UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

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:

"Variación morfoagronómica y productiva de líneas F_2 de arroz (*Oryza sativa* L.), derivadas de cruces con un progenitor femenino resistente al herbicida imazetapir".

Autor:

Ezequiel Elías Maridueña Ramos

Tutor:

Walter Oswaldo Reyes Borja, PhD.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador.

2020

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 la obtención de título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

"Variación morfoagronómica y productiva de líneas F_2 de arroz (*Oryza sativa* L.), derivadas de cruces con un progenitor femenino resistente al herbicida imazetapir".

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Oscar Caicedo Camposano, MSc.
PRESIDENTE

Ing. Agr. Mario Quispe Sandoval, MSc.
PRIMER VOCAL

Ing. Agr. Gustavo Vásconez Galarza, MSc.
SEGUNDO VOCAL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Ezequiel Elias Maridueña Ramos

Declaro que:

El trabajo experimental titulado “Variación morfo agronómica y productiva de líneas F_2 de arroz (*Oryza sativa* L.), derivadas de cruces con un progenitor femenino resistente al herbicida imazetapir”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

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

Ezequiel Elias Maridueña Ramos

120726381-3

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por haberme otorgado la vida, sabiduría e inteligencia para culminar con éxito este gran sueño que me plantee hace mucho tiempo atrás. Es una gran satisfacción saber que Dios nunca me dejo solo y siempre estuvo para apoyarme en los momentos difíciles de la carrera.

Le dedico este trabajo a mis padres Alejo Maridueña Barreno y Blanca Ramos Moreira, también a mis dos abuelitas Bélgica Moreira Tómala y Sonia Barreno Teyo. Por ultimo a mis hermanas Loida Maridueña Ramos y Abigail Maridueña Ramos quienes han sido el pilar fundamental para culminar mis estudios.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, me gustaría agradecerle a Dios porque me ha guiado en el transcurso de la vida en mis estudios siempre ha estado a mi lado para fortalecerme en los días que más lo necesito. Agradezco a mis padres que siempre han estado en los momentos que más los he necesitado en el transcurso de la vida y siempre me han apoyado, guiado y aconsejado.

A mis dos madres que siempre han estado ofreciéndome su amor, apoyo, oraciones y sus consejos para que yo sea una persona de bien y exitosa en la vida.

A la Universidad Técnica De Babahoyo por abrirme sus puertas para poder estudiar y culminar como un profesional.

A mi director de tesis, Dr. Walter Reyes Borja quien con sus conocimientos y sabiduría me supo guiar para realizar y culminar el presente trabajo con éxito. Al Ing. Agr. Lenin Arana Vera, quien estuvo siempre con sus recomendaciones y sus consejos para realizar correctamente el trabajo experimental.

A los docentes quienes fueron muy respetuosos y disciplinados al momento de impartir sus materias y como olvidar a mis compañeros quienes fueron solidarios amables, carismáticos y respetuosos los cuales me brindaron su amistad y apoyo en especial a: Mario Fierro, Johnny Aucacela, José Alvarado, Henry Viejo, José Aguillon.

A mi compañero Jaime Colombatti quien fue el que me ayudo a ingresar al trabajo experimental, también a las personas que estuvieron dispuesto para apoyarme en las labores que fueron las más duras en el transcurso del trabajo experimental, que fue la cosecha y la evaluación de esta: Ing. Fernando Espinoza, Ing. Viviana Arana Vera, Ing. Javier Montoya Santana, Ing. Rut Vargas, Ing. Guingla Criollo, Ing. Kevin Veas a los compañeros Moisés cruz Santana, Joyce Zumba Briones, Carlos Goyes Torres, Sebastián Monar Coello y a mis familiares Alejo Maridueña, Blanca Ramos, Loida Maridueña, Abigail Maridueña, Katiusca Ramos, Manolo Alvares.

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 Generalidades del cultivo de arroz 4
2.2 Producción del cultivo de arroz 4
2.3 Clasificación taxonómica 5
2.4 Morfología del cultivo de arroz 5
2.5 Fases de crecimiento y desarrollo del cultivo de arroz 7
2.6 Mejoramiento genético del cultivo de arroz 8
2.7 Tecnología Clearfield 8
2.8 Arroz Clearfield 9
2.9 Herbicida de la familia de las imidazolinonas 9
2.10 Mecanismo de acción 10
2.11 Resultados de la sobrevivencia/mortalidad en el semillero por la afectación del herbicida imazetapir. 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 Análisis Estadísticos 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 Esterilidad (%) 19
3.8.9 Peso de 1000 granos (g) 20
3.8.10 Rendimiento (g/planta) 20
3.8.11 Longitud de grano (mm) 20
3.8.12 Ancho de grano (mm) 21
3.8.13 Forma del grano 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 Esterilidad (%) 29
4.9 Peso de 1000 granos (g) 30
4.10 Rendimiento (g/planta) 31
4.11 Longitud de grano (mm) descascarado 32
4.12 Ancho de grano (mm) 33
4.13 Forma de grano. 34
V DISCUSIÓN 35
VI CONCLUSIONES 36
VII RECOMENDACIONES 37

VIII RESUMEN 38
IX SUMMARY 39
X 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. Proceso de fangueo con una maquinaria agrícola (motocultor). 13

Figura 3. Tratamientos que fueron resistentes a la aplicación del herbicida imazetapir (A). Trasplante del material resistente al nuevo bloque de investigación (B). 14

Figura 4 . Supervisión de la bomba de riego para su correcto encendido (A). Supervisión del riego en el cultivo (B)..... 14

Figura 5. Primera aplicación de 4 kg de DAP + 2kg de muriato de potasio (A). Segunda aplicación de 10 kg de abono completo (B). Tercera aplicación de 10 kg de Urea(C)..... 15

Figura 6. Preparación de la bomba de aspersión con el producto (A) y (B). Aplicación del herbicida en la parcela experimental (C). Control manual de la maleza en la parcela experimental (D). 15

Figura 7. Aplicación de funguicida, 70 cc de juwel + 300 Himidaclopird (A).Aplicación de insecticida, 20 cc de engeño (B). 16

Figura 8. Cosecha de cada línea del área experimental (A), (B) y (C).Secado al sol de las semillas de cada tratamiento en cajas de cartón (D). 16

Figura 9. Plantas muy vigorosa 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. Medición de la plantas desde la base hasta la hoja bandera (A) y (B)..... 18

Figura 12. Conteo de panícula en el área experimental (A y B)..... 19

Figura 13. Contabilización de los 1000 granos de arroz (A) y obtención del peso en una balanza gramera (B). 20

Figura 14. Evaluación del ancho de tres granos descascarados al azar, medido con un calibrador (A) y (B)..... 21

LISTA DE TABLA

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..... **¡Error! Marcador no definido.**

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

Tabla 5. 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

Tabla 6. Floración (días) de los parentales y progenies F2 de arroz CLEARFIELD. Facultad de Ciencias Agropecuarias - UTB. Ecuador, 2020..... 23

Tabla 7. Ciclo vegetativo (días) de los parentales y progenies F2 de arroz CLEARFIELD. Facultad de Ciencias Agropecuarias - UTB. Ecuador, 2020..... 24

Tabla 8. Altura de planta (cm) de los parentales y progenies F2 de arroz CLEARFIELD. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020..... 25

Tabla 9. Panículas por planta de los parentales y progenies F2 de arroz CLEARFIELD. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020..... 26

Tabla 10. Longitud de panícula (cm) de los parentales y progenies F2 de arroz CLEARFIELD. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020..... 27

Tabla 11. Granos por panícula de los parentales y progenies F2 de arroz CLEARFIELD. Facultad de Ciencias Agropecuarias-UTB. Ecuador, 2020..... 28

Tabla 12. Esterilidad (%) de los parentales y progenies F2 de arroz CLEARFIELD. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020..... 29

Tabla 13. Peso de 1000 granos (g) de los parentales y progenies F2 de arroz CLEARFIELD. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020..... 30

Tabla 14. Rendimiento (g/planta) de los parentales y progenies F2 de arroz CLEARFIELD. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020..... 31

Tabla 15. Longitud de grano (mm) de los parentales y progenies F2 de arroz CLEARFIELD. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020..... 32

Tabla 16. Ancho de grano (mm) de los parentales y progenies F2 de arroz CLEARFIELD. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020..... 33

Tabla 17. Relación longitud - ancho del grano de los parentales y progenies F2 de arroz CLEARFIELD. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020..... 34

I INTRODUCCIÓN

El cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.), comenzó hace casi 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. La india posiblemente sea donde se cultivó por primera vez el arroz, debido a que en ella abundaban los arroces silvestres. Pero el cultivo tuvo su desarrollo en china, desde sus tierras bajas hasta sus tierras altas (Josep M. & Franquet B., 2004).

En el Ecuador se tiene reporte del arroz desde el año 1774, desde esta época se mantienen datos de producción de la zona de Yaguachi, Babahoyo y Baba. Es interesante mencionar que en la zona de Daule, actualmente típica área arrocera, no se mencionaba cosechas de esta gramínea (Ecuador, 2007).

De acuerdo con el (Censos, 2018), el Ecuador obtuvo 1'350.093 tm y el área sembrada de 301.853 ha, concentrándose el 72.7% de la producción en la provincia del Guayas.

De acuerdo con la FAO (Aldo Ferrero, 2004) el arroz – maleza generalmente engloba a las especies del género *Oryza* que crecen con las características similares al arroz, pero su comportamiento se refleja como maleza en el cultivo.

El arroz maleza realiza daños directos a la agro productividad del cultivo, disminuyendo los rendimientos del cultivo y la calidad molinera y provocando una disminución del valor de la finca (Ortiz Domínguez *et al.,* 2009).

Un híbrido F1 es la primera generación resultante del cruce entre dos variedades diferentes, que poseen alguna característica especial, que se quiere transmitir a la descendencia. Al cultivar el híbrido F1, a partir de éste se obtiene semilla F2, de la segunda generación, y que presentaría características diferentes a la F1, a veces con presencia de plantas malformadas, enanas o poco productivas (Toni Jordán, 2015).

El desarrollo de nuevas variedades vegetales ha sido desde el inicio de las prácticas de domesticación vegetal, un elemento vital para ofrecer mejores condiciones de vida al hombre (Hernández Salgar, 2000) .

Sin embargo, es un desafío difícil; muchos caracteres útiles, como el rendimiento y la calidad, se rigen por la interacción de un gran número de genes, acerca de los cuales se sabe poco (UPOV, 2011).

Debido a esto, se han desarrollado variedades resistentes a herbicidas, como estrategia de control, entre ellas variedades de arroz convencionales, que son resistentes a al grupo químico de las imidazolinonas, las cuales fueron desarrolladas mediante la selección de mutantes de arroz inducidos químicamente. Las variedades de arroz resistentes a imidazolinonas, presentan mutaciones en el gen codificado para la enzima acetolactato sintetasa (ALS), provocando que la enzima catalice el primer paso en la síntesis de aminoácidos ramificados y puede ser que inhibida por varios compuestos como la imidazolinonas y sulfonilureas (Vásquez Céspedes 2015).

Por lo tanto, estas variedades han sido empleadas para realizar el control post-emergente de un amplio espectro de malezas, mediante la aplicación de inhibidores enzimáticos, que no son tóxicos para el cultivo. En otros países, estas variedades son comercializadas como un sistema integrado de control de malas hierbas bajo el nombre Clearfield (Vásquez Céspedes, 2015).

El Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, posee un banco de germoplasma que se ha generado a partir de cruzamientos con varios cultivares de arroz, cuyas progenies se encuentran en la etapa de estudio F2. Se conoce que entre los cultivares utilizados, se posee un parental que dispone del gen denominado Clearfield.

Por esta razón, se ha planificado este trabajo de investigación con la finalidad de realizar experimentación sobre la heredabilidad de este gen en las progenies, que han sido, en una primera etapa, sometidas a selección utilizando

imazetapir en estado de semillero, para detectar los cruzamientos e individuos que han heredado dicho gen.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Analizar la variación morfo agronómica y productiva de líneas F2 de arroz, derivadas de cruces con un progenitor femenino 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 cruces con un progenitor femenino portador del gen CLEARFIELD.
2. Establecer la capacidad productiva de los individuos de una progenie F2 de arroz resultantes de cruces con un progenitor femenino portador del gen CLEARFIELD.
3. Seleccionar los individuos de mejores características agronómicas y productivas, dentro de una progenie F2.

II MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades del cultivo de arroz

El arroz (*Oryza sativa* L.) es una de las gramíneas más antiguas por tal razón es difícil decretar con exactitud una época especifica en la que el ser humano comenzó a propagar dicha gramínea, aunque la literatura china tiene registros del cultivo de arroz en los años 3000 antes de Cristo. El arroz tuvo sus inicios al sur de la India y llegó a América a través de China, Grecia, Mesopotamia, España y Marruecos (Álvarez Córdova, 2018).

El arroz en muchas culturas, es el eje central e incluso se le atribuye el desarrollo de su progreso de civilización, cabe destacar que todas las culturas realizan diferentes métodos de cosechas, procesamiento y alimentación; estas diferentes prácticas contribuyen al patrimonio cultural mundial (FAO, 2004).

De acuerdo con la FAO (2004) el arroz es el alimento básico de la mitad de la población mundial, el desarrollo del arroz proporciona 27% de la alimentación y el 20% de las proteínas y es fuente de ingreso para unos 100 millones de familias en África y Asia.

2.2 Producción del cultivo de arroz

El cultivo de arroz es una de los cereales con una mayor demanda de producción, a la vez con el trigo el pescado y la carne, son la base de alimentación a nivel mundial. El 75 % de la población mundial escoge al arroz para su consumo diario, logrando superar a otros cereales en algunos casos (Díaz Solís *et al.*, 2015).

A nivel mundial Asia suministra la mayor parte de arroz para la mitad de la población mundial con un 94% de producción que se consume en el mundo. La FAO indica que la producción arrocera se ubica principalmente en el país asiático (90%) (Alava Vera 2018).

El Ecuador es uno de los países de mayor consumo y producción de arroz, el consumo de esta gramínea ronda las 117 libras por habitante cada año (Quijije *et al.,* 2019).

De acuerdo a los datos de la (INEC. 2019) la superficie sembrada en el año 2018 fue de 301.853 ha., teniendo la mayor concentración en la provincia del Guayas con el 72.7%.

2.3 Clasificación taxonómica

De acuerdo con los trabajos realizados por Acevedo (2006) y Valladares (2012), en los últimos años la clasificación taxonómica del arroz (*Oryza sativa* L.) a experimentados cambios en algunos niveles de la calificación (Pérez y Rodríguez, 2017).

Pionerito (1998) citado por (Romero, 2004) menciona que el género *Oryza* engloba diversas especies, pero el de mayor relevancia en el mundo corresponde a *Oryza sativa* L.; dentro de estas especies se distingue a tres razas ecográficas o grupos: Indica, japónica y Javánica. Los tres grupos mantienen características particulares diferenciadas en cuanto a altura de planta, coloración de follaje, tipo de grano y tendencia al desgrane y sensibilidad al fotoperiodo.

Clase: Monocotiledóneas

Origen: Glumiflorales

Familia: Paceos

Subfamilia: Panicoides

Tribu: Oryzeae

Género: Oryza

Especie: Sativa

Grupo (raza eco geográfica): Indica, Japónica, Javánica.

2.4 Morfología del cultivo de arroz

De acuerdo a Valladares (2010) menciona en su manual “Taxonomía, Botánica y Fisiología de los cultivos de los granos”, las siguientes características:

Las raíces son de tipo fibrosas compuestas por radículas y pelos radicales. Las plantas de arroz tienen dos tipos de raíces, las embrionarias y las raíces adventicias.

El tallo está compuesto por nudos y entrenudos en orden alterno. El nudo lleva una hoja y yema que al desarrollarse puede formar un retoño. El entrenudo es estriado y hueco y no presenta vellosidad externa.

La hoja está dispuesta en ángulo con el tallo, una de cada nudo en dos hileras. La lámina foliar sujeta al nudo por medio de la vaina logra envolver el entrenudo, las venas están dispuesta en forma paralela conteniendo los haces vasculares que llegan hasta el eje principal. El tallo principal tiene mayor número de hojas que los tallos primarios y a su vez que los secundarios y así sucesivamente. La hoja bandera es la más alta y se localiza por debajo de la panoja.

La inflorescencia se la conoce como panícula o panoja, es la prolongación del tallo a partir del último nudo, el último entrenudo es un pedúnculo. Las ramas primarias se desarrollan a partir del eje de la panoja, de la misma nacen ramas secundarias y es donde se forman la espiguillas.

La flor está conformada de seis estambres un pistilo y dos glumélulas o lodículas. Los estambres están constituidos de anteras nacidas sobre filamentos delgados. El pistilo comprende al ovario, dos estigmas plumosos y dos estilos; estos dos últimos se forman a partir de los estilos, los cuales se originan en el ovario. Los lodículos se encuentran en la base de la flor, el inicio de la floración comienza con la ruptura de las anteras que se encuentran ubicadas en las espiguillas terminales de las ramas de la panoja.

La espiguilla está conformada por dos glumas rudimentarias ubicadas en la base; en este lugar se encuentran dos lemas estériles una de cada lado de la espiguilla las cuales alcanza a medir de 2 a 3 mm de longitud. Finalmente, y encerrando una sola flor están la lema o glúmela inferior y la palea o glumela superior, conformando el antecio en conjunto con la flor, la raquila es un eje que une la flor y la espiguilla. La espiguilla se une con la panoja y la rama a través de un pedicelo.

El fruto o también conocido como la semilla del arroz, está rodeada por el pericarpio conformado de esta forma de un fruto que es el cariópside y a su vez está incluido dentro de la lema y de la palea que constituyen la cáscara.

2.5 Fases de crecimiento y desarrollo del cultivo de arroz

El cultivo de arroz se divide en tres partes de desarrollo, de acuerdo con la (INTA, 2016) en la “Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para el cultivo de arroz” menciona la siguientes características fisiológicas del arroz:

Fase vegetativa

Esta fase es variable y determina la longitud del ciclo del material se divide en dos periodos:

A) Germinación – emergencia: se define como fecha de emergencia cuando el 70% del lote emerge, también otros factores afectan a esta etapa como pueden ser la mala fertilización, profundidad de siembra inadecuada, etc.

B) Periodo de macollaje: luego que la planta desarrolla sus raíces comienza a desplegar su estructura foliar. Esta etapa dura entre 4 a 6 semanas, otorgándole al arroz tener mayor densidad de plantas.

Fase reproductiva

El tiempo que dura esta fase oscila de 30 a 35 días aproximadamente, iniciando con la apertura de la panícula y luego con la diferenciación del primordio floral, coincidiendo con la elongación del primer entrenudo (R1) y culmina con la floración. La floración ocurre con la salida de la panojas de la vaina y el tiempo de la floración es de 12 a 15 días.

Fase de maduración

La fase de maduración se da entre 30 a 40 días aproximadamente y se divide en dos etapas:

A) Etapa de llenado: cuando ya transcurre la fecundación de los granos comienza la fase del grano lechoso y pastoso, culminado cuando alcanza la madurez fisiológica.

b) Etapa de maduración: esta esta comprende la madurez fisiológica y la madurez de cosecha. Los granos deben perder humedad hasta alcanzar 22% aproximadamente.

2.6 Mejoramiento genético del cultivo de arroz

El mejoramiento del cultivo de arroz abarca un conjunto de nuevas resistencias a plagas y enfermedades, logrando una reducción del ciclo vegetativo y garantizando la calidad del grano obteniendo una gran cantidad de cultivares mejorados (García *et al*., 2014).

De acuerdo con Linscombe *et al.,* (1996); Wheeler *et al.*, (1997) citado en Nations, (2004), con la introducción de variedades tolerantes a los herbicidas postemergentes, se puede enfrentar al problema que se tiene por la infestación del arroz-maleza.

Delouche (2007) citado por Ortiz y López (2011), la implementación de esta tecnología es una poderosa herramienta para el control y un buen manejo de infestaciones provocada por el arroz rojo, pero dicha tecnología se debe utilizar de acuerdo a recomendación y protocolos; además, se debe utilizar estrategias preventivas con el fin de asegurar un buen manejo del cultivo.

Gunsolus (2002) citado en Presotto *et al*., (2012) menciona que un biotipo que tiene una resistencia cruzada puede ser una maleza o cultivo que ha obtenido un mecanismo de resistencia a un herbicida y a otros tipos de herbicidas. Esta resistencia adquirida puede ocurrir en la misma familia de herbicidas o en otra diferente familia, con el idéntico o distinto sitio de acción.

2.7 Tecnología Clearfield

Clearfield se enfoca en un sistema de producción agrícola de la BASF, que comprende una variedad seleccionada CLEARFIELD que adquirió un gen que confiere resistencia a los herbicidas de la familia de las imidazolinonas (IMI),con la utilización de buenas prácticas agrícolas contribuyen a expresar el potencial del sistema de producción de arroz Clearfield (Becerra et al. 2019).

El sistema Clearfield combina el desarrollo de nuevas variedades que fueron creadas por mutaciones y mejoramiento genético convencional inducido por medio de técnicas tradicionales obteniendo un sistema integrado de control de malas hierbas (Tomás Alvear, 2007).

2.8 Arroz Clearfield

El Dr. Tim Croughan fue el creador del arroz “Clearfield”. El profesor de biotecnología comenzó su investigación en el año de 1981. Al sumergir las semillas de arroz en una solución química provocaba un número de mutaciones al azar. Las semillas con mutaciones eran sembradas para luego ser rociadas con herbicidas, con el fin de obtener semillas resistentes. En el año de 1993 el doctor Croughan divisó una planta que se mantuvo viva luego de una aplicación de un herbicida de la compañía de la BASF y en el que 60 millones de ellas perecieron. No fue hasta el año de 1998 que obtuvieron una planta con resistencia suficiente para ser usada comercialmente (Pazos, 2007).

En el mundo solamente existen dos fuentes de resistencia a herbicidas con la tecnología Clearfield en arroz: la desarrollada por la Universidad de Luisiana en Estados Unidos y la desarrollada por el INTA. Cabe destacar que los materiales que son lanzados con la tecnología Clearfield no son arroz transgénicos, lo que permite promover su comercialización hacia los países que no permiten el ingresos de cultivos genéticamente modificado (INTA, 2015).

2.9 Herbicida de la familia de las imidazolinonas

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 marcado 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 mayorías 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 Mecanismo de acción

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 fitotoxico, 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 Resultados de la sobrevivencia/mortalidad en el semillero por la afectación del herbicida imazetapir.

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 altos 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 imazetapir”.

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, con 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[1/].

Figura 1. Vista satelital de la ubicación del ensayo experimental (se indica el lote con un rectángulo rojo señalado por una flecha blanca).

En la presente investigación se emplearon los métodos siguientes:

- Deductivo - inductivo
- Inductivo – deductivo y experimental

3.2 Factores estudiados

Variables Dependientes: Variabilidad de caracteres agronómicos y productivos de una progenie F2 de arroz tipo índica con el gen CLEARFIELD.

Variables Independientes: Capacidad productiva de los individuos de una progenie F2 de arroz con gen CLEARFIELD.

[1] /Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). 2018. Estación Agro meteorología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo.

3.3 Materiales genéticos

Como material genético de siembra, se utilizaron 11 progenies resultado de los cruces de un cultivar que se utilizó como femenino cruzados con 13 cultivares masculinos. Igualmente, se utilizaron 12 parentales como testigos para la realización de las comparaciones de las características agronómicas y productivas.

3.4 Tratamientos en estudio

Se evaluaron 24 tratamientos (Tabla 1), los 11 primeros constituyen las progenies F2 obtenidas a partir de los cruzamientos de 11 parentales masculinos con el parental femenino BR-101-UTB y los 13 restantes son los parentales que se estudiaron para realizar las comparaciones.

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

Tratamientos	Códigos de Cruzamientos y Parentales	Progenie/Parental
1	BR-101-UTB/BA-100-UTB	Progenie
2	BR-101-UTB/CA-102-UTB	Progenie
3	BR-101-UTB/FE-103-UTB	Progenie
4	BR-101-UTB/FI-104-UTB	Progenie
5	BR-101-UTB/FI-105-UTB	Progenie
6	BR-101-UTB/FI-106-UTB	Progenie
7	BR-101-UTB/FL-109-UTB	Progenie
8	BR-101-UTB/G-111-UTB	Progenie
9	BR-101-UTB/G-112-UTB	Progenie
10	BR-101-UTB/G-113-UTB	Progenie
11	BR-101-UTB/SH-108-UTB	Progenie
12	BR-101-UTB	Parental
13	BA-100-UTB	Parental
14	CA-102-UTB	Parental
15	FE-103-UTB	Parental
16	FI-104-UTB	Parental
17	FI-105-UTB	Parental
18	FI-106-UTB	Parental
19	FI-107-UTB	Parental
20	FL-109-UTB	Parental
21	G-111-UTB	Parental
22	G-112-UTB	Parental
23	G-113-UTB	Parental
24	SH-108-UTB	Parental

3.5 Análisis Estadísticos

La comparación de las medias de la población segregante y parentales se hizo mediante la prueba de Kruskal - Wallis; para identificar las diferencias entre los cruces.

3.6 Equipos, Pesticidas y Materiales

Los equipos que se utilizaron para el manejo del ensayo fueron los siguientes: Determinador de humedad marca John Deere SW5300, balanza gramera, calibrador, bomba de aspersión de 20 L.

Los materiales utilizados: Fundas, estaquillas, etiquetas, piolas, marcadores y por último los pesticidas tales como vitavax para el tratamiento de la semilla, pendimenthalin y butaclor para el control de malezas, Kresoxim metil (juwel) para el control de enfermedades, Lambdacihalotrina (engeo) + imidacloprid.

3.7 Manejo del ensayo

Para el normal desarrollo y el buen desempeño del cultivo, se realizaron las siguientes labores, como se mencionan a continuación.

3.7.1 Preparación del terreno

Para esta labor, se realizó un pase de rastra y posteriormente se llenó la piscina con agua, y con motocultor se fangueó el suelo hasta obtener uniformidad del mismo.

Figura 2. Proceso de fangueo con una maquinaria agrícola (motocultor).

3.7.2 Siembra

Se utilizó el sistema de trasplante a los 20 días de edad del semillero, plantas que se obtuvieron de un estudio anterior para identificación de individuos F2 resistentes al herbicida imazetapir. Este material de siembra provino de un estudio que se realizó, donde se aplicó el herbicida imazetapir para seleccionar los individuos que heredaron la resistencia a este herbicida.

Figura 3. Tratamientos que fueron resistentes a la aplicación del herbicida imazetapir (A). Trasplante del material resistente al nuevo bloque de investigación (B).

3.7.3 Riego

Se procedió esta labor, conforme a los requerimientos hídricos del cultivo de arroz, en el cual se mantuvo una lámina de agua de 10 a 15 cm, utilizando el método de inundación, aplicando el riego cada 5 días, aproximadamente.

Figura 4. Supervisión de la bomba de riego para su correcto encendido (A). Supervisión del riego en el cultivo (B).

3.7.4 Fertilización

La fertilización que se realizó fue de acuerdo al área experimental de la investigación, se realizaron tres fertilizaciones edáficas. La primera fertilización se aplicó 4 kg de DAP, 2 kg de muriato de potasio, la segunda fertilización se aplicó 10 kg de abono completo, la tercera fertilización se aplicó 10 kg de UREA.

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

3.7.5 Control de malezas

En el transcurso del ciclo del cultivo, se realizó una aplicación pre emergente, aplicándose 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. Preparación de la bomba de aspersión con el producto (A) y (B). Aplicación del herbicida en la parcela experimental (C). Control manual de la maleza en la parcela experimental (D).

3.7.6. Control fitosanitario

Durante el ciclo del cultivo, se realizaron controles para controlar los insectos y enfermedades que ocasionaron daño en la plantación, se realizaron monitoreo con el fin de contrarrestar el ataque y no perjudicar al cultivo.

Se aplicaron dos funguicidas, 70 cc Kresoxim metil (Juwel) + 30cc Himidaclopird. Para el control de insectos se aplicó Lambdacihalotrina (engeo) 20 cc.

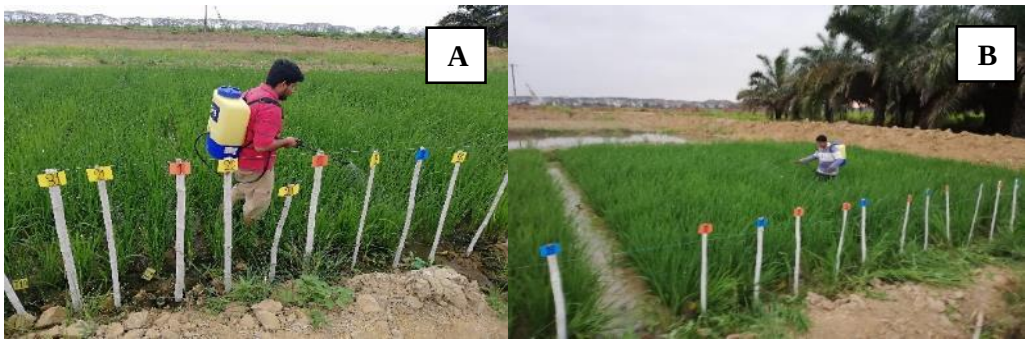

Figura 7. Aplicación de funguicida, 70 cc de juwel + 300 Himidaclopird (A).Aplicación de insecticida, 20 cc de engeño (B).

3.7.7 Cosecha

Se cosechó cada segregante de cada cruce por separado cuando las plantas cumplieron su fase de madurez fisiológica. Se procedió a colocar las panículas en fundas de papel con su etiquetado y su respectivo nombre del cruce, el número de la planta y la fecha de cosecha.

Figura 8. Cosecha de cada línea del área experimental (A), (B) y (C).Secado al sol de las semillas de cada tratamiento en cajas de cartón (D).

3.8 Variables evaluadas

3.8.1 Vigor

Se evaluó el vigor en cada individuo del cruce a los 50 días después del trasplante y se utilizó la escala del sistema de evaluación estándar para arroz desarrollado por el CIAT (Tabla 2).

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

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

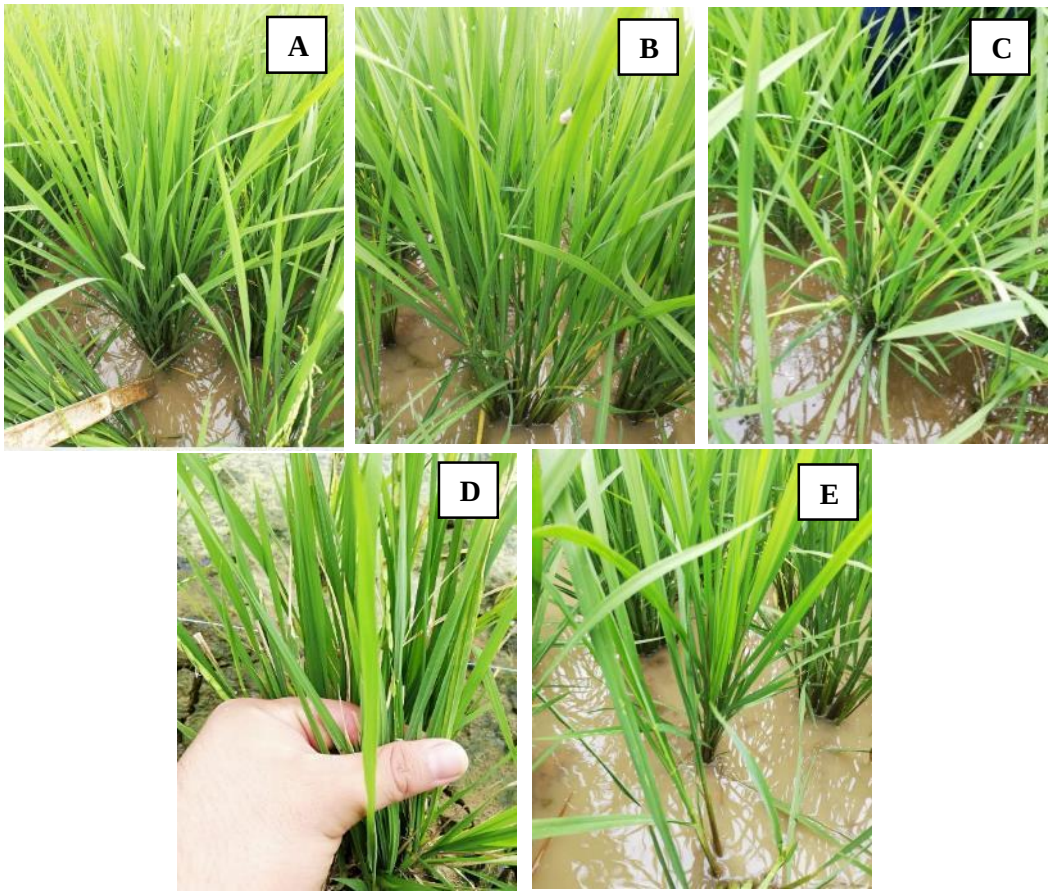

Figura 9. Plantas muy vigorosas 1 (A). Plantas vigorosas 3 (B). Plantas intermedias o normales 5 (C). Plantas menos vigorosas que lo normal 7(D). Plantas muy débiles o pequeñas 9 (E).

3.8.2 Floración

Igualmente, se registraron los días que transcurrieron desde el inicio de la siembra hasta cuando la planta presentó el 60% de panículas emergidas. En el transcurso de la toma de dato se tomaron tres fechas de floración.

Figura 10. Toma de datos de la floración cuando presentaban 60% de panículas desarrolladas (A), (B) y (C).

3.8.3 Ciclo vegetativo (días)

Se registró el tiempo que transcurrió desde el trasplante hasta la madurez fisiológica observado al momento de la cosecha.

3.8.4 Altura de planta (cm)

Se evaluó la altura de la planta de arroz en centímetros, cuando estuvo en la fase de maduración, se procedió a medir desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panícula más sobresaliente.

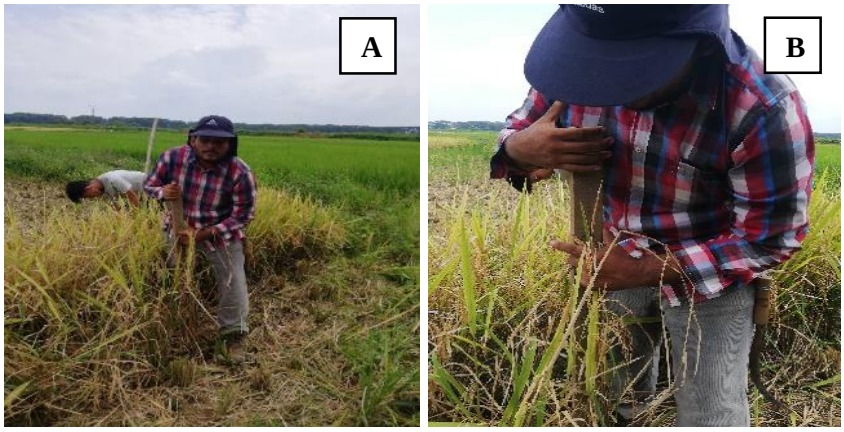

Figura 11. Medición de la plantas desde la base hasta la hoja bandera (A) y (B).

3.8.5 Panículas por planta

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

Figura 12. Conteo de panícula en el área experimental (A y B).

3.8.6 Longitud de panícula (cm)

Se procedió a evaluar al azar tres panículas por planta en la fase de maduración, y se medió en centímetros desde el nudo ciliar hasta el ápice de la panícula, pero descartando la arista del último grano.

3.8.7 Granos por panícula

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

3.8.8 Esterilidad (%)

Se realizó la evaluación de tres panículas al azar de cada planta que se encontraba en la fase de maduración, se procedió a realizar el conteo de todos los granos fértiles (llenos) y estériles (vanos). Con estos valores, se calculó el porcentaje de esterilidad de esta.

3.8.9 Peso de 1000 granos (g)

Se contabilizaron 1000 granos por planta, considerando únicamente los granos que estaban sanos y no afectados por enfermedades o insectos, se procedió al pesado de granos expresando su valor en gramos. Para esto, se utilizó una balanza de precisión para obtener los valores requeridos.

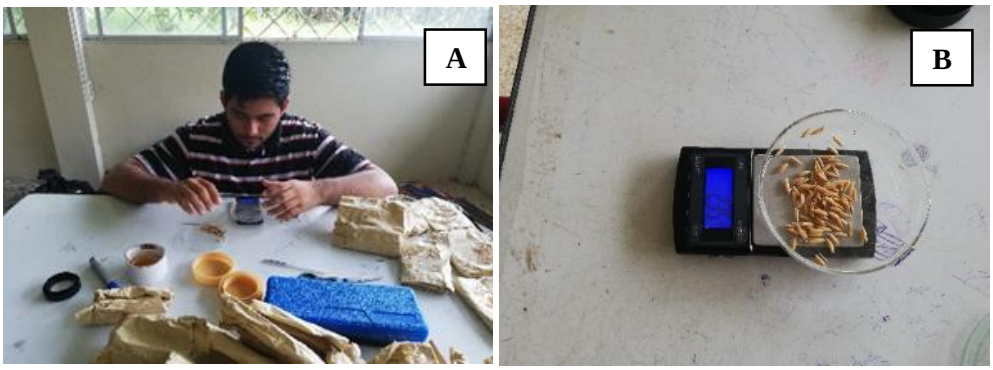

Figura 13. Contabilización de los 1000 granos de arroz (A) y obtención del peso en una balanza gramera (B).

3.8.10 Rendimiento (g/planta)

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

3.8.11 Longitud de grano (mm)

Se tomaron al azar tres granos por planta, se descascararon y se midió la longitud de cada grano en milímetros, los datos obtenidos se sumaron y se promediaron; el resultado que se obtuvo del promedio se utilizó 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 estándar 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

3.8.12 Ancho de grano (mm)

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

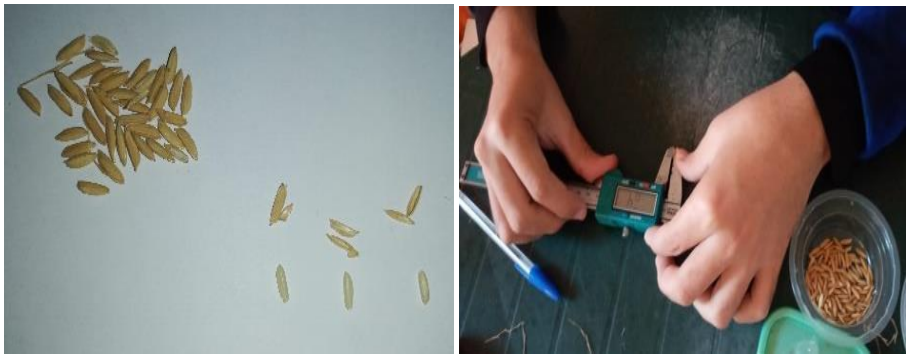

Figura 14. Evaluación del ancho de tres granos descascarados al azar, medido con un calibrador (A) y (B).

3.8.13 Forma del grano

Con los datos de longitud y ancho de los granos descascarados, se determinó 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,	9

IV RESULTADOS

4.1 Vigor

En lo que respecta a la variable vigor, el mayor vigor de planta lo obtuvo el parental FI-106 con un promedio de 4,41, siendo significativamente igual al parental FI-104 con una media de 4,50 y a la progenie BR-101/FI-105, con una media de 4.64. El genotipo que presentó menos vigorosidad fue el parental CA-102, que obtuvo una media de 6.75.

Tabla 5. 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.

Tratamientos	Medias	Rango	Comparación					
FI-106	4,41	855,53	A					
FI-104	4,50	915,23	A					
BR-101/FI-105	4,69	1034,57	A					
FL-109	4,64	1040,32	A	B				
BR-101/G-111	4,60	1060,75	A	B				
BR-101/FI-106	4,85	1068,35	A	B				
G-111	4,95	1118,05	A	B	C			
BR-101/FI-104	5,07	1171,05	A	B	C			
BR-101/FE-103	5,09	1180,98	A	B	C			
BR-101/CA-102	5,21	1219,51	A	B	C	D		
BR-101	5,32	1264,04	A	B	C	D	E	
BR-101/BA-100	5,38	1307,69		B	C	D	E	
BA-100	5,44	1321,44		B	C	D	E	
BR-101/G-113	5,50	1323,25			C	D	E	
BR-101/G-112	5,40	1323,98			C	D	E	
BR-101/SH-108	5,41	1338,24			C	D	E	
BR-101/FL-109	5,51	1402,11			C	D	E	
FI-105	5,56	1419,97			C	D	E	
G-112	5,60	1429,11				D	E	
SH-108	5,65	1447,36				D	E	
G-113	5,68	1513,87					E	
FE-103	5,74	1516,09					E	
CA-102	6,75	1944,80						F

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

4.2 Floración

En lo que respecta a la variable floración, el genotipo que presentó el menor tiempo fue el parental SH-108 con una media de 67,60 días, siendo estadísticamente diferente al resto de los tratamientos. El análisis estadístico demostró que la progenie BR-101/G-113 obtuvo el mayor número de días, con una media de 80,37, siendo significativamente diferente al parental FE-103 con una media de 78,11 días.

Tabla 6. Floración (días) de los parentales y progenies F2 de arroz CLEARFIELD. Facultad de Ciencias Agropecuarias - UTB. Ecuador, 2020.

Tratamientos	Medias	Rango	Comparación					
SH-108	67,60	490,36	A					
G-113	69,58	693,83	B					
BR-101/FI-105	69,89	739,03	B					
FI-105	71,58	908,44	B	C				
FI-104	73,00	1045,21		C	D			
G-112	73,20	1063,30		C	D			
BA-100	73,41	1087,76		C	D	E		
BR-101/BA-100	73,59	1126,41		C	D	E		
BR-101/FI-104	73,53	1127,49		C	D	E		
FL-109	74,00	1145,50		C	D	E		
FI-106	74,00	1145,50		C	D	E	F	
BR-101/G-111	73,96	1174,14		C	D	E	F	
BR-101/FI-106	74,18	1194,41		C	D	E	F	
CA-102	74,50	206,11		C	D	E	F	
G-111	74,57	1213,60		C	D	E	F	
BR-101	74,65	1222,80		C	D	E	F	
BR-101/G-112	74,87	1263,42			D	E	F	
BR-101/SH-108	74,80	1265,12			D	E	F	
BR-101/FL-109	75,32	1316,08				E	F	
BR-101/FE-103	76,06	1405,29					F	G	
BR-101/CA-102	77,82	1596,64						G	
FE-103	78,11	1624,53						G	
BR-101/G-113	80,37	1884,17							H

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

4.3 Ciclo vegetativo

De acuerdo con los datos obtenidos en esta variable, el menor ciclo vegetativo lo obtuvo el parental SH-108 con una media de 97,60 días, siendo estadísticamente diferente al resto de los tratamientos. El análisis estadístico demuestra que la progenie BR-101/G-113 presentó el mayor ciclo vegetativo con una media de 110.37 días.

Tabla 7. Ciclo vegetativo (días) de los parentales y progenies F2 de arroz CLEARFIELD. Facultad de Ciencias Agropecuarias - UTB. Ecuador, 2020.

Tratamientos	Medias	Rango	Comparación							
SH-108	97,60	490,36	A							
G-113	99,58	693,83	A	B						
BR-101/FI-105	99,89	739,03		B						
FI-105	101,58	908,44		B	C					
FI-104	103,00	1045,21			C	D				
G-112	103,20	1063,30			C	D				
BA-100	103,41	1087,76			C	D	E			
BR-101/BA-100	103,59	1126,41			C	D	E			
BR-101/FI-104	103,53	1127,49			C	D	E			
FL-109	104,00	1145,50			C	D	E			
FI-106	104,00	1145,50			C	D	E	F		
BR-101/G-111	103,96	1174,14			C	D	E	F		
BR-101/FI-106	104,18	1194,41			C	D	E	F		
CA-102	104,50	1206,11			C	D	E	F		
G-111	104,57	1213,60			C	D	E	F		
BR-101	104,65	1222,80			C	D	E	F		
BR-101/G-112	104,87	1263,42				D	E	F		
BR-101/SH-108	104,80	1265,12				D	E	F		
BR-101/FL-109	105,32	1316,08					E	F		
BR-101/FE-103	106,06	1405,29						F	G	
BR-101/CA-102	107,82	1596,64							G	
FE-103	108,11	1624,53							G	
BR-101/G-113	110,37	1884,17								H

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

4.4 Altura de planta (cm)

El menor valor obtenido en esta variable, se registró en el parental BR-101 con una media de 84,03 cm, el cual fue estadísticamente diferente al resto de los tratamientos. Estadísticamente los tratamientos G-111 y FL-109 con un promedio de 100,40 cm y 98,79 cm respectivamente, fueron estadísticamente similares entre sí y presentaron con la mayor altura de planta.

Tabla 8. Altura de planta (cm) de los parentales y progenies F2 de arroz CLEARFIELD. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020.

Tratamientos	Medias	Rango	Comparación								
BR-101	84,03	488,82	A								
SH-108	87,68	759,24	A	B							
BR-101/FE-103	87,90	794,07	A	B							
FE-103	88,06	808,07	A	B	C						
FI-106	89,18	857,76	A	B	C	D					
BR-101/G-113	89,11	867,83		B	C	D					
G-113	90,50	978,78		B	C	D	E				
BA-100	90,51	987,61		B	C	D	E				
CA-102	89,72	990,64		B	C	D	E				
FI-105	91,47	1122,81			C	D	E	F			
G-112	92,23	1159,71				D	E	F	G		
BR-101/FI-104	92,52	1208,51				D	E	F	G		
BR-101/BA-100	92,89	1243,93					E	F	G		
BR-101/G-112	93,25	1284,51					E	F	G		
FI-104	93,55	1291,95					E	F	G		
BR-101/FI-106	93,57	1305,59						F	G		
BR-101/G-111	95,46	1371,32							G		
BR-101/SH-108	94,39	1375,52							G		
BR-101/FI-105	94,71	1396,62							G	H	
BR-101/CA-102	96,08	1541,49								H	I	
BR-101/FL-109	96,81	1581,98									I	
FL-109	98,79	1829,22										J
G-111	100,40	1976,92										J

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

4.5 Panículas por planta

De acuerdo al 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 y es significativamente diferente al resto de tratamientos. El menor número de panículas por planta, lo presentó el progenitor CA-102 con una media de 8.78.

Con la finalidad de dar cumplimiento al objetivo 3 donde se refiere a la selección de individuos de mejores características agronómicas, dentro de una progenie F2, se utilizó este análisis para definir que las progenies BR-101/FE-103, BR-101/G-112, BR-101/CA-102 y BR-101/G-113 fueron seleccionadas por presentar rangos de 18,5 a 23,73 panícula/planta, aunque son estadísticamente diferentes, solo las progenies que alcanzaron los mayores promedios.

Tabla 9. Panículas por planta de los parentales y progenies F2 de arroz CLEARFIELD. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020.

Tratamientos	Medias	Rango	Comparación					
CA-102	8,78	348,92	A					
G-113	11,42	540,03	A	B				
FL-109	11,41	565,60	A	B				
FI-106	11,59	580,79	A	B				
FE-103	11,80	639,21	A	B				
SH-108	12,13	659,01	A	B				
FI-105	11,88	666,71	A	B				
G-112	12,40	702,14		B				
G-111	12,50	715,36		B				
BA-100	12,41	727,38		B				
FI-104	15,85	1112,34			C			
BR-101/BA-100	16,10	1130,84			C			
BR-101/FL-109	16,92	1243,19			C			
BR-101/FI-106	17,17	1246,93			C			
BR-101/G-111	17,09	1247,15			C			
BR-101/SH-108	17,19	1272,90			C	D		
BR-101/FI-104	17,37	1289,13			C	D		
BR-101/FI-105	17,75	1310,59			C	D	E	
BR-101/FE-103	18,50	1396,76				D	E	F
BR-101/G-112	19,63	1443,87					E	F
BR-101/CA-102	19,58	1500,99						F
BR-101/G-113	21,74	1741,42							G
BR-101	22,73	1801,23							G

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

4.6 Longitud de panícula (cm)

Según el resultado estadístico para la variable longitud de panícula, se determinó que el parental FI-106 obtuvo el mayor valor con un promedio de 25.39 cm, siendo superior estadísticamente al resto de los tratamientos. Los resultados más bajos lo presentaron la progenie BR-101/BA-100 y el parental G-112, con 21,18 cm y 21.62 cm, respectivamente.

Tabla 10. Longitud de panícula (cm) de los parentales y progenies F2 de arroz CLEARFIELD. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020.

Tratamientos	***Medias***	***Rango***	***Comparación***							
BR-101/BA-100	21,18	750,51	A							
G-112	21,62	799,24	A							
BA-100	22,04	933,73	A	B						
BR-101/G-112	22,25	1065,85		B	C					
BR-101/FL-109	22,39	1127,11		B	C	D				
BR-101	22,55	1144,50		B	C	D	E			
BR-101/FE-103	22,52	1149,55		B	C	D	E			
BR-101/G-113	22,51	1166,56		B	C	D	E			
BR-101/FI-104	22,69	1209,74			C	D	E			
BR-101/CA-102	22,67	1224,41				D	E			
BR-101/FI-105	22,74	1247,05				D	E			
BR-101/SH-108	23,03	1320,62					E	F		
BR-101/G-111	23,12	1322,02					E	F		
FL-109	23,10	1449,26					E	F	G	
G-111	23,52	1531,60						F	G	
BR-101/FI-106	23,61	1548,51							G	
G-113	23,82	1600,55							G	
CA-102	23,90	1633,13							G	
FE-103	24,08	1645,04							G	
FI-104	24,08	1717,94							G	
SH-108	24,10	1735,13							G	H
FI-105	24,47	1754,76							G	H
FI-106	25,39	2136,68								H

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

4.7 Granos por panícula

El análisis estadístico determinó que el parental G-112 con un promedio de 112,48 presentó el mayor valor de granos por panícula y fue estadísticamente superior al resto de los tratamientos. Con el menor valor se presentaron el parental FI-106 y la progenie BR-101/FE-13 con una media de 75,00 y 77,74, respectivamente.

Tabla 11. Granos por panícula de los parentales y progenies F2 de arroz CLEARFIELD. Facultad de Ciencias Agropecuarias-UTB. Ecuador, 2020.

Tratamientos	Medias	Rango	Comparación						
FI-106	75,00	825,38	A						
BR-101/FE-103	77,74	919,37	A						
FL-109	80,59	1031,50	A	B					
BR-101/G-113	81,69	1066,64	A	B					
BR-101	82,70	1093,88	A	B	C				
BR-101/FI-104	83,60	1099,05	A	B	C				
BR-101/FI-105	84,01	1122,85	A	B	C				
BR-101/CA-102	86,65	1129,08	A	B	C				
BR-101/FL-109	84,53	1152,33	A	B	C				
CA-102	85,31	1193,45	A	B	C	D			
FE-103	86,66	1199,67	A	B	C	D			
BR-101/BA-100	87,11	1203,39	A	B	C	D			
FI-105	86,26	1214,01	A	B	C	D			
BR-101/G-111	87,64	1246,37		B	C	D			
BR-101/FI-106	88,12	1298,09			C	D			
BR-101/SH-108	90,89	1343,39			C	D			
BR-101/G-112	93,36	1461,30				D	E		
G-111	98,60	1651,39					E	F	
BA-100	97,68	1668,65					E	F	
FI-104	103,43	1804,34						F	G
SH-108	105,18	1867,70						F	G
G-113	112,39	1935,25						F	G
G-112	112,48	1991,20							G

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

4.8 Esterilidad (%)

Con respecto a esta variable, el menor porcentaje de esterilidad, lo obtuvieron los parentales SH-108 y FL-109 presentando medias de 5,63 y 5,44%, respectivamente; siendo superior estadísticamente al resto de los tratamientos. Con el mayor porcentaje de esterilidad se presentó la progenie BR-101/FI-105 con una media de 18,02 %.

Tabla 12. Esterilidad (%) de los parentales y progenies F2 de arroz CLEARFIELD. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020.

Tratamientos	Medias	Rango	Comparación							
SH-108	5,63	379,65	A							
FL-109	5,44	379,88	A							
FI-105	6,51	496,43	A	B						
FI-106	7,24	512,32	A	B	C					
G-111	8,17	675,67	A	B	C					
BA-100	9,22	719,48		B	C					
G-112	10,68	859,19			C	D				
FI-104	10,73	884,24			C	D				
G-113	12,42	1041,82				D	E			
BR-101/G-113	12,82	1078,82				D	E			
BR-101/G-112	13,41	1153,11				D	E			
BR-101/G-111	13,95	1160,40				D	E			
CA-102	13,28	1176,11				D	E	F		
BR-101/FI-104	14,41	1225,46					E	F		
BR-101	14,89	1314,14					E	F	G	
BR-101/FI-106	15,34	1327,46						F	G	
BR-101/BA-100	15,81	1360,95						F	G	
BR-101/SH-108	16,80	1402,36						F	G	
BR-101/FL-109	16,13	1426,67						F	G	
BR-101/CA-102	16,60	1461,70							G	H
FE-103	17,40	1529,61							G	H
BR-101/FE-103	18,31	1530,94							G	H
BR-101/FI-105	18,02	1581,44								H

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

4.9 Peso de 1000 granos (g)

Mediante el análisis estadístico se determinó que los parentales FE-103, FI-105 y G-111 con un promedio 29,10, 29,08 y 28,32 gramos respectivamente; fueron estadísticamente superiores al resto de los tratamientos. Con el promedio más bajo se presentó la progenie BR-101/G-113 con una media de 23,16 g.

Tabla 13. Peso de 1000 granos (g) de los parentales y progenies F2 de arroz CLEARFIELD. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020.

Tratamientos	Medias	Rango	Comparación							
BR-101/G-113	23,16	425,92	A							
BR-101	24,31	692,28	B							
SH-108	24,63	779,85	B							
BR-101/FL-109	24,73	898,86	B	C						
BR-101/BA-100	25,00	1033,98		C	D					
BR-101/SH-108	25,02	1045,27			D					
BR-101/G-112	25,61	1207,05				E				
BR-101/CA-102	25,41	1243,32				E	F			
BR-101/G-111	25,74	1272,39				E	F			
BR-101/FI-104	25,84	1312,50				E	F			
BR-101/FE-103	25,96	1336,03				E	F			
FI-104	26,18	1448,10				E	F	G		
G-112	26,25	1451,34				E	F	G		
BA-100	26,29	1476,79					F	G		
BR-101/FI-105	26,56	1553,87						G		
BR-101/FI-106	26,57	1559,38						G		
G-113	27,01	1713,95						G	H	
FL-109	26,93	1733,51						G	H	
CA-102	27,19	1740,00						G	H	
FI-106	27,95	2070,15							H	I
G-111	28,32	2135,10								I
FI-105	29,08	2278,19								I
FE-103	29,10	2290,11								I

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

4.10 Rendimiento (g/planta)

Con respecto a los resultados para esta variable, los progenitores y progenies BR-101/G-113, BR-101/CA-102, FI-104, BR-101/G-112 y BR-101 presentaron medias de 41,15; 41,87; 42,70; 46,47 y 46,0 g/planta, respectivamente; obteniendo los mayores rendimientos, siendo estadísticamente superiores al resto de tratamientos. Con el menor rendimiento se presentó el parental CA-102, con promedio de 20,31 g/planta.

Para cumplir con el objetivo 3 que refiere a la selección de individuos de mejores características productivas entre las progenies F2. En esta investigación se ha utilizado este mismo resultado estadístico para seleccionar las progenies BR-101/G-111, BR-101/FI-105, BR-101/SH-108, BR-101/FI-106, BR-101/G-113, BR-101/CA-102 y BR-101/G-112, por presentar rangos de 38,32 a 46 g/planta y que a la vez son estadísticamente similares.

Tabla 14. Rendimiento (g/planta) de los parentales y progenies F2 de arroz CLEARFIELD. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020.

Tratamientos	Medias	Rango	Comparación				
CA-102	20,31	445,25	A				
FI-106	24,12	586,18	A	B			
FL-109	24,64	622,65	A	B			
FE-103	30,11	908,94		B	C		
FI-105	30,16	919,55		B	C		
SH-108	31,55	993,83			C	D	
BA-100	31,73	1000,52			C	D	
BR-101/BA-100	35,58	1107,38			C	D	
G-113	34,05	1115,83			C	D	E
G-111	34,95	1133,49			C	D	E
BR-101/FL-109	35,27	1138,42			C	D	E
BR-101/FI-104	37,28	1208,69				D	E
BR-101/FE-103	37,41	1210,67				D	E
G-112	37,50	1251,20				D	E	F
BR-101/G-111	38,32	1261,39					E	F
BR-101/FI-105	39,90	1289,97					E	F
BR-101/SH-108	39,07	1292,05					E	F
BR-101/FI-106	39,91	1346,60					E	F
BR-101/G-113	41,15	1402,61						F
BR-101/CA-102	41,87	1414,06						F
FI-104	42,70	1481,98						F
BR-101/G-112	46,47	1527,47						F
BR-101	46,00	1554,39						F

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

4.11 Longitud de grano (mm) descascarado

Por medio del análisis estadístico, se determinó que el parental FE-103 con una media de 8,26 mm es considerado un grano extra largo según el sistema de evaluación CIAT y es estadísticamente superior al resto de los tratamientos. Con el valor más bajo se presentaron los parentales FI-105, G-111 y SH-108 con medias de 6,90, 6,95 y 6,97mm que según la escala son considerados granos largos.

Tabla 15. Longitud de grano (mm) de los parentales y progenies F2 de arroz CLEARFIELD. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020.

Tratamientos	Medias	Rango	Comparación							
FI-105	6,90	527,21	A							
G-111	6,95	603,95	A							
SH-108	6,97	621,23	A							
FI-106	6,98	657,76	A	B						
FL-109	7,05	793,82	A	B						
BA-100	7,09	968,35		B	C					
G-112	7,12	988,13		B	C	D				
CA-102	7,16	1039,02		B	C	D	E			
BR-101/BA-100	7,14	1087,65			C	D	E			
BR-101/FI-105	7,16	1124,00			C	D	E			
BR-101/FL-109	7,18	1159,06			C	D	E			
BR-101/FI-106	7,19	1200,31			C	D	E	F		
BR-101/G-112	7,21	1204,28			C	D	E	F		
FI-104	7,20	1219,10			C	D	E	F	G	
BR-101/G-113	7,21	1219,30				D	E	F	G	
BR-101/FI-104	7,24	1269,67				D	E	F	G	
BR-101/G-111	7,24	1286,68				D	E	F	G	
BR-101	7,24	1298,08				D	E	F	G	
G-113	7,26	1335,51					E	F	G	
BR-101/CA-102	7,26	1344,89						F	G	
BR-101/SH-108	7,29	1376,08							G	
BR-101/FE-103	7,55	1902,17								H
FE-103	8,26	2431,49								I

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

4.12 Ancho de grano (mm)

El resultado obtenido por el análisis estadístico en esta variable determinó que el parental CA-102, con una media de 2,43 mm presentó el mayor ancho, siendo superior estadísticamente al resto de los tratamientos. Con menor valor se presentaron los parentales G-113, FL109, SH-108, FI-106, FI-105, G-111 con medias de 1,92, 1,95, 1,97, 1,99, 1,99 y 2,00 mm, respectivamente.

Tabla 16. Ancho de grano (mm) de los parentales y progenies F2 de arroz CLEARFIELD. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020.

Tratamientos	Medias	Rango	Comparación							
G-113	1,92	47,71	A							
FL-109	1,95	73,41	A							
SH-108	1,97	106,06	A							
FI-106	1,99	127,50	A							
FI-105	1,99	171,59	A							
G-111	2,00	173,01	A							
BR-101/G-113	2,12	586,52		B						
FE-103	2,17	914,60			C					
BR-101	2,18	973,43			C					
BR-101/FE-103	2,18	999,91			C					
BR-101/CA-102	2,19	1081,08			C					
BR-101/SH-108	2,22	1278,16				D				
BR-101/FL-109	2,23	1364,25				D	E			
BR-101/BA-100	2,23	1384,47				D	E			
BR-101/G-112	2,24	1411,70				D	E			
BR-101/FI-104	2,26	1508,60					E	F		
BR-101/G-111	2,27	1617,25						F	G	
BR-101/FI-105	2,28	1684,27						F	G	
FI-104	2,28	1715,83						F	G	
BR-101/FI-106	2,29	1731,06							G	
G-112	2,29	1804,04							G	
BA-100	2,29	1814,52							G	
CA-102	2,43	2312,92								H

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

4.13 Forma de grano.

Los resultados del análisis estadístico para esta variable, los parentales FE-113 y G-113 presentaron una relación largo/ancho, con una media de 3.80, clasificándose como delgados de acuerdo a la escala del sistema estándar para el cultivo de arroz del CIAT, siendo estadísticamente diferentes al resto de los tratamientos. Con el valor más alto de 2,95 el parental CA-102 se clasificó como grano medio de acuerdo con la escala estandarizada del CIAT.

Tabla 17. Relación longitud - ancho del grano de los parentales y progenies F2 de arroz CLEARFIELD. Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTB. Ecuador, 2020.

Tratamientos	Medias	Rango	Comparación								
CA-102	2,95	304,69	A								
BA-100	3,10	616,39	A	B							
G-112	3,11	635,86	A	B							
FI-104	3,16	824,83		B	C						
BR-101/FI-105	3,15	846,30		B	C						
BR-101/FI-106	3,15	854,49		B	C						
BR-101/G-111	3,19	963,23			C	D					
BR-101/BA-100	3,21	989,64			C	D					
BR-101/FI-104	3,22	1036,48			C	D					
BR-101/FL-109	3,22	1043,56			C	D					
BR-101/G-112	3,23	1071,36				D					
BR-101/SH-108	3,29	1269,32					E				
BR-101/CA-102	3,32	1381,53					E				
BR-101	3,32	1400,50					E				
BR-101/G-113	3,40	1660,26						F			
FI-105	3,47	1815,21						F	G		
BR-101/FE-103	3,47	1842,87							G		
G-111	3,48	1942,89							G	H	
FI-106	3,51	2020,76							G	H	I
SH-108	3,54	2096,66							G	H	I
FL-109	3,61	2193,77								H	I
G-113	3,80	2317,88									I
FE-103	3,80	2374,94									I

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

V DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación con respecto a la variable vigor, el mayor resultado lo obtuvo el parental FI-106 con un promedio de 4,41, siendo significativamente igual al parental FI-104 con una media de 4,50 y a la progenie BR-101/FI-105, con una media de 4.64, estos resultados difieren con la investigación de Borja (2016) quien obtuvo una media de 3 con respecto al cruce DH/JP002 que correspondió al mayor vigor.

Según los resultados para el ciclo vegetativo, el parental SH-108 obtuvo un promedio de 97,60 días, resultados similares fueron presentados por Arana Vera (2016), quien determinó que el ciclo vegetativo, en parentales JP00-1, JP00-4 fue de 96 a 106 días.

En relación con la variable de panículas por planta, el parental BR-101 obteniendo el mayor resultado con una media de 22.73. Estos resultados son diferentes a la investigación realizada por Borja (2016) quien obtuvo una media de 11,8 panículas partir del cruce JP002/JP001.

De acuerdo al ancho del grano se determinó que el parental CA-102 obtuvo el mayor ancho de 2.43 mm, estos resultados se diferencian de los obtenidos por Arana Vera (2016), quien obtuvo dos progenitores JP00-3 y JP00-4 con una media de 3,00.

En cuanto a la variable longitud del grano, el parental FE-103 obtuvo una media de 8,26 mm considerado como un grano extra largo según el sistema de evaluación CIAT y siendo superior al resto de los tratamientos. Estos resultados coinciden con la investigación realizada por Amat (2019), quien obtuvo granos con longitud superior en las progenies G-111/Br-101, FE-103/BR-101, y Br-101/FE-103 con una media de 7,52, 7,92, 7,95 mm.

Con respecto al peso de 1000 granos, se determinó que los parentales FE-103, FI-105 y G-111 con un promedio 29,10, 29,08 y 28,32 gramos, respectivamente; fueron superiores al resto de los tratamientos. Estos resultados difieren del trabajo de investigación para la determinación de la heterosis en una población F1 realizado por Amat (2019) en el cual se obtuvo rangos entre 23,61 y 26,72 gramos. En el presente estudio este rango fue superior.

VI CONCLUSIONES

Con los resultados que se obtuvieron en la presente investigación "Variación morfoagronómica y productiva de líneas F_2 de arroz (*Oryza sativa* L.), derivadas de cruces con un progenitor femenino resistente al herbicida imazetapir, se puede concluir lo siguiente:

Según los resultados obtenidos, se observó que todos los tratamientos presentaron una alta variabilidad, ya que en todas las variaciones se registra diferencias altamente significativas.

Con respecto al rendimiento (g/planta), se determinó que las progenies BR-101/G-113, BR-101/CA-102, FI-104, BR-101/G-112 y BR-101 fueron estadísticamente superiores al resto de los tratamientos, presentando medias de 41,15; 41,87; 42,70; 46,47 y 46,0 panícula/planta con lo cual se comprueba los buenos rendimientos que pueden presentar estos genotipos.

FE-103 estuvo presente en las variables longitud de grano, peso de 1000 granos, floración. La BR-101/G-113 en la floración, ciclo vegetativo, panícula por planta, rendimiento. La G-111 en altura de planta, peso de 1000 granos. La SH-108 en cambio presentó características inferiores en ancho del grano, longitud del grano, esterilidad al igual que el FL-105 ancho y longitud del grano.

Se seleccionaron las mejores progenies con características agronómicas y productivas superiores: Una de las características agronómicas de mayor relevancia fue el número de panículas que presentaron las progenies BR-101/FE-103, BR-101/G-112, BR-101/CA-102 y BR-101/G-113, seleccionadas por presentar rangos de 18,5 a 23,73 panícula/planta, aunque estadísticamente son diferentes, fueron las progenies que alcanzaron los mayores promedios. Se seleccionaron las progenies de mejores características productivas, entre ellas las progenies BR-101/G-111, BR-101/FI-105, BR-101/SH-108, BR-101/FI-106, BR-101/G-113, BR-101/CA-102 y BR-101/G-112, por presentar rangos de 38,32 a 46 g/planta y que a la vez son estadísticamente similares.

VII RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, se sugiere las siguientes recomendaciones.

Se recomienda sembrar las líneas que obtuvieron las características más satisfactorias al evaluar el comportamiento agronómico y productivo.

También se recomienda realizar nuevos ensayos en diferentes zonas arroceras de mayor producción.

Se recomienda seguir la investigación hasta obtener líneas puras para su comercialización.

VIII RESUMEN

El presente ensayo 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 variación morfoagronómica y productiva de líneas F2 de arroz (*Oryza sativa* L.), derivadas de cruces con un progenitor femenino resistente al herbicida imazetapir. La variables evaluadas fueron: Vigor, Floración, Ciclo vegetativo, Altura de planta (cm), Panículas por planta, Longitud de panícula (cm), Granos por panícula, Esterilidad %, peso de 1000 granos (g), Rendimiento (g/planta), Forma de grano, Longitud y Ancho de grano (mm).

Según los resultados obtenidos, se observó que todos los tratamientos presentaron una alta variabilidad, ya que en todas las variaciones se registra diferencias altamente significativas. Con relación a los resultados, respecto al rendimiento (g/planta), se determinó que las progenies BR-101/G-113, BR-101/CA-102, FI-104, BR-101/G-112 y BR-101 fueron estadísticamente superiores al resto de los tratamientos, presentando medias de 41,15; 41,87; 42,70; 46,47 y 46,0 g/planta.

Se seleccionaron las mejores progenies con características agronómicas y productivas superiores: Una de las características agronómicas de mayor relevancia fue el número de panículas que presentaron las progenies BR-101/FE-103, BR-101/G-112, BR-101/CA-102 y BR-101/G-113, seleccionadas por presentar rangos de 18,5 a 23,73 panícula/planta, aunque estadísticamente son diferentes, fueron las progenies que alcanzaron los mayores promedios. Se seleccionaron las progenies de mejores características productivas, entre ellas las progenies BR-101/G-111, BR-101/FI-105, BR-101/SH-108, BR-101/FI-106, BR-101/G-113, BR-101/CA-102 y BR-101/G-112, por presentar rangos de 38,32 a 46 g/planta y que a la vez son estadísticamente similares.

Palabras Claves: Arroz, Progenies F2, variación morfoagronómica y productiva, Imazetapir.

IX SUMMARY

This experiment was carried out on the premises of the Experimental Farm "San Pablo" of the Faculty of Agricultural Sciences, at the Babahoyo Technical University, located at KM 7.5 of the Babahoyo – Montalvo road. The main objective of the study was to evaluate the morphoagronomic and productive variation of F2 lines of rice (*Oryza sativa* L.), derived from the crosses with a female progenitor resistant to imazetapir herbicide. The evaluated variables were: Vigor, Flowering, Vegetative Cycle, Plant Height (cm), Panicles per Plant, Panicle Length (cm), Grains per Panicle, Sterility %, Weight of 1000 Grains (g), Yield (g/Plant), Grain Shape, Grain Length and Width (mm).

Based on the results obtained, it was observed that all treatments had a high variability, since in all variables there are highly significant differences. With respect to yield (g/plant), it was determined that the BR-101/G-113, BR-101/CA-102, FI-104, BR-101/G-112 and BR-101 progenies were statistically higher than other treatments, with an average of 41.15; 41,87; 42,70; 46.47 and 46.0 g/plant.

The best progenies with superior agronomic and productive characteristics were selected: One of the most important agronomic characteristics was the number of panicles presented by br-101/FE-103 progenies, BR-101/G-112, BR-101/CA-102 and BR-101/G-113, selected for presenting ranges from 18.5 to 23.73 panicle/plant, although they were statistically different, were the progenies that reached the highest averages. The most productive progenies were selected, including BR-101/G-111, BR-101/FI-105, BR-101/SH-108, BR-101/FI-106, BR-101/G-113, BR-101/CA-102 and BR-101/G-112, for presenting ranges from 38.32 to 46 g/plant while statistically similar.

Keywords: Rice, Progenies F2, morphoagronomic and productive variation, Imazetapir.

X BIBLIOGRAFÍA

Alava Vera, MF. 2018. La producción arrocera del Ecuador: Caso Samborondón, 2011-2015 (en línea). Disponible en chrome-extension://ohfgljdgelakfkefopgklcohadegdpjf/https://www.revistaespacios.com/a18v39n34/a18v39n34p12.pdf.

Aldo Ferrero. 2004. Arroz-maleza, características biológicas y control (en línea, sitio web). Consultado 27 jul. 2020. Disponible en http://www.fao.org/3/y5031s09.htm.

Álvarez Córdova. 2018. Cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) (en línea). Disponible en chrome-extension://ohfgljdgelakfkefopgklcohadegdpjf/http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa_Arroz%202019.pdf.

Arana Vera, V.S. 2016. Hibridación interespecífica de arroz (*Oryza rufipogon* G. x *Oryza sativa* L. ssp. *japonica*) para la obtención de segregantes F1 con potencial genético en el desarrollo de germoplasma mejorado. (en línea). Babahoyo, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO. 82 p. Consultado 8 sep. 2020. Disponible en http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3255/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000035.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Becerra, V; Paredes, M; Donoso, G. 2019. Arroz sustentable: Sistema de Producción de Arroz Clearfield (en línea). Disponible en chrome-extension://ohfgljdgelakfkefopgklcohadegdpjf/http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR41484.pdf.

Borja Portilla, J.V. 2016. Identificación de segregantes F1 de arroz japónico (*Oryza sativa* L.) con características fenotípicas superiores de interés comercial (en línea). Babahoyo, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO. 89 p. Disponible en http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3343/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000003.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Censos, INEC. 2018. Seis cultivos con mayor producción en Ecuador (en línea, sitio web). Consultado 27 jul. 2020. Disponible en https://www.ecuadorencifras.gob.ec/2018-seis-cultivos-con-mayor-produccion-en-ecuador/.

Díaz Solís, SH; Morejón Rivera, R; Onicka Chisholm, O; Castro Álvarez, R. 2015. Evaluación de nuevas líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) obtenidas por hibridaciones dentro del Programa de Mejoramiento Genético del cultivo en Cuba. Cultivos Tropicales 36(3):115-123.

Ecuador, G-. 2007. Manual del Cultivo de Arroz. INIAP Archivo Histórico. 178 p.

FAO. 2004. Año Internacional del Arroz 2004: El arroz en el mundo (en línea, sitio web). Consultado 27 jul. 2020. Disponible en http://www.fao.org/rice2004/es/world.htm.

FAO, F. 2004. El arroz es la vida (en línea, sitio web). Consultado 27 jul. 2020. Disponible en http://www.fao.org/newsroom/es/focus/2004/36887/index.html.

García, O; Pérez, J; González, M. 2014. Producción de semilla de arroz con alta calidad, obtenidas en Pinar Del Rio (en línea). Disponible en chrome-extension://ohfgljdgelakfkefopgklcohadegdpjf/file:///C:/Users/PC/Downloads/CultivosTropicalesDeImportanciaEconomica.pdf.

Hernández Salgar. 2000. Biodiversidad y Variedades Vegetales (en línea). Disponible en chrome-extension://ohfgljdgelakfkefopgklcohadegdpjf/http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31365/10.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

INTA. 2015. Fundación Proarroz (en línea, sitio web). Consultado 27 jul. 2020. Disponible en http://proarroz.com.ar/informacion-de-interes/variedades-de-arroz/puita-inta-cl.

INTA, I. 2016. Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para el cultivo de Arroz en Corrientes (en línea). Disponible en chrome-extension://ohfgljdgelakfkefopgklcohadegdpjf/https://inta.gob.ar/sites/default/files/arroz_guia_2016-final.pdf.

Josep María & Franquet Bermis. 2004. Variedades y mejora del arroz (*Oryza sativa* L.) (en línea). Disponible en chrome-extension://ohfgljdgelakfkefopgklcohadegdpjf/http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:UNEDCentroAsociadoTortosa-Libros-5025/Franquet_Bernis_JoseMaria_Variedades.pdf.

Kraemer, AF; Marchesan, E; Avila, LA; Machado, SLO; Grohs, M. 2009. Destino ambiental dos herbicidas do grupo das imidazolinonas: revisão. Planta Daninha 27(3):629-639. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-83582009000300025.

Nations, F and AO of the U. 2004. Manejo de Malezas para Países en Desarrollo. Addendum. Food & Agriculture Org. 312 p.

INEC. 2019. Encuesta de superficie y producción agropecuaria (ESPAC) 2018 (en línea). s.l., s.e. Disponible en chrome-extension://ohfgljdgelakfkefopgklcohadegdpjf/https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2018/Presentacion%20de%20principales%20resultados.pdf.

Ortiz, A; López, L. 2011. Control de arroz maleza. Agronomía Tropical 61(3-4):199-214.

Ortiz, A; Perez, P; Anzalone. 2017. Resistencia de *Fimbristylis littoralis* Gaudich a IMAZAPIR + IMAZETAPIR y su control con otros herbicidas en el cultivo de arroz (en línea). Disponible en chrome-extension://ohfgljdgelakfkefopgklcohadegdpjf/http://ve.scielo.org/pdf/ba/v29n1/art02.pdf.

Ortiz Domínguez, A; López, L; Cásares, M; Moratinos, H. 2009. Evaluación del banco de semilla de arroz maleza y voluntario en el suelo. Agronomía Tropical 59(4):423-432.

Panches Ayala, G.N. 2019. Estudio de la variación hereditaria de líneas F2 de arroz (*Oryza sativa* L. ssp. *indica*) resultantes de cruzamientos con un progenitor masculino portador del gen CREALFIELD (en línea). Babahoyo, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO. 52 p. Consultado 4 sep. 2020. Disponible en http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/7261/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000094.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Pazos, F. 2007. Cultivos no-transgénicos resistentes a herbicidas (en línea). Disponible en chrome-extension://ohfgljdgelakfkefopgklcohadegdpjf/http://www.rapaluruguay.org/agrotoxicos/Prensa/Cultivos_no-transgenicos_resistentes_a_herbicidas.pdf.

Pérez, H; Rodriguez, I. 2017. Cultivos tropicales de importancia económica en Ecuador (arroz, yuca, caña de azúcar) (en línea). Disponible en chrome-extension://ohfgljdgelakfkefopgklcohadegdpjf/file:///C:/Users/PC/Downloads/Cap.1%20Origen,%20taxonom%C3%ADa,%20morfolog%C3%ADa,%20fisiolog%C3%ADa%20y%20nutrici%C3%B3n%20del%20cultivo%20de.pdf.

Presotto, A; Cantamutto, M; Poverene, M. 2012. Posible transferencia de la tolerancia a imidazolinonas del girasol a los biotipos silvestres de *Helianthus annuus* L. (en línea, sitio web). Consultado 27 jul. 2020. Disponible en https://www.boletin.cerzos-conicet.gob.ar/index.php/articulos22/posible-transferencia-de-la-tolerancia-a-imidazolinonas-del-girasol-a-los-biotipos-silvestres-de-helianthus-annuus-l.

Quijije, B; Carvajal, S; García, K; Cedeño, W. 2019. Costo, volumen y utilidad del cultivo de arroz, cantón Samborondón (Ecuador).

Romero, A. 2004. El cultivo de arroz en Venezuela (en línea). Disponible en chrome-extension://ohfgljdgelakfkefopgklcohadegdpjf/https://www.researchgate.net/profile/Marco_Acevedo/publication/330422393_El_Cultivo_del_Arroz_en_Venezuela/links/5c3f3b34a6fdccd6b5b17705/El-Cultivo-del-Arroz-en-Venezuela.pdf.

Santelices Villalta, J.C. 2019. Análisis de la variación hereditaria de líneas F2 de arroz (*Oryza sativa* L. ssp. *indica*) resultantes de cruzamientos con un progenitor femenino portador del gen CLEARFIELD (en línea). Babahoyo, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO. 48 p. Consultado 4 sep. 2020. Disponible en http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/7262/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000095.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Tomás Alvear, MI. 2007. Sistema CLEARFIELD®: la tecnología del futuro en el control de malas hierbas (en línea, sitio web). Consultado 27 jul. 2020. Disponible en https://www.phytoma.com/la-revista/phytohemeroteca/192-octubre-2007/sistema-clearfield-la-tecnologia-del-futuro-en-el-control-de-malas-hierbas.

Jordán T. 2015. Que son las Semillas Hibridas F1 (en línea, sitio web). Consultado 27 jul. 2020. Disponible en https://www.lahuertinadetoni.es/que-son-las-semillas-hibridas-f1/.

UPOV. 2011. Preguntas frecuentes (FAO) (en línea, sitio web). Consultado 27 jul. 2020. Disponible en https://www.upov.int/about/es/faq.html.

Vásquez Céspedes, E. 2015. Hibridación entre biotipos de arroz maleza y variedades resistentes a imidazolinonas (en línea). Universidad de Costa Rica. Disponible en chrome-extension://ohfgljdgelakfkefopgklcohadegdpjf/http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2887/38592.pdf?sequence=1.