



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

TRABAJO DE TITULACIÓN

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Caracterización fenotípica y producción en plantas R₂ de arroz (*Oryza sativa* L., *ssp.* japonico) obtenidas mediante cultivo *in vitro* de anteras”

AUTOR:

Emilio Fabián García Bustamante

DIRECTOR:

Ing. Agr. Walter Oswaldo Reyes Borja, PhD.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2017



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



TRABAJO DE TITULACIÓN

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Caracterización fenotípica y producción en plantas R₂ de arroz (*Oryza sativa* L.,
ssp. japonico) obtenidas mediante cultivo *in vitro* de anteras”

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Rosa Guillen Mora.

PRESIDENTE

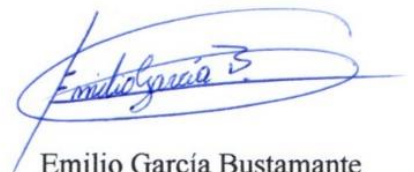
Ing. Agr. Guillermo García Vasquez, MSc.

PRIMER VOCAL

Ing. Agr. Cristina Maldonado Camposano, MBA.

SEGUNDO VOCAL

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



Emilio García Bustamante
120750145-1

DEDICATORIA

Dedico este presente trabajo a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

De igual forma a mis seres amados que me trajeron al mundo, quienes supieron guiarme por el buen camino de rectitud, mis PADRES, Flavio García Villegas, Berta Bustamante Aguirre, por su ayuda incondicional, consejos en toda mi vida estudiantil, que Dios lo bendiga siempre.

Mis hermanas; Shirley, Catherine, Yulissa, que son parte importante en mi vida; como un ejemplo a seguir.

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Dios todopoderoso por haberme dado conocimiento, sabiduría e inteligencia y fuerzas durante la etapa de mi carrera que emprendí; por bendecirme en todo tiempo y cumplir la meta anhelada propuesta en mi corazón.

Le agradezco con mucho amor y cariño a mi padre Flavio García Villegas, a mi madre Berta Bustamante Aguirre por su esfuerzo, confianza depositada en mi, por la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida, en darme el apoyo incondicional para seguir adelante ya que son el pilar fundamental en mi vida.

A la Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias; por acogerme en sus aulas; a mis Profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación quienes compartieron sus conocimientos y experiencia contribuyendo en mi formación académica.

Al Director de Tesis del presente trabajo, Ing. Agr. Walter Reyes Borja, Phd, por su conocimiento, experiencia, paciencia, motivación y consejos.

A mis compañeras de Tesis, Zaida Miguez Escobar, Cinthia Torres Franco y Ing Viviana Arana Vera; pasantes Narcisa Campusano H, Fernando Espinosa E y Pedro Burgos Junco, gracias por su ayuda brindada en este presente trabajo.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS	4
General	4
Específicos.....	4
II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Origen y distribución.....	5
2.2. Descripción botánica	6
2.3. Diversidad genética	7
2.4. Mejoramiento genético.....	8
2.5. Cultivo de anteras.....	10
2.6. Poblaciones R ₁ y R ₂	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Ubicación y descripción del área experimental.....	13
3.2. Material genético.....	13
3.3. Factores estudiados	13
3.4. Tratamientos estudiados	13
3.5. Análisis estadístico.....	14
3.6. Manejo del ensayo.....	14
3.6.1. Desinfección de la semilla.....	14
3.6.1.1. Semillero	14
3.6.1.2. Trasplante de plántulas R ₂	15

3.6.1.3.	Riego	16
3.6.1.4.	Fertilización.....	16
3.6.1.5.	Control de malezas	17
3.6.1.6.	Control de insectos plagas y enfermedades.....	18
3.6.1.7.	Cosecha de semillas R ₃	19
3.7.	Descripción del material genético y variables evaluadas.....	19
3.7.1.	Descripción del material genético	19
3.8.	Variables evaluadas.....	20
3.8.1.	En estado de plántula	20
3.8.2.	Al momento de la floración	21
3.8.3.	Estado de maduración.....	23
3.9.	Selección de los mejores individuos/cruce.....	27
IV.	RESULTADOS	28
4.1.	En estado de plántula.....	28
4.1.1.	Variables cualitativas.....	28
4.1.2.	Variables cuantitativas.....	30
4.2.	Al momento de la floración.....	32
4.2.1.	Variables cualitativas.....	32
4.2.2.	Variables cuantitativas.....	43
4.3.	En estado de maduración.....	54
4.3.1.	Variables Cualitativas.....	54

4.3.2. Variables Cuantitativas.....	60
4.3.3. Selección de los mejores individuos/cruces	75
V. DISCUSIÓN	77
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
6.1. Conclusiones	82
6.2. Recomendaciones.....	83
VII. RESUMEN.....	84
VIII. SUMMARY	86
LITERATURA CITADA	88
ANEXO 1	91

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro 1. Variables cualitativas estudiadas en estado de plántula	29
Cuadro 2. Variables cualitativas estudiadas al momento de la floración.....	34
Cuadro 3. Variables cualitativas estudiadas en estado de maduración.	55
Cuadro 4. Cuadro interactivo donde se resumen el total las variables de las poblaciones estudiadas	76

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Longitud del mesocótilo (mm) de los parentales y poblaciones R ₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.	31
Tabla 2. Longitud del coleótilo de los parentales y poblaciones R ₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.	32
Tabla 3. Número de hojas senescentes de los parentales y poblaciones R ₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.	44
Tabla 4. Días a floración (días) de los parentales y poblaciones R ₂ de.....	45
Tabla 5. Duración de la antesis de los parentales y poblaciones R ₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.	46
Tabla 6. Días entre floración y cosecha de los parentales y poblaciones R ₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.	47
Tabla 7. Longitud de hoja bandera (cm) de los parentales y poblaciones R ₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.	48
Tabla 8. Ancho de hoja bandera (cm) de los parentales y poblaciones R ₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.	49
Tabla 9. Longitud de la hoja 2 (cm) de los parentales y poblaciones R ₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.	51

Tabla 10.	Ancho de la lámina foliar (cm) de los parentales y poblaciones R ₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.	52
Tabla 11.	Longitud de la lígula (mm) de los parentales y poblaciones R ₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.	53
Tabla 12.	Ciclo vegetativo en días de los parentales y poblaciones R ₂ de	61
Tabla 13.	Altura de planta (cm) de los parentales y poblaciones R ₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.	62
Tabla 14.	Longitud de la semilla (mm) de los parentales y poblaciones R ₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.	63
Tabla 15.	Ancho de la semilla (mm) de los parentales y poblaciones R ₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.	64
Tabla 16.	Espesor de la semilla (mm) de los parentales y poblaciones R ₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.	65
Tabla 17.	Longitud del grano descascarado (mm) de los parentales y poblaciones R ₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.	66
Tabla 18.	Ancho del grano descascarado (mm) de los parentales y poblaciones R ₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.	67
Tabla 19.	Forma del grano de los parentales y poblaciones R ₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.	68
Tabla 20.	Peso de 1000 granos (g) de los parentales y poblaciones R ₂ de	69
Tabla 21.	Número de semillas no aristadas en una muestra de mil granos de los parentales y poblaciones R ₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.	70
Tabla 22.	Longitud de panícula (cm) de los parentales y poblaciones R ₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.	71

Tabla 23. Número de granos vanos (estériles) en el ápice de la panícula de los parentales y poblaciones R ₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.....	72
Tabla 24. Granos/panícula de los parentales y poblaciones R ₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.	73
Tabla 25. Rendimiento (gramos/planta) de los parentales y poblaciones R ₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 : Germinación: semillas R ₂ colocadas en cajas Petri con una lámina de 2 mm de agua.....	15
Figura 2: Suelo fangueado en maceta (A); Plántulas de 8 días de germinación trasplantadas a macetas (B); Plantas R ₂ en etapa de macollamiento a partir de 14 días después del trasplante (C) y (D).	15
Figura 3. Riego: etapa vegetativa (A); reproductiva (B).....	16
Figura 4. Fertilización: abono completo (NPK) fórmula 8-20-20 (A); peso en balanza expresado en gramos (B); aplicación de urea al 46% a los días después del trasplante (C); cuarta aplicación a los 60 días de forma individual a cada individuo (D).....	17
Figura 5. Control de maleza: eliminando malezas en la maceta.	17
Figura 6. Control de insectos plaga: aplicación de insecticida agrícola Cypermethrin a los 16 días después del trasplante (A); Aplicación de fungicida Carbendanzim (B); Productos agrícolas utilizados (C); Atomizador utilizado de 1L (D).....	18
Figura 7. Etapa de madurez fisiológica de los cruces (A); Semillas R ₃ , cosechada por cada individuo proveniente de cada cruce (B).....	19

Figura 8. Plantas muy vigorosas (A); Plantas vigorosas (B); Plantas intermedias o normales (C); Plantas menos vigorosas que lo normal (D); Plantas muy débiles y pequeñas (E).....	28
Figura 9. Hábito predominante de crecimiento de los individuos: erecto JP004/Puyón (P14b) (A); semierecto JP003/Puyón (P15) (B); e intermedio JP001/DH (P3) (C).....	33
Figura 10. Capacidad de macollamiento de algunos individuos de la progenie resultado de los cruces: buena con 15 a 19 macollos JP003/Puyón (P15) (A) y JP001/DH (P3) (B); mediana JP004/Puyón (P14b) con 11 a 14 macollos (C).	36
Figura 11. Pubescencia predominante de las glumas en los individuos de los siguientes cruces: parcial o totalmente cubiertas con vellos cortos JP003/Puyón (P15) (A); parcial o totalmente cubiertas con vellos largos JP004/Puyón (P14b) (B).	37
Figura 12. Posición predominante de la hoja bandera de los siguientes individuos: semierecta JP002/JP003 (P5) con un ángulo entre 11° a 40° (A) e intermedia en el progenitor JP001, que va de 0° a 10°.	38
Figura 13. Color predominante de la lámina foliar: verde JP001/DH (P3) (A); verde oscuro JP004/Puyón (P14b) (B).	39
Figura 14. Tamaño predominante de las aurículas: muy pequeñas JP003/Puyón (P15) y JP001/DH (P3), tamaño menor de 2.1 mm (A y B).	41
Figura 15. Días a floración: cruce JP004/Puyón (P14b) 65,25 días (A) y; JP003/Puyón (P15) 88,95 días (B).	45
Figura 16. Longitud de lámina de la hoja bandera de los cruces: JP003/Puyón (P15) con 47,7 cm (A); JP004/Puyón (P14b) con 23,8 cm (B) y el JP002/JP003 (P5) con 37,4 cm (C).....	48
Figura 17. Toma de datos del ancho de lámina de la hoja bandera (A). Menor ancho hoja del cruce JP003/Puyón (P15), 1,5 cm (B); y cruce JP004/Puyón (P14b) de mayor ancho de hoja, 2,1 cm (C).	50

Figura 18. Longitud de la lígula: cruce JP001/DH (P3) (A); cruce JP003/Puyón (P15) (B).....	53
Figura 19. Tamaño de la arista en los individuos de cruces JP001/DH (P3) (A); no presentaron aristas los cruces JP003/Puyón (P15) (B) y JP004/Puyón (P14b) (C).....	54
Figura 20. Tipos de arista predominante de las semillas: arista ausente en los cruces P003/Puyón (P15) (A) y JP004/Puyón (P14b) (B); arista corta el cruce P001/DH (P3), presente en más del 50% de los granos(C).....	56
Figura 21. Densidad predominante de la panícula en los siguientes individuos de los cruces: JP003/Puyón (P15), de panícula semi-compacta (A); y el cruce JP004/Puyón (P14b) de panícula intermedia (B).	58
Figura 22. Ejerción predominante de la panícula de los siguientes cruces: el JP003/Puyón (P15) con panícula bien emergida (A); el JP004/Puyón (P14b), con panícula moderadamente emergida (B).	59
Figura 23. Mayor altura de los siguientes cruces: el JP003/Puyón (P15) con 104,73 cm (A); y el JP004/Puyón (P15) con 69,73 cm (B).....	62
Figura 24. Longitud de la semilla de varios individuos de los siguientes cruces: JP004/Puyón (P14b) con mm (A); JP003/Puyón (P15) con 7 mm (B); y JP001/DH (P3) con 7,22 mm (C).....	63
Figura 25. Longitud del grano descascarado de algunos individuos de los cruces: JP003/Puyón (P15) con 0,5 mm (A); JP004/Puyón (P 14b) con 0,6 mm (B) y JP001/DH (P3) con 5,05 mm (C).....	66
Figura 26. Forma del grano: los cruces JP003/Puyón (P15) (A) y JP004/Puyón (P14) reportaron granos de forma ovalado (B); y el cruce JP001/DH (P3) fue de forma mediana (C).....	68
Figura 27. Longitud de panícula: JP004/Puyón (P14b (A); y JP003/Puyón (P15) (B)..	71

Figura 28. Rendimiento gramos/planta de los siguientes cruces: JP001/DH (P3) (A); JP003/Puyón (P15) (B); JP004/Puyón (P14b) (C); JP001/ DH (P4) (D).74

Figura 29. Selección de los mejores individuos de los cruces: JP003/Puyón (P15), planta 5, 6 y 7 (A); JP004/Puyón (P14b), planta 1, 2, 3 y 4 (B).75

I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.), es un cultivo que se ha estimado comenzó hace casi 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Actualmente es un alimento básico para más de la mitad de la población mundial, ocupando el segundo lugar después del trigo con respecto a superficie cosechada (Acevedo, Castrillo, y Belmonte, 2006).

El arroz pertenece a la División: Angiospermae, Clase: Monocotyledoneae, Orden: Glumiflorae, Tribu: Oryzeae, Familia: Poaceae (gramineae), siendo las especies cultivadas: *Oryza sativa* L. y *Oryza glaberrima* Steud, ambas son especies de reproducción autógena, diploides con $2n=24$ cromosoma. El género *Oryza* tiene más de 24 especies silvestres que crecen en regiones inundadas, semi-sombreadas y bosques en el sureste Asiático, Australia, África, Sur y Centro América (Acevedo, Castrillo, y Belmonte, 2006).

El arroz aporta hidratos de carbono básicos en la alimentación. La producción mundial en el 2006 superó los 635 millones de toneladas. Los grandes productores mundiales de arroz son: China, con más de 180 millones de toneladas; India, que supera los 130 millones; Indonesia, con 54 millones; Vietnam, con 37, y Tailandia con más de 30 millones de toneladas (Navarro, 2007).

En el Ecuador, el arroz es un cultivo extenso, que ocupa más de la tercera parte de la superficie de productos transitorios del país. Según el Censo Nacional Agropecuario del 2002, anualmente se siembran alrededor de 340 mil hectáreas cultivadas en 75 mil unidades de producción agropecuarias, de las cuales el 80% son productores de hasta 20 hectáreas (Censo Nacional Agropecuario, 2002).

Martínez (2005) citado por Macías (2015), menciona que la técnica de cultivo de anteras, es una herramienta complementaria en el mejoramiento genético pues; posee la ventaja de fijar las características deseadas en un tiempo menor al requerido por el método tradicional de pedigrí. La combinación de metodologías de mejoramiento genético tradicional, el cultivo de anteras y la caracterización bioquímica y molecular, posibilitan la generación de variedades diferenciadas de arroz con elevado valor nutricional y sin alérgenos, que pueden ofrecerse en nichos de mercado específicos, lo cual incrementará las utilidades de los productores de arroz.

Los programas de mejoramiento genético de especies autóгамas, han utilizado la variabilidad genética disponible en los cultivares locales o introducidos, pero cuando esta variabilidad no existe, el fitomejorador debe formar nuevas poblaciones para realizar la selección. El cultivo *in vitro* de anteras del cultivo de arroz, es un método que se ha integrado con éxito, debido a sus múltiples ventajas: reduce el tiempo en obtener los cultivares, aumenta la eficiencia de la selección, tanto en caracteres cualitativos como cuantitativos, su utilización ha permitido la liberación de cultivares de alto rendimiento, resistentes a plagas y con mejor calidad de grano (Pérez, González, Castro, y Aguilar, 2016).

La constante evolución agrícola y la alta demanda de alimentos con aporte nutricional por parte de la población, conduce a la búsqueda de alternativas de investigación e integración de las metodologías, como es: el mejoramiento genético tradicional, el cultivo de anteras, la caracterización bioquímica y molecular, entre otras. En el caso del arroz, el cultivo de anteras es una herramienta de gran utilidad en el proceso de mejoramiento genético, lo cual permite acortar el tiempo demandado para la fijación de caracteres de interés agronómico generando variedades diferenciadas, con el propósito de contribuir en el proceso de mejoramiento genético del cultivo del arroz (Tumbaco, 2015).

La producción arroceras actual demanda nuevas variedades, que presenten excelentes características agronómicas y posean buen comportamiento en la industria, resistencia a las principales plagas y enfermedades, y que resistan el déficit de agua. La técnica de cultivo de anteras de arroz ha sido utilizada de forma progresiva, y sus éxitos han sido descritos por muchos investigadores. Algunas variedades han sido liberadas por ésta técnica en varios países, entre ellos China, Korea, Japón, Francia, Filipinas y Cuba (Cristo, Gonzáles, y Pérez, 2010).

Crespo, (2017) y Romero (2017) obtuvieron material genético R₁ a partir del medio de cultivo de anteras.

En este trabajo de investigación fue planificado con la finalidad de caracterizar morfológicamente material genético R₂ obtenido a partir de cultivo de anteras *in vitro* en el Laboratorio de Biotecnología de la FACIAG – UTB.

OBJETIVOS

General

1. Determinar los caracteres fenotípicos y de producción en plantas R₂ de arroz tipo japonico obtenidas mediante cultivo *in vitro* de anteras.

Específicos

1. Evaluar los caracteres agronómicos en plantas R₂ de arroz tipo japonico.
2. Determinar la producción de los materiales R₂ en condiciones de invernadero.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen y distribución

Pese a las diversas versiones existentes sobre el origen del arroz, se piensa que este cultivo se inició alrededor de 7.000 años en el Sudeste Asiático, y su desarrollo se habría dado en diferentes países, principalmente China e India. Los primeros cultivos aparecen en China 5.000 años a.c, Tailandia 4.500 a.c, para luego expandirse a Camboya y Vietnam. Desde esos lugares, fueron trasladados hacia otros países asiáticos, como Corea, Japón, Myanmar, Pakistán, Sri Lanka, Indonesia y Filipinas. Alrededor del año 800 a.c, el arroz asiático se instaló en el Oriente y Europa meridional. Gracias a los Moros, llegó a España con la conquista de este país hacia el año 700 a.c. Años después en el siglo XV se propagó a Italia, Francia, y tras los grandes descubrimientos protagonizados por los europeos, se implantó en todos los continentes. Ya en el año 1694, el arroz llega a Carolina del Norte, en un barco proveniente desde Madagascar. Luego de ello, los conquistadores españoles, lo llevan a Sudamérica a comienzos del siglo XVIII (Linnaeus, 1753).

Según Dalrymple (1986) citado por Caicedo (2008), se registran dos especies de arroz cultivadas; la especie *Oryza sativa* e *Oryza glaberrima*. La primera es originaria de Asia y está ampliamente dispersa por todas las regiones tropicales y templadas del mundo, la segunda tiene a África Occidental como su centro de origen y está siendo paulatinamente substituida por el arroz asiático. Con el proceso evolutivo y de domesticación a que se sometió la especie *Oryza sativa*, surgieron innumerables tipos genéticamente divergentes los cuales se fueron adaptando a las más variadas condiciones agroecológicas, estando la especie actualmente subdividida en dos principales subespecies, grupos o razas ecogeográficas. El grupo *Indica* es el principal grupo cultivado en el Sur y Sudeste de

Asia y en muchas áreas de la República de China. Morfológicamente, se caracteriza por poseer tallos largos, alta capacidad de macollamiento, hojas largas y decumbentes y ciclo tardío. El grupo *Japónico* es cultivado en las zonas templadas de Taiwán, Corea, Japón, parte de Australia y California, Europa y Egipto. Posee tallos cortos y rígidos, mediana capacidad de macollamiento, hojas oscuras y erectas y ciclo precoz.

2.2. Descripción botánica

En la planta de arroz, las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. El tallo es erguido, cilíndrico, con nudos de 60-120 cm de altura. Las hojas que son alternas envainan el tallo, con limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de la unión de la vaina con el limbo, se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida. Las flores son de color verde-blancuzco, dispuestas en espiguillas, cuyo conjunto constituye una panícula grande, terminal y colgante a medida que se llena el grano. Cada espiguilla es uniflora, conformada por 6 estambres y un pistilo y esta provista de una lema y una palea. El fruto es una cariósida (Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras, 2003).

Las raíces inicialmente, son gruesas y pocas ramificadas; a medida que la planta crece se torna alargada y con ramificaciones abundantes. El tallo corresponde a la estructura característica de las gramíneas. Su altura va desde 30 cm en las variedades pequeñas hasta 70 cm en las gigantes. Las macollas son tallos secundarios que salen de las yemas apicales. El macollaje se inicia en el primer nudo. Las hojas son alternas y están dispuestas a lo largo del tallo. Está constituida por vaina, zona de unión y lamina. Las flores de la planta de arroz están agrupadas en una inflorescencia denominada panícula, se localiza sobre el extremo apical del tallo y sobre el último nudo denominado ciliar. Es una inflorescencia que posee un eje principal llamado raquis, que se extiende desde el nudo ciliar hasta el ápice (Villar, 1995).

Las hojas de la planta de arroz tienen lígula y aurículas, mientras que malezas comunes en los arrozales, como *Echinochloa spp.* Carecen de ellas, facilitando su identificación en el estado de plántula. La lígula es una estructura triangular apergaminada o membranosa que aparece en la base del cuello como una prolongación de la vaina. Las aurículas son dos apéndices que se encuentran en el cuello, tienen forma de hoz, con pequeños dientes en la parte convexa (Medina, 2005).

Con respecto a la espiguillas, están compuestas externamente por dos glumas rudimentarias de mínimo tamaño ubicadas en su base; en este lugar también se insertan dos lemas estériles, una a cada lado de la espiguilla, las cuales son pequeñas, alcanzando 2 a 3 mm de longitud; finalmente, y encerrando una sola flor, se encuentra la lema inferior y la pálea superior, estructuras que en conjunto con la flor conforman el antecio. La flor se presenta unida a la espiguilla a través de un eje diminuto denominado raquilla. Las espiguillas, en tanto, se conectan con las ramas de la panoja a través de un pedicelo (Valladares, 2010).

El fruto (grano) del arroz es una carióspside adherida a la pared del ovario maduro, y está formado por la cáscara, que a la vez, está compuesta por glumelas, raquis y arista (formación filiforme ubicada en el ápice de las glumas florales). Pericarpio: De consistencia fibrosa, varía de espesor y está formado por la cutícula, el mesocarpio y la capa de células entrecruzadas. La testa constituye la cubierta de la semilla y el endospermo la mayor parte del grano, y está conformado por sustancias almidonosas (Villar, 1995).

2.3. Diversidad genética

A nivel mundial se cultivan miles de variedades. En su estado natural, con cáscara, presentan muchos colores diferentes que incluyen el pardo, el rojo, el púrpura e incluso el negro. Estas coloridas variedades de arroz casi siempre son apreciadas por sus

propiedades benéficas para la salud. Diferentes culturas tienen diversas preferencias en cuanto a sabor, textura, color y viscosidad de la variedad de arroz que consumen. Por ejemplo, en Asia Meridional y el Medio Oriente, se consume arroz seco hojaldrado; en Japón, la provincia de Taiwán en China, la República de Corea, Egipto y la región norte de China, se consumen variedades de arroz húmedas y pegajosas; y, en algunas partes del sur de India, se consume arroz rojo (Friedmann y Weil, 2010).

2.4. Mejoramiento genético

El mejoramiento genético de arroz, se ha basado en varios métodos de mejoramiento. Por ejemplo: el masal o “bulk” consiste en el estudio de la planta y su capacidad de rendimiento y en consecuencia, la necesidad de reemplazar los fenotipos altos y frondosos por otros más productivos cuyo tipo de planta sea diferente y mejor. El método del retrocruzamiento permite transferir un carácter de herencia simple a una variedad mejorada, y método genealógico o del pedigrí ha sido el más utilizado y el que ha tenido más éxito en el mejoramiento de arroz, porque permite evaluarse periódicamente las líneas durante la época del cultivo, respecto a caracteres como la resistencia a factores adversos y ciertas características del grano “apariencia y contenido de amilosa”. Otra técnica de mejoramiento es por mutaciones. En 1979 se obtuvo en Estados Unidos, la variedad semienana Calrose 76, aplicando rayos gamma a la variedad Clarose. La variedad mutante, cuyo enanismo es controlada por un gen recesivo similar a *sd* (*dgwg*), ha dado rendimiento de 9 t/ha y ha sido aplicada en varios programas de mejoramiento para producir nuevas variedades semienanas de mayor potencial de rendimiento. El mejoramiento genético de arroz por mutación, muestra que la mayor parte de este trabajo se ha hecho para inducir caracteres comunes que abundan en la naturaleza, como tallo corto, precocidad, el tamaño del grano, resistencia al desgrane, empleada como fuente

adicional de caracteres en sustitución de las prácticas convencionales de mejoramiento (Torres y Martínez, 2010).

Según el IRRI (s.f), menciona que en los últimos 40 años, se han logrado avances importantes en el mejoramiento de arroz para las condiciones de cultivo únicas y diversas de Latinoamérica y el Caribe. El Programa de Arroz del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), en colaboración con numerosos aliados nacionales, ha contribuido de manera significativa a esos avances. Cada variedad de arroz nueva, es una expresión del tipo de planta ideal que el mejorador tiene en mente. El científico Peter Jenneings experto en arroz, durante cuatro décadas en que buscó mejorar el potencial de rendimiento generó cientos de variedades, 18 de las cuales demuestran los constantes avances genéticos en el rendimiento.

El cultivo *in vitro* es una técnica que permite la obtención de plantas haploides directamente del grano de polen. Este proceso se inicia con la utilización de microsporas inmaduras contenidas en las anteras para la proliferación de un tejido no diferenciado llamado “callo” y predomina con la formación de embriones y partir de ellos regenerar plantas R₁. En el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), se ha utilizado esta técnica para agilizar la ampliación de la base genética del germoplasma de arroz, incrementar la recombinación entre materiales genéticamente distantes e incorporar nuevas fuentes de resistencia a plagas y enfermedades, y adaptación a estrés abióticos (Lentini *et al.*, 2002).

El cultivo de anteras de plantas obtenidas a partir de cruzamientos previos. Se basan en la producción de plantas de arroz. 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* de anteras, origina variaciones génicas, en este

caso denominadas gametoclonales, han dado lugar a nuevas variedades de arroz (Bernis, 2004) citado por Tumbaco (2015).

2.5. Cultivo de anteras

Jordan (2005) citado por Crespo (2017), describe que el cultivo de anteras consiste en que un grano de polen, en una fase temprana de su ontogenia (microspora unicelular o uninuclear, cuya función es fecundar a la megaspora), cambia de función y constituye un embrión de origen gamético con la reducción de su porción cromosomal (n). Es posible diploidizar tejidos o partes de la planta obteniendo plantas doble haploides, con lo cual se pueden seleccionar directamente pares de genes dominantes o recesivos en una sola generación y haciendo posible emplear este material en cruzamientos posteriores.

En arroz, las líneas homocigóticas pueden ser producidas a partir de cruzamientos segregantes o por medio del doblamiento cromosómico del polen haploide y la regeneración de plantas a través de un ciclo de cultivo de antera. Niiziki y Oono en 1968, fueron los primeros en regenerar plantas con esta técnica en arroz (Lentini, Reyes, Martínez, Núñez, y Roca, 1994).

De acuerdo a Lentini, *et al.*, (1994), la utilización del cultivo de anteras para su aplicación en mejoramiento, presenta las siguientes ventajas y desventajas.

- **Ventajas**

Puesto que cada grano de polen proveniente de plantas híbridas F_1 representa un gameto diferente, la población de las plantas doble haploides DH exhibe la variabilidad genética que se encontrará en una generación F_2 , con la ventaja adicional que cada individuo tendrá un genotipo homocigoto, es decir; fijado definitivamente. Ahorro en tiempo, cuando se aplica la técnica del cultivo de antera se puede obtener líneas homocigotas en sólo 8-9 meses, a partir de la generación F_1 . Eficiencia de selección tanto para caracteres cualitativos como para los cuantitativos.

- **Desventajas**

La producción de DH a través del cultivo de anteras es mucho mayor a partir de las japónicas que de las índicas; tal vez ello se deba no sólo a la mejor respuesta de las japónicas, sino además, al hecho de que la gran mayoría de los laboratorios en sus investigaciones, han utilizado como modelo a las japónicas. El CIAT, en trabajos recientes realizados en sus laboratorios, muestran que es posible obtener un incremento substancial en la respuesta de las índicas.

2.6. Poblaciones R₁ y R₂

Según Letini *et al.*, (1997) citado por Perez, Gonzalez, Castro, y Aguilar, (2012), al realizar la selección de las plantas regeneradas (R₁), se debe tener en cuenta que estas han pasado por diferentes situaciones de estrés en su desarrollo y, debido a esto, es posible que ciertas características fenotípicas tales como altura, floración, macollamiento, fertilidad y centro blanco, puedan verse afectadas y no se expresen en forma normal. Por consiguiente, los datos que se tomen en las plantas regeneradas R₁ deben interpretarse con cuidado.

Para el manejo de las plantas R₁, cuando alcanzan suficiente desarrollo raíces y área foliar, se retiran del frasco, donde se lavan y retiran el excedente del medio de cultivo adheridas a las raíces, dejando las plántulas en agua corriente durante un día y finalmente se trasplanta a condiciones de invernadero en macetas que contienen suelo estéril (Romero, 2017).

Crespo (2017), considero los caracteres agronómicos para determinar el nivel de ploidía de las plantas regeneradas a partir del cultivo *in vitro* de anteras. Al momento de la madurez, las plantas fueron evaluadas morfológicamente, calificando el material de acuerdo a lo mencionado por Letini *et al.*, (1997). Posteriormente, evaluó por su características fenotípicas, días a floración, ciclo vegetativo, número de macollos por

planta, número de panículas por planta, longitud hoja bandera, ancho hoja bandera, altura de planta, la longitud de panícula, granos/panícula, esterilidad (%), desgrane (%), el peso de 1000 granos, longitud del grano y forma del grano.

Las semillas obtenidas de las plantas cosechadas de la primera generación (R_1), se siembran en campo para realizar las pruebas de uniformidad, obteniendo la generación R_2 , evaluándose el ciclo, el rendimiento agrícola y el número de panículas. La altura final de planta, granos llenos por panículas, el peso de 1000 granos, la longitud de la panícula, el largo y ancho del grano (Perez, *et al.*, 2012). En cada generación, el material se debe evaluar de acuerdo al objetivo del programa de mejoramiento (Lentini *et al.*, 1994).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del área experimental

El ensayo con las poblaciones R₂ de arroz, provenientes de cultivo de anteras, fue establecido en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el km 7 ½, vía Babahoyo - Montalvo, del cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos, coordenadas geográficas 01° 49' de latitud Sur y 79° 32' de longitud Oeste. Esta zona posee un clima tropical, con una temperatura media anual de 25.8 °C, con una precipitación anual de 2203.88 mm; con una humedad relativa de 82%, evaporación de 1241.4 mm y una altura de 8 m.s.n.m. ^{1/}.

3.2. Material genético

Se utilizaron seis poblaciones R₂ que se obtuvieron mediante la técnica de cultivo *in vitro* de anteras de arroz tipo japonico.

3.3. Factores estudiados

Características fenotípicas y de producción de la población R₂ de arroz tipo japonico.

3.4. Tratamientos estudiados

Los tratamientos estudiados, fueron seis cruces de plantas R₂, obtenidas a partir de la técnica de cultivo *in vitro* de anteras de arroz tipo japonico, incluyendo los parentales para su comparación, como se mencionan a continuación en el Cuadro 1.

Fuente: ^{1/}Datos obtenidos de la Estación Agrometeorológica "Babahoyo – Universidad Técnica de Babahoyo.

Cuadro 1. Población R₂ de arroz tipo japonico y sus progenitores.

Tratamientos	Cruces	N° de Individuos
1	JP001/DH P2	2
2	JP001/DH P3	5
3	JP001/DH P4	16
4	JP002/JP003 P5	9
5	JP003/PUYÓN P15	19
6	JP004/PUYÓN P14b	4
7	JP001 (Parental)	6
8	JP002 (Parental)	6
9	JP003 (Parental)	6
10	JP004 (Parental)	6
11	DH (Parental)	6
12	Puyón(Parental)	5

3.5. Analisis estadístico

Se realizó el análisis de varianza aplicándose a las diferentes variables (cuantitativas) estudiadas y también fueron analizadas mediante la prueba de Tukey al 5%.

3.6. Manejo del ensayo

3.6.1. Desinfección de la semilla

Para proteger las semillas del ataque de patógenos y asegurar una buena germinación y emergencia, se desinfectó con el fungicida Vitavax en dosis de 1g/kg de semilla.

3.6.1.1. Semillero

Las semillas R₂ y parentales, fueron colocadas en cajas Petri para su germinación, con una lámina de 2 mm de agua, donde se mantuvieron por el lapso de ochos días después de su germinación (Figura 1).

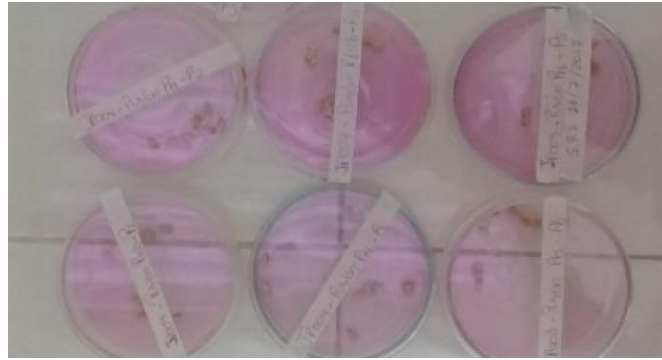


Figura 1 : Germinación: semillas R₂ colocadas en cajas Petri con una lámina de 2 mm de agua.

3.6.1.2. Trasplante de plántulas R₂

Las plántulas fueron trasplantadas de forma manual, después de ocho días de su germinación en condiciones de invernadero, en macetas con suelo fangueado, colocando una plántula por maceta, identificando cada plántula proveniente de cada cruce y parentales, las que se mantuvieron hasta su cosecha (Figura 2).

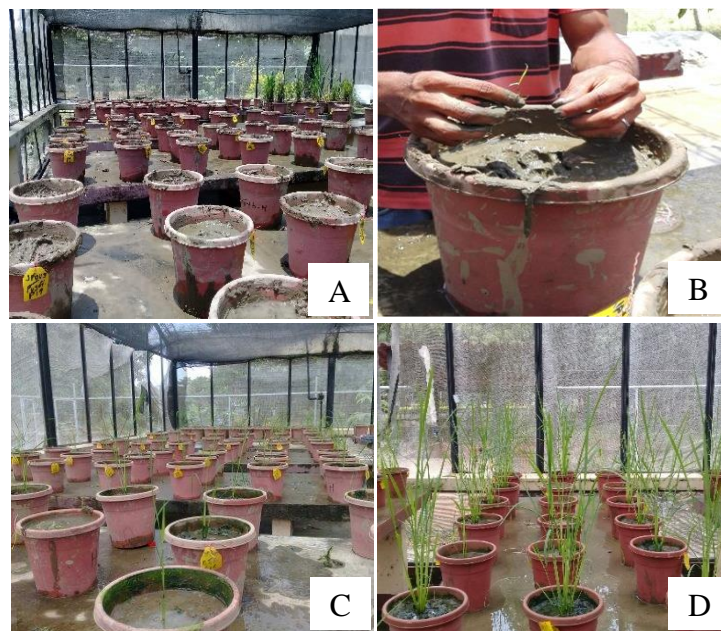


Figura 2: Suelo fangueado en maceta (A); Plántulas de 8 días de germinación trasplantadas a macetas (B); Plantas R₂ en etapa de macollamiento a partir de 14 días después del trasplante (C) y (D).

3.6.1.3. Riego

Se realizó de forma intermitente, durante la etapa vegetativa manteniendo láminas bajas de agua, con el fin, de que cada plántula tenga un mayor macollamiento; mientras que, en la etapa reproductiva se mantuvo la lámina de agua al borde de la maceta (Figura 3).

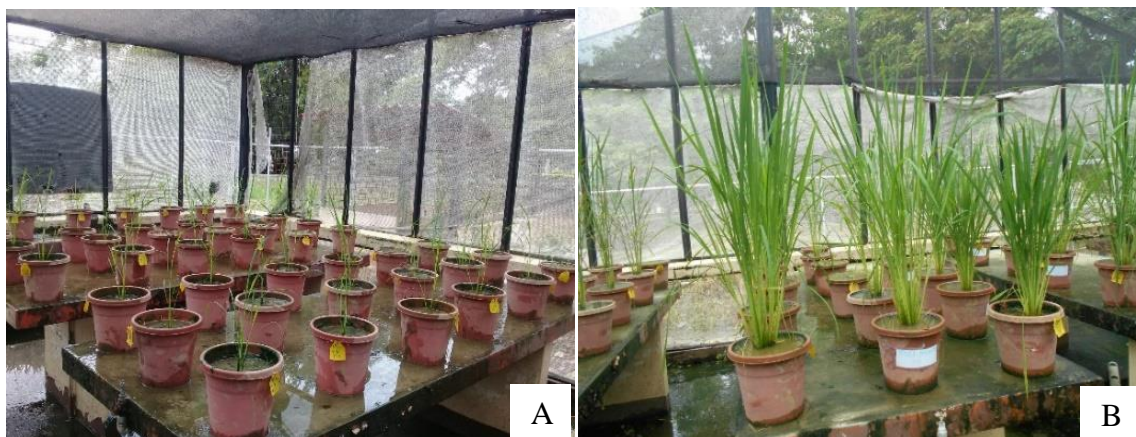


Figura 3. Riego: etapa vegetativa (A); reproductiva (B).

3.6.1.4. Fertilización

Se realizaron 4 aplicaciones de fertilizante edáfico después del trasplante, la primera a los 12 días con fertilizante completo (NPK), fórmula 8-20-20, pesado en una balanza expresado en gramo con dosis de 1,5 g/planta. A partir de la segunda se aplicó Urea al 46% a los 24 días con dosis de 2,5g/planta, la tercera aplicación a los 45 días con 3g/planta, y la cuarta aplicación fue a los 60 días con dosis de 4g/planta de forma individual a cada población R₂ (Figura 4).

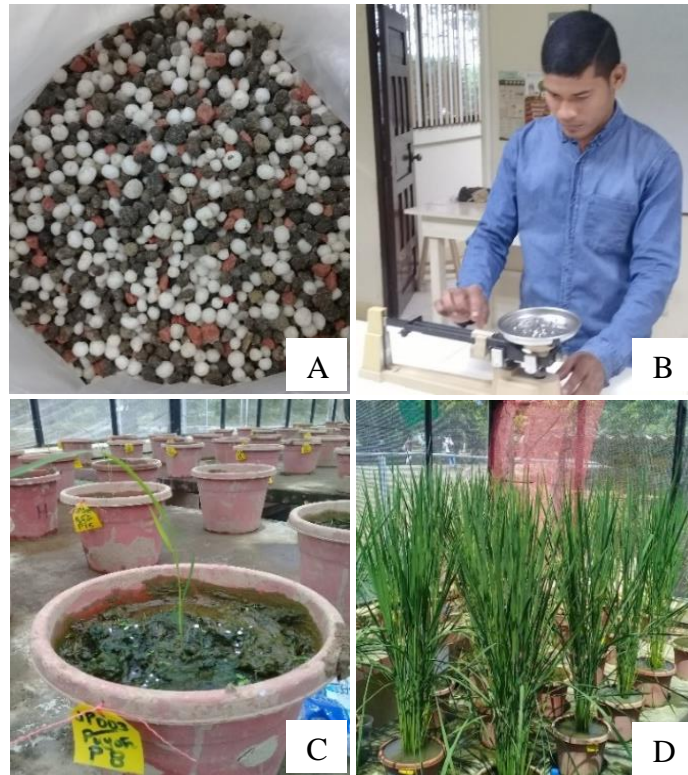


Figura 4. Fertilización: abono completo (NPK) fórmula 8-20-20 (A); peso en balanza expresado en gramos (B); aplicación de urea al 46% a los días después del trasplante (C); cuarta aplicación a los 60 días de forma individual a cada individuo (D).

3.6.1.5. Control de malezas

El control de malezas se realizó de forma manual a largo del trabajo experimental, eliminando cualquier tipo de maleza que crecía en la maceta que contenían las plantas de la población R₂ (Figura 5).



Figura 5. Control de maleza: eliminando malezas en la maceta.

3.6.1.6. Control de insectos plagas y enfermedades

Para el control de insectos plaga, se utilizó el insecticida agrícola Cypermethrin en dosis de 0,27 L/Ha, aplicado mediante un atomizador para controlar; *Spodoptera sp.* (Langosta), a los 16 días después del trasplante, se utilizó 1,3 cc/L de agua en la etapa de desarrollo. Para el control preventivo de enfermedades, se aplicó el fungicida Carbendanzim (125 g/L), aplicando una dosis (5 cc/L) de agua, en los estados de desarrollo y la floración (Figura 6).



Figura 6. Control de insectos plaga: aplicación de insecticida agrícola Cypermethrin a los 16 días después del trasplante (A); Aplicación de fungicida Carbendanzim (B); Productos agrícolas utilizados (C); Atomizador utilizado de 1L (D).

3.6.1.7. Cosecha de semillas R₃

La cosecha se realizó de forma manual, por cada individuo proveniente de cada cruce, cuando los granos alcanzaron su madurez fisiológica, almacenando las semillas en refrigeración en una funda de papel, identificado con el nombre del cruce, número de planta y fecha de cosecha (Figura 7).



Figura 7. Etapa de madurez fisiológica de los cruces (A); Semillas R₃, cosechada por cada individuo proveniente de cada cruce (B).

3.7. Descripción del material genético y variables evaluadas

3.7.1. Descripción del material genético

Para la descripción y caracterización fenotípica del material genético, se utilizó el Descriptor Varietal de Arroz del CIAT, el cual se menciona en el Anexo 1. Las evaluaciones se realizaron en tres momentos, estado de plántulas, floración y maduración, en las cuales se consideraron 58 caracteres. Para la evaluación de los colores de las estructuras de las plantas, se utilizó el cuadro de colores, con el objetivo de definir la tonalidad de cada carácter de la planta con mayor precisión (Muñoz, Giraldo y Fernandez de Soto, 1993).

3.8. Variables evaluadas

En este estudio, las variables evaluadas se determinaron los caracteres cualitativos y cuantitativos, los cuales fueron medidos en tres diferentes estados: estado de plántulas, al momento de la floración y a la maduración del cultivo.

3.8.1. En estado de plántula

3.8.1.1. Variables cualitativas

3.8.1.1.1. Vigor

El vigor de las plantas se determinó a los 50 días de edad del cultivo, para lo cual se clasificó de acuerdo a la escala del sistema de evaluación estándar para arroz del CIAT.

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

3.8.1.1.2. Color predominante del coleóptilo (CC)

Refiérase al Anexo 1, páginas 94 - 95.

3.8.1.2. Variables Cuantitativas

3.8.1.2.1. Longitud del mesocótilo (LM)

Refiérase al Anexo 1, página 96.

3.8.1.2.2. Longitud del coleóptilo (LM)

Para la descripción de ésta variable, refiérase al Anexo 1, página 96.

3.8.2. Al momento de la floración

3.8.2.1. Variables cualitativas

3.8.2.1.1. Hábito predominante de crecimiento (HC)

Refiérase al Anexo 1, páginas -96 - 97.

3.8.2.1.1. Capacidad predominante de macollamiento (CM)

Con respecto a la descripción de esta variable, refiérase en Anexo 1, pagina 97.

3.8.2.1.2. Angulo del ápice que forma la lema y la pálea en la espiguilla (AE)

Refiérase al Anexo 1, páginas 98 - 100.

3.8.2.1.3. Pubescencia predominante de las glumas (PG)

Esta variable se describe en Anexo 1, página 100.

3.8.2.1.4. Color predominante del estigma (CE)

La descripción de esta variable, refiérase en Anexo 1, página 101.

3.8.2.1.5. Posición predominante de la hoja bandera (PB)

Para la descripción de esta variable, refiérase en Anexo 1, página 101.

3.8.2.1.6. Posición predominante del ápice de la primera hoja por debajo de la hoja bandera (PA)

Refiérase al Anexo 1, páginas 102 - 103.

3.8.2.1.7. Vellosidad predominante de la lámina de la hoja (VLH)

Esta variable se describe en Anexo 1, página 103.

3.8.2.1.8. Corrugación predominante de la lámina de la hoja (CH)

Refiérase al Anexo 1, pagina 104.

3.8.2.1.9. Lado corrugado predominante de la lámina foliar (LH)

Con respecto a esta variable, refiérse al Anexo 1, página 104.

3.8.2.1.10. Color predominante de la lígula (CL)

La descripción de esta variable, refiérase en Anexo 1, páginas 104 - 105.

3.8.2.1.11. Forma predominante de la lígula (FL)

Refiérase al Anexo 1, página 105.

3.8.2.1.12. Tamaño predominante de las aurículas (TA)

Para esta variable se describe en Anexo 1, página 106.

3.8.2.1.13. Resistencia de las aurículas al desprendimiento (RA)

Refiérase al Anexo 1, página 106.

3.8.2.1.14. Color predominante de la vaina de la hoja (CVH)

La descripción de esta variable, refiérase al Anexo 1, página 107.

3.8.2.1.15. Color predominante del nudo (CN)

Esta variable se describe en Anexo 1, página 107.

3.8.2.1.16. Color predominante del entrenudo (CEN)

Respecto a esta variable, refiérase al Anexo 1, páginas 107 – 108 - 109.

3.8.2.1.17. Color predominante del anillo subnodal (CAS)

Para esta variable se describe en Anexo 1, página 109.

3.8.2.1.18. Color predominante de la base del tallo (CT)

Refiérase al Anexo 1, página 109.

3.8.2.2. Variables Cuantitativas

3.8.2.2.1. Número de hojas muertas (#M)

A continuación, refiérase al Anexo 1, página 98.

3.8.2.2.2. Días a la floración (DF)

Se registraron los días a floración, de acuerdo a los días que transcurrieron desde la siembra hasta cuando el 50% de las plantas de cada población mostraron sus respectivas panículas fuera de la vaina.

3.8.2.2.3. Duración de la antesis (DA)

Refiérase al Anexo 1, página 98.

3.8.2.2.4. Días entre floración y cosecha

Se registraron los días que transcurrieron desde la etapa de floración hasta la cosecha de las plantas.

3.8.2.2.5. Longitud de la lámina de la hoja bandera (LB)

Esta variable se describe en Anexo 1, página 102.

3.8.2.2.6. Ancho de la lámina de la hoja bandera (AB)

Se explica en Anexo 1, página 102.

3.8.2.2.7. Longitud de la lámina foliar (LF)

Con respecto a esta variable, se explica en Anexo 1, página 103.

3.8.2.2.8. Ancho de la lámina foliar (AF)

Refiérase al Anexo 1, página 103.

3.8.2.2.9. Longitud de la lígula (LL)

La descripción de esta variable, refiérase al Anexo 1, páginas 103 - 104.

3.8.3. Estado de maduración

3.8.3.1. Variables cualitativas

3.8.3.1.1. Resistencia predominante al acame (RA)

Refiérase al Anexo 1, página 110.

3.8.3.1.2. Tamaño de las aristas (TA)

Esta variable se describe en Anexo 1, página 111.

3.8.3.1.3. Tipo de aristado predominante de las semillas (TAS)

A continuación para esta variable, refiérase al Anexo 1, página 112.

3.8.3.1.4. Color predominante de las glumas fértiles (lema y pálea) del grano apical de la panícula (CGF)

En respecto a esta variable, refiérase al Anexo 1, página 113.

3.8.3.1.5. Angulo del ápice de un grano tomado del tercio medio de la panícula (ATP)

Esta variable se describe en Anexo 1, página 114.

3.8.3.1.6. Relación largo: ancho de la semilla (RL. A)

Refiérase al Anexo 1, página 114.

3.8.3.1.7. Densidad predominante de la panícula (DP)

La densidad de la panícula se describe en Anexo 1, página 115.

3.8.3.1.8. Ejerción predominante de la panícula (EP)

Respecto a esta variable, refiérase al Anexo 1, páginas 115 - 116 - 117.

3.8.3.1.9. Fertilidad predominante de la panícula (FP)

La fertilidad de la panícula, refiérase al Anexo 1, páginas 117 - 119

3.8.3.1.10. Desgranado predominante de la panícula (DP)

Anexo 1, página 119.

3.8.3.1.11. Longevidad foliar predominante (LP)

Anexo 1, páginas 119 - 120

3.8.3.1.12. Relación grano: paja (CRG: P)

Anexo 1, página 120.

3.8.3.2. Variables Cuantitativas

3.8.3.2.1. Ciclo vegetativo (días)

Se estimó de acuerdo a los días transcurridos desde el inicio de la germinación en caja Petri hasta la cosecha de las plantas.

3.8.3.2.2. Altura de planta (cm)

Se tomó al momento de la cosecha, midiendo desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panícula del tallo más alto.

3.8.3.2.3. Longitud de la semilla (LS)

A continuación refiérase al Anexo 1, página 114.

3.8.3.2.4. Anchura de la semilla (AS)

EL ancho de la semilla refiérase al Anexo1, página 114.

3.8.3.2.5. Espesor de la semilla (ES)

Para la descripción de esta variable, refiérase al Anexo 1, página 114.

3.8.3.2.6. Longitud del grano descascarado (mm)

Dentro de cada individuo, se evaluaron 5 granos por planta, que fueron tomados al azar, a los que se removió la cáscara y se midió con un esclímetro. Se determinó el promedio, por lo cual se utilizó la escala del sistema de evaluación estándar para arroz del CIAT (Jennings, Coffman, & Kauffman, 1981), como se describe a continuación:

Categoría	Rango
Extra largo	>7,5 mm
Largo	6,61 – 7,5 mm
Medio	5,6 – 6,6 mm
Corto	<5,5 mm

3.8.3.2.7. Ancho del grano descascarado (mm)

Entre cada individuo se tomaron al azar 5 granos por planta, a los que se removió la cáscara y se midió con un escalímetro el ancho de cada grano. Los valores obtenidos fueron sumados para determinar el promedio planta.

3.8.3.2.8. Forma del grano

Se determinó mediante la relación largo/ancho en granos descascarados enteros, dividiendo el valor obtenido del largo del grano con el valor del ancho del mismo. El resultado de esta división determinó la forma del grano de acuerdo a la escala del sistema

de evaluación estándar para arroz del CIAT de Colombia (Jennings, Coffman, y Kauffman, 1981), como se menciona a continuación:

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

3.8.3.2.9. Peso de 1000 granos (g) (PG)

Se tomaron 1000 granos dentro de cada individuo, teniendo cuidado de que los mismos no estén dañados por insectos o enfermedades; luego fueron pesados en una balanza de precisión expresando su valor en gramos.

3.8.3.2.10. Número de semillas no aristadas en una muestra de mil granos (NA)

Refiérase al Anexo 1, página 114.

3.8.3.2.11. Longitud de panícula (LP)

Esta variable se describe en Anexo 1, página 117.

3.8.3.2.12. Números de granos vanos (estériles) en el ápice de la panícula (NV)

Para la descripción de esta variable se detalla en Anexo 1, página 117.

3.8.3.2.13. Número de granos por panícula (GP)

El número de grano por panícula se detalla en Anexo 1, página 120

3.8.3.2.14. Rendimientos gramos/planta (g)

Se tomó el peso de los granos provenientes de cada cruce de cada individuo con un porcentaje aproximado al 13% de humedad.

3.9. Selección de los mejores individuos/cruce

De acuerdo a las características evaluadas, en un Cuadro Interactivo, fueron resumidas 54 de las 58 variables medidas, donde se sumaron cada una de las características y aquellas que presentaron mayor número de características, fueron los individuos seleccionados. Se consideraron las características nominales, considerando los resultados de la prueba de Tukey 0.05%, donde se definieron los valores nominales como: Mayor es mejor, Menor es mejor o Intermedio es mejor.

IV. RESULTADOS

4.1. En estado de plántula

4.1.1. Variables cualitativas

Las variables cualitativas que se estudiaron en estado de plántula, se resume en la (Cuadro 1).

4.1.1.1. Vigor

Respecto al vigor de la planta (Cuadro 1), los individuos de los cruces JP001/DH (P2) y JP001/ DH (P4) y el progenitor Puyón, fueron calificadas como plantas vigorosas, mientras que los cruces JP001/DH (P3) y JP003/Puyón (P15) incluido el progenitor JP001, resultaron ser plantas intermedias o normales. Los cruces JP004/Puyón (P14b) y JP002/JP003 (P5), conjuntamente con los progenitores JP003, JP004 y Puyón, fueron plantas muy vigorosas. Siendo de menor vigor las plantas del progenitor JP002, que se observaron como plantas muy débiles y pequeñas (Figura 8).

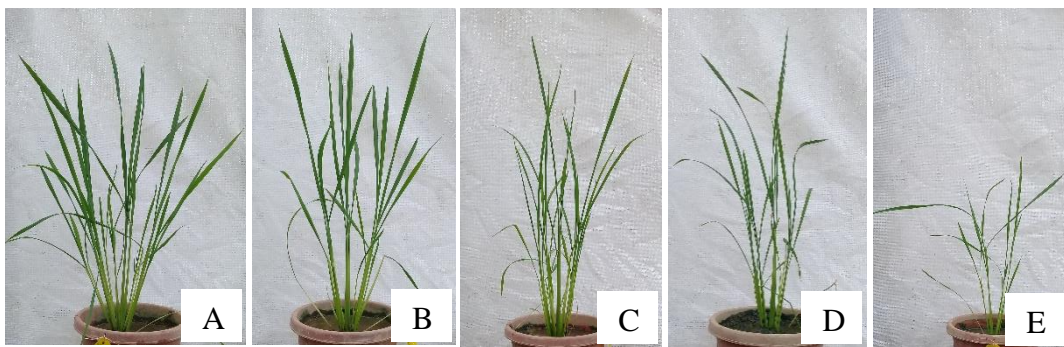


Figura 8. Plantas muy vigorosas (A); Plantas vigorosas (B); Plantas intermedias o normales (C); Plantas menos vigorosas que lo normal (D); Plantas muy débiles y pequeñas (E).

Cuadro 1. Variables cualitativas estudiadas en estado de plántula

Variables cualitativas	JP001 - DH P2	JP001 - DH P3	JP001 - DH P4	JP003 - PUYÓN P15	JP004 - PUYÓN P14b	JP002 - JP003 P5	JP001	JP002	JP003	JP004	DH	PUYÓN
Vigor	Plantas vigorosas	Plantas intermedias o normales	Plantas vigorosas	Plantas intermedias o normales	Plantas muy vigorosas	Plantas muy vigorosas	Plantas intermedias o normales	Plantas muy débiles y pequeñas	Plantas muy vigorosas	Plantas muy vigorosas	Planta vigorosas	Plantas muy vigorosas
Color predominante del coleóptilo	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde

4.1.1.2. Color predominante del coleóptilo

Los cruces JP001/DH (P2), JP001/DH (P3), JP001/DH (P4), JP003/Puyón (P15), JP004/Puyón (P14b) y JP002/JP003 (P5), conjuntamente con los progenitores JP001, JP002, JP003, JP004, DH y Puyón, presentaron un mismo color predominante del coleóptilo, siendo igual para todos los cruces y progenitores como se menciona en Cuadro 1.

4.1.2. Variables cuantitativas

4.1.2.1. Longitud del mesocótilo (mm)

Para ésta variable, el análisis de varianza presentó alta significancia estadística ($p > 0.05$) entre los cruces y parentales. El resultado de la prueba de Tukey 5% se presenta en la Tabla 1. El cruce JP003/PUYÓN (P15), presentó la mayor longitud de mesocótilo con una media de 6,0 mm, no siendo significativamente diferente con los cruces JP004/PUYÓN (P14b), JP001/DH (P2), JP002/JP003 (P5) y JP001/DH (P3). Sin embargo; el progenitor JP001, fue el que obtuvo el mayor valor que los restantes, siendo el cruce JP001/DH (P4) y el progenitor DH, los que obtuvieron la menor longitud del mesocótilo, con valores de 2,31 y 2,17 mm, respectivamente, siendo significativamente diferente hacia a los demás.

Tabla 1. Longitud del mesocótilo (mm) de los parentales y poblaciones R₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Comparación
JP001	7,50	6	0,95	A
PUYÓN	6,50	4	1,16	A B
JP003/PUYÓN P15	6,00	19	0,53	A B
JP004	5,50	6	0,95	A B
JP003	5,50	6	0,95	A B
JP004/PUYÓN P14b	3,50	4	1,16	A B
JP001/DH P2	3,50	2	1,65	A B
JP002	3,00	6	0,95	A B
JP002/JP003 P5	2,89	9	0,78	A B
JP001/DH P3	2,80	5	1,04	A B
JP001DH P4	2,31	16	0,58	B
DH	2,17	6	0,95	B

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

4.1.2.2. Longitud del coleóptilo (mm)

De los resultados obtenidos en esta variable, el análisis de varianza presentó alta significancia estadística ($p > 0.05$) entre los cruces y parentales. El resultado de la prueba de Tukey al 5% (Tabla 2), demostró que el cruce JP003/PUYÓN (P15) fue el de mayor longitud del coleóptilo, con una media de 19,26 mm; éste es significativamente diferente a los cruces JP004/PUYÓN (P14b), JP001/DH (P2), JP001/DH (P3) y los progenitores JP002, Puyón, JP004 y JP001. Los menores valores lo obtuvieron los cruces P002/JP003 (P5) y JP001/DH (P4), conjuntamente con los progenitores DH y JP003, no siendo significativamente diferentes entre sí.

Tabla 2. Longitud del coleóptilo de los parentales y poblaciones R₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Comparación
JP003 - PUYÓN P15	19,26	19	0,69	A
JP002	18,67	6	1,22	A B
PUYÓN	17,75	4	1,49	A B C
JP004 - PUYÓN P14b	16,75	4	1,49	A B C
JP004	15,17	6	1,22	A B C
JP001 - DH P2	14,00	2	2,11	A B C
JP001 - DH P3	13,40	5	1,34	A B C
JP001	13,17	6	1,22	A B C
JP003	12,83	6	1,22	B C
JP001 - DH P4	12,00	16	0,75	C
JP002 - JP003 P5	11,78	9	1,00	C
DH	11,67	6	1,22	C

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

4.2. Al momento de la floración

4.2.1. Variables cualitativas

Las variables cualitativas que se estudiaron al momento de la floración, se resumen en el Cuadro 2.

4.2.1.1. Hábito predominante de crecimiento

Con respecto a esta variable, los cruces JP001/DH (P2), JP001/DH (P3), JP001/DH (P4), JP003/Puyón (P15) y JP002/JP003 (P5) y el progenitor DH, presentaron un hábito de crecimiento intermedio, cuyos ángulos de apertura estuvieron entre 31° y 50°; a diferencia del cruce JP004/Puyón (P14b) que presentó un hábito erecto, con un ángulo de 10°, conjuntamente con los progenitores JP002, JP003 y JP004. El progenitor JP001 presentó un hábito de crecimiento semierecto, con un ángulo entre 11° y 30° y el Puyón que presentó un hábito abierto, con un ángulo entre 51° y 70° (Figura 9).

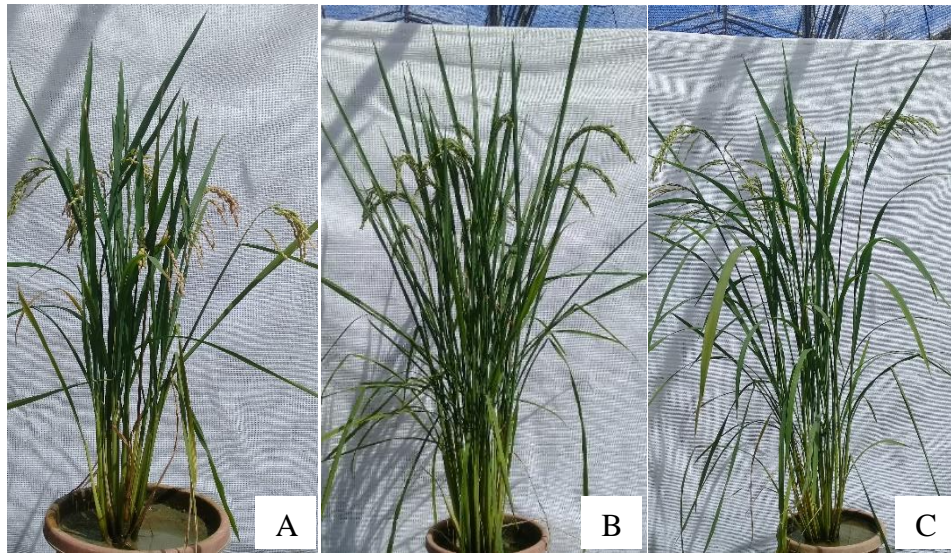


Figura 9.Hábito predominante de crecimiento de los individuos: erecto JP004/Puyón (P14b) (A); semierecto JP003/Puyón (P15) (B); e intermedio JP001/DH (P3) (C).

Cuadro 2. Variables cualitativas estudiadas al momento de la floración.

Variables cualitativas	JP001 - DH P2	JP001 - DH P3	JP001 - DH P4	JP003 - PUYÓN P15	JP004 - PUYÓN P14b	JP002 - JP003 P5	JP001	JP002	JP003	JP004	DH	PUYÓN
Hábito predominante de crecimiento	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Erecto	Intermedio	Semierecto	Erecto	Erecto	Erecto	Intermedio	Abierto
Capacidad predominante de macollamiento	Muy pobre	Buena	Pobre	Buena	Mediana	Buena	Muy pobre	Pobre	Buena	Muy prolifera	Muy pobre	Muy prolifera
Angulo del ápice que forma la lema y pálea en la espiguilla	11° -40°	41° -70°	11° -40°	11° -40°	11° -40°	0° -10°	11° -40°	11° -40°	11° -40°	11° -40°	41° -70°	0° -10°
Pubescencia predominante de las glumas	Parcial o totalmente cubierta con vello corto	Parcial o totalmente cubierta con vello corto	Parcial o totalmente cubierta con vello corto	Parcial o totalmente cubierta con vello corto	Parcial o totalmente cubierta con vello largo	Pubescente hacia el ápice de la lema y la pálea	Parcial o totalmente cubierta con vello corto	Parcial o totalmente cubiertas con vello larga	Parcial o totalmente cubierta con vello corto	Parcial o totalmente cubiertas con vello larga	Parcial o totalmente cubiertas con vello corto	Pubescencia hacia el ápice de la lema y pálea
Color predominante del estigma	Blanquecino	Blanquecino	Blanquecino	Blanquecino	Crema	Blanquecino	Blanquecino	Blanquecino	Blanquecino	Blanquecino	Blanquecino	Blanquecino
Posición predominante de la hoja bandera	Semierecta	Semierecta	Semierecta	Semierecta	Semierecta	Semierecta	Intermedia	Intermedia	Intermedia	Intermedia	Erecta	Intermedia
Posición predominante del ápice de la primera hoja por debajo de la hoja bandera	Erecto	Erecto	Erecto	Erecto	Erecto	Erecto	Horizontal	Erecto	Erecto	Erecto	Erecto	Erecto
Vellosidad predominante de la lámina de la hoja	Ligeramente pubescente	Escabrosa , áspera al tacto	Ligeramente pubescente	Pubescente a la mitad de la lámina hacia el ápice	Escabrosa, áspera al tacto	Graba o lisa	Pubescente desde la mitad de la lámina hacia el ápice	Ligeramente Pubescente	Ligeramente pubescente	Escabrosa, áspera al tacto	Ligeramente pubescente	Pubescente desde la mitad de la lámina hacia el ápice
Color predominante de la lámina foliar	Verde	Verde	Verde	Verde oscuro	Verde oscuro	Verde oscuro	verde	Verde	Verde Oscuro	Verde	Verde	Verde
Corrugación predominante de la lámina de la hoja	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
Lado corrugado predominante de la lámina foliar	En el lado izquierdo	En el lado izquierdo	En el lado izquierdo	En el lado derecho	En el lado derecho	En el lado izquierdo	En el lado izquierdo	En el lado izquierdo	En el lado izquierdo	En el lado izquierdo	En el lado izquierdo	En el lado izquierdo
Color predominante de la lígula	Crema	Crema	Crema	Crema	Crema	Crema	Sin color	Sin color	Crema	Crema	Crema	Crema

.....Continuación del Cuadro 2

Forma predominante de la lígula	Hendida	Hendida	Hendida	Hendida	Hendida	Aguda o acuminada	Hendida	Hendida	Aguda o acuminada	Hendida	Aguda o acuminada	Hendida
Tamaño predominante de las aurículas	Muy pequeña (2.1mm)	Muy pequeña (2.1 mm)	Pequeña (2.1 y 3 mm)	Muy pequeña (2.1 mm)	Pequeña (2.1 y 3 mm)	Muy pequeña (2.1 mm)	Muy pequeña (2.1 mm)	Muy pequeña (2.1 mm)	Muy pequeña (2.1 mm)	Muy pequeña (2.1 mm)	Muy pequeña (2.1 mm)	Muy grande (5 mm)
Resistencia de las aurículas al desprendimiento	Caedizas	Resistente	Resistente	Resistentes	Caedizas	Caedizas	Resistentes	Caedizas	Resistentes	Caedizas	Resistentes	Caedizas
Color predominante de las aurículas	Crema	Crema	Crema	Crema	Crema	Crema	Crema	Crema	Crema	Crema	Crema	Crema
Color predominante de la vaina de la hoja	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde oscuro	Verde
Color predominante del nudo	Verde claro	Verde claro	Vede	Verde amarillo	Verde claro	Verde amarillo	Verde claro	Verde	Verde amarillo	Verde	Verde claro	Verde
Color predominante del entrenudo	Verde claro	Verde claro	Verde claro	Verde	Verde	Verde claro	Verde claro	Verde claro	Verde	Verde claro	Verde claro	Verde claro
Color predominante del anillo subnodal	Verde	Verde oscuro	Verde oscuro	Verde oscuro	Verde oscuro	Verde oscuro	Verde oscuro	Verde	Verde oscuro	Verde claro	Verde oscuro	Verde oscuro
Color predominante de la base del tallo	Verde oscuro	verde oscuro	Verde	Verde	Verde oscuro	Verde pálido	Verde oscuro	Verde	Verde oscuro	Verde oscuro	Verde claro	Verde claro

4.2.1.2. Capacidad predominante de macollamiento

De acuerdo a esta variable, es la habilidad de la planta para producir macollas. Los cruces JP001/DH (P3), JP003/Puyón (P15) y JP002/JP003 (P5) y el progenitor JP003 presentaron una capacidad de macollamiento buena, que de acuerdo a la escala, van desde 15 a 19 macollos por planta. El cruce JP004/Puyón (P14b) presentó una capacidad de macollamiento mediana, que fueron desde 11 a 14 macollos. Los que presentaron una condición pobre, que formaron entre 7 a 10 macollos, fueron el cruce JP001/DH (P4) con el progenitor JP002. El macollamiento muy pobre, con menos de 7 macollos lo presentaron el cruce JP001/DH (P2) y los progenitores JP001 y DH. Sin embargo; los progenitores JP004 y Puyón fueron los que presentaron la mayor capacidad predominante de macollamiento, siendo muy prolífera con más de 20 macollos (Figura 10).



Figura 10. Capacidad de macollamiento de algunos individuos de la progenie resultado de los cruces: buena con 15 a 19 macollos JP003/Puyón (P15) (A) y JP001/DH (P3) (B); mediana JP004/Puyón (P14b) con 11 a 14 macollos (C).

4.2.1.3. Angulo del ápice que forma la lema y la pálea en la espiguilla

En esta variable los cruces JP001/DH (P2), JP001/DH (P4), JP003/Puyón (P15) y JP004/Puyón (P14b) y los progenitores JP001, JP002, JP003 y JP004, obtuvieron un ángulo de 11° - 40°. El cruce JP001/DH (P3) y el progenitor DH presentaron un ángulo de 41° - 70°. El cruce JP002/JP003 (P5) y el progenitor Puyón obtuvieron los mejores rangos de ángulo del ápice que forma la lema y la pálea en la espiguilla, entre 0° - 10°.

4.2.1.4. Pubescencia predominante de las glumas

Esta variable indica la presencia o ausencia de vellos sobre la lema y la pálea. Los cruces JP001/DH (P2), JP001/DH (P3), JP001/DH (P4) y JP003/Puyón (P15) y los progenitores JP001, JP003 y DH presentaron una pubescencia parcial o totalmente cubierta con vello corto en las glumas. El cruce JP004/Puyón (P14b) y los progenitores JP002 y JP004, mostraron la presencia parcial o totalmente cubiertas con vellos largos. Sin embargo; el de menor pubescencia predominante de las glumas fue el cruce JP002/JP003 (P5) y el progenitor Puyón, que se presentaron pubescentes hacia el ápice de la lema y la pálea (Figura 11).



Figura 11. Pubescencia predominante de las glumas en los individuos de los siguientes cruces: parcial o totalmente cubiertas con vellos cortos JP003/Puyón (P15) (A); parcial o totalmente cubiertas con vellos largos JP004/Puyón (P14b) (B).

4.2.1.5. Color predominante del estigma

Los cruces JP001/DH (P2), JP001/DH (P3), JP001/DH (P4), JP003/Puyón (P15) y los progenitores JP001, JP002, JP003, JP004, DH y Puyón, se caracterizaron por una coloración del estigma blanquecino, siendo diferente con el cruce JP004/Puyón (P14b) que tuvo un color crema, distinguiéndose a los anteriormente mencionados.

4.2.1.6. Posición predominante de la hoja bandera

De acuerdo a los resultados obtenidos se determinó, que los cruces JP001/DH (P2), JP001/DH (P3), JP001/DH (P4), JP003/Puyón (P15), JP004/Puyón (P14b) y JP002/JP003 (P5) presentaron una posición predominante de la hoja bandera semierecta, que de

acuerdo a la escala, presentó un ángulo entre 11° y 40° . Los progenitores JP001, JP002, JP003, JP004, y Puyón obtuvieron una posición de la hoja bandera intermedia con ángulo entre 41° y 70° . Sin embargo; el mayor rango lo presentó el progenitor DH que obtuvo la posición predominante erecta de la hoja bandera con un ángulo que va entre 0° y 10° (Figura 12).

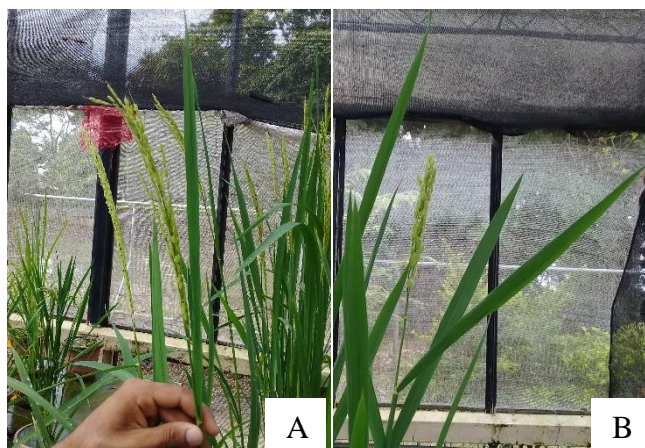


Figura 12. Posición predominante de la hoja bandera de los siguientes individuos: semierecta JP002/JP003 (P5) con un ángulo entre 11° a 40° (A) e intermedia en el progenitor JP001, que va de 0° a 10° .

4.2.1.7. Posición predominante del ápice de la primera hoja por debajo de la hoja bandera

Este carácter describe la posición del ápice de la hoja por debajo de la hoja bandera. De acuerdo a esta variable, como se menciona en el Cuadro 2, los cruces JP001/DH (P2), JP001/DH (P3), JP001/DH (P4), JP003/Puyón (P14) y JP002/JP003 (P5) con los progenitores JP002, JP003, JP004, DH y Puyón, presentaron una posición de hoja erecta, ya que sus ápices se encontraron muy por encima del punto de unión. Siendo de menor rango, el progenitor JP001 que presentó una posición de hoja horizontal, en el mismo que su ápice se observó paralelo del punto de unión.

4.2.1.8. Vellosidad predominante de la lámina de la hoja

En esta variable indicó la presencia o ausencia de vellos sobre el haz de la lámina foliar. Los cruces P001/DH (P3) y JP004/Puyón (P14b) y el progenitor JP004, presentaron una vellosidad predominante de lámina escabrosa, áspera al tacto. Los cruces JP001/DH (P2), JP001/DH (P4) y los progenitores JP002, JP003, DH, obtuvieron un rango intermedio, siendo ligeramente pubescente al tacto. Los progenitores JP001 y Puyón presentaron una vellosidad, pubescente desde la mitad de la lámina hacia el ápice. Sin embargo; el cruce JP002/JP003 (P5), presentó una lámina foliar graba o lisa.

4.2.1.9. Color predominante de la lámina foliar

De acuerdo al color predominante de la lámina foliar (Cuadro 2), los cruces JP001/DH (P2), JP001/DH (P3) y JP001/DH (P4) y los progenitores JP001, JP002, JP004, DH y Puyón, se caracterizaron por presentar una coloración verde. Mientras que los cruces JP003/Puyón (P15), JP004/Puyón (P14b), JP002/JP003 (P5) y el progenitor JP003, presentaron una coloración verde oscuro (Figura 13)

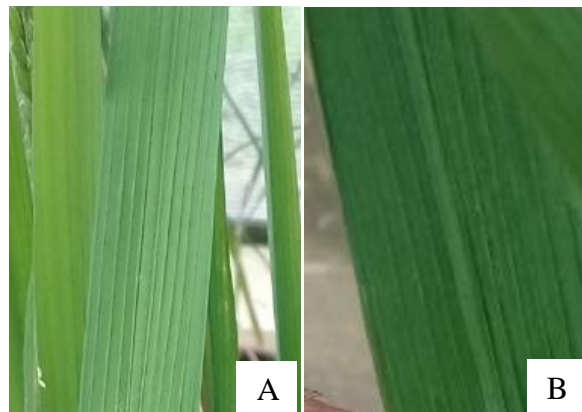


Figura 13. Color predominante de la lámina foliar: verde JP001/DH (P3) (A); verde oscuro JP004/Puyón (P14b) (B).

4.2.1.10. Corrugación predominante de la lámina foliar

En esta variable, todos los cruces JP001/DH (P2), JP001/DH (P3), JP001/DH (P4), JP003/Puyón (P15), JP004/Puyón (P14b) y JP002/JP003 (P5), conjuntamente con los progenitores JP001, JP002, JP003, JP004, DH y Puyón, se caracterizaron por poseer una corrugación de lámina foliar presente, como se menciona en el Cuadro 2.

4.2.1.11. Lado corrugado predominante de la lámina foliar

En cuanto al corrugamiento de la lámina, que se encuentra en el envés de la hoja, se observó que los cruces JP001/DH (P2), JP001/DH (P3), JP001/DH (P4) y JP002/JP003 (P5) y los progenitores JP001, JP002, JP003, JP004, DH y Puyón, presentaron en un grado 2 de la escala del CIAT (1993), es decir; presentaron una corrugación, en el lado izquierdo; mientras que los cruces JP003/Puyón (P15) y JP004/Puyón (P14b) presentaron el lado derecho, siendo grado 1 de la escala.

4.2.1.12. Color predominante de la lígula

Respecto al color predominante de la lígula (Cuadro 2), los cruces JP001/DH (P2), JP001/DH (P3), JP001/DH (P4), JP003/Puyón (P15), JP004/Puyón (P14b) y JP002/JP003 (P5) y los progenitores JP003, JP004, DH y Puyón, se caracterizaron mediante la interpretación de la escala del CIAT (1993) por una coloración crema, en escala de 2. Sin embargo; fueron diferentes a los progenitores JP001 y JP002 que se presentaron sin color, grado 1 de la escala.

4.2.1.13. Forma predominante de la lígula

En esta variable (Cuadro 2), los cruces JP001/DH (P2), JP001/DH (P3), JP001/DH (P4), JP003/Puyón (P15), JP004/Puyón (P14b) y los progenitores JP001, JP002, JP004 y Puyón, presentaron una forma de lígula hendida (grado 2 de la escala); mientras que el cruce JP002/JP003 (P5) y los progenitores JP003 y DH, presentaron una forma de lígula aguda o acuminada (grado 1 de la escala).

4.2.1.14. Tamaño predominante de las aurículas

De acuerdo a esta variable, se describe que las aurículas son dos apéndices que se encuentran en el cuello de la hoja. Los cruces JP001/DH (P2), JP001/DH (P3), JP003/Puyón (P15) y JP002/JP003 (P5), conjuntamente con los progenitores JP001, JP002, JP003, JP004 y DH, presentaron el tamaño predominante de las aurículas muy pequeñas, es decir, tamaño menor de 2.1 mm; a diferencia de los cruces JP004/DH (P4) y JP004/Puyón (P14b), que obtuvieron un tamaño de aurícula pequeña entre 2.1 y 3 mm. El progenitor Puyón fue el que presentó un mayor tamaño de aurícula, es decir muy grande, mayores de 5mm (Figura 14).

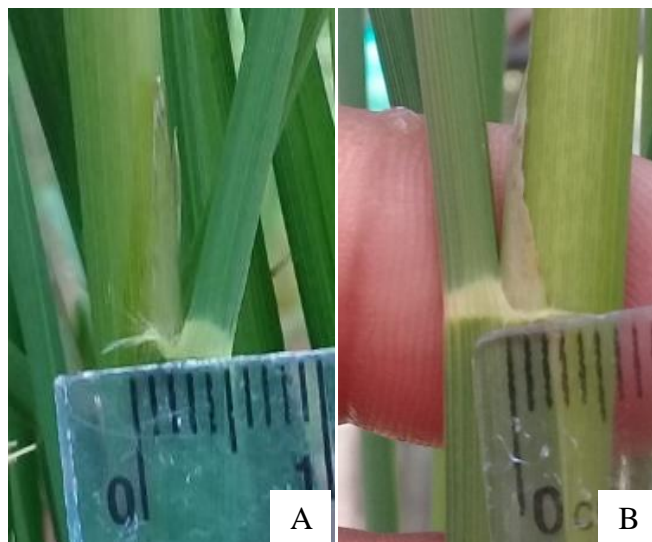


Figura 14. Tamaño predominante de las aurículas: muy pequeñas JP003/Puyón (P15) y JP001/DH (P3), tamaño menor de 2.1 mm (A y B).

4.2.1.15. Resistencia de las aurículas al desprendimiento

En cuanto a la resistencia de las aurículas al desprendimiento, los cruces JP001/DH (P3), JP001/DH (P4) y JP003/Puyón (P15) y los progenitores JP001, JP003 y DH se calificaron como resistentes, ya que se observaron más del 50% de las aurículas presentes en las plantas; mientras que los siguientes cruces, JP001/DH (P2), JP004/Puyón (P14) y

JP002/JP003 (P5) y los progenitores, JP002, JP004 y Puyón fueron caedizas, es decir; se observaron menos del 50% de las aurículas presentes en las plantas.

4.2.1.16. Color predominante de la vaina de la hoja

Con respecto al color predominante de la vaina de la hoja (segunda), los cruces JP001/DH (P2), JP001/DH (P3), JP001/DH (P4), JP003/Puyón (P15), JP004/Puyón (P14b) y JP002/JP003 (P5), con los progenitores JP001, JP002, JP003, JP004 y Puyón, se caracterizaron por una coloración verde en la vaina de la hoja. Sin embargo; el progenitor DH presentó un color verde oscuro, siendo diferente a los demás antes mencionados.

4.2.1.17. Color predominante del nudo

En el Cuadro 2, se presenta el color predominante del nudo de los cruces y progenitores. Los cruces JP001/DH (P2), JP001/DH (P3) y JP004/Puyón (P14) y los progenitores JP001 y DH, presentaron una coloración verde claro; a diferencia de los demás cruces, JP001/DH (P4) con los progenitores JP002 y JP004, presentaron una coloración verde. Sin embargo; los cruces JP003/Puyón (P15) y JP002/JP003 (P5) con el progenitor JP003, presentaron un color verde amarillo.

4.2.1.18. Color predominante del entrenudo

De acuerdo a esta variable (Cuadro 2), los cruces JP001/DH (P2), JP001/DH (P3), JP001/DH (P4), JP002/JP003 (P5), con los progenitores JP001, JP002, JP004, DH y Puyón, presentaron un color predominante verde claro; siendo diferente a los demás cruces, JP003/Puyón (P15) y JP004/Puyón (P14b) con el progenitor JP003, presentaron una color verde.

4.2.1.19. Color predominante del anillo subnodal

En el Cuadro 2, con respecto a esta variable, el cruce JP001/DH (P2), y el progenitor JP003, presentaron una coloración verde; distinguiéndose de los siguientes cruces

JP001/DH (P3), JP001/DH (P4), JP003/Puyón (P15), JP004/Puyón (P14b), JP002/JP003 (P5) con los progenitores JP001, JP002, JP004, DH y Puyón que presentaron un color verde oscuro.

4.2.1.20. Color predominante de la base del tallo

De acuerdo a esta variable, los siguientes cruces JP001/DH (P2), JP001/DH (P3) y JP004/DH (P14b), con los progenitores JP001, JP003 y JP004, presentaron un color predominante verde oscuro en la base del tallo, siendo muy diferente a los cruces JP001/DH (P4) y JP003/DH (P15) con el progenitor JP002, que presentaron una coloración verde. El cruce JP002/JP003 (P5) presentó un color predominante verde pálido; a diferencia de los progenitores DH y Puyón, que presentaron un color verde claro, como se observa en el Cuadro 2.

4.2.2. Variables cuantitativas

4.2.2.1. Número de hojas senescentes

Los resultados obtenidos en este estudio, indican que el análisis de varianza de los tratamientos, presentó alta significancia estadística ($p > 0.05$) entre los cruces y parentales. El resultado de la prueba de Tukey al 5% (Tabla 3), indicó que los individuos de los cruces JP001/DH (P3) y JP004/PUYÓN (P14b), presentaron cero hojas senescentes, no siendo significativamente diferente a los cruces, JP001/DH (P2) y JP003/PUYÓN (P15) con los parentales, JP001, JP002, JP003, JP004 y DH. Sin embargo; el mayor valor lo presentó el cruce JP002/JP003 (P5), que fue significativamente diferente al resto.

Tabla 3. Número de hojas senescentes de los parentales y poblaciones R₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Comparación
JP002/JP003 P5	7,33	9	0,47	A
PUYÓN	5,75	4	0,70	A
JP001/DH P4	5,00	16	0,35	A B
JP003	2,33	6	0,57	B C
JP003/PUYÓN P15	1,42	19	0,32	C
JP001/DH P2	1,00	2	0,99	C
JP002	0,67	6	0,57	C
JP001	0,50	6	0,57	C
DH	0,17	6	0,57	C
JP004	0,17	6	0,57	C
JP004/PUYÓN P14b	0,00	4	0,70	C
JP001/DH P3	0,00	5	0,63	C

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

4.2.2.2. Días a Floración

En esta variable, el análisis de varianza presentó alta significancia estadística ($p > 0,05$) entre los cruces y parentales. El resultado de la prueba de Tukey al 5%, se presenta en la (Tabla 4). Se observa que los individuos del cruce JP004/PUYÓN (P14b) presentaron menores días a la floración, con una media de 65,25, no siendo significativamente diferente con los progenitores JP001, JP002 y JP004. El mayor valor lo obtuvo el cruce JP002/JP003 (P5), con 104,11 días, siendo significativamente diferente a los restantes (Figura 15).

Tabla 4. Días a floración (días) de los parentales y poblaciones R_2 de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias - UTB. Ecuador, 2017.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Comparación
JP002/JP003 P5	104,11	9	0,94	A
JP003	95,50	6	1,15	B
PUYÓN	94,00	4	1,41	B C
JP003/PUYÓN P15	88,95	19	0,65	C
JP001/DH P3	76,00	5	1,26	D
DH	69,50	6	1,15	E
JP001/DH P2	67,50	2	1,99	E
JP001/DH P4	67,25	16	0,70	E
JP004/PUYÓN P14b	65,25	4	1,41	E F
JP004	65,17	6	1,15	E F
JP001	61,17	6	1,15	F
JP002	59,83	6	1,15	F

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



Figura 15. Días a floración: cruce JP004/Puyón (P14b) 65,25 días (A) y; JP003/Puyón (P15) 88,95 días (B).

4.2.2.3. Duración de la antesis

En esta variable, el análisis de varianza presentó alta significancia estadística ($p > 0,05$) entre los cruces y parentales. De acuerdo al resultado de la prueba de Tukey al 5%, el cruce JP002/JP003 (P5) presentó una media de 20,44 días, en contraste con el resto de individuos que variaron desde 5, 17 a 10,84 días, como período de duración de antesis (Tabla 5).

Tabla 5. Duración de la antesis de los parentales y poblaciones R_2 de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Comparación
JP002/JP003 P5	20,44	9	1,35	A
JP003/PUYÓN P15	10,84	19	0,93	B
JP004/PUYÓN P14b	9,50	4	2,02	B
JP002	7,67	6	1,65	B
JP001/DH P3	7,60	5	1,81	B
DH	7,33	6	1,65	B
PUYÓN	7,25	4	2,02	B
JP001/DH P2	7,00	2	2,86	B
JP003	7,00	6	1,65	B
JP001/DH P4	6,69	16	1,01	B
JP001	6,17	6	1,65	B
JP004	5,17	6	1,65	B

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

4.2.2.4. Días entre floración y cosecha

De acuerdo a esta variable, el análisis de varianza presentó alta significancia estadística ($p > 0,05$) entre los cruces y parentales. El resultado de la prueba de Tukey al 5% (Tabla 6), determinó que, los individuos del cruce JP004/PUYÓN (P14b) presentaron menores días entre floración y cosecha, con una media de 48,75 días, no siendo significativamente diferente con los progenitores JP004, JP003, PUYÓN, DH. El cruce JP002/JP003 (P5) presentó el mayor valor de días entre floración y cosecha, con una media de 73,33 días, siendo estadísticamente igual a los progenitores JP001 y JP002.

Tabla 6. *Días entre floración y cosecha de los parentales y poblaciones R₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.*

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Comparación
JP002	77,17	6	1,39	A
JP001	75,83	6	1,39	A B
JP002/JP003 P5	73,33	9	1,13	A B
JP001/DH P2	69,50	2	2,40	B
JP001/DH P3	56,40	5	1,52	C
JP001/DH P4	51,56	16	0,85	C D
JP003/PUYÓN P15	50,05	19	0,78	C D E
JP004/PUYÓN P14b	48,75	4	1,70	D E
JP004	44,83	6	1,39	D E F
JP003	43,50	6	1,39	E F
PUYÓN	41,00	4	1,70	F
DH	38,50	6	1,39	F

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

4.2.2.5. Longitud de la lámina de la hoja bandera (cm)

En los resultados obtenidos en el análisis de varianza, se detectó que hubo alta significancia estadística ($p > 0,05$) entre los tratamientos. En lo que respecta a los resultados la prueba de Tukey al 5% (Tabla 7), se observó que la mayor longitud de hoja bandera la presentaron los individuos del cruce JP003/PUYÓN (P15), con una media de 47,79 cm, no siendo significativamente diferente con los cruces JP001/DH (P2), JP001/DH (P3), JP002/JP003 (P5), JP001/DH (P4) con sus parentales Puyón, JP003, JP001, DH, aunque es significativamente diferente de los parentales JP004, JP002 y el cruce JP004/PUYÓN (P14b) que presentó el menor valor, con una media de 23,85 cm (Figura 16).

Tabla 7. Longitud de hoja bandera (cm) de los parentales y poblaciones R₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Comparación
PUYÓN	57,53	4	3,32	A
JP003	47,90	6	2,71	A B
JP003/PUYÓN P15	47,79	19	1,52	A B
JP001/DH P2	41,15	2	4,70	B C
JP001/DH P3	39,76	5	2,97	B C
JP001	39,55	6	2,71	B C
JP002/JP003 P5	37,49	9	2,21	B C D
DH	36,83	6	2,71	B C D
JP001/DH P4	34,88	16	1,66	B C D
JP002	32,88	6	2,71	C D
JP004	31,28	6	2,71	C D
JP004/PUYÓN P14b	23,85	4	3,32	D

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

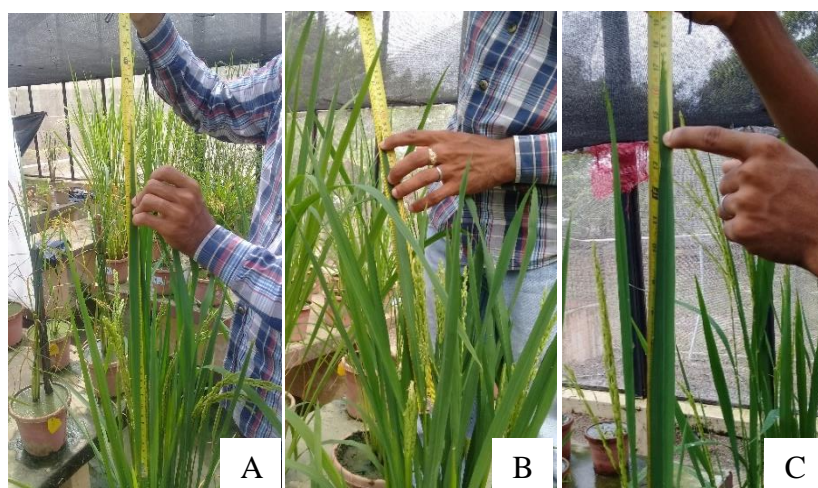


Figura 16. Longitud de lámina de la hoja bandera de los cruces: JP003/Puyón (P15) con 47,7 cm (A); JP004/Puyón (P14b) con 23,8 cm (B) y el JP002/JP003 (P5) con 37,4 cm (C).

4.2.2.6. Ancho de la lámina de la hoja bandera (cm)

En ésta variable, el análisis de varianza presentó alta significancia estadística ($p > 0.05$) entre los cruces y parentales. El resultado de la prueba de Tukey al 5% (Tabla 8), demostró que el cruce JP001/DH (P3), presentó el mayor ancho de hoja bandera, con una media de 1.90 cm, no siendo significativamente diferente con el cruce JP004/PUYÓN (P14b) y con

los parentales Puyón, JP004, DH y JP003, siendo significativamente diferentes de los individuos del cruce JP002/JP003 (P5), JP001/DH (P4), JP001/DH (P2), JP003/PUYÓN (P15) con los parentales JP001 y JP002. El cruce JP002/JP003 (P5), resultó de menor valor con una media de 1,34 cm (Figura 17).

Tabla 8. *Ancho de hoja bandera (cm) de los parentales y poblaciones R₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.*

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Comparación
PUYÓN	2,08	4	0,08	A
JP004	1,90	6	0,07	A
JP001/DH P3	1,90	5	0,07	A
DH	1,77	6	0,07	A B
JP004/ PUYÓN P14b	1,75	4	0,08	A B
JP003	1,75	6	0,07	A B
JP003/ PUYÓN P15	1,52	19	0,04	B C
JP002	1,47	6	0,07	B C
JP001/ DH P2	1,45	2	0,11	B C
JP001/ DH P4	1,38	16	0,04	C
JP002/ JP003 P5	1,34	9	0,05	C
JP001	1,20	6	0,07	C

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



Figura 17. Toma de datos del ancho de lámina de la hoja bandera (A). Menor ancho hoja del cruce JP003/Puyón (P15), 1,5 cm (B); y cruce JP004/Puyón (P14b) de mayor ancho de hoja, 2,1 cm (C).

4.2.2.7. Longitud de la lámina foliar (cm)

En esta variable, el análisis de varianza demostró que hubo alta significancia estadística ($p > 0.05$) entre los cruces y parentales. En el resultado de la prueba de Tukey al 5% se observó que, el cruce JP001/DH (P3) presentó mayor longitud de la hoja 2, con una media de 62 cm, no siendo significativamente diferente con los cruces JP001/DH (P4), JP003/PUYÓN (P15), JP002/JP003 (P5) y JP001/DH (P2), y los parentales JP003, JP002, DH y JP001. Sin embargo; el mayor valor lo presentó el parental Puyón, que fue significativamente diferente al resto. Siendo los individuos del cruce JP004/PUYÓN (P14b) y el parental JP004, presentaron menor longitud de hoja 2 con una media 42,18 y 41,08, respectivamente (Tabla 10).

Tabla 9. Longitud de la hoja 2 (cm) de los parentales y poblaciones R₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Comparación
PUYÓN	81,40	4	3,73	A
JP001/DH P3	62,66	5	3,34	B
JP003	60,45	6	3,05	B
JP001/DH P4	55,62	16	1,87	B C
JP003/PUYÓN P15	55,61	19	1,71	B C
JP002	52,52	6	3,05	B C
DH	51,37	6	3,05	B C
JP002/JP003 P5	50,96	9	2,49	B C
JP001/DH P2	50,60	2	5,28	B C
JP001	50,08	6	3,05	B C
JP004/ PUYÓN P14b	42,18	4	3,73	C
JP004	41,08	6	3,05	C

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

4.2.2.8. Ancho de la lámina foliar (cm)

De acuerdo a los resultados obtenidos en ésta variable, el análisis de varianza presentó alta significancia estadística ($p > 0.05$) entre los cruces y parentales. El resultado de la prueba de Tukey al 5% (Tabla 11), respecto del cruce JP001/DH (P3) resaltó con mayor ancho de la lámina foliar (hoja 2), con una media de 1,74 cm, no siendo significativamente diferente con el cruce JP004/PUYÓN (P14b) y con los parentales JP004 y Puyón. Los cruces JP001/DH (P4) y JP001/DH (P2), y los parentales JP001 y JP002, fueron no significativamente diferentes entre ellos, los mismos que obtuvieron los menores valores de ancho de hoja 2.

Tabla 10. Ancho de la lámina foliar (cm) de los parentales y poblaciones R₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Comparación
JP001/DH P3	1,74	5	0,06	A
JP004	1,67	6	0,06	A B
PUYÓN	1,63	4	0,07	A B C
JP004/PUYÓN P14b	1,48	4	0,07	A B C D
JP003	1,40	6	0,06	B C D E
DH	1,37	6	0,06	C D E F
JP002/JP003 P5	1,31	9	0,05	D E F
JP003/PUYÓN P15	1,30	19	0,03	D E F
JP001/DH P2	1,20	2	0,10	D E F G
JP002	1,17	6	0,06	E F G
JP001/DH P4	1,10	16	0,04	F G
JP001	0,97	6	0,06	G

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

4.2.2.9. Longitud de la lígula (mm)

En esta variable, el análisis de varianza demostró alta significancia estadística ($p > 0.05$) entre los cruces y parentales. En el resultado de la prueba de Tukey al 5% (Tabla 12), presentó que la mayor longitud de lígula, la mostraron los progenitores Puyón y JP003, con una media de 20,25 y 19,33 mm, respectivamente; siendo significativamente diferentes con los cruces JP003/PUYÓN (P15), JP004/PUYÓN (P14b), JP001/DH (P2), JP001/DH (P4), JP001/DH (P3) y los progenitores JP004, DH, JP002. El cruce JP002/JP003 (P5) y el parental JP001, fueron estadísticamente diferentes a los demás, presentando incluso los valores de menor longitud de la lígula con una media de 9,22 y 8,83 mm, respectivamente (Figura 18).

Tabla 11. Longitud de la lígula (mm) de los parentales y poblaciones R₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Comparaci3n
PUY3N	20,25	4	1,10	A
JP003	19,33	6	0,90	A
JP003/PUY3N P15	14,05	19	0,51	B
JP004	13,17	6	0,90	B C
JP004/PUY3N P14b	12,50	4	1,10	B C
DH	12,17	6	0,90	B C
JP001/DH P2	12,00	2	1,56	B C
JP001/DH P4	11,94	16	0,55	B C
JP001/DH P3	11,40	5	0,99	B C
JP002	10,83	6	0,90	B C
JP002/JP003 P5	9,22	9	0,74	C
JP001	8,83	6	0,90	C

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

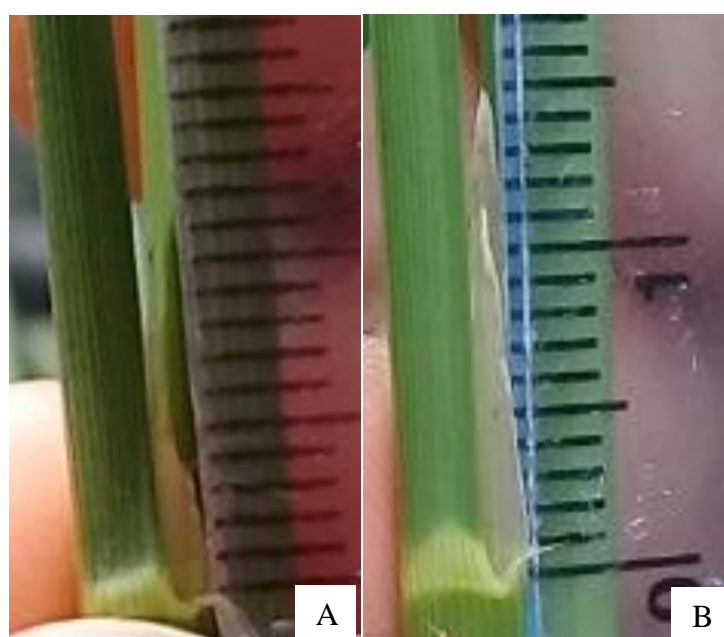


Figura 18. Longitud de la lígula: cruce JP001/DH (P3) (A); cruce JP003/Puy3n (P15) (B).

4.3. En estado de maduración

4.3.1. Variables Cualitativas

Las variables cualitativas que se estudiaron en estado de maduración, se resumen en el Cuadro 3.

4.3.1.1. Resistencia predominante al acame

Como se observa en el Cuadro 3, en esta variable, los cruces JP001/DH (P2), JP003/Puyón (P15) y JP004/Puyón (P14b) con los progenitores JP002, JP003, JP004 y Puyón, presentaron mayor resistencia predominante al acame; determinándose como fuertes de acuerdo a la escala. El cruce JP001/DH (P3) y los progenitores JP001 y DH, se caracterizaron por ser moderadamente fuertes. Sin embargo; los cruces JP001/DH (P4) y JP002/JP003 (P5), presentaron tallos débiles.

4.3.1.2. Tamaño de las aristas

De acuerdo a esta variable, los cruces JP001/DH (P2), JP001/DH (P3), JP001/DH (P4) y JP002/JP003 (P5), presentaron un tamaño de arista corta entre 1 y 5 mm. Los cruces JP003/Puyón (P15), JP004/Puyón (P14b), con los progenitores JP001, JP002, JP003 y JP004, no presentaron arista. El progenitor DH presentó un tamaño de arista media entre 6 y 20 mm. Siendo de menor rango el progenitor Puyón, que presentó un tamaño de arista muy larga, de más de 50 mm (Figura 19).



Figura 19. Tamaño de la arista en los individuos de cruces JP001/DH (P3) (A); no presentaron aristas los cruces JP003/Puyón (P15) (B) y JP004/Puyón (P14b) (C).

Cuadro 3. Variables cualitativas estudiadas en estado de maduración.

Variables cualitativas	JP001 - DH P2	JP001 - DH P3	JP001 - DH P4	JP003 - PUYÓN P15	JP004 - PUYÓN P14b	JP002 - JP003 P5	JP001	JP002	JP003	JP004	DH	PUYÓN
Resistencia predominante al acame	Fuertes	Moderadamente fuerte	Débiles	Fuertes	Fuertes	Débiles	Moderadamente fuerte	Fuertes	Fuertes	Fuertes	Moderadamente Fuerte	Fuertes
Tamaño predominante de las aristas	Corta (1 - 5 mm)	Corta (1 - 5 mm)	Corta (1 - 5 mm)	Sin arista	Sin arista	Corta (1 - 5 mm)	Sin arista	Sin arista	Sin arista	Sin arista	Media (6 - 20 mm)	Muy larga (50 mm)
Tipos de arizado predominante de las semillas	Arista ausente	Arista corta y presente en más del 50 % de los granos	Arista ausente	Arista ausente	Arista ausente	Arista corta y presente en menos del 50 % de los granos	Arista ausente	Arista ausente	Arista ausente	Arista ausentes	Arista larga y presente en menos del 50% de los granos	Arista larga y presente en más del 50% de los granos
Color predominante de las glumas fértiles (lema y pálea) del grano apical de la panícula	Café amarillento	Café amarillento	Dorado	Dorado	Dorado	Pajizo	Dorado	Dorado	Dorado	Dorado	Café amarillento	Dorado
Angulo del ápice de un grano apical de la panícula	0° a 10°	11° a 40°	11° a 40°	11° a 40°	11° a 40°	0° a 10°	11° a 40°	11° a 40°	11° a 40°	11° a 40°	41° a 70°	0° a 10°
Relación largo: ancho de la semilla (mm)	2,3 mm	2,3 mm	2,6 mm	2,1 mm	2,6 mm	4 mm	2,3 mm	2,6 mm	2,2 mm	2,6 mm	2,6 mm	3,2 mm
Densidad predominante de la panícula	Semi-compacta	Intermedia	Intermedia	Semi-compacta	Intermedia	Intermedia	Semi-abierta	Semi-abierta	Intermedia	Abierta	Semi-compacta	Abierta
Exerción predominante de la panícula	Moderadamente emergida	Bien emergida	Moderadamente emergida	Bien emergida	Moderadamente emergida	Parcialmente incluida	Moderadamente emergida	Moderadamente emergida	Bien emergida	Bien emergida	Parcialmente incluida	Moderadamente incluida
Fertilidad predominante de la panícula	Parcialmente estéril	Fértil	Fértil	Fértil	Fértil	Parcialmente fértil	Muy Fértil	Fértil	Muy fértil	Muy Fértil	Muy fértil	Muy fértil
Desgranado predominante de la panícula	Difícil	Difícil	Difícil	Difícil	Difícil	Moderadamente difícil	Difícil	Difícil	Difícil	Difícil	Difícil	Moderadamente susceptible
Longevidad foliar predominante	Tardía	Tardía	Intermedia	Tardía	Tardía	Tardía	Tardía	Tardía	Tardía	Tardía	Tardía	Intermedia
Relación grano: paja	0,12	0,33	1,74	0,49	0,67	0,13	0,71	0,45	0,40	0,82	0,99	0,42

4.3.1.3. Tipo de aristado predominante de las semillas

Para esta variable (Cuadro 3), los cruces JP001/DH (P2), JP003/Puyón (P15), JP004/Puyón (P14b) y JP001/DH (P4), y los progenitores JP001, JP002, JP003 y JP004, presentaron, arista ausente. El JP001/DH (P3) presentó arista corta, presente en más del 50% de los granos a diferencia del cruce JP002/JP003 (P5), que presentó arista corta, presenten en menos del 50% de los granos. El progenitor DH obtuvo arista larga, presente en menos del 50% de los granos. El progenitor Puyón presentó arista larga, presente en más del 50% de los granos (Figura 20).

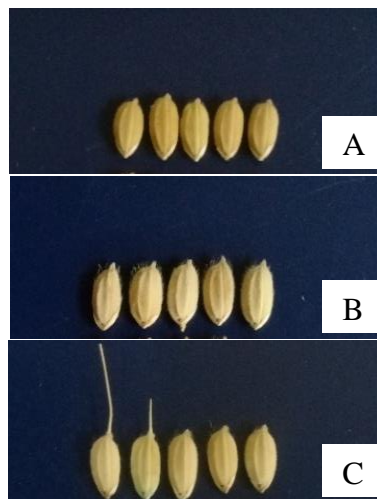


Figura 20. Tipos de arista predominante de las semillas: arista ausente en los cruces P003/Puyón (P15) (A) y JP004/Puyón (P14b) (B); arista corta el cruce P001/DH (P3), presente en más del 50% de los granos(C).

4.3.1.4. Color predominante de las glumas fértiles (lema y pálea) del grano apical de la panícula

Respecto a esta variable, los cruces JP001/DH (P2) y JP001/DH (P3) y el progenitor DH presentaron una coloración café amarillento, a diferencia de los cruces JP001/DH (P4), JP003/Puyón (P15) y JP004/Puyón (P14b), los progenitores JP001, JP002, JP003,

JP004 y Puyón obtuvieron un color dorado, distinguiéndose del cruce JP002/JP003 (P5), que presentó un color pajizo.

4.3.1.5. Angulo del ápice de un grano tomado del tercio medio de la panícula

En esta variable, los cruces JP001/DH (P2) y JP002/JP003 (P5) y el progenitor Puyón presentaron un ángulo predominante del ápice del grano de 0° a 10°, siendo diferente a los cruces JP001/DH (P3), JP001/DH (P4), JP003/Puyón (P15) y JP004/Puyón (P14b) y los progenitores JP001, JP002, JP003 y JP004, que presentaron un ángulo entre 11° a 40°. Sin embargo; el progenitor Puyón presentó un mayor ángulo de 71° a 90°.

4.3.1.6. Relación largo: ancho de la semilla

De acuerdo a los resultados de esta variable, todos los cruces y progenitores variaron en su relación largo: ancho, los que estuvieron entre 2.1 hasta 4 mm.

4.3.1.7. Densidad predominante de la panícula

Con respecto a esta variable, los cruces JP001/DH (P2) y JP003/Puyón (P15) y el progenitor DH, presentaron una densidad predominante de panícula semi-compacta, mientras que los cruces JP001/DH (P2), JP001/DH (P3), JP004/Puyón (P14b) y JP003/Puyón (P15) fueron de densidad intermedia. Los progenitores JP001, JP002 y DH, se determinaron con densidad semi-abierta. A diferencia del resto, los progenitores JP004 y Puyón, presentaron una panícula de densidad abierta (Figura 21).

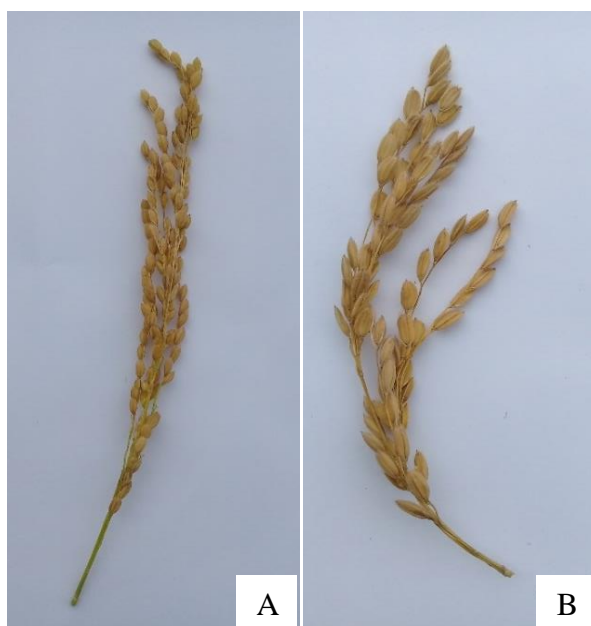


Figura 21. Densidad predominante de la panícula en los siguientes individuos de los cruces: JP003/Puyón (P15), de panícula semi-compacta (A); y el cruce JP004/Puyón (P14b) de panícula intermedia (B).

4.3.1.8. Ejerción predominante de la panícula

Para esta variable, los cruces JP001/DH (P2), JP001/DH (P4) y JP004/Puyón (P14b), con los progenitores JP001 y JP002, mostraron una ejerción predominante de panícula moderadamente emergida. Los cruces JP001/DH (P3) y JP003/Puyón (P15), y los progenitores JP003 y JP004, obtubieron panículas bien emergidas. El cruce JP002/JP003 (P5) y con el progenitor DH, presentaron panículas parcialmente incluídas, como se observa en la Cuadro 3 (Figura 22).



Figura 22. Ejerción predominante de la panícula de los siguientes cruces: el JP003/Puyón (P15) con panícula bien emergida (A); el JP004/Puyón (P14b), con panícula moderadamente emergida (B).

4.3.1.9. Fertilidad predominante de la panícula

Con respecto a la fertilidad predominante de la panícula, el cruce JP001/DH (P2), resultó parcialmente estéril. Los cruces JP001/DH (P3), JP001/DH (P4) y JP003/Puyón (P15) y el progenitor JP002 fueron fértiles. El cruce JP002/JP003 (P5) y el progenitor JP001 parcialmente fértil. Sin embargo; los de buena fertilidad fueron el JP004/Puyón (P14b) y los progenitores JP003, JP004, DH y Puyón que se presentaron como muy fértiles, conteniendo del 90 al 100% de granos fértiles.

4.3.1.10. Desgranado predominante de la panícula

De acuerdo a esta variable, los cruces JP001/DH (P2), JP001/DH (P3), JP001/DH (P4), JP003/Puyón (P15) y JP004/Puyón (P14b), con los progenitores JP001, JP002, JP003, JP004 y DH, se caracterizaron por ser de difícil desgrane; mientras que, el cruce JP002/JP003 (P5), resultó moderadamente difícil. Sin embargo; el de mayor número de

granos desprendidos en la panícula fue el progenitor Puyón, que resultó como moderadamente susceptible.

4.3.1.11. Longevidad foliar predominante

En el Cuadro 3, se describe en esta variable. Los cruces JP001/DH (P2), JP001/DH (P3), JP003/Puyón (P15), JP004/Puyón (P14b) y JP002/JP003 (P5) y los progenitores JP001, JP002, JP003, JP004 y DH, fueron de longevidad foliar tardía, presentando más de dos hojas verdes. Sin embargo; el cruce JP001/DH (P4) y el progenitor Puyón presentaron longevidad foliar intermedia.

4.3.1.12. Relación grano: paja

En esta variable, los cruces y progenitores variaron en su relación grano: paja, resultando entre 0,12 a 1,74.

4.3.2. Variables Cuantitativas

4.3.2.1. Ciclo vegetativo (días)

De acuerdo al resultado de análisis de varianza, se detectó que hubo alta significancia estadística ($p > 0.05$) entre los cruces y los parentales. La prueba de Tukey al 5% (Tabla 13), indicó que en esta variable se observó el menor ciclo vegetativo en los individuos del cruce JP004/PUYÓN (P14b) con una media de 114 días, no siendo significativamente diferente con los parentales JP004 y DH. Los individuos del cruce JP002/JP003 (P5), presentaron el mayor ciclo vegetativo (177,44 días), siendo significativamente diferente a los demás.

Tabla 12. *Ciclo vegetativo en días de los parentales y poblaciones R₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.*

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Comparación
JP002/JP003 P5	177,44	9	1,32	A
JP003	139,00	6	1,61	B
JP003/PUYÓN P15	139,00	19	0,91	B
JP002	137,00	6	1,61	B
JP001	137,00	6	1,61	B
JP001/DH P2	137,00	2	2,80	B
PUYÓN	135,00	4	1,98	B
JP001/DH P3	132,40	5	1,77	B
JP001/DH P4	118,81	16	0,99	C
JP004/PUYÓN P14b	114,00	4	1,98	C D
JP004	110,00	6	1,61	D
DH	108,00	6	1,61	D

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

4.3.2.2. Altura de Planta (cm)

Para ésta variable, el análisis de varianza presentó alta significancia estadística ($p > 0.05$) entre los cruces y parentales. El resultado de la prueba de Tukey al 5% (Tabla 14) presentó que el cruce JP004/PUYÓN (P14b) resultó con menor altura de planta, presentando una media de 69,73 cm, no siendo significativamente diferente a los parentales JP002, JP001, DH, JP004 y el cruce JP001/DH (P2). Los cruces JP001/DH (P4), JP003/PUYÓN (P15), JP001/DH (P3), JP002/JP003 (P5), incluyendo a los parentales JP003 y PUYÓN fueron significativamente diferentes, siendo el cruce JP002/JP003 (P5) el que alcanzó la mayor altura de planta con un valor de 125,43 cm (Figura 23).

Tabla 13. *Altura de planta (cm) de los parentales y poblaciones R₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.*

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Comparación
PUYÓN	144,08	4	4,34	A
JP002/JP003 P5	125,43	9	2,89	B
JP001/DH P3	122,32	5	3,88	B C
JP003	109,80	6	3,54	B C D
JP003/PUYÓN P15	104,73	19	1,99	C D
JP001/DH P4	98,44	16	2,17	D E
JP001/ DH P2	86,60	2	6,14	E F
JP002	80,00	6	3,54	F
JP001	78,80	6	3,54	F
DH	75,80	6	3,54	F
JP004	70,02	6	3,54	F
JP004/PUYÓN P14b	69,73	4	4,34	F

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

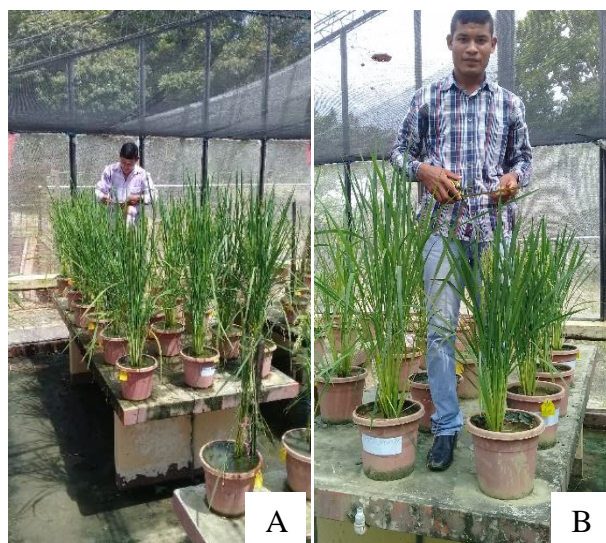


Figura 23. Mayor altura de los siguientes cruces: el JP003/Puyón (P15) con 104,73 cm (A); y el JP004/Puyón (P15) con 69,73 cm (B).

4.3.2.3. Longitud de la semilla (mm)

En lo que respecta a esta variable, al análisis de varianza demostró alta significancia estadística ($p > 0.05$) entre los cruces y parentales. El resultado de la prueba de Tukey al 5% (Tabla 15) demostró que, el cruce JP001/DH (P4) obtuvo mayor longitud de la semilla con una media 7,81 mm, no siendo significativamente diferente con los progenitores Puyón, DH, y JP004, y con el cruce JP004/PUYÓN (P14b). Los cruces JP002/JP003 (P5) y JP003/PUYÓN (15) fueron los que obtuvieron menor valor, con una media de 6,07 y 6,25 mm, en su orden, siendo significativamente diferente a los restantes (Figura 24).

Tabla 14. Longitud de la semilla (mm) de los parentales y poblaciones R_2 de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Comparación
PUYÓN	8,40	4	0,20	A
DH	8,03	6	0,16	A B
JP001/DH P4	7,81	16	0,10	A B C
JP004/PUYÓN P14b	7,75	4	0,20	A B C
JP004	7,72	6	0,16	A B C
JP001/DH P2	7,30	2	0,28	B C D
JP001/DH P3	7,22	5	0,18	C D E
JP002	7,03	6	0,16	C D E F
JP001	6,88	6	0,16	D E F
JP003	6,45	6	0,16	E F G
JP003/PUYÓN P15	6,25	19	0,09	F G
JP002/JP003 P5	6,07	9	0,13	G

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

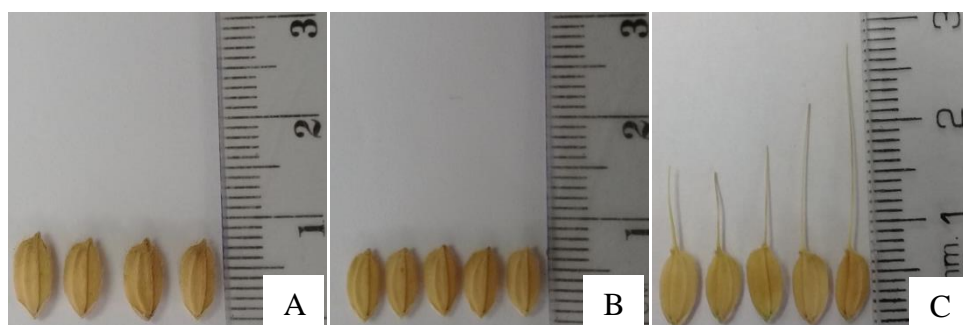


Figura 24. Longitud de la semilla de varios individuos de los siguientes cruces: JP004/Puyón (P14b) con mm (A); JP003/Puyón (P15) con 7 mm (B); y JP001/DH (P3) con 7,22 mm (C).

4.3.2.4. Ancho de la semilla (mm)

En relaciona al ancho de la semilla, el análisis de varianza presentó alta significancia estadística ($p > 0.05$) entre los cruces y parentales. El resultado de la prueba de Tukey al 5% (Tabla 16), demostró que el cruce JP001/DH (P3), obtuvo mayor ancho de semilla con una media de 3,06 mm, no siendo significativamente diferente con los progenitores JP003, JP004 y DH, seguido de los siguientes cruces JP004/PUYÓN (P14b), JP003/PUYÓN (P15) y JP001/DH (P2). Siendo los cruces JP002/JP003 (P5) y JP001/DH (P4), resultaron de menor valor con una media de 1,76 mm, siendo significativamente diferente los resultados a los restantes.

Tabla 15. *Ancho de la semilla (mm) de los parentales y poblaciones R_2 de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.*

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Comparación
JP004	3,13	6	0,12	A
JP003	3,10	6	0,12	A
JP001/DH P3	3,06	5	0,13	A
JP004/PUYÓN P14b	3,03	4	0,14	A
JP003/PUYÓN P15	3,00	19	0,07	A
JP001/DH P2	3,00	2	0,20	A
DH	2,98	6	0,12	A
JP002	2,77	6	0,12	A B
PUYÓN	2,70	4	0,14	A B
JP001	2,62	6	0,12	A B
JP001/DH P4	2,20	16	0,07	B C
JP002/JP003 P5	1,76	9	0,10	C

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

4.3.2.5. Espesor de la semilla (mm)

De acuerdo a esta variable, el análisis de varianza presentó alta significancia estadística ($p > 0.05$) entre los cruces y parentales. El resultado de la prueba de Tukey al 5% (Tabla 17) indicó que, el mayor espesor de semilla lo presentaron los individuos del cruce JP003/DH (P3), con una media de 2,04 mm, no son significativamente diferentes con los

cruces JP003/PUYÓN (P15) y JP004/PUYÓN (P14b) y los progenitores JP002, DH, JP003, JP001 y JP004. Los individuos de menor valor, lo presentaron los cruces JP001/DH (P4) y JP002/JP003 (P5), con una media de 1,0 y 1,3 mm, correspondientemente.

Tabla 16. *Espesor de la semilla (mm) de los parentales y poblaciones R₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.*

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Comparación
JP001/DH P3	2,04	5	0,07	A
JP002	2,03	6	0,06	A
JP003/PUYÓN P15	2,01	19	0,03	A B
DH	2,00	6	0,06	A B
JP004/PUYÓN P14b	2,00	4	0,08	A B
JP003	1,97	6	0,06	A B
JP001	1,85	6	0,06	A B
JP004	1,82	6	0,06	A B
PUYÓN	1,70	4	0,08	B C
JP001/DH P2	1,50	2	0,11	C D
JP002/JP003 P5	1,30	9	0,05	D E
JP001/DH P4	1,00	16	0,04	E

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

4.3.2.6. Longitud del grano descascarado (mm)

Al respecto del análisis de varianza presentó alta significancia estadística ($p > 0,05$) entre los cruces y parentales. El resultado de la prueba de Tukey al 5% se observó que el de mayor longitud del grano descascarado fue el progenitor Puyón con una media 6,22 mm, siendo significativamente diferente con los cruces JP004/Puyón (P14b), JP001/DH (P4) y JP001/DH (P3), y los progenitores DH, JP004, JP002, y JP001. Sin embargo; los de menor longitud de grano fueron los cruces JP003/PUYÓN (P15), JP002/JP003 (P5), JP001/DH (P2) y el progenitor JP003, Tabla 17; (Figura 25).

Tabla 17. Longitud del grano descascarado (mm) de los parentales y poblaciones R_2 de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Comparación
JP003/PUYÓN P15	4,45	19	0,06	A
JP003	4,48	6	0,11	A B
JP002/JP003 P5	4,50	9	0,09	A B
JP001/DH P2	4,78	2	0,18	A B C
JP001/DH P3	4,98	5	0,12	B C D
JP001	5,05	6	0,11	C D
JP002	5,07	6	0,11	C D
JP001/DH P4	5,15	16	0,06	C D
JP004	5,25	6	0,11	C D
DH	5,28	6	0,11	C D
JP004/PUYÓN P14b	5,42	4	0,13	D
PUYÓN	6,22	4	0,13	E

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



Figura 25. Longitud del grano descascarado de algunos individuos de los cruces: JP003/Puyón (P15) con 0,5 mm (A); JP004/Puyón (P 14b) con 0,6 mm (B) y JP001/DH (P3) con 5,05 mm (C).

4.3.2.7. Ancho del grano descascarado (mm)

En relación al ancho del grano descascarado, el análisis de varianza presentó alta significancia estadística ($p > 0.05$) entre los cruces y parentales. El resultado de la prueba de Tukey al 5% (Tabla 19), demostró que el mayor ancho del grano descascarado lo alcanzó el cruce JP004/PUYÓN (P14b), con una media de 2,28 mm, no siendo significativamente diferente con los siguientes progenitores JP001 y JP002, aunque fue significativamente diferente con los progenitores JP003 y JP004, seguido de los cruces JP003/PUYÓN (P15) y JP001/DH (P3). El cruce JP002/JP003 (P5), presentó el menor valor con una media de 1,45 mm, siendo diferente al resto.

Tabla 18. Ancho del grano descascarado (mm) de los parentales y poblaciones R₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Comparación
JP002/JP003 P5	1,45	9	0,05	A
JP001/DH P4	1,98	16	0,04	B
PUYÓN	2,03	4	0,08	B C
DH	2,03	6	0,07	B C
JP001/DH P2	2,04	2	0,11	B C
JP001/DH P3	2,36	5	0,07	C D
JP003/PUYÓN P15	2,38	19	0,04	D
JP004	2,46	6	0,07	D
JP003	2,60	6	0,07	D E
JP004/PUYÓN P14b	2,82	4	0,08	E F
JP001	2,98	6	0,07	F
JP002	3,00	6	0,07	F

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

4.3.2.8. Forma del grano

De acuerdo a esta variable, el análisis de varianza demostró alta significancia estadística ($p > 0,05$) entre los cruces y parentales. El resultado de la prueba de Tukey al 5% (Tabla 20), reportó que la mayor relación largo: ancho del grano la obtuvo el cruce JP002/JP003 (P5), con una media de 3,12; esto es, de forma delgado, grado 1 de la escala. Estos valores no son significativamente diferentes con el progenitor PUYÓN, aunque son significativamente diferentes con los cruces JP001/DH (P4) y JP001/DH (P2) y el progenitor DH, de forma media del grano. Sin embargo; los progenitores JP002, JP001 y JP003, y los cruces JP003/PUYÓN (15) y JP004/PUYÓN (P14b), obtuvieron menor relación largo: ancho con valores 1,69; 1,69; 1,72; 1,87; 1,92; en su orden, que se determinaron de forma ovalada, grado 5 de la escala (Figura 26).

Tabla 19. Forma del grano de los parentales y poblaciones R_2 de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Comparación
JP002	1,69	6	0,08	A
JP001	1,69	6	0,08	A
JP003	1,72	6	0,08	A
JP003/PUYÓN P15	1,87	19	0,04	A B
JP004/PUYÓN P14b	1,92	4	0,09	A B
JP001/DH P3	2,12	5	0,08	B C
JP004	2,21	6	0,08	B C D
JP001/DH P2	2,34	2	0,13	C D E
DH	2,60	6	0,08	D E
JP001/DH P4	2,61	16	0,05	E
PUYÓN	3,06	4	0,09	F
JP002/JP003 P5	3,12	9	0,06	F

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

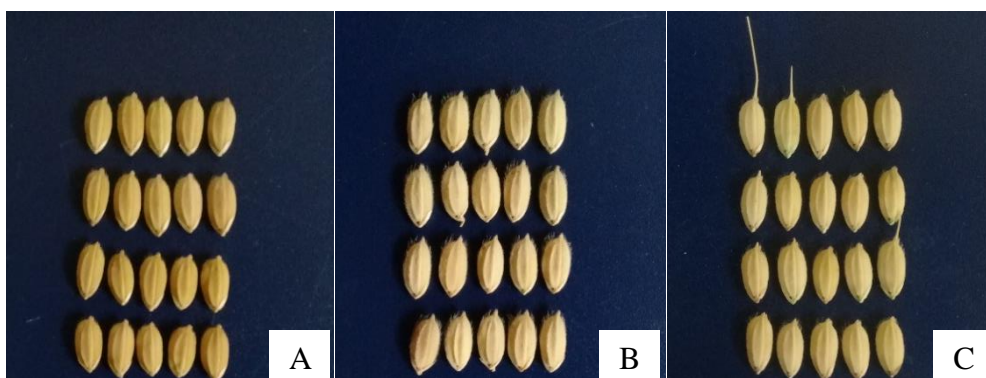


Figura 26. Forma del grano: los cruces JP003/Puyón (P15) (A) y JP004/Puyón (P14) reportaron granos de forma ovalado (B); y el cruce JP001/DH (P3) fue de forma mediana (C).

4.3.2.9. Peso de 1000 granos (g)

Para ésta variable, el análisis de varianza presentó alta significancia estadística ($p > 0.05$) entre los cruces y parentales. El resultado de la prueba de Tukey al 5% (Tabla 21), presentó que el mayor peso de 1000 granos, lo obtuvo el cruce JP004/PUYÓN (P14) con una media de 27,25 g, no siendo significativamente diferente con los progenitores JP004 y JP002, y el cruce JP001/DH (P3). Por lo contrario, estos son significativamente diferentes con los progenitores PUYÓN, JP001, DH y el cruce JP003/PUYÓN (P15). Los

menores valores lo presentaron los individuos de los cruces JP002/JP003 (P5) y JP001/DH (P2).

Tabla 20. *Peso de 1000 granos (g) de los parentales y poblaciones R₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.*

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Comparación
JP004	27,67	6	0,86	A
JP004/PUYÓN P14b	27,25	4	1,06	A B
JP002	24,17	6	0,86	A B C
JP001/DH P3	24,00	5	0,95	A B C
PUYÓN	23,00	4	1,06	B C D
JP001	22,00	6	0,86	C D
JP003/PUYÓN P15	21,89	19	0,49	C D
JP003	21,50	6	0,86	C D
DH	20,33	6	0,86	C D E
JP001/DH P4	19,38	16	0,53	D E
JP001/DH P2	16,00	2	1,50	E F
JP002/JP003 P5	14,67	9	0,71	F

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

4.3.2.10. Número de semillas no aristadas en una muestra de mil granos

El análisis de varianza determinó que hubo alta significancia estadística ($p > 0.05$) entre los cruces y parentales. El resultado de la prueba de Tukey al 5% (Tabla 22), indicó que en esta variable, los menores valores lo presentaron los cruces JP001/DH (P4), JP004/PUYÓN (P14b), JP003/PUYÓN (P15) y JP001/DH (P2) y los progenitores JP002, JP003, JP004, JP001. Los cruces JP002/JP003 (P5), JP001/DH (P3) y los progenitores DH y Puyón, son significativamente diferentes con los cruces JP002/JP003 (P5) y JP001/DH (P3). Sin embargo; el progenitor PUYÓN presentó todas las semillas aristadas.

Tabla 21. *Número de semillas no aristadas en una muestra de mil granos de los parentales y poblaciones R₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.*

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Comparación
JP001DH P4	1000,00	16	12,74	A
JP002	1000,00	6	20,80	A
JP003	1000,00	6	20,80	A
JP004	1000,00	6	20,80	A
JP001	1000,00	6	20,80	A
JP004/PUYÓN P14b	1000,00	4	25,48	A
JP003/PUYÓN P15	1000,00	19	11,69	A
JP001/DH P2	998,00	2	36,03	A
JP002/JP003 P5	838,89	9	16,99	B
JP001/DH P3	774,00	5	22,79	B
DH	653,00	6	20,80	C
PUYÓN	0,00	4	25,48	D

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

4.3.2.11. Longitud de panícula (cm)

En ésta variable, el análisis de varianza obtuvo alta significancia estadística ($p > 0.05$) entre los cruces y parentales. El resultado de la prueba de Tukey al 5%, se observa en la Tabla 23. Los individuos del cruce JP001/DH (P3), presentaron la mayor longitud de panícula, con una media 25,76, no siendo significativamente diferentes a los cruces JP002/JP003 (P5), JP001/DH (P2), JP003/PUYÓN (P15); JP001/DH (P4) y a los parentales JP003 y DH. Sin embargo; el mayor valor lo presentó el parental Puyón, que fue significativamente diferente al resto. Siendo los individuos del cruce JP004/PUYÓN (P14b) y con los parentales JP004, JP001, JP002, los que presentaron menor altura, con una media de 14,33; 13,68; 14,65; 15,15, respectivamente (Figura 27).

Tabla 22. Longitud de panícula (cm) de los parentales y poblaciones R_2 de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Comparación
PUYÓN	32,50	4	1,16	A
JP001/DH P3	25,76	5	1,04	B
JP002/JP003 P5	24,57	9	0,77	B
JP003	22,98	6	0,95	B
JP001/DH P2	22,60	2	1,64	B
DH	22,43	6	0,95	B
JP003/PUYÓN P15	22,28	19	0,53	B
JP001/DH P4	21,30	16	0,58	B
JP002	15,15	6	0,95	C
JP001	14,65	6	0,95	C
JP004/PUYÓN P14b	14,33	4	1,16	C
JP004	13,68	6	0,95	C

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



Figura 27. Longitud de panícula: JP004/Puyón (P14b) (A); y JP003/Puyón (P15) (B).

4.3.2.12. Número de granos vanos (estériles) en el ápice de la panícula

De acuerdo en esta variable, el análisis de varianza obtuvo alta significancia estadística ($p > 0.05$) entre los cruces y los parentales. El resultado de la prueba de Tukey al 5% (Tabla 24), indicó que el cruce JP003/PUYÓN (P15), presentó menor número de grano vano en el ápice de la panícula con una media de 1,74, no siendo significativamente diferente con los progenitores JP003, JP001, DH, JP004 y los cruces JP001/DH (P4), JP004/PUYÓN (P14b), JP001/DH (P3) y JP002/JP003 (P5). Sin embargo; los individuos del cruce JP001/DH (P2) y el progenitor Puyón, presentaron mayor número de granos vanos en el ápice, con una media de 9,0 y 5,5, correspondientemente.

Tabla 23. *Número de granos vanos (estériles) en el ápice de la panícula de los parentales y poblaciones R₂ de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.*

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Comparación
JP001/DH P2	9,00	2	1,33	A
PUYÓN	5,50	4	0,94	A B
JP002/JP003 P5	4,78	9	0,63	B C
JP001 - DH P3	3,40	5	0,84	B C
JP004	3,33	6	0,77	B C
DH	3,33	6	0,77	B C
JP004/PUYÓN P14b	2,50	4	0,94	B C
JP001/DH P4	2,38	16	0,47	B C
JP001	2,00	6	0,77	B C
JP003	2,00	6	0,77	B C
JP003/PUYÓN P15	1,74	19	0,43	B C
JP002	1,33	6	0,77	C

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

4.3.2.13. Número de granos por panícula

De acuerdo al resultado de análisis de varianza, se detectó que hubo alta significancia estadística ($p > 0.05$). La prueba de Tukey al 5% (Tabla 25), indicó que en esta variable, el cruce JP003/PUYÓN (P15), presentó mayor cantidad de granos por panículas, con una media 177,37, no siendo significativamente diferente con los cruces JP002/JP003 (P5),

JP001/DH (P3), y los progenitores JP003 y PUYÓN; aunque los menores valores se obtuvieron en el cruce JP001/DH (P4) y los parentales JP002 y JP001.

Tabla 24. Granos/panícula de los parentales y poblaciones R_2 de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Comparación
JP003	188,50	6	13,62	A
PUYÓN	178,50	4	16,69	A
JP003/PUYÓN P15	177,37	19	7,66	A
JP002/JP003 P5	174,11	9	11,12	A B
JP001/DH P3	145,00	5	14,92	A B C
JP001/DH P2	108,00	2	23,60	B C D
JP004/PUYÓN P14b	94,50	4	16,69	C D
JP004	88,83	6	13,62	C D
DH	78,17	6	13,62	C D
JP001/DH P4	78,00	16	8,34	C D
JP002	55,50	6	13,62	D
JP001	42,83	6	13,62	D

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

4.3.2.14. Rendimiento gramos/planta

De acuerdo al resultado de análisis de varianza, se detectó que hubo alta significancia estadística ($p > 0,05$). En la prueba de Tukey al 5% (Tabla 26), resultó que el cruce JP003/PUYÓN (P15), alcanzó el mayor rendimiento, con una media de 45,42 g; no siendo significativamente diferente con el parental PUYÓN. Sin embargo, resultó significativamente diferente a los progenitores JP003, JP002 y JP004. Los individuos de los cruces JP001/DH (P2), JP001/DH (P4), JP002/JP003 (P5), JP004/PUYÓN (P14b), JP001/DH (P3) y los parentales DH, JP001, fueron que los que obtuvieron el menor rendimiento (Figura 28).

Tabla 25. Rendimiento (gramos/planta) de los parentales y poblaciones R_2 de arroz japonico. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTB. Ecuador, 2017.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Comparación
PUYÓN	57,05	4	6,10	A
JP003/PUYÓN P15	45,42	19	2,80	A B
JP003	26,45	6	4,98	B C
JP002	25,00	6	4,98	B C
JP004	20,48	6	4,98	B C
JP001/DH P3	19,38	5	5,46	C
JP004/PUYÓN P14b	17,05	4	6,10	C
JP002/JP003 P5	13,94	9	4,07	C
JP001	13,85	6	4,98	C
DH	7,78	6	4,98	C
JP001/DH P4	5,04	16	3,05	C
JP001/DH P2	1,90	2	8,63	C

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



Figura 28. Rendimiento gramos/planta de los siguientes cruces: JP001/DH (P3) (A); JP003/Puyón (P15) (B); JP004/Puyón (P14b) (C); JP001/ DH (P4) (D).

4.3.3. Selección de los mejores individuos/cruces

De acuerdo a las características evaluadas, cuyos resultados fueron resumidas en un Cuadro Interactivo, donde se sumaron cada una de las características. Aquellas que presentaron el mayor número de características, nominalmente aceptables, en la cual se definieron como: mayor es mejor, menor es mejor o intermedio es mejor, de acuerdo al resultado de la Prueba de Tukey 5%; fueron finalmente los individuos que se seleccionaron. De acuerdo al Descriptor Varietal de Arroz del CIAT (1993), de las 58 características evaluadas, 54 permitieron seleccionar los siguientes genotipos: JP003/Puyón (P15) y JP004/Puyón (P14b), acumularon la mejores características con un total de 32 y 33 caracteres, en su orden (Cuadro 4). En la Figura 29, se observa algunas de las características de los materiales seleccionados.

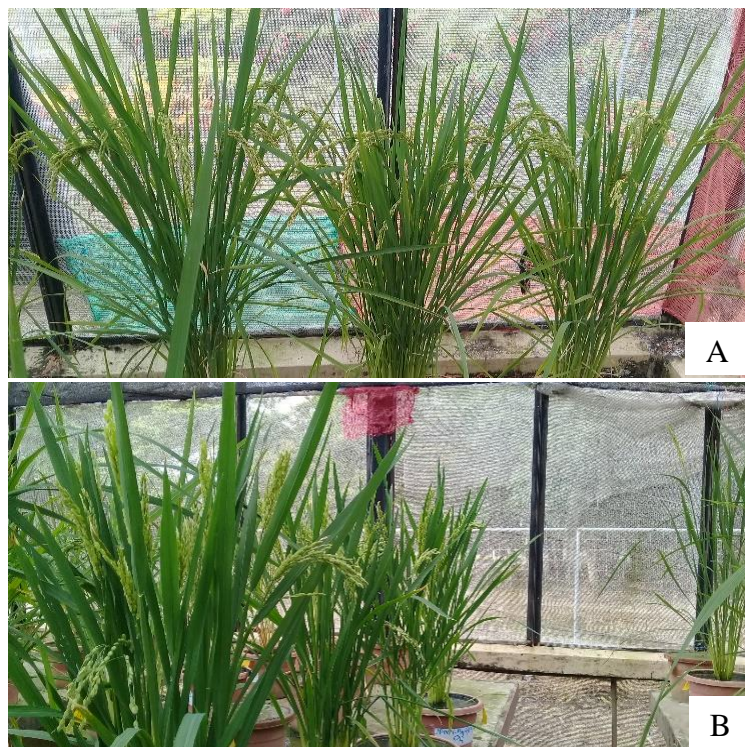


Figura 29. Selección de los mejores individuos de los cruces: JP003/Puyón (P15), planta 5, 6 y 7 (A); JP004/Puyón (P14b), planta 1, 2, 3 y 4 (B).

V. DISCUSIÓN

Según Letini *et al.*, (1997) citado por Perez, Gonzalez, Castro y Aguilar (2012), al realizar la selección de las plantas regeneradas (R_1), se debe tener en cuenta que éstas han pasado por diferentes situaciones de estrés en su desarrollo y, por esta razón, es posible que ciertas características fenotípicas tales como altura, floración, macollamiento, fertilidad y centro blanco, puedan verse afectadas y no se expresen en forma normal. Por consiguiente, los datos que se tomen en las plantas regeneradas R_1 , deben interpretarse con cuidado. Al evaluar las poblaciones R_2 en este estudio los individuos de los seis cruces, presentaron mejor comportamiento agronómico comparado con el comportamiento de R_1 , estudio realizado por Crespo (2017).

Con respecto al vigor, los cruces JP003/Puyón (P15) y JP001/DH (P3), se presentan como plantas intermedias o normales, de acuerdo a la escala del CIAT (1993), es decir; en escala de 5; mientras que el cruce JP004/Puyón (P14b), se destaca como plantas muy vigorosas, es decir escala de 3. Resultados casi similares obtuvo Díaz, Castro y Morejón (2000), al evaluar un grupo de variedades de arroz en Cuba, los que determinaron el vigor vegetativo de las variedades INCA LP-2 y 8551 como materiales muy vigorosas. Sin embargo; el resto fue clasificado como vigoroso e intermedio o normal.

En el presente estudio, el hábito predominante de crecimiento, los cruces JP004/Puyón (P14b), JP003/Puyón (P15) presentaron un hábito predominante de erecto a intermedio. Pérez *et al.* (2016) en su estudio realizado con variedades de arroz, observó que las variedades A/V-L4; A/I-L11; P1/T-L6 fueron de condición erecta, aunque también reportó que existían genotipos de comportamiento intermedio. De acuerdo a Jennings, Coffman, Kauffman (1981), los tallos compactos, moderadamente erectos, permiten que

las macollas reciban mayor radiación solar y por consiguiente, el sombrero mutuo por unidad de superficie es menor.

Respecto a la capacidad predominante de macollamiento, se determinó que los cruces JP001/DH (P3), JP003/Puyón (P15), JP002/JP003 (P5) presentaron una capacidad de macollamiento de 15 a 19 macollos por planta, que de acuerdo a la escala del CIAT (1993), esta capacidad de macollamiento es buena. Esto contrasta con los resultados obtenidos por Crespo (2017), quien realizó una evaluación de población R₁ de arroz tipo japonico, obtenidos mediante cultivo *in vitro* de anteras, donde existían individuos de hasta 85 macollos por planta, sin embargo; también observó individuos que obtuvieron 7 macollos. La alta capacidad de macollamiento de este tipo de material, probablemente se deba a que la población R₁ obtenida por Crespo (2017) fueron individuos que cuando estuvieron en medio de cultivo antes de su aclimatación, ya existía un macollamiento en el recipiente cultivado en el laboratorio, de tal manera que cuando se trasplantaron a la maceta, los individuos respondieron favorablemente al nuevo ambiente. Mencionan que la habilidad de alto macollamiento es una característica deseable para cuando se debe seleccionar un individuo. En las plantas mejoradas, se prefiere un fuerte macollamiento al macollamiento medio o bajo.

Con respecto a la posición predominante de la hoja bandera, los cruces JP001/DH (P3), JP003/Puyón (P15), JP004/Puyón (P14b) presentaron un ángulo entre 11 y 40°, ubicándose en el grado de semi-erecta. Estos resultados difieren con lo reportado por Pérez *et al.* (2016), quienes mencionan en su estudio realizado con variedades de arroz en Cuba, observaron que las variedades A/V-L4; A/I-L11; P1/T-L6 presentaron un ángulo de inserción de la hoja bandera erecta. Estos datos difieren probablemente ya que los materiales de este estudio, provienen de cruces interespecíficos de especies diferentes, tales como japónica x *O. rufipogon*.

Refiriéndonos al color predominante de la lámina foliar, los cruces JP003/Puyón (P15), JP004/Puyón (P14b) y JP002/JP003 (P5), se caracterizaron por presentar una coloración verde oscura. Estos resultados ratifican los estudios realizados por Días, Morejón, Onicka, y Castro (2015), que realizaron la evaluación de nuevas líneas de arroz obtenidos por hibridación, donde señalan que todas las líneas se caracterizaron por una coloración verde oscura en sus hojas.

En este estudio, la resistencia predominante al acame, los individuos de los cruces JP001/DH (P2), JP003/Puyón (P15) y JP004/Puyón (P14b), presentaron mejor resistencia al acame, que de acuerdo a la escala del CIAT (1993) se las consideró como fuertes, es decir; cuando todas las plantas conservan su posición original (no hay volcamiento). Resultados similares obtuvo Díaz, Castro y Morejón (2000), al caracterizar morfoagronómicamente diecinueve variedades de arroz, entre las cuales dieciocho genotipos fueron resistentes a excepción de la variedad Tetep que resultó muy susceptible al volcamiento.

En este estudio el ciclo vegetativo del cruce JP004/Puyón (P14b), fue de 114 días, siendo el más precoz; mientras que el de mayor ciclo vegetativo fue el cruce JP002/JP003 (P5), con un valor de 177,4 días. Estos valores se ubican en el rango del estudio realizado por Torres (2013), que al evaluar el comportamiento agronómico de cinco variedades de arroz tipo índica bajo condiciones de secano, expresa que estas variedades poseen una fase vegetativa que varía desde 107 a 141 días después de la germinación. Probablemente, las condiciones agroecológicas influenciaron en el comportamiento de estos individuos.

Para la variable altura de planta, se observó que los cruces presentaron diferentes alturas, variando entre 69,7 y 125,4 cm, siendo el cruce JP004/Puyón (P14b) el que presentó menor valor; mientras que el cruce JP003/Puyón (P15) presentó el mayor valor, respectivamente. Esto contrasta con los resultados presentados por Torres (2013), quien

menciona que la planta de arroz varía considerablemente su altura y pueden ir desde 88,6 a 145,1 cm.

En el presente estudio, el mayor peso de 1000 granos, lo obtuvo el cruce JP004/Puyón (P14b), alcanzando una media de 27,2 g. El cruce JP001/DH (P3) resultó de menor peso con 24 g. Con respecto a los progenitores, el JP004 fue el que obtuvo mayor peso, con 27.67 g. Lamilla (2017), trabajando con material genético de cruces simples entre cultivares de arroz tipo japonico, donde se utilizaron poblaciones de 5 parentales y 11 cruces, reportó que el peso de mil granos varió entre 31,85 g en el cruce DH/JP004 y 21,39 g en DH. Por otro lado, Sotomayor (2017), en su trabajo sobre la identificación de segregantes F2 de arroz derivados de los cruces *Oryza rufipogon* G. x *Oryza sativa* L. ssp. *japonica*, encontró que JP004/PUYÓN obtuvo un promedio de 29,85 g, lo que se aproxima a los resultados obtenidos en este estudio. Sin embargo; hay que considerar que en este experimento son plantas que provienen de los mismos cruces pero, plantas que se obtuvieron por cultivo *in vitro* de anteras. Adicionalmente, Ruíz y Centeno (2007) encontraron que al evaluar el comportamiento agronómico de 11 líneas avanzadas de arroz tipo indica, mencionan que el peso de mil granos esta en promedio, entre 31,03 a 22,5 gramos. Lo cual estos valores también caen en el rango de los resultados obtenidos.

Considerándose la longitud de panícula, la menor longitud la presentó el cruce JP004/Puyón (P14b), con una media de 14,3 cm y el de mayor longitud lo alcanzó el cruce JP001/DH (P3), con una media de 25,7. Resultados similares fueron obtenidos por Díaz, Castro y Morejón (2000) al evaluar 183 líneas de arroz obtenidas a través por cultivo *in vitro* de anteras de híbridos, quienes seleccionaron las mejores líneas con mayor longitud de panícula de 21,2 cm, aunque también se observaron individuos que presentaron 17,8 cm como menor longitud de panícula.

Al respecto del número de granos por panícula, el mayor número de grano lo presentó el cruce JP003/Puyón (P15), el mismo que obtuvo una media de 177,37 granos. Esto concuerda, con Oviedo y Treminio (2008), que al evaluar agronómicamente nueve líneas de arroz, obtuvieron promedios de entre 108 y 153,2 granos.

En relación al rendimiento de gramos/planta entre los cruces, el mayor valor lo presentó el cruce JP003/Puyón (P15), con un peso de 45,42 g. Sin embargo; entre los progenitores, Puyón obtuvo el mayor rendimiento de gramos/planta, con un peso de 57,05 gramos. Resultados similares obtuvo Sotomayor (2017), en su estudio al evaluar 8 cruces derivados de *Oryza rufipogon* G. x *Oryza sativa* L. ssp. *japonica* y 5 parentales. Este autor, reportó que el rendimiento de gramos/planta varió entre 53,13 a 10,39 gramos; mientras que, Lamilla (2017), menciona en su estudio realizado en poblaciones F2 de arroz de tipo japonico, el rendimiento en gramos/planta fluctuó entre 50,91 y 9,22 gramos.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Aplicando un estudio minucioso de caracterización fenotípica a los materiales R₂ obtenidos por cultivo *in vitro* de anteras, se logró identificar genotipos de buen comportamiento agronómico.

Los genotipos de mejores resultados fueron los individuos de los cruces JP003/Puyón (P15) y JP004/Puyón (P14b), los cuales presentaron mejor vigor vegetativo, hábito predominante de crecimiento, capacidad predominante de macollamiento, densidad predominante de la panícula, exarjación predominante de la panícula, resistencia predominante al acame, fertilidad de la panícula, ciclo vegetativo, altura de planta, longitud de panícula, peso de 1000 semillas, número de granos por panícula y rendimiento (gramos/ planta).

El genotipo JP003/Puyón (P15) presentó 32 características favorables y el JP004/Puyón (P14b) presentó 33 características, a partir de un total de 58 variables evaluadas en el estudio.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda continuar con las evaluaciones de producción de los materiales R₃ en condiciones de campo ya que son materiales genéticos de mucha importancia, que se podrían convertir en nuevas variedades de tipo japonico para mercado nacional.

Continuar con evaluaciones de resistencia a plagas y enfermedades con los genotipos JP003/Puyón (P15) y JP004/Puyón (P14b), ya que fueron los que presentaron las mejores características agronómicas.

VII. RESUMEN

El presente estudio consistió en la caracterización fenotípica y producción en plantas R₂ de arroz (*Oryza sativa* L., *ssp.* japonico) obtenidas mediante cultivo *in vitro* de anteras. El cultivo de antera es una herramienta complementaria en el mejoramiento genético pues; posee la ventaja de fijar las características deseadas en un tiempo menor al requerido, comparado con el método tradicional de pedigrí. Esta investigación se planificó con la finalidad de determinar los caracteres fenotípicos y de producción en plantas R₂ de arroz tipo japonico, derivadas de cultivo de anteras. El ensayo se estableció en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el km 7 ½, vía Babahoyo - Montalvo, del cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos. Las variables evaluadas estuvieron basadas en el Descriptor Varietal de Arroz del CIAT (1993), considerándose las variables cuantitativas y cualitativas en los estados de plántula, al momento de la floración y en estado de maduración. En las variables evaluadas, se aplicó un análisis de varianza para detectar significancia estadística entre los tratamientos y también se aplicó la prueba de Tukey al 5%.

La mayoría de las variables analizadas reportaron significancia estadística, lo que permitió determinar las variables más importantes y detectar el mejor comportamiento agronómico entre los individuos de los cruces evaluados, que influyeron al momento de su selección. Los individuos de los cruces JP003/Puyón (P15) y JP004/Puyón (P14b) resultaron ser de mejor comportamiento; de buen vigor vegetativo, hábito predominante de crecimiento, capacidad de macollamiento, altura de planta, emergencia de panículas, granos por panículas, longitud de panícula y rendimiento por planta.

Se concluye que aplicando un estudio minucioso de caracterización fenotípica a los materiales R₂ obtenidos por cultivo *in vitro* de anteras, se logró identificar genotipos de buen comportamiento agronómico, donde los individuos del cruce JP003/Puyón (P15) presentó 32 características favorables y el JP004/Puyón (P14b) presentó 33 características, a partir de un total de 58 variables evaluadas en el estudio. Se recomienda continuar con las evaluaciones de producción, resistencia a plagas y enfermedades de los materiales seleccionados R₃ en condiciones de campo, ya que son materiales genéticos de mucha importancia, que se podrían convertir en nuevas variedades de tipo japonico para mercado nacional.

VIII. SUMMARY

The present study consisted of the phenotypic characterization and production in rice R2 plants (*Oryza sativa* L., ssp japonica) obtained by *in vitro* anther culture. The cultivation of anther is a complementary tool in genetic improvement; has the advantage of fixing the desired characteristics in a shorter time than required, compared to the traditional pedigree method. This research was planned with the purpose of determining the phenotypic and production characteristics in R2 plants of japonica rice, derived from anther culture. The trial was established in the greenhouse of the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo, located at km 7 ½, via Babahoyo - Montalvo, Babahoyo county, province of Los Ríos. The evaluated variables were based on the CIAT Varietal Rice Descriptor (1993), considering the quantitative and qualitative variables in the seedling stages, at the time of flowering and in the state of maturation. In the evaluated variables, an analysis of variance was applied to detect statistical significance among the treatments and the Tukey test was applied to 5%.

Most of the analyzed variables reported statistical significance, which allowed determining the most important variables and detecting the best agronomic and production behavior among the individuals of the crosses evaluated, which influenced the moment of their selection. The individuals of JP003 / Puyón (P15) and JP004 / Puyón (P14b) turned out to be of better behavior; of good vegetative vigor, predominant growth habit, tillering capacity, plant height, panicle exercise, grains per panicles, panicle length and yield per plant.

It is concluded that by applying a minutious phenotypic characterization study to the R2 materials obtained by *in vitro* anther culture, genotypes with good agronomic and

production behavior were identified, where the individuals of the JP003 / Puyón (P15) cross presented 32 favorable characteristics and the JP004 / Puyón (P14b) presented 33 characteristics, from a total of 58 evaluated variables in the study. It is recommended to continue with the evaluations of production, resistance to pests and diseases of the selected materials R3 in field conditions, since they are genetic materials of great importance, which could be converted into new japonica varieties for the national market.

LITERATURA CITADA

- Acevedo, M. A., Castrillo, W. A., & Belmonte, U. C. (2006). Origen, evolución y diversidad del arroz. *Agronomía Tropical*, 56(2), 151-170. Obtenido de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2006000200001&lng=es&tlng=es.
- Caicedo Ordoñez, Y. J. (2008). Evaluación de características agronómicas de cuatro líneas interespecíficas de arroz (*Oriza sativa*, *Oryza talifolia*) comparadas con dos variedades comerciales y una nativa en el crecimiento. Universidad del Pacífico. Obtenido de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Tesis_Lineas_Salahondita_Univ%20Pacifico%20_4_11_08.pdf
- Censo Nacional Agropecuario. (2002). Cultivo de Arroz. Obtenido de Panorama Nacional: https://www.ecuaquimica.com.ec/info_tecnica_arroz.pdf
- Crespo Reina , R. A. (2017). Androgénesis *in vitro* de poblaciones segregantes F1 de arroz japonico (*Oryza sativa* L. ssp).
- Cristo, E., Gonzáles, M. C., & Pérez, N. y. (2010). Evaluación de líneas de arroz obtenidas mediante cultivos *in vitro* de anteras para condiciones de bajo suministro de agua. *INCA*, 1-7. Obtenido de Scielo: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000300006
- Días Solís, S., Morejón Rivera, R., Onicka Chislom, O., & Castro Ávarez, R. (2015). Evaluación de nueve líneas de arroz (*Oriza sativa* L.) obtenidas por hibridaciones dentro de programa de mejoramiento genético del cultivo en Cuba. *Cultivo Tropicales*, 36(3), 115-123.
- Díaz, S., Castro, R., & Morejón , R. (2000). Caracterización morfoagronómica de variedades de arroz (*Oriza sativa* L.). *Cultivo tropicales*, 21(3), 81-86. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215152014>
- Friedmann, A., & Weil, B. (2010). United States Agency for International Development. Obtenido de Arroz negocio creciente: <http://www.mag.gov.py/usaaid/arroz%20negocio%20creciente%202010.pdf>.
- IRRI. (s.f.). Cuatro décadas de progreso en el mejoramiento del arroz. *IRRI*. Obtenido de <http://irri.org/rice-today/rice-today-in-spanish/cuatro-decadas-de-progreso-en-el-mejoramiento-del-arroz>.
- Jennings, P. R., Coffman, W. R., & Kauffman, H. E. (1981). Mejoramiento de Arroz. *CIAT*.
- Langreo Navarro, A. (2007). El arroz en España y en el mundo. Obtenido de Situación y perspectivas:

http://www.mercasa.es/files/multimedios/1288280253_DYC_2007_95_112_120.pdf.

- Lentini, Z., Martínez, C., & Roca, W. (1997). Cultivo de anteras de arroz en el desarrollo de germoplasma. Cali, Colombia: CIAT. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?q=Cultivo+de+anteras+de+arroz+en+el+desarrollo+de+germoplasma&btnG=&hl=es&as_sdt=0%2C5.
- Lentini, Z., Mora, A., Delgado, G., Reyes, R., Ortega, J., & Ordoñez, L. (2002). Cultivo de anteras en el mejoramiento de arroz. Obtenido de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/cultivo_anteras.PDF.
- Lentini, Z., Reyes, P., Martínez, C. P., Núñez, V. M., & Roca, W. M. (1994). Mejoramiento del arroz con cultivo de anteras: aplicaciones en el desarrollo de germoplasma adaptado a ecosistemas latinoamericanos y el Caribe. *CIAT*, 1-73. Obtenido de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/SB191.R5_L467_C.3_Mejoramiento_del_arroz_con_cultivo_de_anteras_Aplicaciones_en_el_desarrollo.pdf.
- Linnaeus, C. V. (1753). Origen y distribución del cultivo de arroz. *Ecured*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Arroz#Fuente>.
- Macías Suárez, J. C. (2015). Obtención de líneas dihaploides de arroz (*Oryza sativa* L.) a través del cultivo *in vitro* de anteras de 10 poblaciones F1.
- Medina, M. N. (2005). Morfología de la planta de arroz. *CIAT*, 4-13.
- Muñoz, G., Giraldo, G., & Fernandez de Soto, J. (1993). Descriptores varietales: arroz, frijol, maíz, sorgo. *Centro Internacional de Agricultura Tropical*, 15-45. Obtenido de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/descriptores_varietales.pdf
- Oviedo Rodríguez, J., & Treminio Hurtado, J. L. (2008). Evaluación agronómica de nueve líneas avanzadas de arroz (*Oryza sativa* L.) de riego, en el valle de sebaco, matagalpa.
- Pérez León, N., González Cepero, M., Castro Menduiña, R., & Aguilar Portero, M. (2016). Caracterización agronómica de tres cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) obtenidos mediante cultivo *in vitro* de anteras. *Cultivos tropicales*, 37(1), 110-115. Obtenido de Scielo: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362016000100015.
- Pérez, N. d., Gonzalez, M. C., Castro, R. I., & Aguilar, M. (2012). Nuevos genotipos de arroz resistentes a la Piriculariosis obtenidos por cultivo de anteras. *Colomb. Biotecnol*, XIV(1), 256-270. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-34752012000100024&lng=en&tlng=.

- Romero Román, M. E. (2017). Inducción de homocigosis *in vitro* en segregantes F1 de arroz provenientes de cruces interespecíficos entre *Oryza sativa* L. ssp. japonica x *O. rufipogon* G.
- Ruíz Espinoza, S., & Centeno Velasquez, N. G. (2007). Evaluación de comportamiento agronómico de 11 líneas avanzadas de arroz (*Oryza sativa*) en el valle de sébaco, durante la época postrera del 2006.
- Secretaria de Agricultura y Ganaderia de Honduras. (2003). Manual técnico para el cultivo de arroz (*Oryza sativa*). Obtenido de <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf>
- Torres Mata, R. (2013). Evaluación agronómica de cinco variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) a dos distancia en siembra directa bajo el sistema de cultivo en secano en la comunidad de nushino ishpingo del cantón arajuno, provincia de paztaza.
- Torres, E. A., & Martínez, C. P. (2010). Mejoramiento y nueva tecnología genética. En V. Degiovanni B, C. p. Martínez R, F. Motta O, V. D. B, C. P. Martínez R, & F. Motta O (Edits.), Producción Eco-Eficiente del arroz en América Latina Tomo I (Vol. 365, págs. 142-172). Cali, Colombia: CIAT. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?isbn=9586941027>.
- Tumbaco Pibaque, D. S. (2015). Androgénesis inducida, en varias poblaciones F1 de arroz (*Oryza sativa* L.) para generación de plantas doble haploides.
- Valladares, C. A. (2010). Taxonomía, botánica y fisiología de los cultivos de grano. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Honduras, La Ceiba. Obtenido de Taxonomía, Botánica y Fisiología de los cultivos de grano: http://institutorubino.edu.uy/materiales/Federico_Franco/6toBot/unidad-ii-taxonomia-botanica.
- Villar, L. (1995). Ministerio de Agricultura y Ganadería. (Terranova, Ed.) Obtenido de Cultivo de arroz: <https://bibliotecadeamag.wikispaces.com/file/view/ARROZ+-+CULTIVOS.pdf>.

Descriptores varietales:

Arroz, frijol, maíz, sorgo



ISBN 958-9183-27-1
Noviembre 1993

Descriptores varietales:

Arroz, frijol, maíz, sorgo

Guillermo Muñoz
Guillermo Giraldo
José Fernández de Soto

CIAT Centro Internacional de Agricultura Tropical
International Center for Tropical Agriculture

ARROZ

(*Oryza sativa* L.)

Introducción

El progreso genético obtenido por los programas de mejoramiento de arroz en los últimos años ha tenido un gran impacto en los rendimientos nacionales de ese cultivo, promoviendo, en muchos países, un desarrollo vigoroso de la industria de semilla de arroz. Este progreso se caracteriza por la lucha de los fitomejoradores para introducir resistencia a las enfermedades, principalmente a las causadas por el hongo *Pyricularia oryzae* y por el virus de la hoja blanca, en materiales genéticos que ya han demostrado poseer un buen potencial agronómico; la metodología aplicada da como resultado variedades que se distinguen por su resistencia a las enfermedades pero que poseen características morfológicas muy similares. Por esta razón, los productores, los inspectores y los consumidores de semillas requieren una descripción varietal que asegure la positiva identificación de esas variedades, descripción que es más difícil de lograr en arroz que en otros cultivos cuyas variedades mejoradas presentan un mayor grado de diferenciación.

Una vez definida una variedad, siguiendo detalladamente la metodología que se describe a continuación, la variedad debe compararse con las ya existentes a fin de resaltar aquellos caracteres que puedan facilitar su identificación más rápida y eficientemente, en el campo y en el molino.

Descripción Varietal

Siendo el arroz un cultivo autógamo, sus caracteres varietales deben estar determinados por un mismo genotipo, que se expresa en todas las plantas en una condición homocigótica o pura. Sin embargo, los fenotipos observados seguirán demostrando variaciones por causas ambientales, principalmente en aquellos caracteres que dependen de muchos genes (variables cuantitativos) como, por ejemplo, la longitud de la panícula y el ancho de la semilla. Aun los caracteres fijos cualitativos pueden segregarse si al momento de la liberación de la variedad no se estabilizan en forma homocigótica dentro de la población inicial de incremento; ejemplo de esos caracteres son el hábito de crecimiento, la vellosidad y el color. Esa segregación puede

ocurrir más fácilmente en caracteres que carecen de interés agronómico para el fitomejorador.

La notación empleada en esta obra para calificar las características varietales del arroz sigue las indicaciones sugeridas en dos documentos: "Descriptors for rice (*Oryza sativa* L.)", publicado en 1980 por el Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBPGR) y el International Rice Research Institute (IRRI), y "Sistema de evaluación estándar para arroz", publicado en 1975 por el International Rice Research Institute (IRRI) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). En los documentos mencionados se observa que la codificación para los caracteres de expresión continua se deriva de una escala de cero a nueve.

Para evitar una interpretación subjetiva de los colores al describir caracteres en los cuales el color es importante, se sugiere utilizar el cuadro de colores que se presenta al final de esta publicación, dando a cada estructura tomada como muestra el número de codificación del color que más se le aproxime. Sin embargo, también se dan algunas alternativas de colores, en caso de que el cuadro de colores no se use.

Caracteres Varietales

Los caracteres utilizados en la descripción varietal del arroz se pueden clasificar y codificar en un formulario similar al modelo que aparece en la página 45.

1. En estado de plántula

Vigor predominante de la plántula

Se mide en centímetros desde la base del suelo hasta el ápice de la hoja más larga, diez días después de la siembra en arena, con semilla cosechada a un 20% de humedad y secada hasta un 12%.

Color predominante del coleóptilo

La concentración de antocianinas produce una coloración en el epicotilo (estructura que rodea y protege la plúmula, Figura 1) que varía entre el verde y el morado. Dentro de un mismo cultivar se pueden encontrar plántulas con epicotilo verde o morado y, en algunos casos,

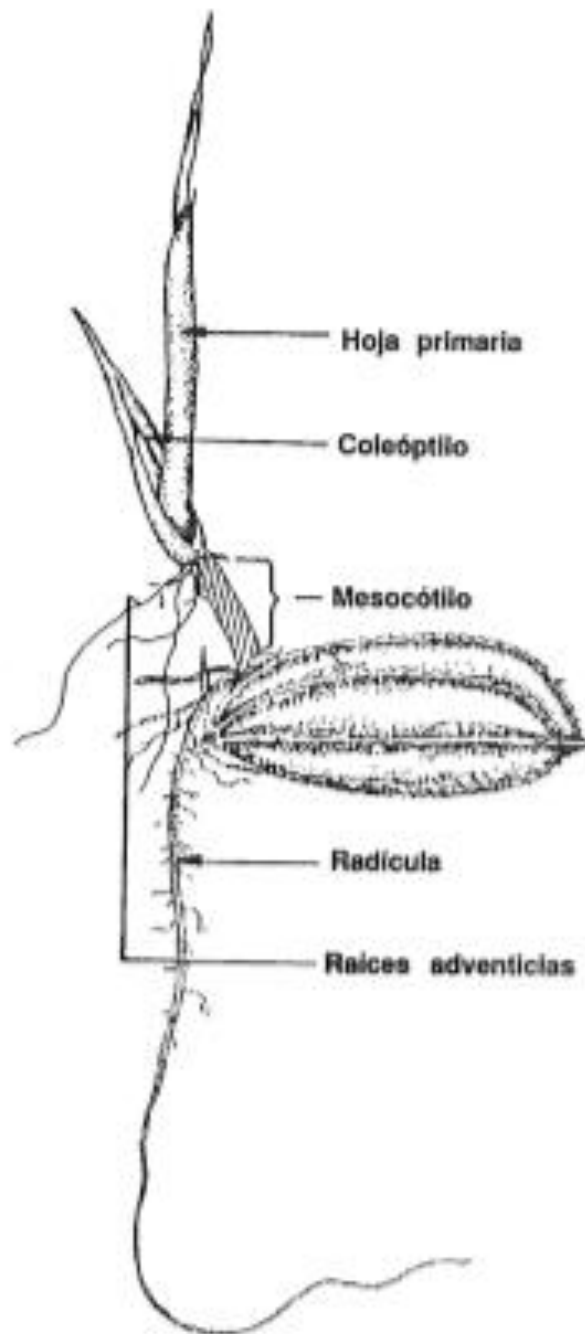


Figura 1. Partes de una plántula de arroz.

de ambos colores, como resultado de la segregación genética. Se califica con el cuadro de colores y el modelo siguiente:

1 = verde claro	35,44,45,48
2 = verde	36,37,38,39,43

Arroz

3 = verde oscuro	28,29,40,41,42
4 = morado	23
5 = verde y morado	36,37,38,39,43,23

Porcentaje del color predominante. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Longitud del mesocótilo

Es la distancia comprendida entre el nudo cotiledóneo y el comienzo del sistema apical (ver Figura 1). Este carácter se mide en milímetros, en plántulas de 11 días, según el método de germinación estándar.

Longitud del coleóptilo

Este carácter se mide en milímetros, en plántulas de 3 a 6 días, según el método de germinación en arena.

2. Al momento de la floración

Hábito predominante de crecimiento

Los tallos secundarios y terciarios forman un ángulo con respecto a una línea perpendicular imaginaria que pasa por el centro de la planta (Figura 2). Con base en este ángulo, se consideran los siguientes hábitos de crecimiento:

- 1 = erecto
ángulo de 10°
- 3 = semierecto
ángulo entre 11° y 30°
- 5 = intermedio
ángulo entre 31° y 50°
- 7 = abierto
ángulo entre 51° y 70°
- 9 = decumbente*
ángulo entre 71° y 90°

* Algunas variedades, especialmente del tipo flotante, tienden a dejar parte del tallo sobre el suelo, cuando se siembran en suelo seco.

Porcentaje del hábito predominante de crecimiento. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

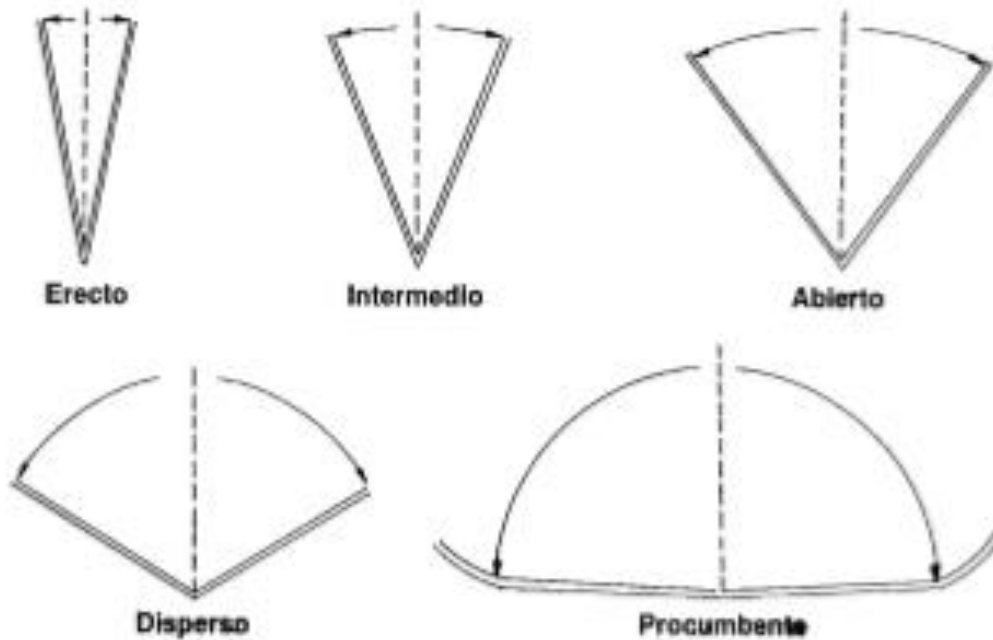


Figura 2. Hábitos de crecimiento de la planta de arroz.

Capacidad predominante de macollamiento

Es la habilidad de la planta para producir macollas. Para evaluar este carácter, se cuentan todos los hijos (tallos secundarios y terciarios), que estén verdes al momento de realizar el conteo. Este factor es muy variable porque los factores ambientales —por ejemplo, el contenido de nitrógeno del suelo y/o el sistema de siembra— lo afectan considerablemente. Se califica utilizando el modelo siguiente:

- 1 = muy prolifera
más de 20 hijos
- 3 = buena
de 15 a 19 hijos
- 5 = mediana
de 11 a 14 hijos
- 7 = pobre
de 7 a 10 hijos
- 9 = muy pobre
menos de 7 hijos

Porcentaje de la capacidad predominante de macollamiento. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Número de hojas muertas

Es el número estimado de hojas muertas que tiene la planta al momento de la floración.

Días a antesis

Las flores de las plantas de arroz están agrupadas en una inflorescencia llamada panícula. Las brácteas superiores, denominadas glumas florales o fértiles o simplemente glumas, son la lema, que tiene forma de bote y está surcada por cinco nervios, y la pálea, con tres nervios, que ocupa la posición opuesta. Estas brácteas forman posteriormente la cáscara de la semilla (Figura 3).

Los días a antesis se refieren al número de días transcurridos desde el momento de la siembra en suelo húmedo hasta el momento en que aparecen las primeras anteras en el 50% de las plantas de la población.

Duración de la antesis

Es el número de días transcurridos desde el momento en que aparecen las primeras anteras en el 50% de las plantas, hasta la aparición de las anteras en la última planta de la población seleccionada para hacer la descripción varietal.

Angulo del ápice que forman la lema y la pálea en la espiguilla

Se toma al azar una espiguilla del tercio medio de la panícula del tallo más alto de la planta. El ángulo está formado por una línea vertical imaginaria que pasa por el centro del grano y la línea imaginaria que pasa por el punto de unión entre la lema y la pálea en el ápice del grano (Figura 4) y se califica preferiblemente en grados o utilizando el modelo siguiente:

- 1 = 0°-10°
- 3 = 11°-40°
- 5 = 41°-70°
- 7 = 71°-90°
- 9 = mayor de 90°

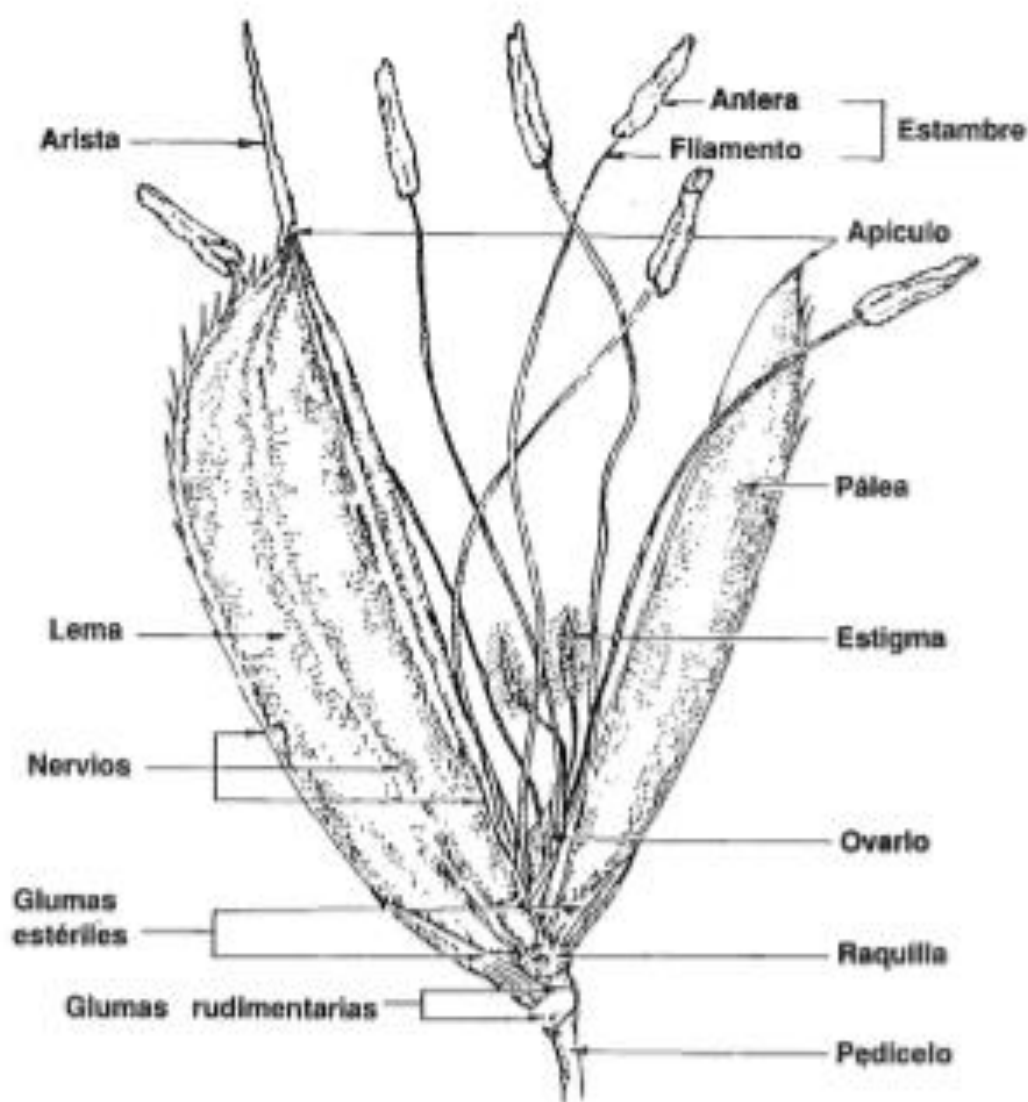


Figura 3. Partes de una inflorescencia de arroz.

Color predominante del ápice que forman la lema y la pálea en la espiguilla

Se estima en el mismo grano en el cual se determinó el ángulo del ápice, empleando el cuadro de colores y el modelo siguiente:

1 = blanquecino	76
2 = pajizo	77,78,96
3 = café claro	71,72
4 = rosado	13,15
5 = púrpura	2,3
6 = verde oscuro	28,29,40,41,42
7 = verde pálido	86,87,88,89,90

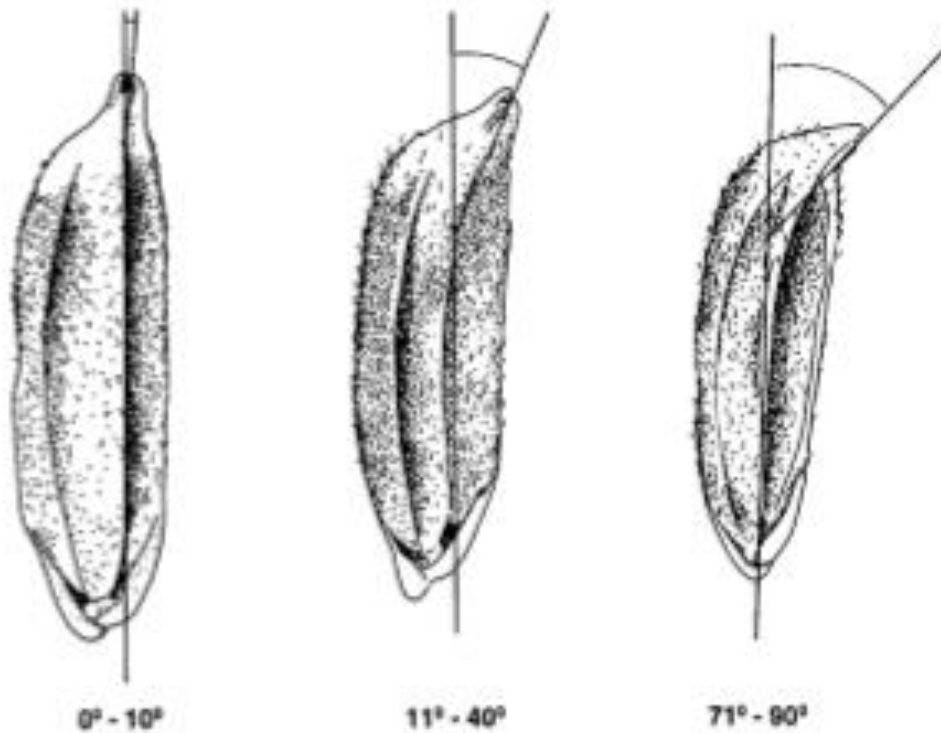


Figura 4. Angulo del ápice que forman la lema y la pálea en la espiguilla (con relación a una vertical imaginaria).

Porcentaje del color predominante del ápice formado por la lema y la pálea en la espiguilla. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Pubescencia predominante de las glumas

Indica la presencia o ausencia de vellos sobre la lema y sobre la pálea. Se aconseja realizar las mediciones con lente de aumento. En ausencia de éste, al poner las glumas contra el sol, la pubescencia simula haces luminosos sobre las glumas. Se califica como:

- 1 = glabra o lisa
- 3 = pubescente en la quilla
- 5 = pubescente hacia el ápice de la lema y la pálea
- 7 = parcial o totalmente cubiertas con vello corto
- 9 = parcial o totalmente cubiertas con vello largo

Porcentaje del tipo predominante de pubescencia. Se estima con base en el número de glumas muestreadas.

Color predominante del estigma

Se evalúa durante la antesis usando una lente de aumento. Este carácter debe ser evaluado en una flor del tercio medio de la panícula del tallo más alto de la planta, un día después de la antesis. Si se evalúa tarde, el estigma se marchita, tomando generalmente un color grisáceo. Si la fertilización ha empezado, utilice la espiguilla de la panícula. Se califica con el cuadro de colores y el modelo siguiente:

1 = blanquecino	76
2 = crema	75
3 = amarillo	84
4 = púrpura pálido	11,12
5 = púrpura	2,3
6 = gris	97,98,99

Porcentaje del color predominante del estigma. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Posición predominante de la hoja bandera

Las hojas están formadas por la lámina y la vaina y surgen de los nudos del tallo en forma alterna. La hoja superior por debajo de la panícula es la hoja bandera. Este descriptor se evalúa observando el ángulo formado entre la hoja bandera y la prolongación vertical del pedúnculo floral en el tallo más alto de la planta (Figura 5). Se consideran las siguientes posiciones:

- 1 = erecta
ángulo entre 0° y 10°
- 3 = semierecta
ángulo entre 11° y 40°
- 5 = Intermedia
ángulo entre 41° y 70°
- 7 = horizontal
ángulo entre 71° y 90°
- 9 = descendente
ángulo mayor de 90°

Arroz

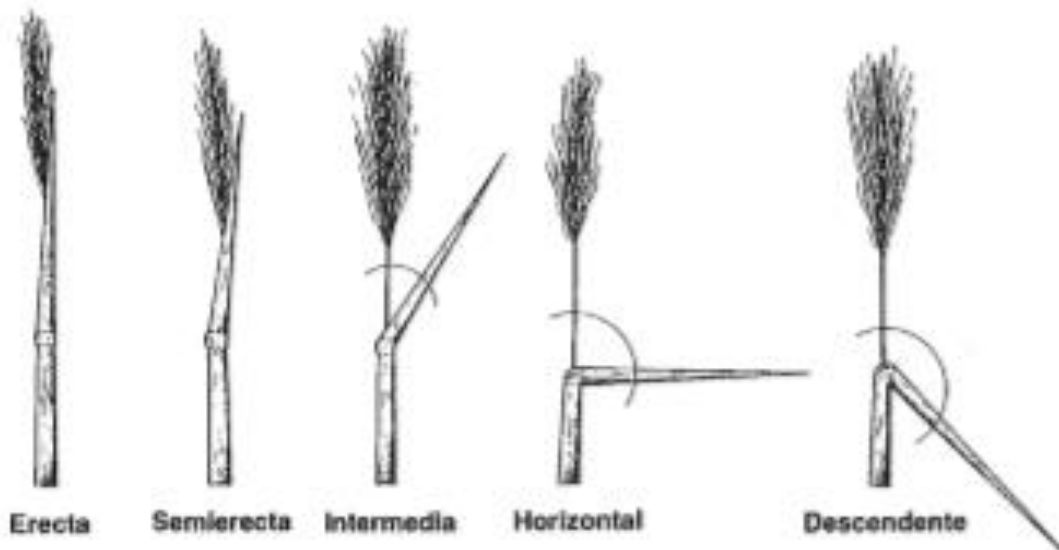


Figura 5. Posición de la hoja bandera en la planta de arroz.

Porcentaje de la posición predominante de la hoja bandera. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Longitud de la lámina de la hoja bandera

Se evalúa en centímetros sobre la hoja bandera del tallo más alto de la planta, midiendo desde el ápice hasta el punto de unión de la lámina con la vaina.

Ancho de la lámina de la hoja bandera

Es la distancia, en centímetros, medida de borde a borde en la parte más ancha de la lámina de la hoja bandera del tallo más alto de la planta.

Posición predominante del ápice de la primera hoja por debajo de la hoja bandera

Este carácter describe la posición, en relación con el punto de unión entre la vaina y la lámina foliar en el tallo, en que puede hallarse el ápice de la lámina, cuando ésta se dobla o se inclina. Se observa en la hoja inmediatamente inferior a la hoja bandera del tallo más alto y puede ser:

1 = erecto

si su ápice se halla muy por encima del punto de unión

- 5 = horizontal
si el ápice está paralelo al punto de unión
- 9 = descendente
si el ápice queda muy abajo del punto de unión

Porcentaje de la posición predominante del ápice de la primera hoja por debajo de la hoja bandera. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Vellosidad predominante de la lámina de la hoja

Indica la presencia o ausencia de vellos sobre la lámina foliar. La descripción se realiza sobre la haz de la hoja que se encuentra por debajo de la hoja bandera en el tallo más alto de la planta, pasando los dedos índice y pulgar a lo largo de toda la lámina de la hoja, de la parte distal hacia la basal. Se califica como:

- 1 = glabra o lisa
- 3 = pubescente de la mitad de la lámina hacia el ápice
- 5 = ligeramente pubescente
- 7 = escabrosa, áspera al tacto
- 9 = aterciopelada

Porcentaje de la vellosidad predominante de la lámina. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Longitud de la lámina foliar

Es la distancia, en centímetros, medida desde la zona de unión de la vaina con el tallo, hasta la punta de la lámina foliar en la hoja inmediatamente inferior a la hoja bandera, del tallo más alto.

Anchura de la lámina foliar

Es la distancia, en centímetros, medida de borde a borde, en el lugar más ancho de la lámina, en la hoja inmediatamente inferior a la hoja bandera, del tallo más alto.

Color predominante de la lámina foliar

Se observa en el tercio medio de la primera hoja por debajo de la hoja bandera del tallo más alto de la planta. Debe prestarse atención a las deficiencias nutricionales y a los efectos ambientales, que se manifiestan por un color característico en la parte superior o haz de la lámina. Se califica con el cuadro de colores y el modelo siguiente:

Arroz

1 = verde pálido	86,87,88,89,90
2 = verde	36,37,38,39,43
3 = verde oscuro	28,29,40,41,42
4 = márgenes púrpura	2,3
5 = manchas púrpura	2,3
6 = púrpura	2,3

Porcentaje del color predominante de la lámina. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Corrugación predominante de la lámina de la hoja

El envés de la hoja de arroz puede presentar una rugosidad, la cual se evalúa en el tercio medio de la hoja que está por debajo de la hoja bandera del tallo más alto de la planta. Se califica como:

- 1 = ausente
- 2 = presente

Porcentaje de la corrugación predominante de la lámina de la hoja. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Lado corrugado predominante de la lámina foliar

Cuando la rugosidad se encuentra en el envés de la hoja, se coloca la planta de tal forma que su raíz esté dirigida hacia el cuerpo del evaluador:

- 1 = en el lado derecho
- 2 = en el lado izquierdo

Porcentaje del lado corrugado predominante de la lámina foliar. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Color predominante de la lígula

La lígula es una estructura triangular apergaminada o membranosa que aparece en la base del cuello (unión de la vaina con la lámina foliar) como una prolongación de la vaina. Su color varía de crema, casi transparente, a morado, según la concentración de antocianina.

El color predominante de la lígula se califica sobre la hoja inmediatamente inferior a la hoja bandera del tallo más alto de la planta, utilizando el cuadro de colores y el modelo siguiente:

1 = sin color	—
2 = crema	75
3 = morado claro	19
4 = morado oscuro	20

Porcentaje del color predominante de la lígula. Se estima con base en el número de plantas muestreadas

Forma predominante de la lígula

Asume formas muy características (Figura 6) que se clasifican como:

- 1 = aguda o acuminada
- 2 = hendida
- 3 = semihendida
- 4 = truncada

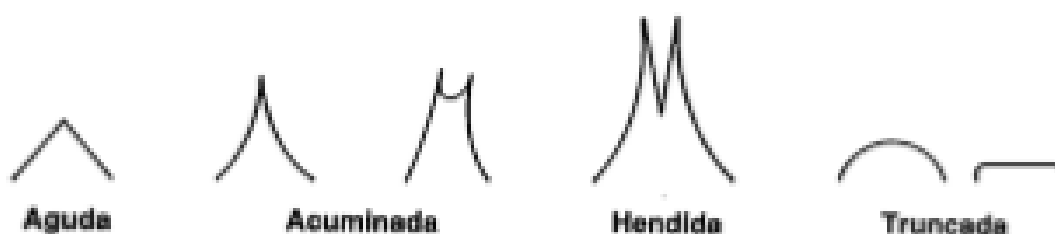


Figura 6. Forma de la lígula en la hoja del arroz.

Porcentaje de la forma predominante de la lígula. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Longitud de la lígula

Se mide en milímetros desde la base del cuello hasta la punta de la lígula. Se observa en la lígula situada en la base del cuello de la primera hoja por debajo de la hoja bandera del tallo más alto de la planta.

Tamaño predominante de las aurículas

Las aurículas son dos apéndices que se encuentran en el cuello de la hoja. Tienen forma de hoz con pequeños dientes en su parte convexa. La observación se hace sobre una aurícula representativa tomada del tercio medio de la planta. Se clasifican como:

- 1 = muy pequeñas
tamaño menor de 2.1 mm
- 3 = pequeñas
entre 2.1 y 3 mm
- 5 = medianas
entre 3.1 y 3.5 mm
- 7 = grandes
entre 3.6 y 5 mm
- 9 = muy grandes
mayores de 5 mm

Porcentaje del tamaño predominante de las aurículas. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Resistencia de las aurículas al desprendimiento

Las aurículas pueden caerse fácilmente de la planta al ser manipuladas. En algunos cultivares, son sumamente resistentes al desprendimiento. Esta característica se evalúa sobre el tercio medio de la planta. Se califica como:

- 1 = resistentes
si se observa más del 50% de las aurículas presentes
- 2 = caedizas
si se observa menos del 50% de las aurículas presentes

Color predominante de las aurículas

Se califica con el cuadro de colores y el modelo siguiente:

1 = crema	75
2 = café	54,55,57
3 = morado	23

Porcentaje del color predominante de las aurículas. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Color predominante de la vaina de la hoja

Es el color del tercio medio de la vaina de la primera hoja por debajo de la hoja bandera en el tallo más alto de la planta. Si por alguna razón no se puede realizar una buena evaluación en este punto, utilice el tercio inferior de la planta. Se califica con el cuadro de colores y el modelo siguiente:

1 = verde pálido	86,87,88,89,90
2 = verde	36,37,38,39,43
3 = verde oscuro	28,29,40,41,42
4 = márgenes púrpura	2,3
5 = manchas púrpura	2,3
6 = púrpura	2,3

Porcentaje del color predominante de la vaina de la hoja. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Color predominante del nudo

El tallo está formado por nudos y entrenudos alternos. En cada nudo se encuentra una hoja y una yema. El grosor de los entrenudos varía, siendo mayor en la parte inferior de la planta. Los hijos (macollas) surgen del tallo principal siguiendo un patrón alternado.

El color predominante del nudo se evalúa en el segundo nudo por debajo del nudo ciliar del tallo más alto de la planta, removiendo la vaina de la hoja que se encuentra debajo de la hoja bandera (Figura 7). Se califica con el cuadro de colores y el modelo siguiente:

1 = amarillo	84
2 = verde amarillento	46,47,49,50
3 = verde claro	35,44,45,48
4 = verde	36,37,38,39,43
5 = verde oscuro	28,29,40,41,42
6 = líneas moradas	23
7 = parches morados	23

Porcentaje del color predominante del nudo. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Color predominante del entrenudo

Se evalúa en el tercio medio del entrenudo comprendido entre el segundo y el tercer nudos por debajo del nudo ciliar del tallo más alto

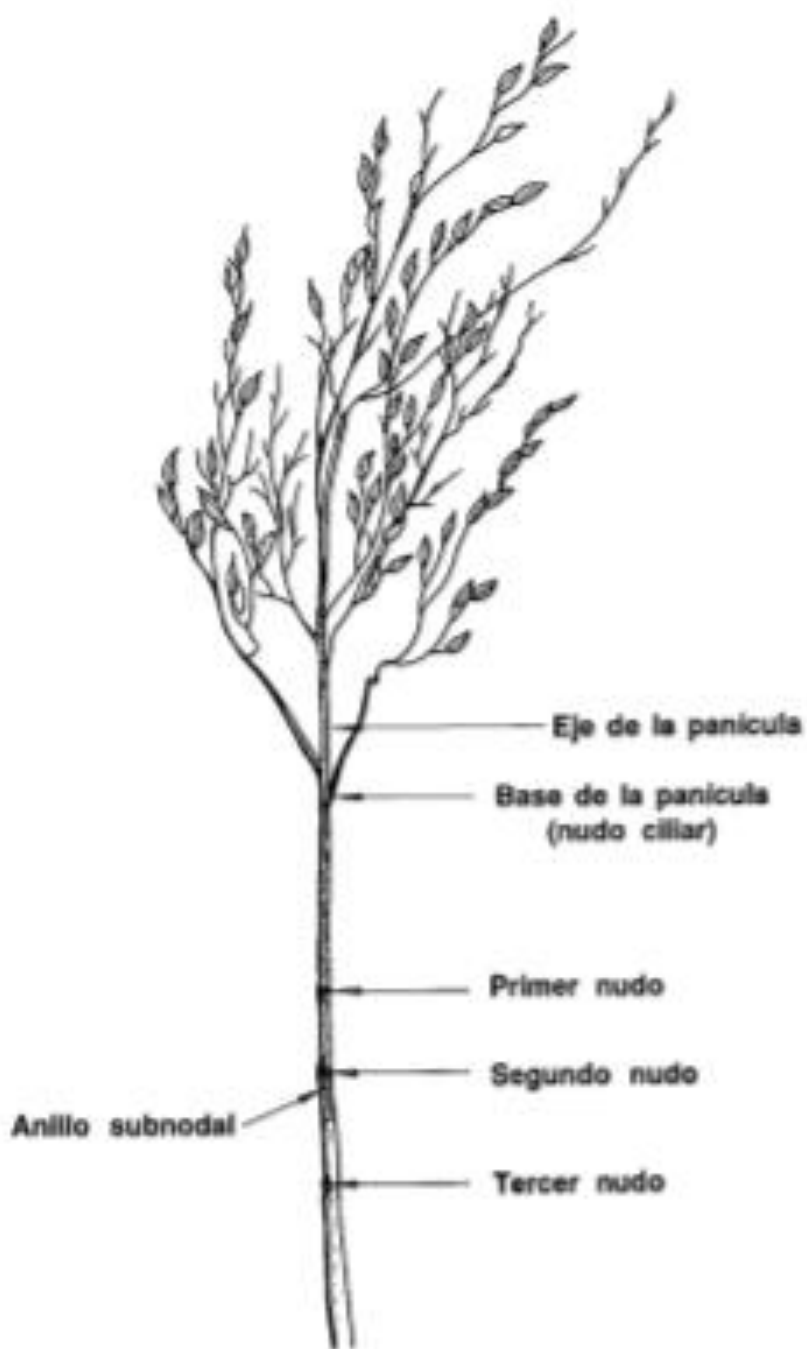


Figura 7. Ubicación de los nudos y entrenudos por debajo del nudo ciliar del tallo más alto de la planta de arroz.

de la planta, removiéndolo completamente la vaina de la primera y segunda hojas por debajo de la hoja bandera (ver Figura 7). Se califica con el cuadro de colores y el modelo siguiente:

1 = amarillo	84
2 = verde amarillento	46,47,49,50
3 = verde claro	35,44,45,48
4 = verde	36,37,38,39,43
5 = verde oscuro	28,29,40,41,42
6 = líneas moradas	23
7 = parches morados	23

Porcentaje del color predominante del entrenudo. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Color predominante del anillo subnodal

Se evalúa en el anillo que está debajo del segundo nudo después del nudo ciliar (el mismo en que se evaluó el color del nudo) (ver Figura 7). Se califica con el cuadro de colores y el modelo siguiente:

1 = amarillo	84
2 = verde amarillento	46,47,49,50
3 = verde claro	35,44,45,48
4 = verde	36,37,38,39,43
5 = verde oscuro	28,29,40,41,42
6 = líneas moradas	23
7 = parches morados	23

Porcentaje del color predominante del anillo subnodal. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Color predominante de la base del tallo

Muchas variedades de arroz presentan coloraciones en el tercio inferior de la macolla. Esta coloración puede variar en diferentes tonos de verde hasta morado. Para evaluarla se utilizan las vainas que envuelven los tallos del tercio inferior de la planta, retirando las hojas secas exteriores. Se califica con el cuadro de colores y el modelo siguiente:

1 = verde amarillento	46,47,49,50
2 = verde pálido	86,87,88,89,90
3 = verde claro	35,44,45,48
4 = verde	36,37,38,39,43
5 = verde oscuro	28,29,40,41,42
6 = líneas moradas	23
7 = manchas moradas	23

Porcentaje del color predominante de la base del tallo. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

3. En estado de maduración

Días a la madurez

Es el número de días transcurridos desde la siembra en suelo húmedo hasta que las semillas de una muestra de la población seleccionada para realizar la descripción varietal, tengan un 20% de humedad.

Altura de la planta

Se mide en centímetros desde el suelo hasta el ápice de la panícula del tallo más alto de la planta. Varía con las condiciones de fertilidad del suelo.

Resistencia predominante al acame

Es un carácter varietal que puede cambiar con las condiciones ambientales. Al aumentar, ya sea la densidad o la fertilización nitrogenada, disminuye la resistencia al acame. Se debe evaluar en el campo, del modo siguiente: se baja la punta de los tallos hasta una altura aproximada de 30 cm del suelo para que, al soltarlos, los tallos fuertes y resistentes recuperen su posición original; los susceptibles al acame permanecen cerca del suelo. Las plantas se consideran:

- 1 = fuertes
si todas las plantas conservan su posición original (no hay volcamiento)
- 3 = moderadamente fuertes
si la mayor parte (más del 85%) de las plantas a las cuales se les aplica presión retornan a su posición original
- 5 = Intermedias
si entre un 50% y un 84% de las plantas retornan a su posición original
- 7 = débiles
si menos de un 50% de las plantas retornan a su posición original
- 9 = muy débiles
si todas las plantas permanecen en el suelo

Respuesta predominante al fotoperíodo

Varía según el número de horas luz, principalmente en las zonas templadas. Dada esa respuesta, la planta puede ser:

- 1 = insensible
cuando al sembrar simultáneamente grupos de plantas de la misma variedad en condiciones aisladas, y someterlas, natural o artificialmente, a días de 10 y 16 horas de luz, la diferencia entre los grupos para el comienzo de la formación de la panícula es menor de 10 días.
- 5 = ligeramente sensible
si la diferencia en el tiempo para iniciar la formación de la panícula está entre 11 y 20 días.
- 9 = muy sensible
si la diferencia en el tiempo para iniciar la formación de la panícula es mayor de 21 días.

Porcentaje de la respuesta predominante al fotoperíodo. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Tamaño de las aristas

La arista es una estructura filiforme ubicada en el ápice de la lema y se reconoce después de la floración completa (Figura 8). El tamaño de las aristas se evalúa en la arista más larga de la panícula analizada. Se consideran los siguientes tamaños de aristas:

- 1 = corta
entre 1 y 5 mm
- 3 = media
entre 6 y 20 mm
- 5 = semilarga
entre 21 y 30 mm
- 7 = larga
entre 31 y 50 mm
- 9 = muy larga
más de 50 mm

Porcentaje del tamaño de las aristas. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Arroz

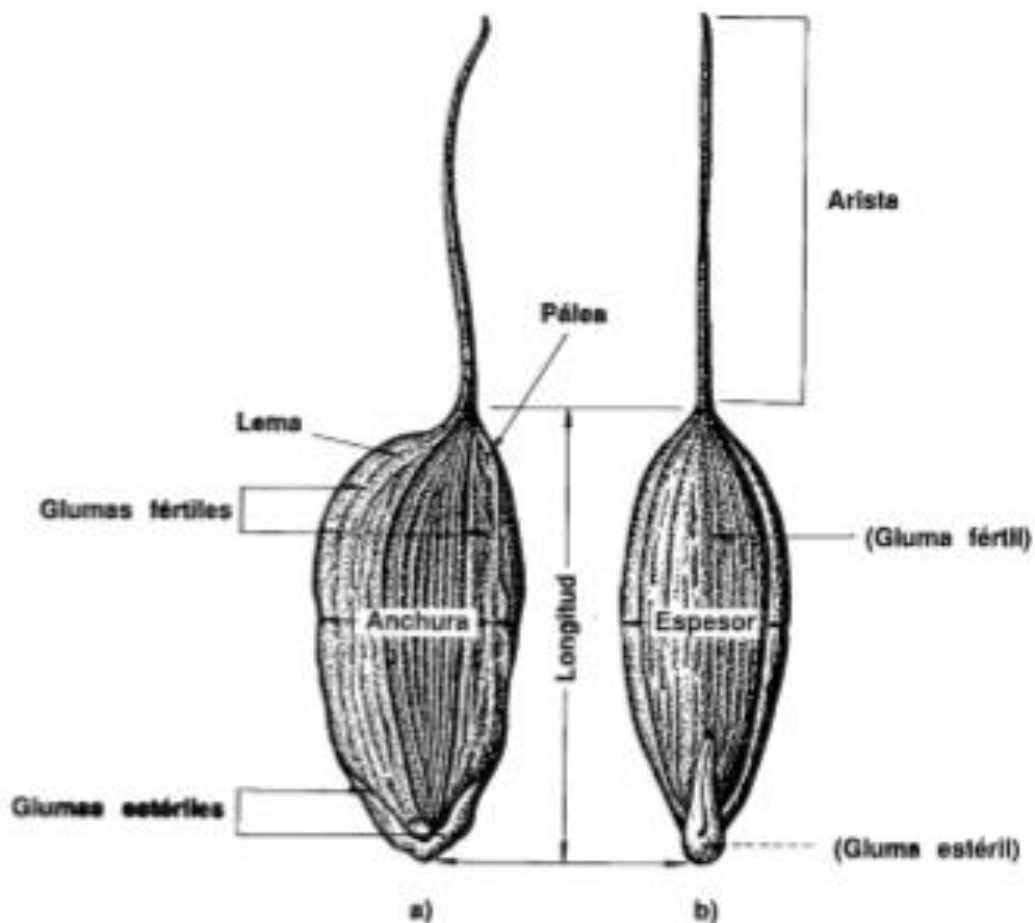


Figura 8. Esquema de la semilla de arroz: a) vista frontal; b) vista lateral.

Tipo de aristado predominante de las semillas

Para evaluar este carácter se deben utilizar todas las panículas de la planta. Se califica como:

- 1 = arista ausente
- 3 = arista corta y presente en menos del 50% de los granos
- 5 = arista corta y presente en más del 50% de los granos
- 7 = arista larga y presente en menos del 50% de los granos
- 9 = arista larga y presente en más del 50% de los granos

Porcentaje del tipo de aristado predominante de las semillas. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Angulo del ápice del grano apical de la panícula

Es el ángulo del ápice del grano apical de la panícula sobre el tallo más alto de la planta, medido en grados. El ángulo se determina a partir de una línea vertical imaginaria que pasa por el centro del grano, o sea la unión entre la lema y la pálea. Se califica usando intervalos de 5° o el modelo siguiente:

- 1 = de 0° a 10°
- 3 = de 11° a 40°
- 5 = de 41° a 70°
- 7 = de 71° a 90°
- 9 = mayor de 90°

Color predominante del ápice del grano apical de la panícula

Se califica con el cuadro de colores y el modelo siguiente:

- | | |
|-----------------|----------|
| 1 = blanquecino | 76 |
| 2 = pajizo | 77,78,96 |
| 3 = café claro | 71,72 |
| 4 = rosado | 13,15 |
| 5 = púrpura | 2,3 |

Porcentaje del color predominante del ápice del grano apical de la panícula. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Color predominante de las glumas fértiles (lema y pálea) del grano apical de la panícula

Las glumas fértiles (lema y pálea) presentan diferentes colores según la variedad cuando las espiguillas maduran. Dicha coloración se califica con el cuadro de colores y el modelo siguiente:

- | | |
|--|----------------------|
| 1 = pajizo | 77,78,96 |
| 2 = dorado | 60,61,62,63 |
| 3 = surcos dorados sobre fondo pajizo | 60,61,62,63/77,78,96 |
| 4 = manchas cafés sobre fondo pajizo | 54,55,57/77,78,96 |
| 5 = café amarillento | 58,59 |
| 6 = café rojizo o púrpura | 4,5,6,10 ó 2,3 |
| 7 = manchas púrpura sobre fondo pajizo | 2,3/77,78,96 |
| 8 = púrpura | 2,3 |
| 9 = negro | 25,100 |

Porcentaje del color predominante de las glumas fértiles (lema y pálea) del grano apical de la panícula. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Angulo del ápice de un grano tomado del tercio medio de la panícula

Se toma al azar un grano del tercio medio de la panícula del tallo más alto y se mide en grados, a partir de una línea vertical imaginaria que pasa por el centro del grano. Se califica según el modelo siguiente:

- 1 = de 0° a 10°
- 3 = de 11° a 40°
- 5 = de 41° a 70°
- 7 = de 71° a 90°
- 9 = mayor de 90°

Longitud de la semilla

Es la distancia, medida en milímetros, desde la base de la gluma estéril más baja, hasta el ápice de la gluma fértil más larga, excluyendo la arista (ver Figura 8).

Anchura de la semilla

Es la distancia, medida en milímetros, entre las nervaduras centrales de la lema y de la pálea, en el punto más ancho (ver Figura 8).

Relación largo:ancho de la semilla

Es la relación entre las dos dimensiones evaluadas anteriormente.

Espesor de la semilla

Es la máxima distancia, medida en milímetros, entre las paredes laterales de la semilla (ver Figura 8).

Peso de mil semillas secas

Se toman al azar 10 muestras de mil granos enteros bien desarrollados y con un contenido de humedad del 14% y se obtiene, en promedio, su peso en gramos.

Número de semillas no aristadas en una muestra de mil granos

Se evalúa la ausencia de aristas en 10 muestras de mil granos, sin tener en cuenta el tamaño de las semillas.

Densidad predominante de la panícula

Es la mayor o menor aglutinación de las ramificaciones primarias y secundarias de la panícula. Se evalúa en la panícula del tallo más alto de la planta y es necesario remover todas las semillas de ella (Figura 9). Se califica del modo siguiente:

- 1 = abierta
- 3 = semiabierta
- 5 = intermedia
- 7 = semicompacta
- 9 = compacta

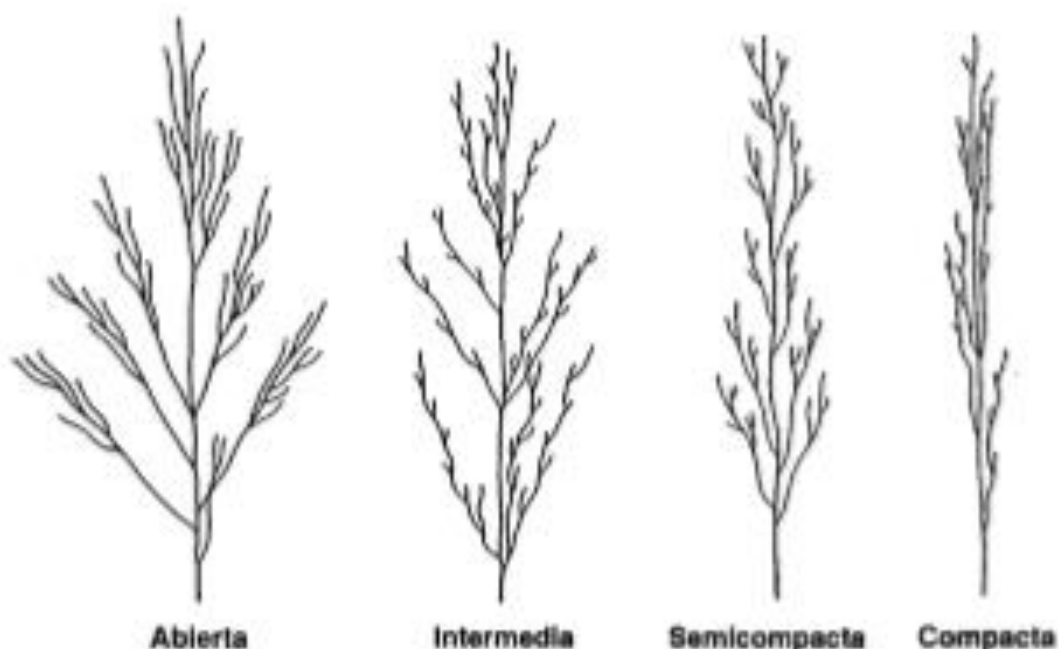


Figura 9. Densidad de la panícula del arroz.

Porcentaje de la densidad predominante de la panícula. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Exerción predominante de la panícula

Se evalúa teniendo en cuenta la posición del nudo ciliar con respecto a la vaina de la hoja bandera (Figura 10). Se califica como:

Arroz

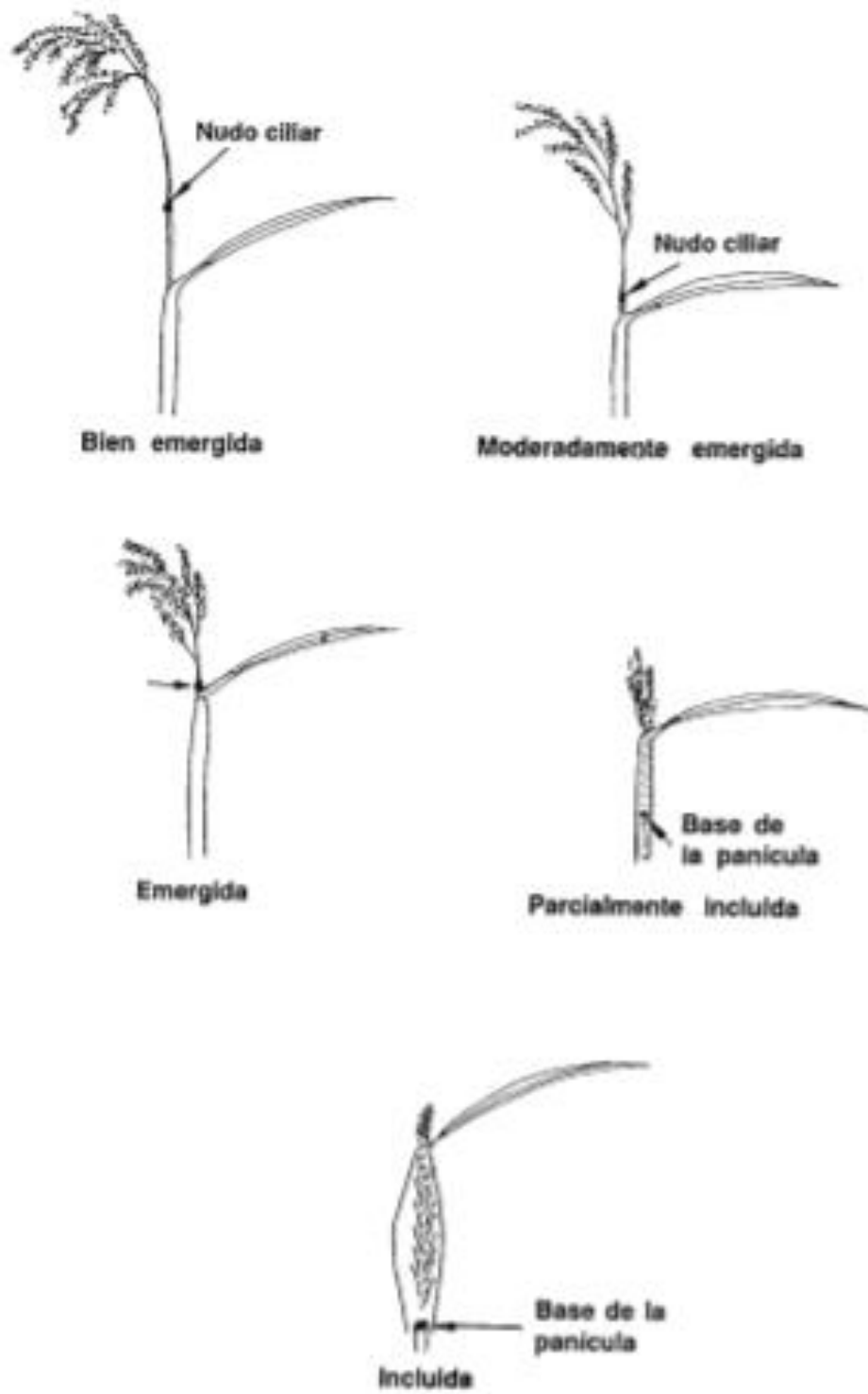


Figura 10. Exercción de la panícula del arroz.

- 1 = bien emergida
cuando el nudo ciliar aparece muy por encima de la vaina de la hoja bandera (más de 5 cm)
- 3 = moderadamente emergida
cuando el nudo ciliar está sobre la vaina de la hoja bandera (de 1 a 4 cm)
- 5 = coincidente
cuando el nudo ciliar coincide con la zona de unión de la hoja bandera
- 7 = parcialmente incluida
cuando el nudo ciliar está cubierto por la vaina de la hoja bandera
- 9 = incluida
cuando la panícula está casi totalmente cubierta por la vaina de la hoja bandera

Porcentaje de la ejerción predominante de la panícula. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Longitud de la panícula

Se mide en centímetros desde la base de la panícula o nudo ciliar hasta el ápice de la misma (Figura 11). Se utiliza la panícula del tallo más alto de la planta.

Número de granos vanos (estériles) en el ápice de la panícula

Se toman 4 granos del ápice de la panícula del tallo más alto de la planta y se determinan cuántos de ellos son fértiles o estériles.

- 1 = todos los granos fértiles
- 3 = un grano estéril
- 5 = dos granos estériles
- 7 = tres granos estériles
- 9 = cuatro granos estériles

Fertilidad predominante de la panícula

Este valor, expresado en porcentaje, se estima comparando visualmente la relación entre los granos bien desarrollados y los granos vanos de una panícula madura. Según ese porcentaje, la panícula puede ser:

- 1 = muy fértil
90% a 100% de granos fértiles

Aroz

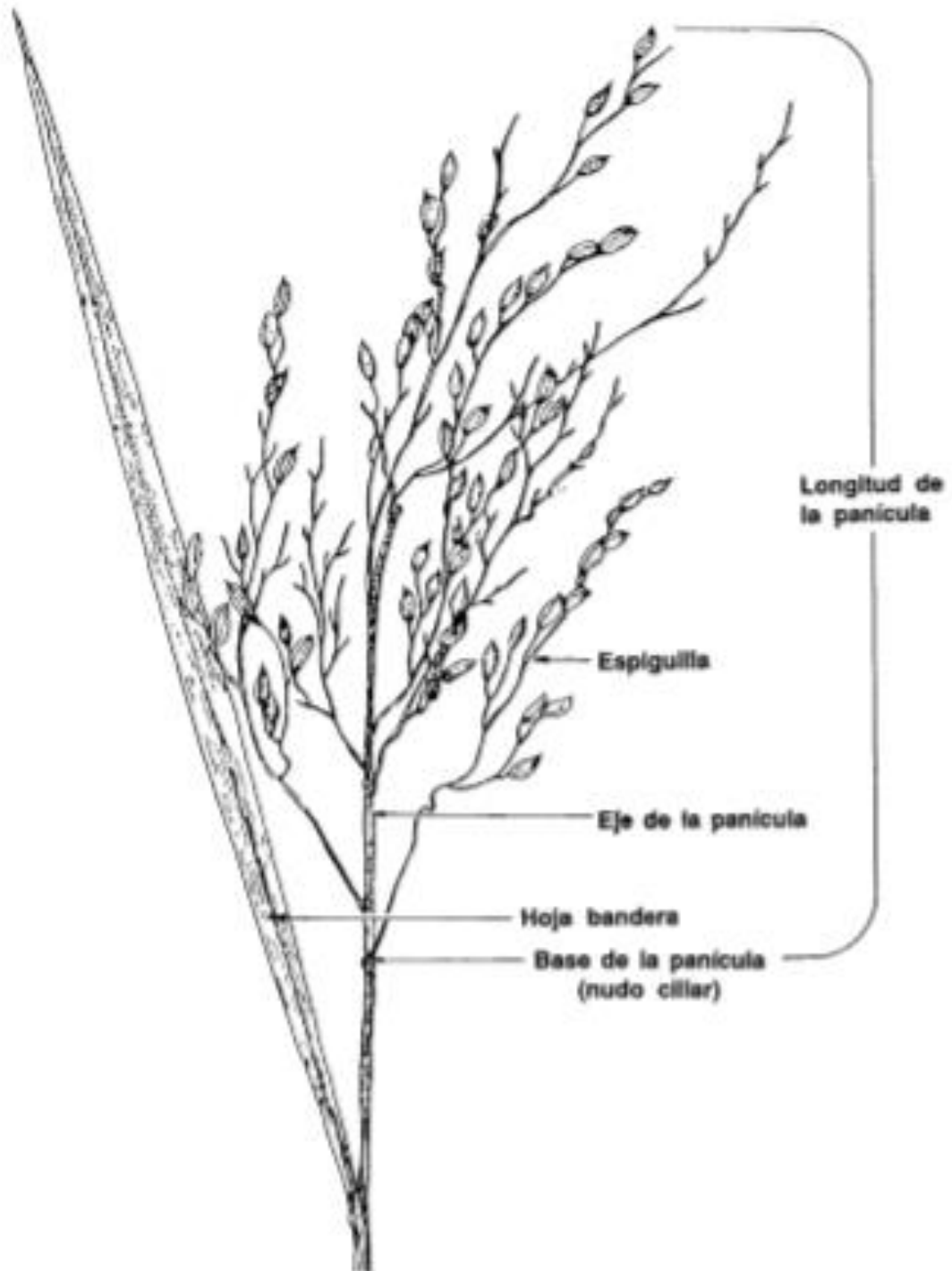


Figura 11. Panícula del arroz: su longitud y algunas estructuras adyacentes.

- 3 = fértil
75% a 89% de granos fértiles
- 5 = parcialmente fértil
50% a 71% de granos fértiles
- 7 = parcialmente estéril
menos del 50% de granos fértiles
- 9 = completamente estéril
0% de granos fértiles

Porcentaje de la fertilidad predominante de la panícula. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Desgranado predominante de la panícula

Este carácter se evalúa en la panícula madura del tallo más alto de la planta, a la cual se le aplica una ligera presión, enrollándola entre la palma de la mano y los dedos. La cantidad de granos así removidos, determina 5 categorías de desgranado:

- 1 = difícil
cuando no se desprenden los granos o lo hacen hasta un 15%
- 3 = moderadamente difícil
cuando se desprenden entre el 16% y el 30% de los granos
- 5 = intermedio
cuando se remueven entre el 31% y el 45% de los granos
- 7 = moderadamente susceptible
cuando se remueven entre el 46% y el 60% de los granos
- 9 = susceptible
cuando se remueven más del 61% de los granos de la panícula

Porcentaje del tipo de desgranado predominante de la panícula. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Longevidad foliar predominante

Es la capacidad de la planta para retener el color verde hasta la madurez. Se califica como:

- 1 = tardía o lenta
más de 2 hojas verdes
- 2 = intermedia
1 ó 2 hojas verdes

- 3 = temprana o rápida
todas las hojas muertas

Porcentaje de la longevidad foliar predominante. Se estima con base en el número de plantas muestreadas.

Relación grano:paja

Es la relación entre el peso seco de los granos de la planta y el peso seco de las hojas y del tallo.

Número de granos en la panícula

Es el número de granos que se encuentran en la panícula del tallo más alto de la planta.

4. Evaluación de enfermedades y plagas

Reacción a enfermedades (especificar)

Se debe estimar la reacción varietal a *Pyricularia* spp., *Helminthosporium* spp., *Cercospora* spp., *Rhizoctonia* spp. y hoja blanca, por comparación con la reacción de otras variedades cuya resistencia o susceptibilidad se conozcan previamente. Según la intensidad del ataque de la enfermedad, la reacción se califica de acuerdo con el siguiente modelo:

- 1 = menos 1%
- 3 = entre 1% y 5%
- 5 = entre 6% y 25%
- 7 = entre 26% y 50%
- 9 = más del 50%

Reacción a insectos

Se debe calificar la reacción de cada variedad de arroz a las plagas que atacan la raíz, el tallo, la flor y el fruto.

Reacción al insecto *Tagosodes* sp. (*Sogatodes* sp., sogata). El ataque de este insecto causa un amarillamiento parcial o total de las hojas y el tallo del arroz. Los síntomas extremos son el marchitamiento y la muerte de la planta acompañados de fumagina (manchas negras indicadoras de hongos que se desarrollan sobre una secreción dulce del insecto). Se evalúa según el siguiente modelo:

CUADRO DE COLORES

Basado en Munsell Book of Color.

