

## CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DEL GRANO DE LA VARIEDAD DE ARROZ SOBERANA FL

### MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF GRAIN OF THE SOBERANA FL RICE VARIETY

Rosa María Álvarez Parra<sup>1</sup>  Edicta Rosa Reyes Ramones<sup>1</sup> 

Alexis Antonio Alvarado Parra<sup>2</sup>  Elizabeth del Carmen Valera Chirinos<sup>1</sup> 

Yunio José Linarez Cariel<sup>1</sup>  Neida Yelitza Ramos Pérez<sup>1</sup> 

Edith del Valle Hernández Ribas<sup>1</sup>  Ramiro De la Cruz<sup>1†</sup> 

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Portuguesa, Venezuela.

<sup>2</sup>Universidad Politécnica Territorial del Estado Portuguesa (UPTP) "Juan de Jesús Montilla".

#### Correspondencia:

Rosa María Álvarez Parra  
ralvarezp@inia.gob.ve

#### Como citar este artículo:

Álvarez, R., Reyes, E., Alvarado, A., Valera, E., Linarez, Y., Ramos, N., Hernandez, E., & De la Cruz, R. (2023). Caracterización morfológica del grano de la variedad de arroz soberana fl. *Hatun Yachay Wasi* 2(2), 98–109. <https://doi.org/10.57107/hyw.v2i2.50>

#### RESUMEN

La actividad del mejoramiento genético de plantas es muy dinámica, generando de manera constante nuevos cultivares al mercado de semilla. El objetivo de este estudio fue ampliar la descripción varietal del grano de arroz de la variedad Soberana FL, para ser útil en el sector semillerista vinculado al cultivo del arroz, el cual trabaja con muestras de arroz provenientes de lotes de semilla ya cosechados. El estudio se realizó en el ciclo 2016-2017, considerando una muestra de 100 panículas derivadas de plántulas de semilla genética de la variedad. Se evaluaron caracteres cualitativos y cuantitativos, utilizando los descriptores varietales propuestos para el cultivo. La variedad Soberana FL se caracterizó por presentar semillas con glumas fértiles de color dorado y café claro en el ápice y panículas con densidad de tipo intermedio. La lema y palea presenta pubescencia hacia el ápice, con un ángulo del ápice entre 11° a 40°. Presenta granos largos y delgados, con adecuada calidad, garantizando su nivel de aceptación en la agroindustria y del consumidor final. Todos los caracteres estudiados presentaron una baja variación estadística, lo cual sugiere una elevada uniformidad en la variedad, factores que facilitan su reconocimiento, tanto en campo, como en el laboratorio.

**Palabras clave:** cultivares, semilla, arroz, grano de arroz, caracterización morfológica.

#### ABSTRACT

Plant breeding activity is very dynamic, constantly generating new cultivars for the seed market. The aim of this study was to broaden the varietal description of the rice grain of the Soberana FL variety, to be useful in the seed sector linked to rice cultivation, which works with rice samples from already harvested seed lots. The study was carried out in the 2016-2017 cycle, considering a sample of 100 panicles derived from genetic seed plants of the variety. Qualitative and quantitative characters were evaluated, using the varietal descriptors proposed for the crop. The Soberana FL variety was characterized by having



seeds with fertile glumes of golden color and light brown at the apex and panicles with intermediate type density. The lemma and palea are pubescent towards the apex, with an apex angle of 11° to 40°. It presents long and thin grains, with adequate quality, guaranteeing its level of acceptance in the agro-industry and the final consumer. All the characters studied presented a low statistical variation, which suggests a high uniformity in the variety, factors that facilitate its recognition, both in the field and in the laboratory.

**Keywords:** cultivars, seed, rice, rice grain, morphological characterization.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo del arroz es considerado de gran importancia económica y social en diversos países en vías de desarrollo, representando el alimento básico de más de 2.5 billones de personas en todo el mundo, pero siendo además la principal fuente diaria de calorías y proteínas para más de la mitad de la población mundial, proporcionando alrededor del 20 % de la energía y 15 % de proteína en los requerimientos diarios en la dieta humana (Acevedo et al., 2013). En el último lustro, la producción mundial de este cereal alcanzó una superficie cosechada de 163.245.954 hectáreas, lo cual representa alrededor del 10 % de las tierras cultivadas del planeta (FAOSTAT; 2023; Statista 2023). La producción promedio mundial de arroz paddy para el último quinquenio se estima en un poco más de 764 millones de toneladas, lo que representa unos 514 millones de toneladas de arroz pulido, con una productividad promedio de 4.682 t/ha (FAOSTAT, 2023). Este volumen de producción apenas cubre la demanda del cereal (512 millones de toneladas en promedio), siendo la mayor parte de esta producción destinada al autoconsumo, lo que genera una baja participación en el comercio mundial.

Las características de producción, consumo y políticas arancelarias en los principales países productores, da a la producción de arroz características particulares que obliga a los países consumidores, a mejorar los sistemas productivos para garantizar la seguridad alimentaria de su población (Álvarez et al., 2023; FAO, 2023).

Dada la relevancia que posee la semilla en todo sistema productivo agrícola, los diferentes países involucrados con la producción agrícola han establecido normativas que regulan la producción y el comercio de la semilla, con el objetivo principal de garantizar estándares de calidad en el componente genético, físico, fisiológico y sanitario de este insumo. Para alcanzar estos estándares establecidos para la semilla, se hace indispensable que tanto los inspectores de campo, como de laboratorios, conozcan las características fenotípicas a nivel de grano de los cultivares objetos de escalamiento de semilla, a fin de poder diferenciar las variaciones propias que caracterizan a las variedades (variabilidad residual), de otros cambios generados por efectos de la pérdida de pureza genética (Álvarez et al., 2023).

Estos profesionales se apoyan en los descriptores varietales establecidos, para los diferentes cultivares liberados al mercado de semilla, los cuales de manera general describen con precisión las características agronómicas y morfológicas del cultivar, desde la etapa de plántula, hasta la maduración fisiológica, incluyendo la caracterización del grano (Muñoz et al., 1993; Ortega, 2014).

Los programas de mejoramiento genético, tanto del sector público, como del sector privado están liberando constantemente nuevos cultivares al mercado de semilla, a fin de reemplazar aquellos cultivares que, por efectos de las variaciones ambientales a través del tiempo, dejan de tener eficiencia en los sistemas de producción agrícola.

Por ello, es necesario reemplazar también este tipo de información en las diferentes organizaciones vinculadas a la producción de semilla, con el fin de auxiliar en la producción de semilla de alta calidad genética. Por otro lado, a pesar que los descriptores proporcionados para los nuevos cultivares liberados al mercado de semillas consideran todos los caracteres de la planta y de la semilla, generalmente no tiene el detalle necesario para cuando se trabaja con muestras de arroz, tal como lo hacen los laboratorios de control de calidad de semillas (Álvarez et al., 2023). De allí la gran importancia que puede tener este estudio en el proceso de inspección de campos de producción de semillas de arroz.

La variedad de Arroz Soberana FL fue obtenida en el marco del convenio entre el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) y La Fundación Nacional del Arroz (FUNDARROZ), con la participación del Fondo Latinoamericano y del Caribe para arroz de Riego (FLAR), cuyo propósito es contribuir a la sostenibilidad del cultivo del arroz en Venezuela (Acevedo et al., 2013).

La descripción varietal de esta variedad fue ampliada, con la finalidad de que dicha información fuese de utilidad para el sector semillero vinculado al cultivo del arroz, especialmente los técnicos de laboratorios que trabajan como analistas en la agroindustria y personal técnico que labora en los procesos de producción, beneficio y procesamiento de semillas de arroz en campo, cuya actividad técnica la realizan con base a la utilización de muestras de arroz provenientes de lotes de semilla ya cosechados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado durante el ciclo seco 2016-2017, en el departamento de Arroz del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícola (INIA) – Portuguesa, ubicado en el municipio Araure, sector Los Malabares, en el estado Portuguesa, Venezuela

(9°36'N, 69°13'O y 200 m s.n.m.). Para el estudio se utilizó un total de 100 panículas provenientes de plantales de semilla genética de la variedad, obtenida por el programa de mejoramiento genético de arroz del INIA Portuguesa, utilizando la metodología propuesta por Torres et al. (2006) para su multiplicación.

De cada panícula se tomaron, en forma aleatoria, dos semillas; la primera ubicada en el ápice de la panícula del tallo más alto de la planta y la segunda, ubicada en una espiguilla del tercio medio de la misma panícula. Ambas semillas fueron utilizadas para realizar evaluaciones de variables cualitativas y cuantitativas, conforme al Descriptor Varietal del Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT (Muñoz et al., 1993). La metodología utilizada también fue previamente detallada por Álvarez et al (2023).

### Caracteres descriptivos:

La descripción del grano de la variedad de arroz Soberana FL se hizo con base a la utilización de variables cualitativas, relacionadas con los colores de las estructuras del grano.

La evaluación se hizo utilizando una escala ordinal de 1 a 9, a excepción para la variable color del ápice del grano apical, en la cual se utilizó una escala de 1 a 5, conforme a la tabla de colores, especificada en el descriptor varietal del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) (Muñoz et al., 1993) (Tablas 1 a 4).

**TABLA 1***Modelo de escala utilizado para evaluar el color del ápice del grano apical*

Esca	Código de color en la tabla de colores del descriptor
1. Blanquecino	76.
2. Pajizo	77, 78, 96.
3. Café claro	71, 72.
4. Rosado	13, 15.
5. Púrpura	2,3.

Nota: descriptor Varietal de CIAT (Muñoz et al., 1993)

Densidad predominante de la panícula: esta variable determina la forma como se aglutinan las ramificaciones primarias y secundarias de la panícula. Para su evaluación es necesario remover todas las semillas de la panícula, utilizando la escala presentada en la Tabla 3 (Álvarez et al., 2023).

Pubescencia del grano apical y del tercio medio de la panícula: Con esta variable se evalúa la presencia o ausencia de vellos sobre la lema y la púa del grano, la cual se califica utilizando la escala presentada en la Tabla 3 (Álvarez et al., 2023).

**TABLA 2***Modelo de escala utilizado para evaluar el color predominante de las glumas fértiles (lema y púa) del grano apical de la panícula*

Esca	Código de color en la tabla de colores del descriptor
1. Pajizo.	77,78,96.
2. Dorado.	60,61,62,63.
3. Surcos dorados sobre fondo pajizo.	60,61,62,63/77,78,96.
4. Manchas cafés sobre fondo pajizo.	54,55,57/77,78,96.
5. Café amarillento.	58,59.
6. Café rojizo o purpura.	4,5,6,10 o 2,3.
7. Manchas púrpuras sobre fondo pajizo.	2,3/77,78,96.
8. Púrpura.	2,3.
9. Negro.	25,100.

Nota: descriptor Varietal de CIAT (Muñoz et al., 1993)

**TABLA 3**

*Escala de valores utilizada para evaluar la densidad predominante de la panícula y la pubescencia del grano*

Densidad predominante de la panícula		Pubescencia del grano	
Escala	Descripción	Escala	Descripción
1	Abierta.	1	Glabra o lisa.
3	Semiabierta.	3	Pubescente en la quilla.
5	Intermedia.	5	Pubescente hacia el ápice de la lema y la palea.
7	Semicompacta.	7	Parcial o totalmente cubiertas con vello corto.
9	Compacta.	9	Parcial o totalmente cubiertas con vello largo.

Nota: descriptor Varietal de CIAT (Muñoz et al., 1993)

Tamaño de arista: Se visualiza como una estructura botánica filiforme, ubicada en el ápice de la lema, la cual sólo puede ser reconocida después de la floración completa. A pesar de ser una variable cuantitativa, la evaluación final de la longitud de la arista se efectúa mediante la utilización de una escala ordinal (Tabla 4), la cual se aplica luego de la medición de la longitud de la arista respectiva en milímetros (Álvarez et al., 2023).

Ángulo del ápice del grano apical de la panícula y ángulo del ápice de un grano del tercio medio de la panícula. La determinación de estas variables se efectúa estableciendo una línea vertical imaginaria que pasa por el centro del grano, utilizando para su evaluación la escala presentada en la Tabla 4 (Álvarez et al., 2023).

**TABLA 4**

*Escala de valores utilizada para medir el tamaño de la arista y el ángulo de ápice del grano apical*

Tamaño de la arista (mm)		Ángulo del ápice del grano (°)	
Escala ordinal	Descripción	Escala	Descripción
1. Corta	Entre 1 y 5	1	De 0 a 10
3. Media	Entre 6 y 20	3	De 11 a 40
5. Semilarga	Entre 21 y 30	5	De 41 a 70
7. Larga	Entre 31 y 50	7	De 71 a 90
9. Muy larga	> de 50	9	> de 90

Nota: descriptor Varietal de CIAT (Muñoz et al., 1993)

Longitud de la semilla: determinada como la longitud (mm), medida desde la base de la gluma estéril más baja, hasta el ápice de la gluma fértil más larga, sin incluir la longitud concerniente a la

arista.

Anchura de la semilla: determinada como la distancia (mm), estimada entre las nervaduras

centrales de la lema y de la palea, considerando el punto más ancho de la semilla.

**Espesor de semilla:** estimada en mm, midiendo el grosor obtenido entre las paredes laterales de la semilla.

**Peso de mil semillas secas:** para la determinación de esta variable se seleccionaron al azar 10 muestras de mil granos, bien desarrollados y con un contenido de humedad de 12 %. Se determinó el peso (g) en las 10 muestras, utilizando una balanza de alta precisión, considerando el valor promedio para los resultados finales.

**Análisis estadístico**

Previo a la realización de los análisis estadísticos, se procedió a tabular y procesar toda la información recopilada en las 100 panículas de la variedad. Se realizaron estadísticos descriptivos, utilizando la media como medida de tendencia central y la desviación estándar, el coeficiente de variación y el rango, como medidas de variabilidad. Se estimó un intervalo de confianza para la media, utilizando el procedimiento establecido para una media muestral de tamaño grande. (Walpole, 2012). Para las variables medidas en escala, se determinó el porcentaje de valores que correspondió a la escala determinada (Álvarez et al., 2023).

Para determinar si el nivel de variación dentro de cada variable se correspondió con lo esperado

para dicha variable en la variedad analizada, se utilizó la prueba de Chi Cuadrado con un nivel de significancia del 5 %.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

De acuerdo con los resultados obtenidos con la información recopilada en las 100 panículas analizadas de la variedad de arroz Soberana FL, este cultivar se caracteriza por presentar semillas con glumas fértiles (lema y palea) de color DORADO y color CAFÉ CLARO en el ápice (Tabla 5 y Fig.1) y panículas con densidad de tipo intermedio (Fig. 2). En la Tabla 5 también se observa que la condición del color del ápice y de las glumas fértiles del grano apical se da en el 100 % de los granos, lo cual significa que es un carácter fijado y estable en la variedad Soberana FL. El grano de esta variedad puede presentar aristas cortas de 1 a 5 mm, las cuales pueden alcanzar hasta el 20 % de la muestra (Tabla 6). El grano de la variedad también presenta pubescencia hacia el ápice de la lema y la palea y un ángulo del ápice del grano de 11° a 40°, tanto del grano apical, como del tercio medio. Todas estas características están presentes en el 100 % de los granos (Tabla 6). El grano apical presenta en promedio una longitud de 10,06 mm, con un ancho aproximado de 2,34 mm y 1,98 mm de espesor, mientras que para el grano del tercio medio se registró una la longitud promedio de 10,18 mm, con 2,26 mm de ancho y un espesor de 1,99 mm El peso medio de 1000 semillas fue de 28,30 g (Tabla 7).

**TABLA 5**

*Color predominante del ápice y de las glumas fértiles del grano apical de la Variedad Soberana FL*

Caracteres Descriptivos	Escala	%	CC	%
Color predominante del ápice del grano apical	3	100	71	100
Color predominante de las glumas fértiles (lema y palea) del grano apical	2	100	60	100

CC significa código de color según el descriptor Varietal de CIAT (Muñoz et al., 1993).

**TABLA 6**

*Caracteres descriptivos del grano de la Variedad Soberana FL medidos en escala ordinal al momento de la madurez fisiológica*

Caracteres descriptivos en escala ordinal	Escala	Predominancia (%)
Tamaño de arista	1	20
Ángulo ápice de un grano apical	3	100
Ángulo ápice de un grano Tercio medio	3	100
Densidad predominante de la panícula	9	100
Pubescencia del grano apical	5	100
Pubescencia del grano del tercio medio	5	100

Los bajos coeficientes de variación, juntamente con el resto de los parámetros que miden el grado de dispersión de los datos, indican que todos los caracteres del grano en la variedad Soberana FL son bastante uniformes, lo cual es un buen indicativo del nivel de estabilidad del material. Esta condición es muy importante en los materiales liberados,

porque facilita los trabajos de depuración en campo, garantizando la producción de semilla con alta pureza genética. Álvarez et al. (2023) también reportaron una elevada uniformidad para las características del grano de la variedad de arroz Venezuela 21.

**FIGURA 1**

*Tipo de grano largo y fino que caracteriza a la variedad Soberana FL*



Nota: Programa de arroz INIA Portuguesa

En Venezuela se han desarrollado varios trabajos con el propósito de caracterizar cultivares de arroz, entre ellos, Pérez & Montoya, (2009), caracterizaron 16 variedades de arroz del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Venezuela, desde

el punto de vista morfológico y molecular, con énfasis en la calidad del grano, en donde evaluaron la longitud, ancho y espesor del grano, caracteres que también fueron evaluados en este estudio. El estudio reveló que las variedades estudiadas,

en general, presentaron características del grano acorde con las demandas del mercado nacional, caracterizadas por presentar granos largos, finos y niveles de amilosa mayor al 20 %. La variedad

de arroz Soberana FL también se caracteriza por presentar este tipo de grano, el cual es el de mayor aceptación en la mesa del venezolano.

**FIGURA 2**

*Tipo de panícula de densidad intermedia que caracteriza a la variedad de arroz Soberana FL*



**TABLA 7**

*Caracteres Cuantitativos del grano de la Variedad Soberana FL*

Caracteres descriptivos en escala de razón	IC (Media)	Media	DE	CV	Mín	Máx	Rango
Longitud de la semilla apical (mm)	9,99 (10,13)	10,06	0,36	3,53	9,00	10,90	1,90
Anchura de la semilla del grano apical (mm)	2,31 (2,37)	2,34	0,14	5,92	2,00	2,60	0,60
Espesor de la semilla del grano apical (mm)	1,97 (1,99)	1,98	0,05	2,42	1,80	2,00	0,20
Longitud de la semilla tercio medio (mm)	10,09 (10,27)	10,18	0,45	4,45	9,00	11,00	2,00
Anchura de la semilla del tercio medio (mm)	2,23 (2,29)	2,26	0,14	6,13	1,90	2,50	0,60
Espesor de la semilla tercio medio (mm)	1,98 (2,00)	1,99	0,04	1,85	1,80	2,00	0,20
Peso de 1000 semillas (g)	26,43 (27,83)	27,13	1,13	4,17	25,00	29,00	4,00

Nota: IC: intervalo de confianza de la media; DE, desviación estándar; CV: coeficiente de variación (%); mín: mínimo; máx: máximo.

Los parámetros que caracterizan al grano del cultivo del arroz también definen la calidad del producto final, como lo es el arroz de mesa, de allí su relevancia en el cultivo, puesto que definen el nivel de aceptación del producto por parte del consumidor. Estos parámetros se caracterizan por tener controles genéticos diversos, complejos y su expresión es afectada por el ambiente donde se desarrollen los genotipos (Chen et al., 2012; Morita et al., 2016; Pérez & Montoya, 2009). Es por ello, que en los programas de mejoramiento genético de cultivares de arroz, se tienen en cuenta los caracteres que mejoran la apariencia del grano, así como los mecanismos genéticos que los controlan (Zhao et al., 2022). Las mediciones de los caracteres morfológicos del grano no sólo son útil por estar asociados a ciertos parámetros que definen la calidad del grano, sino también porque contribuyen a facilitar los trabajos de depuración genética en campo y los trabajos a nivel de laboratorio; entre ellos se destacan la forma de la panícula y caracteres sobresalientes del tipo del grano, tales como la presencia de pubescencia y de aristas (Ortega, 2014; Torres et al., 2006;).

El trabajo del fitomejorador es muy complejo, porque necesita considerar el potencial de producción de los cultivares, el comportamiento agronómico y fitosanitario, adaptación y estabilidad, para poder satisfacer las exigencias de los productores agrícolas; pero también necesita generar un producto que luego del proceso de industrialización (descascarado y pulido) presente una excelente apariencia, lo cual determinará su nivel de aceptación en el mercado, con lo cual logra satisfacer las exigencias de la agroindustria. Adicionalmente, además de la adecuada apariencia, necesita considerar aspectos relacionados con el sabor, la apariencia luego del proceso de cocción y el aspecto saludable del producto, los cuales son factores que influyen de manera directa la aceptación a nivel del consumidor (Zhao et al., 2022). En este sentido, Álvarez et al. (2023) refieren

que el trabajo del fitomejorador en el cultivo del arroz, necesita poner énfasis en el potencial productivo, pero sin descuidar los aspectos relativos al tamaño, espesor y color del grano, porque son parámetros que contribuyen de manera directa con la apariencia y por ende la calidad del producto final.

La forma y el tamaño de los granos de arroz son estructuras que poseen herencia materna, debido a que su desarrollo se lleva a cabo dentro de un espacio limitado provisto por el casco de la espiguilla, el cual corresponde al órgano reproductivo femenino de la planta, que controla el tamaño de las glumas (Li et al., 2019). Por otro lado, la longitud, ancho y espesor definen el tamaño del grano, mientras que la relación largo /ancho del grano, determinan la forma del grano, razón por la cual se relacionan tanto con la productividad de los cultivares como con la calidad del grano (Zhao et al., 2022).

Los granos de arroz pueden ser cortos, medianos, largos y extralargos, en función de la longitud del grano, pero también pueden ser redondos, medios y delgados, en función a la forma del grano (Calingacion et al., 2014). Según Zhao et al. (2022), la sub-especie *índica* se caracteriza por presentar granos largos y delgados, mientras que en la sub-especie *japónica* son cortos y redondos. En este sentido, la variedad *Soberana FL* presenta granos acordes con la sub-especie *índica*, de la cual se origina.

El gen *GSE5* localizado en el locus *qSW5/GW5* controla el tamaño del grano en arroz (Duan et al., 2017). De acuerdo con estos autores, este gen controla el ancho del grano a través de un proceso que restringe la proliferación de células en el casco de la espiguilla; no obstante, en la región promotora del gen *GSE5* se presentan delecciones que son específicas para las sub-especies *índicas* y *japónicas*, las cuales restringen la expresión del gen y por ende reducen el tamaño del grano de las

variedades. Otros estudios han encontrado efectos pleiotrópicos del gen GSE5 sobre otros caracteres vinculados con la calidad del grano, tales como la longitud, forma y opacidad (centro blanco) del grano (Jiang et al., 2022). Estos estudios son de gran importancia en el cultivo, porque permiten conocer los efectos y perfiles de expresión de este gen, proveyendo las bases teóricas para la producción de cultivares que además de presentar elevados índices de productividad, también presenten una excelente calidad del grano. Todo esto se puede lograr de manera más efectiva y con mayor rapidez, si se logra integrar en los programas de mejoramiento genético la selección asistida por marcadores moleculares, tal como lo refieren Álvarez et al. (2023). En el desarrollo de la variedad de arroz Soberana FL, el equipo técnico encargado de su producción y desarrollo logró combinar un excelente potencial productivo (Acevedo et al., 2013), con una excelente calidad del grano.

### CONCLUSIONES

-La variedad Soberana FL se caracteriza por presentar semillas con glumas fértiles (lema y palea) de color dorado y café claro en el ápice y panículas con densidad de tipo intermedio.

-La lema y palea de esta variedad presentan pubescencia hacia el ápice, con un ángulo del ápice entre 11° a 40°.

-La variedad Soberana FL también se caracteriza por presentar granos largos y delgados, con una adecuada calidad, que garantizan su nivel de aceptación a nivel de la agroindustria y del consumidor final.

-Todos los caracteres estudiados en el grano de la variedad Soberana FL presentaron una baja variación estadística, lo cual sugiere una elevada uniformidad en la variedad, factores que facilitan el reconocimiento del material, tanto en campo, como en el laboratorio.

### AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al Dr. Pedro J. García Mendoza, por la revisión crítica del manuscrito, contribuyendo a mejorar la calidad técnica científica del mismo.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, M., Álvarez, R., Torres, O., Salazar, M., Pérez, I., Reyes, E., & Moreno, O. (2013). 'Soberana FL': Cultivar de arroz de riego para Venezuela. *Agronomía Tropical*, 63(1-2), 27-35. <http://ve.scielo.org/pdf/at/v63n1-2/art03.pdf>.

Álvarez, P., Reyes, R., Alvarado, P., Valera, C., Linárez, C., Ramos, P., Hernández, R., & De la Cruz, R. (2023). Caracteres morfológicos asociados a la calidad del grano de la variedad de arroz Venezuela 21. *Hatun Yachay Wasi*, 2(1), 42-53. <https://doi.org/10.57107/hyw.v2i1.34>.

Calingacion, M., Laborte, A., Nelson, A., Resurrección, A., Concepcion, J., Daygon, V., Mumm, R., Reinke, R., Dipti, S., Bassinello, P., Manful, J., Sophany, S., Lara, K., Bao, J., Xie, L., Loaiza, K., El-hissew, A., Gayin, J., Sharma, N., Rajeswari, S., Manonmani, S., Rani, N., Kota, S., Indrasari, S., Habibi, F., Hosseini, M., Tavasoli, F., Suzuki, K., Umamoto, T., Boualaphanh, C., Lee, H., Hung, Y., Ramli, A., Aung, P., Ahmad, R., Wattoo, J., Bandonill, E., Romero, M., Brites, C., Hafeel, R., Lur, H., Cheaupun, K., Jongdee, S., Blanco, P., Bryant, R., Lang, N., Hall, R., & Fitzgerald, M. (2014). Diversity of global rice markets and the science required for consumer-targeted rice breeding. *PLoS One*. 14;9(1), e85106. doi: 10.1371/journal.pone.0085106.

Chen, Y., Wang, M., & Ouwerkerk, P. (2012). Molecular and environmental factors determining grain quality in rice. *Food and Energy Security*, 1(2), 111-132. <https://doi.org/10.1007/s12571-012-0111-1>.

- onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/fes3.11.
- Duan, P., Xu, J., Zeng, D., Zhang, B., Geng, M., Zhang, G., Huang, K., Huang, L., Xu, R., Ge, S., Qian, Q., & Li, Y. (2017). Natural Variation in the Promoter of GSE5 Contributes to Grain Size Diversity in Rice. *Molecular Plant*, 10, 685–694. doi: 10.1016/j.molp.2017.03.009.
- FAOSTAT. División de Estadística. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2023). Base de datos sobre alimentación y agricultura. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2023). World Food Situation. FAO Cereal Supply and Demand Brief. <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/>
- Gealy, D., Mitten, D., & Rutger, R. (2003). Gene Flow Between Red Rice (*Oryza sativa*) and Herbicide-Resistant Rice (*O. sativa*): Implications for Weed Management. *Weed Technology*, 17, 627-645. <https://naldc.nal.usda.gov/download/54993/PDF>.
- Jiang, L., Zhong, H., Jiang, X., Zhang, J., Huang, R., Liao, F., Deng, Y., Liu, Q., Huang, Y., Wang, H., Tao, Y., & Zheng, J. (2022). Identification and Pleiotropic Effect Analysis of GSE5 on Rice Chalkiness and Grain Shape. *Frontiers in Plant Science*, 12, 1-22. doi: 10.3389/fpls.2021.814928.
- Morita, S., Wada, H., & Matsue, Y. (2016). Countermeasures for heat damage in rice grain quality under climate change. *Plant Production Science*, 19(1), 1-11. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1343943X.2015.1128114>.
- Muñoz, G., Giraldo, G., & Fernández, J. (1993). Descriptores varietales: arroz, frijol, maíz, sorgo. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (Publicación CIAT – 177), 15 - 50. <https://hdl.handle.net/10568/54651>
- Ortega, R. (2014). *Manual para la producción de semilla de arroz. Folleto técnico*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México. <https://docplayer.es/24941974-Manual-para-la-produccion-de-semilla-de-arroz.html>
- Pérez, I., & Montoya, M. (2009). Calidad del grano y variabilidad genética de variedades y líneas de arroz del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). *Agronomía Tropical*, 59(4), 445-456. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5229933>
- Statista. (2023). *Superficie de cultivo de arroz a nivel mundial de 2015 a 2020*. <https://es.statista.com/estadisticas/600704/superficie-cultivada-de-arroz-a-nivel-mundial-2008/>
- Torres, O., Salazar, M., Navas, M., Álvarez, R., Reyes, E., Moreno, O., Delgado, N., Torrealba, G., Acevedo, M., & Castrillo, W. (2006). Metodología para la obtención, mantenimiento y producción de semilla clase genética empleada por el programa de mejoramiento genético de arroz del INIA en Venezuela. *INIA Divulga*, 9, 14-16. [https://www.researchgate.net/publication/330902299\\_Metodologia\\_para\\_la\\_obtencion\\_mantenimiento\\_y\\_produccion\\_de\\_semilla\\_de\\_arroz\\_clase\\_genetica](https://www.researchgate.net/publication/330902299_Metodologia_para_la_obtencion_mantenimiento_y_produccion_de_semilla_de_arroz_clase_genetica)
- Walpole, R., Myers, R., Myers, S., & Ye, K. (2012). Probabilidad y estadística para Ingeniería y Ciencias. 9na. Edición, Edit. PEARSON. México. <https://verenicafunez94hotmail.com>

files.wordpress.com/2014/08/8va-probabilidad-y-estadistica-para-ingenier-walpole\_8.pdf.

Zhao, D., Zhang, C., Li, Q., & Liu, Q. (2022). Genetic control of grain appearance quality in rice. *Biotechnology Advances*, 60, 108014. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2022.108014>.