



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



Trabajo Experimental presentado al H. Consejo Directivo de la
Facultad, como requisito previo para la obtención de título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Variabilidad agronómica y productiva de líneas F_2 de arroz (*Oryza sativa* L.), provenientes de cruzas con un progenitor masculino portador del gen CLEARFIELD”.

Autor:

Jaime Renato Colombatti Morán

Tutor:

Walter Oswaldo Reyes Borja, PhD.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador.

2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHYO
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 la obtención de título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Variabilidad agronómica y productiva de líneas F_2 de arroz (*Oryza sativa* L.), provenientes de cruzas con un progenitor masculino portador del gen CLEARFIELD”.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

PRESIDENTE

PRIMER VOCAL

SEGUNDO VOCAL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Jaime Renato Colombatti Morán

Declaro que:

El trabajo experimental titulado “Variabilidad agronómica y productiva de líneas F₂ de arroz (*Oryza sativa* L.), provenientes de cruzas con un progenitor masculino portador del gen CLEARFIELD”, se ha desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando los derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

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

Jaime Renato Colombatti Morán

120726381-3

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios todopoderoso quien supo ayudarme por el camino del bien y de la verdad, ayudándome a seguir adelante y no retroceder ante los problemas y adversidades que se presentaban siguiendo adelante y persiguiendo mis sueños

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.

A mis padres Jaime Eladio Colombatti Alvarado y Petita Susana Morán Rodríguez por haberme ayudado a realizar este sueño de poder darme la oportunidad de estudiar ayudándome con los recursos necesarios. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mi hermano Joel Arturo Colombatti Morán además de amigos y demás familiares por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar un profesional

“La enseñanza que deja huella no es la que se hace de cabeza a cabeza, sino de corazón a corazón”.

Howard C. Hendricks.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme y darme la fuerza para seguir adelante y darme la fuerza y la fe para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la Universidad Técnica De Babahoyo por darme esta oportunidad de poder estudiar y ser un profesional.

A mi director de tesis, Dr. Walter Reyes Borja por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

Al Ing. Agr. Lenin Arana Vera, Docente de Investigación y de Tesis de Grado, por su visión crítica de muchos aspectos cotidianos de la vida, por su rectitud en su profesión como docente, por sus consejos, que ayudan a formarte como persona y profesional.

También agradezco mucho a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque he aprendido mucho de ellos dándome un granito de arena a mi formación, y por sus consejos, su enseñanza y más que todo por su amistad.

A mis compañeros de mi curso por su amistad y colaboración. Y a todas las buenas personas que he conocido durante mi vida universitaria que han apoyado moralmente y han aportado en mis ganas de superación.

ÍNDICE GENERAL

I	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Objetivos.....	3
1.1.1	Objetivo general	3
1.1.2	Objetivos específicos.....	3
II	MARCO TEÓRICO.....	4
2.1	Cultivo de arroz.....	4
2.2	Origen y distribución del arroz.....	4
2.3	Importancia del cultivo de arroz.....	5
2.4	Taxonomía y Diversidad Genética	5
2.5	Órganos vegetativos de la planta de arroz	7
2.6	Órganos reproductivos de la planta de arroz.....	8
2.7	Mejoramiento genético vegetal.....	8
2.8	Mejoramiento genético del arroz	9
2.9	Sistema de producción Clearfield.....	9
2.10	Arroz Clearfield	10
2.11	Herbicida imazethapyr	10
III	MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1	Ubicación y características del sitio experimental.....	11
3.2	Factores estudiados.....	11
3.3	Materiales genéticos	12
3.4	Tratamientos en estudio.....	12
3.5	Diseño experimental	13
3.6	Equipos, Pesticidas y Materiales	13
3.7	Manejo del ensayo.....	13
3.7.1	Preparación del terreno	13
3.7.2	Siembra	14
3.7.3	Riego.....	14
3.7.4	Fertilización	15
3.7.5	Control de malezas.....	15
3.7.6	Control fitosanitario.....	16

3.7.7	Cosecha	16
3.8	Variables evaluadas	17
3.8.1	Vigor	17
3.8.2	Floración.....	18
3.8.3	Ciclo vegetativo (días)	18
3.8.4	Altura de planta (cm)	18
3.8.5	Panículas por planta	19
3.8.6	Longitud de panícula (cm)	19
3.8.7	Granos por panícula	19
3.8.8	Granos vanos por panícula.....	19
3.8.9	Esterilidad (%)	19
3.8.10	Peso de 1000 granos (g)	20
3.8.11	Rendimiento (g/planta)	20
3.8.12	Longitud de grano (mm).....	20
3.8.13	Ancho de grano (mm)	21
3.8.14	Forma del grano	21
3.8.15	Selección de Individuos Sobresalientes.....	21
IV	RESULTADOS	22
4.1	Vigor	22
4.2	Floración	23
4.3	Ciclo vegetativo.....	24
4.4	Altura de planta (cm)	25
4.5	Panículas por planta.....	26
4.6	Longitud de panícula (cm).....	27
4.7	Granos por panícula.....	28
4.8	Granos vanos por panícula.....	28
4.9	Esterilidad (%).....	29
4.10	Peso de 1000 granos (g).....	30
4.11	Rendimiento (g/planta)	31
4.12	Longitud de grano (mm) descascarado	32
4.13	Ancho de grano (mm)	33
4.14	Forma de grano.....	34
V	DISCUSIÓN	35

VI	CONCLUSIONES.....	36
VII	RECOMENDACIONES.....	37
VIII	RESUMEN.....	38
IX	SUMMARY	39
X	ANEXOS	40
XI	BIBLIOGRAFÍA.....	40

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Vista satelital de la ubicación del ensayo experimental (se indica el lote con un rectángulo rojo señalado por una flecha blanca) 11
- Figura 2.** Preparación del terreno con una maquinaria agrícola fanguadora (motocultor)13
- Figura 3.** Tratamientos anteriores que fueron estudiados para evaluar el gen resistencia a la aplicación del herbicida imazetapir, figura (A). Trasplante del material resistente al nuevo bloque de investigación, figura (B)..... 14
- Figura 4.** Motobomba de riego, figura (A). Aplicación del riego en el cultivo, figura (B).... 14
- Figura 5.** Primera fertilización de 4 kg de DAP + 2kg de muriato de potasio, figura (A). Segunda fertilización de 10 kg de abono completo, figura (B). Tercera fertilización de 10 kg de Urea, figura(C)..... 15
- Figura 6.** Preparación y dosificación del producto que posteriormente se aplicó con la bomba de aspersión, figura (A) y (B). Aplicación del herbicida pre emergente en la parcela de ensayo experimental, figura (C). Control manual de la maleza en la parcela experimental, figura (D)..... 15
- Figura 7.** Aplicación de funguicida para el control de enfermedades, 70 cc de jewel + 300 Himidaclopirid, figura (A). Aplicación de insecticida para el control de insectos plaga, 20 cc de engeño, figura (B)..... 16
- Figura 8.** Realización de la cosecha de cada línea del área experimental del cultivo de arroz, figura (A) y (B). Almacenamiento de los tratamientos del ensayo experimental en cajas de cartón que previamente estuvieron expuestas al sol para un óptimo secado de la semilla, figura (C). 16
- Figura 9.** Plantas muy vigorosas 1 (A). Plantas vigorosas 3 (B). Plantas intermedias o normales 5 (C). Plantas menos vigorosas que lo normal 7(D). Plantas muy débiles o pequeñas 9 (E) 17
- Figura 10.** Toma de datos de la floración cuando presentaban 60% de panículas desarrolladas (A), (B) y (C)..... 18
- Figura 11.** Conteo de los 1000 granos de arroz, figura (A) y peso total de los granos de arroz contados en una balanza gramera, figura (B). 20
- Figura 12.** Medición del ancho de tres granos de arroz descascarados al azar con un calibrador, figura (A) y (B).21

Figura 13. Gráfico de barra de la variable vigor vegetativo de acuerdo con la escala del CIAT en parentales y progenies F2 con el sistema Clearfield. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020	22
Figura 14. Gráfico de barra de la variable floración (días) de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias - UTB. Ecuador, 2020	23
Figura 15. Gráfico de barra de la variable ciclo vegetativo (días) de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias - UTB. Ecuador, 2020 ..	24
Figura 16. Gráfico de barra de la variable altura de planta (cm) de progenies Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020	25
Figura 17. Gráfico de barra de la variable panículas por planta de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020	26
Figura 18. Gráfico de barra de la variable longitud de panícula (cm) de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020 ...	27
Figura 19. Gráfico de barra de la variable granos por panícula de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias-UTB. Ecuador, 2020	28
Figura 20. Gráfico de barra de la variable granos vanos por panícula de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias-UTB. Ecuador, 2020	29
Figura 21. Gráfico de barra de la variable esterilidad de panícula (%) de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020 ...	30
Figura 22. Gráfico de barra de la variable peso de 1000 granos (g) de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020 ...	31
Figura 23. Gráfico de barra de la variable rendimiento (g/planta) de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020 ...	31
Figura 24. Gráfico de barra de la variable longitud de grano (mm) de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020 ...	32
Figura 25. Gráfico de barra de la variable ancho de grano (mm) de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020 ...	33
Figura 26. Gráfico de barra de la variable longitud - ancho del grano de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020 ...	34
Figura 27. Dispersograma de la variable panículas por planta, de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020	34
Figura 28. Dispersograma de la variable longitud de panícula (cm), de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020 ...	34
Figura 29. Dispersograma de la variable rendimiento (g/planta), de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020 ...	34
Figura 30. Dispersograma de la variable longitud de grano descascarado (mm), de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB.	

Ecuador, 2020 34

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estudio de las progenies F2 resistentes al herbicida imazetapir y progenitores. 12

Tabla 2. Categorías de escala del sistema de evaluación estándar para el arroz creado por el CIAT..... 17

Tabla 3. Sistema de evaluación estándar para arroz creado por el CIAT.23

Tabla 4. Escala del sistema de evaluación estándar para el cultivo de arroz del CIAT.21

Tabla 5. Caso, pedigrí, panículas por planta, longitud de panícula (cm), rendimiento (g/planta) y longitud de grano descascarado (mm) de los individuos seleccionados con los valores de cada una de las características..... 39

I INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.), es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial. A nivel internacional, ocupa el segundo lugar después del trigo con respecto a superficie cosechada. El arroz proporciona más calorías por hectárea que cualquiera de los otros cereales cultivados (Acevedo, 2006).

El arroz es uno de los cereales de mayor importancia en el mundo, su cultivo ocupa alta superficie de siembra. El área anual cosechada en 2003 alcanzó 153 millones de hectáreas con una producción de 589 millones de toneladas en todo el mundo. De esa producción casi 200 millones se cosecharon en China e India, cantidades similares se obtuvieron en otros países asiáticos (FAO, 2004).

En Ecuador el cultivo de arroz es la principal fuente alimenticia, formando parte de la dieta básica de los habitantes de la costa ecuatoriana (Garcés, 2012) de hecho, los 53,20 kilogramos por habitante de consumo anual definen la magnitud de su importancia frente a países vecinos como Colombia y Perú, que consumen anualmente 40,0 y 47,4 kg por habitante, respectivamente (Gaviláñez, 2016).

Partiendo del compromiso asumido en la Constitución de la República, tanto de la Seguridad como de la Soberanía Alimentaria, es importante demostrar el aporte del sector agrícola en tal responsabilidad; la producción de arroz, sin duda representa un porcentaje considerable de las áreas cultivadas, especialmente en la región Costa, en las provincias de Guayas, Manabí y Los Ríos, alcanzando más del 98 % (INEC, 2010).

Los programas de mejoramiento genético cuentan con diversas metodologías para acelerar los procesos de selección, entre ellas las técnicas moleculares. Las variedades modernas de arroz han sido desarrolladas empleando métodos de selección fenotípica, que no poco consideran su constitución molecular. Puesto que muchos factores limitantes de la producción de arroz están controlados por un buen número de genes, cada día es más difícil emplear la selección convencional para desarrollar mejores variedades. Por

fortuna, los avances logrados en la biología molecular, en la genómica y en la informática hacen posible la combinación de los métodos tradicionales de mejoramiento con las herramientas moleculares (los genes marcadores), para elevar la eficiencia y la efectividad de los procesos de selección de plantas y de desarrollo de mejores variedades de arroz (Edgar & César, 2010).

El mejoramiento de la producción no solo se refleja a través del uso de material genético que se utiliza para la siembra, sino que involucra una serie de factores, entre ellos el control eficiente de malezas, que en general se utilizan herbicidas en pre y post-emergencia. Sin embargo; la tecnología de semillas clearfield, son variedades de arroz que poseen genes de resistencia a herbicidas tales como el imazetapir perteneciente a la familia de las Imidazolinonas, este herbicida controla malezas de hoja angosta y pueden ser una alternativa para el manejo de las malezas del cultivo, especialmente para controlar los arrozces voluntarios y otras especies de *Oryza*, tales como el arroz rojo o Puyón, como se lo conoce en nuestro medio, que pueden ser muy agresivas cuando están dentro del cultivo (Reyes-Borja, 2019, Comunicación Personal).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Estudiar la variabilidad agronómica y productiva de líneas F2 de arroz, obtenidas a partir de cruzamientos con un progenitor masculino portador del gen CLEARFIELD.

1.1.2 Objetivos específicos

1. Determinar la variabilidad de caracteres agronómicos de una progenie F2 de arroz tipo indica, provenientes de cruzas con un progenitor masculino portador del gen CLEARFIELD.
2. Establecer la capacidad productiva de los individuos de una progenie F2 de arroz provenientes de cruzas con un progenitor masculino portador del gen CLEARFIELD.
3. Seleccionar los individuos de las mejores características agronómicas y productivas, dentro de una progenie F2 portador del gen CLEARFIELD.

II MARCO TEÓRICO

2.1 Cultivo del arroz

Es difícil establecer con exactitud la época en que se inició el cultivo del arroz. La literatura china menciona el arroz 3000 años antes de Cristo (AC), cuando se consideraba su siembra como una ceremonia religiosa importante, reservada al emperador. El primer cultivo de arroz se le atribuye al emperador Shen-Nung, quien ha sido considerado el padre de la agricultura y la medicina de su pueblo. Otros textos mencionan el arroz como el más importante de cinco cultivos en la alimentación de los chinos. En el valle del Yang–Tse Kiang se han encontrado restos de arroz que datan de 3000 a 4000 años AC (Angladette, Colección Agricultura Tropical, 1969).

2.2 Origen y distribución del arroz

El arroz pudo haberse cultivado en otras épocas y pudo originarse en algún sitio diferente de China. Varios autores aceptan que *Oryza sativa* L. procede del sudeste de Asia, de una región cercana a la parte sur de India, o sea, de la antigua Cochinchina (región meridional de la península de Indochina), donde las condiciones ambientales son favorables para este cultivo y hay gran cantidad de especies silvestres del género *Oryza*. Roschevicz, citado por Angladette (1969), cree que el lugar de origen de *Oryza sativa* L. es el sudeste asiático, principalmente cerca de India o de la península de Indochina (ocupada actualmente por Vietnam, Camboya y Laos), donde *Oryza fatua* Köning, un antepasado directo de *Oryza sativa*, se encuentra en estado silvestre (González, 1975).

2.3 Importancia del cultivo de arroz

Uno de los cereales más consumidos a nivel mundial, es sin duda, el arroz, considerando las diferentes versiones sobre su origen, se piensa que este cultivo se inició hace alrededor de 7000 años en el Sudeste Asiático, y su desarrollo se habría dado en diferentes países principalmente China e India. Los primeros cultivos aparecen en China 5000 años a.c., Tailandia 4500 años a.c., para luego expandirse a Camboya y Vietnam (Linnaeus, 1753).

Considerando que el mundo se enfrenta a dos grandes problemas: erradicar el hambre y estabilizar el clima mundial, debido a esta problemática se adoptaron los objetivos de la agenda 2030 en busca de un desarrollo sostenible para hacer frente al hambre y a los problemas climáticos, lo que requerirá una profunda transformación de los sistemas alimentarios y agrícolas del mundo (FAO., 2016).

2.4 Taxonomía y Diversidad Genética

La clasificación taxonómica del arroz se la realiza de la siguiente forma:

División: Angiospermas

Clase: Monocotiledónea

Orden: Glumiflora

Tribu: Oryzae

Familia: Gramínea

Subfamilia: Panicoideas.

La tribu Oryzae se caracteriza por las espiguillas en panícula, unas veces uniflorales y con frecuencia carentes de glumas, o bien con dos o tres flores, de las cuales las dos inferiores poseen una sola pieza, la glúmela, y la terminal es la única fértil. Los estambres son generalmente seis, aunque a veces son menos y en ciertos casos se reducen a uno. Prodoehl y Bewo, citado por Angladette (1969).

2.5 Órganos vegetativos de la planta de arroz

Raíz: Las raíces seminales o embriogénicas son aquellas que se desarrollan a partir del sistema de promedio raíz del embrión. Están acompañadas de raíces seminales secundarias, todas las cuales desarrollan raíces laterales. Persistir solo por un corto tiempo después de la germinación, siendo pronto reemplazado por el sistema secundario de raíces adventicias (Pinheiro, 1999).

Tallo: El tallo de la planta de arroz consta de un tallo principal y un número variable de tallos primarios y secundarios, o cultivadores.

El diámetro interno de los entrenudos, 2-6 mm, varía con suposición, tipo de vástago (vástago principal o cultivador) y condiciones ambientales.

El alargamiento de los entrenudos se correlaciona con la duración del crecimiento (VERGARA, LILIS, & TANAKA, 1965.)

Hoja: La primera hoja que emergió del coleóptilo se diferencia de las demás por ser cilíndrico y sin hoja. Se llama profiláctico o hoja incompleta. La segunda hoja, y todas las demás, están dispuestas alternativamente en el tallo, derivadas de las yemas. Ubicado en los nodos. La parte de la hoja que rodea el tallo se llama dobladillo y el colgante es la hoja. En el cruce de estas dos partes se ubica el collar, del cual emergen dos pequeños apéndices en forma de oreja, por lo que se llaman aurículas, y una estructura membranosa en forma de lengua, llamada ligula. Del culmo principal se originan de ocho a catorce hojas, dependiendo del ciclo del cultivar. La última hoja en aparecer cada tallo se llama hoja bandera. Los genotipos difieren en términos de largo, ancho, ángulo de inserción, pubescencia y color hojas, entre otras (Pinheiro, 1999).

2.6 Órganos reproductivos de la planta de arroz

Panícula: La inflorescencia (conjunto de flores) del arroz se llama panícula. Se encuentra en el último entrenudo del tallo. Comprende por el raquis, que tiene de 8 a 10 nudos, de los cuales las ramificaciones primarias que, a su vez, dan lugar a las ramificaciones secundario. Los pedicelos se desarrollan a partir de los nodos de las ramas primarias y secundarias y en sus extremos se desarrollan las espiguillas. Una sola rama primaria generalmente se desarrolla a partir de cada nodo en el raquis, pero bajo condiciones como alta disponibilidad de luz y fertilidad del suelo, dos o tres ramas primarias pueden ocurrir de un nudo simple. Dependiendo de los cultivares, las panículas pueden ser abiertas, compactas o intermedias, y según el ángulo de inserción en las ramas primarias, se clasifican en erectas, colgantes o intermedio (PEDROSO, 1982).

Espiguilla: Las espiguillas están formadas por dos pares de brácteas o glumas, que rodean la flor del arroz. Después de la formación de granos, esta estructura constituirá el caparazón. El par inferior es rudimentario, sus glumas se denominan lemas estériles. Las glumas del par superiores se denominan lema y guisante, ambos pueden tener una extensión filiforme denominada arista. Las espiguillas se conectan a las ramas de la panícula utilizando pedicelos cortos (VERGARA, 1979).

Flor: las estructuras esenciales para la producción de una nueva planta. EL tegumento que rodea la semilla está directamente vinculado al pericarpio, membrana que rodea el fruto. En el caso del arroz, toda esta estructura está rodeada por el lema y la palea, que constituyen el caparazón. El lema es más grande que la palea. A lados del lema se alinean en los lados de la pálea, de tal manera que el conjunto se cierra herméticamente. La corteza es porosa, ligera y rica en sílice, 15-18% (VIEIRA & CARVALHO, 1999).

2.7 Mejoramiento genético vegetal

El mejoramiento genético vegetal nació cuando el hombre primitivo se dio cuenta que el entorno natural le ofrecía múltiples y variadas formas vegetales que podrían complementar su cotidiana dieta de carne; con ello se preocupó por elegir y multiplicar las formas alimenticias más productivas. El hombre observó que la mejor semilla producía mejores plantas y una mayor producción, iniciándose el proceso de selección y a la vez el mejoramiento genético (Morejón,

1998).

2.8 Mejoramiento genético del arroz

CUEVAS PÉREZ (1992), estudiaron las variedades de arroz liberadas en América Latina y el Caribe durante el período 1971-1989 y concluyeron que ellas poseen en su genealogía 14 cultivares en común, probablemente provenientes de 7 países y poseen cerca de 69% de similitud en su constitución genética. Esto puede traer como consecuencia la vulnerabilidad genética del germoplasma a los estreses bióticos y abióticos, además de la dificultad para superar el techo de productividad, actualmente existente en las variedades comerciales.

2.9 Sistema de producción Clearfield

American Cyanamid en la década de los 80, lanzó una nueva familia de herbicidas al mercado: las imidazolinonas. En los años 90 surgió un proyecto innovador en el que se conjugarían semillas tolerantes a los mismos herbicidas. La BASF AG compró American Cyanamid en el año 2000, obteniendo también la tecnología Clearfield.

En el 2004 fue lanzada la tecnología Clearfield al mercado español dirigido al cultivo de girasol ofreciendo una nueva solución para el control de *Orobanche* sp. (Jopo). En la actualidad la BASF sigue con las líneas de nuevo desarrollo enfocados en el cultivo de arroz, para el 2006 fue lanzado por primera vez en el mercado italiano y también en el mercado español (Tomás Alvear, 2007).

De acuerdo con Shamir y Connor (1991), citado por Ortiz *et al.*, (2017) los herbicidas imazapir e imazetapir no son selectivos al cultivo de arroz a menos que el cultivar sea tecnología Clearfield, son herbicidas de una amplia gama para el control de la mayoría de malezas de hojas anchas y gramíneas anuales y perennes, puede ser utilizado en preemergencia o post-emergencia y tiene una residualidad en el suelo.

2.10 Arroz Clearfield

La familia de las imidazolinonas controla un vasto espectro de malezas incluyendo hojas anchas, cyperacea, poaceae. Las plantas los absorben por sus órganos radiculares y hojas y utilizan el floema y xilema como medio de transporte para luego ser acumulado en los puntos de crecimiento. El control es dado por la inhibición de la enzima acetolactato sintasa (ALS) y también en la síntesis de aminoácidos de cadena ramificada (valina, eleucina e isoleucina).

El efecto provocado por la imidazolinonas es fitotóxico, causado por la deficiencia de estos aminoácidos reaccionando como una disminución de la síntesis de proteínas y ADN, así la translocación de fotosíntesis y la división celular hacia los puntos de crecimientos. Estos procesos realizan cambios en las plantas con una reducción en el crecimiento y alargamiento de las hojas y clorosis entre las venas de las hojas (Kraemer *et al.*, 2009).

2.11 Herbicida imazetapyr.

De acuerdo con la tesis del compañero (Santelices Villalta, 2019) “se obtuvieron una diferencia entre las progenies y parentales donde todas las progenies, incluyendo el parental resistente Br-101-UTB, obtuvieron un rango alto de entre 90 a 124 plantas vivas, a diferencia de los parentales, donde se observó un rango menor de 3 a 34 plantas. Para el caso del Puyón fue de 12 plantas vivas. En el caso del número de plantas muertas, las líneas que mostraron un mayor número fueron los parentales, con un rango de 67 a 105 plantas, para el caso del Puyón se obtuvo de un número 39 plantas”.

Con lo que respecta con los datos obtenidos de la tesis de (Panches, 2019) “muestra una diferencia muy marcada en el número de plantas vivas. Nueve de las 11 progenies, lograron valores altos de sobrevivencia, mientras que los parentales fueron muy afectados, excepto el Br-101-UTB, que es el cultivar que posee el gen de resistencia al herbicida imazetapyr”.

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y características del sitio experimental

El presente trabajo experimental se realizó en los campos de la Granja Experimental “San Pablo” de propiedad de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el km 7,5 vía Babahoyo – Montalvo. En la Figura 1, se muestra la ubicación satelital donde se realizó el experimento. Este sector se encuentra a una altitud de 8 msnm, teniendo las siguientes 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. (INAMHI, 2017)^{1/}.



Figura 1. Vista satelital donde se ubicó el ensayo experimental (se indica el lote del ensayo con un rectángulo amarillo señalado por una flecha azul).

3.2 Factores estudiados

1. Variables Independientes: se estudió la capacidad productiva que poseían los individuos pertenecientes a una progenie F2 de arroz que contienen los genes CLEARFIELD.

2. Variables Dependientes: se estudió la variabilidad de las características agronómicas y productivas de los individuos pertenecientes a una progenie F2 de arroz tipo indica que contienen los genes CLEARFIELD.

^{1/}Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). 2018. Estación de Agrometeorología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo.

3.3 Materiales genéticos de arroz

El material genético que se utilizó para la siembra, fueron 9 progenies que, en la etapa previa de este estudio, se establecieron en la etapa de semillero, resultado de los cruces de un cultivar que posee el gen de resistencia al herbicida Imazetapyr, utilizado como parental masculino, cruzado con 13 cultivares femeninos, donde las 9 progenies pasaron un screening de resistencia al herbicida mencionado. Se utilizaron igualmente los 13 parentales como testigos con las que se procedió a la realización de las comparaciones de caracteres agronómicos y productivos.

3.4 Tratamientos en estudio

Tabla 1. Tratamientos del ensayo de arroz F2 resultado del estudio de las progenies resistentes al herbicida imazetapyr.

Tratamientos	Códigos de Cruzamientos y Parentales	Progenie/Parental
1	CA-102-UTB/BA-101-UTB	Progenie
2	FE-103-UTB/BR-101-UTB	Progenie
3	FI-105-UTB/BR-101-UTB	Progenie
4	FI-106-UTB/BR-101-UTB	Progenie
5	FI-107-UTB/BR-101-UTB	Progenie
6	FL-109-UTB/BR-101-UTB	Progenie
7	G-111-UTB/BR-101-UTB	Progenie
8	G-113-UTB/BR-101-UTB	Progenie
9	SH-108-UTB/BR-101-UTB	Progenie
10	BR-101-UTB	Parental
11	CA-102-UTB	Parental
12	FE-103-UTB	Parental
13	FI-105-UTB	Parental
14	FI-106-UTB	Parental
15	FI-107-UTB	Parental
16	FL-109-UTB	Parental
17	G-111-UTB	Parental
18	G-113-UTB	Parental
19	SH-108-UTB	Parental

3.5 Diseño experimental y análisis estadísticos

Como diseño experimental se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA). Se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey al 0.05% para detectar las diferencias entre los tratamientos. También se realizaron gráficos de dispersión para seleccionar los individuos sobresalientes y los gráficos de barras para observar las diferencias entre las progenies y parentales.

3.6 Materiales y equipos

Equipos utilizados: Determinador de humedad marca John Deere SW5300, bomba de aspersión de 20 L, calibrador, balanza gramera, cajas de Petri.

Materiales utilizados: Estaquillas, piola, fundas de papel, lápiz, cinta métrica milimétrica, etiquetas, marcadores y pesticidas tales como: pendimenthalin y butaclor para el control de malezas, vitavax para el tratamiento de la semilla, Kresoxim metil (juwel) para el control efectivo de enfermedades, Lambdacihalotrina (engeo) + imidacloprid.

3.7 Manejo del ensayo

Para el normal desarrollo del cultivo se realizaron las labores agronómicas como se mencionan a continuación.

3.7.1 Preparación del terreno

Para la preparación del terreno, se realizó un pase de rastra y después se llenó la piscina con agua. El suelo se fangueó con un motocultor hasta obtener la uniformidad de este (Figura 2).



Figura 2. Preparación del terreno y posterior proceso de fangueo con un motocultor (maquinaria agrícola).

3.7.2 Siembra

La siembra se la realizó por trasplante a los 20 días de edad del semillero. Estas plantas que fueron estudiadas anteriormente para la identificación de los individuos F2 que poseen los genes de resistencia al herbicida imazetapir (Figura 3).

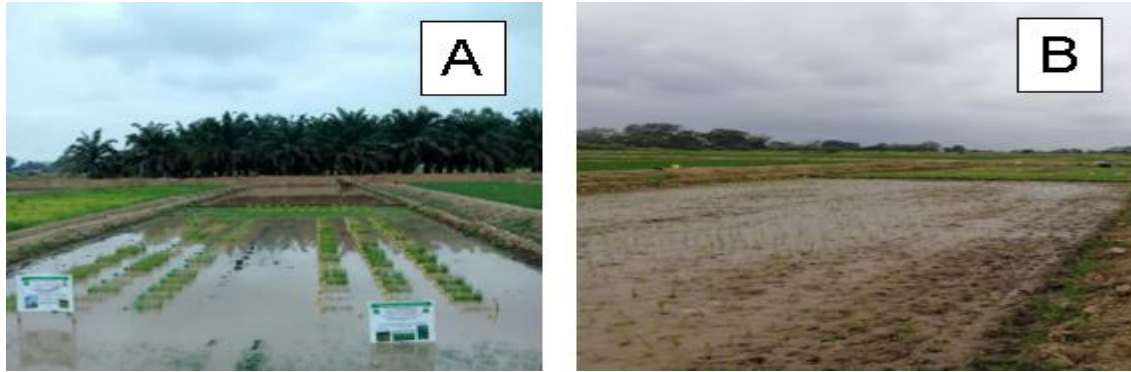


Figura 3. Tratamientos anteriores que fueron estudiados para evaluar el gen resistencia a la aplicación del herbicida imazetapir, figura (A). Trasplante del material resistente al nuevo bloque de investigación, figura (B).

3.7.3 Riego

La labor del riego se la realizó según los requerimientos hídricos que tuvo el cultivo, manteniendo una película (lámina) de agua de unos 10 a 15 cm. Se utilizó el método conocido como inundación y se aplicó cada 5 días aproximadamente (Figura 4).

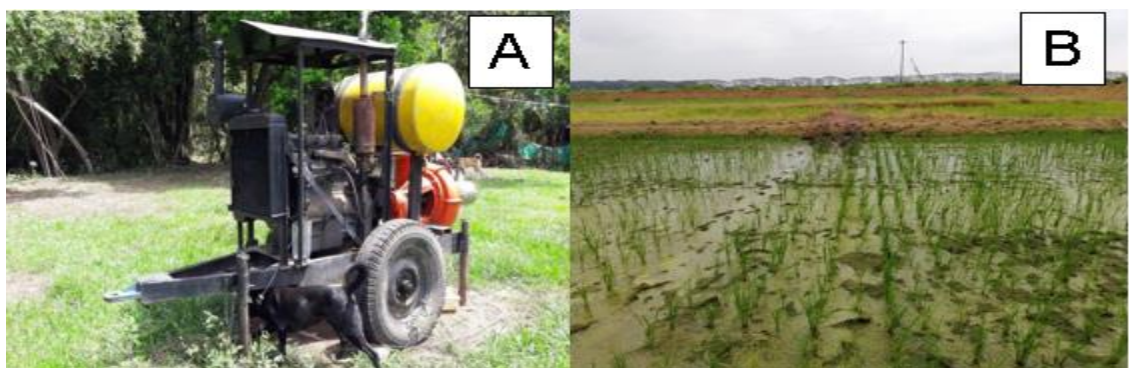


Figura 4. Motobomba de riego, figura (A). Aplicación del riego en el cultivo, figura (B).

3.7.4 Fertilización

La fertilización edáfica que se realizó fue de acuerdo a los requerimientos nutricionales del cultivo aplicado al área experimental de la investigación, se aplicaron tres tipos de fertilizantes edáficos. La primera fertilización que se aplicó fue 4 kg de DAP, 2 kg de muriato de potasio, en la segunda fertilización edáfica se aplicó 10 kg de abono completo y en la tercera fertilización se aplicó 10 kg de UREA. Estas dosis se calcularon de acuerdo al área del experimento (Figura 5).

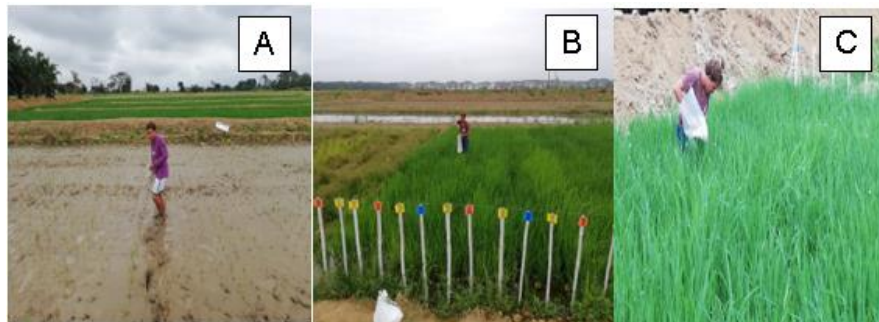


Figura 5. Primera fertilización de 4 kg de DAP + 2kg de muriato de potasio, figura (A). Segunda fertilización de 10 kg de abono completo, figura (B). Tercera fertilización de 10 kg de Urea, figura(C).

3.7.5 Control de malezas

El control de malezas se realizó con una aplicación pre emergente a los 3 días después del trasplante, se aplicó 300mL de Pendimentalin + 300mL de Butaclor. Luego de la aplicación, se realizaron controles manuales dependiendo de la severidad de la germinación de las malezas (Figura 6).



Figura 6. Preparación y dosificación del producto que posteriormente se aplicó con la bomba de aspersión, figura (A) y (B). Aplicación del herbicida pre emergente en la parcela de ensayo experimental, figura (C). Control manual de la maleza en la parcela experimental, figura (D).

3.7.6. Control fitosanitario

En lo que respecta al control fitosanitario, se realizaron monitoreos para detectar la presencia de insectos plagas y enfermedades.

Se aplicaron dos funguicidas, 70 cc Kresoxim metil (Juwel) + 30cc Himidaclopirid. Para realizar el control de insectos plaga se aplicó Lambdacihalotrina (engeo) 20 cc por bomba (Figura 7).

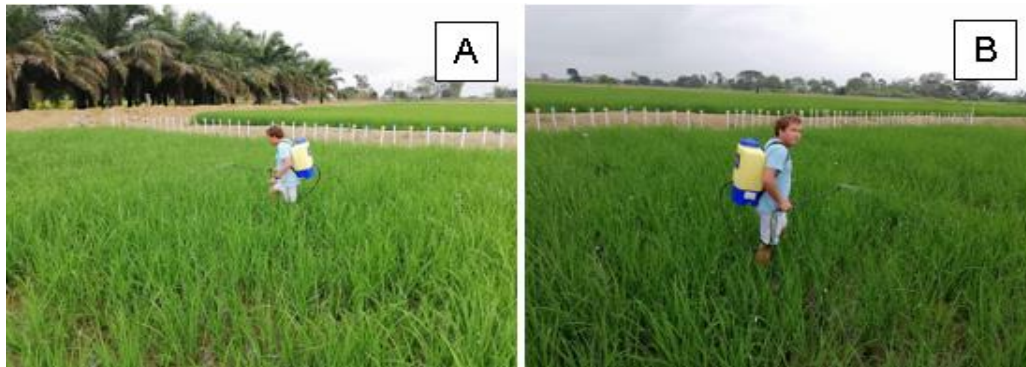


Figura 7. Aplicación de funguicida para el control de enfermedades, 70 cc de juwel + 300 Himidaclopirid, figura (A). Aplicación de insecticida para el control de insectos plaga, 20 cc de engeo, figura (B).

3.7.7 Cosecha

La cosecha se la realizó cuando las plantas estaban en la fase de madurez fisiológica y se cosecharon los segregantes de cada uno de los cruces por separado. Luego se colocaron las panículas cosechadas en fundas de papel, después se procedió a la realización del etiquetado con el nombre respectivo del cruce, el número que represente la planta F2 y su respectiva fecha de cosecha (Figura 8).

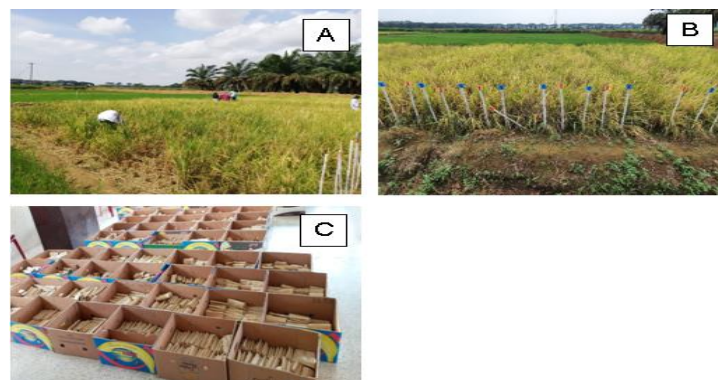


Figura 8. Realización de la cosecha de cada línea del área experimental del cultivo de arroz, figura (A) y (B). Almacenamiento de los tratamientos del ensayo experimental en cajas de cartón que previamente estuvieron expuestas al sol para un óptimo secado de la semilla, figura (C).

3.8 Variables evaluadas

3.8.1 Vigor

Esta variable se evaluó en campo a los 50 días después del trasplante y se utilizó la escala del sistema de evaluación estándar desarrollado por el CIAT, como se menciona a continuación en la Tabla 2 y Figura 9.

Tabla 2. Categorías de escala para el sistema de evaluación estándar para el cultivo de arroz creado por el 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

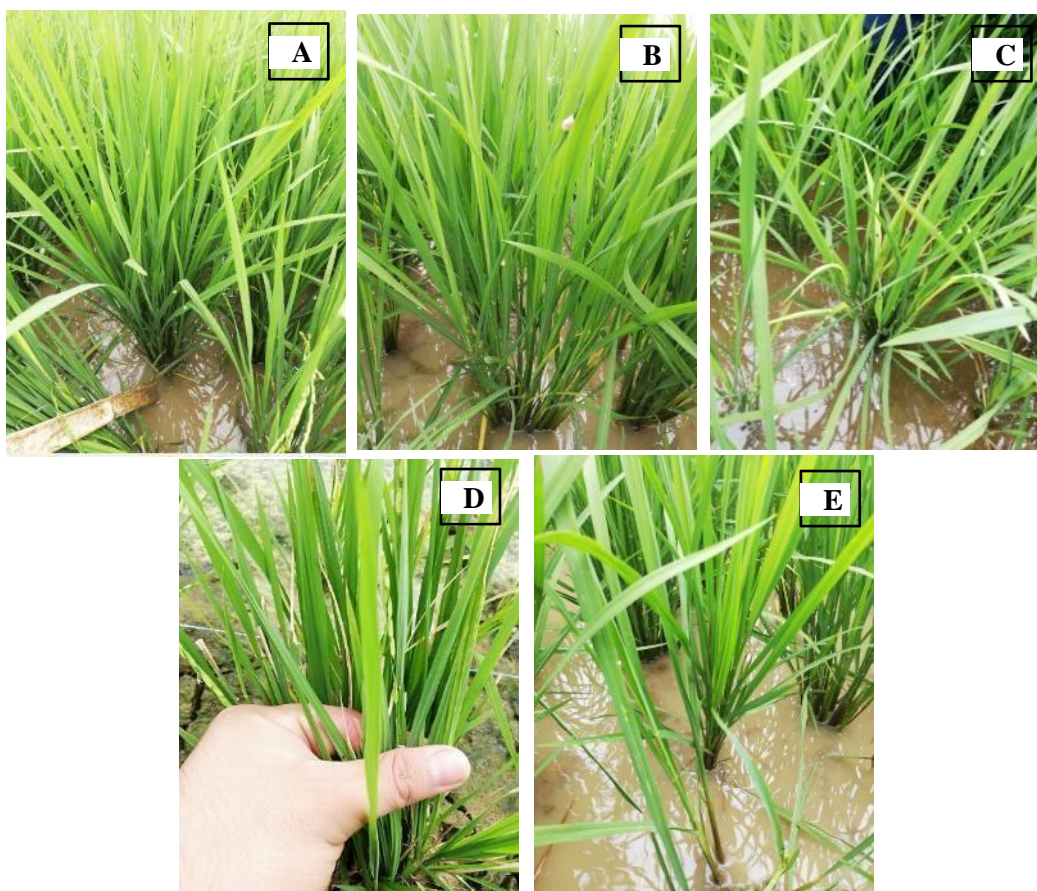


Figura 9. Plantas muy vigorosas 1, figura (A). Plantas vigorosas 3 figura (B). Plantas intermedias o normales 5, figura (C). Plantas menos vigorosas que lo normal 7, figura (D). Plantas muy débiles o pequeñas 9, figura (E).

3.8.2 Floración

El registro de la floración se realizó cuando las plantas presentaron un 60 % de panículas emergidas (Figura 10).



Figura 10. Toma de datos de la floración en el ensayo experimental cuando las plantas presentaban el 60% de panículas desarrolladas, figura (A) y (B).

3.8.3 Ciclo vegetativo (días)

Se registraron los días que transcurrieron desde que se inició el trasplante hasta que se obtuvo la madurez fisiológica al momento de la cosecha.

3.8.4 Altura de planta (cm)

La altura de la planta de arroz se la evaluó en centímetros, cuando se inició la fase de maduración, y se midió desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panícula más sobresaliente.

3.8.5 Panículas por planta

Se contabilizó el número de panículas por planta que llegaron a madurez fisiológica, al momento de la cosecha.

3.8.6 Longitud de panícula (cm)

Se evaluó al azar tres panículas por planta cuando estas llegaron a la fase de maduración, y se procedió a medir en centímetros la planta desde el nudo ciliar hasta el ápice de la panícula, descartando la arista del último grano.

3.8.7 Granos por panícula

Se evaluaron tres panículas al azar de cada planta que estaba en la fase de maduración, y se procedió a contabilizar el total de todos los granos para poder obtener el promedio final de granos por panícula.

3.8.8 Granos vanos por panícula

Se evaluaron tres panículas al azar por cada planta que se encontraban en la fase de maduración, se procedió a contabilizar el total de todos los granos vanos para poder obtener el resultado deseado y sacar el promedio final por panícula

3.8.9 Esterilidad (%)

Se evaluaron tres panículas al azar de cada planta que se encontraron en la fase de maduración, se procedió al conteo de todos los granos fértiles (llenos) y estériles (vanos). Con estos valores, se calculó el porcentaje de esterilidad de la misma.

3.8.10 Peso de 1000 granos (g)

Se contabilizaron 1000 granos por planta, se consideraron únicamente los granos que estaban sanos y no afectados por enfermedades o insectos, se procedió al pesado de granos cuyo valor fue expresando en gramos, se utilizó una balanza gramera para obtener los valores requeridos (Figura 11).



Figura 11. Conteo de los 1000 granos de arroz, figura (A) y peso total de los granos de arroz contados en una balanza gramera, figura (B).

3.8.11 Rendimiento (g/planta)

Los granos que se obtuvieron de cada planta se cosecharon y se realizaron el secado al 14% de humedad; luego se realizó el pesado de los mismos para obtener el valor expresado en gramos por planta.

3.8.12 Longitud de grano (mm)

Se tomaron al azar por planta tres granos, se descascararon y se midieron en milímetros la longitud de cada grano, los datos obtenidos se sumaron y promediaron; el resultado que se obtuvo del promedio sirvió para clasificar el tipo de grano de cada planta, utilizando la escala del sistema de evaluación estándar para arroz del CIAT (Tabla 3).

Tabla 3. Sistema de evaluación para arroz creado por el CIAT.

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

3.8.13 Ancho de grano (mm)

Se tomaron al azar tres granos de cada planta, se procedió a descascarar y posteriormente se midió en milímetros el ancho en la parte central de cada grano de arroz. Los valores que se obtuvieron se sumaron y promediaron por planta (Figura 12).

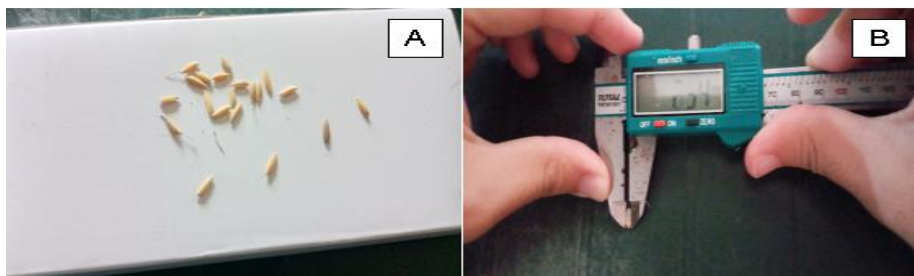


Figura 12. Medición del ancho de tres granos de arroz descascarados al azar con un calibrador, figura (A) y (B).

3.8.14 Forma del grano

Se descascararon tres granos para determinar la relación largo/ancho, el valor que se obtuvo se utilizó para clasificar la forma del grano, usando la escala del sistema de evaluación estándar para el cultivo de arroz del CIAT (Tabla 4).

Tabla 4. Escala del sistema de evaluación estándar para el cultivo de arroz del CIAT.

Categoría	Longitud: Ancho	Escala
Delgado	> 3,0	1
Medio	2,1 – 3,0	3
Ovalado	1,1 – 2,0	5
Redondo	< 1,0	9

3.8.15 Selección de Individuos Sobresalientes

Se realizaron los dispersogramas con los valores de las cuatro variables más sobresalientes, y se trazó una línea para separar y seleccionar los individuos de mejor comportamiento. Los valores que fueron definidos para cada variable se mencionan a continuación: número de panículas por planta (+ de 35), longitud de panículas (+ de 28 cm), rendimiento (+ de 75 g/planta) y longitud de grano descascarado (+ de 8 mm). Una vez identificados los individuos, se combinaron por los menos en dos características para obtener finalmente los individuos seleccionados.

IV RESULTADOS

4.1 Vigor

En la Figura 13, se presentan los promedios de la variable vigor. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). El mejor vigor lo presentó el parental FI-106 con una media de 4,41, no siendo significativamente diferente al parental FI-109 con una media de 4,64. Las progenies de mayor vigor fueron FI-106/BR101 y CA-102/BR101 con una media de 4,93 y 4,99, respectivamente; no siendo significativamente diferente al progenitor G-111 con una media de 4.95. El menor vigor vegetativo lo presentó el parental CA-102, con una media de 6.75 de vigor.

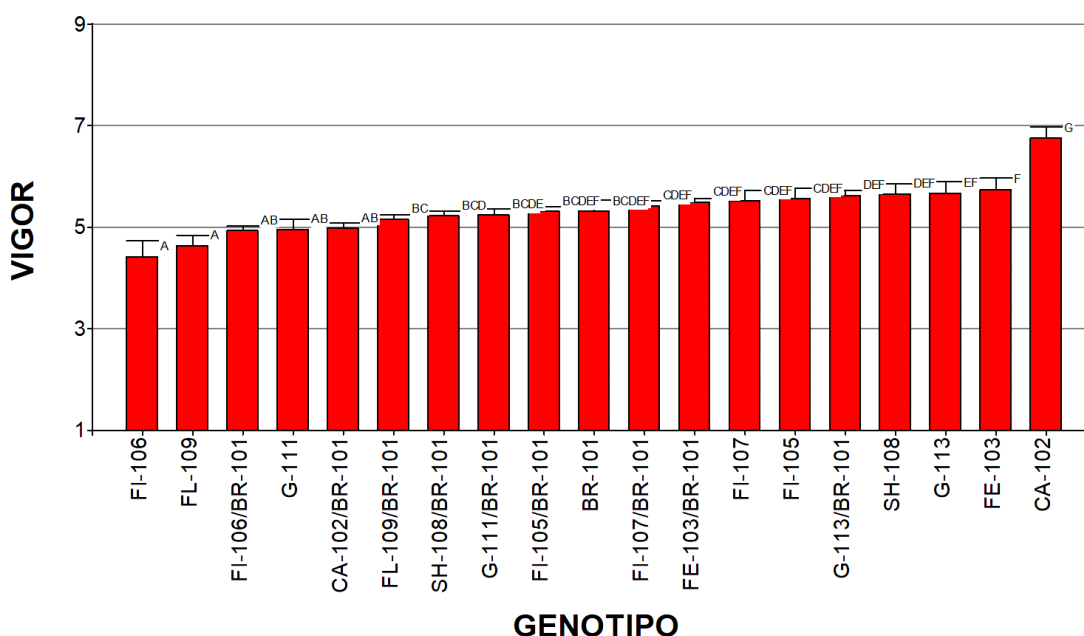


Figura 13. Gráfico de barras de la variable vigor vegetativo de acuerdo con la escala del CIAT en parentales y progenies F2 con el sistema CLEARFIELD. Facultad de Ciencias Agropecuarias-UTB. Ecuador, 2020.

4.2 Floración

En la Figura 14, se muestran las medias que resultaron de la prueba de Tukey. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). En lo que respecta a esta variable, el genotipo que presentó el menor tiempo de floración fue el parental SH-108 con una media de 67,60 días, siendo significativamente diferente al resto de los tratamientos. El análisis estadístico pudo demostrar que el parental FE-103 obtuvo el mayor número de días, con una media de 78,11, no siendo significativamente diferente a la progenie FE103/BR101 con una media de 77.98 y FL109//BR101 con una media de 76.85

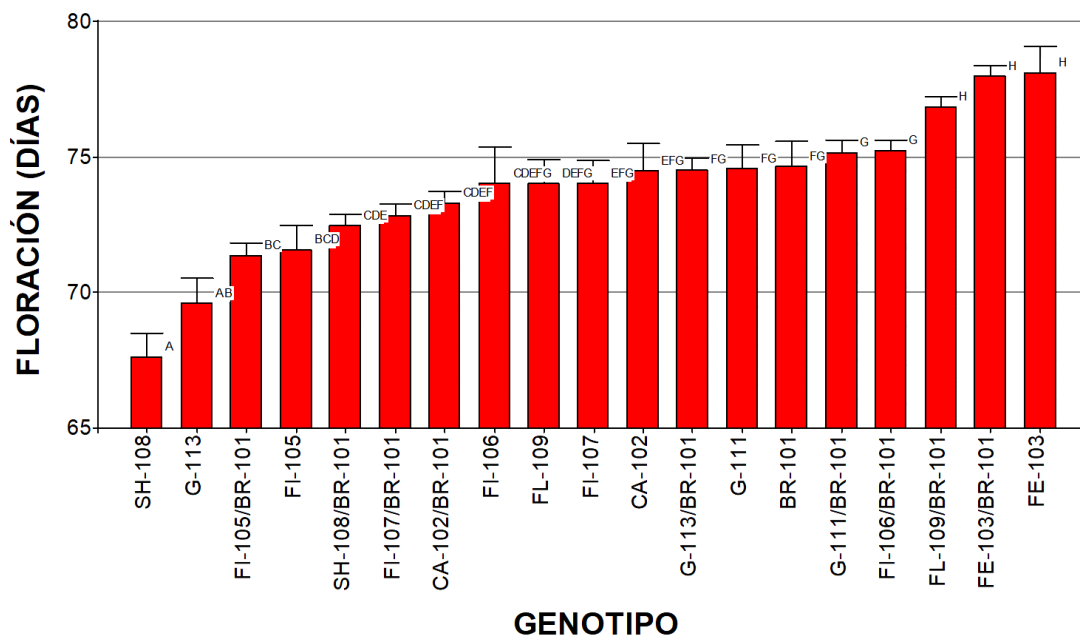


Figura 14. Gráfico de barra de la variable floración (días), de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UTB. Ecuador, 2020.

4.3 Ciclo vegetativo(días)

En la Figura 15, se presentan las medias como resultado de la prueba de Tukey. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). De acuerdo a los datos obtenidos en esta variable, el menor ciclo vegetativo lo obtuvo el parental SH-108 con una media de 97,60 días, siendo significativamente diferente al resto de los tratamientos.

La progenie de menor ciclo vegetativo es FL105/BR101 con una media de 101,38. La progenie de mayor ciclo vegetativo es FE103/BR101 con una media de 107,98 y del parental FE-103 con una media de 108,11.

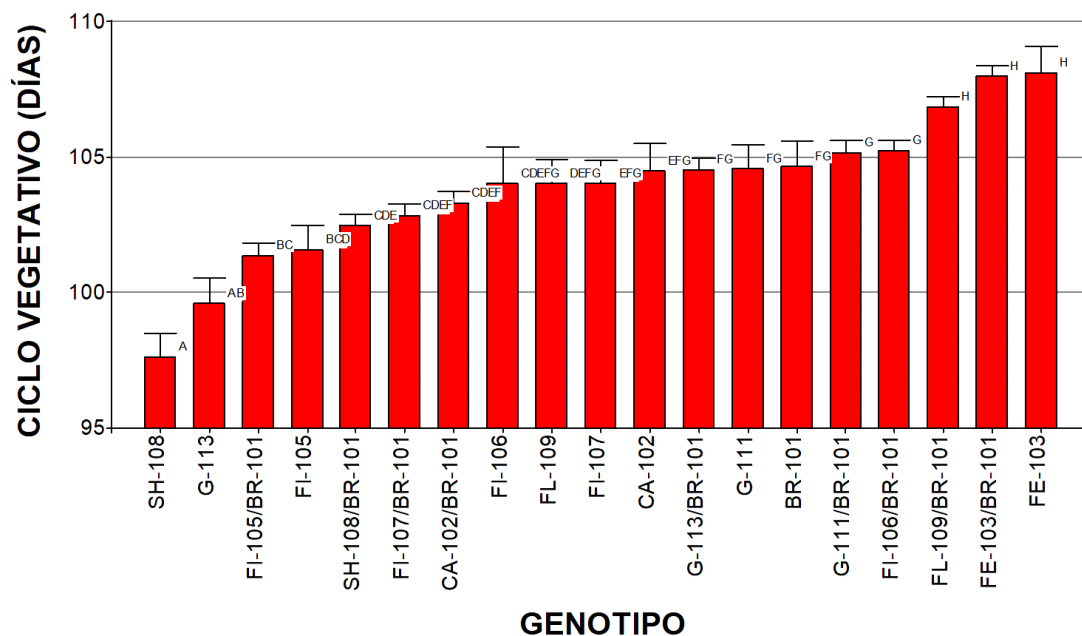


Figura 15. Gráfico de barra de la variable ciclo vegetativo (días), de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UTB. Ecuador, 2020.

4.4 Altura de planta (cm)

En lo que respecta a la Figura 16, se observan las medias como resultado de la prueba de Tukey. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). De acuerdo al análisis estadístico de esta variable, el menor valor se registró en el parental BR-101 con una media de 84,03 cm, por el cual fue significativamente diferente al resto de los tratamientos estudiados. El mayor valor lo obtuvo el parental G-111 con una media de 100,40, respectivamente.

Las progenies de mayor altura de planta fueron FL-109/BR101 y G-111/BR-101 con una media de 98,21 y 95,51, no siendo significativamente diferente del parental FL-109 con una media de 98.79, respectivamente.

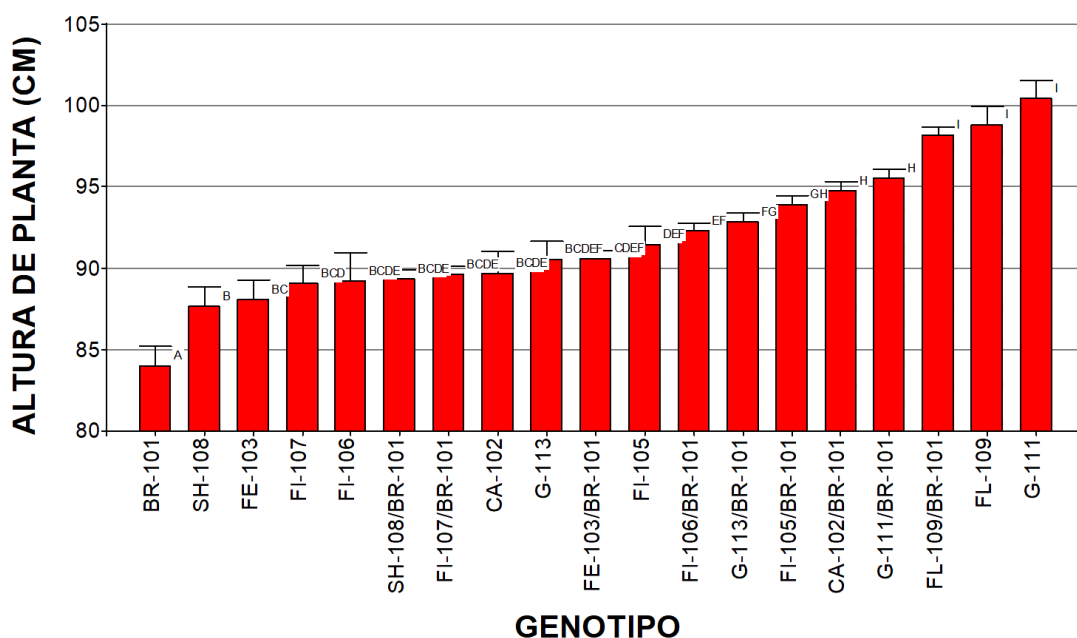


Figura 16. Gráfico de barra de la variable altura de planta (cm), de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UTB. Ecuador, 2020.

4.5 Panículas por planta

Con relación a la Figura 17, se aprecian las medias de la prueba de Tukey. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). De acuerdo con el resultado del análisis estadístico, se determinó que el parental BR-101 obtuvo el mayor número de panícula por planta, con una media de 22,73. El menor número de panículas por planta, lo presentó el parental CA-102 con una media de 8,78.

Las progenies de mayor panícula por planta fueron CA-102/BR101 y FL-109/BR-101 con una media de 20,23 y 19.58, respectivamente.

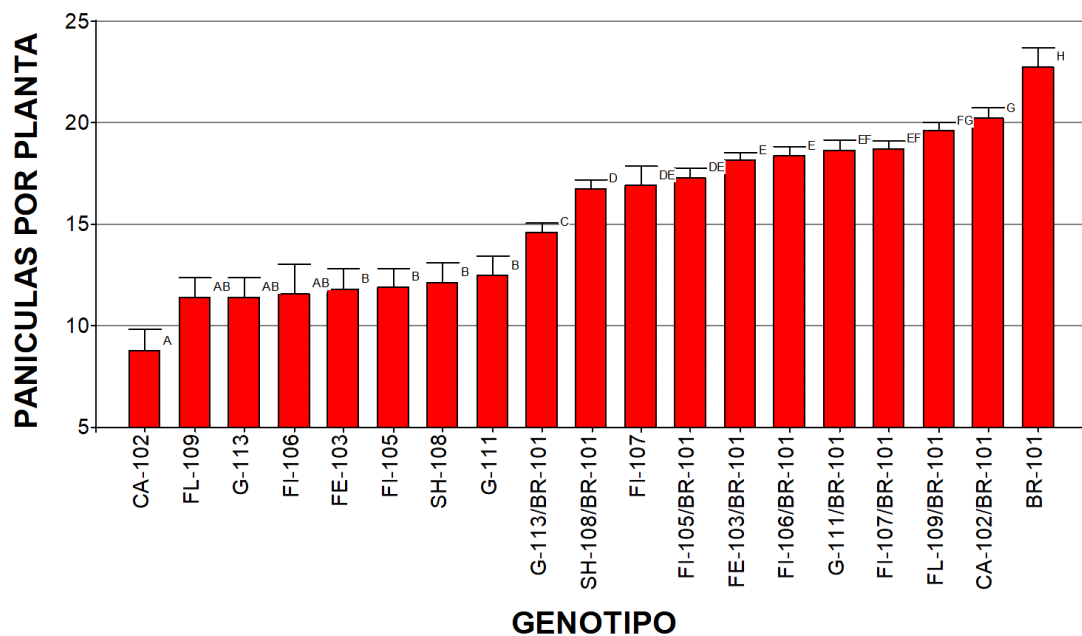


Figura 13. Gráfico de barra de la variable panículas por planta, de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UTB. Ecuador, 2020.

4.6 Longitud de panícula (cm)

En la Figura 18, se puede observar el resultado de las medias de la prueba de Tukey. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). La mayor longitud de panícula, lo presenta el parental FI-106 con una media de 25.39. La menor longitud de panícula lo obtuvo el parental BR-101 con una media de 22,55, respectivamente.

Las progenies de menor longitud de panícula fueron SH-108/BR-101 y G-11/BR-101 con una media de 22.94 y 22.99, respectivamente, no siendo significativamente diferente al progenitor FL-109 con una media de 23,10.

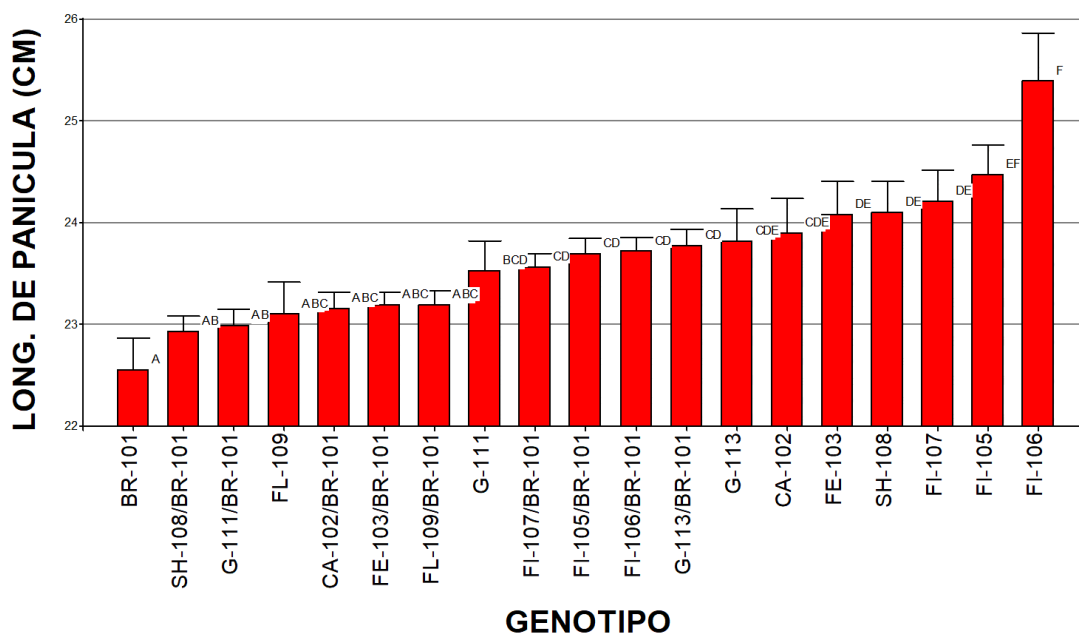


Figura 18. Gráfico de barra de la variable longitud de panícula (cm), de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UTB. Ecuador, 2020.

4.7 Granos por panícula

En la Figura 19, se observa el resultado de las medias de la prueba de Tukey. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Con respecto al resultado del análisis estadístico se pudo verificar que el parental G-113 obtuvo el mayor resultado con una media de 112,47. El parental FI-106 presentó el menor valor con una media de 74,97.

La progenie de menor granos por panícula fue CA-102/BR101 con una media de 73,37. La progenie que obtuvo el mayor grano por panícula fue G-113/BR-101 con una media de 98,47, respectivamente.

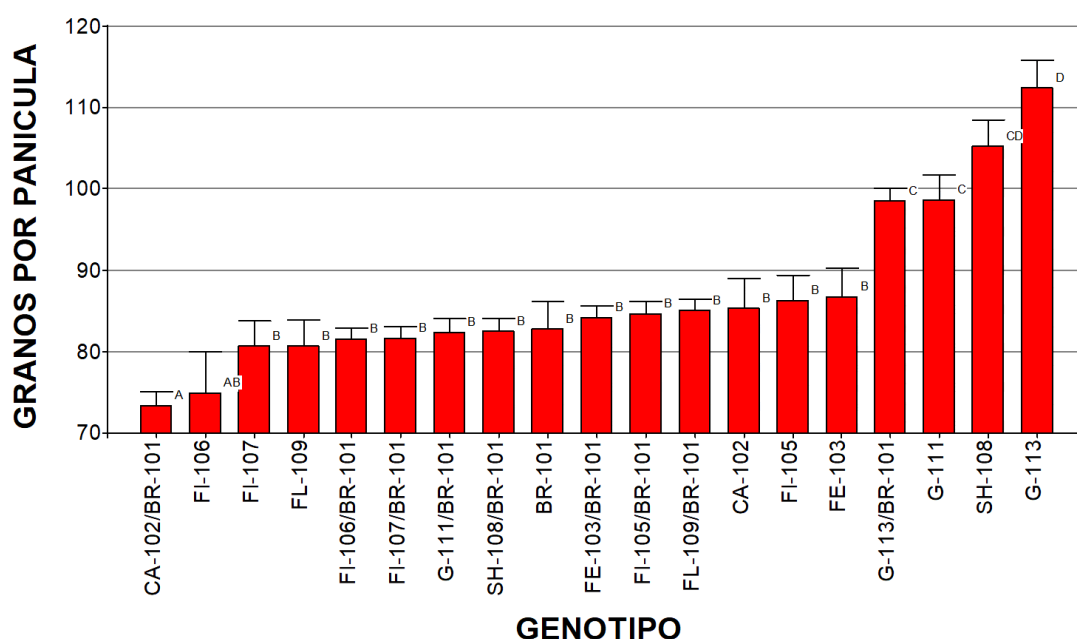


Figura 19. Gráfico de barra de la variable granos por panícula, de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UTB. Ecuador, 2020.

4.8 Granos vanos por panícula

En relación con la Figura 20, se presenta el resultado de las medias de la prueba de Tukey. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Con respecto al resultado del análisis estadístico, se pudo verificar que el parental FE-103 con una media de 15,13 obtuvo un valor mayor de granos vanos por panícula. Con el valor menor se presentó el parental FL-109 con una media de 4,62.

La progenie de menor grano vano por panícula fue FI-105/BR101 con una media de 5.05, siendo significativamente diferente de la progenie G-113/BR-101, que obtuvo el mayor valor con una media de 12.35, respectivamente.

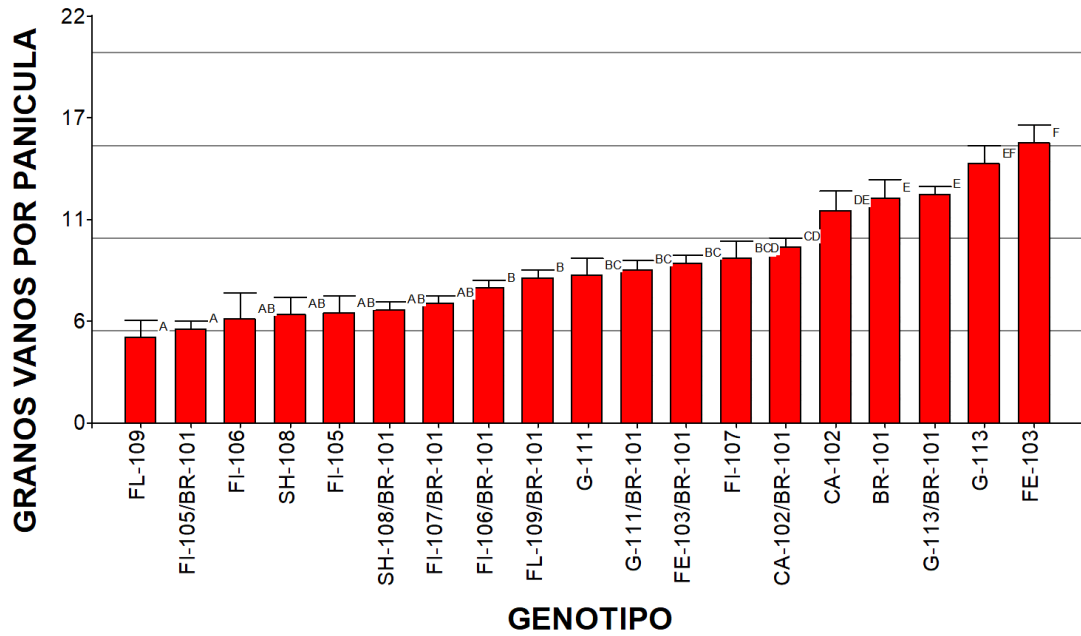


Figura 20. Gráfico de barra de la variable granos vanos por panícula, de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UTB. Ecuador, 2020.

4.9 Esterilidad de panícula (%)

En lo que se refiere a la Figura 21, se observa el resultado de las medias de la prueba de Tukey. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Referente a esta variable, el tratamiento que presentó el menor porcentaje de esterilidad, lo obtuvo el parental FL-109, presentando una media de 5,55%. El mayor porcentaje de esterilidad lo obtuvo el parental FE-103 con una media de 17,43.

Las progenies de mayor porcentaje de esterilidad son CA-102/BR101 Y G-113/BR-101 con una media de 12.89 y 12.35 respectivamente, no siendo significativamente diferente al progenitor G-113 con una media de 12.40.

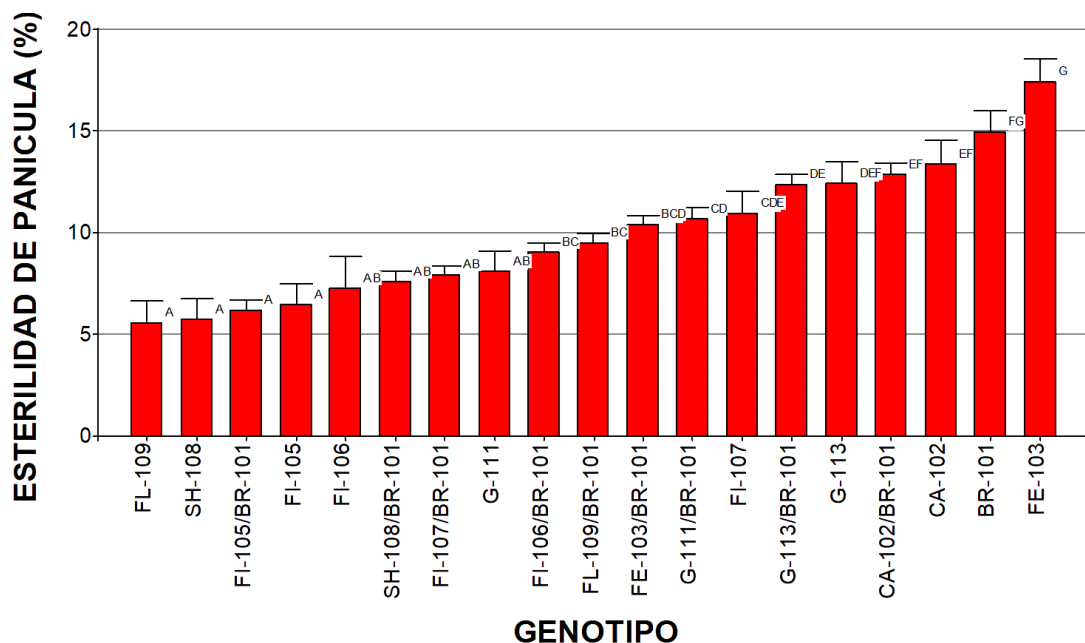


Figura 21. Gráfico de barra de la variable esterilidad de panícula (%), de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UTB. Ecuador, 2020.

4.10 Peso de 1000 granos (g)

Referente a la Figura 22, se aprecia el resultado de las medias de la prueba de Tukey. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). En esta variable los parentales FE-103 y FI-105 presentaron medias de 29,10 y 29,08 gramos, respectivamente; no siendo significativamente diferente del parental G-111 que presentó una media de 27.95 g. El menor rendimiento lo obtuvo el parental BR-101 con media de 24,31 g.

Las progenies de menor peso fueron FE-103/BR101 y FL-109/BR101 con medias de 25,64 y 25,71 no siendo significativamente diferente de la progenie CA-102/BR101 que obtuvo una media de 25.74, respectivamente.

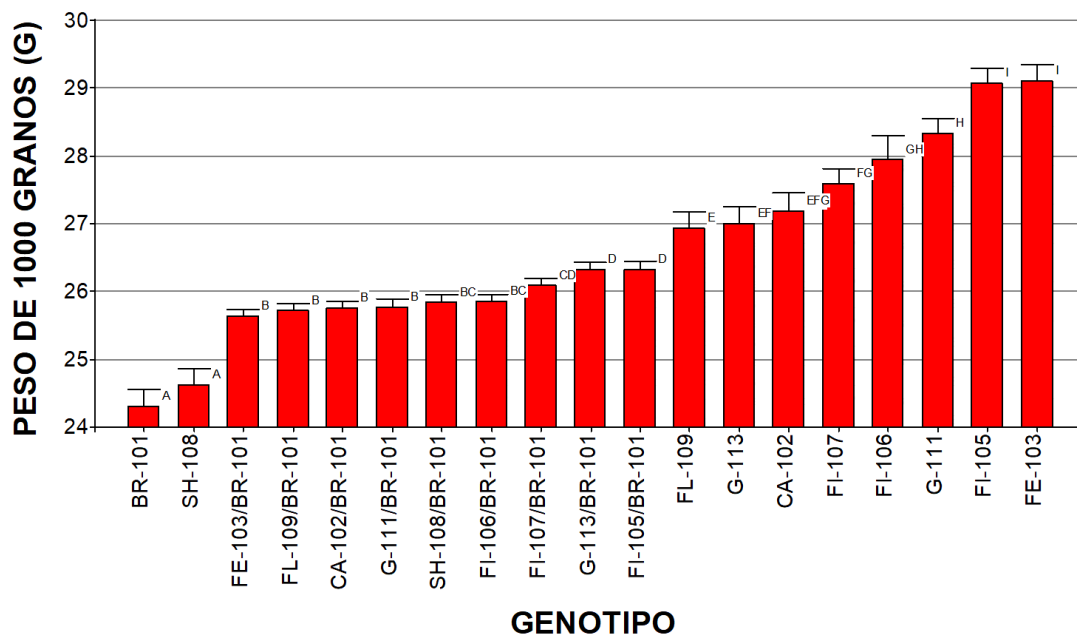


Figura 22. Gráfico de barra de la variable peso de 1000 granos (g), de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UTB. Ecuador, 2020.

4.11 Rendimiento (gramos/planta)

En la Figura 23, se observa el resultado de las medias de la prueba de Tukey. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Referente esta variable, el parental BR-101, con media de 46,0 g/planta, posee el mayor rendimiento, siendo estadísticamente superior al resto de tratamientos. Con el menor rendimiento se presentó el parental CA-102, con una media de 20,31 g/planta.

La progenie de mayor rendimiento fue la FL-109/BR-101 con una media de 42,13, no siendo significativamente diferente de la progenie G-111/BR101 con una media de 39,68

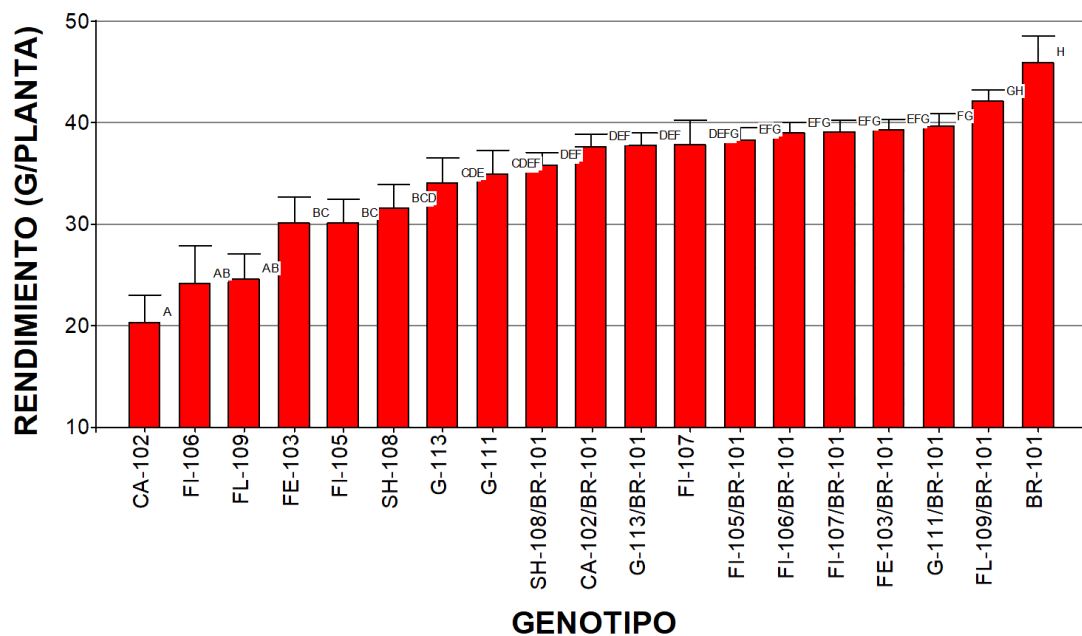


Figura 23. Gráfico de barra de la variable rendimiento (g/planta), de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UTB. Ecuador, 2020.

4.12 Longitud de grano descascarado (mm)

En la Figura 24, se presenta el resultado de las medias de la prueba de Tukey. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). El parental FE-103 con una media de 8,26 mm está considerado como un grano extralargo según el sistema de evaluación CIAT siendo este estadísticamente superior al resto de los tratamientos. La menor longitud de grano la presentaron los siguientes parentales FI-105, G-111 y SH-108 con medias de 6,90, 6,95 y 6,97mm son considerados según la escala como granos largos.

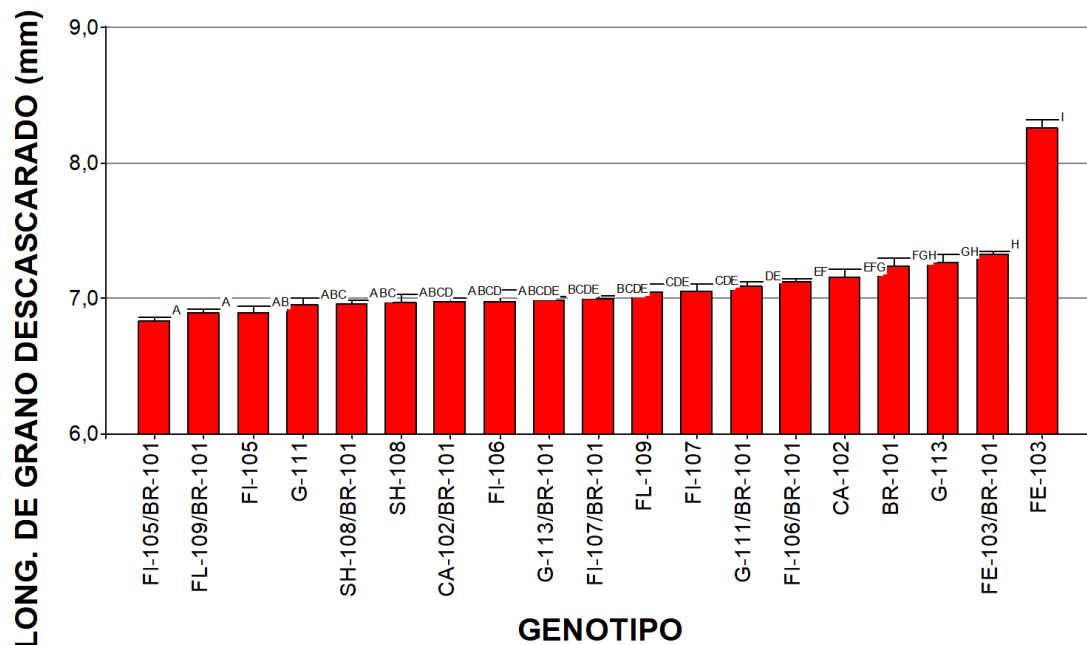


Figura 24. Gráfico de barra de la variable longitud de grano descascarado (mm), de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UTB. Ecuador, 2020.

4.13 Ancho de grano descascarado (mm)

Como se observa en la Figura 25, se aprecia el resultado de las medias de la prueba de Tukey. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). En esta variable se pudo determinar que el parental CA-102, cuya media es de 2,43 mm es considerado como el mayor ancho, siendo estadísticamente superior al resto de los tratamientos. Con respecto a los valores de los parentales cuyo ancho es menor G-113, FL109, SH-108, FI-106, FI-105 y G-111, presentaron medias de 1,92, 1,95, 1,97, 1,99, 1,99 y 2,00 mm, respectivamente.

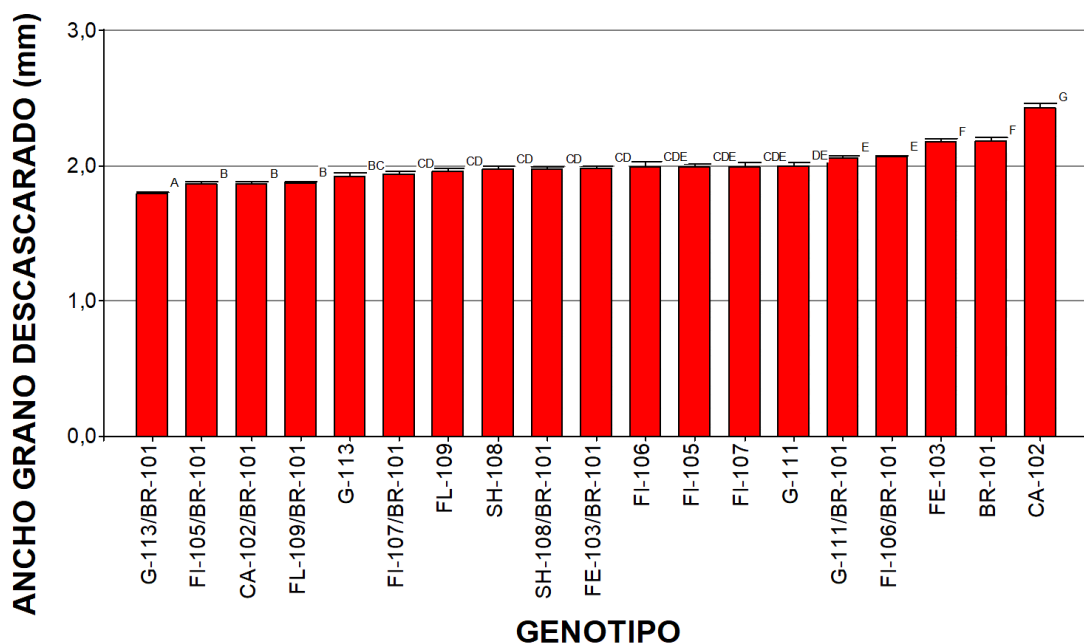


Figura 25. Gráfico de barra de la variable ancho de grano descascarado (mm), de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UTB. Ecuador, 2020.

4.14 Longitud/Ancho.

En la Figura 26, se aprecia el resultado de las medias de la prueba de Tukey. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Los parentales FE-103 y G-113 obtuvieron una relación larga/ancho, con una media de 3.80, clasificándose como granos delgados de acuerdo con la escala del sistema estándar para el cultivo de arroz del CIAT, siendo significativamente diferentes al resto de los tratamientos estudiados. Con respecto al parental CA-102 cuyo valor más alto es de 2.95, se pudo clasificar como un grano medio de acuerdo con la escala estandarizada del CIAT.

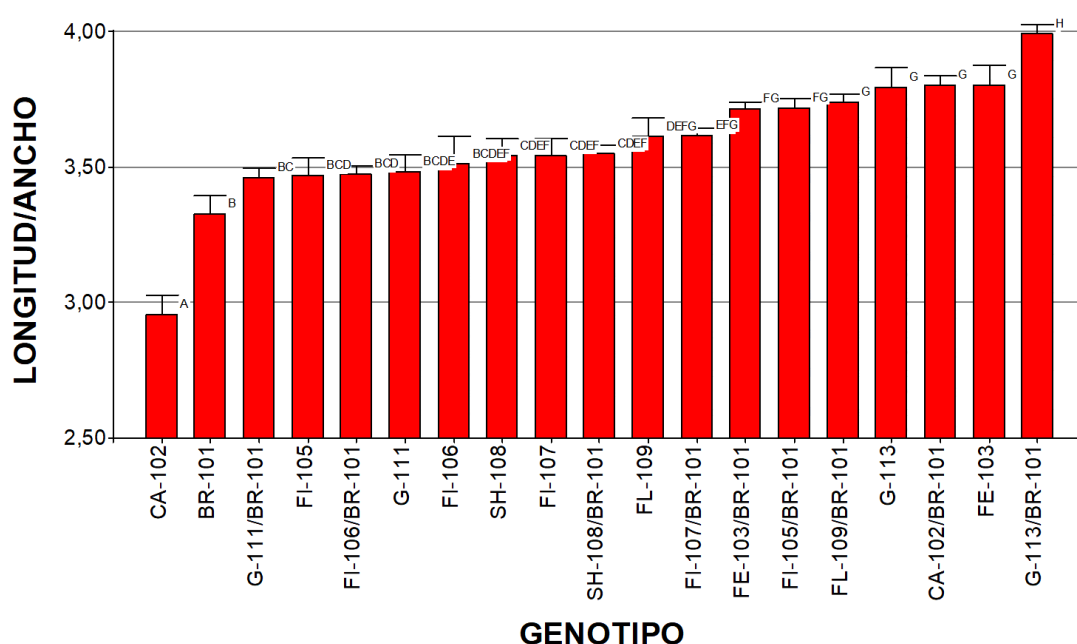


Figura 26. Gráfico de barra de la variable longitud/ancho, de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UTB. Ecuador, 2020.

4.15. Selección de Individuos Sobresalientes

En las Figuras 27, 28, 29 y 30, se observan los individuos sobresalientes y que a la vez fueron seleccionados por presentar valores superiores, como se describe a continuación: En lo que respecta al número de panículas por planta, se encontraron 20 individuos que obtuvieron valores arriba de 35 panículas. Con respecto a la longitud de panículas, se observaron 26 individuos con más de 28 cm de longitud.

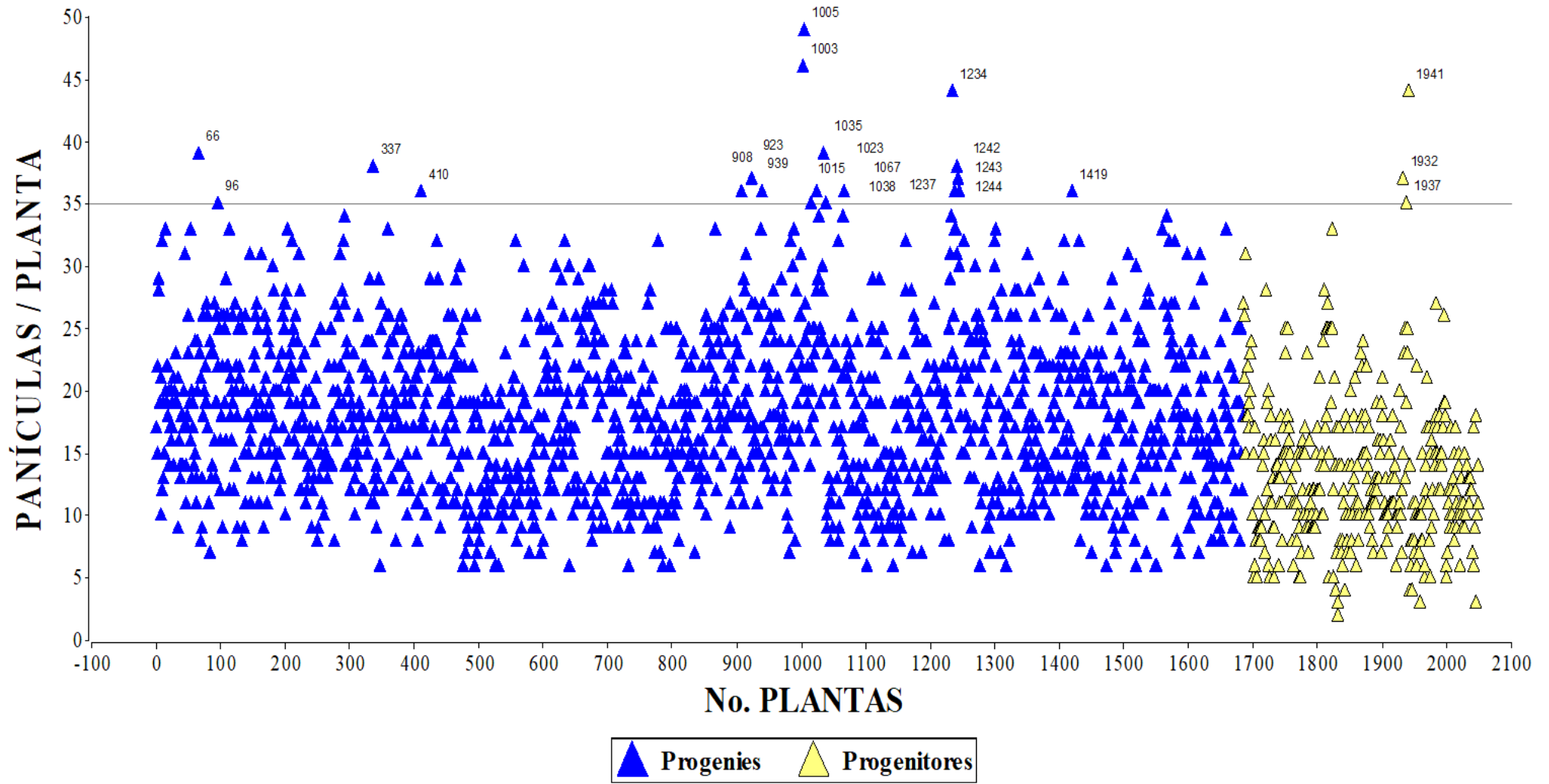


Figura 27. Dispersograma de la variable panículas por planta, de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UTB. Ecuador, 2020.

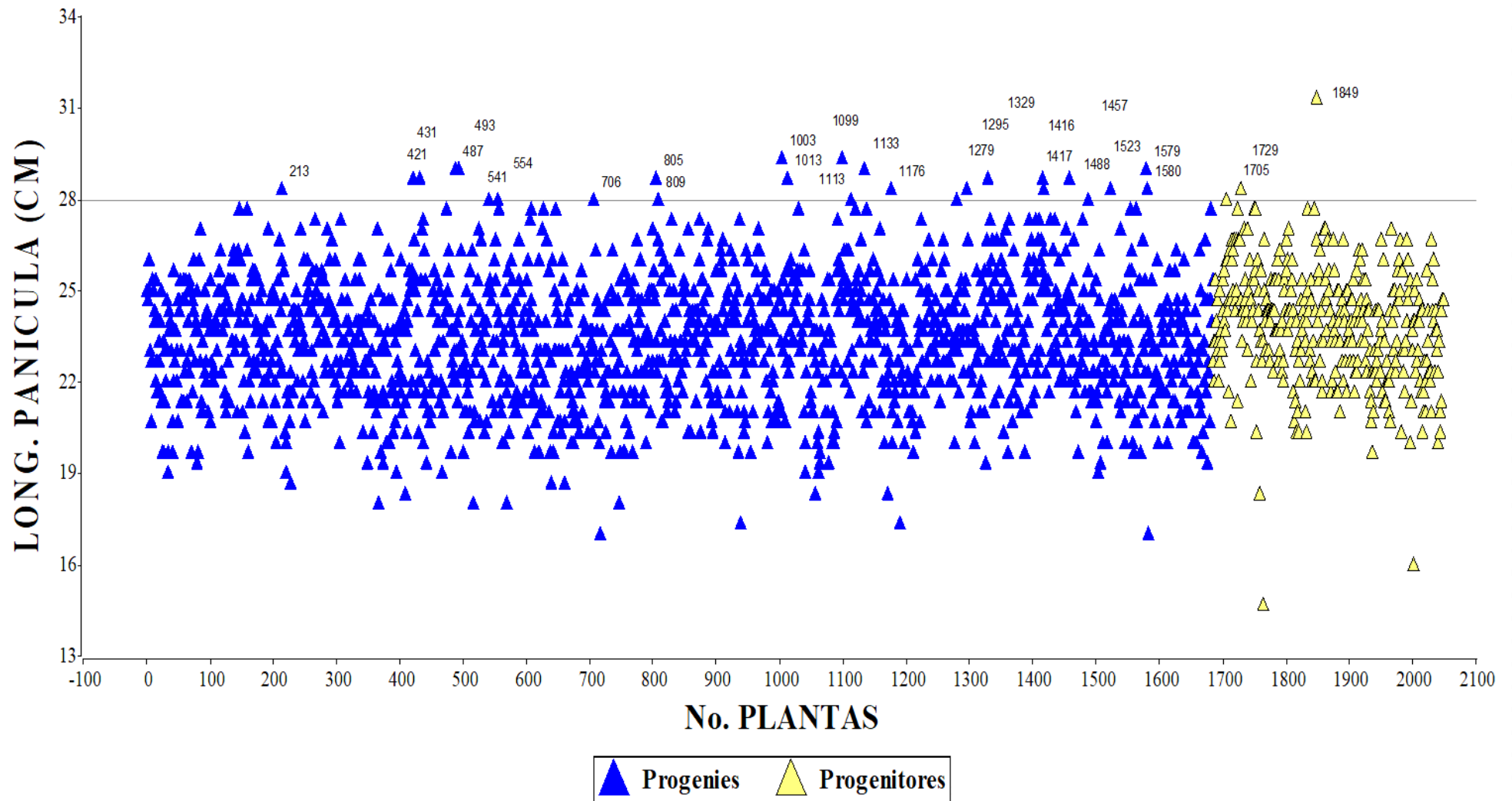


Figura 28. Dispersograma de la variable longitud de panícula (cm), de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UTB. Ecuador, 2020.

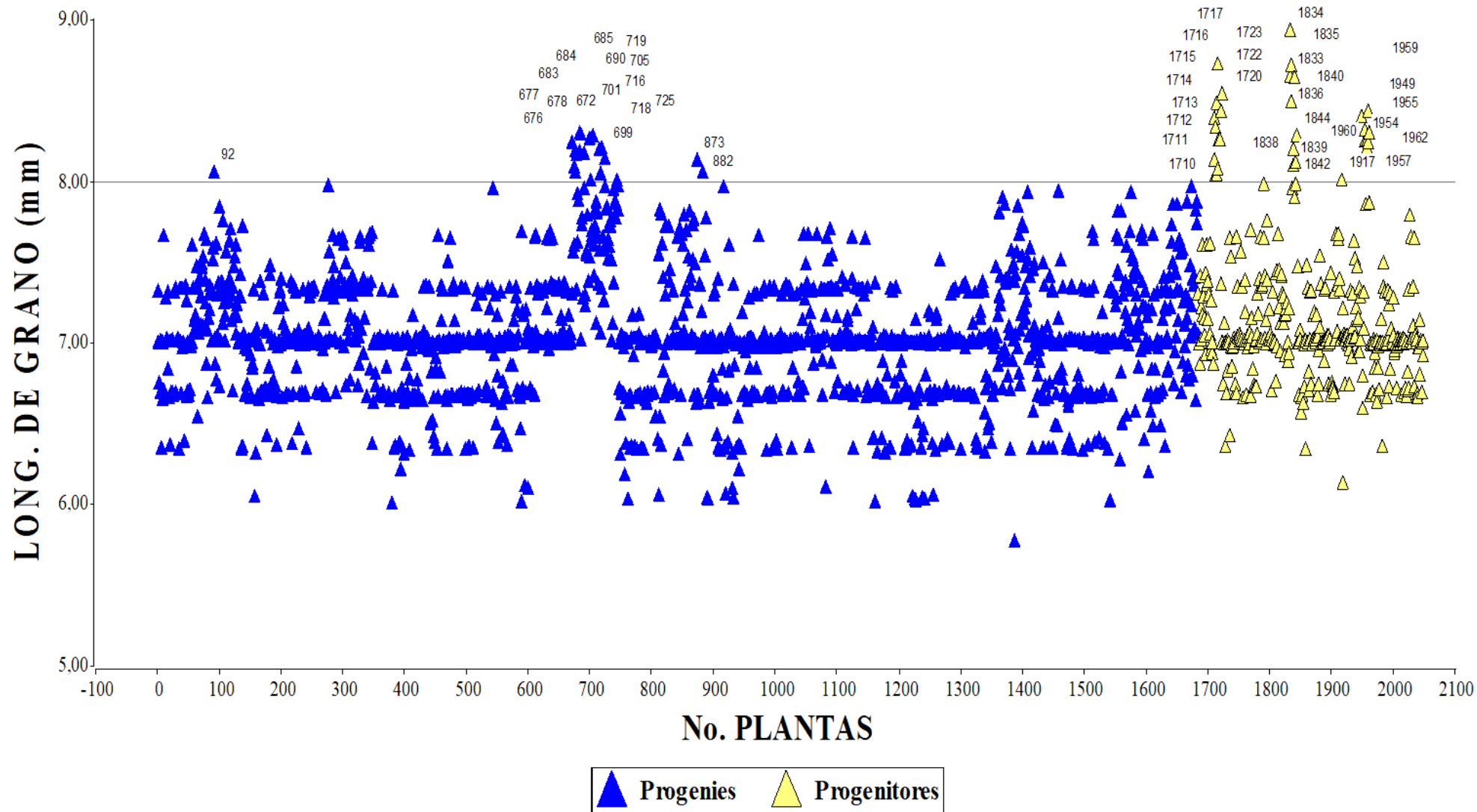


Figura 29. Dispersograma de la variable longitud de grano descascarado (mm), de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UTB. Ecuador, 2020.

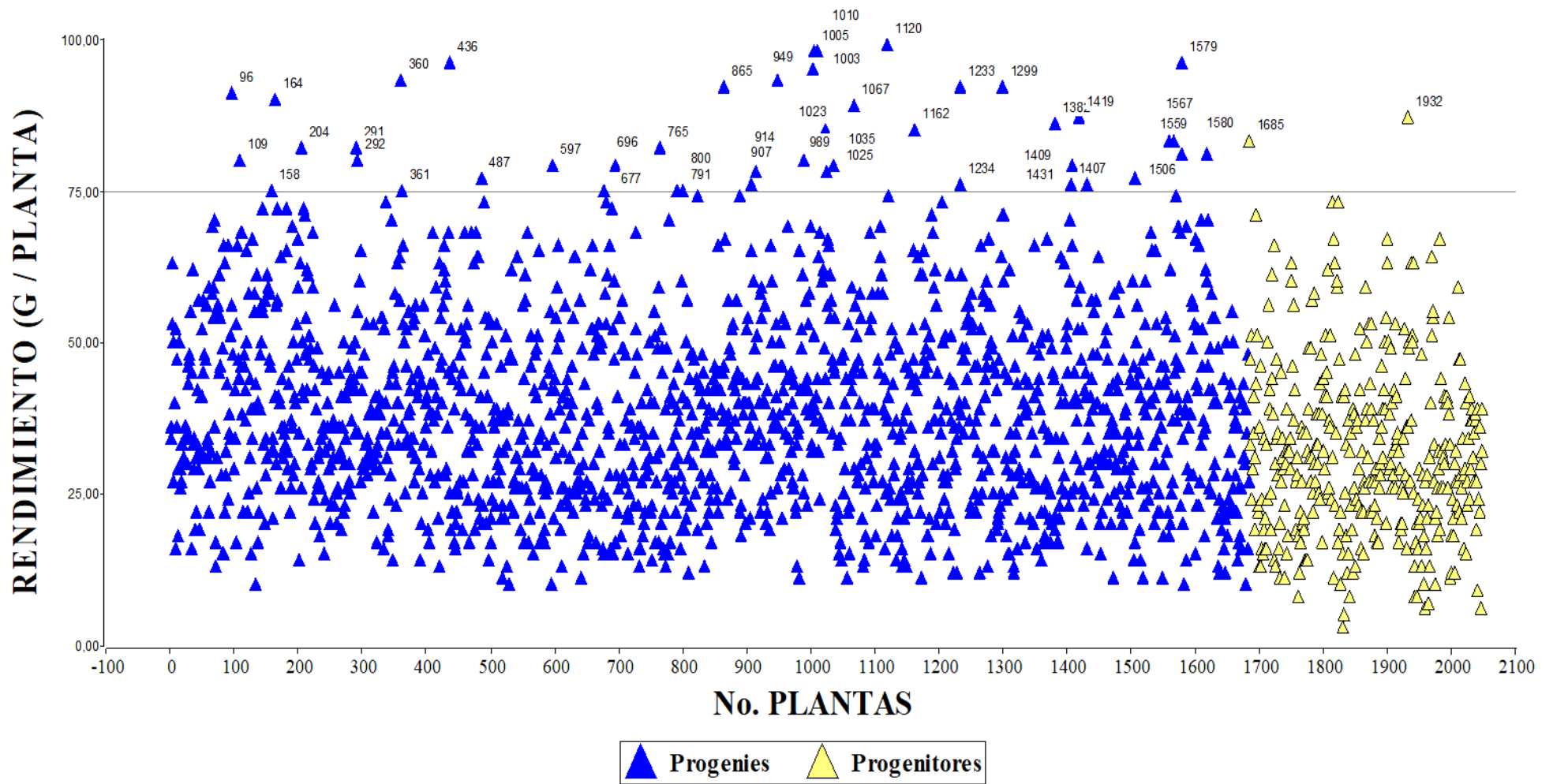


Figura 30. Dispersograma de la variable rendimiento (g/planta), de progenies F2 Clearfield y sus parentales. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UTB. Ecuador, 2020.

En relación con el rendimiento (g/planta), existieron 44 individuos con peso de más de 75 g/planta. Y finalmente, con relación a la variable longitud de grano descascarado, se encontraron 18 individuos que poseían más de 8 mm de longitud, que de acuerdo con la escala del CIAT, se clasifican como grano extralargo.

Con la identificación de los individuos, se combinaron por los menos en dos características para obtener finalmente los individuos seleccionados. En la Tabla 5, se muestran los individuos seleccionados con los valores de cada una de las características.

Tabla 5. Caso, pedigrí, panículas por planta, longitud de panícula (cm), rendimiento (g/planta) y longitud de grano descascarado (mm) de los individuos seleccionados con los valores de cada una de las características.

CASO	PEDIGRÍ	PANÍCULAS POR PLANTA	LONG. DE PANÍCULA (CM)	RENDIMIENTO (G/PLANTA)	LONG. DE GRANO DESCASCARADO (mm)
96	FE-103/BR-101 001 042	35	24	91	7,61
487	G-113/BR-101 001 012	19	29	77	7,01
677	FE-103/BR-101 001 008	27	21	75	8,06
1003	FL-109/BR-101 001 046	46	29	95	7,02
1005	FL-109/BR-101 001 050	49	25	98	7,01
1023	FL-109/BR-101 001 071	36	23	85	7,34
1035	FL-109/BR-101 001 085	39	24	79	7,30
1067	G-111/BR-101 001 046	36	25	89	7,67
1234	CA-102/BR-101 001 026	44	25	76	7,01
1419	FI-106/BR-101 001 073	36	25	87	7,10
1579	G-111/BR-101 001 038	27	29	96	7,40
1580	G-111/BR-101 001 040	22	28	81	7,51

V DISCUSIÓN

Con respecto a los resultados obtenidos en esta investigación, se pudo comprobar que en la variable vigor, el mayor resultado lo obtuvo el parental F1-106 con una media de 4,41; estos resultados difieren con la investigación de Zamora (2019), quien el mayor vigor lo obtuvo el cruce JP001/JP003 P 9 # 15 con una media de 3,79.

De acuerdo con los datos obtenidos en panículas por planta, se determinó que el parental BR-101 obtuvo el mayor valor con un promedio de 22,37, resultados similares fueron presentados por Ordoñez (2019), quien determinó que el mayor valor, lo obtuvo el parental INIAP 1480 con una media de 27.0 panículas por planta.

En la variable de altura de planta, el parental BR-101 obtuvo el menor resultado con una media de 84.03 cm. Estos resultados son diferentes a la investigación realizada por Crespo (2017) donde el menor resultado lo obtuvo la progenie DH/JP-00 4 con una media de 28 cm.

Con respecto a la variable peso de 1000 granos, se determinó que el parental BR-101 obtuvo el menor peso, con una media de 24.31 g, estos resultados se diferencian de los obtenidos por Santos (2011), quien obtuvo el menor valor el parental INIAP 14 con un peso de 28.93g.

En lo que se refiere a la variable longitud de panícula, el parental FL-106 obtuvo una mayor longitud de panícula, con una media de 22.55 cm, siendo este estadísticamente superior al resto de los tratamientos. Estos resultados se aproximan con la investigación realizada por Díaz (2011), quien obtuvo la longitud mayor de panícula la línea promisoría GO-37763 con una media de 23.65 cm.

Con respecto a la longitud/ancho de grano, se determinó que la progenie G-103/BR-101, obtuvo una media de 3.99, se pudo clasificar como un grano delgado según la escala estandarizada del CIA. Estos resultados difieren del trabajo realizado por Arana (2016), en el cual se determinó que el parental PUYÓN presentó la media de 3.69, clasificándose como grano delgado según la escala estandarizada del CIA.

Con respecto a la variable rendimiento (g/planta) se pudo determinar que el parental BR-101 obtuvo el mayor rendimiento con una media de 40,06 g/planta estos resultados difieren del trabajo realizado por Velasco (2019), en el cual se determinó que la progenie que obtuvo el mayor rendimiento fue PUYON/JP-002 P8-32 con una media de 61,95 g/planta.

De acuerdo con los resultados obtenidos de esterilidad de panícula (%) se pudo verificar que el mayor valor lo obtuvo el parental FL-109 con una media de 5.55%. Estos resultados difieren con la investigación realizada por Sánchez (2014), quien pudo determinar que el mayor porcentaje de esterilidad lo obtuvo el parental INIAP 15 con una media de 7.12%.

En lo que respecta a los resultados obtenido de la variable granos por panícula, se pudo comprobar que la progenie que obtuvo el menor porcentaje fue CA-102/BR-101 con una media de 73.37 granos. Estos resultados difieren con las investigaciones realizadas por Ávila (2012) en el cual se pudo comprobar que el menor porcentaje lo obtuvo la progenie JAPÓN/GO-38007 con una media de 88.00 granos.

Con respecto a la variable longitud de grano descascarado (mm) se pudo verificar que la progenie FE-103/BR-101, obtuvo el mayor valor con media de 7,32 mm. Estos resultados difieren con las investigaciones realizadas por Ortiz (2013), quien pudo comprobar que el valor mayor lo obtuvo la progenie FED-60/GO-38712 con media de 8.18 mm.

En este estudio se encontró que existieron 44 individuos con peso de más de 75 g/planta que se seleccionaron por ser individuos sobresalientes. Estos resultados difieren de lo encontrado por Lamilla (2017) ya que, en un estudio realizado sobre cruzamiento de arroz de diferentes tipos, seleccionó los mejores individuos cuyos rendimientos variaban entre 88,41g/planta y 130,86g/planta, respectivamente.

Con relación a la variable longitud de grano descascarado, se encontraron 18 individuos que poseían más de 8 mm de longitud, que de acuerdo con la escala del CIAT, se clasifican como grano extralargo. Estos resultados difieren con las investigaciones realizadas por Sotomayor (2017), quien determino en un estudio realizado sobre diferentes tipos de arroz, selecciono los mejores individuos cuya longitud fue de hasta 7,33 mm, clasificado como grano extralargo.

VI CONCLUSIONES

Con los resultados que se obtuvieron en la presente investigación denominada “Variabilidad agronómica y productiva de líneas F2 de arroz (*Oryza sativa* L.), provenientes de cruces con un progenitor masculino portador del gen CLEARFIELD”, las conclusiones fueron las siguientes:

De acuerdo con los resultados obtenidos, se pudo comprobar que todos los tratamientos estudiados presentaron una variabilidad alta, ya que en todas las variaciones se presentaron diferencias altamente significativas.

Referente al rendimiento (g/planta), se pudo comprobar que el parental BR-101 y las progenies FL-109/BR-101, G-111/BR101, FE-103/BR-101 y FI-107/BR101 fueron estadísticamente superiores al resto de los tratamientos estudiados, presentando medias de 46,00; 42,13; 39,68; 39,33 y 39,15 gramos/planta, con lo cual se pudo comprobar buenos rendimientos que presentaron estos genotipos.

FE-103 estuvo presente en los mejores promedios de las variables floración (días), ciclo vegetativo (días), granos vanos por panícula, esterilidad de panícula (%), peso de 1000 granos (g), longitud de grano descascarado (mm). La CA-102 presentó los mejores resultados en las variables vigor, ancho grano descascarado (mm). La FI-105 en peso de 1000 granos. La FI-105/BR-101 en cambio presentó características inferiores en ancho del grano, longitud del grano, al igual que CA-102 en la variable longitud/ancho del grano.

Una de las características agronómicas de mayor relevancia fue el número de panículas por planta que presentaron las progenies G-111/BR-101, FI-107/BR-101, FL-109/BR-101 y CA-102/BR-101, con medias de 18,66, 18,71, 19,58 y 20,23 aunque significativamente son diferentes, son las progenies que obtuvieron los mayores promedios.

Se seleccionaron 12 individuos de mejores características productivas, como resultado de la combinación de los mejores individuos obtenidos, donde se consideraron las cuatro características, tales como: número de panículas por planta, longitud de panícula (cm), rendimiento (g/planta) y longitud de grano descascarado (mm).

VII RECOMENDACIONES

Con los resultados que se obtuvieron en esta investigación, estas son las recomendaciones sugeridas.

Se recomienda sembrar las líneas cuyas características obtenidas sean las más favorables al momento de estudiar el comportamiento agronómico y medir la productividad.

También se recomienda continuar con nuevos ensayos de investigación en las diferentes zonas arroceras del país.

Se recomienda continuar con la investigación hasta la obtención de líneas puras para su posterior comercialización.

VIII RESUMEN

El presente trabajo experimental se realizó en los predios de la Granja Experimental “San Pablo” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en KM 7,5 de la vía Babahoyo – Montalvo. El objetivo principal de estudio fue evaluar la “Variabilidad agronómica y productiva de líneas F2 de arroz (*Oryza sativa* L.), provenientes de cruzas con un progenitor masculino portador del gen CLEARFIELD”. Las variables que fueron evaluadas son: Vigor, Floración (días), Ciclo vegetativo (días), Altura de planta (cm), Panículas por planta, Longitud de panícula (cm), Granos por panícula, Granos vanos por panícula Esterilidad de panícula %, peso de 1000 granos (g), Número de granos totales por planta, Rendimiento (g/planta), Forma de grano, Longitud y Ancho de grano (mm).

De acuerdo con los resultados obtenidos, se pudo verificar que todos los tratamientos estudiados presentaron una variabilidad agronómica alta, ya que en todas las variaciones se registran altas diferencias significativas. Con relación a los datos que se obtuvieron, respecto a la variable de rendimiento (g/planta), se pudo comprobar que las progenies FI-107/BR-101, FE-103/BR-101, G-111/BR-101, FL-109/BR-101 y el parental BR-101 fueron significativamente superiores al resto de los tratamientos evaluados, presentando medias de 39,15; 39,33; 39,68; 42,13 y 46,00 g/planta.

Se seleccionaron 12 individuos de mejores características productivas, como resultado de la combinación de los mejores individuos obtenidos, donde se consideraron las cuatro características, tales como: número de panículas por planta, longitud de panícula (cm), rendimiento (g/planta) y longitud de grano descascarado (mm).

Palabras Claves: Arroz, líneas F2, variabilidad agronómica y productiva, gen CLEARFIELD.

IX SUMMARY

This experimental test was carried out at the “San Pablo” Experimental Farm of the Faculty of Agricultural Sciences, Technical University of Babahoyo, located at KM 7.5 of the Babahoyo - Montalvo road. The main objective of the study was to evaluate the “Agronomic and productive variability of rice F2 lines (*Oryza sativa* L.), from crosses with a male parent carrying the CLEARFIELD gene”. The variables that were evaluated are: Vigor, Flowering, Vegetative cycle, Plant height (cm), Panicles per plant, Panicle length (cm), Grains per panicle, Vain grains per panicle Sterility%, weight of 1000 grains (g), Yield (grain / plant), Yield (g / plant), Shape of grain, Length and Width of grain (mm).

According to the results obtained, it was possible to verify that all the studied treatments presented a high agronomic variability, since in all the variations high significant differences are registered. In relation to the data obtained, regarding the yield variable (g / plant), it was found that the progenies FI-107 / BR-101, FE-103 / BR-101, G-111 / BR- 101, FL-109 / BR-101 and parental BR-101 were significantly superior to the rest of the evaluated treatments, presenting means of 39.15; 39.33; 39.68; 42.13 and 46.00 g / plant.

Twelve individuals with the best productive characteristics were selected, as a result of the combination of the best individuals, where four characteristics were considered, such as: number of panicles per plant, panicle length (cm), yield (g / plant) and length of shelled grain (mm).

Key words: Rice, F2 lines, agronomic and productive variability, CLEARFIELD gene.

X BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, M. (2006). *Origen, Evolución Y Diversidad del Arroz*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/262462682_Origen_evolucion_y_diversidad_del_arroz.
- Angladette, A. (1969). *Colección Agricultura Tropical*. Obtenido de <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/82462/origen-ff4737f6.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Angladette, A., González F, J., & Porter, C. (1985). *https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/82462/origen-ff4737f6.pdf?sequence=1&isAllowed=y*. Obtenido de <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/82462/origen-ff4737f6.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Cuevas Pérez, F. E. (1992). *Genetic base of irrigated rice in Latin America and Caribbean*. Obtenido de <https://acces.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2135/cropsci1992.0011183X003200040044x>.
- Edgar, T., & César, M. (2010). *El mejoramiento del arroz*. Obtenido de <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/82500>.
- FAO. (2004). *Estadísticas de producción*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000902083&lng=es&nrm=iso#B4.
- FAO. (2016). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Obtenido de <http://www.fao.org/publications/sofa/es/#:~:text=El%20estado%20mundial%20de%20la%20agricultura%20y%20la%20alimentaci%C3%B3n%2C%20la,la%20alimentaci%C3%B3n%20y%20la%20agricultura>.
- Garcés, F. (2012). *Severidad de la quemazón (Pyricularia oryzae Cav.) en germoplasma de arroz F1 en la Zona Central del Litoral Ecuatoriano*. Obtenido de <http://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/81>.
- Gavilánez, F. (2016). *Influencia del zinc sobre el estrés generado por la aplicación de una mezcla herbicida en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.)*. Obtenido de http://www.uagraria.edu.ec/publicaciones/revistas_cientificas/REVISTA-10/files/basic-html/page2.html.
- GOMES JR., F. G., & CHRISTOFFOLETI, P. J. (2008). *Biología e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto*. Obtenido de <file:///C:/Users/user/Documents/TESIS%20JAIME%20COLOMBATTI/Gro>

wth_of_residual_herbicide_ImazethapyrImazapic_b.pdf.

González, F. (1975). *Morfología de la planta de arroz: Curso de arroz, 1 parte*. Obtenido de <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/82462/origen-ff4737f6.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

INEC. (2010). *La producción arrocerá del Ecuador: Caso Samborondón, 2011 – 2015*. Obtenido de <https://www.revistaespacios.com/a18v39n34/a18v39n34p12.pdf>.

Linnaeus, C. (1753). <https://www.ecured.cu/Arroz>. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Arroz>.

Mendez, V. (2003). *Sistema de producción de arroz "Clearfield": una nueva alternativa en el manejo del arroz rojo*. Obtenido de https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582009000500018&lng=pt&tlng=pt.

Morejón, R. y. (1998). *Estudio simulado de tres métodos de ajuste en un diseño aumentado modificado*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362013000300010&script=sci_arttext&tlng=pt.

PEDROSO, B. (1982). Arroz irrigado: obtenção e manejo de cultivares. *Porto Alegre: Sagra*, 175p. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/20115098.pdf>.

Pinheiro, B. (1999). Características morfológicas da planta relacionada à produtividade. *Embrapa Arroz e Feijão*, 116-147. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/20115098.pdf>.

RIZZARDI, M. (2004). *Aspectos generales del manejo y control de malezas*. Obtenido de https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582009000500018&lng=pt&tlng=pt.

VERGARA, B. (1979). *A farming's primer on growing*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/20115098.pdf>.

VERGARA, B., LILIS, R., & TANAKA, A. (1965.). Studies of the internode elongation of the rice plant. *Soil Science and Plant*, 246-250. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/20115098.pdf>.

VIEIRA, N. d., & CARVALHO, J. (1999). A cultura do arroz no Brasil. *Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão*, 582-604. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/20115098.pdf>.

XI ANEXOS

Análisis de la varianza

VIGOR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
VIGOR	2046	0,06	0,05	24,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	205,07	18	11,39	6,81	<0,0001
GENOTIPO	205,07	18	11,39	6,81	<0,0001
Error	3390,67	2027	1,67		
Total	3595,74	2045			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,48165

Error: 1,6728 gl: 2027

GENOTIPO	Medias	n	E.E.						
FI-106	4,41	17	0,31	A					
FL-109	4,64	39	0,21	A					
FI-106/BR-101	4,93	214	0,09	A	B				
G-111	4,95	42	0,20	A	B				
CA-102/BR-101	4,99	158	0,10	A	B				
FL-109/BR-101	5,15	208	0,09		B	C			
SH-108/BR-101	5,23	177	0,10		B	C	D		
G-111/BR-101	5,25	158	0,10		B	C	D	E	
FI-105/BR-101	5,31	160	0,10		B	C	D	E	F
BR-101	5,32	37	0,21		B	C	D	E	F
FI-107/BR-101	5,42	214	0,09		C	D	E	F	
FE-103/BR-101	5,48	219	0,09		C	D	E	F	
FI-107	5,52	42	0,20		C	D	E	F	
FI-105	5,56	43	0,20		C	D	E	F	
G-113/BR-101	5,62	173	0,10			D	E	F	
SH-108	5,65	40	0,20			D	E	F	
G-113	5,68	38	0,21				E	F	
FE-103	5,74	35	0,22					F	
CA-102	6,75	32	0,23						G

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

FLORACIÓN (DÍAS)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FLORACIÓN (DÍAS)	2046	0,14	0,13	7,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10689,90	18	593,88	18,41	<0,0001
GENOTIPO	10689,90	18	593,88	18,41	<0,0001
Error	65384,50	2027	32,26		
Total	76074,40	2045			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,11507

Error: 32,2568 gl: 2027

GENOTIPO	Medias	n	E.E.	
SH-108	67,60	40	0,90	A

G-113	69,58	38	0,92	A	B														
FI-105/BR-101	71,38	160	0,45		B	C													
FI-105	71,58	43	0,87		B	C	D												
SH-108/BR-101	72,46	177	0,43			C	D	E											
FI-107/BR-101	72,86	214	0,39			C	D	E	F										
CA-102/BR-101	73,29	158	0,45			C	D	E	F										
FI-106	74,00	17	1,38			C	D	E	F	G									
FL-109	74,00	39	0,91				D	E	F	G									
FI-107	74,00	42	0,88					E	F	G									
CA-102	74,50	32	1,00					E	F	G									
G-113/BR-101	74,51	173	0,43						F	G									
G-111	74,57	42	0,88						F	G									
BR-101	74,65	37	0,93						F	G									
G-111/BR-101	75,16	158	0,45							G									
FI-106/BR-101	75,23	214	0,39							G									
FL-109/BR-101	76,85	208	0,39								H								
FE-103/BR-101	77,98	219	0,38								H								
FE-103	78,11	35	0,96								H								

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

CICLO VEGETATIVO (DÍAS)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CICLO VEGETATIVO (DÍAS)	2046	0,14	0,13	5,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10689,90	18	593,88	18,41	<0,0001
GENOTIPO	10689,90	18	593,88	18,41	<0,0001
Error	65384,50	2027	32,26		
Total	76074,40	2045			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,11507

Error: 32,2568 gl: 2027

GENOTIPO	Medias	n	E.E.																
SH-108	97,60	40	0,90	A															
G-113	99,58	38	0,92	A	B														
FI-105/BR-101	101,38	160	0,45		B	C													
FI-105	101,58	43	0,87		B	C	D												
SH-108/BR-101	102,46	177	0,43			C	D	E											
FI-107/BR-101	102,86	214	0,39			C	D	E	F										
CA-102/BR-101	103,29	158	0,45			C	D	E	F										
FI-106	104,00	17	1,38			C	D	E	F	G									
FL-109	104,00	39	0,91				D	E	F	G									
FI-107	104,00	42	0,88					E	F	G									
CA-102	104,50	32	1,00					E	F	G									
G-113/BR-101	104,51	173	0,43						F	G									
G-111	104,57	42	0,88						F	G									
BR-101	104,65	37	0,93						F	G									
G-111/BR-101	105,16	158	0,45							G									
FI-106/BR-101	105,23	214	0,39							G									
FL-109/BR-101	106,85	208	0,39								H								
FE-103/BR-101	107,98	219	0,38								H								
FE-103	108,11	35	0,96								H								

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

PANICULAS POR PLANTA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PANICULAS POR PLANTA	2046	0,18	0,17	34,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15905,34	18	883,63	25,07	<0,0001
GENOTIPO	15905,34	18	883,63	25,07	<0,0001
Error	71438,25	2027	35,24		
Total	87343,59	2045			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,21082

Error: 35,2433 gl: 2027

GENOTIPO	Medias	n	E.E.			
CA-102	8,78	32	1,05	A		
FL-109	11,41	39	0,95	A	B	
G-113	11,42	38	0,96	A	B	
FI-106	11,59	17	1,44	A	B	
FE-103	11,80	35	1,00	B		
FI-105	11,88	43	0,91	B		
SH-108	12,12	40	0,94	B		
G-111	12,50	42	0,92	B		
G-113/BR-101	14,58	173	0,45		C	
SH-108/BR-101	16,72	177	0,45		D	
FI-107	16,93	42	0,92		D	E
FI-105/BR-101	17,31	160	0,47		D	E
FE-103/BR-101	18,16	219	0,40		E	
FI-106/BR-101	18,40	214	0,41		E	
G-111/BR-101	18,66	158	0,47		E	F
FI-107/BR-101	18,71	214	0,41		E	F
FL-109/BR-101	19,58	208	0,41			F G
CA-102/BR-101	20,23	158	0,47			G
BR-101	22,73	37	0,98			H

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

ALTURA DE PLANTA (CM)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA DE PLANTA (CM)	2046	0,18	0,17	7,83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23272,20	18	1292,90	24,58	<0,0001
GENOTIPO	23272,20	18	1292,90	24,58	<0,0001
Error	106627,46	2027	52,60		
Total	129899,66	2045			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,70099

Error: 52,6036 gl: 2027

GENOTIPO	Medias	n	E.E.				
BR-101	84,03	37	1,19	A			
SH-108	87,68	40	1,15		B		
FE-103	88,06	35	1,23		B	C	
FI-107	89,05	42	1,12		B	C	D
FI-106	89,18	17	1,76		B	C	D E
SH-108/BR-101	89,36	177	0,55		B	C	D E
FI-107/BR-101	89,60	214	0,50		B	C	D E
CA-102	89,72	32	1,28		B	C	D E
G-113	90,50	38	1,18		B	C	D E F

FE-103/BR-101	90,61	219	0,49	C	D	E	F	
FI-105	91,47	43	1,11		D	E	F	
FI-106/BR-101	92,31	214	0,50			E	F	
G-113/BR-101	92,83	173	0,55				F	G
FI-105/BR-101	93,93	160	0,57					G H
CA-102/BR-101	94,77	158	0,58					H
G-111/BR-101	95,51	158	0,58					H
FL-109/BR-101	98,21	208	0,50					I
FL-109	98,79	39	1,16					I
G-111	100,40	42	1,12					I

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

LONG, DE PANICULA (CM)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LONG, DE PANICULA (CM)	2046	0,05	0,04	8,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	379,47	18	21,08	5,65	<0,0001
GENOTIPO	379,47	18	21,08	5,65	<0,0001
Error	7564,90	2027	3,73		
Total	7944,37	2045			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,71943

Error: 3,7321 gl: 2027

GENOTIPO	Medias	n	E.E.				
BR-101	22,55	37	0,32	A			
SH-108/BR-101	22,94	177	0,15	A	B		
G-111/BR-101	22,99	158	0,15	A	B		
FL-109	23,10	39	0,31	A	B	C	
CA-102/BR-101	23,16	158	0,15	A	B	C	
FE-103/BR-101	23,19	219	0,13	A	B	C	
FL-109/BR-101	23,19	208	0,13	A	B	C	
G-111	23,52	42	0,30		B	C	D
FI-107/BR-101	23,56	214	0,13		C	D	
FI-105/BR-101	23,69	160	0,15		C	D	
FI-106/BR-101	23,72	214	0,13		C	D	
G-113/BR-101	23,78	173	0,15		C	D	
G-113	23,82	38	0,31		C	D	E
CA-102	23,90	32	0,34		C	D	E
FE-103	24,08	35	0,33		D	E	
SH-108	24,10	40	0,31		D	E	
FI-107	24,21	42	0,30		D	E	
FI-105	24,47	43	0,29			E	F
FI-106	25,39	17	0,47				F

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

GRANOS POR PANICULA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GRANOS POR PANICULA	2046	0,12	0,11	24,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	116465,76	18	6470,32	15,27	<0,0001
GENOTIPO	116465,76	18	6470,32	15,27	<0,0001
Error	858630,94	2027	423,60		

Total 975096,70 2045

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=7,66463

Error: 423,5969 gl: 2027

GENOTIPO	Medias	n	E.E.		
CA-102/BR-101	73,37	158	1,64	A	
FI-106	74,97	17	4,99	A	B
FI-107	80,61	42	3,18		B
FL-109	80,61	39	3,30		B
FI-106/BR-101	81,57	214	1,41		B
FI-107/BR-101	81,66	214	1,41		B
G-111/BR-101	82,38	158	1,64		B
SH-108/BR-101	82,49	177	1,55		B
BR-101	82,71	37	3,38		B
FE-103/BR-101	84,15	219	1,39		B
FI-105/BR-101	84,54	160	1,63		B
FL-109/BR-101	84,97	208	1,43		B
CA-102	85,37	32	3,64		B
FI-105	86,26	43	3,14		B
FE-103	86,68	35	3,48		B
G-113/BR-101	98,47	173	1,56		C
G-111	98,59	42	3,18		C
SH-108	105,22	40	3,25		C D
G-113	112,47	38	3,34		D

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

GRANOS VANOS POR PANICULA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GRANOS VANOS POR PANICULA	2046	0,14	0,13	72,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11459,95	18	636,66	18,38	<0,0001
GENOTIPO	11459,95	18	636,66	18,38	<0,0001
Error	70219,17	2027	34,64		
Total	81679,12	2045			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,19188

Error: 34,6419 gl: 2027

GENOTIPO	Medias	n	E.E.			
FL-109	4,62	39	0,94	A		
FI-105/BR-101	5,05	160	0,47	A		
FI-106	5,64	17	1,43	A	B	
SH-108	5,89	40	0,93	A	B	
FI-105	5,96	43	0,90	A	B	
SH-108/BR-101	6,14	177	0,44	A	B	
FI-107/BR-101	6,48	214	0,40	A	B	
FI-106/BR-101	7,30	214	0,40		B	
FL-109/BR-101	7,86	208	0,41		B	
G-111	7,97	42	0,91		B	C
G-111/BR-101	8,29	158	0,47		B	C
FE-103/BR-101	8,67	219	0,40		B	C
FI-107	8,90	42	0,91		B	C D
CA-102/BR-101	9,53	158	0,47			C D
CA-102	11,52	32	1,04			D E
BR-101	12,20	37	0,97			E
G-113/BR-101	12,35	173	0,45			E
G-113	14,05	38	0,95			E F
FE-103	15,13	35	0,99			F

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

ESTERILIDAD DE PANICULA (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ESTERILIDAD DE PANICULA (%..	2046	0,12	0,12	68,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12512,73	18	695,15	15,93	<0,0001
GENOTIPO	12512,73	18	695,15	15,93	<0,0001
Error	88440,76	2027	43,63		
Total	100953,50	2045			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,45988

Error: 43,6314 gl: 2027

GENOTIPO	Medias	n	E.E.				
FL-109	5,55	39	1,06	A			
SH-108	5,71	40	1,04	A			
FI-105/BR-101	6,16	160	0,52	A			
FI-105	6,47	43	1,01	A			
FI-106	7,23	17	1,60	A	B		
SH-108/BR-101	7,57	177	0,50	A	B		
FI-107/BR-101	7,91	214	0,45	A	B		
G-111	8,10	42	1,02	A	B		
FI-106/BR-101	9,06	214	0,45		B	C	
FL-109/BR-101	9,51	208	0,46		B	C	
FE-103/BR-101	10,38	219	0,45		B	C	D
G-111/BR-101	10,68	158	0,53			C	D
FI-107	10,98	42	1,02			C	D
G-113/BR-101	12,35	173	0,50				D
G-113	12,40	38	1,07				D
CA-102/BR-101	12,89	158	0,53				E
CA-102	13,38	32	1,17				E
BR-101	14,93	37	1,09				F
FE-103	17,43	35	1,12				F

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

PESO DE 1000 GRANOS (G)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO DE 1000 GRANOS (G)	2046	0,26	0,25	5,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1510,29	18	83,91	39,04	<0,0001
GENOTIPO	1510,29	18	83,91	39,04	<0,0001
Error	4356,11	2027	2,15		
Total	5866,40	2045			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,54593

Error: 2,1490 gl: 2027

GENOTIPO	Medias	n	E.E.		
BR-101	24,31	37	0,24	A	
SH-108	24,63	40	0,23	A	
FE-103/BR-101	25,64	219	0,10		B
FL-109/BR-101	25,71	208	0,10		B
CA-102/BR-101	25,74	158	0,12		B

G-111/BR-101	25,76	158	0,12	B						
SH-108/BR-101	25,84	177	0,11	B	C					
FI-106/BR-101	25,86	214	0,10	B	C					
FI-107/BR-101	26,09	214	0,10		C	D				
G-113/BR-101	26,32	173	0,11			D				
FI-105/BR-101	26,33	160	0,12			D				
FL-109	26,93	39	0,23				E			
G-113	27,01	38	0,24				E	F		
CA-102	27,19	32	0,26				E	F	G	
FI-107	27,59	42	0,23					F	G	
FI-106	27,95	17	0,36						G	H
G-111	28,32	42	0,23							H
FI-105	29,08	43	0,22							I
FE-103	29,10	35	0,25							I

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

RENDIMIENTO (G/PLANTA)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RENDIMIENTO	.. 2046	0,07	0,06	40,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	35542,03	18	1974,56	8,31	<0,0001
GENOTIPO	35542,03	18	1974,56	8,31	<0,0001
Error	481564,09	2027	237,57		
Total	517106,11	2045			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=5,74004

Error: 237,5748 gl: 2027

GENOTIPO	Medias	n	E.E.							
CA-102	20,31	32	2,72	A						
FI-106	24,12	17	3,74	A	B					
FL-109	24,64	39	2,47	A	B					
FE-103	30,11	35	2,61	B	C					
FI-105	30,16	43	2,35	B	C					
SH-108	31,55	40	2,44	B	C	D				
G-113	34,05	38	2,50			C	D	E		
G-111	34,95	42	2,38			C	D	E	F	
SH-108/BR-101	35,87	177	1,16				D	E	F	
CA-102/BR-101	37,64	158	1,23				D	E	F	
G-113/BR-101	37,78	173	1,17				D	E	F	
FI-107	37,83	42	2,38				D	E	F	G
FI-105/BR-101	38,33	160	1,22					E	F	G
FI-106/BR-101	38,96	214	1,05					E	F	G
FI-107/BR-101	39,15	214	1,05					E	F	G
FE-103/BR-101	39,33	219	1,04					E	F	G
G-111/BR-101	39,68	158	1,23						F	G
FL-109/BR-101	42,13	208	1,07							G H
BR-101	46,00	37	2,53							H

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

LONG, DE GRANO DESCASCARADO (mm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LONG, DE GRANO DESCASCARAD..	2046	0,27	0,27	4,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Modelo	90,04	18	5,00	42,48	<0,0001
GENOTIPO	90,04	18	5,00	42,48	<0,0001
Error	238,69	2027	0,12		
Total	328,73	2045			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,12779

Error: 0,1178 gl: 2027

GENOTIPO	Medias	n	E.E.						
FI-105/BR-101	6,83	160	0,03	A					
FL-109/BR-101	6,89	208	0,02	A					
FI-105	6,90	43	0,05	A	B				
G-111	6,95	42	0,05	A	B	C			
SH-108/BR-101	6,96	177	0,03	A	B	C			
SH-108	6,97	40	0,05	A	B	C	D		
CA-102/BR-101	6,98	158	0,03	A	B	C	D		
FI-106	6,98	17	0,08	A	B	C	D	E	
G-113/BR-101	6,98	173	0,03		B	C	D	E	
FI-107/BR-101	6,99	214	0,02		B	C	D	E	
FL-109	7,05	39	0,05			C	D	E	
FI-107	7,05	42	0,05				C	D	E
G-111/BR-101	7,09	158	0,03				D	E	
FI-106/BR-101	7,12	214	0,02					E	F
CA-102	7,16	32	0,06					E	F G
BR-101	7,24	37	0,06						F G H
G-113	7,26	38	0,06						G H
FE-103/BR-101	7,32	219	0,02						H
FE-103	8,26	35	0,06						I

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

ANCHO GRANO DESCASCARADO (mm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ANCHO GRANO DESCASCARADO (..	2046	0,29	0,28	8,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23,96	18	1,33	46,17	<0,0001
GENOTIPO	23,96	18	1,33	46,17	<0,0001
Error	58,44	2027	0,03		
Total	82,41	2045			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,06324

Error: 0,0288 gl: 2027

GENOTIPO	Medias	n	E.E.														
G-113/BR-101	1,79	173	0,01	A													
FI-105/BR-101	1,86	160	0,01		B												
CA-102/BR-101	1,87	158	0,01		B												
FL-109/BR-101	1,87	208	0,01		B												
G-113	1,92	38	0,03		B	C											
FI-107/BR-101	1,94	214	0,01				C	D									
FL-109	1,95	39	0,03					C	D								
SH-108	1,97	40	0,03						C	D							
SH-108/BR-101	1,98	177	0,01							C	D						
FE-103/BR-101	1,98	219	0,01								C	D					
FI-106	1,99	17	0,04									C	D	E			
FI-105	1,99	43	0,03											C	D	E	
FI-107	1,99	42	0,03												C	D	E
G-111	2,00	42	0,03													D	E
G-111/BR-101	2,06	158	0,01														E
FI-106/BR-101	2,06	214	0,01														E

FE-103	2,17	35	0,03	F
BR-101	2,18	37	0,03	F
CA-102	2,43	32	0,03	G

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

LONGITUD/ANCHO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LONGITUD/ANCHO	2046	0,16	0,15	11,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	66,49	18	3,69	21,16	<0,0001
GENOTIPO	66,49	18	3,69	21,16	<0,0001
Error	353,94	2027	0,17		
Total	420,43	2045			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,15562

Error: 0,1746 gl: 2027

GENOTIPO	Medias	n	E.E.							
CA-102	2,95	32	0,07	A						
BR-101	3,32	37	0,07		B					
G-111/BR-101	3,46	158	0,03		B	C				
FI-105	3,47	43	0,06		B	C	D			
FI-106/BR-101	3,47	214	0,03		B	C	D			
G-111	3,48	42	0,06		B	C	D	E		
FI-106	3,51	17	0,10		B	C	D	E	F	
SH-108	3,54	40	0,07			C	D	E	F	
FI-107	3,54	42	0,06			C	D	E	F	
SH-108/BR-101	3,55	177	0,03			C	D	E	F	
FL-109	3,61	39	0,07				D	E	F	G
FI-107/BR-101	3,62	214	0,03					E	F	G
FE-103/BR-101	3,71	219	0,03						F	G
FI-105/BR-101	3,72	160	0,03						F	G
FL-109/BR-101	3,74	208	0,03							G
G-113	3,80	38	0,07							G
CA-102/BR-101	3,80	158	0,03							G
FE-103	3,80	35	0,07							G
G-113/BR-101	3,99	173	0,03							H

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