





CARACTERES MORFOLÓGICOS ASOCIADOS A LA CALIDAD DEL GRANO DE LA VARIEDAD DE ARROZ VENEZUELA 21

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS ASSOCIATED WITH GRAIN QUALITY OF THE RICE VARIETY VENEZUELA 21

Rosa María Álvarez Parra¹  Edicta Rosa Reyes Ramones¹ 

Alexis Antonio Alvarado Parra²  Elizabeth del Carmen Valera Chirinos¹ 

Yunio José Linárez Cariel¹  Neida Yelitza Ramos Pérez¹ 

Edith del Valle Hernández Ribas¹  Ramiro De la Cruz^{1†} 

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Portuguesa, Venezuela.

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). 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>

RESUMEN

El arroz, cultivo alimentario básico más importante del mundo; es la principal fuente diaria de calorías y proteínas para más de la mitad de la población mundial. Los sistemas de producción de semillas son los garantes de los estándares de calidad y producción, para satisfacer las demandas del mercado. El objetivo del estudio fue determinar un conjunto de caracteres morfológicos en la variedad de arroz Venezuela-21, asociados a la calidad del grano, a fin de que su información pueda ser utilizada por el sector arrocero semillerista, quienes trabajan con muestras provenientes de lotes de semilla cosechadas, para contribuir al mantenimiento de la identidad genética de este cultivar. Los resultados de los análisis realizados mostraron que la variedad Venezuela 21 se caracteriza por poseer panículas abiertas, con semillas de color dorado, en la mayor parte de la lema y palea, con ápice de color café claro y sin aristas. Presenta pubescencia hacia el ápice de la lema y palea, con un ángulo del ápice entre 11° a 40°. La variedad presentó valores promedios de 9.89 mm, 2.49 mm y 1.99 mm, para la longitud, ancho y espesor del grano, respectivamente. Es uno de los cultivares con mayor peso de 1000 semillas, promediando 30 g, lo cual contribuye de manera directa con su alto potencial productivo. A pesar de que los caracteres cualitativos, tales como el color, pubescencia del grano y el ángulo del ápice del grano, no presentaron variación, son de gran importancia para identificar la semilla de esta variedad.

Palabras clave: arroz, semilla, variedades, caracteres morfológicos, calidad del grano.

ABSTRACT

Rice, the world's most important staple food crop, is the main daily source of calories and protein for more than half of the world's population. Seed production systems are the guarantors of quality and production standards, to meet market demands. The aim of the study was to determine a set of morphological characters in the Venezuela-21 rice variety,



associated with the quality of the grain, so that its information can be used by the rice seed sector, who work with samples from batches of seed harvested, to contribute to the maintenance of the genetic identity of this cultivar. The results of the analyzes carried out showed that the variety Venezuela 21 is characterized by having open panicles, with golden colored seeds, in most of the lemma and palea, with a light brown apex and without edges. It presents pubescence towards the apex of the lemma and palea, with an angle of the apex between 11° and 40°. The variety presented average values of 9.89 mm, 2.49 mm, and 1.99 mm, for the length, width and thickness of the grain, respectively. It is one of the cultivars with the highest weight of 1000 seeds, averaging 30 g, which directly contributes to its high productive potential. Although the qualitative characters, such as color, grain pubescence and the angle of the grain apex, did not show variation, they are of great importance to identify the seed of this variety.

Keywords: rice, seed, varieties, morphological characters, grain quality.

INTRODUCCIÓN

El arroz es uno de los cultivos alimentarios básicos más importante en el mundo, del cual depende más de la mitad de la población mundial como principal fuente diaria de calorías y proteínas. En el proceso de producción de este cereal se cosechan alrededor de 164 millones de hectáreas, es decir, aproximadamente 10 % de las tierras de cultivo del planeta (Statista, 2023). La producción promedio mundial de arroz pulido (2018-2023) estimada en 514 millones de toneladas (FAO, 2023), apenas cubre la demanda del cereal (512 millones de toneladas en promedio), lo cual unido a una baja participación en el comercio mundial, indicativo de que la mayor parte de la producción es destinada al autoconsumo, generan características particulares para este rubro, que obliga a los países consumidores, a mejorar los sistemas productivos a fin de garantizar el alimento a su población.

En el caso particular de la producción, es indudable el valor de la semilla en el sistema productivo, teniendo cada país, normativas que regulan la producción y el comercio de este insumo, apuntalando a que el producto tenga los estándares de calidad deseado, en sus distintos componentes

(calidad genética, física, fisiológica y sanitaria). Para ello, los inspectores de semilla (campo y laboratorios), deben conocer las características fenotípicas de los cultivares objetos de escalamiento de semilla, a fin de poder distinguir, en la variabilidad observada, si esta es producto del material o es por efecto de la pérdida de la pureza genética del cultivar. Para ello se apoyan en los descriptores varietales generados por los obtentores de los cultivares, los cuales de manera general presentan las características agronómicas y morfológicas del cultivar desde plántula, floración y maduración.

El reemplazo continuo de cultivares en campo a través del tiempo, hace necesaria la suplencia de este tipo de información, a las diferentes organizaciones vinculadas a la producción de semilla, con el fin de auxiliar en la producción de semilla de alta calidad genética. Un aspecto para considerar es que, a pesar de que en las caracterizaciones se consideran todos los aspectos de las plantas, generalmente no tienen el detalle necesario para cuando se trabaja con muestras de arroz, tal como lo hacen los laboratorios de control de calidad de semillas.

Por ende, este estudio es muy útil en el proceso de inspección de campos de semilla. La semilla original representa el potencial genético obtenido en su proceso de selección en el programa de mejoramiento genético que le dio origen, la cual posee la capacidad de reproducir de manera idéntica todas las características que distinguen a la variedad (Ortega, 2014). Sin embargo, la única vía de garantizar reproducir fehacientemente los caracteres morfológicos que caracterizan al cultivar es contando con descriptores varietales, tanto a nivel de campo, como en laboratorio, muy bien definidos desde el punto de vista estadísticos, que no generen ambigüedades en los procesos de evaluación.

A pesar de que el arroz es una autógama, puede ocurrir flujo génico entre variedades e incluso entre las variedades de arroz y el arroz silvestre, siendo mayor la tasa de flujo génico cuando se da desde el arroz maleza hacia las variedades comerciales (Gealy et al., 2003; Lu & Snow, 2005). De allí la importancia de poder contar con personal técnico y descriptores apropiados, para poder diferenciar los materiales a nivel de campo y conservar la identidad genética de los cultivares desarrollados en los programas de mejoramiento genético, puesto que el flujo génico no sólo puede afectar negativamente a la productividad de los cultivares, sino también a caracteres del grano asociados con la calidad del producto final. Por ello, en el cultivo del arroz no sólo es importante mantener la identidad genética de los cultivares a nivel de campo, sino también el conjunto de caracteres que identifican el material a nivel de laboratorio, la mayoría de los cuales están relacionadas con los caracteres del grano.

Para cumplir con las expectativas del comprador, los programas de mejoramiento necesitan considerar no solo las evaluaciones convencionales que se enfocan en los aspectos agronómicos y productivos, sino también las características de calidad. Por esta razón, es importante incluir

evaluaciones que cubran estos atributos en los programas de mejora, como bien señalan Pérez & Montoya, (2009) el arroz es el único cereal que se consume sin mayores procesamientos, más allá del descascarado y pulido. Así mismo, mencionan que la calidad de un producto se define por el conjunto de atributos que determinan su nivel de aceptación en el mercado consumidor y en el caso del arroz, este control debe comenzar con la selección de los cultivares utilizados para su producción, la cual debe satisfacer, en primer lugar, las exigencias en productividad del agricultor arrocero, y en segundo término, las exigencias del consumidor. Por ello, es necesario tener muy claro cuáles son las características del grano que definen la calidad del producto en cada una de las variedades generadas para el mercado de semilla.

Las dimensiones y formas del grano son caracteres que participan de manera directa en la apariencia del grano pulido y del mismo modo, las características de forma y tamaño del grano también influyen en muchas fases del proceso, manejo y comercialización del producto final (Pérez & Montoya, 2009).

En este trabajo se amplió la descripción varietal de la variedad comercial de arroz denominada Venezuela 21, la cual culminó su proceso de desarrollo en el año 2003 y fue publicada por Acevedo et al. (2004). La ampliación incluyó a un conjunto de caracteres cualitativos y cuantitativos, la mayoría de los cuales están asociados a factores que determinan la calidad del grano en arroz. Esta variedad representa a un producto tecnológico obtenido por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) - Venezuela, en convenio con la Fundación Nacional del Arroz (FUNDARROZ) y el Fondo Latinoamericano y del Caribe para arroz de Riego (FLAR).

El objetivo del estudio fue determinar un conjunto de caracteres morfológicos en la variedad de arroz Venezuela-21, asociados a la calidad del grano, a

fin de que su información pueda ser utilizada por el sector arrocero semillerista, especialmente los analistas de laboratorios agroindustriales y personal técnico que labora en los procesos de producción, beneficio y procesamiento de semillas de arroz, quienes trabajan solamente con muestras de arroz provenientes de lotes de semilla ya cosechados, de modo que puedan contribuir al mantenimiento de la identidad genética de este cultivar.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo durante el ciclo seco 2016-2017, en el departamento de Arroz del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícola (INIA) – Portuguesa, ubicado en Los Malabares, municipio Araure, estado Portuguesa, Venezuela (9°36'N, 69°13'O y 200 m s.n.m.).

En el mismo se utilizaron 100 panículas de cada variedad, provenientes de plántulas de semilla genética del programa de mejoramiento genético

de arroz de esta institución, multiplicadas de acuerdo con la metodología de Torres et al. (2006).

Se tomaron de cada panícula dos semillas, la ubicada en el ápice de la panícula del tallo más alto de la planta y la segunda, tomada al azar de una espiguilla del tercio medio de la misma panícula. A estas semillas se les evaluaron variables cualitativas y cuantitativas, utilizando el Descriptor Varietal del Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT (Muñoz et al., 1993), las cuales se detallan a continuación.

Caracteres Descriptivos:

Dentro de las variables cualitativas se registraron los caracteres relacionados con los colores de las estructuras del grano, utilizando una escala de 1 a 9 (escala de 1 a 5, para el color del ápice del grano apical), de acuerdo con la tabla de colores del descriptor varietal del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) (Muñoz et al., 1993) (Tablas 1 a 4).

TABLA 1

Color del ápice del grano apical

Modelo de escala	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, 1993)

Densidad predominante de la panícula: es la mayor o menor aglutinación de 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.

Pubescencia del grano apical y del tercio medio de la panícula: Indica la presencia o ausencia de vellos sobre la lema y sobre la palea. Esta variable se califica utilizando la escala presentada en la Tabla 3.

TABLA 2*Color predominante de las glumas fértiles (lema y pálea) del grano apical de la panícula*

Modelo	Color
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, 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, 1993)

Tamaño de arista: La arista es una estructura filiforme ubicada en el ápice de la lema y se reconoce después de la floración completa. A pesar de ser una variable cuantitativa, luego de su evaluación cuantitativa, la longitud de esta estructura es asociada con la escala ordinal presentada en la Tabla 4, utilizada para su evaluación final.

Ángulo del ápice del grano apical de la panícula y ángulo del ápice de un grano del tercio medio de la panícula. El ángulo se determina a partir de una línea vertical imaginaria que pasa por el centro del grano bien sea, la unión entre la lema y la pálea y para su evaluación se utiliza la escala presentada en la Tabla 4.

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	Modelo
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 3	5	De 41 a 70
7. Larga	Entre 31 y 5	7	De 71 a 90
9. Muy larga	> de 50	9	> de 90

Nota: descriptor Varietal de CIAT (Muñoz, 1993)

Longitud de la semilla: distancia (mm), determinada desde la base de la gluma estéril más baja, hasta el ápice de la gluma fértil más larga, excluyendo la arista.

Anchura de la semilla: distancia (mm), determinada entre las nervaduras centrales de la lema y de la palea, en el punto más ancho.

Espesor de semilla: distancia (mm), estimada entre las paredes laterales de la semilla.

Peso de mil semillas secas: Se tomaron al azar 10 muestras de mil granos, bien desarrollados y con un contenido de humedad de 12 %, para determinar su peso (g), utilizando una balanza de alta precisión. El resultado se expresó en promedio.

Análisis estadístico

La información recopilada en campo fue tabulada y procesada para someterla a los análisis de estadística descriptiva. Además, las variables medidas en escala, se les determinó el porcentaje de valores que correspondió a la escala determinada. El valor del promedio se estimó con un intervalo de confianza, utilizando el procedimiento establecido para una media muestral, de tamaño grande. (Walpole, 2012).

Para determinar el nivel de variación dentro de cada variable, se realizó una prueba de concordancia o bondad de ajuste, utilizando la prueba de Chi² con un nivel de significancia $p < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos (Tablas 5, 6 y 7), la variedad de arroz Venezuela 21 posee panículas de densidad tipo abierta (Fig 1), con semillas de color DORADO (en la mayor parte de la lema y palea) y ápice de color CAFÉ CLARO. Presenta pubescencia hacia el ápice de la lema y la palea. Semillas sin aristas (Fig 2), con ángulo del ápice entre 11° a 40°. La variedad se caracterizó por presentar una longitud del grano apical en promedio de 9,89 mm, ancho de 2,49 mm y espesor de 1,99 mm.

La longitud del grano del tercio medio de la panícula presentó en promedio 9,66 mm, con 2,46 mm de ancho y espesor de 2 mm. El peso de 1000 semillas, en promedio, fue de 30 g, representando uno de los principales componentes que contribuyen al elevado nivel de productividad que caracteriza a este cultivar de arroz.

Aun cuando los datos promedios son referenciales, al momento de hacer los análisis de muestras es necesario utilizar los rangos, aplicables para

aquellos caracteres de variación continua. No obstante, existen características sin variación que son importantes para identificar la semilla de esta variedad, tal como el color y la pubescencia del grano, así como el ángulo del ápice del

grano (Tablas 5 y 6). La prueba de Chi² no reveló diferencias estadísticas entre los datos observados y lo esperado para cada variable, lo cual confirma la gran uniformidad en estos caracteres, en las 100 muestras analizadas.

TABLA 5

Caracteres descriptivos del grano de la Variedad Venezuela 21

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

Nota: descriptor Varietal de CIAT (Muñoz, 1993)

Pérez & Montoya, (2009), llevaron a cabo la caracterización morfológica y molecular de 16 variedades de arroz del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Venezuela, haciendo énfasis en la calidad del grano, para lo cual evaluaron varios de los caracteres evaluados en este estudio, tales como la longitud, ancho y espesor del grano. Esos materiales fueron caracterizados por presentar granos finos y largos, con porcentajes de amilosa mayor al 20 %, resultados que estuvieron acorde con las exigencias del mercado nacional, excepto para dos de las variedades probadas, de origen italiano, que no cumplieron con esos parámetros. En este estudio, la variedad Venezuela-21 se puede catalogar como de granos largos, finos (Tabla 7) y una excelente apariencia luego del proceso de pulido del grano.

De acuerdo a los resultados presentados en la Tabla 7, el grano de la variedad Venezuela 21 se caracteriza por presentar, en promedio, longitudes

de 9,89 mm, con 2,49 mm de ancho, espesor de 1,99 mm y 28,18 g promedios para el peso de 1000 semillas, siendo uno de los cultivares en el país con el mayor peso de grano, lo cual contribuye de manera directa con su alto potencial productivo.

Es importante resaltar la importancia que poseen estos caracteres del grano sobre los parámetros que definen la calidad del producto final, los cuales son considerados muy diversos, complejos y muy afectados por el ambiente (Chen et al., 2012; Morita et al., 2016; Pérez & Montoya, 2009).

En este sentido, Zhao et al. (2022) refieren que los mecanismos genéticos que controlan estos caracteres, juntamente con el mejoramiento genético de cultivares orientado a una mejor apariencia del grano, son áreas de investigación esenciales en la biología del cultivo del arroz.

TABLA 6

Caracteres Cuantitativos del grano de la Variedad Venezuela 21 medidos en escala ordinal

Al momento de la Madurez:	Modelo	%
Caracteres Descriptivos en escala ordinal	Escala	Predominancia
Tamaño de arista	-	-
Ángulo ápice de un grano apical	3	100
Ángulo ápice de un grano Tercio medio	3	100
Densidad pred. de la panícula	1	100
Pubescencia del grano apical	5	100
Pubescencia del grano del tercio medio	5	100

Nota: (-)Indica semillas sin arista

TABLA 7

Caracteres Cuantitativos del grano de la Variedad Venezuela 21 medidos en escala ordinal.

Caracteres descriptivos en escala de razón	I.C.M.	Media	DE	CV	Mín	Máx	Rango
Longitud de la semilla apical (mm)	9.83; 9.95	9.89	0.33	3.37	9.00	11.00	2.00
Anchura de la semilla del grano apical (mm)	2.47; 2.51	2.49	0.08	3.05	2.30	2.80	0.50
Espesor de la semilla del grano apical (mm)	1.98; 2.00	1.99	0.04	2.23	1.80	2.10	0.30
Longitud de la semilla tercio medio (mm)	9.57; 9.75	9.66	0.44	4.53	8.50	10.80	2.30
Anchura de la semilla del tercio medio (mm)	2.44; 2.48	2.46	0.09	3.63	2.20	2.60	0.40
Espesor de la semilla tercio medio (mm)	1.998; 2.002	2.00	0.01	0.70	2.00	2.10	0.10
Peso de 1000 semillas.	27.33; 29.03	28.18	1.37	22.76	27.00	30.28	3.28

Nota: ICM: intervalo de confianza de la media; DE: desviación estándar; CV: coeficiente de variación (%); Mín: mínimo; Máx: máximo.

FIGURA 1

Tipo de panícula abierta que caracteriza a la variedad de arroz Venezuela-21



Nota: Programa de arroz INIA Portuguesa

FIGURA 2

Tipo de grano sin arista y de color dorado, que caracteriza a la variedad de arroz Venezuela-21



Nota: Programa de arroz INIA Portuguesa

Lo que hace más compleja la situación son las diferencias en las perspectivas que poseen los diferentes actores que participan en la cadena del comercio del arroz. El productor agrícola, desea un material que posea un alto potencial de producción a nivel de campo, el cual le puede garantizar una mayor rentabilidad; para el sector industrial, un producto que posea una excelente apariencia luego del proceso de descascarado y pulido, determina su popularidad a nivel del mercado, mientras que para el consumidor, además de la apariencia, el sabor y el aspecto saludable del producto, son factores que lo hacen más atractivo, tal como lo refieren Zhao et al. (2022). En este sentido, el trabajo del mejorador genético del cultivo del arroz debe poner especial atención al potencial productivo, pero sin descuidar los aspectos relativos al tamaño, espesor y color del grano, los cuales contribuyen con su apariencia y por ende su calidad.

Los granos de arroz se desarrollan dentro de un limitado espacio que le provee el casco de la espiguilla, lo que significa que tanto la forma, como

el tamaño son estructuras determinadas por el genotipo materno que controla el tamaño de las glumas (Li et al., 2019). Por otro lado, el tamaño del grano está determinado por su longitud, ancho y espesor, mientras que la forma del grano se describe por la relación largo / ancho del grano, que hace referencia tanto al rendimiento, como a la calidad del grano (Zhao et al., 2022).

Desde el punto de vista de la longitud, los granos del arroz son clasificados como cortos, medios, largos y extralargos, mientras que, de acuerdo a la forma, se clasifican como redondos, medios y delgados (Calingacion et al., 2014). Venezuela-21 se caracteriza por presentar un grano largo y delgado, lo cual es consecuente con el tipo de grano que caracteriza a la sub-especie *índica*, de la cual procede, tal como lo refiere Zhao et al. (2022), quienes señalan que los granos de la sub-especie *índica* se caracterizan por ser largos y delgados, mientras que los de la sub-especie *japónica* son cortos y redondos.

En la actualidad se conoce que el tamaño del grano en arroz está controlado por el gen GSE5, ubicado en el locus qSW5/GW5 (Duan et al., 2017). Según este autor, el gen codifica una proteína asociada a la membrana plasmática, la cual regula el ancho del grano a través de la restricción de la proliferación de células en el casco de la espiguilla; sin embargo, existen delecciones específicas para las sub-especies índicas y japónicas, que están presentes en la región promotora del gen GSE5, las cuales generan disminución en la expresión del gen y por ende en el tamaño del grano de las variedades. Otros estudios han confirmado que el gen GSE5 posee efectos pleiotrópicos, afectando también la longitud, forma y la opacidad (centro blanco) del grano (Jiang et al., 2022). La identificación de los efectos y perfiles de expresión de este gen proporcionan las bases teóricas para lograr producir cultivares de arroz altamente productivos y con adecuada calidad del grano. En este sentido, se puede asegurar que el equipo de arroz que participó en el trabajo de selección de Venezuela-21, logró combinar, de manera armónica, un excelente nivel de productividad en este cultivar, con una sobresaliente calidad del grano. El conocimiento de la base genética que caracteriza a los factores que determinan la calidad del grano en arroz, sugiere la necesidad de utilizar el mejoramiento asistido por marcadores moleculares, para lograr avances más rápidos y efectivos para identificar los genotipos de superior desempeño agronómico y con mejor calidad del grano.

CONCLUSIONES

La variedad Venezuela 21 se caracteriza por poseer panículas abiertas, con semillas de color dorado, en la mayor parte de la lema y palea, con ápice de color café claro y sin aristas.

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

El grano de la variedad Venezuela 21 se caracteriza por presentar, en promedio, longitudes de 9.89 mm, con 2.49 mm de ancho y espesor de 1.99 mm. Es uno de los cultivares con mayor peso de 1000 semillas, promediando 28,18 g, lo cual contribuye de manera directa con su alto potencial productivo. Tanto los caracteres cualitativos, como los cuantitativos presentaron muy baja variación estadística, lo que implica una elevada uniformidad en el material, que contribuye a facilitar su reconocimiento en campo y laboratorio.

A pesar de que los caracteres cualitativos, tales como el color, pubescencia del grano y el ángulo del ápice del grano, no presentaron variación, son de gran importancia para identificar la semilla de esta variedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, M., Álvarez, R., Torres, O., Castrillo, W., Moreno, O., Torrealba, G., Reyes, E., Navas, M., Delgado, N., Salazar, M., & Torres, E. (2004). Venezuela 21, nueva variedad de arroz de riego. *Agronomía Tropical*, 54(2): 233-242. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2004000200007&lng=es&tlng=es.
- 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-hissewy, A., Gayin, J., Sharma, N., Rajeswari, S., Manonmani, S., Rani, N., Kota, S., Indrasari, S., Habibi, F., Hosseini, M., Tavasoli, F., Suzuki, K., Umemoto, 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://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.
- 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*, 12:814928. doi: 10.3389/fpls.2021.814928
- Li, X., Tao, Q., Miao, J., Yang, Z., Gu, M., Liang, G., Zhou, Y., (2019). Evaluation of differential qPE9-1/DEP1 protein domains in rice grain length and weight variation. *Rice* 12, 5, 1-10. <https://doi.org/10.1186/s12284-019-0263-4>.
- Lu, B., & Snow, A. (2005). Gene Flow from Genetically Modified Rice and Its Environmental Consequences. *BioScience*, 55 (8), 669–678. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2005\)055\[0669](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055[0669)
- 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. y Fernández de Soto, J. (1993). *Descriptorios 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/profile/Marco-Barona/publication/330902299_Metodologia_para_la_obtencion_mantenimiento_y_produccion_de_semilla_de_arroz_clase_genetica/links/5c5acf7345851582c3d1c31e/Metodologia-para-la-obtencion-mantenimiento-y-produccion-de-semilla-de-arroz-clase-genetica.pdf.

Walpole, R., Myers, R., Myers, S., & Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para Ingeniería y Ciencias*. 9na. Edición, Edit. PEARSON. México. https://vereniciafunez94hotmail.files.wordpress.com/2014/08/8va-probabilidad-y-estadistica-para-ingenier-walpole_8.pdf.

Wiedenhofer, S. (2013). *Pruebas no paramétricas para las ciencias agropecuarias. Muestras pequeñas*. 2 ed. Maracay, VE, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. <https://docplayer.es/14084308-Pruebas-no-parametricas-para-las-ciencias-agropecuarias.html>.

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