

Calidad molinera de 40 líneas avanzadas f6 de arroz (*Oryza* sp.) cultivadas en dos zonas arroceras del Ecuador

Milling quality of 40 advanced f6 lines of rice (Oryza sp.) cultivated in two rice-growing areas of Ecuador

<https://doi.org/10.5281/zenodo.4429290>

AUTORES: Walter Oswaldo Reyes Borja^{1*}

Bryan Jordany Zamora Morejón²

Fernando Javier Cobos Mora³

Fernando Gregorio Espinoza Espinoza⁴

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: * wreyes@utb.edu.ec

Fecha de recepción: 24 / 09 / 2020

Fecha de aceptación: 28 / 12 / 2020

RESUMEN

Se determinaron las propiedades molineras de 40 líneas avanzadas (semillas F6) de arroz, derivadas de cruces interespecíficos entre *Oryza rufipogon* G. x *Oryza sativa* L. ssp. *japonica*, incluyendo las variedades comerciales testigos. Las muestras provinieron de dos sitios experimentales: del área del proyecto CEDEGE del cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos (localidad 1) y las muestras del cantón Santa Lucía, provincia del Guayas (localidad 2). Se evaluaron las variables de Humedad (%), Arroz Paddy (g), Impurezas (g), Granos limpios (g), Tamo (g), Arroz Integral (g), Masa blanca (g), Polvillo (g), Quebrados (g) y Arroz flor (g). De acuerdo con los resultados del análisis de varianza realizado con las variables evaluadas en este estudio, ninguna expresó significancia estadística entre las líneas y entre localidades. El resultado de la prueba de Tukey ($p >$

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos, Ecuador.

²Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos, Ecuador.

³Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos, Ecuador.

⁴Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos, Ecuador.

0,05), presentó que no hubo diferencia entre los cultivares analizados, e igualmente cuando se realizó la prueba de *t* para el parámetro arroz flor, los valores no presentaron diferencia estadística entre las localidades (0.075 NS). Se interpreta que las líneas avanzadas F6 de arroz, son estadísticamente igual a las variedades comerciales en términos de calidad molinera. Existen 28 líneas avanzadas F6 que cuantitativamente producen igual o mayor cantidad de arroz flor que los testigos comerciales, expresadas en las dos localidades estudiadas; sin embargo, 7 líneas (6 en Babahoyo y 1 en Santa Lucía), se observaron con mejores porcentajes de grano flor.

Palabras claves: Arroz, Líneas avanzadas F6, *Oryza rufipogon* G., *Oryza sativa* L. ssp. *japonica*. Calidad molinera, Arroz Flor.

SUMMARY

The milling properties of 40 advanced lines (F6 seeds) of rice, derived from interspecific crosses between *Oryza rufipogon* G. x *Oryza sativa* L. ssp. *japonica* to promote its use at a commercial level, were compared with the commercial control varieties. The samples came from two experimental sites: from the CEDEGE project area of Babahoyo canton, Los Ríos province (locality 1) and from Santa Lucía canton, Guayas province (locality 2). The variables of Humidity (%), Paddy Rice (g), Impurities (g), Clean Grains (g), Husk rice (g), Integral Rice (g), White Mass (g), Powder rice (g), Broken grain (g) and Flower Rice (g) were evaluated. Based on the results of the variance analysis performed with the variables evaluated in this study, none expressed statistical significance between the lines and between localities. The result of the Tukey test ($p > 0.05$), showed that there was no difference between the cultivars analyzed, and also when the *t* test was performed for the flower rice parameter, the values did not present statistical difference between the localities (0.075 NS). It is interpreted that, from statistical results, that the advanced F6 lines of rice that have been obtained so far, are statistically equal to commercial varieties in terms of milling quality. There are 28 advanced F6 lines that quantitatively produce equal or greater amount of flower rice than commercial witnesses, expressed in the two locations studied; however, 7 lines (6 in CEDEGE-Babahoyo and 1 in Santa Lucia), were observed with better percentages of flower grain.

Keywords: Rice, Advanced lines F6, *Oryza rufipogon* G., *Oryza sativa* L. ssp. *japonica*. Milling Quality, Flower Rice.

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.), forma parte de un grupo de 19 especies de plantas anuales de la familia de las Gramíneas; por lo tanto, el arroz común es la única especie importante para el consumo humano. Algunos analistas afirman que este cereal es procedente del sureste asiático y se cultiva desde hace más de 7000 años. Se han recolectado evidencias de su cultivo, anteriores al año 5000 AC en el oriente de China, y antes del año 6000 AC en una caverna del norte de Tailandia (Ideas, 2005).

El arroz es el grano básico de producción más importante a nivel mundial, debido al área total que se cultiva alrededor del planeta y la cantidad de personas que dependen de su cosecha, proporcionando empleo a gran cantidad de personas, principalmente en Asia, África y América (Ramos, 2013; FAO, 2018).

Entre los más importantes caracteres alimenticios que tiene el arroz están un rico contenido de almidón, vitamina, minerales y su bajo contenido de grasa (CIAT, 2009).

En Ecuador, el rendimiento promedio nacional del cultivo de arroz en cáscara para el primer cuatrimestre del año 2017 fue de 3.92 t/ha. Este dato comparado con el del año 2016 que fue de 4,16 t/ha, donde se observó una disminución de 6% a nivel nacional, debido principalmente a problemas fitosanitarios que se presentaron en dichos años. La provincia más afectada en esta tendencia del rendimiento nacional fue Los Ríos, con una disminución del 12% en su producción (Castro, 2017).

De acuerdo con el Instituto de Investigaciones del Arroz (2001), citado por Vásquez y González (2014) en Cuba, el mejoramiento del cultivo del arroz ha estado dirigido a la incorporación de genes de resistencia a enfermedades y plagas y la mejora de la calidad del grano, del que han resultado un gran número de cultivares mejorados. A pesar de ello y conociendo el alto riesgo que representa, la producción arrocería en ese país tiende a sustentarse con pocos cultivares de arroz que ocupan la mayoría del área de siembra. Este es el caso de cultivar IR880-C9 que predominó en el período de 1976-1981 y desde 1982 hasta el 2000 el cultivar J-104.

En Ecuador cada una de las variedades posee diferentes características que determinan la calidad molinera del arroz, evaluándose en base al rendimiento total en molino, centro blanco y longitud del grano (Zambrano, Chavarro & Gonzalez, 1980; Franket, 2002).

La calidad de grano se relaciona con las propiedades fisicoquímicas (Amézquita, 2012), tales como tamaño, forma, peso, pigmentación, dureza, temperatura de gelatinización, contenido de amilosa. Otros autores se refieren a la cosecha y a su manejo incluido las labores de recolección, secado, transporte, procesamiento, almacenamiento, etc. Para el

agricultor arrocero suscita especial interés ya que determina en mayor o menor medida el valor económico que obtiene por su cosecha (CIAT, 1989) citado por (Varón, 2012).

Las variedades de arroz que actualmente existen en el mercado no son suficientes, por la diversidad de clima y suelo de las zonas arroceras en las que se desarrolla este cultivo; por lo tanto, es necesario obtener nuevas variedades de arroz para el mejoramiento de la producción arroceras y aumentar la calidad del grano.

La Universidad Técnica de Babahoyo, a través del Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, lleva a cabo un Programa de Mejoramiento Genético de Arroz desde el año 2014, donde se han utilizado arroces de tres especies, tales como: *Oryza sativa* L. ssp. *indica*, *Oryza sativa* L. ssp. *japonica* y *Oryza rufipogon* G. o también conocida como “Puyón”. El resultado que al momento se tiene de los cruces entre estas especies, son líneas avanzadas seleccionadas por su alta producción y grano largo, que al momento se encuentran en la Filial 6 (F6). En lo que respecta a las progenies Puyón/Japónicas, se poseen 40 líneas, con las cuales es fundamental conducir experimentos de calidad molinera, como parte de los requerimientos en características a nivel nacional.

En esta investigación se han realizado los análisis de la calidad molinera de las líneas avanzadas F6, para disponer de futuras nuevas variedades con características comerciales y de alta aceptación a nivel local o regional.

Objetivos

Objetivo general

Determinar las propiedades molineras de 40 líneas avanzadas (semillas F6) de arroz, derivadas de cruces interespecíficos entre *Oryza rufipogon* G. x *Oryza sativa* L. ssp. *japonica* para potenciar su uso a nivel comercial.

Objetivos específicos

Determinar las propiedades molineras de 40 líneas avanzadas (Semillas F6) de arroz.

Identificar las diferencias de las propiedades molineras entre las 40 líneas avanzadas (Semillas F6) de arroz, para seleccionar las de mejores características.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y descripción de los sectores donde se obtuvieron las muestras de los genotipos cosechados.

Las muestras de las líneas de arroz y las variedades comerciales testigos, provinieron de dos sitios experimentales como se describen a continuación:

Las muestras de la localidad 1, provinieron del área del proyecto CEDEGE, del cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos, ubicada en las coordenadas geográficas 01°50'1.85" Latitud Sur y 79°26'47.26". Longitud oeste y una altitud de 8 msnm. El promedio anual de precipitación es de 1909 mm; 85% de humedad relativa; 590.9 horas de heliofanía y la temperatura máxima 30°C, temperatura mínima 21.9°C y la temperatura promedio de 24.7°C (INAMHI, 2017).

Las muestras de la localidad 2, se obtuvieron del ensayo ubicado en el recinto Las Marianitas, cantón Santa Lucía, provincia del Guayas, coordenadas geográficas 1°40'7.41" Latitud Sur y 79°58'57.324", longitud oeste a una altitud de 6 msnm. El promedio anual de precipitación es de 1552 mm; 83% de humedad relativa; 1399.9 horas de heliofanía y la temperatura máxima 31.4°C, temperatura mínima 20.6°C y la temperatura promedio de 26.2°C (INAMHI, 2017).

Material genético de arroz

En este estudio se utilizaron semillas de arroz F6 provenientes de la cosecha de 40 líneas avanzadas F5, derivadas de cruces interespecíficos entre *Oryza rufipogon* G. x *Oryza sativa* L. ssp. *japonica*, incluyéndose también tres testigos comerciales, como son las variedades SFL-011, SFL-1480 y FLAR-ARENILLAS, como se mencionan en el Cuadro 1.

Factores en estudio y tratamientos

Los factores en estudio fueron analizar las características molineras de las 40 líneas avanzadas F5 de arroz (cosecha de semilla F6) y tres testigos comerciales (Factor A = 43 genotipos), sujetas a dos zonas de condiciones climáticas diferentes (Factor B = dos localidades).

Diseño experimental

Para el análisis de las variables medidas en las muestras de arroz, se estableció bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de variancia y la prueba de Tukey ($p > 0,05$), para determinar diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos. Se hizo también una prueba de t para detectar diferencia estadística entre las localidades. Se realizó un análisis de conglomerados (Distancia Euclidiana-Ward). También fueron realizados gráficos de porcentaje acumulados expresadas en barras para observar el comportamiento de las líneas y cuadros con las medias de las variables para una mejor comprensión de los resultados del experimento. Estos análisis se realizaron utilizando el software estadístico InfoStat 2020e.

Cuadro 1. Número de líneas avanzadas, origen asignado a cada línea de arroz.

Nº	Línea	Origen
1	Puyón/JP002 P8-30 P55-26	FACIAG-UTB
2	Puyón/JP002 P8-30 P55-28	FACIAG-UTB
3	Puyón/JP002 P8-30 P84-9	FACIAG-UTB
4	Puyón/JP002 P8-30 P26-2	FACIAG-UTB
5	Puyón/JP002 P8-30 P26-25	FACIAG-UTB
6	Puyón/JP002 P8-30 P68-8	FACIAG-UTB
7	Puyón/JP003 P11-10 P31-9	FACIAG-UTB
8	Puyón/JP003 P11-10 P31-17	FACIAG-UTB
9	Puyón/JP003 P11-10 P87-9	FACIAG-UTB
10	Puyón/JP003 P11-10 P40-9	FACIAG-UTB
11	Puyón/JP003 P11-10 P62-20	FACIAG-UTB
12	Puyón/JP003 P11-10 P62-31	FACIAG-UTB
13	Puyón/JP002 P8-28 P7-19	FACIAG-UTB
14	Puyón/JP002 P8-28 P81-4	FACIAG-UTB
15	Puyón/JP002 P8-28 P81-5	FACIAG-UTB
16	Puyón/JP002 P8-28 P93-5	FACIAG-UTB
17	Puyón/JP002 P8-28 P20-31	FACIAG-UTB
18	Puyón/JP002 P8-28 P16-16	FACIAG-UTB
19	Puyón/JP002 P8-20 P86-28	FACIAG-UTB
20	Puyón/JP002 P8-20 P98-5	FACIAG-UTB
21	Puyón/JP002 P8-20 P98-31	FACIAG-UTB
22	Puyón/JP002 P8-20 P57-3	FACIAG-UTB
23	Puyón/JP002 P8-20 P72-35	FACIAG-UTB
24	Puyón/JP002 P8-31 P42-1	FACIAG-UTB
25	Puyón/JP002 P8-31 P30-22	FACIAG-UTB
26	Puyón/JP002 P8-31 P42-13	FACIAG-UTB
27	Puyón/JP002 P8-31 P41-15	FACIAG-UTB
28	Puyón/JP002 P8-31 P30-25	FACIAG-UTB
29	Puyón/JP002 P8-31 P41-1	FACIAG-UTB
30	Puyón/JP002 P8-31 P7-3	FACIAG-UTB
31	Puyón/JP002 P8-32 P8-16	FACIAG-UTB
32	Puyón/JP002 P8-32 P87-11	FACIAG-UTB
33	Puyón/JP002 P8-32 P48-10	FACIAG-UTB
34	Puyón/JP002 P8-32 P1-16	FACIAG-UTB
35	Puyón/JP002 P8-32 P40-26	FACIAG-UTB
36	Puyón/JP002 P8-29 P71-8	FACIAG-UTB
37	Puyón/JP002 P8-29 P49-15	FACIAG-UTB

38	Puyón/JP002 P8-29 P32-27	FACIAG-UTB
39	Puyón/JP002 P8-29 P66-22	FACIAG-UTB
40	Puyón/JP002 P8-29 P66-23	FACIAG-UTB
41	SFL-011 (TESTIGO)	FLAR
42	SFL-1480 (TESTIGO)	FLAR
43	ARENILLAS (TESTIGO)	FLAR

Análisis de Varianza

El análisis de varianza se desarrolló bajo el siguiente esquema:

Fuente de variación	Grados de libertad
Repetición	: 2
Tratamientos	: 42
Error experimental	: 84
Total	: 128

Manejo de ensayo

Se procedió a cosechar las plantas localizadas en los bordes de cada parcela/genotipo de los dos ensayos, después se colectaron los granos en una funda de papel. Posteriormente se secaron las muestras en un tendal, hasta lograr una humedad de entre 11 a 12%, su porcentaje de humedad se tomó mediante un determinador de humedad marca John Deere SW5300. En esas condiciones, las muestras fueron trasladadas a la Piladora Arrolamh S.A, ubicada en el km 8 ½ vía Duran – Tambo, provincia del Guayas, donde se encuentra el laboratorio análisis de calidad de grano, quienes colaboraron en esta investigación.

VARIABLES EVALUADAS

Peso (g) de Impurezas y grano limpio

Se procedió a limpiar las muestras en un equipo marca Cáster day. Este proceso se realizó con 1000 gramos de muestra, pesados en una la balanza electrónica, como se muestra en la (Figura 1, a), se realizó lentamente con 2 pasadas de muestra en la máquina extractora de impurezas (Figura 1, b), donde se obtenía aproximadamente un 98% de granos limpios (Figura 1, c), luego se pesaron los granos limpios para con ese valor por diferencia calcular el peso de impurezas (Figura 1, d).



Figura 1. Peso de 1000 gramos de muestra (a), limpieza del equipo antes de proceder al uso (b), pasado de las muestras y colección de los granos limpios e impurezas (c), pesado de granos limpios (d).

Humedad (%)

La determinación de la humedad se realizó utilizando un equipo digital marca Seedburo, modelo 1200. Se pesaron 200 gramos en la balanza electrónica, luego con esta cantidad se realizó el proceso de medición de la humedad, colocándose la muestra en el cilindro del medidor y se esperó 20 segundos de tiempo para que la humedad sea tomada correctamente.

Peso (g) de la Cáscara o Tamo

Esta variable se obtuvo de la diferencia del grano limpio menos el grano descascarado.

Peso (g) de Arroz integral

Es el arroz descascarado, pero sin pulir. Se procedió a descascarar en una máquina de marca Yamamoto, modelo FC 2K de origen japonés, el proceso se realizó lentamente para que el descascarado sea más eficiente. y finalmente obtener las muestras descascaradas.

El arroz integral se obtiene después de descascarar el arroz paddy, aplicándose la siguiente fórmula:

$$\text{Peso de Arroz Integral} = \text{Peso inicial (Paddy)} - \text{Peso de cáscara}$$

Peso (g) de Polvillo

Es el resultado de restar el peso del arroz integral menos el peso de la masa blanca, que se obtiene con el pulimento del arroz integral; se aplicó la siguiente formula:

$$\text{Peso de Polvillo} = \text{Peso arroz integral} - \text{Peso de masa blanca (arroz pulido)}$$

Peso (g) de Masa blanca

El arroz integral se colocó en una mini pulidora de motor marca Dayton, modelo 2N9911. La capacidad de muestra mínima de trabajo de este equipo es de 700 gramos y capacidad máxima de 800 gramos (Figura 2, a), se colocó la muestra en un cilindro, para presionar los granos y realizar eficientemente el pulido, se utilizó una palanca con dos pesas. Se realizaba 2 veces el trabajo, 1 vez con las 2 pesas y la segunda pasada era con una pesa, el tiempo que duraba era aproximadamente 20 segundos por pasada, después se procedió a pulir el componente integral donde, se obtuvo la masa blanca, que corresponde a los granos enteros y quebrados que salen de la máquina, esto constituyó el rendimiento de pilada (Figura 2, b); se calculó con la siguiente formula:

$$\text{Peso de Masa Blanca} = \text{Peso inicial (Arroz integral)} - \text{Peso de polvillo}$$



Figura 2. Marca del motor de la pulidora (a), pulidora de capacidad máxima de 800 g (b), colocación de muestra (c), pesas que se ubicaba en la palanca encima del cilindro (d), muestras pulidas (e).

Peso (g) de granos quebrados

Para separar los granos enteros y quebrados, se procedió a utilizar un cilindro clasificador de marca Serintu (Figura 3, a), dentro de este cilindro se colocaron 100 gramos de masa

blanca, estos fueron pesados en una balanza digital (Figura 3, b), con dicho peso se trabajó en todas las muestras; luego se ubicaron los granos dentro del cilindro y el tiempo que duró para separar fue de aproximadamente 4 minutos (Figura 3, c). Esta variable se obtuvo mediante la diferencia de 100 gramos de masa blanca menos el peso del grano entero (Figura 3, d).



Figura 3. Cilindro clasificador (a), peso de 100 gramos en la balanza digital (b), ubicación de granos en el cilindro (c), arroz quebrado o arrocillo colectado en la muestra de 100 g (d).

Peso (g) de granos flor

Este peso se obtuvo por diferencia entre masa blanca menos granos quebrados, obteniendo el peso con una balanza digital.

RESULTADOS

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza realizado con las variables de Humedad (%), Arroz Paddy (g), Impurezas (g), Granos limpios (g), Tamo (g), Arroz

Figura que existen 43 genotipos, 40 son las líneas avanzadas F6 y en la parte última de ésta se observan los valores de las tres variedades comerciales incluidas en este estudio. La parte superior de las barras en azul, representan la cantidad de arroz flor que produjeron los genotipos. Nótese que se ha colocado una línea horizontal que atraviesa todas las barras. Esta línea se traza tomando como referencia del inicio de la barra que representa el arroz flor del genotipo 41 (variedad testigo SFL011), que en este caso ha producido la mayor cantidad de grano flor entre las tres variedades testigos.

Cuantitativamente se puede observar que existen 27 líneas avanzadas F6 que producen igual o mayor cantidad de arroz flor que los testigos comerciales; sin embargo, se destacan las líneas 3 (65%), 12 (64.5%), 26 (64.9%), 28 (64.8%), 33 (64.5%) y 36 (64.5), comparados con el valor del mejor testigo que alcanzó un porcentaje de grano flor de 62.0%, cuyos valores se observan marcados en la Figura 4.

En la Figura 5, se observan los porcentajes acumulados de las variables: Impurezas, Tamo, Polvillo, Quebrados y Arroz flor, obtenidos en la localidad de Santa Lucía.

Igualmente, se observó que existen 14 líneas avanzadas F6 que tienen igual o mejor comportamiento que los testigos comerciales, destacándose la línea 4 con un porcentaje de 64.1% de grano flor, comparado con el mejor testigo comercial que resultó en esta localidad, siendo ésta la variedad Arenillas, en la que se obtuvo un 62% de grano flor.

Cabe destacar que, en las dos localidades las líneas avanzadas F6 que presentaron mayores cantidades de grano flor, también presentaron menores porcentajes de granos quebrados.

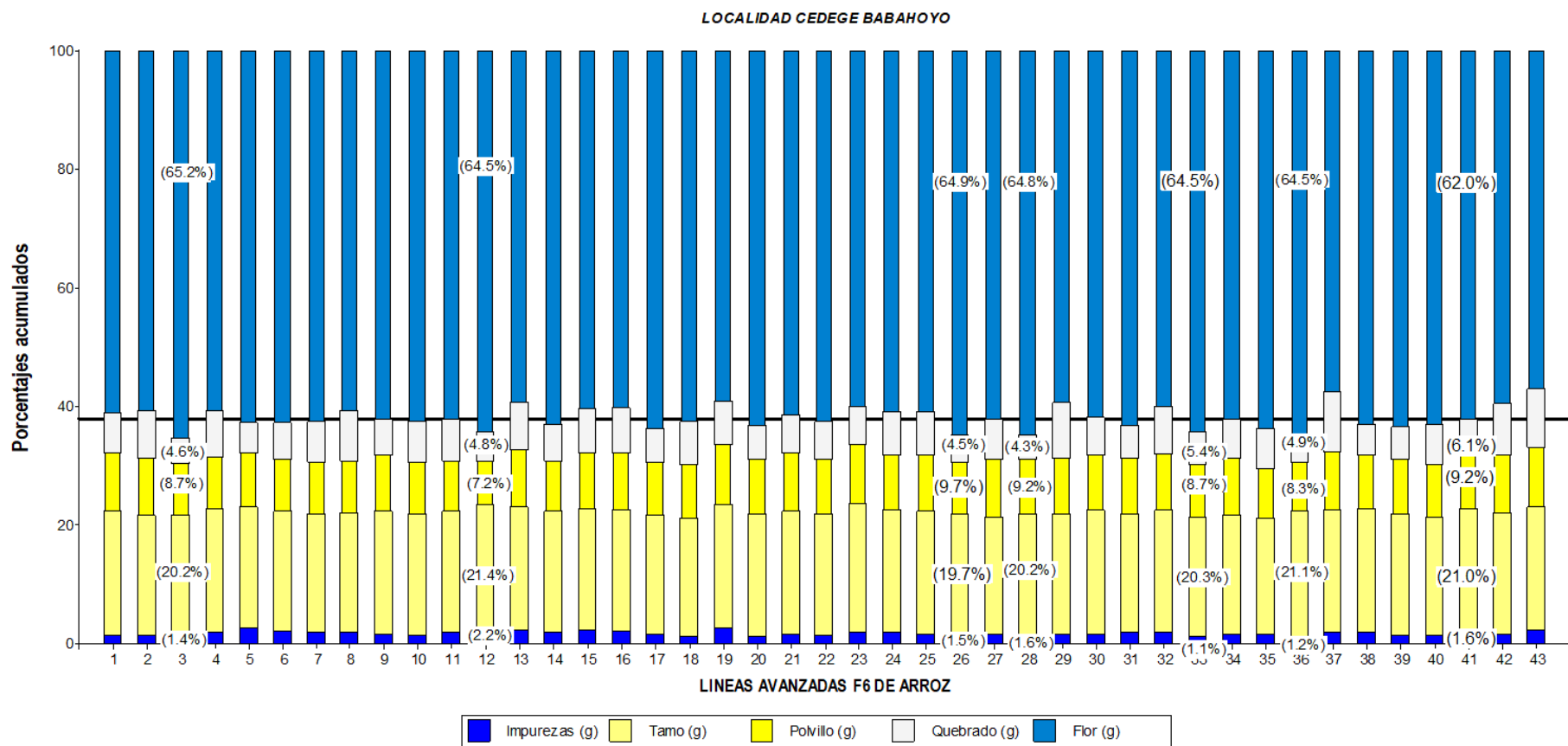


Figura 4. Porcentajes acumulados de las variables: Impurezas, Tamo, Polvillo, Quebrados y Arroz flor de 40 las líneas avanzadas F6 y tres variedades comerciales de arroz en la localidad de Babahoyo, Los Ríos - Ecuador.

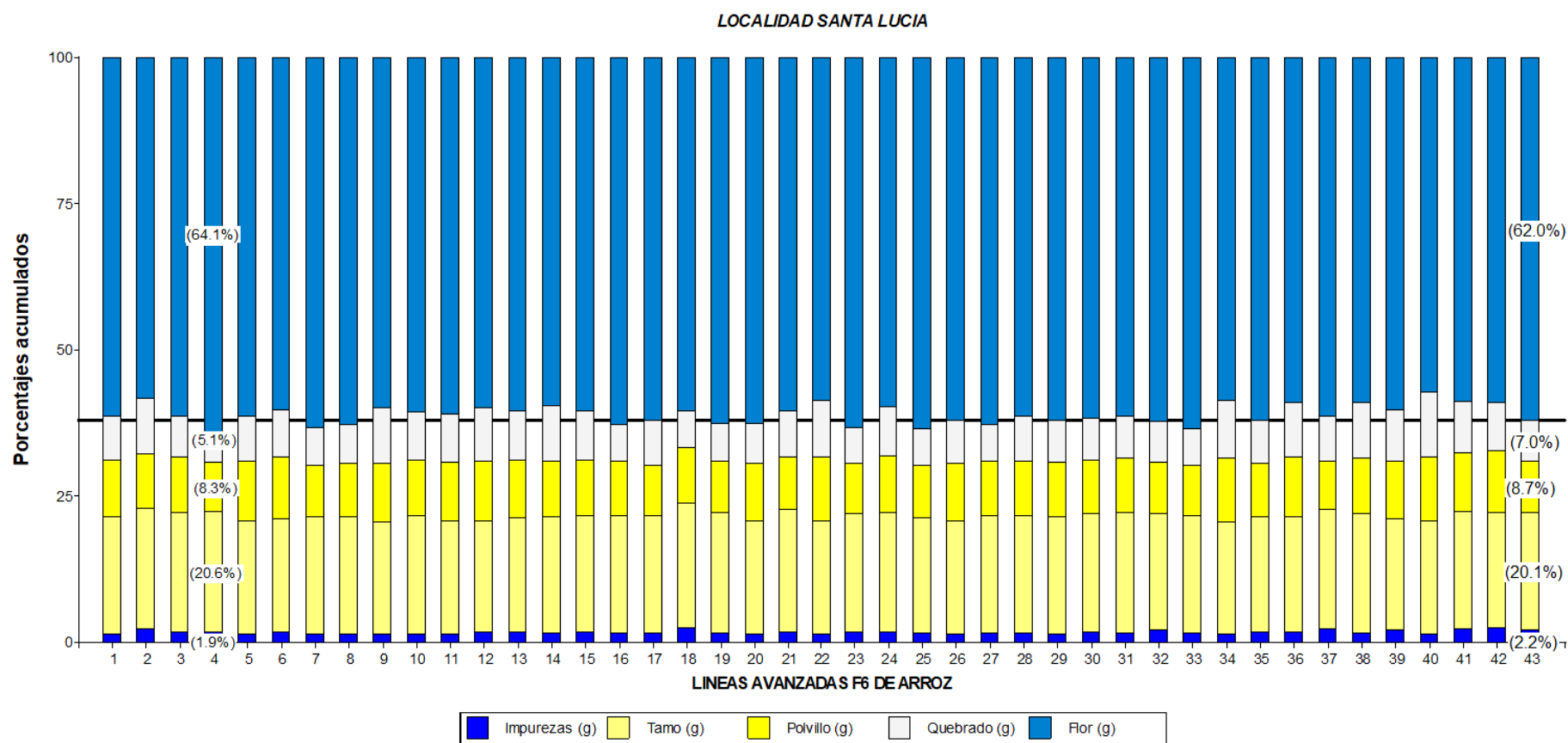


Figura 5. Porcentajes acumulados de las variables: Impurezas, Tamo, Polvillo, Quebrados y Arroz flor de 40 las líneas avanzadas F6 y tres variedades comerciales de arroz en la localidad de Santa Lucía, Guayas - Ecuador.

En la Figura 6, se observan los promedios de los porcentajes acumulados de las variables: Impurezas, Tamo, Polvillo, Quebrados y Arroz flor promediadas para las dos localidades, con la finalidad de comparar los promedios de las 40 líneas avanzadas F6 y los promedios de las tres variedades comerciales de arroz. Nótese que de manera general estos promedios reflejan valores superiores de estas variables en las líneas avanzadas F6 comparadas con las variedades comerciales de arroz.

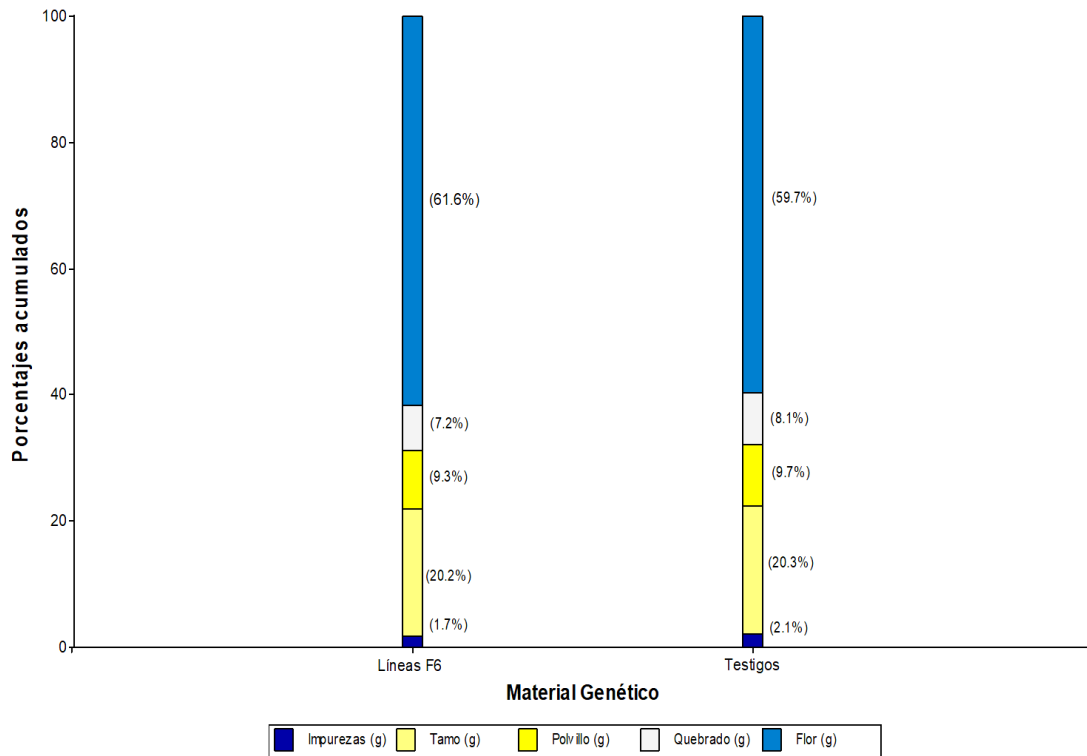


Figura 6. Porcentajes acumulados de las variables: Impurezas, Tamo, Polvillo, Quebrados y Arroz flor promediadas para las dos localidades, comparando los promedios de las 40 líneas avanzadas F6 y los promedios de las tres variedades comerciales de arroz. En las Figuras 7 y 8, se observan a manera de pastel, las líneas destacadas comparadas el testigo de mejor producción, en las localidades de Babahoyo (Localidad 1) y Santa Lucía (Localidad 2).

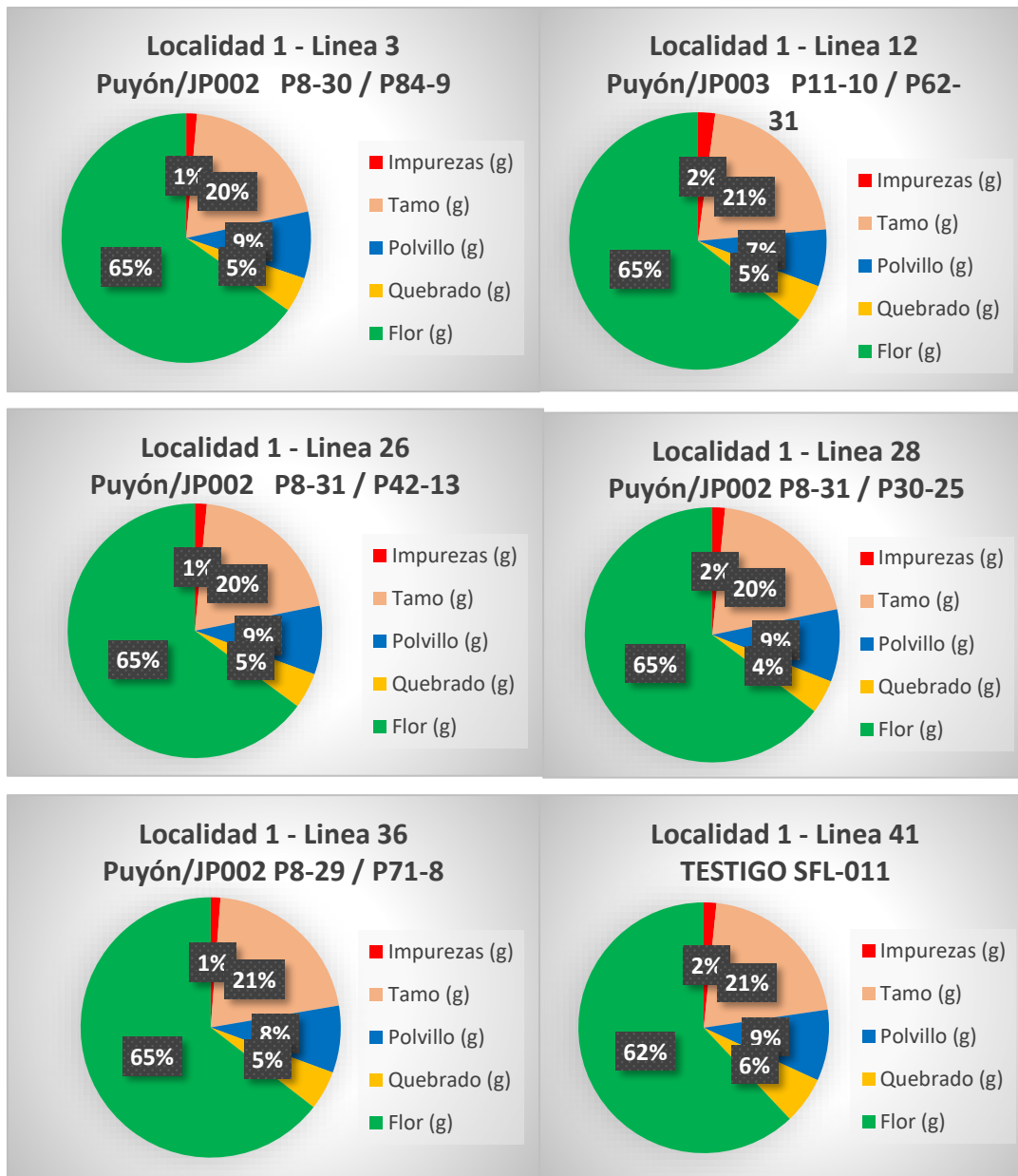


Figura 7. Representación a manera de pasteles de las líneas avanzadas F6 de arroz, destacadas comparadas con el testigo de mejor producción, en la localidad de Babahoyo.

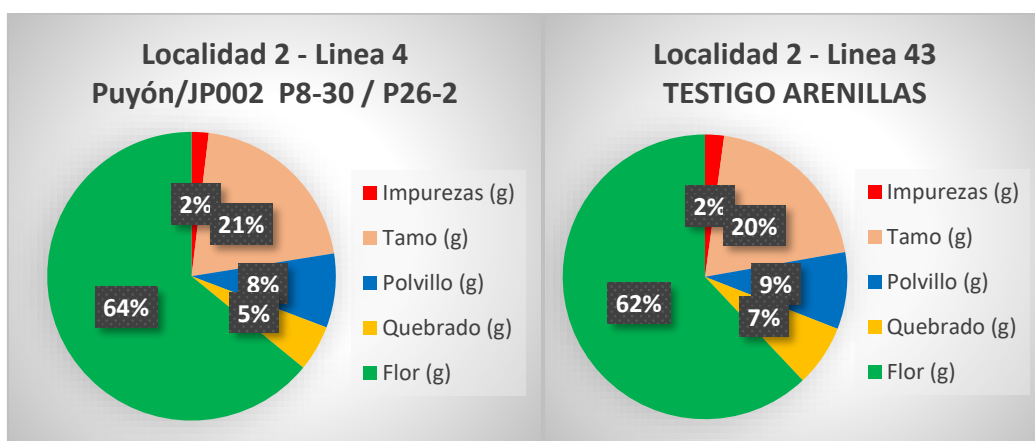


Figura 8. Representación a manera de pasteles de las líneas avanzadas F6 de arroz, destacadas comparadas con el testigo de mejor producción, en la localidad de Santa Lucía.

El análisis de la distancia euclideana, resultó con una correlación cofenética = 0.663, variables estandarizadas, casos leídos 258 y casos omitidos 0. En la Figura 9, se observa que, las líneas de arroz estudiadas se conformaron en cuatro grupos, que presentan similitudes entre ellas.

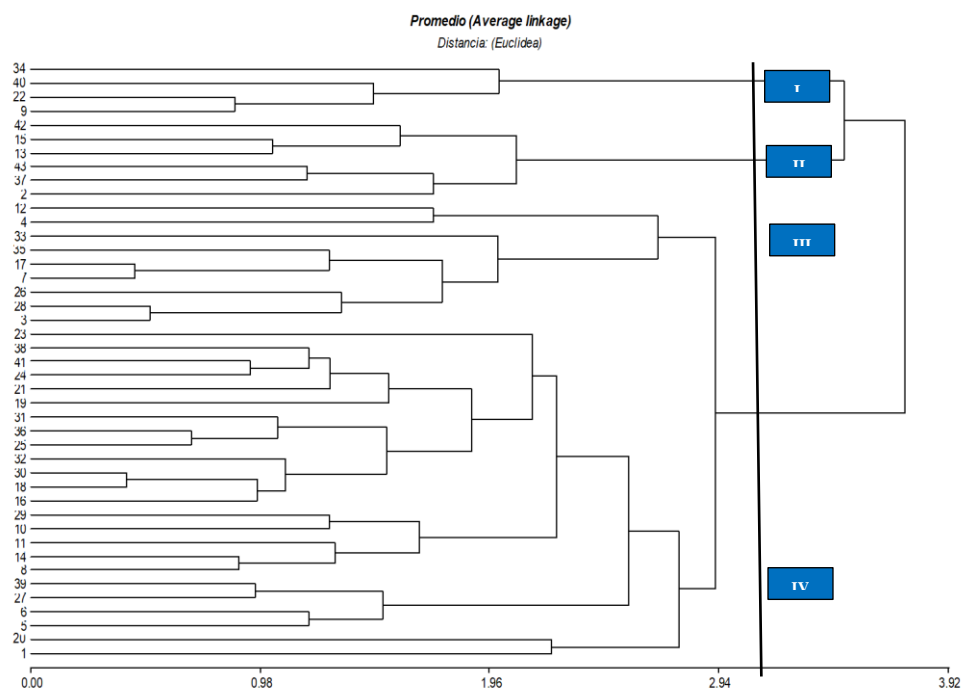


Figura 9. Análisis de la distancia euclideana, en líneas de arroz conformadas en cuatro grupos, que presentan similitudes entre ellas.

Grupo 1, se encuentran 4 líneas, esto representa al 9,3 % de las líneas estudiadas (43 en total, incluyendo los testigos), las líneas avanzadas son las mencionadas a continuación: línea 34: Puyón/JP002 P8-32 / P1-16; línea 40: Puyón/JP002 P8-29 / P66-23; línea 22: Puyón/JP002 P8-20 / P57-3; línea 9: Puyón/JP003 P11-10 / P87-9; las cuales su origen es FACIAG-UTB.

Grupo 2, conformado en el análisis euclideo, se observa que existen 6 líneas que representan el 13,96% de las líneas; y expresan similitudes entre ellas. Las líneas que componen este grupo, se mencionan a continuación: línea 15: Puyón/JP002 P8-28 / P81-5; línea 13: Puyón/JP002 P8-28 / P7-19; línea 37: Puyón/JP002 P8-29 / P49-15; línea 2: Puyón/JP002 P8-30 / P55-28, su origen es FACIAG-UTB, cabe mencionar que dentro de este grupo encontramos 2 testigos comerciales: Línea 42: SFL-1480; Línea 43: ARENILLAS, siendo su origen el FLAR.

Grupo 3, dentro de este grupo encontramos 9 líneas que representan el 20,93%; estas expresan similitudes entre ellas, estas líneas son: línea 12: Puyón/JP003 P11-10 / P62-31; línea 4: Puyón/JP002 P8-30 / P26-2; línea 33: Puyón/JP002 P8-32 / P48-10; línea 35: Puyón/JP002 P8-32 / P40-26; línea 17: Puyón/JP002 P8-28 / P20-31; línea 7: Puyón/JP003 P11-10 / P31-9; línea 26: Puyón/JP002 P8-31 / P42-13; línea 28: Puyón/JP002 P8-31 / P30-25; línea 3: Puyón/JP002 P8-30 / P84-9, siendo su origen FACIAG-UTB.

Grupo 4, dentro de este grupo encontramos el mayor número de líneas, siendo 24 en total, representando el 55,81% de las líneas avanzadas y estas se mencionan a continuación: línea 23: Puyón/JP002 P8-20 / P72-35; línea 38: Puyón/JP002 P8-29 / P32-27; línea 24: Puyón/JP002 P8-31 / P42-1; línea 21: Puyón/JP002 P8-20 / P98-31; línea 19: Puyón/JP002 P8-20 / P86-28; línea 31: Puyón/JP002 P8-32 / P8-16; línea 36: Puyón/JP002 P8-29 / P71-8; línea 25: Puyón/JP002 P8-31 / P30-22; línea 32: Puyón/JP002 P8-32 / P87-11; línea 30: Puyón/JP002 P8-31 / P7-3; línea 18: Puyón/JP002 P8-28 / P16-16; línea 16: Puyón/JP002 P8-28 / P93-5; línea 29: Puyón/JP002 P8-31 / P41-1; línea 10: Puyón/JP003 P11-10 / P40-9; línea 11: Puyón/JP003 P11-10 / P62-20; línea 14: Puyón/JP002 P8-28 / P81-4; línea 8: Puyón/JP003 P11-10 / P31-17; línea 39: Puyón/JP002 P8-29 / P66-22; línea 27: Puyón/JP002 P8-31 / P41-15; línea 6: Puyón/JP002 P8-30 / P68-8; línea 5: Puyón/JP002 P8-30 / P26-25; línea 20: Puyón/JP002 P8-20 / P98-5; línea 1: Puyón/JP002 P8-30 / P55-26, su origen es FACIAG-UTB; dentro de este grupo se tiene la presencia de otro testigo comercial; línea 41: SFL-011, siendo su origen FLAR.

DISCUSIÓN

Es importante mencionar que los resultados obtenidos con las líneas avanzadas F6 de arroz que provienen del Programa de Mejoramiento Genético de Arroz de la Universidad Técnica de Babahoyo, son alentadores ya que se han observado líneas que han superado las variedades comerciales. Las líneas 3, 12, 26, 28, 33, y 36 se destacaron con valores de 65.2, 64.5, 64.9, 64.8, 64.5 y 64.55, respectivamente, comparados con el valor del mejor testigo que alcanzó un porcentaje de grano flor de 62.0%. Estas mismas líneas expresaron menores porcentajes de grano quebrado. Estos resultados superan a los valores que menciona Mamani (2013), donde expresa que del arroz cosechado, aproximadamente 20 % es cáscara, y 10 % es salvado o polvillo, ambos elementos se eliminan en los procesos de descascarado y pulido, respectivamente. El resto (70 %) está formado por granos de

arroz blanco o pulido, entero y partido o quebrado. El molino elimina en primera instancia, la cáscara, luego el salvado constituido por el embrión, aleurona, tegumento y pericarpio, quedando finalmente el grano pulido del cual el 55 – 60 % es grano entero y el resto es quebrado. El trabajo abrasivo del molino durante el proceso de pulido trae consigo un grado de grano quebrado, que depende fundamentalmente de la biometría del grano y de las condiciones climáticas durante el período de llenado.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza realizado con las variables evaluadas en este estudio, ninguna expresó significancia estadística entre las líneas y entre localidades. El resultado de la prueba de Tukey ($p > 0,05$), presentó que no hubo diferencia entre los cultivares analizados, e igualmente cuando se realizó la prueba de t para el parámetro arroz flor, los valores no presentaron diferencia estadística entre las localidades (0.075 NS).

Se interpreta que, a partir de resultados estadísticos, que las líneas avanzadas F6 de arroz que se han obtenido hasta el momento, son estadísticamente igual a las variedades comerciales en términos de calidad molinera.

Existen 28 líneas avanzadas F6 que cuantitativamente producen igual o mayor cantidad de arroz flor que los testigos comerciales, expresadas en las dos localidades estudiadas; sin embargo, 7 líneas (6 en Babahoyo y 1 en Santa Lucía), se observaron con mejores porcentajes de grano flor.

El análisis de conglomerados determinó que en el grupo 3 se encuentran la mayoría de las 7 líneas avanzadas F6 de mejor porcentaje de grano flor, aunque este análisis considera durante el proceso de agrupamiento, todas las variables que se incluyeron en el análisis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amézquita, NF. 2012. Estimación de parámetros genéticos para rendimiento y calidad de grano en una población de líneas recombinantes endogámicas de arroz (*Oryza sativa* L.) a través de varios ambientes. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Posgrados, Colombia. (en línea). 10-20. Consultado 25 ene. 2020. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263149505009>.

- Caicedo, Y. 2008. Evaluación de Características Agronómicas de Cuatro Líneas Interespecíficas de Arroz (*Oryza Sativa/Oryza Latifolia*) comparadas con dos Variedades Comerciales y una Nativa . s.l., s.e. 15-16 p.
- Campos, S. 2015. Aplicación del control estadístico de la calidad en el proceso de pulido del arroz y la incidencia en su rendimiento en la empresa AGRICORP. s.l., s.e. 30-32 p.
- Castro, M. 2017. Rendimiento de arroz en cáscara, primer cuatrimestre 2017. MAGAP, 10.
- Celi, R. 2007. Obtención variedades de arroz en Ecuador. INIAP, Boliche, Guayaquil. (en línea). :10-20. Consultado 25 ene. 2020. Disponible en <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/programa-1/>.
- CIAT. 2009. Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz. Colombia: Tercera edición.
- EUFIC. 1999. El aporte adicional en hierro y vitamina A del arroz genéticamente modificado. (en línea, sitio web). Consultado 26 ene. 2020. Disponible en <https://www.eufic.org/en/article/es/nutricion/vitaminas-minerales-fitonutrientes/artid/hierro-vitamina-a-arroz-geneticamente-modificado/>.
- FAO. 2018. Seguimiento del mercado del arroz de la FAO (en línea). s.l., s.e. Consultado 25 ene. 2020. Disponible en www.fao.org/economic/RMM/es.
- Franquet, J. 2002. Economía del arroz: variedades y mejora. Generalidades sobre el arroz y su cultivo. (en línea, sitio web). Consultado 26 ene. 2020. Disponible en <http://www.eumed.net/libros-gratis/2006a/fbbp/1c.htm>.
- ICONTEC. 2001. Arroz elaborado blanco para consumo. Norma técnica colombiana, Bogotá. s.l., s.e.
- Ideas, E. D. 2005. Arroz en su punto 2005. p 22.
- InfoAgro. 2008. Agricultura. El cultivo del arroz. 1ª parte. (en línea, sitio web). Consultado 26 ene. 2020. Disponible en <https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). 2017. Santa Lucía-Guayas y Babahoyo-Los Ríos. Anuario Meteorológico (Quito – Ecuador).
- Mamani, C. 2013. Fertilización nitrogenada: efecto del momento de aplicación sobre el rendimiento y la calidad en genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.) de alto contenido protéico. s.l., s.e.
- Mieles, G. 2016. Diseño de un procesador para harina de arroz. s.l., s.e.10-11 p.

- Navas, F; Delgado, L. 2010. Evaluación de calidad de arroz. SAG, Instituto Nacional de Investigación Agrícolas, México. 19. s.l., Miranda.
- Ormaza, FD. 2011. Panorama Nacional. Departamento Arroz Ecuacuímica 2011 (en línea, sitio web). Consultado 25 ene. 2020. Disponible en http://www.ecuaquimica.com/info_tecnica_arroz.pdf.
- Ortiz, A; Ojeda, M. 2006. Evaluación de la calidad molinera y dimensiones de los granos de dos variedades de arroz y sus varietales de arroz maleza (en línea). :09-03. Consultado 25 ene. 2020. Disponible en http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2006000300003.
- Ospina, JE; Aldana, HM. 2010. Enciclopedia Agropecuaria producción agrícola 2. s.l., Terranova. 15-18 p.
- Pàmies, CB; Bernis, JMF. 2004. Variedades y mejora del arroz : (*Oryza sativa* L.). Universitat Internacional de Catalunya, Campus de l'Ebre, Tortosa, 2004. s.l., s.e. p. 100-110.
- Piedra, S. 2010. Mejoramiento del control de la etapa de pulido mediante el análisis de regresión de las variables que inciden en el proceso de pilado del arroz. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencia de la Producción , Guayaquil. s.l., s.e. 25-30 p.
- Ramos, C. A. 2013. Evaluacion de tres formulaciones químicas comerciales de fungicidas sobre la germinación de semilla, el crecimiento de plántulas y capacidad de establecimiento en el cultivo del arroz (*oryza sativa*) en la zona de cañas, guanacaste, costa rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica, 65.
- SAG. 2003. Manual técnico para el cultivo de arroz. Secretaria de Agricultura y Ganadería. s.l., s.e.
- Shao, G. 2004. Mapping of qGL7-2, a grain length QTL on chromosome 7 of rice. journal of genetic and genomics. Colombia. Genetics 168(4):2187-2195. DOI: <https://doi.org/10.1534/genetics.104.034165>.
- Valencia, C. 2004. Evaluación de calidad de arroz. Biblioteca Agropecuaria de Colombia, Colombia. s.l., s.e.
- Villar, P. 2011. Descripción botánica del cultivo de arroz. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección de Educación Agraria Colombia. (en línea, sitio web). Consultado 26 ene. 2020. Disponible en <https://bibliotecadeamag.wikispaces.com/file/view/ARROZ+CULTIVOS.pdf>.

Vásquez, O. G., & González, N. D. 2014. Producción de semillas de arroz con alta calidad, obtenidas en Pinar del Rio. *Revista Científica Avances*, 12.

Varón, N. F. 2012. Estimación de parámetros genéticos para rendimiento y calidad de grano en una población de Líneas Recombinantes Endogámicas de Arroz (*Oryza sativa* L.) a través de varios ambientes. Universidad Nacional de Colombia, 100 p.