por población (Muestreo de 10 plantas por repetición).

3.6.4. Días entre floración y cosecha

Se estimó de acuerdo a los días comprendido entre la expulsión de la panícula fuera de la vaina hasta la madures fisiológica (Muestreo de 10 plantas por repetición).

3.6.5. Macollos por planta

El número de macollos por planta en cada población, se contabilizó individualmente en cada una de las unidades experimentales (Muestreo de 10 plantas por repetición).

3.6.6. Panículas por planta

Se determinó el número de panículas por planta individual, dentro de cada población (Muestreo de 10 plantas por repetición).

3.6.7. Longitud (cm) y Ancho (cm) de hoja bandera y hoja 2

En la fase de floración, se determinó la longitud (cm) de la hoja bandera y hoja 2, desde la base hasta el ápice de la lámina foliar; al mismo tiempo, se tomó el ancho (cm) de la hoja bandera y hoja 2, considerando la parte central de la lámina foliar. Se muestrearon 10 plantas por variedad y por repetición.

3.6.8. Altura de planta (cm)

Se registró al momento de la cosecha, midiendo desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panícula más sobresaliente dentro de cada población (Muestreo de 10 plantas por repetición).

3.6.9. Longitud de panícula (cm)

Se determinó midiendo la distancia comprendida entre el nudo ciliar y el ápice de la panícula, dentro de cada población (Muestreo de 10 plantas por repetición).

3.6.10. Granos por panícula

Se contabilizó el número de granos presentes por panícula en los individuos de la población (Muestreo de 10 plantas por repetición).

3.6.11. Granos vanos por panícula

Se evaluó contando el total de granos vanos (estériles) por panícula en cada individuo de la población (Muestreo de 10 plantas por repetición).

3.6.12. Esterilidad de panícula (%)

Se evaluó contando el total de granos fértiles (llenos) y estériles (vanos) en las panículas, determinándose el porcentaje de granos estériles (Muestreo de 10 plantas por repetición).

3.6.13. Numero de granos por panícula

Se contabilizo el total de granos fértiles (llenos) y estériles (vanos) en las panículas, determinado el total de granos por panícula (Muestreo de 10 plantas).

3.6.14. Desgrane (%)

Se evaluó el número de granos desprendidos de una panícula madura al azar por planta (Muestreo de 10 plantas por repetición), sosteniéndola suavemente en la mano y apretándola levemente con los dedos. Esta acción hace que se desprendan los granos y es el valor del número de granos desprendidos, el que se utilizó para el cálculo del porcentaje de desgrane. Con el porcentaje obtenido, se aplicó la escala del sistema de evaluación estándar para arroz del CIAT, Muñoz, Giraldo y Fernández, (1993).

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

3.6.15. Peso de 1000 granos (g)

Se tomaron 1000 granos dentro de cada población, teniendo cuidado de que los mismos no estén dañados por insectos o enfermedades; luego fueron pesados en una balanza de precisión, expresando su promedio en gramos (Muestreo de 10 plantas por repetición).

3.6.16. Rendimiento (g/planta)

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

3.6.17. Peso panca

Se tomó el peso de la panca proveniente de cada individuo luego de haber sido sometido a temperatura en la estufa.

3.6.18. Relación gramos / planta

Para el efecto se determinó mediante la relación existente de gramo/ planta (se dividió el valor de gramos por panca), dentro de cada población (Muestreo de 10 plantas por repetición),

3.6.19. Longitud (mm) y ancho (mm) del grano descascarado

Dentro de cada población, se evaluaron por individuo (Muestreo de 10 plantas por repetición), 5 granos que fueron tomados al azar, a los que se removió la cáscara y se midieron con un escalímetro. Se obtuvo el promedio de los cinco granos. Para la determinación de ésta variable, se utilizó la escala del sistema de evaluación estándar para arroz del CIAT (Jennings *et al.*, 1981).

Designación	Longitud (mm)	Escala
Extra largo	7.50 +	1
Largo	6.61. 7.50	3
Medio	5.51 - 6.60	5
Corto	- De 5.50	7
Extra corto		9

3.6.20. Forma del grano

Para el efecto se determinó mediante la relación existente de largo/ancho (se dividió el valor del largo por el ancho) en 10 granos pelados enteros, dentro de cada población (Muestreo de 10 plantas por repetición), para lo cual se utilizó la escala del sistema de evaluación estándar para arroz del CIAT (Jennings. *et al.*, 1981) .

Forma	longitud: ancho	Escala
Delgado	3.0 +	1
Medio	2.1 -3.0	3
Ovalado	1.1 - 2.0	5
Redondo	- De 1.1	9

IV. RESULTADOS

4.1. Vigor

En lo que respecta a esta variable, el análisis de varianza reportó alta significancia estadística, como se muestra en el Anexo 1. En relación al Test de Tukey 0,05%, los resultados fueron significativamente diferentes ($p > 0,05$) entre los catorce cultivares, como se muestra en la Tabla 1. La variedad FE-103-UTB obtuvo un vigor de 4,5 que corresponde a plantas intermedias o normales, de acuerdo a la escala estandarizada del CIAT. Respecto a la SH-108-UTB presentó una media de 1,0, clasificándose como plantas muy vigorosas. En la Figura 10, se observa la evaluación de la variable Vigor a los 50 días después de la siembra.

Tabla 1. Resultado del Test de Tukey 0,05% de la variable Vigor en catorce Cultivares de arroz. FACIAG-UTB, 2019.

Código/Cultivares	Medias	N	E.E.	Comparaciones		
FE-103-UTB	4,50	40	0,17	A		
FL-110-UTB	4,33	30	0,20	A	B	
FI-105-UTB	4,00	40	0,17	A	B	
G-112-UTB	4,00	40	0,17	A	B	
G-113-UTB	4,00	40	0,17	A	B	
CA-102-UTB	4,00	40	0,17	A	B	
BA-100-UTB	3,67	30	0,20	A	B	C
BR-101-UTB	3,67	30	0,20	A	B	C
FI-106-UTB	3,50	40	0,17		B	C
FI-104-UTB	3,50	40	0,17		B	C
FI-107-UTB	3,00	40	0,17			C
FL-109-UTB	3,00	40	0,17			C
G-111-UTB	2,00	40	0,17			D
SH-108-UTB	1,00	30	0,20			E

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



Figura 10. Evaluación de la variable Vigor a los 65 días después de la siembra (A, B).

4.2. Días a la floración.

En lo que concierne a esta variable, el análisis de varianza reportó alta significancia estadística, como se muestra en el Anexo 2. En relación al Test de Tukey 0.05%, los resultados mostraron diferencia significativa entre los catorce cultivares como se muestra en la Tabla 2. Las variedades BR-101-UTB, FI-104-UTB y FE-103-UTB, alcanzaron el mayor número de días a la floración con una media aproximada de 100 días en los tres cultivares, a diferencia de la variedad G-111-UTB que obtuvo el menor número de días a la floración con una media de 92,50. En la Figura 11, se muestra la evaluación de la variable Floración, lo cual dependió de los cultivares estudiados.

Tabla 2. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable días a la floración en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.

Código/Cultivares	Medias	N	E.E.	Comparaciones
BR-101-UTB	100,67	30	0,99	A
FI-104-UTB	100,48	40	0,86	A
FE-103-UTB	99,50	40	0,86	A
CA-102-UTB	98,75	40	0,86	A B
FI-105-UTB	98,00	40	0,86	A B
BA-100-UTB	97,00	30	0,99	A B C
FL-109-UTB	95,03	40	0,86	B C D
FI-107-UTB	95,00	40	0,86	B C D
FI-106-UTB	95,00	40	0,86	B C D
SH-108-UTB	93,67	30	0,99	C D
FL-110-UTB	93,00	30	0,99	C D
G-113-UTB	92,75	40	0,86	C D
G-112-UTB	92,75	40	0,86	C D
G-111-UTB	92,50	40	0,86	D

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

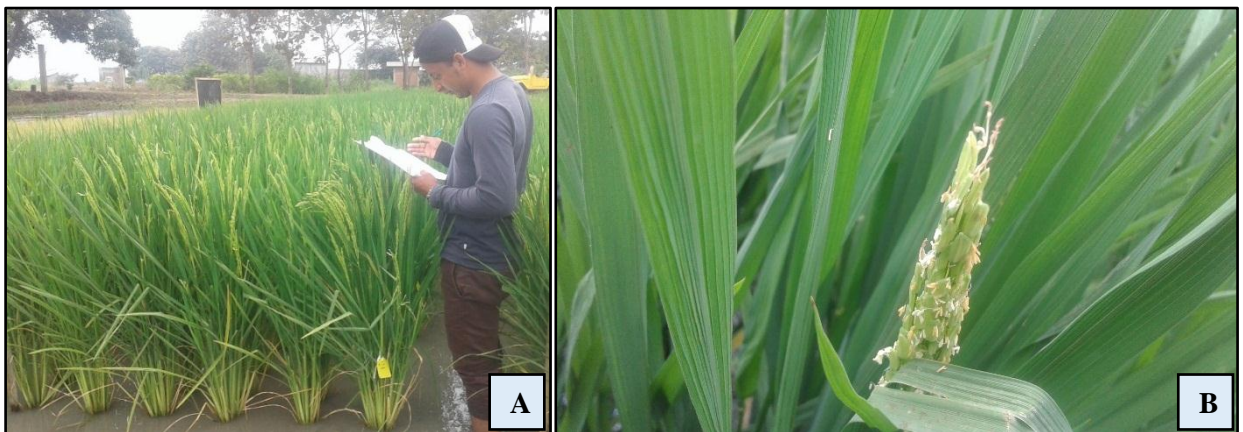


Figura 11. Evaluación de la variable Floración, lo cual dependió de los cultivares estudiados (A, B).

4.3. Ciclo Vegetativo (días)

En relación a esta variable, el análisis de varianza reportó alta significancia estadística como se muestra en el Anexo 3. En relación al Test de Tukey 0.05%, los resultados fueron significativamente diferentes ($p > 0,05$) entre los catorce cultivares como se muestra en la Tabla 3. La variedad BR-101-UTB, alcanzó el mayor número de días a cosecha con una media de 138,67, a diferencia de la variedad G-112-UTB que presentó precocidad, con una media de 132,75 días.

Tabla 3. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable ciclo vegetativo en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019

Código/Cultivares	Medias	N	E.E.	Comparaciones		
BR-101-UTB	138,67	30	0,61	A		
FE-103-UTB	137,50	40	0,53	A	B	
FI-105-UTB	136,83	40	0,53	A	B	
FI-104-UTB	136,75	40	0,53	A	B	
CA-102-UTB	136,75	40	0,53	A	B	
FI-107-UTB	136,75	40	0,53	A	B	
FI-106-UTB	136,50	40	0,53	A	B	
G-111-UTB	136,00	40	0,53			B
BA-100-UTB	136,00	30	0,61			B
FL-109-UTB	135,50	40	0,53			B C
FL-110-UTB	135,33	30	0,61			B C D
G-113-UTB	133,10	40	0,53			C D
SH-108-UTB	133,10	30	0,61			C D
G-112-UTB	132,75	40	0,53			D

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

4.4. Días entre floración y cosecha

Para el caso de esta variable, el análisis de varianza reportó alta significancia estadística como se muestra en el Anexo 4. En relación al Test de Tukey 0.05%, los resultados mostraron diferencia significativa entre los catorce cultivares como se muestra en la Tabla 4. La variedad G-111-UTB, alcanzó el mayor número de días a cosecha con una media de 43,50 a diferencia de la variedad FI-104-UTB que obtuvo el menor número de días a cosecha con una media de 36,28.

Tabla 4. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable días entre floración y cosecha en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.

Código/Cultivares	Medias	N	E.E.	Comparaciones					
G-111-UTB	43,50	40	0,64	A					
FL-110-UTB	42,33	30	0,74	A	B				
FI-107-UTB	41,75	40	0,64	A	B	C			
FI-106-UTB	41,50	40	0,64	A	B	C			
FL-109-UTB	40,48	40	0,64	A	B	C	D		
G-113-UTB	40,35	40	0,64	A	B	C	D		
G-112-UTB	40,00	40	0,64		B	C	D		
SH-108-UTB	39,43	30	0,74		B	C	D	E	
BA-100-UTB	39,00	30	0,74			C	D	E	
FI-105-UTB	38,83	40	0,64			C	D	E	
FE-103-UTB	38,00	40	0,64				D	E	
CA-102-UTB	38,00	40	0,64				D	E	
BR-101-UTB	38,00	30	0,74				D	E	
FI-104-UTB	36,28	40	0,64					E	

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

4.5. Macollos por planta

De acuerdo a esta variable, el análisis de la varianza resultó con alta significancia estadística, como se muestra en el Anexo 5. En relación al Test de Tukey 0,05%, los resultados mostraron diferencia significativa entre los catorce cultivares, como se muestra en la Tabla 5. La variedad FI-107-UTB, alcanzó el mayor valor, con una media de 23,73 macollos por planta, a diferencia de la variedad FL-110-UTB, que obtuvo la menor cantidad de macollos, con una media de 16,07.

Tabla 5. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable macollos por planta en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.

Código/Cultivares	Medias	n	E.E.	Comparaciones		
FI-107-UTB	23,73	40	1,00	A		
SH-108-UTB	22,20	30	1,16	A	B	
FI-106-UTB	21,65	40	1,00	A	B	
FI-105-UTB	20,73	40	1,00	A	B	C
BR-101-UTB	20,57	30	1,16	A	B	C
G-113-UTB	20,33	40	1,00	A	B	C
CA-102-UTB	20,28	40	1,00	A	B	C
FE-103-UTB	19,08	40	1,00	A	B	C
BA-100-UTB	18,63	30	1,16		B	C
G-111-UTB	18,33	40	1,00		B	C
G-112-UTB	18,30	40	1,00		B	C
FL-109-UTB	18,08	40	1,00		B	C
FI-104-UTB	18,05	40	1,00		B	C
FL-110-UTB	16,07	30	1,16			C

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

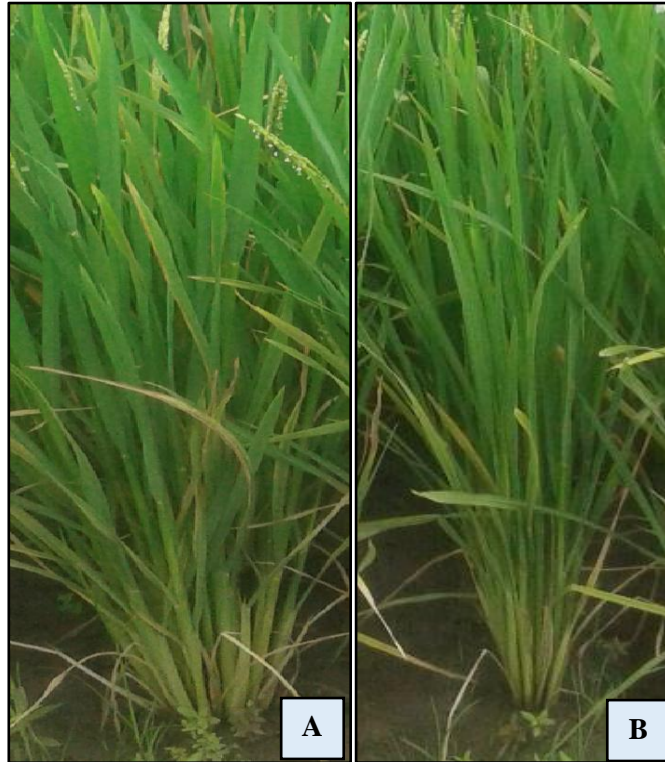


Figura 12. La variedad FI-107-UTB con mayor número de macollos (A); la variedad FL-110-UTB obtuvo la menor cantidad de macollos (B).

4.6. Panículas por planta

En lo que se relaciona a esta variable, el análisis de la varianza resultó con alta significancia estadística, como se muestra en el Anexo 6. En relación al Test de Tukey 0,05%, los resultados mostraron diferencia significativa entre los catorce cultivares como se observa en la Tabla 6. La variedad SH-108-UTB, alcanzó la mayor cantidad de panículas, con una media de 21,77. A diferencia de las variedades FL-110-UTB, FL-109-UTB y G-111-UTB, que obtuvieron la menor cantidad de panículas por planta con promedios alrededor de 15 panículas.

Tabla 6. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable Panícula por planta en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.

Código/Cultivares	Medias	N	E.E.	Comparaciones		
SH-108-UTB	21,77	30	1,01	A		
CA-102-UTB	20,50	40	0,88	A	B	
FE-103-UTB	19,78	40	0,88	A	B	C
FI-106-UTB	19,05	40	0,88	A	B	C
G-113-UTB	18,83	40	0,88	A	B	C
FI-107-UTB	18,20	40	0,88	A	B	C
BA-100-UTB	17,90	30	1,01	A	B	C
BR-101-UTB	17,57	30	1,01	A	B	C
FI-105-UTB	16,98	40	0,88		B	C
G-112-UTB	16,78	40	0,88		B	C
FI-104-UTB	16,33	40	0,88		B	C
FL-110-UTB	15,77	30	1,01			C
G-111-UTB	15,50	40	0,88			C
FL-109-UTB	15,50	40	0,88			C

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

4.7. Longitud de la hoja bandera (cm)

De acuerdo a los resultados obtenidos de esta variable, el análisis de la varianza resultó altamente significativo, como se muestra en el Anexo 7. En relación al Test de Tukey 0,05%, los resultados mostraron diferencia significativa entre los catorce cultivares como se presenta en la Tabla 7. La variedad G-111-UTB, presentó mayor longitud de hoja bandera, con una media de 42,34 cm, a diferencia de las variedades BR-101-UTB con una media de 24,16 cm y BA-100-UTB con 23,8 cm, que obtuvieron la menor longitud de hoja bandera.

Tabla 7. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable longitud de hoja bandea (cm), en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.

Código/Cultivares	Medias	n	E.E.	Comparaciones	
G-111-UTB	42,34	40	1,21	A	
FI-104-UTB	35,78	40	1,21	B	
FL-109-UTB	35,76	40	1,21	B	
G-112-UTB	34,77	40	1,21	B	
SH-108-UTB	34,58	30	1,40	B	
FI-107-UTB	34,11	40	1,21	B	
FI-105-UTB	33,62	40	1,21	B	
FI-106-UTB	33,40	40	1,21	B	
FE-103-UTB	33,08	40	1,21	B	C
G-113-UTB	32,60	40	1,21	B	C
FL-110-UTB	31,87	30	1,40	B	C
CA-102-UTB	27,15	40	1,21	C	D
BR-101-UTB	24,16	30	1,40		D
BA-100-UTB	23,88	30	1,40		D

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

4.8. Ancho de hoja bandera (cm).

Los resultados del análisis de la varianza obtenido en esta variable, fueron altamente significativos, como se muestra en el Anexo 8. En relación al Test de Tukey 0,05%, los resultados fueron significativamente diferentes ($p > 0,05$) entre las catorce variedades, como se muestra en la Tabla 8. La variedad G-111-UTB presentó mayor ancho de hoja bandera con una media de 2,01 cm, a diferencia de la variedad FE-103-UTB que, obtuvo menor ancho, con una media de 1,44 cm.

Tabla 8. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable Ancho de hoja bandera (cm), en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.

Código/Cultivares	Medias	n	E.E.	Comparaciones		
G-111-UTB	2,01	40	0,032	A		
FI-104-UTB	1,95	40	0,032	A		
FI-105-UTB	1,89	40	0,032	A	B	
G-112-UTB	1,88	40	0,032	A	B	
SH-108-UTB	1,85	30	0,037	A	B	
CA-102-UTB	1,79	40	0,032		B	C
FI-107-UTB	1,78	40	0,032		B	C
FI-106-UTB	1,77	40	0,032		B	C
G-113-UTB	1,74	40	0,032		B	C D
FL-109-UTB	1,68	40	0,032			C D
FL-110-UTB	1,67	30	0,037			C D
BR-101-UTB	1,64	30	0,037			C D
BA-100-UTB	1,61	30	0,037			D
FE-103-UTB	1,44	40	0,032			E

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

4.9. Longitud de hoja 2 (cm)

En cuanto a los resultados obtenidos de esta variable, el análisis de la varianza obtuvo alta significancia estadística, como se muestra en el Anexo 9. En relación al Test de Tukey 0,05%, los resultados mostraron diferencia significativa entre las catorce variedades como se muestra en la Tabla 9. La variedad G-111-UTB, alcanzó mayor longitud de hoja 2 con una media de 55,07 cm. La variedad BR-101-UTB fue diferente al obtener la menor longitud con una media de 38,22 cm.

Tabla 9. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable longitud de hoja 2 (cm), en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.

Código/Cultivares	Medias	n	E.E.	Comparaciones				
G-111-UTB	55,07	40	1,34	A				
SH-108-UTB	50,63	30	1,55	A	B			
FL-109-UTB	50,37	40	1,34	A	B			
FI-105-UTB	50,18	40	1,34	A	B			
FI-104-UTB	49,89	40	1,34	A	B			
FL-110-UTB	48,65	30	1,55	A	B	C		
FI-106-UTB	47,35	40	1,34		B	C		
FI-107-UTB	46,82	40	1,34		B	C	D	
G-112-UTB	46,29	40	1,34		B	C	D	
FE-103-UTB	46,04	40	1,34		B	C	D	
G-113-UTB	45,82	40	1,34		B	C	D	
CA-102-UTB	42,96	40	1,34			C	D	E
BA-100-UTB	40,46	30	1,55				D	E
BR-101-UTB	38,22	30	1,55					E

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

4.10. Ancho de hoja 2 (cm)

Con respecto a los resultados obtenidos en la variable Ancho de hoja 2, el análisis de la varianza resultó con alta significancia estadística, como se aprecia en el Anexo 10. En relación al Test de Tukey 0,05%. Los resultados mostraron diferencia significativa entre las catorce variedades como se muestra en la Tabla 10. La variedad G-112-UTB presentó mayor ancho de hoja 2 con una media de 1.61 cm, a diferencia de la variedad BR-101-UTB que presentó menor ancho de hoja 2 con una media de 1,28 cm.

Tabla 10. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable Ancho de hoja 2 (cm), en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.

Código/Cultivares	Medias	n	E.E.	Comparaciones						
G-112-UTB	1,61	40	0,03	A						
SH-108-UTB	1,60	30	0,04	A	B					
FI-105-UTB	1,60	40	0,03	A	B					
FI-104-UTB	1,59	40	0,03	A	B					
CA-102-UTB	1,57	40	0,03	A	B	C				
G-111-UTB	1,54	40	0,03	A	B	C	D			
FI-107-UTB	1,45	40	0,03		B	C	D	E		
FL-110-UTB	1,41	30	0,04			C	D	E	F	
BA-100-UTB	1,40	30	0,04				D	E	F	
G-113-UTB	1,37	40	0,03					E	F	
FI-106-UTB	1,36	40	0,03					E	F	
FL-109-UTB	1,36	40	0,03					E	F	
FE-103-UTB	1,29	40	0,03					E	F	
BR-101-UTB	1,28	30	0,04							F

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

4.11. Altura de planta (cm)

Con relación a esta variable, el análisis de varianza alcanzó alta significancia estadística como se muestra en el Anexo 11. En relación al Test de Tukey 0.05%, los resultados mostraron diferencia significativa entre las catorce variedades, como se muestra en la Tabla 11. La variedad FL-109-UTB, alcanzó la mayor altura de planta con una media de 108,85 cm, a diferencia de las variedades BA-100-UTB, FE-103-UTB y BR-101-UTB que presentaron una media aproximada de 95 cm, siendo las variedades con menor altura.

Tabla 11. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable altura de planta (cm), en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.

Código/Cultivares	Medias	n	E.E.	Comparaciones		
FL-109-UTB	108,85	40	0,93	A		
FI-105-UTB	106,45	40	0,93	A		
G-111-UTB	105,02	40	0,93	A	B	
CA-102-UTB	104,25	40	0,93	A	B	
FI-106-UTB	101,60	40	0,93		B	C
G-112-UTB	99,15	40	0,93		C	D
FI-107-UTB	99,10	40	0,93		C	D
FI-104-UTB	98,65	40	0,93		C	D
SH-108-UTB	98,30	30	1,07		C	D
FL-110-UTB	96,70	30	1,07			D
G-113-UTB	96,60	40	0,93			D
BA-100-UTB	95,90	30	1,07			D
FE-103-UTB	95,72	40	0,93			D
BR-101-UTB	95,26	30	1,07			D

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

4.12. Longitud de panícula (cm)

En lo concerniente a esta variable, el análisis de varianza logró alta significancia estadística, como se muestra en el Anexo 12. En relación al Test de Tukey 0.05%, los resultados mostraron diferencia significativa entre las catorce variedades, como se observa en la Tabla 12. La variedad FI-107-UTB, obtuvo la mayor longitud de panícula con una media de 27,39 a diferencia de la variedad G-112-UTB que presentó la menor longitud con una media de 22,73.

Tabla 12. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable longitud de panícula en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.

Código/Cultivares	Medias	n	E.E.	Comparaciones		
FI-107-UTB	27,39	40	0,30	A		
FI-106-UTB	27,18	40	0,30	A	B	
G-113-UTB	27,12	40	0,30	A	B	
G-111-UTB	27,02	40	0,30	A	B	
FL-109-UTB	26,92	40	0,30	A	B	
FI-104-UTB	26,67	40	0,30	A	B	
FI-105-UTB	25,80	40	0,30		B	C
SH-108-UTB	25,04	30	0,35		C	D
FE-103-UTB	24,93	40	0,30		C	D
BR-101-UTB	24,23	30	0,35		D	E
FL-110-UTB	23,91	30	0,35		D	E F
BA-100-UTB	23,16	30	0,35			E F
CA-102-UTB	23,01	40	0,30			E F
G-112-UTB	22,73	40	0,30			F

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

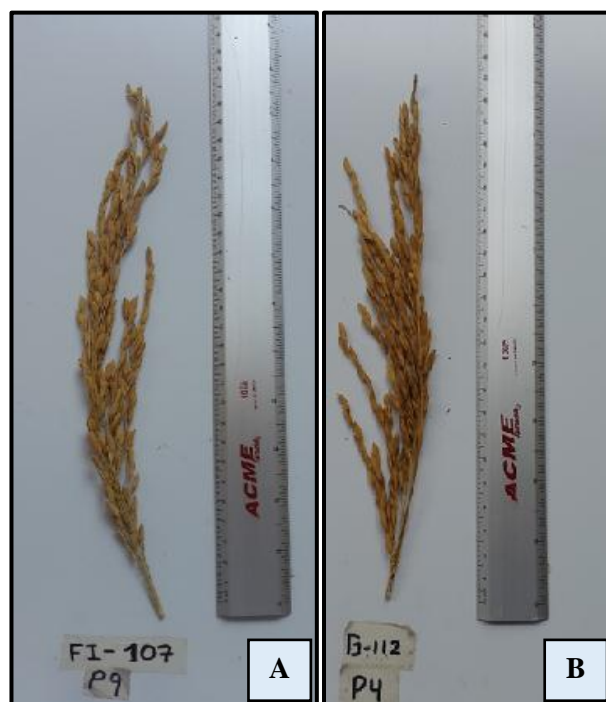


Figura 13. La variedad FI-107-UTB, con mayor longitud de panícula (A); y la variedad G-112-UTB obtuvo la menor longitud (B).

4.13. Granos por panícula

En relación a esta variable, el análisis de varianza logró alta significancia estadística, como se muestra en el Anexo 13. Los resultados del Test de Tukey 0.05%, mostraron diferencia significativa entre las catorce variedades (Tabla 13). Las variedades SH-108-UTB y G-112-UTB, alcanzaron la mayor cantidad de granos por panícula, presentando medias de 251,83 y 240,78, respectivamente, a diferencia de la variedad CA-102-UTB que presentó menor cantidad de granos con una media de 155,38.

Tabla 13. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable granos por panícula en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.

Código/Cultivares	Medias	n	E.E.	Comparaciones		
SH-108-UTB	251,83	30	7,61	A		
G-112-UTB	240,78	40	6,59	A		
G-111-UTB	227,88	40	6,59	A	B	
G-113-UTB	207,70	40	6,59		B	C
FL-110-UTB	202,07	30	7,61		B	C D
FI-107-UTB	194,05	40	6,59			C D
FI-106-UTB	189,60	40	6,59			C D
BR-101-UTB	186,27	30	7,61			C D E
FL-109-UTB	185,85	40	6,59			C D E
FI-105-UTB	185,13	40	6,59			C D E
FE-103-UTB	184,25	40	6,59			C D E
FI-104-UTB	179,40	40	6,59			C D E
BA-100-UTB	171,30	30	7,61			D E
CA-102-UTB	155,38	40	6,59			E

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



Figura 14. La variedad SH-108-UTB, obtuvo el mayor número de grano por panícula (A); la variedad CA-102-UTB, presento menor cantidad de números de granos por panícula (B).

4.14. Granos vanos por panícula

En el resultado del análisis de varianza de esta la variable grano vanos por panícula obtuvò alta significancia estadística, como se muestra en el Anexo 14. Los resultados del Test de Tukey 0.05%, mostraron diferencia significativa entre las catorce variedades (Tabla 14). Las variedades G-113-UTB y, SH-108-UTB, obtuvieron la mayor cantidad de granos vanos por panícula, presentando medias de 27,68, y 26,93, respectivamente, a diferencia de la variedad BA-100-UTB que presentó menor cantidad de granos vanos con una media de 6,93.

Tabla 14. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable granos vanos por panícula en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.

Código/Cultivares	Medias	n	E.E.	Comparaciones
G-113-UTB	27,68	40	1,70	A
SH-108-UTB	26,93	30	1,97	A
FE-103-UTB	22,15	40	1,70	A B
FI-106-UTB	17,80	40	1,70	B C
FI-107-UTB	17,48	40	1,70	B C D
FL-110-UTB	15,43	30	1,97	B C D E
BR-101-UTB	13,10	30	1,97	C D E F
FL-109-UTB	11,95	40	1,70	C D E F
G-111-UTB	11,83	40	1,70	C D E F
FI-104-UTB	11,43	40	1,70	C D E F
G-112-UTB	9,30	40	1,70	D E F
FI-105-UTB	8,75	40	1,70	E F
CA-102-UTB	7,88	40	1,70	E F
BA-100-UTB	6,93	30	1,97	F

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

4.15. Esterilidad de panícula (%)

El análisis de varianza para esta variable, presentó alta significancia estadística, como se muestra en el Anexo 15. En relación al Test de Tukey 0.05%, los resultados mostraron diferencia significativa entre las catorce variedades (Tabla 15). La variedad G-113-UTB, presentó el mayor % de esterilidad con una media de 13,79 a diferencia de las variedades FI-105-UTB con una media de 4,69; BA-100-UTB con una media de 4,06 y G-112-UTB con una media de 4,03; siendo así las variedades con menor % de esterilidad de panícula.

Tabla 15. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable Esterilidad de panícula (%) en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019

Código/Cultivares	Medias	N	E.E.	Comparaciones					
G-113-UTB	13,79	40	0,91	A					
FE-103-UTB	12,60	40	0,91	A	B				
SH-108-UTB	10,63	30	1,05	A	B	C			
FI-106-UTB	9,66	40	0,91	A	B	C	D		
FI-107-UTB	9,25	40	0,91		B	C	D		
FL-110-UTB	7,60	30	1,05			C	D	E	
FL-109-UTB	6,96	40	0,91			C	D	E	
BR-101-UTB	6,74	30	1,05			C	D	E	
FI-104-UTB	6,57	40	0,91			C	D	E	
G-111-UTB	5,48	40	0,91				D	E	
CA-102-UTB	5,15	40	0,91				D	E	
FI-105-UTB	4,69	40	0,91					E	
BA-100-UTB	4,06	30	1,05					E	
G-112-UTB	4,03	40	0,91					E	

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

4.16. Grano desprendido.

En relación a esta variable, presentó alta significancia estadística, como se muestra en el Anexo 14. En relación al Test de Tukey 0.05%, los resultados mostraron diferencia significativa entre las catorce variedades (Tabla 16). Las variedades G-113-UTB y SH-108-UTB, presentaron la mayor cantidad de granos desprendidos con un valor promedio de 41,90, a diferencia de la variedad BA-100-UTB con una media de 20,37.

Tabla 16. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable granos desprendidos (%) en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.

Código/Cultivares	Medias	n	E.E.	Comparaciones		
G-113-UTB	41,90	40	3,56	A		
SH-108-UTB	41,03	30	4,11	A		
G-111-UTB	39,05	40	3,56	A	B	
FI-104-UTB	35,25	40	3,56	A	B	C
FL-109-UTB	31,58	40	3,56	A	B	C
FI-105-UTB	30,80	40	3,56	A	B	C
G-112-UTB	29,70	40	3,56	A	B	C
FL-110-UTB	29,27	30	4,11	A	B	C
CA-102-UTB	29,25	40	3,56	A	B	C
FI-106-UTB	27,95	40	3,56	A	B	C
FI-107-UTB	26,70	40	3,56	A	B	C
FE-103-UTB	24,55	40	3,56	A	B	C
BR-101-UTB	22,23	30	4,11		B	C
BA-100-UTB	20,37	30	4,11			C

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

4.17. Desgrane (%)

Con relación a esta variable, el análisis de varianza reportó que las variedades no son significativamente diferentes entre sí, como se muestra en el Anexo 17. En relación al Test de Tukey 0.05%, los resultados mostraron que no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) entre las catorce variedades, como se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable desgrane (%) en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.

Código/Cultivares	Medias	n	E.E.	Comparaciones
G-113-UTB	21,08	40	1,91	A
CA-102-UTB	19,30	40	1,91	A
FI-104-UTB	19,26	40	1,91	A
G-111-UTB	18,08	40	1,91	A
FL-109-UTB	17,42	40	1,91	A
FI-105-UTB	16,65	40	1,91	A
SH-108-UTB	16,43	30	2,21	A
FI-106-UTB	15,26	40	1,91	A
FL-110-UTB	14,66	30	2,21	A
FI-107-UTB	14,56	40	1,91	A
FE-103-UTB	13,07	40	1,91	A
G-112-UTB	12,63	40	1,91	A
BA-100-UTB	12,18	30	2,21	A
BR-101-UTB	12,13	30	2,21	A

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

4.18. Peso (g) de 1000 granos

Con lo que respecta a esta variable, el análisis de varianza reportó significancia estadística, como se muestra en el Anexo 18. En relación al Test de Tukey 0.05%, los resultados mostraron diferencia significativa entre las catorce variedades como se presenta en la Tabla 18. Las variedades CA-102-UTB, BA-100-UTB y FI-106-UTB presentaron los mayores valores de peso de 1000 granos, con una media aproximada de 26 g, a diferencia de la variedad BR-101-UTB que presentó una media de 24,81 g.

Tabla 18. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable Peso (g) de 1000 granos en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.

Código/Cultivares	Medias	n	E.E.	Comparaciones	
CA-102-UTB	26,54	40	0,29	A	
BA-100-UTB	26,50	30	0,34	A	
FI-106-UTB	26,41	40	0,29	A	
FI-107-UTB	25,96	40	0,29	A	B
FE-103-UTB	25,92	40	0,29	A	B
FI-105-UTB	25,87	40	0,29	A	B
FL-110-UTB	25,86	30	0,34	A	B
FL-109-UTB	25,60	40	0,29	A	B
G-111-UTB	25,56	40	0,29	A	B
G-113-UTB	25,49	40	0,29	A	B
SH-108-UTB	25,45	30	0,34	A	B
FI-104-UTB	25,36	40	0,29	A	B
G-112-UTB	25,21	40	0,29	A	B
BR-101-UTB	24,81	30	0,34	B	

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

4.19. Rendimiento (gramos/planta)

En lo que concierne a esta variable, el análisis de varianza resultó con significancia estadística, como se muestra en el Anexo 19. En relación al Test de Tukey 0.05%, los resultados mostraron diferencia significativa entre las catorce variedades (Tabla 19). La variedad SH-108-UTB, presentó el mayor peso con una media de 98,43 g/planta, a diferencia de las variedades CA-102-UTB (media de 60,53 g); FL-109-UTB (media de 58,43 g) y BR-101-UTB (media de 55,93 g), que presentaron los menores promedios.

Tabla 19. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable Rendimiento (gramos/ planta) en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019

Código/Cultivares	Medias	n	E.E.	Comparaciones		
SH-108-UTB	98,43	30	4,50	A		
FI-105-UTB	82,78	40	3,89	A	B	
G-113-UTB	75,18	40	3,89		B	C
FE-103-UTB	72,18	40	3,89		B	C
FI-106-UTB	70,98	40	3,89		B	C
G-111-UTB	69,88	40	3,89		B	C
FL-110-UTB	69,70	30	4,50		B	C
FI-104-UTB	67,50	40	3,89		B	C
G-112-UTB	66,78	40	3,89		B	C
BA-100-UTB	64,90	30	4,50		B	C
FI-107-UTB	63,43	40	3,89		B	C
CA-102-UTB	60,53	40	3,89			C
FL-109-UTB	58,43	40	3,89			C
BR-101-UTB	55,93	30	4,50			C

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

4.20. Peso de panca (g)

Al respecto de esta variable, el análisis de varianza resultó altamente significativo, como se muestra en el Anexo 20. En relación al Test de Tukey 0.05%, los resultados mostraron que las catorce variedades son significativamente diferentes ($p > 0,05$) entre sí, como se aprecia en la Tabla 20. La variedad SH-108-UTB, presentó el mayor peso de panca con una media de 68,63 g, a diferencia de la variedad BR-101-UTB con una media de 44,83 g.

Tabla 20. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable peso de panca en Gramos en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.

Código/Cultivares	Medias	n	E.E.	Comparaciones		
SH-108-UTB	68,63	30	3,24	A		
CA-102-UTB	61,15	40	2,81	A	B	
FI-105-UTB	60,58	40	2,81	A	B	
FL-109-UTB	59,95	40	2,81	A	B	
FE-103-UTB	59,35	40	2,81	A	B	
FI-106-UTB	58,15	40	2,81	A	B	C
FI-104-UTB	55,30	40	2,81	A	B	C
BA-100-UTB	54,40	30	3,24		B	C
G-111-UTB	53,53	40	2,81		B	C
FI-107-UTB	53,30	40	2,81		B	C
FL-110-UTB	53,30	30	3,24		B	C
G-112-UTB	51,38	40	2,81		B	C
G-113-UTB	50,13	40	2,81		B	C
BR-101-UTB	44,83	30	3,24			C

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

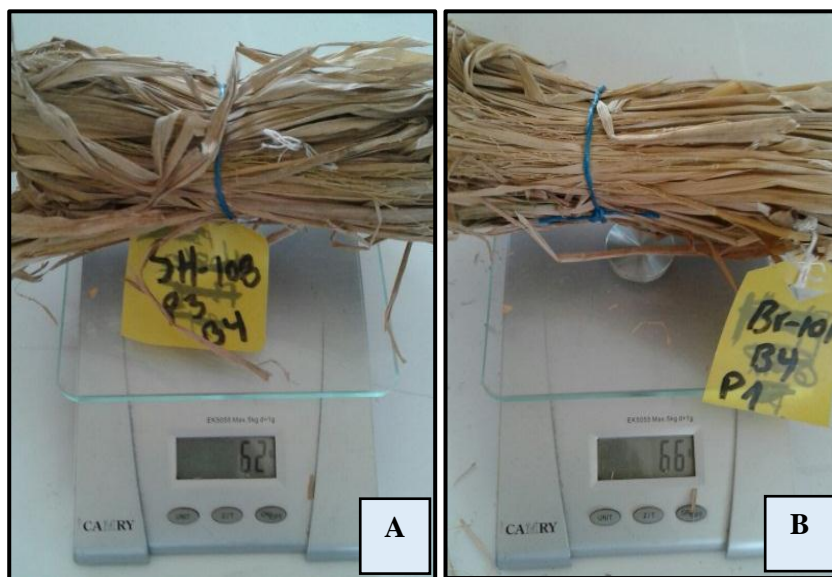


Figura 15 La variedad SH-108-UTB, presentó el mayor peso de panca con una media de 68,63g (A), y diferencia de la variedad BR-101-UTB con una media de 44,83g (B).

4.21. Relación grano: panca

Con respecto a esta variable, el análisis de varianza reportó alta significancia estadística como se presenta en el Anexo 21. En relación al Test de Tukey 0.05%, los resultados mostraron diferencia significativa entre las catorce variedades como se muestra en la Tabla 21. La variedad G-113-UTB, presentó la mejor relación de grano/panca, con una relación de 1,5:1, a diferencia de las variedades FL-109-UTB y CA-102-UTB que presentaron una relación de 1:1.

Tabla 21. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable relación grano: panca en catorce cultivares de arroz. FACIAG-UTB. 2019.

Código/Cultivares	Medias	n	E.E.	Comparaciones		
G-113-UTB	1,5:1	40	0,04	A		
SH-108-UTB	1,5:1	30	0,04	A	B	
FI-105-UTB	1,4:1	40	0,04	A	B	C
G-112-UTB	1,3:1	40	0,04	A	B	C
FL-110-UTB	1,3:1	30	0,04		B	C
G-111-UTB	1,3:1	40	0,04		B	C
BR-101-UTB	1,3:1	30	0,04			C
FI-104-UTB	1,2:1	40	0,04			C
FI-106-UTB	1,2:1	40	0,04			C
FE-103-UTB	1,2:1	40	0,04			C
BA-100-UTB	1,2:1	30	0,04			C
FI-107-UTB	1,2:1	40	0,04		C	D
CA-102-UTB	1:1	40	0,04			D E
FL-109-UTB	1:1	40	0,04			E

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

4.22. Longitud (mm) de grano descascarado

Para el caso de esta variable, el análisis de varianza presentó alta significancia estadística, como se muestra en el Anexo 22. En relación al Test de Tukey 0.05%, los resultados mostraron diferencia significativa entre las catorce variedades (Tabla 22). La variedad FE-103-UTB, presentó la mayor longitud de grano descascarado con una media de 7,44 mm, a diferencia de las variedades FL-110-UTB que presentó una media de 6,72 mm, siendo así la variedad con menor longitud de grano.

Tabla 22. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable longitud de grano (mm) descascarado en catorce variedades de arroz. FACIAG-UTB. 2019.

Código/Cultivares	Medias	N	E.E.	Comparaciones		
FE-103-UTB	7,44	40	0,04	A		
G-113-UTB	7,28	40	0,04	A	B	
CA-102-UTB	7,24	40	0,04		B	C
FL-109-UTB	7,09	40	0,04		C	D
SH-108-UTB	7,04	30	0,04		D	E
FI-107-UTB	7,03	40	0,04		D	E
FI-106-UTB	7,03	40	0,04		D	E
G-111-UTB	6,95	40	0,04		D	E F
BR-101-UTB	6,92	30	0,04		D	E F
FI-104-UTB	6,91	40	0,04		D	E F
FI-105-UTB	6,88	40	0,04			E F G
BA-100-UTB	6,87	30	0,04			E F G
G-112-UTB	6,82	40	0,04			F G
FL-110-UTB	6,72	30	0,04			G

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

4.23. Ancho (mm) de grano descascarado

Con respecto a esta variable, el análisis de varianza presentó alta significancia estadística como se muestra en el Anexo 23. En relación al Test de Tukey 0.05%, los resultados mostraron diferencia significativa entre los catorce cultivares (Tabla 23). La variedad FI-105-UTB, obtuvo mayor ancho de grano descascarado con una media de 2,45 mm, a diferencia de la variedad BR-101-UTB con una media de 2,12 mm; siendo así la variedad con menor ancho de grano.

Tabla 23. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable ancho (mm) de grano descascarado en catorce variedades de arroz. FACIAG-UTB. 2019.

Código/Cultivares	Medias	N	E.E.	Comparaciones		
FI-105-UTB	2,45	40	0,01	A		
G-111-UTB	2,36	40	0,01	B		
FL-110-UTB	2,32	30	0,02	B	C	
FI-106-UTB	2,32	40	0,01	B	C	
FI-107-UTB	2,29	40	0,01	C		
BA-100-UTB	2,26	30	0,02	C	D	
FL-109-UTB	2,22	40	0,01	D E		
FI-104-UTB	2,22	40	0,01	D E		
G-112-UTB	2,22	40	0,01	D	E	F
CA-102-UTB	2,19	40	0,01	E F G		
SH-108-UTB	2,18	30	0,02	E F G		
G-113-UTB	2,16	40	0,01	E F G		
FE-103-UTB	2,15	40	0,01	F G		
BR-101-UTB	2,12	30	0,02	G		

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

4.24. Forma del grano (Largo mm/ancho mm)

En lo que concierne a esta variable, el análisis de varianza reportó alta significancia estadística (Anexo 24). En relación al Test de Tukey 0.05%, los resultados mostraron diferencia significativa entre las catorce variedades, como se muestra en la Tabla 24. La variedad FE-103-UTB obtuvo una relación largo/ancho mayor en grano entero con una media de 3,45, clasificándose como grano delgado de acuerdo a la escala estandarizada del CIAT, a diferencia de la variedad FI-105-UTB obtuvo una relación larga/ancho menor con una media de 2,82, clasificándose como granos medios de acuerdo a la escala.

Tabla 24. Resultado del Test de Tukey 0.05% de la variable Forma del grano (Largo mm/ancho mm), en catorce variedades de arroz. FACIAG UTB. 2019.

Código/Cultivares	Medias	N	E.E.	Comparaciones		
FE-103-UTB	3,47	40	0,02	A		
G-113-UTB	3,38	40	0,02	A	B	
CA-102-UTB	3,32	40	0,02		B	C
BR-101-UTB	3,25	30	0,03			C
SH-108-UTB	3,24	30	0,03		C	D
FL-109-UTB	3,20	40	0,02		C	D
FI-104-UTB	3,13	40	0,02			D E
G-112-UTB	3,08	40	0,02			E
FI-107-UTB	3,07	40	0,02			E
FI-106-UTB	3,05	40	0,02			E F
BA-100-UTB	3,04	30	0,03			E F
G-111-UTB	2,94	40	0,02			F G
FL-110-UTB	2,90	30	0,03			G
FI-105-UTB	2,82	40	0,02			G

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

4.25. Análisis de Componentes Principales

Referente al análisis de componentes principales, en la Tabla 25, se observan las correlaciones de los caracteres que fueron establecidos entre las 16 variables cuantitativas que corresponden a este análisis.

Tabla 25. Análisis de componentes principales, resultados de las correlaciones entre las 16 variables cuantitativas que se incluyeron en este análisis. FACIAG-UTB, 2019.

VARIABLES	CP1	CP2
Días a floración	-0,35	0,12
Ciclo vegetativo (días)	-0,36	-0,03
Macollos por plantas	0,08	0,26
Panículas por plantas	0,05	0,47
Long. de la hoja bandera	0,31	-0,23
Ancho de la hoja bandera	0,24	-0,30
Altura de planta (cm)	0,01	-0,30
Long. de la panícula (cm)	0,16	-0,08
Granos por panícula	0,43	-0,02
Granos vanos por panícula	0,27	0,37
Peso de 1000 granos (g)	-0,16	0,05
Rendimiento gramos/planta	0,36	0,16
Peso de panca (g)	0,12	0,13
Relación gramos /planta	0,35	0,11
Longitud de grano descasca.	-0,05	0,36
Ancho de grano descasca.	0,08	-0,36

En la Tabla 26, se aprecian los Autovalores, la proporción distribuida y la proporción acumulada. Se observa que la proporción acumulada muestra que las cuatro primeras variables, tales como: Días a floración, Ciclo vegetativo (días), Macollos por plantas y Panículas por plantas, presentaron los valores de la proporción distribuida 0,28; 0,22; 0,16 y 0,10; respectivamente. Al observar la proporción acumulada, estas cuatro variables manifiestan el 76% de la variación.

Tabla 26. Autovalores, proporción distribuida y proporción acumulada de las variables analizadas. FACIAG- UTB. Los Ríos, Ecuador, 2019.

Lambda	Valor propio	Proporción	Prop. Acumulada
Días a floración	4,41	0,28	0,28
Ciclo vegetativo (días)	3,47	0,22	0,49
Macollos por plantas	2,60	0,16	0,66
Panículas por plantas	1,61	0,10	0,76
Long. de la hoja bandera	1,23	0,08	0,83
Ancho de la hoja bandera	0,94	0,06	0,89
Altura de planta (cm)	0,75	0,05	0,94
Long. de la panícula (cm)	0,36	0,02	0,96
Granos por panícula	0,26	0,02	0,98
Granos vanos por panícula	0,24	0,02	0,99
Peso de 1000 granos (g)	0,08	0,01	1,00
Rendimiento gramos/planta	0,03	0,00	1,00
Peso de panca (g)	0,01	0,00	1,00
Relación grano /panca	0,00	0,00	1,00
Long. Grano descascarado.	0,00	0,00	1,00
Ancho grano descascarado.	0,00	0,00	1,00

En la Figura 14, se observa gráficamente, la correlación existente entre las variables estrechamente correlacionadas, como se muestra en el Cuadrante 1, que existe una estrecha relación entre rendimiento (g/planta) y la relación grano/panca. A su vez en el mismo Cuadrante se correlacionan los granos por panícula con el peso de panca. En el Cuadrante 2, se observa que existe una estrecha correlación entre la longitud de panícula (cm) con la longitud de hoja bandera (cm), y en el Cuadrante 4 se relaciona días a floración con peso de mil granos.

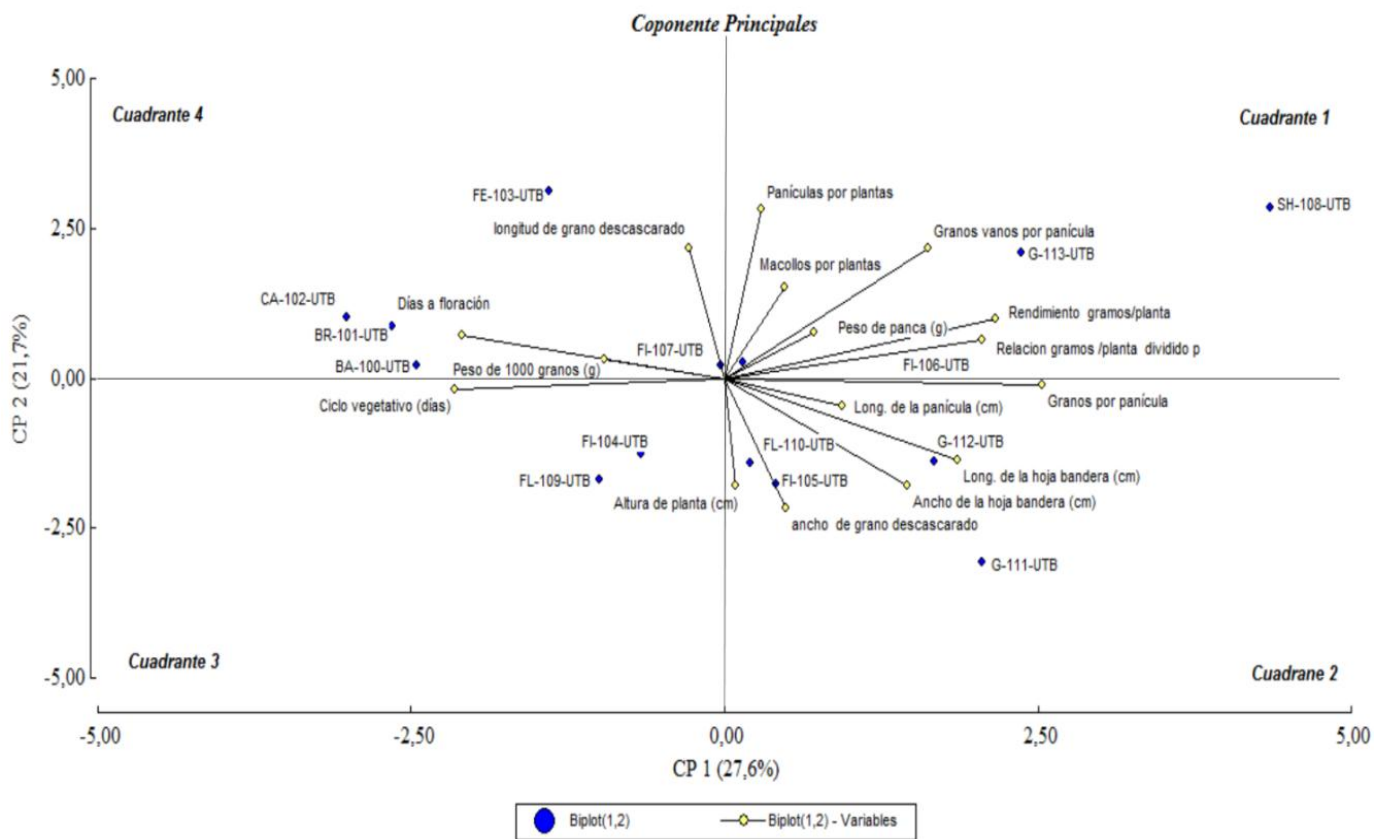


Figura 16. Análisis de componentes principales, muestra gráfica entre las variables estrechamente correlacionadas.

4.26. Análisis de Conglomerados

En lo que respecta al análisis conglomerado, de acuerdo a las características analizadas, se pueden observar la conformación de tres clases o grupos entre los catorces variedades. Significa entonces que las variedades que integran la clase I, tienen similitudes de caracteres agronómicos y productivos, entre las cuales se mencionan a SH-108-UTB y G-113-UTB. Iguales tendencias muestran los cultivares de la clase II que son FI-106-UTB, FI-107-UTB, FL-110-UTB, G-112-UTB, G-111-UTB FL-109-UTB, FI-104-UTB y FI-105-UTB. Finalmente, la clase III, agrupa a los cultivares BA-100-UTB, BR-101-UTB, CA-102-UTB, FE-103-UTB. En la Figura 15, se muestran los grupos o clases agrupadas, como resultados del análisis de conglomerados.

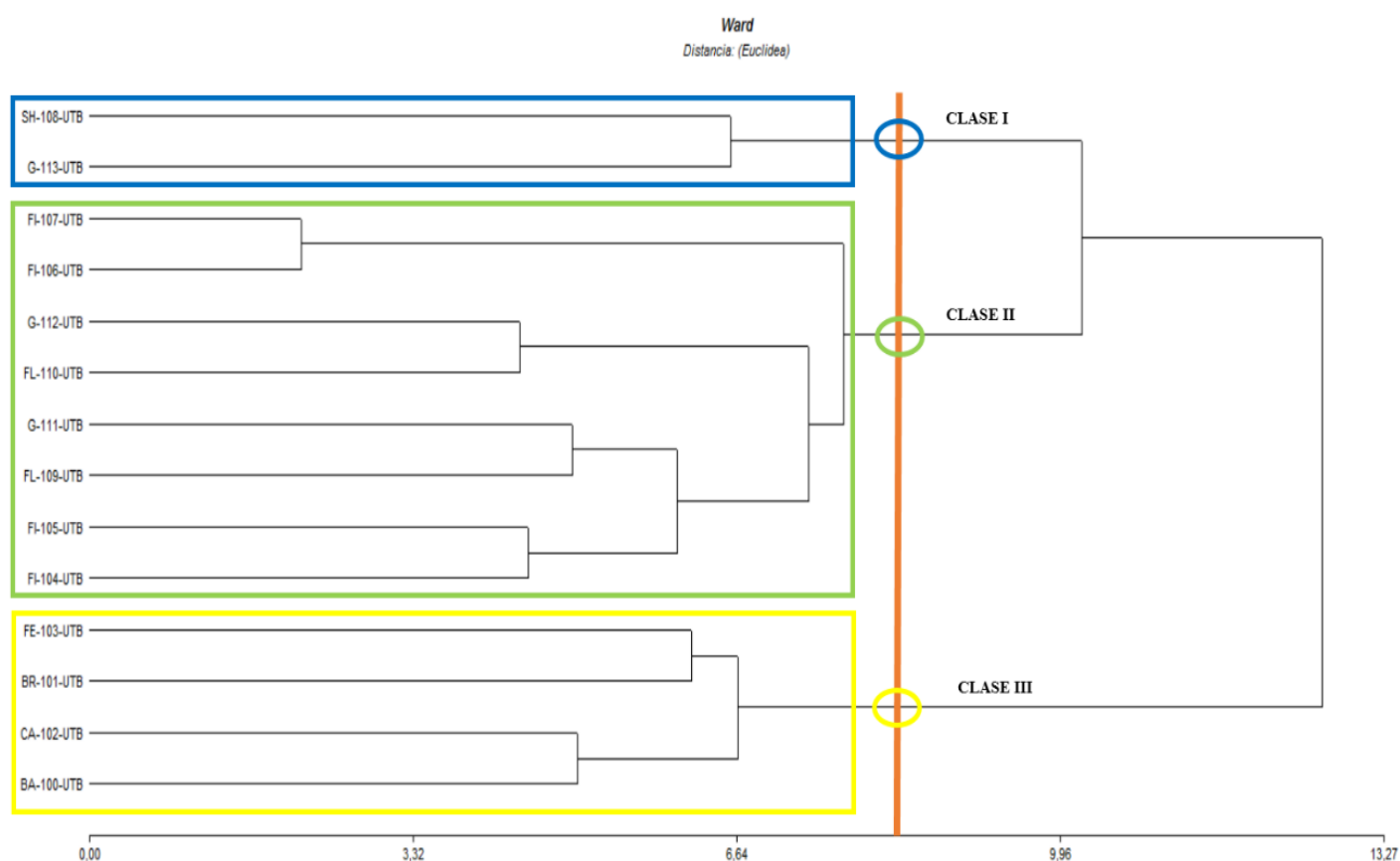


Figura 17. Análisis de conglomerados, muestra gráfica de la similitud de caracteres agronómicos y productivos entre los cultivares estudiados.

4.27. Análisis de variabilidad relativa (%), para la selección de las variedades más productivas, mediante la variable rendimiento (g/planta).

El análisis de variabilidad relativa (%), se empleó para la selección de las variedades más productivas, utilizando la variable rendimiento (g/planta), en la cual se consideraron los valores más altos (arriba del promedio) del rendimiento, y los valores más bajos (abajo del promedio) de la variabilidad relativa (%). Considerando estos aspectos, los valores de rendimiento que se ubicaron en la cuadrícula inferior derecha para las variedades FI-105-UTB y G-111-UTB, fueron de 69,88 y 70,97, respectivamente. En cuanto a la variabilidad relativa (%), este valor osciló entre 0,8% aproximadamente, para los dos cultivares como se muestra en la Figura 16. Sin embargo; es menester mencionar que existen cultivares que superan grandemente en producción, como se observa en la variedad SH-108-UTB con 98,43 g/planta, que es necesario considerar para estudios posteriores.

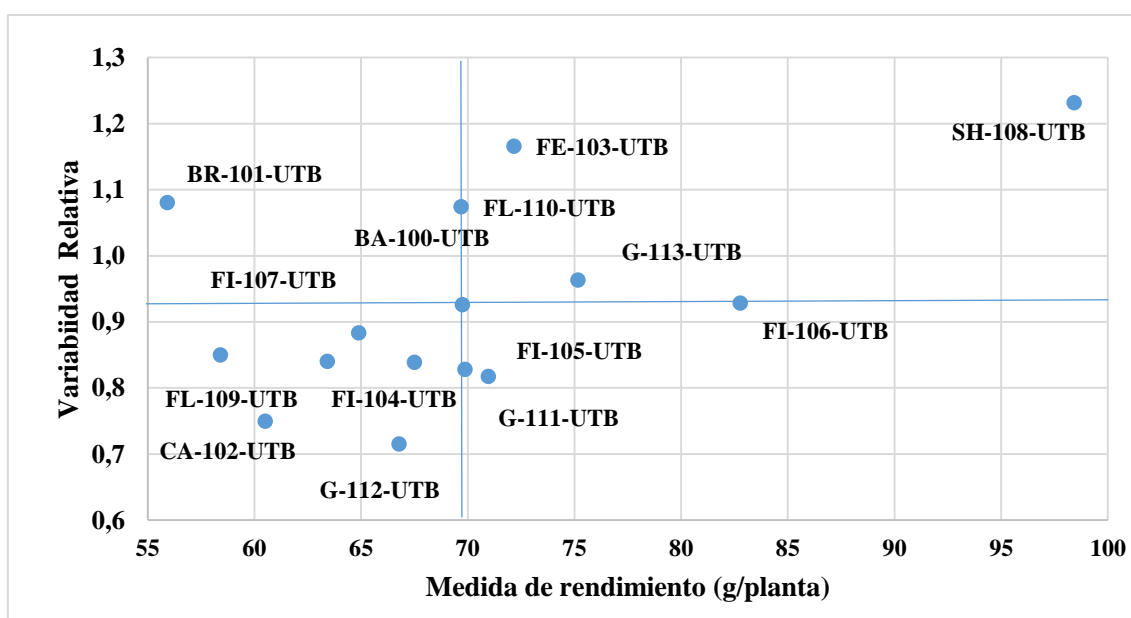


Figura 18. Análisis de componentes principales, muestra gráfica entre las variables estrechamente correlacionadas.

V. DISCUSIÓN

Gil (2017), en su investigación realizada sobre Evaluación agronómica de la variedad de arroz INIAP FL-1480 Cristalino, con tres distanciamientos de siembra, en la zona de Babahoyo, concluyó que dicho cultivar con un distanciamiento de siembra de 0,25 x 0,30 presentó el mayor número valor (174,00 granos/panícula). En el presente estudio, que fue realizado en un sector aledaño al mencionado, se observó que las variedades SH-108-UTB y G-112-UTB, alcanzaron la mayor cantidad de granos por panícula, presentando un promedio de 251,83 y 240,78, respectivamente; a diferencia de la variedad CA-102-UTB, que presentó menor cantidad de granos con una media de 155,38. Los valores del presente estudio son mayores, si son comparados con el estudio en mención. Esto probablemente se deba a condiciones climáticas dadas épocas sembradas, densidad de siembra y genética de los genotipos, ya son materiales de diferentes procedencias.

Según Bajaña (2011), en un estudio comparativo de cuatro variedades de arroz introducidas al país comparadas dos variedades nacionales, sembradas en la zona de Babahoyo, determinó que el mayor peso de 1000 semillas lo consiguió INIAP 16, con 33.48 g y el menor valor se observaron en la S-FL 09 e INIAP 14, con 28.93 g en los dos cultivares. En el presente estudio, se obtuvieron valores menores a lo reportado por el autor antes mencionado, donde se observó que la variedad CA-102-UTB presentó una media de 26,54 g, como mayor valor; a diferencia de la variedad BR-101-UTB, que obtuvo una media de 24,81 g, como menor valor del presente estudio.

Chen F. (2007), en un estudio sobre la evaluación del comportamiento agronómico de 18 materiales genéticos de arroz, en la habilidad de macollamiento, la línea 60 logró producir el mayor número de macollos con un promedio de 21 macollos por planta. Este valor se aproxima a los obtenidos en el presente ensayo, donde la variedad FI-107-UTB, alcanzó el mayor valor, con una media de 23,73 macollos por planta, a diferencia de la variedad FL-110-UTB, que obtuvo la menor cantidad de macollos, con una media de 16,07.

Haro O. (2016), en un estudio realizado sobre la evaluación comparativa de dos variedades de arroz en la zona de Mata de Cacao, provincia de Los Ríos, observó que el cultivar INIAP-14, presentó el promedio más alto con un valor de 40,2 g/planta, mientras que la variedad de FL-011, obtuvo 35,8 g/planta. Estos valores no se comparan a los promedios obtenidos en el presente estudio, donde la variedad SH-108-UTB, presentó el mayor peso con una media de 98,43 g/planta a diferencia de las variedades CA-102-UTB, BR-101-UTB y FL-109-UTB que presentaron los valores más bajos con una media de 60,53; 58,43 y 55,93 g/planta, respectivamente. Cabe mencionar que inclusive los valores más bajos de este estudio superaron los resultados obtenidos por los autores mencionados.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación sobre las “Características morfoagronómicas y productivas en 14 genotipos de arroz (*Oryza sativa* L. ssp. *indica*), en la zona del cantón Babahoyo”, se determinaron las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Conclusiones:

- De acuerdo a la variable macollos por planta, la variedad FI-107-UTB, alcanzó el mayor número de macollos, con un promedio de 23,73, que en comparación con la variedad FL-110-UTB, obtuvo una cantidad de macollos de 16,07.
- En lo que se relaciona a la variable panículas por planta, la variedad SH-108-UTB, alcanzó la mayor cantidad de panículas, con una media de 21,77. A diferencia de las variedades FL-110-UTB, FL-109-UTB y G-111-UTB, que obtuvieron la menor cantidad de panículas por planta con promedios alrededor de 15 panículas.
- La variedad FI-107-UTB, obtuvo la mayor longitud de panícula con una media de 27,39 a diferencia de la variedad G-112-UTB que presentó la menor longitud con una media de 22,73.
- Las variedades SH-108-UTB y G-112-UTB, alcanzaron la mayor cantidad de granos por panícula, presentando medias de 251,83 y 240,78, respectivamente, a diferencia de la variedad CA-102-UTB que presentó menor cantidad de granos con una media de 155,38 granos.

- La variedad SH-108-UTB, presentó el mayor peso, con una media de 98,43 g/planta, siendo la variedad más productiva de este estudio, a diferencia de las variedades CA-102-UTB (media de 60,53 g); FL-109-UTB (media de 58,43 g) y BR-101-UTB (media de 55,93 g), que presentaron los menores promedios.
- La variedad G-113-UTB, presentó la mejor relación de grano/panca, con una relación de 1,5:1, a diferencia de las variedades FL-109-UTB y CA-102-UTB que presentaron una relación de 1:1.

Recomendaciones

- Evaluar el comportamiento agronómico de los cultivares estudiados, en otras localidades, bajo el sistema de riego y seco en las zonas productoras del país. para determinar parámetros productivos y la expresión genotípica.

VII. RESUMEN

El presente trabajo experimental denominado “Características morfoagronómicas y productivas en 14 genotipos de arroz (*Oryza sativa* L. ssp. *indica*), en la zona del cantón Babahoyo”, se llevó a cabo en la Hacienda Valle Verde, ubicada a 17 msnm en las coordenadas geográficas UTM: 9796094 de latitud sur y 668255 de longitud occidental. El promedio anual de precipitación es de 2329,8 mm; con una humedad relativa de 82%; 998.2 horas de heliofanía por año y con una temperatura promedio de 25.6 °C. Los objetivos fueron: Determinar los parámetros fenotípicos para la caracterización agronómica y productiva de cultivares de arroz tipo índica; caracterizar los aspectos agronómicos y productivos en 14 genotipos de arroz tipo índica y; seleccionar los genotipos de mejor comportamiento agronómico y productivo. Las variables se analizaron aplicando un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cuatro repeticiones y 14 variedades: BA-100-UTB, BR-101-UTB, CA-102-UTB, FE-103-UTB, FI-104-UTB, FI-105-UTB, FI-106-UTB, FI-107-UTB, SH-108-UTB, FL109-UTB, FL-110-UTB, G-111-UTB, G-112-UTB y G-113-UTB. Se realizó el Análisis de Varianza (ANOVA) y al test de Tukey 5% para determinar la significancia estadística y para comparar los valores de las variables. El análisis de Componentes Principales, se realizó para determinar la relación existente entre los cultivares. Igualmente, se realizó el análisis de Conglomerados para conocer la similitud de características entre las variedades, donde se empleó la Distancia Euclídea del método Ward.

Adicionalmente, para seleccionar las variedades de mejor comportamiento agronómico, se utilizó el análisis de Variabilidad Relativa (%), utilizando la variable rendimiento por planta (g/planta). El menor valor de variabilidad y los valores

superiores a la media del rendimiento (g/planta), sirvieron para elaborar el gráfico de cuatro celdas, donde los valores de las variedades que se localizaron en la cuadrícula inferior derecha, fueron las variedades seleccionadas de mejor producción. Las variables evaluadas fueron: Vigor, Días a floración, Ciclo Vegetativo (días), Macollos por planta, Panículas por planta, Longitud (cm) y Ancho (cm) de hoja bandera y hoja 2, Altura de planta (cm), Longitud de panícula (cm), Granos por panícula, Esterilidad de panícula (%), Desgrane (%), Peso de 1000 granos (g), Longitud (mm) y ancho (mm) del grano descascarado, Forma del grano y Rendimiento (g/planta). Con respecto a los resultados la variable macollos por planta, el análisis de la varianza resultó con alta significancia estadística. En relación al Test de Tukey 0,05%, los resultados mostraron diferencia significativa entre los catorce cultivares, la variedad FI-107-UTB, alcanzó el mayor valor, con una media de 23,73 macollos por planta, a diferencia de la variedad FL-110-UTB, que obtuvo la menor cantidad de macollos, con una media de 16,07. En relación a la variable granos por panícula, el análisis de varianza logró alta significancia estadística. Los resultados del Test de Tukey 0.05%, mostraron diferencia significativa entre las catorce variedades. Las variedades SH-108-UTB y G-112-UTB, alcanzaron la mayor cantidad de granos por panícula, presentando medias de 251,83 y 240,78, respectivamente; a diferencia de la variedad CA-102-UTB que presentó menor cantidad de granos con una media de 155,38. En lo que concierne a la variable rendimiento (g/planta), el análisis de varianza resultó con significancia estadística. En relación al Test de Tukey 0.05%, los resultados mostraron diferencia significativa entre las catorce variedades. La variedad SH-108-UTB, presentó el mayor peso con una media de 98,43 g/planta, a diferencia de las variedades CA-102-UTB (media de 60,53 g); FL-109-UTB (media de 58,43 g) y BR-101-UTB (media de 55,93 g), que presentaron los menores

promedios. En conclusión, se destaca los cultivares con mejor comportamiento agronómico y productivo. SH-108-UTB presentó el mayor peso de rendimiento (g/planta) y la variedad G-113-UTB, presentó la mejor relación de grano/panca, con una relación de 1,5:1, sin embargo; los cultivares seleccionados que aparecen de menor variabilidad y mejor rendimiento fueron FI-105-UTB , FI-106-UTB y G-111-UTB. Se recomienda evaluar el comportamiento agronómico de estos cultivares establecidos en otra localidad, bajo el sistema de riego y seco en las zonas productora del país, para determinar parámetros productivos y ver la expresión genotípica.

Palabras claves: Variedades de Arroz, caracterización fenotípica, mejoramiento genético, variabilidad relativa (%).

VIII. SUMMARY

The present experimental work called "Morphoagronomic and productive characteristics in 14 genotypes of rice (*Oryza sativa* L. ssp. *indica*), in the area of the Babahoyo canton", was carried out in the Hacienda Valle Verde, located at 17 masl in the coordinates geographic UTM: 9796094 south latitude and 668255 west longitude. The annual average of precipitation is 2329.8 mm; with a relative humidity of 82%; 998.2 hours of heliophany per year and with an average temperature of 25.6 °C. The objectives were: To determine the phenotypic parameters for the agronomic and productive characterization of Indica-type rice cultivars; characterize the agronomic and productive aspects in 14 Indica-type rice genotypes; select the genotypes with the best agronomic and productive behavior. The variables were analyzed applying a Design of Blocks Completely Random (DBCA) with four repetitions and 14 varieties: BA-100-UTB, BR-101-UTB, CA-102-UTB, FE-103-UTB, FI-104-UTB, FI-105-UTB, FI-106-UTB, FI-107-UTB, SH-108-UTB, FL109-UTB, FL-110-UTB, G-111-UTB, G-112-UTB and G-113-UTB.

The Analysis of Variance (ANOVA) and the Tukey test were performed 5% to determine the statistical significance and to compare the values of the variables. The Principal Components analysis was carried out to determine the relationship between the cultivars. Likewise, the Conglomerates analysis was performed to know the similarity of characteristics among the varieties, where the Euclidean Distance of the Ward method was used. Additionally, to select the varieties with the best agronomic performance, the Relative Variability analysis (%) was used, using the variable yield per plant (g / plant). The lower value of variability and the values higher than the

average of the yield (g / plant), served to elaborate the graph of four cells, where the values of the varieties that were located in the lower right grid, were the selected varieties of better production.

The variables evaluated were: Vigor, Days to flowering, Vegetative cycle (days), Bushes per plant, Panicles per plant, Length (cm) and Width (cm) of flag leaf and leaf 2, Plant height (cm), Length of panicle (cm), Grains per panicle, Panicle sterility (%), Shelling (%), Weight of 1000 grains (g), Length (mm) and width (mm) of the peeled grain, Grain shape and Yield (g/plant). With respect to the results the variable tillers by plant, the analysis of the variance turned out with high statistical significance. In relation to the Tukey Test 0.05%, the results showed significant difference between the fourteen cultivars, the variety FI-107-UTB, reached the highest value, with an average of 23.73 tillers per plant, unlike the variety FL-110-UTB, which obtained the lowest number of tillers, with an average of 16.07. In relation to the variable grains per panicle, the analysis of variance achieved high statistical significance. The results of the Tukey Test 0.05%, showed significant difference between the fourteen varieties. The varieties SH-108-UTB and G-112-UTB, reached the highest number of grains per panicle, presenting averages of 251.83 and 240.78, respectively; unlike the CA-102-UTB variety that presented the lowest amount of grain with an average of 155.38. Regarding the performance variable (g / plant), the analysis of variance was statistically significant. In relation to the Tukey Test 0.05%, the results showed significant difference between the fourteen varieties. The variety SH-108-UTB, presented the highest weight with an average of 98.43 g / plant, unlike the varieties CA-102-UTB (average of 60.53 g); FL-109-UTB (mean of 58.43 g) and BR-101-UTB (average of 55.93 g), which presented the lowest averages.

In conclusion, we highlight the cultivars with the best agronomic and productive behavior. SH-108-UTB presented the highest yield weight (g / plant) and variety G-113-UTB, presented the best grain / dry matter ratio, with a ratio of 1.5: 1, however; the selected cultivars that appear of less variability and better yield were FI-105-UTB, FI-106-UTB and G-111-UTB. It is recommended to evaluate the agronomic behavior of these cultivars established in another locality, under the irrigation system and dry land in the producing areas of the country, to determine productive parameters and to see the genotypic expression.

Keywords: Varieties of Rice, phenotypic characterization, genetic improvement, relative variability (%).

IX. LITERATURA CITADA

- Acevedo, M., Castrillo, W., & Belmonte, U. (2006). Origen, evolucion y diversidad del arroz. *Agronomia tropical*, 26. Obtenido de <http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/1598/1/Trabajo%20de%20Grado%20-%20Javier%20Felipe%20Castro.pdf>
- Acosta Buitrago, J. O. (2011). *Evaluación del sistema intensivo de cultivo arrocero*. Dinamarca. Obtenido de http://sri.ciifad.cornell.edu/countries/colombia/research/Colombia_tesis_Buitrago_UC_0913211.pdf
- Andrade, F., & Hurtado, E. (2007). *Taxonomía, morfología, crecimiento y desarrollo de la planta de arroz*. Guayas- Ecuador.
- Bajaña, S. (2011). *Estudio Comparativo de cuatro variedades de arroz introducidas al país con dos variedades nacionales sembradas en la zona de Babahoyo*. Universidad Tecnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuaria Escuela de Ingenieria Agronomica , Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/65/6/T-UTB-FACIAG-AGR-000002.pdf>
- Bernis, J. M. (2004). *Variedades y mejora del arroz (Oryza sativa L.), universidad internacional de cataluña*. Cataluña-España. Obtenido de <http://books.google.es/books?id=6BXxlGGUXew&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

- Castro Mendez, J. F. (2015). *Caracterización morfo-agronómica de 119 introducciones pertenecientes a la colección colombiana de arroz (Oryza sativa L.)*. Ibagué-Tolima. Obtenido de <http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/1598/1/Trabajo%20de%20Grado%20-%20Javier%20Felipe%20Castro.pdf>
- Celi, R. (2007). *Obtención de variedades de arroz en Ecuador*. Guayas-Ecuador. Obtenido de <http://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1277/1/169.pdf>
- Chen, T. F. (2007). *Evaluación del comportamiento agronómico de 18 materiales genéticos del cultivo de arroz (Oryza sativa L.)*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad, Guatemala.
- Chinchilla, E. (2004). *Estudio del proceso de trabajo y operaciones, perfil de riesgo y exigencias laborales en el cultivo de arroz*. Panamá. Obtenido de <http://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1277/1/169.pdf>
- Díaz, A. (1989). *Nivelación de lotes para la producción de arroz de riego*. Cali-Colombia. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2837/Manejo%20agron%C3%B3mico%20del%20cultivo%20de%20arroz%20%28Oryza%20sativa%20L.%29%20sembrado%20bajo%20riego%20en%20finca%20Ranchos%20Horizonte%20Ca%C3%B1as%20Guanacaste%20Costa%20Rica..p>
- Fedearroz. (2011). *Historia del arroz*. Colombia. Obtenido de <http://www.fedearroz.com.co/new/historiaarroz.php>.

- Fernández, V. (1980). *Observaciones de la técnicas utilizada en la producción comercial de arroz anegado en la zona de liberia, Guanacaste*. San Carlos-Costa Rica. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2837/Manejo%20agron%C3%B3mico%20del%20cultivo%20de%20arroz%20%28Oryza%20sativa%20L.%29%20sembrado%20bajo%20riego%20en%20finca%20Ranchos%20Horizonte%20Ca%C3%BAas%2C%20Guanacaste%2C%20Costa%20Rica..p>
- FLAR. (1997). Caracterización morfoagronómica de variedades de arroz. 70.
- FLAR. (1997). El arroz, Una gran oportunidad para América Latina. *El Arroz*, 46(408), 70-72.
- Gil, B. W. (2017). *Evaluación agronómica de la variedad de arroz (Oryza sativa L.) INIAP FL-1480 Cristalino, con tres distanciamientos de siembra, en la zona de Babahoyo*. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica, Babahoyo.
- González, F. J. (1985). *El arroz. origen, taxonomía y anatomía de la planta de arroz (Oryza sativa L.)*. Colombia. Obtenido de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/Tesis_Lineas_Salahondita_Univ%20Pacífico%20_4_11_08.pdf
- González, J., Rosero, M., & Arregocés, O. (1985). *Morfología de la planta de arroz*. Cali-Colombia. Obtenido de <http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/1598/1/Trabajo%20de%20Grado%20-%20Javier%20Felipe%20Castro.pdf>

- Guillermo Muñoz., G. G. (1993). *Descriptores varietales: arroz, frijol, maiz, sorgo*. Centro Internacional de Agricultura Tropical , Cali-Colombia. Obtenido de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/descriptores_varietales.pdf
- Guzmán Bermúdez, D. (2006). *Manejo agronómico del cultivo de arroz (Oryza sativa L.), sembrado bajo riego en finca ranchos horizonte*. Cañas-Guanacaste. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2837/Manejo%20agron%C3%B3mico%20del%20cultivo%20de%20arroz%20%28Oryza%20sativa%20L.%29%20sembrado%20bajo%20riego%20en%20finca%20Ranchos%20Horizonte%3B%20Ca%C3%B1as%20Guanacaste%20Costa%20Rica..p>
- Haro, O. (2016). *Evaluación comparativa en lotes comerciales de dos variedades de arroz, (Oryza sativa L.) sembradas en la zona de Mata de Cacao*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil , Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo , Guayaquil.
- INFOAGRO. (2015). *Mejoramiento genético en plantas*. Obtenido de <http://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1277/1/169.pdf>
- INTA. (2009). *Cultivo del arroz. Guía tecnología para la producción del arroz (Oryza sativa L.)*. Nicaragua.
- Jennings.P.R., Coffman. W.R. y Kouffman, H.E. (1981). *Mejoramiento de Arroz*. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali, Colombia.

- Landires Gaspar, D., & Márquez Borbor, G. (2013). *Análisis del contenido amilosa-amilopectina en seis variedades de arroz Ecuatoriano*. Guayaquil-Ecuador. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/25390>
- MAGAP. (19 de 09 de 2013). Un promedio de 117 libras al ao consumo cada ecuatoriano. *Diario El Universo. Economía*, pág. p 16. Obtenido de <http://www.eluniverso.com/noticias/2013/09/19/nota/162276promedio-117-libras-arroz-ano-consumo-cada-ecuadoriano>
- Muñoz, G., Giraldo, G., & Fernandez de Soto, J. (1993). *Descriptorios varietales: Arroz, frijol, maiz, sorgo*. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. Obtenido de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/descriptores_varietales.pdf
- Olmos, S. (2006). *Apunte de morfología, fenología, eofisiología, y mejoramineto genético del arroz*. Argentina. Obtenido de <http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/Apunte-MORFOLOGIA.pdf>
- Sasson, A. (1985). *Desarrollo y uso de las técnicas in vitro en el mejoramiento genético del arroz*. Cuba. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6640/1/TUMBACOPibaqueDARLI N.pdf>
- Tascon , E., & García , D. (1985). *Arroz investigación y producción, CIAT*. Cali-Colombia. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2837/Manejo%20agron%C3%B3mico%20del%20cultivo%20de%20arroz%20%28Oryza%20sativa%20L>.

%29%20sembrado%20bajo%20riego%20en%20finca%20Ranchos%20Horizont
e%3B%20Ca%3B1as%2C%20Guanacaste%2C%20Costa%20Rica..p

Torres, R. (2013). *Evaluación agronómica de cinco variedades de arroz 8 Oryza sativa L.), a dos distancias en siembra directa bajo el sistema d cultivo en seco.* Riobamba-Ecuador.

Tumbaco Pibaque, D. S. (2015). *Androgénesis inducida, en varias poblaciones F1 de arroz (Oryza sativa L.) para generaciones de plantas doble haploides.* Guayaquil-Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6640/1/TUMBACOPibaqueDARLI N.pdf>

UNI. (1975). *Cultivo del arroz; manual de producción.* Mexico: Limusa. Obtenido de <http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/1598/1/Trabajo%20de%20Grado%20-%20Javier%20Felipe%20Castro.pdf>

Váldez Rodríguez, J. J. (2015). *Evaluación morfo-agronómica y productiva de ocho variedades de arroz (Oryza sativa L.), en el reciento los cerritos.* Guaranda-Ecuador. Obtenido de <http://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1277/1/169.pdf>

Valdiviezo, E. (2007). *Manejo y necesidades de agua en el cultivo de arroz.* Guayas-Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6062/1/GREFAShiguangoMARTIN .pdf>

X. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza (SC tipo I) de la variable vigor de las 14 variedades estudiadas. FACIAG-UTB, Ecuador, 2019

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	399,23	13	30,71	25,47	<0,0001
Código/Cultivares	399,23	13	30,71	25,47	<0,0001
Error	610,00	506	1,21		
Total	1009,23	519			

Anexo 2. Análisis de varianza (SC tipo I) de la variable días a la floración, de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	4323,2	13	332,56	11,26	<0,0001
Código/Cultivares	4323,2	13	332,56	11,26	<0,0001
Error	14942,8	506	29,53		
Total	19266,0	519			

Anexo 3. Análisis de varianza (SC tipo I) de la variable ciclo vegetativo, de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1427,01	13	109,77	9,94	<0,0001
Código/Cultivares	1427,01	13	109,77	9,94	<0,0001
Error	5589,41	506	11,05		
Total	7016,42	519			

Anexo 4. Análisis de varianza (SC tipo I) de la variable días entre floración y cosecha, de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1954,06	13	150,31	9,27	<0,0001
Código/Cultivares	1954,06	13	150,31	9,27	<0,0001
Error	8204,36	506	16,21		
Total	10158,42	519			

Anexo 5. Análisis de varianza (SC tipo I) de la variable macollos por planta, de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1894,53	13	145,73	3,63	<0.0001
Código/Cultivares	1894,53	13	145,73	3,63	<0.0001
Error	20325,43	506	40,17		
Total	22219,95	519			

Anexo 6. Análisis de varianza (SC tipo I) de la variable panículas por planta, de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1734,18	13	133,40	4,33	<0,0001
Código/Cultivares	1734,18	13	133,40	4,33	<0,0001
Error	15592,58	506	30,82		
Total	17326,75	519			

Anexo 7. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable longitud de hoja bandera, de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10624,40	13	817,26	13,97	<0,0001
Código/Cultivares	10624,40	13	817,26	13,97	<0,0001
Error	29602,55	506	58,50		
Total	40226,95	519			

Anexo 8. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable ancho de hoja bandera, de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11,16	13	0,86	20,38	<0,0001
Código/Cultivares	11,16	13	0,86	20,38	<0,0001
Error	21,31	506	0,04		
Total	32,48	519			

Anexo 9. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable longitud de hoja 2 de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8608,27	13	662,17	9,19	<0,0001
Código/Cultivares	8608,27	13	662,17	9,19	<0,0001
Error	36453,52	506	72,04		
Total	45061,79	519			

Anexo 10. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable ancho de hoja 2 de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,22	13	0,56	13,22	<0,0001
Código/Cultivares	7,22	13	0,56	13,22	<0,0001
Error	21,25	506	0,04		
Total	28,47	519			

Anexo 11. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable altura de planta de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9471,48	13	728,58	21,28	<0,0001
Código/Cultivares	9471,48	13	728,58	21,28	<0,0001
Error	17322,24	506	34,23		
Total	26793,72	519			

Anexo 12. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable longitud de panícula de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1453,21	13	111,79	31,01	<0,0001
Código/Cultivares	1453,21	13	111,79	31,01	<0,0001
Error	1824,19	506	3,61		
Total	3277,40	519			

Anexo 13. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable granos por panícula de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	334934,88	13	25764,22	14,83	<0,0001
Código/Cultivares	334934,88	13	25764,22	14,83	<0,0001
Error	878989,40	506	1737,13		
Total	1213924,28	519			

Anexo 14. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable granos vanos por panícula de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21535,22	13	1656,56	14,29	<0,0001
Código/Cultivares	21535,22	13	1656,56	14,29	<0,0001
Error	58675,78	506	115,96		
Total	80211,00	519			

Anexo 15. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable esterilidad de la panícula de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4808,47	13	369,88	11,24	<0,0001
Código/Cultivares	4808,47	13	369,88	11,24	<0,0001
Error	16649,16	506	32,90		
Total	21457,64	519			

Anexo 16. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable números de granos desprendidos por panícula, de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19847,68	13	1526,74	3,02	<0,0003
Código/Cultivares	19847,68	13	1526,74	3,02	<0,0003
Error	255808,44	506	505,55		
Total	275656,12	519			

Anexo 17. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable desgrane por panícula, de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4009,66	13	308,44	2,11	0,0127
Código/Cultivares	4009,66	13	308,44	2,11	0,0127
Error	74122,88	506	146,49		
Total	78132,54	519			

Anexo 18. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable peso de mil granos de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	114,41	13	8,80	2,55	<0,0021
Código/Cultivares	114,41	13	8,80	2,55	<0,0021
Error	1747,98	506	3,45		
Total	1862,39	519			

Anexo 19. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable rendimiento gramos/planta, de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	50047,17	13	3849,78	6,35	<0,0001
Código/Cultivares	50047,17	13	3849,78	6,35	<0,0001
Error	306870,61	506	606,46		
Total	356917,78	519			

Anexo 20. Análisis de varianza (SC tipo I), la variable peso panca, de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14771,46	13	1136,27	3,61	<0,0001
Código/Cultivares	14771,46	13	1136,27	3,61	<0,0001
Error	159348,13	506	314,92		
Total	174119,60	519			

Anexo 21. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable relación gramos/planta dividido para el peso de panca de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,73	13	0,83	14,78	<0,0001
Código/Cultivares	10,73	13	0,83	14,78	<0,0001
Error	28,27	506	0,06		
Total	39,01	519			

Anexo 22. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable longitud de grano descascarado de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18,74	13	1,44	25,87	<0,0001
Código/Cultivares	18,74	13	1,44	25,87	<0,0001
Error	28,20	506	0,06		
Total	46,94	519			

Anexo 23. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable ancho de grano descascarado de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,18	13	0,32	44,05	<0,0001
Código/Cultivares	4,18	13	0,32	44,05	<0,0001
Error	3,69	506	0,01		
Total	7,87	519			

Anexo 24. Análisis de varianza (SC tipo I), de la variable forma del grano descascarado de las 14 variedades estudiadas FACIAG-UTB, Ecuador, 2019.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	17,14	13	1,32	54,60	<0,0001
Código/Cultivares	17,14	13	1,32	54,60	<0,0001
Error	12,22	506	0,02		
Total	29,36	519			