

## Evaluación del efecto de selección genealógica sobre las características agronómicas en un cultivar de arroz (*Oryza sativa* L.) aromático tipo Basmati

### Evaluation of the effect of genealogical selection on agronomic characteristics in a Basmati rice cultivar (*Oryza sativa* L.)

Leonexy García<sup>1\*</sup> , Francis Hernández<sup>1</sup> , Naya Quintana<sup>1</sup> 

Rosana Figueroa-Ruiz<sup>2</sup> , Alexander Hernández<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Fundación Danac. Apartado Postal 182. San Felipe 3201, estado Yaracuy, Venezuela

<sup>2</sup>Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela, Apdo. 4563. Maracay, 2101-A. Venezuela

<sup>3</sup>Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Apdo. 3023. Cabudare, Venezuela

#### RESUMEN

La adopción de nuevos estilos culinarios de otros países ha generado un aumento en la demanda nacional de arroces especiales, entre los que destaca el arroz aromático Basmati, que posee un aroma y sabor distintivos, y cuyos granos, tras la cocción, son más largos y delgados que los del arroz de mesa. Su precio en el mercado internacional ronda los 1100 USD<sup>t-1</sup>, mientras que el del arroz de mesa venezolano es de 450 USD<sup>t-1</sup>. Sin embargo, estos arroces presentan escasa adaptación a las condiciones tropicales, además de la dificultad que han mostrado los programas de mejoramiento genético para obtener variedades de alto rendimiento en el campo, con atributos de calidad de grano similares o superiores a las variedades aromáticas tradicionales del mercado internacional. Ante esta situación, desde hace algunos años, la Fundación Danac lleva a cabo actividades de mejoramiento genético para obtener arroces aromáticos mediante

#### ABSTRACT

The adoption of new culinary styles from other countries has led to an increase in the national demand for special rices, where the particularly aromatic rice such as Basmati which has a distinctive aroma and flavor, and after cooking, its rice grains are longer and thinner than those of table rice. Its price in the international market is at least 1100 USD<sup>t-1</sup>, while the price of Venezuelan table rice is 450 USD<sup>t-1</sup>. But these have little adaptation to tropical conditions, as well as the difficulty that genetic improvement programs have presented to obtain high-yield varieties in the field, with grain quality attributes similar or superior to traditional aromatic varieties on the international market. Given this fact, for some years now, the Danac Foundation has carried out genetic improvement activities to obtain aromatic rices through the evaluation of introduced germplasm, genealogical selection and crossbreedings. Considering the above,

Autor de correspondencia: Leonexy García  
E-mail: [leonexy.danac@danac.org.ve](mailto:leonexy.danac@danac.org.ve); Telf: (+58 426-9535975)

Recepción: 08-09-2025  
Aceptado: 13-04-2026  
Publicado: abril, 2026

<https://doi.org/10.63327/RFA/2026.52.1.02>

Esta Revista se publica bajo el auspicio del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, UCV

la evaluación de germoplasma introducido, selección genealógica y cruzamientos. En este contexto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la selección genealógica en una población genéticamente variable de arroz aromático tipo Basmati (*Oryza sativa* L.). Para ello, se estableció un ensayo en campo experimental con 162 parcelas en un diseño de bloques aleatorios con tres repeticiones, donde se evaluaron las características agronómicas, los componentes del rendimiento, la calidad del grano y la calidad sensorial mediante análisis de aroma. La selección generó mejoras en el rendimiento, alcanzando 4500 kg.ha<sup>-1</sup>, una conservación de altura superior a 90 cm y una duración del ciclo de 100 días, características ambas con una clasificación intermedia deseable, una tipificación de aroma similar a palomitas de maíz y una intensidad deseable para la producción de este tipo de arroz según el Departamento de Agricultura de la India, cumpliendo con el estándar de calidad sensorial requerido para cumplir con las características del arroz tipo Basmati.

**Palabras clave:** Aroma, adaptabilidad, análisis sensorial, rendimiento, tropical.

## INTRODUCCIÓN

La producción de arroz (*Oryza sativa* L.) en Venezuela se destina principalmente a la elaboración de arroz de mesa, descrito por la norma venezolana COVENIN N° 44-90 como “arroz blanco largo y translúcido, destinado al consumo directo” (COVENIN, 1999). La adopción de estilos culinarios de otros países ha conducido a un incremento en la demanda nacional de arroces especiales, dentro de los cuales se destacan los arroces aromáticos (Perdomo *et al.*, 2008). Los que además en su mayoría poseen una buena fuente de carbohidratos de liberación lenta, es decir, presentan un bajo índice glicémico (Singh *et al.*, 2000; Ávila, 2016), siendo adecuados para algunos regímenes especiales de alimentación.

Uno de los arroces aromáticos preferidos en el comercio internacional es el tipo Basmati, cuyo origen se remonta a ciertas regiones de Pakistán e India (Giraud, 2013). Este presenta características de calidad superior en su aroma y sabor, por lo cual los consumidores están dispuestos a adquirirlo por un mayor precio (Ribeiro, 2017).

the objective of this study was to evaluate the effect of genealogical selection on a genetically variable population of aromatic of Basmati type rice (*Oryza sativa* L.). For this purpose, a trial was established in the experimental field with 162 plots in a randomized block design with three replications, where agronomic characteristics, yield components, grain quality and sensory quality were evaluated by aroma analysis. The selection generated improvements in yield reaching 4 500 kg.ha<sup>-1</sup>, height conservation greater than 90 cm and cycle duration 100 days, both characteristics with a desirable intermediate classification, a typification of aroma similar to popcorn and desirable intensity for the production of this type of rice according to the Department of Agriculture of India, complying with the sensory quality standard required to meet the characteristics of Basmati type rice.

**Key words:** aroma, adaptability, sensory analysis, performance, tropical.

El aroma constituye un factor de calidad para definir el valor comercial de los arroces aromáticos y ha sido asociado al compuesto volátil 2-acetil-1-pirrolina (2AP), cuya concentración es 100 veces mayor a las encontradas en los arroces no aromáticos (Colombari *et al.*, 2017). Se ha indicado que el arroz tipo Basmati contiene 0,09 ppm de 2AP, y que este se concentra en las capas más externas del grano (Pincioli *et al.*, 2015), cuyo aroma se ha descrito como semejante a rosetas de maíz (Champagne, 2008).

El arroz aromático es un cultivo de alto valor comercial. Su precio en el mercado internacional es de al menos 1 102 \$ USD t<sup>-1</sup> (FAO, 2023), mientras que en el precio del arroz de mesa venezolano va desde 424 hasta 450 \$ USD t<sup>-1</sup> (FEDEAGRO, 2017). Adicionalmente, en Venezuela los arroces Basmati son 100% importados y se comercializan al mayor y detal en comercios especializados en las principales ciudades a un costo equivalente al 400% del precio del arroz de mesa.

Una de las limitaciones de producir arroces aromáticos en el país es que los mismos fueron obtenidos en zonas templadas, por lo que poseen poca adaptación a condiciones tropicales, así como la dificultad que han presentado programas de mejoramiento en obtener variedades de alto rendimiento en campo (kg. ha<sup>-1</sup>), con atributos de calidad de grano similares o superiores

a las variedades aromáticas tradicionales del mercado internacional. Ante este hecho, desde hace algunos años Fundación Danac ha realizado actividades de mejoramiento genético para la obtención de arroces aromáticos a través de la selección genealógica y evaluación de germoplasma introducido, las cuales han resultado en la obtención de un cultivar promisorio tipo Basmati.

Por lo descrito anteriormente, se hace necesario determinar características agronómicas y componentes de rendimiento para conocer su potencial de producción en campo. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la selección genealógica sobre una población genéticamente variable de arroz (*Oryza sativa* L.) aromático tipo Basmati.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en el Campo Experimental de arroz de Fundación Danac ubicado en San Javier estado Yaracuy (10° 21' 56,4" Norte y 68° 39' 16,9" Oeste).

El material vegetal utilizado consistió en selecciones de la accesión DA-01465 que se introdujo y evaluó en un ensayo élite de variedades. Simultáneamente, se sometió a evaluaciones sensoriales y pruebas de mercadeo con un panel entrenado, A dicha accesión DA-01465 denominada 'Dasmati' se le aplicaron desde el año 2015 hasta el 2018, ciclo sucesivo de multiplicación y selección fenotípica de plantas individuales, con base en características agronómicas, componentes de rendimiento, calidad de granos y análisis de aroma para lograr un mayor grado de pureza genética del material.

En el Cuadro 1, se muestran las identificaciones de los materiales a comparar clasificados por ciclo. Los mismos constituyen los tratamientos, compuestos por las mejores plantas individuales de 5 ciclos de selección del cultivar Dasmati; los ciclos de selección escogidos fueron: 2015B, 2016A, 2017A, 2018A, 2018B, y 5 masales (mezcla de plantas individuales seleccionadas en cada ciclo de selección) mas 3 testigos de arroz comercial no aromático; SD20A, MD248 y Payara FL, para un total de 13 tratamientos (T). Para la evaluación de aroma se agregó un testigo de arroz aromático Basmati Daawat para un total de 14 tratamientos (T).

Para la siembra, los materiales correspondientes a los 13 tratamientos se sembraron en semillero y a los 21 días después de la siembra se realizó el trasplante al campo. Se establecieron 162 parcelas bajo un diseño en bloques al azar con un arreglo tipo Lattice, con tres repeticiones distribuidas en tres bloques. Cada bloque estuvo conformado por dos franjas en campo, con 54 parcelas distribuidas aleatoriamente dentro de cada bloque. Cada parcela compuesta por tres hileras consecutivas de 3,50 m de longitud, separadas entre sí por 0,30 m. No se dispuso bordura entre parcelas; sin embargo, se establecieron tres hileras de bordura al inicio y cuatro hileras al final de cada franja (Figura 1). La unidad experimental estuvo constituida por 42 plantas por parcela, para un total de 162 parcelas.

El manejo agronómico de la fertilización consistió de 180 kg. ha<sup>-1</sup> de nitrógeno, 60 kg. ha<sup>-1</sup> de fósforo y 60 kg. ha<sup>-1</sup> de potasio, siguiendo un plan de fertilización de acuerdo al análisis de suelos, el riego fue intermitente para los primeros 25 a 35 días después de la siembra y luego se aplicó una lámina de agua permanente hasta unos 20 días antes de la cosecha. Para la cosecha se realizó cortando sólo la hilera central que corresponde a 14 plantas por parcela.

### Variables evaluadas

#### 1. Agronómicas

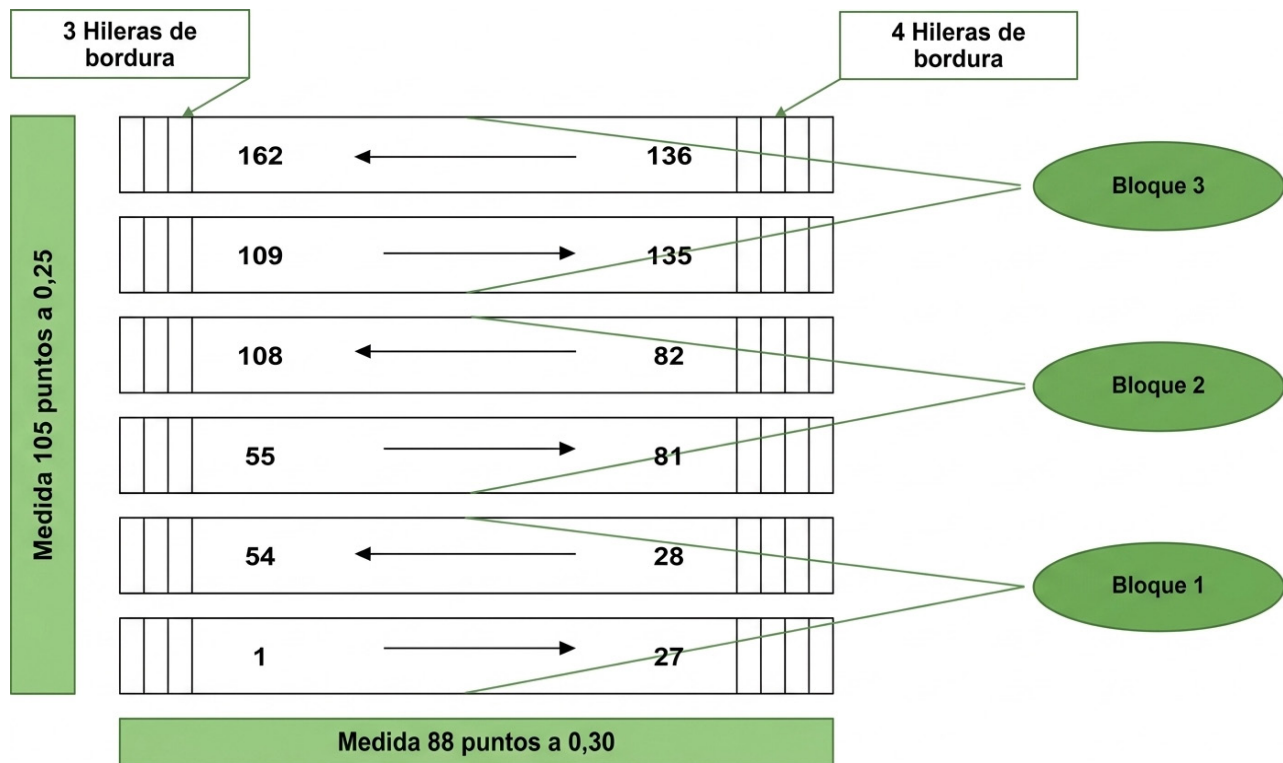
**Días a floración al 100% (FL100):** se registró el número de días transcurridos desde el establecimiento en semillero hasta que el 100% de las plantas de la parcela alcanzaron la floración.

**Fortaleza de tallos (Cs):** los tallos fueron presionados hacia abajo durante un corto período de tiempo y su resistencia se evaluó mediante una escala visual, donde: 1 = fuertes, 100% de las plantas retornó a su posición original; 3 = moderadamente fuertes, cuando más del 85% de las plantas retornó a su posición original; 5 = intermedios, cuando entre el 50 y el 84% de las plantas retornó a su posición original; 7 = débiles, cuando menos del 50% de las plantas retornó a su posición original; y 9 = muy débiles, cuando el 100% de las plantas permaneció en el suelo.

**Cuadro 1.** Descripción de los materiales evaluados en el ensayo de campo para la evaluación agronómica y componentes de rendimiento.

2015B	2016A	2017A	2018A	2018B	Masales	Testigos
Materiales	Materiales	Materiales	Materiales	Materiales	Materiales	Materiales
LG2-6	LG10-6	LG32-5	LG43-3	LG50-5	Masal 15B	SD20A
LG2-8	LG10-12	LG32-11	LG43-6	LG50-6	Masal 16A	MD248
LG2-9	LG10-13	LG32-31	LG43-9	LG50-13	Masal 17A	Payara FL
LG2-14	LG10-15	LG32-32	LG43-15	LG50-21	Masal 18A	
LG2-16	LG10-16	LG32-34	LG43-20	LG50-40	Masal 18B	
LG2-18	LG10-17	LG32-37	LG43-22	LG50-75		
LG2-22	LG10-21	LG32-50	LG43-40	LG50-77		
LG2-24	LG10-22	LG32-68	LG43-47	LG50-80		
		LG32-69	LG43-59	LG50-99		
		LG32-90	LG43-75	LG50-110		

Ciclos: 2015B (verano 2015-2016); 2016A (invierno 2016); 2017A (invierno 2017); 2018A (invierno 2018); 2018B (verano 2018-2019).



**Figura 1.** Esquema del diseño experimental y de la distribución de las parcelas en campo para la evaluación del programa de selección genealógica en un cultivar de arroz aromático tipo Basmati.

**Altura (Ht):** se midió en metros, desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula más alta.

**Número de tallos (Ti):** se contaron los tallos por planta al momento de la cosecha.

**Ciclo (Mat):** se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la maduración fisiológica del grano para cosecha.

**Peso/planta (Ppl):** se cosecharon todas las plantas de la parcela, se pesaron y el peso total se dividió entre el número de plantas por parcela, expresándose el resultado en gramos.

**Peso/parcela (Pp):** se cosecharon todas las plantas de la parcela y se pesaron, expresándose el resultado en gramos.

## 2. Componentes de rendimiento

**Largo de panícula (PnL):** se midió en centímetros desde la base de la panícula hasta la punta, de acuerdo con los criterios establecidos por el IRRI (2002).

**Peso de panículas (PnW):** se tomó la panícula más alta de cada planta y se registró su peso en gramos.

**Granos por panícula (PnG):** se contó el número de granos de la panícula más alta de cada planta, de acuerdo con Muñoz *et al.* (1993).

**Granos llenos y granos vanos (GLL y GV):** se contó los granos de la panícula y se determinó cuántos de ellos eran fértiles (llenos) o estériles (vanos) (Muñoz *et al.*, 1993).

Las evaluaciones de los componentes del rendimiento se realizaron utilizando como unidad experimental cinco plantas seleccionadas al azar de la hilera central, y se llevaron a cabo siguiendo las escalas del Sistema Estándar de Evaluación del IRRI (IRRI, 2002).

## 3. Calidad sensorial

**Aroma:** Para cada tratamiento, se tomó una muestra de 25 granos de arroz pulido y molido, los cuales se colocaron en fiolas de 250 mL con 10 mL

de una solución de KOH al 1,7%. Las fiolas se cubrieron con papel aluminio y se dejaron reposar durante 1 hora. Posteriormente, se evaluó la presencia de aroma, comparándola con un testigo aromático, utilizando una escala de intensidad de aroma, donde 5 = fuertemente aromático, 3 = moderadamente aromático, 2 = ligeramente aromático y 1 = ausencia de aroma (Jewel *et al.*, 2011; IRRI, 1971).

## Análisis estadístico

Se realizaron análisis de estadística descriptiva y análisis de varianza (ANAVA) para las variables cuantitativas que cumplieron con los supuestos de normalidad, aditividad y homogeneidad de varianzas. Para las variables cualitativas se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis. En aquellos casos en los que se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, se utilizó la prueba de Tukey para la separación de medias. Adicionalmente, se llevó a cabo un análisis de componentes principales (ACP) con el fin de identificar las relaciones existentes entre las variables evaluadas. Todos los análisis estadísticos se procesaron utilizando el programa InfoStat 2020, versión estudiantil (© 2010–InfoStat), de acuerdo con Di Renzo *et al.* (2010).

Para los análisis descriptivos, el número de observaciones (n) evaluadas varió según el tratamiento. Para las medias correspondientes a los ciclos 2015B y 2016A se consideraron n = 120, provenientes de ocho parcelas de plantas seleccionadas en cada ciclo, evaluándose cinco plantas por parcela en tres repeticiones. Para las medias de los ciclos 2017A, 2018A y 2018B se utilizaron n = 150, correspondientes a diez parcelas por ciclo, con cinco plantas evaluadas por parcela y tres repeticiones. En el caso de los compuestos masales, se emplearon n = 15, representados por una parcela por cada masal en cada ciclo, evaluándose cinco plantas por parcela en tres repeticiones. Finalmente, para los tres testigos no aromáticos se consideraron n = 3, correspondientes a una parcela por testigo, con la evaluación de cinco plantas por parcela en tres repeticiones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis de la varianza de las variables agronómicas

En el Cuadro 2, se observan los cuadrados medios del análisis de varianza (Anavar) para las características agronómicas, Altura de planta (Ht), Número de tallos (Ti), Peso de la planta (Ppl) y Peso de la parcela (Pp). Se aprecian diferencias altamente significativas entre los tratamientos para todas las variables, donde el valor de  $p \leq 0,01$ . A pesar de la variabilidad observada en la selección para estas características, los coeficientes de variación mostraron valores bajos.

### Comparaciones de medias para las variables agronómicas con distribución normal

En el Cuadro 3, se presentan los resultados de la prueba de comparaciones de medias de Tukey para la altura de la planta (Ht), en donde los valores medios más altos de los ciclos fueron de 91,97 cm en el 2018B a 92,84 cm en el ciclo 2015B, ambos por debajo del testigo comercial más alto que resultó ser Payara FL con 97,27 cm, considerando un efecto positivo al mantener tanto a las selecciones como a los testigos dentro del estándar deseable para la producción de arroces en Venezuela, plantas con alturas intermedias entre 90 y 125 cm clasificado según el IRRI (2013). Estos resultados coinciden con lo reportado por Singh *et al.* (2018), donde a través de técnicas de mejoramiento genético se logró educir la altura de la planta en variedades como Basmati-370 de 145 cm a 110 cm en la nueva variedad mejorada Pusa Basmati 1.

En el caso de la variable Número de tallo (Ti), los valores más altos fueron los obtenidos para las selecciones del ciclo (2018A) al igual que la mezcla masal de ese mismo ciclo, mientras que el valor más bajo fue de 8,27 en el masal 2015B, aunque no coincide con el promedio de las selecciones para ese mismo ciclo, todos los valores se encuentran por debajo de la media del testigo con mayot (Ti), que fue de 15,80 tallos en la variedad comercial MD248, los valores observados en el material aromático muestran poca variabilidad en los diferentes ciclos siendo clasificado según el (IRRI, 2013), como bajo de 5-9 tallos/planta y mediano de 10-19 tallos/planta mostrando un efecto positivo de la selección en las plantas del 2018B al cambiar a la categoría donde se encuentran las variedades comerciales sembradas en Venezuela, por otro lado, coincide con estudio realizado por Samal *et al.* (2014), donde caracterizaron 78 genotipos aromáticos el rango de altura estaba entre los 12,74 y 5,56 tallos por planta, si bien hay un componente genético este carácter se encuentra influenciado en gran medida por factores ambientales (Palacios y Pauth, 2008).

Para las variables peso por planta (Ppl) y peso por parcela (Pp) se presentaron los mayores valores en el ciclo de selección más avanzado el 2018B con 34,74 gramos por planta seguido del masal del ciclo 2018A con 35,58 gramos, obteniendo comportamientos superiores en los resultados de los masales de ambos ciclos, con 401 y 399 g para los ciclos 2018A y 2018B respectivamente, mientras que los valores más bajos estuvieron representados por la media del primer ciclo de selección 2015B con 29,17 gramos por planta, donde el peso de las

**Cuadro 2.** Análisis de varianza para las características agronómicas para los ciclos y compuestos masales provenientes de selección genealógica en un cultivar de arroz (*Oryza sativa* L.) aromático tipo Basmati en comparación con los testigos.

FV	Gl	CM			
		Altura planta (cm)	Número tallos (n)	Peso planta (g)	Peso parcela (g)
Repeticiones	2	259,01	2,45	49,21	20587,92
Tratamientos	12	19,53 **	30,25 **	111,86 **	16311,36 **
Error	147	8,5	1,74	23,95	4703,92
Total	161				
C.V.(%)		3,16	13,83	16,16	19,51

FV (Fuente variación), Gl (grado de libertad) y CM (Cuadrado medios); \*\*: diferencia altamente significativa ( $p \leq 0,01$ ).

de las parcelas del ciclo 2016A y 2015B también mostraron los pesos más bajos con 324,79 y 327,50 g respectivamente. Tanto los valoiferentes genotipos aromáticos desarrollados a partir de Basmati-370 donde esta presentó peso de 28,78 g por planta y las plantas de la variedad derivada Pusa Basmati 1 resultaron en un peso promedio de 32,45 g mostrando una mejora en el peso de las nuevas selecciones.

### Comparación de variables agronómicas sin distribución normal

En el Cuadro 3, se muestran los resultados de la aplicación de la prueba de Kruskal-Wallis para las variables que no cumplen con el supuesto de normalidad, estas son: Floración al 100% (FL100), duración del ciclo (Mat) y Fortaleza de tallo (Cs). En el caso de FL100 en días, se observaron los mayores rangos en el ciclo 2015B como en su masal con 94 y 87 respectivamente, mientras que los menores rangos corresponden al ciclo más avanzado de selección el 2018B con un valor de 71,17; al igual que para su correspondiente masal con 61,33; estos valores son inferiores a los mostrados por los testigos donde la variedad MD248 muestra el rango más alto de 159,67 por presentar ciclos más largos.

Estos resultados muestran un efecto positivo de la selección ya que muestra más estabilidad en el carácter en los ciclos de selección más avanzados, así mismo al compararlos con los resultados obtenidos por Krüger *et al.* (2016), donde evaluaron el desempeño de la selección de 11 líneas aromáticas en Brasil, estas mostraron comportamientos para la FL100 de 84 a 91, denotando ciclos más largos.

De esta misma manera para la variable duración del ciclo los rangos más altos fueron encontrados durante el ciclo 2015B con 85,31; y los más bajos para el ciclo 2018A con 71,98; mientras que todos los masales presentan el mismo rango de 65,33 mostrando menor variabilidad del ciclo, mientras que los testigos no aromáticos muestran rangos superiores a las selecciones de 158,50 para un ciclo de 106 días para los testigos no aromáticos MD248 y Payara FL. Las observaciones muestran efecto positivo de la selección ya que la duración del ciclo en las selecciones sucesivas y en especial en las selecciones más avanzadas es cada vez más homogénea, siendo comparables con los testigos al ser considerados de

ciclo intermedio según el IRRI (2013), deseable para la producción de variedades de arroz en el trópico. De esta misma manera coincide con lo señalado por Hassan *et al.* (2024), donde comparan el efecto del mejoramiento en el tiempo, a través de la selección desarrollada en Pakistán, en Basmati-370 (liberada en 1933) donde logro una disminución del ciclo de 140 días a 116 días en la variedad Al-Khalid- Basmati (liberada en 2021).

Para la variable Fortaleza de tallo se obtuvieron los mayores rangos para las selecciones de los ciclos 2016 A y 2015B con un índice de 2,75 al igual que para sus masales con escala de 3,00; mostrando menor rango para el ciclo 2018 A y su masal, con índices de 2,00 y 1,67 respectivamente, estos últimos al ser comparados con los testigos comerciales que muestran valores de 2,33 para la variedad SD20A y de 1 para la variedad MD248, lo que indica un efecto positivo en la selección de esta característica ya que en los ciclos avanzados se logró mejorar el índice de acame según el IRRI, 2013, donde pasó de moderadamente fuerte a fuerte. Al comparar el trabajo realizado por Mahajan *et al.* (2018), al evaluar el efecto del mejoramiento para los arroces Basmati en India coincide con la importancia de la mejora en el Cs en nuevas variedades pasando de escala en Basmati 370 de 4,45 a 2,5 en Punjab Basmati liberada en el 2016.

### Análisis de Componentes Principales (ACP) para las variables agronómicas

En la Figura 2 se observan los resultados del ACP para el caso de las variables agronómicas de los compuestos masales de las mejores plantas seleccionadas en cada ciclo de selección genealógica y tres testigos comerciales no aromáticos.

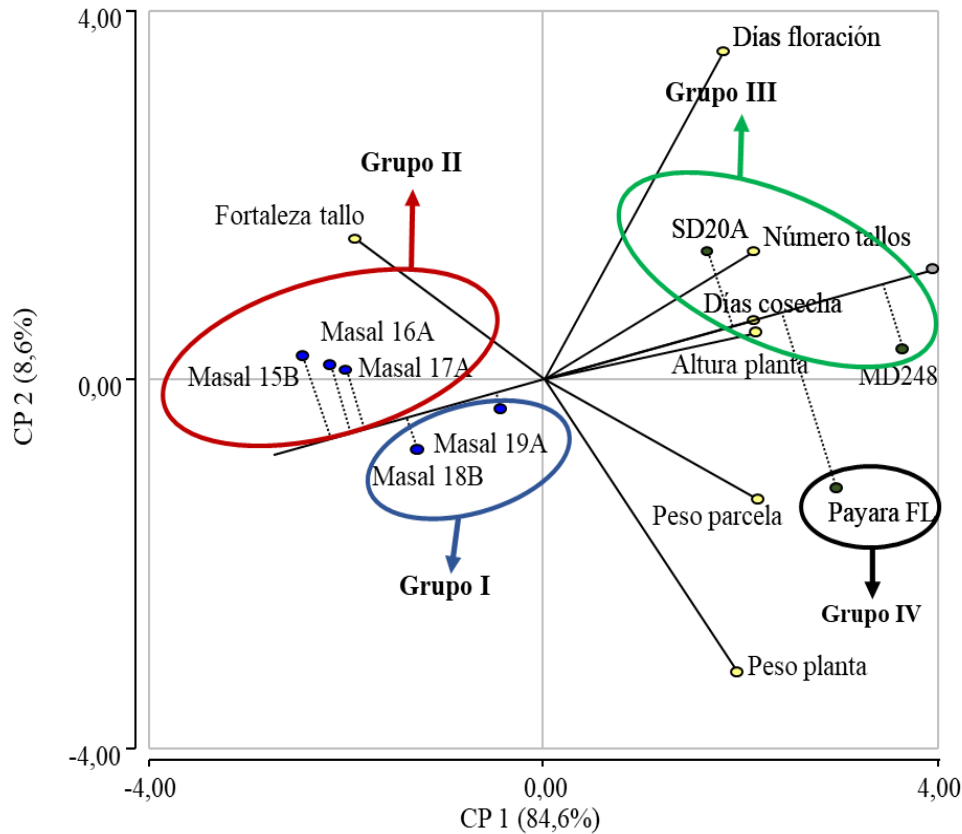
El primer componente está compuesto por los valores más altos de las variables ciclo, altura, peso de la planta y rendimiento por parcela, explicando el 84,6% de la varianza general de las selecciones de arroz aromático estudiadas.

Mientras tanto en el segundo componente se encuentran los valores más altos de fortaleza de tallo, los días requeridos para la floración al 100% y el número de tallos explicando el 8,6% de la variabilidad. Estos primeros dos componentes explican el 93,2% de la varianza general dentro del conjunto de datos estudiados.

**Cuadro 3.** Comparaciones de medias de Tukey y prueba de Kruskal-Wallis para las características agronómicas entre los ciclos y compuestos masales provenientes de selección genealógica en un cultivar de arroz (*Oryza sativa* L.) aromático tipo Basmati en comparación con los testigos.

Tratamiento	Comparaciones de medias de Tukey				Prueba de Kruskal-Wallis					
	Altura planta (cm)	Número tallos	Peso planta (g)	Peso parcela (g)	Floración 100% (días)	Rango	Duración ciclo (días)	Rango	Fortaleza tallo Escala	Rango
2015B	92,84 ab	9,47 b	29,17 c	327,50 c	71,00	93,63 ab	99,38	85,31 b	2,75	95,85 a
2016A	92,03 ab	8,92 b	30,07 bc	324,79 c	69,83	73,02 b	99,29	80,06 b	2,75	96,96 a
2017A	91,98 ab	8,71 b	29,91 c	335,74 bc	70,23	80,88 b	99,27	78,05 b	2,27	78,85 ab
2018A	91,56 ab	9,53 b	29,75 c	353,93 abc	69,90	75,68 b	99,13	71,98 b	2,00	76,20 ab
2018B	91,97 ab	9,20 b	30,71 bc	358,60 abc	69,90	71,17 b	99,23	72,70 b	2,20	68,25 ab
Masal 15B	90,47 b	8,27 b	30,29 c	344,67 bc	70,67	87,17 ab	99,00	65,33 b	3,00	108,00 a
Masal 16A	92,20 ab	9,13 b	29,78 c	354,67 abc	69,33	61,33 b	99,00	65,33 b	3,00	108,00 a
Masal 17A	92,40 ab	9,47 b	30,19 c	364,33 abc	69,33	61,33 b	99,00	65,33 b	3,00	108,00 a
Masal 18A	93,27 ab	10,27 b	33,58 bc	401,00 abc	72,00	63,00 b	99,00	65,33 b	1,67	55,00 ab
Masal 18B	91,27 ab	9,80 b	34,74 abc	399,00 abc	69,33	61,33 b	99,00	65,33 b	2,33	81,50 ab
MD248	97,13 a	15,80 a	41,47 ab	484,00 ab	79,00	159,67 a	106,00	158,50 a	1,00	28,50 b
Payara FL	97,27 a	15,00 a	45,38 a	499,00 a	72,00	113,00 ab	106,00	158,50 a	1,67	55,00 ab
SD20A	96,07 ab	15,73 a	33,45 bc	438,73 abc	76,93	129,67 ab	104,40	157,00 a	2,33	81,50 ab
C.V.(%)	3,16	13,83	16,16	19,51						

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,01$ ). Letras distintas indican diferencias altamente significativas ( $p \leq 0,01$ ).



**Figura 2.** Representación gráfica de los dos primeros componentes Principales (ACP) para las variables agronómicas en la evaluación de los compuestos masales de varios ciclos (2015B, 2016A, 2017A, 2018A y 2018B) obtenidas de la selección genealógica en un cultivar de arroz (*Oryza sativa* L.) aromático tipo Basmati en comparación con los testigos.

Por la ubicación en los cuadrantes encontramos 4 grupos definidos, el primer grupo (I) integrado por los compuestos masales de los ciclos 2018 A y 2018B, los más avanzados, que están más correlacionados con las variables peso de panícula peso de parcela de las selecciones, lo cual los lleva a pensar en rendimiento. Un segundo grupo (II) con los ciclos 2015B, 2016A y 2017A asociado a índices de fortaleza de tallo bajos, un grupo (III) están asociadas a ciclos más largos, mayor altura y número de tallos donde se encuentran los testigos SD20A y MD248 y un cuarto grupo (IV) donde se encuentra la variedad Payara FL que está asociado con plantas más pesadas, por otra parte las variable floración y peso de parcela se encuentran separadas en distintos cuadrantes pero no están correlacionadas con los conjuntos estudiados.

Estos resultados son comparables con los obtenidos por Morejón y Díaz (2018), quienes evaluaron 13

líneas seleccionadas, obteniendo una distribución espacial de las líneas, en el primer componente se encontraron los mayores valores de rendimiento, masa de 1000 granos, granos llenos por panícula y que además tenían menor cantidad de granos vanos por panícula asociados a las variedades INCA y Estrella Roja, el segundo componente presenta los mayores valores para la variable granos vanos por panícula identificando la mayoría de los genotipos y también se representaba los valores de plantas más pesada asociadas a la variedad Bluebonnet.

### Análisis de la Varianza de las variables de componentes de rendimiento

En el Cuadro 4 se observan los resultados del análisis de varianza (Anavar) para las características agronómicas, largo de panícula (PnL), peso de panícula (PnG), granos por panícula (GP), granos

lentos (GLL) y granos vanos (GV). Donde se observan diferencias altamente significativas entre los tratamientos de selección para todas las respuestas y significativas para granos por panícula. A pesar de la variabilidad observada en la selección para estas características, los coeficientes de variación para la mayoría de los caracteres evaluados mostraron valores bajos.

### Comparaciones de medias para las componentes de rendimiento

En el Cuadro 5 se presenta el resultado de la prueba de comparaciones de medias de Tukey para la variable Largo de panícula (PnL), que resultó normal y donde el valor medio más alto para los ciclos fue de 23,08 cm en los ciclos 2018B y 2017A. En

**Cuadro 4.** Análisis de varianza para componentes de rendimiento para los ciclos y compuestos masales provenientes de selección genealógica en un cultivar de arroz (*Oryza sativa* L.) aromático tipo Basmati en comparación con los testigos.

F.V.	G.L.	CM				
		Largo panícula (cm)	Peso panícula (g)	Granos panícula	Granos llenos	Granos vanos
Bloque	2	4,61	1,20	1367,03	838,87	86,04
Tratamiento	12	2,86 **	0,42 **	506,70 *	664,35 **	334,78 **
Error	24	0,47	0,08	214,28	170,91	33,84
Total	38					
C.V.(%)		2,94	5,75	8,78	8,64	34,89

FV (Fuente variación), Gl (grado de libertad) y CM (Cuadrado medios); \*\*: diferencia altamente significativa ( $p \leq 0.01$ ).

el caso de los compuestos masales de las selecciones de cada ciclo, el mayor valor fue para el 2015B con 23,15 cm seguido del 2018B con 23,10 cm, todos los resultados por debajo del mejor testigo comercial con 25,25 cm, al comparar los distintos ciclos y masales no se observan efectos negativos, pero si se conserva la misma variabilidad en los diferentes ciclos. Estos resultados no coinciden con lo reportado por Solís *et al.*, (2016) donde evaluó los componentes de rendimiento de 15 líneas seleccionadas y 2 testigos comerciales donde la media para el largo de panícula fue de 22,19 cm, los mínimos y máximos fueron 18,57 y 32,35, por otro lado, los testigos comerciales INCA LP-4 e INCA LP-5 presentaron valores de 26,40 y 21,50 cm respectivamente, mostrando alta variabilidad en las selecciones.

Con respecto a las comparaciones de medias para la variable peso de panícula (PnW), el valor más alto fue de 5,17g obtenido para los masales del

ciclo 2016A al igual que las selecciones de ese mismo ciclo con 4,93 g, mientras con que el valor más bajo fue de 4,61 en el compuesto masal 2017B, todos los valores medios de las selecciones de cada ciclo se encuentran por debajo de la media del testigo más alto que fue 5,4 g en la variedad comercial SD20A, los resultados no muestran un efecto positivo, ni negativo de esta característica para las selecciones, pero se observaron efectos positivos al cuantificar compuestos masales de las mismas. Los resultados obtenidos coinciden con lo obtenido por Araujo y Prabhu (2002), donde evaluó el rendimiento y sus componentes en selecciones de clones de diferentes generaciones de Basmati- 370, que obtuvo pesos de 1,28 g en la generación  $F_5$  y 1,26 g para la generación  $F_6$ , no encontrando efectos significativos para la variable PnW en las selecciones.

Así mismo en el Cuadro 5, se observan las comparaciones de medias para la variable granos por

**Cuadro 5.** Comparación de medias de Tukey de las variables de los componentes del rendimiento y prueba de Kruskal-Wallis para la variable aroma entre los ciclos y compuestos masales provenientes de selección genealógica en un cultivar de arroz (*Oryza sativa* L.) aromático tipo Basmati en comparación con los testigos.

Tratamientos	Comparaciones de medias de Tukey					Comparaciones de medias de Kruskal-Wallis			
	Largo panícula (cm)	Peso panícula (g)	Granos panícula	Granos llenos	Granos vanos	Aroma	Rango	Tipificación del Aroma <sup>1</sup>	Descripción del Aroma
2015B	22,86 cd	4,66 ab	165,62 ab	154,71 ab	10,98 d	3,78	67,25 bc	F.A.	
2016A	22,96 cd	4,93 a	173,11 ab	159,34 ab	13,77 cd	3,65	64,50 de	F.A.	
2017A	23,08 bcd	4,83 a	168,90 ab	157,60 ab	11,63 d	3,33	54,35 de	M.A.	Palomitas de maíz
2018A	22,71 cd	4,64 ab	163,05 ab	152,07 ab	11,15 d	3,20	59,75 de	M.A.	
2018B	23,08 bcd	4,62 ab	165,69 ab	155,98 ab	9,23 d	3,45	56,67 de	F.A.	
Masal 15B	23,15 abcd	5,11 a	181,67 a	170,17 a	11,83 d	4,00	75,29 de	F.A.	
Masal 16A	23,02 abcd	5,17 a	187,50 a	174,50 a	13,00 d	3,43	63,64 de	F.A.	
Masal 17A	22,75 cd	4,61 ab	186,00 a	172,50 b	14,83 d	3,57	66,21 de	F.A.	Palomitas de maíz
Masal 18A	22,72 cd	5,04 a	181,00 a	161,67 ab	19,33 bcd	3,71	69,00 de	F.A.	
Masal 18B	23,10 abcd	4,91 ab	185,50 a	175,83 a	9,67 d	3,29	60,14 de	M.A.	
MD248	25,25 a	4,76 a	160,67 ab	128,83 b	31,83 ab	1,14	17,07 a	A.A	
Payara FL	23,93 abcd	5,13 a	167,33 ab	131,00 b	39,67 a	1,00	14,50 a	A.A	Sin aroma particular
SD20A	25,03 ab	5,41 a	159,17 ab	146,00 ab	30,83 abc	1,17	17,50 a	A.A	
Basmati Daawat						4,00	78,40 b	F.A.	Palomitas de maíz
C.V. (%)	2,94	5,75	8,78	8,64	34,89				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,01$ ). Letras distintas indican diferencias altamente significativas ( $p \leq 0,01$ ). <sup>1</sup>clasificadas según IRRI (1971). 1: ausencia de aroma (A.A.); 2: ligeramente aromático (L.A.); 3: moderadamente aromático (M.A.) y 4: fuertemente aromático (F.A.).

panícula (GPn). El valor más alto fue de 187,50 granos obtenido para el masal del ciclo 2016A al igual que el promedio de las selecciones de ese mismo ciclo con 173,11 granos, superiores al valor para el mejor testigo Payara FL con un valor de 167,33 granos por panícula, mientras que el valor más bajo fue de 163,05 granos en el compuesto masal 2017B los resultados no muestran un efecto positivo para esta característica en las selecciones, pero vemos efecto positivo en todos los compuestos masales de las mismas. Estos valores coinciden con lo obtenido por Kouefati, 2006, donde comparó selecciones  $R_c F_2$  provenientes de cruces de *Oryza sativa* L. x *Oryza rufipogon*, y tres testigos, donde obtuvo pesos de las selecciones entre 193,4 y 115,7 granos por panícula, por encima del número de granos para el mejor testigo que fue Fedearroz-50 con 104,9 granos. Pero difiere de los encontrados por López et al. (2018) donde evaluó líneas de arroz  $F_5$  y  $F_6$  resistentes a *Togodes oriziculus* durante primavera y secano del 2013 encontrando diferencias en el comportamiento para las líneas 1 y 7 de 123 a 187 granos respectivamente durante primavera y de 90 a 118 granos durante el secano.

Con respecto a las comparaciones de medias para la variable granos llenos (GLL) y granos vanos (GV), el valor más alto para (GLL) fue de 175,83 granos obtenido en la mezcla masal del ciclo 2018B, seguido por la mezcla masal del 2016A con 174,50; estos por encima del mejor testigo SD20A con 146 granos, todos los compuestos masales presentaron valores superiores que las selecciones de cada ciclo, en cuanto a los GV tanto en el ciclo 2018B, como en su masal mostraron las menores cantidades de granos vanos con 9,23 y 9,67 respectivamente, de igual manera los testigos comerciales mostraron los mayores valores de granos vanos, representados en el primer lugar con 39,67 (GV) en la variedad Payara FL. Estos valores no coinciden con los obtenidos por Parikh et al. (2012), en investigaciones realizadas en la India donde se evaluaron setenta y un materiales locales de arroz aromático, se encontró una media de 25,11 espiguillas estériles por panícula, así mismo Solís et al. (2016); en la evaluación de 12 cultivares no aromáticos y 2 testigos comerciales encontró rangos entre 8,23 y 25,15 granos vanos por panícula para las líneas evaluadas, mientras que los testigos cuantificaban 10 granos vanos por panícula.

## Análisis de Componentes Principales (ACP) para los componentes de rendimiento

En la Figura 3, se observan los resultados del ACP para las variables componentes de rendimiento de los compuestos masales de las mejores plantas seleccionadas en cada ciclo de selección genealógica y tres testigos comerciales no aromáticos. En el primer factor se encuentra peso de panícula (PnW), número de granos por panícula (NG) y número de granos llenos (GLL), explicando el 57,7 % de la varianza de las selecciones de arroz aromático estudiadas. Mientras tanto en el segundo factor se encuentran los mayores valores para las variables número de granos vanos (GV) y el largo de la panícula (PnL), explicando el 29,9 % de la variabilidad. Estos resultados explican el 87,6 % de la varianza total dentro del conjunto de datos estudiados.

Puede notarse la ubicación de 3 grupos definidos, grupo (I) integrado por los compuestos masales de los ciclos 2015B, 2016A y 2018A que están más asociadas con peso de panícula (PnW), número de granos por panícula (NG) y un número de granos llenos (GLL), un grupo (II) con los ciclos 2017A Y 2018B correlacionadas negativamente con las variables anteriores y un grupo (III) donde las variedades SD20A, MD248 y Payara FL están asociadas a panículas más largas (PnL) pero con mayor número de granos vanos.

Los resultados obtenidos se asemejan al estudio realizado por Morejón y Díaz (2018), donde evaluaron la asociación de caracteres del rendimiento y sus componentes en 66 selecciones resultantes del programa de mejoramiento genético del arroz y tres testigos (INCA LP-5, INCA LP-7, Selección 1), el primer componente contribuyó con más del 50 % de la varianza explicada y el segundo componente contribuyó con más del 26 % de la varianza, explicando el 76% de la varianza total, se formaron 3 grupos definidos, un primer grupo donde se encuentra el mayor número de accesiones más los testigos INCA LP-5, INCA LP-7, asociada a los valores más altos para las variables peso de panícula, número de granos llenos por panícula y rendimiento, un segundo grupo donde se encuentran 2 materiales promisorios y el testigo Selección 1 relacionado positivamente con la mayor cantidad de panículas por  $m^2$  y granos vanos y un tercer grupo menos diverso donde se ubicaba el resto de los materiales con los valores más bajos para la longitud de la panícula.

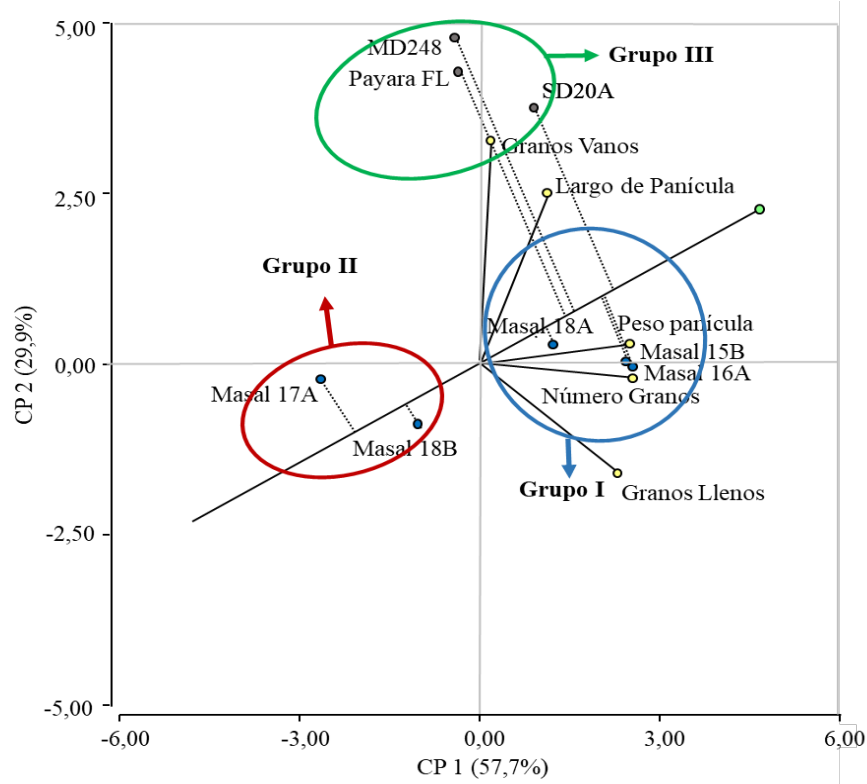


Figura 3. Representación gráfica de los dos primeros componentes principales (ACP) para las variables componentes del rendimiento en la evaluación de los compuestos masales de varios ciclos (2015B, 2016A, 2017A, 2018A y 2018B) obtenidas de la selección genealógica en un cultivar de arroz (*Oryza sativa L.*) aromático tipo Basmati en comparación con los testigos.

### Comparación de la variable sensorial índice de aroma.

La prueba de Kruskal Wallis para comparar los rangos en la variable Aroma se presentan en el Cuadro 5. Al observar los rangos para el aroma los valores medios de las selecciones y los masales no presentaron diferencias significativas entre sí, aunque se observaron los mayores promedios en el ciclo 2015B como en su masal con 3,78 y 4 respectivamente, mientras que los menores rangos corresponden al ciclo de selección 2018A con 3,20 y en el compuesto masal 2018B con índice de 3,29; estos valores son superiores a los mostrados por los testigos donde la variedad no aromática SD20A muestra el rango más alto con índice de 1,17; mientras el testigo aromático Basmati Daawat resultó con los valores de en la escala. Estos resultados coinciden con lo reportado por Pachauri *et al.* (2010). Es interesante que el Departamento de Agricultura de India establece en la norma para la producción de arroces tipo Basmati, un estándar

de calidad para el aroma, donde debe estar presente, ser apetecible y fuerte.

### DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés relacionado con la publicación y el contenido del presente trabajo.

### CONCLUSIONES

Se concluye que la selección genealógica tuvo un efecto positivo y consistente sobre una población genéticamente variable de arroz (*Oryza sativa L.*) aromático tipo Basmati, permitiendo mejorar progresivamente el desempeño agronómico y los componentes del rendimiento a lo largo de los ciclos de selección evaluados. Las selecciones individuales y sus respectivos compuestos masales presentaron

valores de Ht, FL100 y Mat, clasificándose dentro del grupo de plantas de altura y ciclo intermedios, lo cual constituye una característica agronómica favorable para su adaptación y manejo en campo, acordes con los rangos deseables para la producción de arroz en Venezuela

Se permitió identificar una respuesta positiva en las variables asociadas al rendimiento, evidenciada principalmente en los ciclos más avanzados (2018A y 2018B), donde se registraron los mayores valores de Ppl y peso por Pp. Este comportamiento refleja una mejora acumulativa del potencial productivo, aun cuando Ti mostró baja variabilidad entre ciclos bajo las condiciones evaluadas.

Las líneas avanzadas del ciclo 2018B (LG50-75, LG50-77 y LG50-110) destacaron por presentar el mejor desempeño integral en las variables agronómicas y de rendimiento, confirmando la eficacia del proceso de selección. En cuanto con los componentes del rendimiento, las selecciones y sus compuestos masales mostraron valores de PnL inferiores a los testigos comerciales; sin embargo, los compuestos masales alcanzaron valores comparables o superiores a los testigos en PnW y PnG, así como una mayor proporción de GLL y una reducción en el GV, especialmente en los ciclos de selección más avanzados.

La selección genealógica permitió conservar el aroma característico del arroz Basmati, descrito como similar a rosetas de maíz, manteniendo una intensidad aceptable y acorde con los estándares internacionales para este tipo de arroz, aunque se observó una ligera disminución de la intensidad aromática en algunos ciclos avanzados, sin comprometer la tipificación sensorial del material seleccionado.

Se confirma que la selección genealógica constituye una estrategia efectiva para el mejoramiento de arroces aromáticos tipo Basmati bajo condiciones tropicales, al permitir avances sostenidos en rendimiento y estabilidad agronómica, sin una pérdida significativa de los atributos sensoriales que definen su valor comercial. Estos hallazgos respaldan el potencial de los materiales seleccionados como base para el desarrollo de cultivares aromáticos adaptados a Venezuela y contribuyen al fortalecimiento de programas nacionales de mejoramiento genético orientados a la diversificación y diferenciación del mercado arrocero.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Fundación para la Investigación Agrícola Danac (DANAC) por su valiosa colaboración, al equipo técnico por su apoyo en esta investigación y a los asesores por sus valiosos aportes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo, L.; A. Prabhu. 2002. Somaclones da cultivar de arroz aromático Basmati-370 resistentes à brusone. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 37: 1127-1135.
- Ávila, M. 2016. Arroces aromáticos: Generalidades, Componentes de calidad de grano y técnicas de evaluación. Seminario de Doctorado. UCV. Facultad de Ciencias. Caracas, Venezuela. 52 p.
- Champagne, E. 2008. Rice aroma and flavor: a literature review. *Cereal Chemistry*, 85(4): 445-454.
- Colombari, J.; A. Abreu; P. Rangel; P. Bassinello; L. Pimenta; H. Cândido e N. Alencar. 2017. Caracterização morfoagronômica de recursos genéticos de arroz aromático do grupo Basmati. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. Embrapa Arroz e Feijão, 10.
- COVENIN, 1999. NVC 1641:99. Arroz blanco de grano largo. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Ministerio de Producción y Comercio. Caracas, Venezuela.
- FAO. Food and Agriculture Organization, 2023. Rice Market Monitor, Volume XX (4): Diciembre.
- FEDEAGRO. Estadísticas Agropecuarias y Económicas. Caracas: Federación de Asociaciones de Productores Agropecuarios, 2017. Disponible en: <http://www.fedeagro.org/>. [Consultado: 01/06/2017].
- Giraud, G. 2013. The World Market of Fragrant Rice, Main Issues and Perspectives. *International Food and Agribusiness Management Review*. 16(2):1-20.

- Hassan, M; A. Irum; F. Ashraf; Z. Hassan; M. Waqar; M. Peerzado; M. Usman; H. Bilal; W. Sabir; M. Jamil; M. Javed; M. Tabbassum and S. Jamil. 2024. Evolution of breeding research in Basmati rice (*Oryza sativa* L.). In Punjab, Pakistán. Biological and Clinical Sciences Research Journal, 2024(1): 683.
- IRRI. 1971. International Rice Research Institute. Annual Report for 1970. Los Baños, Laguna, Philippines. pp. 265.
- IRRI. 2002. International Rice Research Institute. Standard evaluation system for rice. International Rice Research Institute, Philippines, 1-45.
- IRRI. 2013. International Rice Research Institute. 2013. Standard evaluation system for Rice. 5th Edition. International Rice Research Institute. Los Baños, Philippines. 57 p.
- Jewel, Z; A. Patwary; S. Maniruzzaman; R. Barua and S. Begum. 2011. Physico-chemical and genetic analysis of aromatic rice (*Oryza sativa* L.) germplasm. The Agriculturists 9: 82-88.
- Kouefati, E. 2006. Evaluación del rendimiento en granos y sus componentes en familias de RC1F2 del cruce entre *Oryza sativa* L. y *Oryza rufipogon* G. Trabajo especial de grado. UCV. Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela. 51 p.
- Krüger, T; E. Streck; G. Aguiar; P. Facchinello; F. Colombari and A. De Magalhaes, A. 2016. Desempenho agrônomico de genótipos aromáticos para tipos especiais de arroz irrigado. In: congresso de iniciação científica, 25; encontro de pós-graduação UFPEL, 18; semana integrada de ensino, pesquisa e extensão, 2. 2016, Pelotas: UFPEL, 2016.
- Mahajan, G; A. Matloob; R. Singh; V. Singh and B. Chauhan. 2018. Basmati rice in the Indian subcontinent: Strategies to boost production and quality traits. Advances in Agronomy, 151, 159-213.
- Morejón, R; S. Díaz. 2018. Relación del rendimiento con otros caracteres en cultivares tradicionales de arroz colectados en Pinar del Río. Cultivos Tropicales, 39 (1): 81-86.
- Muñoz, A; A. Giraldo and J. Fernández. 1993. Descriptores varietales: arroz, frijol, maíz, sorgo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 1-174 p.
- Pachauri, V; M. Singh; A. Singh; S. Singh; N. Shakeel, V. Singh and K. Singh. 2010. Origin and genetic diversity of aromatic rice varieties, molecular breeding and chemical and genetic basis of rice aroma. J. Plant Biochem & Biotech. 19(2):127-143.
- Palacios, E; M. Pauth. 2008. Evaluación avanzada de nueve líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) con resistencia al manchado del grano, Valle de Sébaco, 2007. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 45 p.
- Parikh, M; N. Motiramani; N. Rastogi and B. Sharma. 2012. Agro-morphological characterization and assessment of variability in aromatic rice germplasm. Bangladesh Journal of Agricultural Research, 37(1): 1-8.
- Perdomo, M; Y. Jayaro, C. Lozada y E. Torres. 2008. Resultados de la evaluación Del octavo vivero internacional de arroz aromático (IRFAON-2006) del IRRI en Venezuela. Memoria III Congreso Venezolano de Mejoramiento Genético y Biotecnología Agrícola. INIA, San Felipe. Venezuela. 2 p.
- Pinciroli, M; N. Ponzio; M. Salsamendi and S. Ponzio. 2015. Arroces especiales: Arroz aromático. El arroz alimento de millones. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires, Argentina. 81 p.
- Ribeiro, F. 2017. Caracterização da qualidade dos grãos e determinação do aroma em arroz Basmati. Trabalho de Conclusão de Curso em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, Brasil. 96 p.
- Samal, C; R. Rout and S. Das. 2014. Study of genetic divergence of Indigenous Aromatic Rice (*Oryza sativa* L.): Potentials and consequences of on-farm management in traditional farming. Ind J Agric Sci, (4): 176-189.

Singh, R; P. Gautam; S. Sanjem and S. Singh. 2000. Scented Rice Germplasm: Conservation, Evaluation and Utilization. En: Singh R., Singh U., Khush G. (eds.) Aromatics rices. Oxford and IBH Publishing. New Delhi. 292 p.

Singh, A; R. Ellur; K. Gopala; K. Bowmick; M. Nagarajan; K. Vinod; B. Haritha; V. Singh; A. Khanna; S. Pathania; A. Yadav; K. Mondal and R. Seth. 2018. Basmati rice variety Pusa Basmati 1718. *Indian J Genet* 78:151

Solís, D; M. Rivera y O. Chisholm. 2016. Dinámica de los caracteres altura y ahijamiento en cultivares tradicionales de arroz. *Avances* 18: 42-48