

Capítulo 10. Calidad del arroz en Chile

Mario Paredes C., Viviana Becerra V., Gabriel Donoso Ñ.

La calidad de los productos es una característica cada día más apreciada por los consumidores. En el caso del arroz la calidad está determinada por factores físicos, químicos, culinarios y nutricionales, los cuales a su vez están influenciados por factores edafoclimáticos, genéticos, agronómicos y manejo del grano posterior a la cosecha. Debido a esta situación, la calidad del grano de arroz es una característica compleja, específica a cada región o país, ya que las preferencias culturales son diferentes y pueden cambiar en el transcurso del tiempo.

Nuestro país es un caso típico de cambio de preferencia en el consumo de un tipo de arroz por otro. Es así como hasta los años 1980, el consumidor chileno consumía arroz de grano corto con alto contenido de panza blanca, representado principalmente por la variedad 'Oro' y otras similares. Esta preferencia fue cambiando paulatinamente, hacia el consumo de arroz grano largo-ancho y con un bajo porcentaje de panza blanca, cambio liderado por la introducción al cultivo de la variedad 'Diamante-INIA'.

Antecedentes históricos

Desde la introducción del cultivo del arroz al país, se consideró que la calidad física del grano era una variable importante para valorar el producto cosechado (Astorga, 1944). En este sentido, el primer estudio relacionado con la calidad del arroz (Theune, 1941) determinó que el arroz cultivado en el país, al ser una mezcla de semillas, generaba plantas con diferentes características morfológicas y agronómicas, cuyo resultado era un producto de calidad deficiente, donde los granos eran diferentes en tamaño, largo, ancho, forma y transparencia; con presencia de malezas, incluido el arroz rojo, granos verdes y partidos.

A finales de la década del 1930, a partir de 100 kg de arroz paddy se obtenían 37 kilos de arroz de grano 'bueno' (grano entero), 19 kg de grano quebrado y 6 kg de grano muy quebrado y otros productos y subproductos. El grano muy quebrado y los subproductos eran usados como materia prima en otras industrias. Basados en esta información, el rendimiento comercial de este estudio fue de 56 %, y consideraba el porcentaje de grano entero y el grano quebrado, por lo cual, el rendimiento industrial era de un 37 % al considerar sólo el porcentaje de grano entero (Opazo, 1939).

Otras evaluaciones indicaban que la elaboración del arroz produjo, en promedio, un 40 % de grano entero, 10 % de media grana, 11 % de puntas de primera, 4 % de puntas de segunda, 11 % de afrechillo, 2 % de impurezas y 22 % de cáscara (Villalobos, 1941). La empresa EGA, en 1940, señaló que la elaboración del arroz paddy rendía un 78 % de arroz integral y un 62 % de grano pulido, formado éste, sólo por un 37 % de grano entero, un 19 % de medianas y un 6 % de puntas (Astorga, 1944).

En ese entonces, no existía una definición clara de los conceptos quebrado, muy quebrado, mediana y puntas, pues no había métodos oficiales de análisis para evaluar la calidad del grano y menos una reglamentación oficial sobre la comercialización del arroz. Por ello, el rendimiento comercial se definía como el 'porcentaje total de grano pulido' obtenido con posterioridad a la elaboración del grano por la industria. Por otro lado, los parámetros considerados por la industria en la recepción del grano cosechado eran la humedad del grano, sus impurezas (arroz rojo, granos verdes, granos chupados) y su rendimiento comercial. Los límites de tolerancia de estos parámetros no estaban bien definidos, a excepción del contenido de humedad, que era de 16 % (Astorga, 1944).

Los tipos de arroz comercializados y sus características eran las siguientes:

- a) Arroz sublime extra (primera calidad): 5 % máximo de grano partido, uniformidad en el tamaño, brillante y transparente (glaseado) o blanco, granos sin estrías rojas, sin impurezas, sano, sin alteraciones y comerciable.
- b) Arroz sublime superior (segunda calidad): 20 % máximo de grano partido, uniformidad regular, brillante y transparente (glaseado) o blanco, granos sin estrías rojas, con tolerancia de algunas semillas de hualcacho (*Echinochloa* spp.), sano, sin alteraciones y comerciable.
- c) Arroz sublime de primera (tercera calidad): 40 % máximo de granos partidos, no se exige uniformidad en el tamaño, brillante y transparente (glaseado) o blanco, granos sin estrías rojas, con tolerancia de mayores cantidades de hualcacho, sano, sin alteraciones y comerciable.

Estos arroces podían ser brillados o no, donde la venta de medianas y puntas estaba prohibida al mercado minorista. Estos tipos/calidades de arroz estaban relacionados directamente con el precio del producto a nivel del consumidor, donde este último era fijado por el gobierno a través del Comisariato General de Subsistencia y Precios (Villalobos, 1941).

Para mejorar la calidad del arroz, en la época se solicitaba introducir variedades de países que tuvieran condiciones climáticas similares a las nacionales para mejorar producción y calidad (Opazo, 1939); cosechar con porcentaje de humedad entre un 23 y un 28 %; establecer una reglamentación oficial sobre la comercialización, tipificación y estandarización del arroz paddy, elaborado y subproductos; realizar estudios agronómicos, industriales y de calidad del grano; mejorar la infraestructura de secadores, bodegas, plantas seleccionadoras, y transporte del arroz; y contar con una mayor protección y fomento del Estado e instituciones agrícolas para el desarrollo del cultivo (Astorga, 1944).

A principios de los años 1950, se planteaba que las variedades, además de tener una procedencia conocida, tenían que tener un porcentaje de pureza, poder germinativo determinado y tolerancia de granos rojos (Sotomayor, 1954). Por lo cual, era necesario establecer un sistema de certificación de semillas en que participaran los agricultores, la industria y el gobierno (Sims, 1958). Por otro lado, el proceso industrial presentaba deficiencias en la elaboración del arroz con ausencia de normas de calidad oficiales (Torrealba, 1956).

A partir de 1953 se generaron las primeras variedades de arroz desarrolladas en el país, tendientes a uniformar las características fenotípicas de las plantas (Sims, 1960; Brevis, 1963). Sin embargo, las pruebas de calidad realizadas sobre ellas, en base al test de álcali, demostraron una baja calidad culinaria (Sims y Alvarado, 1968). Por ejemplo, las variedades 'Oro', 'Lonquén Amarillo' y 'Rendifén' poseían el máximo valor de desintegración del grano, medido por la prueba de digestión alcalina, lo que confirmaba su mala calidad (Sims y Alvarado, 1972).

El proceso industrial de elaboración del arroz generaba 45 % de arroz entero, 20 % de arroz partido, 2 % de arroz cervicero; 9 % de afrecho y 24 % de cáscara. Mejor que el porcentaje de grano entero, de 37 % a un 47 %, obtenido en la década anterior. Sin embargo, los factores que continuaban incidiendo en el bajo rendimiento industrial apuntaban a las variedades, el mal manejo del arroz en la cosecha (siega, fecha de trilla y humedad del grano), los pobres sistemas de almacenaje y secado del grano, y un deficiente proceso industrial (Brevis, 1963).

Las principales pérdidas sufridas en la molinería nacional, estaban asociadas a la presencia de malezas, cuerpos extraños, grano verde y rojo, arroz deteriorado y bajo rendimiento industrial, todo lo cual era castigado por la industria, a través de la reducción del valor del producto entregado por el agricultor.

El porcentaje de grano entero no era reconocido ni fomentado por la industria con un mayor precio, y la comercialización de las diferentes calidades de arroz pulido a nivel del consumidor se realizaba en base al porcentaje de grano entero. El Ministerio de Economía fijaba el precio de

los diferentes tipos de arroces, en base a la presencia de grano entero y partido. Basado en este criterio, la tolerancia del arroz partido en el Arroz Corriente era de hasta un 40 %, en el Arroz de Primera hasta un 35 %, y en el Grano Extra hasta 10 %, siendo los precios mayores en la medida que aumentaba el porcentaje de grano entero y disminuía el porcentaje de grano partido.

Dada esta situación, el mejoramiento de la calidad industrial del arroz debía enfrentar cambios en el contrato de los productores con la industria, que no sólo incluía el contenido de humedad del grano, sino también un premio en la calidad industrial, asociado al porcentaje de grano entero (Brevis, 1963).

En este sentido, un estudio realizado sobre las variedades 'Rendifén', 'Gavilla' y 'Lonquén Amarillo' indicó que: a) todas las variedades tenían una mala calidad industrial y culinaria; b) el contenido de humedad de cosecha del grano, para un mejor rendimiento industrial, debía ser de un 18 %; c) la calidad industrial asociada al arroz engavillado por largo tiempo a la intemperie, bajaba la calidad; d) la entrega de grano con un porcentaje de humedad superior a 14 %, debía ser secado artificialmente; y e) si la producción de arroz de mayor calidad industrial significaba mayores gastos a los agricultores, la industria debía establecer un sistema de pago por calidad, lo que significaba modificar los contratos de compra-venta de arroz paddy y ampliar la capacidad de los equipos de secado y guarda en volumen para afrontar esta nueva realidad (Brevis, 1963).

Sólo desde principios de la década de 1960 se empezó a incorporar, entre los objetivos de los programas de mejoramiento, la calidad culinaria, el rendimiento industrial, el grano cristalino (ausencia de panza blanca) y otros. En todo caso, no había una norma ni metodologías oficiales que permitieran definir y establecer estas características en el comercio del arroz (Silva, 1964).

En aquella época, el contrato entre productores y la industria molinera consideraba los siguientes factores: humedad (%), grano verde (%), impurezas y grano rojo (%). Entre estos factores, el porcentaje de humedad del grano era considerado como el de mayor importancia, ya que el límite de recepción del grano era de 15 % (Sims y Alvarado, 1967).

La cosecha tradicional era manual e incluía el corte de las plantas con echonas, engavillado, recogida o 'encerrada' de las gavillas por medio de 'trineos' o 'carrunchos' (plataformas con barandas, montadas en piezas de madera que servían de patines para deslizarse), tirados por caballos y llevados a una 'era' o zona donde estaban las máquinas estacionarias listas para la trilla. Debido a que este proceso era muy lento, en algunos casos extremos, las gavillas podían permanecer en el campo más de 30 d antes de la trilla, lo que afectaba negativamente el rendimiento industrial. Por tal motivo, era importante el cambio del sistema de cosecha manual por el uso de la automotriz (Silva, 1964; Sims y Alvarado, 1967; 1972).

En relación al criterio de cosecha del grano, se recomendaba iniciar las faenas de desagüe de los cuadros cuando los granos de la base de la panoja habían perdido el color verde y la humedad no era mayor de 22 a 23 % para realizar la cosecha con automotriz. De esta manera se evitaba la maduración completa de la panoja antes de iniciar las actividades de la cosecha, como el segado, engavillado y el transporte de las gavillas a la trilladora estacionaria (Sims y Alvarado, 1967; 1972).

El arroz paddy, una vez elaborado, producía un 20 % de cáscara y un 80 % de grano descascarado. El grano descascarado producía un 10 % de afrechillo y un 70 % de arroz pulido. El arroz pulido producía entre 45 y 46 % de grano entero, 20 % de grano partido, 2 % de puntas y 2 a 3 % pérdidas (Sims y Alvarado, 1967, 1972; Sims, 1969).

Un estudio realizado por Silva (1964) planteó las siguientes recomendaciones para mejorar la calidad del arroz: 1) establecer un organismo del Estado mediador entre los intereses de los agricultores, industria y consumidores, para fijar los criterios de calidad; 2) reemplazar los métodos actuales de evaluación, por normas oficiales que sean de uso obligatorio para la industria; 3) incentivar la instalación de equipos de laboratorio en las industrias para evaluar calidad; 4) estandarizar oficialmente los métodos utilizados en los diferentes molinos; 5) incorporar el

concepto de calidad en la compra de arroz por parte de los molinos; 6) mejorar la presentación en aspectos de tamaño de grano, transparencia del grano y otros; 7) iniciar la cosecha del grano con humedades entre 18 y 22 %; 8) secar el grano en el molino cuando éste tenga una humedad superior a un 14 - 15 %; 9) evitar el cambio de los tipos de arroz fijados oficialmente (Dirección de Industria y Comercio) año a año y; 10) estandarizar y definir las terminologías, clases de arroz, límites de tolerancia para las diferentes categorías y utilizar una metodología uniforme para la evaluación de las impurezas como semillas de malezas, humedad, grano rojo, grano manchado, granos dañados, granos partidos, granos yesosos, tipo de grano y determinación del rendimiento industrial.

A principio de 1980 empezó a ocurrir un cambio importante en el mercado del arroz en el país que permitió la importación de diferentes tipos de arroces. Consciente de esta nueva realidad, INIA comenzó a ampliar la evaluación de germoplasma a otros tipos de grano, diferentes a los granos corto y redondeados consumidos en el país, asociado al reforzamiento del trabajo en calidad industrial, tamaño del grano y calidad culinaria (Alvarado, 1991).

Producto de este trabajo, el INIA generó dos nuevas variedades de grano pequeño, muy similares en sus características de grano 'Quella-INIA' y 'Ñiquén-INIA' (datos no mostrados), y la primera variedad de arroz nacional de grano largo-ancho y translúcido 'Diamante-INIA'. Las características de calidad de ellas se describen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características de calidad de grano, largo de grano elaborado, relación largo-ancho y panza blanca, en tres variedades comerciales de arroz.

| Variedad | Largo (mm) | Relación (Largo-ancho) | Panza blanca (%) | Amilosa (%) | Consistencia del gel (mm) | Proteína (%) |
|---------------|------------|------------------------|------------------|-------------|---------------------------|--------------|
| Oro | 5,4 | 1,7 | 91,4-99,5 | 21,0 | 84 | 6,9 |
| Quella-INIA | 5,0 | 1,7 | 35,7-68,3 | 21,6 | 84 | 6,5 |
| Diamante-INIA | 7,1 | 2,7 | 5,9-8,3 | 21,0 | 84 | 6,7 |

Fuente: Alvarado y Lobos, 1986.

Estas variedades mejoraron en forma importante la calidad del grano en relación a las variedades anteriores. La variedad 'Diamante-INIA' tuvo una excelente aceptación entre agricultores, industria y consumidores, lo que significó un cambio en las preferencias de los consumidores, pasando del consumo de un grano pequeño-mediano, con alto porcentaje de panza blanca, representado por las variedades 'Rendifén' y 'Oro', a un grano largo-ancho translúcido (Alvarado, 1991) y de un mayor rendimiento industrial, representado por la variedad 'Diamante-INIA' (Alvarado, 1997).

En la tercera etapa del proceso de mejoramiento se inició una estrecha colaboración entre el Programa de Mejoramiento Genético de Arroz de INIA y el Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT (Alvarado, 1997). En esa oportunidad, se incluyeron nuevas características relacionadas a calidad del grano a mejorar, como la tolerancia al manchado del grano, resistencia al desgrane, contenido de amilosa y temperatura de gelatinización, manteniendo una buena calidad industrial, transparencia y un menor contenido de panza blanca (Alvarado, 1997).

La colaboración INIA-CIAT permitió al programa de arroz, reforzar su trabajo en el desarrollo de nuevas variedades de grano largo ancho, con un porcentaje de amilosa y una temperatura de gelatinización intermedia y utilizar nuevos métodos de mejoramiento como la producción de doble haploides. Uno de los productos de ese trabajo fue el desarrollo de la variedad 'Buli-INIA' que fue la primera variedad de grano largo-fino producida en el país (Alvarado et al., 1993).

Posteriormente, el Programa de Mejoramiento Genético de INIA continuó con la liberación de otras variedades de grano largo-ancho y translúcido, tales como 'Brillante-INIA' (Alvarado et al., 1997), 'Zafiro-INIA' (Cordero et al., 2010), 'Cuarzo-INIA' (Cordero et al., 2011), 'Platino-INIA' y 'Digua CI' (Paredes et al., 2019; 2020), esta última la primera variedad clearfield en el país.

Además de la preocupación por la liberación de variedades de grano largo-ancho, el programa de mejoramiento planteó el objetivo de desarrollar y liberar variedades con otro tipo de grano para satisfacer las necesidades de la población, como la variedad 'Ámbar-INIA' de grano glutinoso (Alvarado y Hernaíz, 2005) y 'Platino-INIA', variedad de grano medio (Paredes et al., 2016) (Cuadro 2, Foto 1). 'Platino-INIA' y 'Digua CI' fueron generadas bajo una alianza pública-privada (INIA-Fondef-Tucapel- Carozzi-Basf).

Cuadro 2. Características del grano pulido de variedades comerciales de arroz.

| Variedad | Tipo de grano | Apariencia del grano | Largo del grano (mm) | Relación largo/ancho |
|----------------|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Diamante-INIA | Largo-ancho | Translúcido | 7,0 -7,2 | 2,7 |
| Brillante-INIA | Largo-ancho | Translúcido | 7,2 -7,6 | 2,9 |
| Buli-INIA | Largo-fino | Translúcido | 7,2 -7,7 | 3,3 |
| Ámbar-INIA | Corto | Opaco, glutinoso | 4,5 -5,0 | 1,7 |
| Platino-INIA | Mediano | Translúcido | 4,8 -5,0 | 2,1 |
| Zafiro-INIA | Largo-ancho | Translúcido | 6,9 -7,2 | 2,9 |
| Cuarzo-INIA | Largo-ancho | Translúcido | 6,4 -7,6 | 2,8 |
| Digua CI | Largo-ancho | Translúcido | 7,0 -7,3 | 2,9 |



Foto 1. Grano pulido y translúcido de la variedad 'Platino-INIA' (derecha), en comparación con 'Oro' (Izquierda), que presenta panza blanca.

Un análisis de la calidad del arroz señala que el rendimiento industrial de las nuevas variedades alcanza un 60 % de grano entero (Paredes et al., 2015b). En relación a la panza blanca, el mayor impacto se produjo con la liberación de la variedad 'Diamante-INIA'. Desde entonces, las variedades actuales han mantenido un bajo porcentaje de panza blanca, a excepción de la variedad 'Ámbar INIA' que es considerada como una variedad glutinosa. Además, todas las variedades, con excepción de 'Ámbar-INIA' poseen un contenido medio de amilosa. La temperatura de gelatinización de todas las variedades generadas es baja. La última variedad liberada, 'Digua CI', representa una nueva categoría de variedades que, además de mantener buenas características agronómicas y de calidad de grano, posee el gen de resistencia a la familia de herbicidas de las Imidazolinonas, el cual fue traspasado desde arroz *indica* a *japonica*.

Cuadro 3. Características de calidad industrial y culinaria de variedades comerciales de arroz.

| Variedad | Rendimiento industrial (%) | Panza Blanca (0-9) | Contenido de amilosa (%) | Temperatura de gelatinización (T °C) |
|----------------|----------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| Diamante-INIA | 58-60 | Baja | Intermedio | Baja |
| Brillante-INIA | 55-67 | Baja | Intermedio | Baja |
| Buli-INIA | 50-55 | Baja | Intermedio | Baja |
| Ámbar-INIA | 65-69 | opaco | Bajo | Baja |
| Platino-INIA | 60-65 | Baja | Intermedio | Baja |
| Zafiro-INIA | 60-65 | Baja | Intermedio | Baja |
| Cuarzo-INIA | 60-65 | Baja | Intermedio | Baja |
| Digua CI | 60-65 | Baja | Intermedio | Baja |

Una característica poco estudiada en las variedades chilenas de arroz es el peso específico del grano. El análisis de esta característica reveló la presencia de diferencias significativas entre algunas variedades. Dentro de las variedades de grano corto y mediano, la variedad que presentó el menor peso específico del grano paddy, medido en un volumen de 250 mL, fue 'Ámbar-INIA' relacionado también con un mayor número de granos por volumen y un menor peso de los 1.000 granos. En el caso de las variedades largo-ancho, la variedad 'Diamante-INIA' presentó el menor peso específico de grano paddy (peso total de granos), el menor número de granos y el mayor peso de los granos en relación al volumen utilizado.

En relación al grano pulido, todas las variedades de grano pequeño y medio presentaron una mayor relación peso/volumen, comparado con las variedades de grano largo-ancho. Dentro de las variedades de grano pequeño y mediano, la variedad 'Ámbar-INIA' presentó una mayor relación peso/volumen, seguido por 'Oro' y 'Platino-INIA'. Sin embargo, las variedades de grano largo-ancho no presentaron mayores diferencias en relación peso/volumen (Cuadro 4).

Cuadro 4. Características de los granos paddy y pulido de diferentes variedades de arroz evaluadas en un volumen de 200 mL.

| Variedades | Tipo de grano | Grano paddy | | | Grano pulido | | |
|----------------|-----------------|------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | | Peso total de granos/vol (g) | Total de granos/vol (°) | Peso de 1000 granos (g) | Peso total granos/vol (g) | Total de granos/vol (N°) | Peso de 1000 granos (g) |
| Oro | Corto | 145,1 | 4.544 | 32,0 | 210,6 | 9.333 | 22,6 |
| Platino-INIA | Medio | 148,7 | 5.197 | 28,6 | 208,3 | 9.707 | 21,5 |
| Ámbar-INIA | Corto-glutinoso | 131,9 | 5.079 | 26,0 | 212,4 | 11.005 | 19,3 |
| Diamante-INIA | Largo-ancho | 136,7 | 3.812 | 35,9 | 204,0 | 8.157 | 25,1 |
| Brillante-INIA | Largo-ancho | 145,1 | 4.339 | 33,5 | 201,8 | 8.227 | 24,5 |
| Zafiro-INIA | Largo-ancho | 151,3 | 4.388 | 34,5 | 202,6 | 7.928 | 25,6 |
| Cuarzo-INIA | Largo-ancho | 146,3 | 4.275 | 34,2 | 202,1 | 7.947 | 25,4 |

Fuente: Paredes et al., 2015a.

Finalmente, se puede concluir que el desarrollo de las nuevas variedades ha permitido mantener un progreso constante en la calidad del grano, representado por el rendimiento industrial, porcentaje de grano entero, blancura, panza blanca, peso específico, tamaño de grano (corto, mediano, largo-ancho y largo-fino) y contenido de amilosa.

Una prospección sobre la calidad del arroz recibido en las plantas, realizado en seis comunas de la zona arrocerá (Colchagua, Talca, Linares, Parral, San Carlos y Chillán) en la temporada 1995-1996, concluyó que la variedad mayoritariamente sembrada en la zona era 'Diamante-INIA', con un 73 % de las muestras analizadas. La humedad promedio del grano recibido en las plantas fue de un 17,3 % y el mayor porcentaje de las cosechas fue realizado con automotriz, lo cual representaba un avance importante a la situación observada anteriormente (Alvarado et al., 1996).

Este estudio indicó además: 1) alta presencia de granos pelados y partidos en 'Diamante-INIA', siendo mayor en la provincia de Ñuble; 2) el nivel de impurezas del arroz a cosecha fue bajo, siendo mayor en la provincia de Colchagua, donde no superó la tolerancia máxima de 2 %; 3) la semilla de hualcacho estuvo presente en todas las muestras, siendo mayor en la variedad 'Oro' y aumentando su presencia de sur a norte; 4) la mayoría de las muestras presentó grano verde, siendo mayor en la provincia de Ñuble, donde se superó el límite de tolerancia; 5) la mayoría de las muestras presentó diferentes tamaño de grano; 6) el 97,4 % de las muestras de la variedad 'Oro' y el 64,5 % de las muestras de 'Diamante-INIA' presentaron grano rojo; 7) el porcentaje de rendimiento comercial (grano entero y quebrado) varió entre 56,9 y 73,9 %, pero el 66 % de las muestras produjo un rendimiento comercial superior a 70 %; 8) el porcentaje de grano entero varió entre 14,9 y 61,8 %, con un promedio de 46,4 %. El mayor rendimiento industrial se obtuvo en Ñuble con un 49,1% y el más bajo en Colchagua con un 43 %. La variedad 'Diamante-INIA' presentó, en promedio, un mayor porcentaje de grano entero que la variedad 'Oro', pero en ambas variedades se obtuvieron muestras con porcentajes de grano entero superiores a 60 % (Alvarado et al., 1996).

Otro estudio realizado en la Compañía Molinera San Cristóbal S.A. entre los años 1997 y 2005 concluyó que: a) el porcentaje de humedad promedio del grano entregado a la planta se concentró en el rango de 16 y 22 %; b) el porcentaje de grano entero promedio fue de 45,5 %, con un rango entre 30,9 y 57,8 % en el año 1997, y un promedio de 54,1 %, con un rango entre 39,5 y 61 %, en el año 2005 (Alvarado et al., 2005).

Identidad del arroz nacional

Un estudio realizado en Chile, tendiente a identificar algunas características específicas de calidad del arroz, señaló que los granos de las variedades *japonica* producidas en el país eran más blandos y suaves, y poseían un aroma y un sabor específico. Además, se mantenían blandos al enfriarse, al ser comparados con los arroces importados que fueron identificados como arroces más duros, con un sabor y aroma diferente y adquirirían una consistencia más dura al enfriarse (Fundación Chile, 2002). Sin embargo, otro estudio realizado por la empresa Consultora Tironi y Asociados concluyó que los encuestados, a pesar que reconocían la importancia del arroz en la dieta, poseían un escaso conocimiento del producto chileno (Fundación Chile, 2002).

Los principales atributos asociados al arroz producido en el país fueron: bajo precio, versátil, casero, liviano, sano, nutritivo, contundente, fácil y rápido de preparar. Se reconocieron como atributos positivos las características de longitud del grano, el grado comercial y la preparación (pre-graneado), pero no se mencionó el tema del grosor ni el origen como criterio de distinción, características importantes en el arroz nacional. La percepción positiva al arroz grano largo-ancho estuvo relacionada con la obtención de un buen graneado, buena presentación visual, versatilidad de usos, resistencia al calor y capacidad de mantenerse entero (no se partía), después de la cocción. Por otro lado, el arroz corto fue identificado como un arroz resistente a la cocción, más blanco, más consistente, y más difícil de granear, 'mazamorriento' y apelmazado. El arroz

importado fue asociado con buena calidad, insípido, menos blanco, grano largo y delgado, y más limpio (Fundación Chile, 2002).

La recomendación del estudio fue realizar una campaña de educación al consumidor que permitiera transmitir las propiedades del arroz chileno, debido a que la clasificación del arroz en grado 1, 2 y 3 desperfila al arroz nacional de sus mayores atributos, largo-ancho, sabor y aroma frente al arroz importado (Fundación Chile, 2002).

Factores que afectan la calidad industrial del arroz

La calidad del grano de arroz está influenciada por factores climáticos, genéticos, agronómicos y molineros específicos (Sims y Alvarado, 1972; Alvarado y Hernaíz, 1995; 2007; Hernaíz et al., 2008).

Factor climático.

El clima puede afectar la calidad del grano, principalmente, a través de la temperatura y la precipitación, los que a su vez afectan algunas prácticas agronómicas como época de siembra, cosecha y el crecimiento y desarrollo de la planta. Las altas y/o bajas temperaturas pueden afectar indirectamente la velocidad y cambios en el estado de desarrollo de las plantas y directamente el llenado y madurez de los granos. En caso de lluvias, puede afectar la época oportuna de siembra y de cosecha del grano.

Factor genético.

La variedad es un factor clave en la obtención de una buena calidad. Actualmente, todas las variedades comerciales de arroz recomendadas poseen un buen rendimiento industrial, tamaño de grano y calidad culinaria (Alvarado y Lobos, 1986; Alvarado y Hernaíz, 2007).

Factores agronómicos

Época de siembra. Una siembra de arroz realizada en la época recomendada permite obtener un buen rendimiento y una buena calidad de grano. Atrasos en la época de siembra reducen el porcentaje de grano entero (Hernaíz et al., 2008) y en muchos casos aumenta el porcentaje de panza blanca y reduce los riesgos de una cosecha oportuna. Por otro lado, siembras tempranas permiten cosechar en un período donde las lluvias no son abundantes (Alvarado y Hernaíz, 1995).

Fertilización y control de malezas. Existen escasos estudios enfocados a evaluar el efecto de la fertilización y control de malezas en la calidad del arroz. Sin embargo, un estudio realizado en diferentes localidades del país demostró que estos factores pueden afectar la calidad del grano, expresado como rendimiento industrial, panza blanca, temperatura de gelatinización y contenido de proteínas (Alvarado y Lobos, 1986).

Enfermedades. La presencia de la enfermedad conocida como pudrición del tallo en la zona de Parral, significó una pérdida importante de calidad del grano en las variedades 'Diamante-INIA' y 'Oro'. Esta enfermedad estuvo asociada a la deficiencia de potasio, por lo cual la aplicación de fertilizante potásico permitió prevenir la presencia de esta enfermedad y el deterioro de la calidad del grano (Alvarado y Hernaíz, 1995).

Humedad de cosecha. La oportunidad de cosecha está determinada por el término del estado de desarrollo del grano y el contenido de humedad. La información disponible permite recomendar que la cosecha del arroz se puede realizar cuando el grano posee un contenido de humedad de entre 18 y 24 %, lo que se produce alrededor de los 44 a 52 d después de la floración, dependiendo de las condiciones climáticas. Alrededor de los 50 d después de la floración, la humedad del grano alcanza un 20 a 24 %, lo que se traduce en una buena calidad del grano elaborado (Alvarado et al., 2005; Alvarado y Hernaíz, 2007; Hernaíz et al., 2008). En general, es

posible recomendar la cosecha del arroz cuando el grano posee una humedad cercana a 18 %, dependiendo del costo del secado artificial del grano (Alvarado y Hernaíz, 2007).

Sistema de cosecha. El sistema de cosecha mecanizado es el más adecuado para la cosecha de arroz, en comparación con el sistema de cosecha semi-mecanizada o manual, debido a las pérdidas de calidad que están asociadas a la mantención del arroz cortado en el campo por un período prolongado (Alvarado y Hernaíz, 2007).

Aplicación de desecantes. El uso de estos productos reduce la calidad del grano de arroz, al disminuir el poder de germinación del grano y no acelerar el contenido de humedad del mismo (Alvarado y Hernaíz, 1995).

Factores industriales. Estos factores comprenden el secado, almacenamiento y elaboración del arroz y dependen de la industria molinera.

Norma chilena para la evaluación de la calidad del arroz en el país

Actualmente, la calidad del grano de arroz se evalúa siguiendo la Norma Chilena preparada por el Instituto Nacional de Normalización, INN. Esta norma incluye tres documentos que regulan el comercio del arroz. La primera norma se refiere a la 'Metodología de ensayos y análisis necesarios para el uso del reglamento para las transacciones de arroz con cáscara' del Ministerio de Agricultura (NCh 1375.Of.88; INN, 1999). Esta disposición anula y reemplaza a la norma NCh1375.Of77, publicada el año 1977. En este aspecto, INIA publicó un 'Manual de procedimientos para la medición de la calidad industrial del arroz en Chile' que permite ayudar a estandarizar los equipos y procedimientos para la determinación de la calidad en los molinos nacionales (Cordero et al., 2011). La segunda norma actualiza los requisitos que debe cumplir el arroz con cáscara (arroz paddy) en las transacciones comerciales, según calidad (NCh 2003.Of2003; INN, 2003a). Esta disposición anula y reemplaza a la Norma NC2033.Of1999, publicada el año 2000. La tercera norma actualiza los requisitos exigibles al arroz pulido en las transacciones en base a una clasificación por grados (NCh 1359.Of2003; INN, 2003b). Esta normativa anula y reemplaza a la Norma NCh 1359.Of2001, publicada el año 2001.

Terminología y definiciones que regulan el comercio del arroz

A continuación, se presentan la terminología y las definiciones más importantes que regulan el comercio del arroz en el país, incluidos en la Norma Chilena (INN, 1999; 2003a; 2003b).

Arroz paddy, arroz cáscara o arroz natural: 'producto fisiológicamente desarrollado, maduro, que conserva las glumelas (cáscara) luego de ser cosechado'.

Arroz descascarado, brown rice o arroz integral: 'arroz del cual sólo se retiran las glumelas (cáscara), manteniéndose intactos el germen, pericarpio (capa externa) y aleurona (capa interna) del grano'.

Arroz elaborado (beneficiario): 'producto maduro que fue sometido a algún proceso de elaboración industrial'.

Arroz pulido: 'arroz que, al ser elaborado, se le retira el pericarpio, total o parcial, el germen y la mayor parte de la capa interna (aleurona), pudiendo presentar granos con estrías longitudinales a simple vista'.

Arroz brillado, perlado, glaseado u oleado: 'arroz que después de pulido, se abriganta por fricción con aceite comestible, glucosa y talco, vaselina mineral u otros componentes aptos para consumo humano'.

Arroz glutinoso: ´arroz de variedad especial (*Oryza sativa* L.) cuyos granos tienen una apariencia blanca y opaca, que por cocción tiende a adherirse entre sí debido a que están constituidos casi íntegramente de amilopectina`.

Arroz parbolizado o sancochado: ´producto descascarado o pulido, entero o quebrado, que presenta una coloración amarilla como resultado del proceso de sancochado`.

Grano entero: ´grano descascarado o pulido que presenta un largo superior o igual a $\frac{3}{4}$ partes del largo mínimo del tipo al que pertenece`.

Grano partido: ´pedazos de granos de arroz pulido cuya longitud sea menor a las $\frac{3}{4}$ partes del grano entero de la variedad utilizada`.

Media grana: ´pedazo de granos partidos que no pasan por un harnero de laboratorio con orificios circulares de 1,60 mm de diámetro y 1,0 mm de espesor de la plancha como mínimo`.

Puntas o puntillas: ´pedazos de granos de arroz pulido que pasan a través de un harnero de laboratorio de orificios de 1,6 mm de diámetro y de 1,0 mm de espesor de la plancha como mínimo`.

Granos con panza blanca: ´granos pulidos de apariencia cristalina, que presentan una mancha blanca opaca en su interior, que abarca más del 50 % del grano, y que es característico de ciertas variedades de arroz`.

Granos yesados o yesosos: ´granos enteros o pedazos de granos, descascarados o pulidos, que presentan en más de la mitad de su superficie una coloración opaca, aspecto harinoso o semejante al yeso`.

Granos verdes: ´granos descascarados, enteros o pedazos de granos fisiológicamente inmaduros, que presentan una coloración verdosa`.

Granos rojos o estriados: ´granos descascarados o pulidos que presentan coloración rojiza o con estrías de color rojo`.

Granos vanos o chupados: ´granos con cáscara que pasan por un harnero de perforaciones oblongas de 2 mm de ancho y 20 mm de largo, en línea`.

Definiciones de tipos de grano

Tipo: ´clasificación de los granos de arroz pulido, de acuerdo a su rango de tamaño`.

Tipo largo ancho: ´granos enteros cuya relación largo /ancho es menor a 3 y cuya longitud media es mayor a 6,5`.

Tipo largo delgado: ´granos enteros cuya relación largo/ancho es igual o mayor a 3 y cuya longitud media es igual o mayor a 6,5`.

Tipo mediano: ´granos enteros cuya relación largo/ancho es mayor que 2 y cuya longitud media esté comprendida entre 5 mm y 6 mm`.

Tipo corto: ´granos enteros cuya relación largo/ancho es menor que 2 y cuya longitud es menor de 5 mm`.

Definiciones de parámetros de calidad

Rendimiento de grano entero: ´cantidad de granos de arroz pulido enteros, obtenidos al final del proceso de elaboración, con un índice de blancura de $39 \text{ IB} \pm 1 \text{ IB}$. Se expresa en porcentaje de granos enteros de arroz pulido con respecto al arroz con cáscara`.

Rendimiento industrial: `cantidad de arroz pulido, granos enteros y partidos, obtenidos al final del proceso de elaboración, con un índice de blancura de 39 IB ± 1 IB. Se expresa en porcentaje de granos enteros y partidos de arroz con respecto al arroz con cáscara, excluidas las puntas o puntillas`.

Índice de blancura: `expresión del grado de elaboración o pulido del arroz`.

Humedad: `porcentaje de agua contenido en la muestra tal cual`.

Calidad de grano arroz con cáscara

De acuerdo a la Norma Chilena, el arroz con cáscara presenta una sola calidad, la que debe cumplir los siguientes requisitos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Requisitos de calidad del arroz con cáscara.

| Factores (% m/m, máximo) | Grado único |
|---------------------------------------------------|--------------------|
| Impurezas | 2,00 |
| Grados objetables | 0,01 |
| Granos defectuosos | |
| Granos yesados o yesosos | 1,00 |
| Granos manchados o dañados por calor | 0,00 |
| Granos pelados y partidos | 1,00 |
| Granos contrastantes | 2,00 |
| Granos verdes | 2,00 |
| Granos rojos o estriados | 0,50 |
| Granos vanos, chupados y picados | 1,00 |
| Total de granos defectuosos (% m/m máximo) | 4,00 |
| Humedad (%) | 15,00 |
| Rendimiento industrial mínimo (%) | 48,00 |

Fuente: INN, 2003a.

Método de determinación de tamaño y color del grano

Durante la temporada 2015 en el Laboratorio de Biotecnología de INIA Quilamapu, se implementó una nueva metodología para la determinación del tamaño y color del grano, que permite incrementar la precisión y velocidad del análisis, utilizando el software GrainScan (Whan et al., 2014).

Calidad de grano del arroz pulido

De acuerdo a la Norma Chilena, el arroz pulido se clasifica en tres grados de calidad: grado 1 o Extra; grado 2 o Escogido y grado 3 o Corriente, los cuales deben cumplir con diferentes requisitos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Requisitos de los diferentes grados de arroz.

| Requisito, en porcentaje en masa, máximo. | Grado | | |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Defectos | | | |
| Granos dañados por calor y/o manchados amarillos | 0,5 | 2,5 | 5,0 |
| Granos rojos | 0,5 | 1,0 | 1,5 |
| Granos verdes y/o yesados | 1,0 | 3,0 | 5,0 |
| Granos picados | 0,5 | 1,0 | 1,0 |
| Máximo global de los defectos anteriores | 2,0 | 7,0 | 12,0 |
| Granos partidos | 5,0 | 20,0 | 35,0 |
| Puntillas | 0,5 | 1,0 | 1,0 |
| Impurezas y materias extrañas | 0,5 | 1,0 | 1,5 |
| Granos contrastantes | 5 | 5 | 10 |
| Granos de arroz con cáscara y granos de arroz descascarado, granos por 1.000 g | 7 | 12 | 20 |
| Semillas objetables, unidades por 500 g de arroz | 3 | 6 | 9 |

Fuente: INN, 2003b.

Composición nutricional del arroz chileno

El primer estudio relacionado con la composición química del grano de arroz en el país, indicó valores muy similares en los componentes evaluados en dos selecciones de plantas y en la semilla nacional analizados. Por ejemplo, el porcentaje de proteínas fluctuó entre un 10,7 y 11,2 % y el de grasa total entre un 2 y un 2,2 % (Cuadro 7).

Cuadro 7. Composición química de dos selecciones de plantas y del arroz nacional descascarado (no pulido).

| Componente | Selección 1 | Selección 2 | Semilla nacional |
|----------------------------------------|-------------|-------------|------------------|
| Humedad (%) | 12,1 | 11,9 | 11,8 |
| Cenizas sobre materia seca (%) | 0,37 | 0,40 | 0,42 |
| Acidez, expresada en ácido láctico (%) | 0,15 | 0,18 | 0,18 |
| Grasa (%) | 2,18 | 2,03 | 1,97 |
| Proteínas (N x 6,25) (%) | 11,02 | 11,20 | 10,67 |
| Residuo celulósico (%) | 0,96 | 0,94 | 0,98 |
| Sustancias extractivas no azoadas (%) | 73,26 | 73,39 | 74,00 |

Fuente: Theune, 1941.

Un análisis de muestras de arroz pulido largo ancho de diferentes marcas comerciales vendidas en los supermercados el año 2019, indicó que no existían diferencias significativas para el arroz clasificado como grado 1 en las diferentes marcas comerciales analizadas (Cuadro 8).

La información nutricional del arroz largo ancho grado 1 señala que el valor energético fluctuó entre 325 y 346 Kcal, las proteínas entre 6,1 y 6,7 g; grasa total entre 0,8 y 1,3 g, hidratos de carbono disponible entre 73 y 78,5 g, azúcares totales entre 0 y 0,6 g, y sodio entre 2,2 y 2,1 mg por 100 g (Cuadro 8).

Cuadro 8. Información nutricional de arroz pulido largo ancho grado 1, de diferentes marcas comerciales vendidas en supermercados del país, basados en 100 g de arroz*.

| Composición | Banquete/ Jumbo Grado 1 | Miraflores Grado 1 | Tucapel Grado 1 | San José Grado 1 |
|------------------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|
| Energía (kcal) | 325 | 335 | 325 | 346 |
| Proteína (g) | 6,2 | 6,7 | 6,2 | 6,1 |
| Grasa total (g) | 0,8 | 1,3 | 0,8 | 0,9 |
| H. de carbono disponible (g) | 73,0 | 74,0 | 73,0 | 78,5 |
| Azúcares totales (g) | 0,6 | 0,4 | 0,6 | 0,0 |
| Sodio (g) | 1,2 | 2,0 | 1,2 | 2,1 |
| Fósforo (mg) | s/i | s/i | 81 | s/i |

*Los valores presentados en el cuadro corresponden a los incluidos en la etiqueta de la marca comercial (2020).

El análisis de muestras de arroz pulido largo ancho clasificado como grado 2, de diferentes marcas comerciales vendidas en los supermercados el año 2019, indicó que no existían diferencias significativas entre ellas (Cuadro 9).

Cuadro 9. Información nutricional de arroz pulido largo ancho grado 2 de diferentes marcas comerciales vendidas en supermercados del país, basados en 100 g de arroz*.

| Composición | Banquete Grado 2 | Miraflores Grado 2 | Tucapel Grado 2 |
|------------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------|
| Energía (kcal) | 325 | 325 | 325 |
| Proteína (g) | 6,2 | 6,7 | 6,2 |
| Grasa total (g) | 0,8 | 1,3 | 0,8 |
| H. de Carbono disponible (g) | 73,0 | 74,0 | 73,0 |
| Azúcares totales (g) | 0,6 | 0,4 | 0,6 |
| Sodio (g) | 1,2 | 2,0 | 1,2 |

*Los valores presentados en el cuadro corresponden a los incluidos en la etiqueta de la marca comercial (2020)

El análisis de la información nutricional del arroz integral largo ancho, provista en las diferentes marcas comerciales, señala la presencia de mayor información nutricional entregada que el arroz pulido. En general, la composición nutricional del arroz integral de tres marcas comerciales disponibles en el mercado es similar. Sin embargo, una de ellas se diferencia en los niveles de

proteína, grasa total, hidratos de carbono disponible, fibra dietética total y el contenido de sodio (Cuadro 10).

Cuadro 10. Información nutricional de arroz integral de diferentes marcas comerciales vendidas en supermercados del país, basados en 100 g de arroz largo-ancho*.

| Composición | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|-------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Energía (kcal) | 338 | 338 | 335 |
| Proteína (g) | 6,9 | 6,9 | 6,4 |
| Grasa total (g) | 2,3 | 2,3 | 1,8 |
| Grasa saturada (g) | - | - | 0,3 |
| Grasa trans (g) | - | - | - |
| Grasa mono insaturada (g) | - | - | - |
| Grasa poliinsaturada (g) | - | - | - |
| Colesterol | - | - | - |
| H. de carbono disponible (g) | 72,0 | 72,0 | 73,4 |
| Azúcares totales (g) | 0,6 | 0,6 | 0,8 |
| Fibra dietética total (g) | 5,1 | 5,1 | 2,6 |
| Fibra soluble (g) | 0,5 | 0,5 | 0,2 |
| Fibra insoluble (g) | 4,5 | 4,5 | 2,4 |
| Sodio (mg) | 3,0 | 3,0 | 2,0 |
| Niacina o Vitamina B ₃ (mg EN) | 4,3 | - | - |
| Vitamina B ₆ (mg) | 0,5 | - | - |
| Fósforo (mg) | 359 | - | - |
| Magnesio (mg) | 98 | - | - |

*Los valores presentados en el cuadro corresponden a los incluidos en la etiqueta de la marca comercial (2020).

El análisis del contenido de proteínas entre las variedades comerciales presentó una variación entre 6,3 y 7,1 % en las variedades de grano largo ancho, siendo similar la variación entre las variedades de grano pequeño a mediano. La variedad largo fino presentó un valor de 6,1, similar a la variedad de grano glutinoso (Cuadro 11).

Cuadro 11. Contenido de nitrógeno y proteínas en variedades de arroz de diferentes tipos de grano.

| Variedades grano largo ancho o largo fino | N (%) | Proteína (% N x 6,25) | Variedades grano corto o mediano | N (%) | Proteína (% N x 6,25) |
|--------------------------------------------------|--------------|------------------------------|-----------------------------------------|--------------|------------------------------|
| Diamante-INIA | 1,09 | 6,8 | Oro | 1,13 | 7,1 |
| Brillante-INIA | 1,00 | 6,3 | Ñiquén-INIA | 1,12 | 7,0 |
| Zafiro-INIA | 1,07 | 6,7 | Quella-INIA | 1,04 | 6,5 |
| Cuarzo-INIA | 1,11 | 6,9 | Platino-INIA | 1,01 | 6,3 |
| Digua CI | 1,13 | 7,1 | Ámbar-INIA | 0,97 | 6,1 |
| Buli-INIA | 0,98 | 6,1 | - | - | - |

Fuente: Paredes et al., 2015

Subproductos

Pulido. Después de ser cosechado y sometido a los procesos de molinería, el arroz produce varios subproductos, siendo uno de ellos el pulido, que incluye el salvado y el polvillo. Este subproducto tiene un alto contenido de proteína, aceite, fibra cruda, extracto no nitrogenado (Cuadro 12), vitaminas del grupo B y fósforo. Este subproducto posee también un sistema enzimático muy activo que le da bastante estabilidad durante el almacenamiento, por lo cual se podría utilizar para la extracción de aceites, elaboración de alimentos para bebés y adultos mayores (Rodríguez, 2007).

Cuadro 12. Composición química del salvado y polvillo de arroz, de la variedad 'Diamante-INIA'.

| Fracciones | Proteínas (g) | Extracto etéreo (g) | Humedad (g) | Cenizas (g) | Fibra cruda (g) | Extracto no nitrogenado (g) |
|-------------------|----------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|------------------------|------------------------------------|
| Pequeña | 12,1 | 14,1 | 10,1 | 8,2 | 5,1 | 50,4 |
| Media | 12,1 | 15,7 | 10,8 | 7,5 | 7,2 | 46,8 |
| Gruesa | 10,7 | 12,3 | 9,1 | 5,6 | 5,9 | 56,4 |

Fuente: Rodríguez, 2007.

El análisis comparativo en la capacidad de retención de agua y aceite del pulido, indica que el nivel de retención de agua es mayor que los lípidos (Cuadro 13), aunque la retención de lípidos es lo suficientemente alta como para producir cambios en el nivel de lípidos absorbidos por los consumidores, cuando el ingrediente es parte de la dieta (Rodríguez, 2007).

La adsorción de glucosa, especialmente la fracción gruesa y media, presentan un mayor valor, lo que permite indicar que este producto podría contribuir a bajar los valores de azúcar absorbidos en el tracto digestivo (Rodríguez, 2007). Los valores de la actividad de la α -amilasa señala que la inclusión de este subproducto en la dieta podría favorecer la no digestibilidad del almidón, disminuyendo el índice glicémico de los alimentos formulados con alto contenido de almidón (Rodríguez, 2007).

Cuadro 13. Capacidad de retención de agua y aceite y efecto de la fibra dietética en la adsorción de glucosa y en la actividad de la α -amilasa del pulido. Variedad 'Diamante-INIA'.

| Fracciones | Capacidad de retención de: | | Adsorción de glucosa | Actividad de la α -amilasa |
|------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| | Agua (ml/100 g de producto) | Aceite (ml/100 g de producto) | (mmol/L) | (mmol/L) |
| Pequeña | 269,0 | 331,7 | 78,2 | 16,3 |
| Media | 361,2 | 416,0 | 70,0 | 15,2 |
| Gruesa | 340,0 | 387,0 | 71,2 | 16,0 |

Fuente: Rodríguez, 2007.

La incorporación de este subproducto (pulido) en la dieta de humanos, podría disminuir los niveles de colesterol para personas con enfermedades cardiovasculares, disminución de azúcar en la sangre y degradación del almidón ingerido, por lo que se podría utilizar en la formulación de alimentos para diabéticos, hipertensos y personas con sobrepeso o aquellas que deseen llevar una vida sana (Rodríguez, 2007).

Harina. Una prospección realizada en los supermercados detectó la presencia de un solo producto de origen nacional cuya composición nutricional se presenta en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Composición química de la harina de arroz nacional.

| Composición | 100 g |
|------------------------------------|-------|
| Energía (kcal) | 350 |
| Proteína (g) | 5,6 |
| Grasa total (g) | 1,0 |
| Hidratos de carbono disponible (g) | 79,7 |
| Azúcares totales (g) | 1,6 |
| Sodio (mg) | 5,3 |

*Los valores presentados en el cuadro corresponden a los incluidos en la etiqueta de la marca comercial (2020).

La harina presentó un contenido de proteínas y un mayor contenido de sodio que el grano pulido o integral.

Composición de macro y micronutrientes en el grano de arroz

La composición promedio de N en las variedades de arroz de grano largo-ancho y largo fino fue de 1,1 %, en tanto que P registró 0,1 %, K 0,08 %, Ca menor a 0,04 %, Mg 0,02 % y S 0,06 %. En las variedades de grano corto y medio el contenido de N fue de 1,1 %, P 0,1 %, K 0,09 %, Ca menor a 0,04 %, Mg 0,03 % y S 0,06 % (Cuadro 15).

Cuadro 15. Composición de macronutrientes de variedades de grano largo-ancho y largo-fino.

| Variedades | N (%) | P (%) | K (%) | Ca (%) | Mg (%) | S (mg/kg) |
|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|
| Grano largo-ancho y largo fino | | | | | | |
| Diamante-INIA | 1,09 | 0,09 | 0,07 | <0,04 | 0,02 | 0,06 |
| Brillante-INIA | 1,00 | 0,10 | 0,10 | <0,04 | 0,02 | 0,05 |
| Zafiro-INIA | 1,07 | 0,10 | 0,07 | <0,04 | 0,02 | 0,06 |
| Cuarzo-INIA | 1,11 | 0,10 | 0,08 | <0,04 | 0,02 | 0,06 |
| Digua Cl | 1,13 | 0,09 | 0,07 | <0,04 | 0,02 | 0,07 |
| Promedio | 1,08 | 0,10 | 0,08 | <0,04 | 0,02 | 0,06 |
| Buli-INIA | 0,98 | 0,11 | 0,10 | <0,04 | 0,03 | 0,06 |
| Grano corto y medio | | | | | | |
| Oro | 1,13 | 0,11 | 0,09 | <0,04 | 0,03 | 0,07 |
| Ñiquén-INIA | 1,12 | 0,09 | 0,07 | <0,04 | 0,02 | 0,06 |
| Quella-INIA | 1,04 | 0,11 | 0,10 | <0,04 | 0,03 | 0,06 |
| Platino-INIA | 1,01 | 0,11 | 0,09 | <0,04 | 0,03 | 0,06 |
| Promedio | 1,08 | 0,11 | 0,09 | <0,04 | 0,03 | 0,06 |
| Ámbar-INIA | 0,97 | 0,12 | 0,12 | <0,04 | 0,04 | 0,05 |

Fuente: Becerra et al., 2015.

La composición promedio de Na en el arroz de grano largo-ancho fue de 57 %, Cu 3,5 %, Mn 12,8 %, Zn 16,2 % y B 1,2 %. En las variedades de grano corto y medio el contenido de Na fue 63,3 %, Cu 3,22 %; Fe 15,9 %, Mn 15,9 %, Zn 16,5 % y B 0,9 % (Cuadro 16).

Cuadro 16. Composición de micronutrientes de variedades de grano largo-ancho y largo-fino.

| Variedades | Na | Cu | Mn | Zn | B |
|---------------------------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|
| | (mg/kg) | (mg/kg) | (mg/kg) | (mg/kg) | (mg/kg) |
| Grano largo-ancho y largo fino | | | | | |
| Diamante-INIA | 61,89 | 3,87 | 12,38 | 16,84 | 1,18 |
| Brillante-INIA | 55,17 | 3,09 | 11,30 | 14,06 | 1,64 |
| Zafiro-INIA | 56,09 | 3,31 | 13,19 | 15,96 | 0,85 |
| Cuarzo-INIA | 55,49 | 3,93 | 13,87 | 16,40 | 1,41 |
| Digua Cl | 56,53 | 3,38 | 13,20 | 17,60 | 0,85 |
| Promedio | 57,03 | 3,52 | 12,79 | 16,17 | 1,19 |
| Buli-INIA | 59,20 | 2,86 | 13,53 | 16,99 | 1,13 |
| Grano corto y medio | | | | | |
| Oro | 61,61 | 3,74 | 19,11 | 18,75 | 1,28 |
| Ñiquén-INIA | 66,80 | 3,70 | 15,63 | 15,75 | 0,82 |
| Quella-INIA | 60,07 | 3,02 | 14,83 | 18,81 | 0,72 |
| Platino-INIA | 64,78 | 2,41 | 14,11 | 12,58 | 0,85 |
| Promedio | 63,32 | 3,22 | 15,92 | 16,47 | 0,92 |
| Ámbar-INIA | 74,07 | 2,62 | 19,52 | 16,07 | 1,02 |

Fuente: Becerra et al., 2015.

En resumen, es importante considerar las características de calidad que el consumidor y la industria chilena requieren para el desarrollo de nuevas variedades como, tamaño de grano, porcentaje de grano entero, transparencia, temperatura de gelatinización, contenido de amilosa, entre otros. En este punto, también se debe tener en cuenta la introducción de material genético desde los países mediterráneos, quienes han desarrollado germoplasma con características similares al requerimiento nacional.

Referencias

- Alvarado, R. 1991. Mejoramiento de arroz en Chile. p. 51-61. En Puignau, J. (ed.) Dialogo XXXIII Mejoramiento de Arroz. Reunión sobre mejoramiento de Arroz en el Cono Sur. Goiana, GO, Brasil. 17-21 Julio 1989. IICA-PROCISUR. Montevideo, Uruguay.
- Alvarado, R. 1997. Mejoramiento de arroz en Chile y utilización de la selección recurrente. p. 117-123. En Guimaraes, E. (ed.) Selección recurrente en arroz. Embrapa, Fundación Polar, CIRAD-CA, CIAT, Cali, Colombia.
- Alvarado, R., Cobo, G., Hernaíz, S. 2005. Avances de la calidad industrial del arroz en Chile. Tierra Adentro nov-dic: 40-42.
- Alvarado, R., Grau, P., Martínez, C. et al. 1993. Buli-INIA, variedad de arroz de grano fino. Agric. Téc. (Chile) 53:89-90.
- Alvarado, R., Hernaíz, S. 1995. Manual de producción de arroz. Ministerio de Agricultura, Programa de Reconversión de Suelos Arroceros. Serie Quilamapu N°62. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile.
- Alvarado, R. Hernaíz, S. 2005. Ámbar-INIA, nuevo cultivar de arroz de grano corto y muy bajo contenido de amilosa. Agric. Téc. (Chile) 65:101-104.
- Alvarado, R., Hernaíz, S. 2007. Calidad industrial del grano. p.39-48. En Alvarado, R. (ed.) Arroz. Manejo tecnológico. Boletín INIA N°162. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (INIA), Chillán, Chile.
- Alvarado, R., Hernaíz, S., Gómez, A. et al. 1996. Evaluación de la calidad industrial del arroz en Chile. 1995/1996. Convenio INIA-ODEPA. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu. Chillán, Chile.
- Alvarado, R., Hernaíz, S., Gómez, A., et al. 1997. Brillante-INIA, nueva variedad de arroz con grano largo y translúcido. Agric. Téc. (Chile) 57:221.223.
- Alvarado, R., Lobos, C. 1986. Calidad del arroz. Caracterización de tres variedades. Agric. Téc. (Chile) 46:9-14.
- Astorga, M. 1944. Elaboración industrial Arroz Nacional. 129 p. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Santiago, Chile.
- Becerra, V., Paredes, M., Donoso, G. 2015. Composición química de las variedades comerciales de arroz en Chile. 66 Congreso de la Sociedad Agronómica de Chile, Valdivia.
- Brevis, O. 1963. Influencia de la variedad y época de cosecha en el rendimiento industrial del arroz (*Oryza sativa*). 125 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, Chillán, Chile.
- Cordero, K., Hernaíz, Z., Saavedra, F., et al. 2010. Zafiro INIA. Arroz, grano largo, alto rendimiento de campo y gran calidad industrial. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile. <https://www.inia.cl/semillasinia/folleto-de-semillas/>. Consulta octubre 2020.

- Cordero, K., Hernaíz, Z., Saavedra, F., et al. 2011. Cuarzo-INIA. Nueva variedad de arroz grano largo ancho. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile. <https://www.inia.cl/semillasinia/folletos-de-semillas/>. Consulta octubre 2020.
- Fundación Chile. 2002. Arroz chileno: determinación de factores diferenciadores de calidad. Informe de consultoría. Convenio de gestión: Subsecretaría de Agricultura y Fundación Chile. Fundación Chile, Santiago, Chile.
- Hernaíz, S., Alvarado, R., Saavedra, F., et al. 2008. Calidad industrial del arroz. Un factor importante en la modernización del cultivo. Cartilla N°1. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Fundación para la Innovación Agraria, FIA, Sindicato Agricultores de Ñiquén, Red del Arroz VII Región, Chillán, Chile.
- INN. 1999. Arroz con cáscara-métodos de ensayo y análisis. Norma chilena oficial NCh 1375.Of88. Primera edición 1989, Reimpresión, 1999. Instituto Nacional de Normalización (INN), Santiago, Chile.
- INN. 2003a. Arroz con cáscara (arroz paddy)-requisitos. Norma chilena oficial NCh 2033.Of2003. Instituto Nacional de Normalización (INN), Santiago, Chile.
- INN. 2003b. Arroz pulido-terminología, clasificación y requisitos generales. Norma chilena oficial NCh 1359.Of2003. Instituto Nacional de Normalización (INN), Santiago, Chile.
- Opazo, R. 1939. Arroz (*Oryza sativa* L.) p. 551-567. En Agricultura. Monografía cultural de las principales plantas agrícolas susceptibles de cultivarse en Chile. Tomo II. Talleres Gráficos La Nación, Santiago, Chile.
- Paredes, M., Becerra, V., Donoso, G., et al. 2015a. Determinación de los componentes de la industrialización y calidad de las variedades de arroz comercializadas en el país. 66 Congreso de la Sociedad Agronómica de Chile, Valdivia.
- Paredes, M., Becerra, V., Vega, A. 2015b. Variedades tradicionales desarrolladas y recomendadas. p. 37-39. En Paredes, M., Becerra, V. (eds.) En Producción de arroz: buenas prácticas agrícolas (BPA). Boletín INIA N°306. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación INIA Quilimapu, Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico, Fondef, Empresa Tucapel S.A., Empresa Carozzi S.A., BASF Chile. 1005p.
- Paredes, M., Becerra, V., Donoso, G., et al. 2016. Platino-INIA. Nueva variedad de arroz grano medio. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación INIA Quilimapu. <https://www.inia.cl/semillasinia/folletos-de-semillas/>. Consulta octubre 2020.
- Paredes, M., Becerra, V., Donoso, G., et al. 2019. Digua Cl., primera variedad de arroz Clearfield para Chile. p. 18-25. En Becerra, V., Paredes, M., Donoso, G. (eds.) Arroz sustentable: Sistema de producción de arroz Clearfield. Boletín INIA N°397. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación INIA Quilimapu, Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico, Fondef, Empresa Tucapel S.A., Empresa Carozzi S.A. 52p.
- Paredes, M., Becerra, V., Donoso, G., et al. 2020. Digua CL. Nueva variedad de arroz grano largo ancho. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación INIA Quilimapu. <https://www.inia.cl/semillasinia/folletos-de-semillas/>. Consulta octubre 2020.
- Rodríguez, M. 2007. Determinación de la composición química y propiedades físicas y químicas del pulido de arroz (*Oryza sativa* L.). Tesis para optar al grado de Licenciado en Ciencias de los Alimentos. Escuela de Ingeniería en Alimentos. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. 44p.
- Silva, F. 1964. Rendimiento industrial y calidad culinaria de líneas puras de arroz nacional. 142 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, Chillán, Chile.

- Sims, G. 1958. Esperanzas efectivas para el sembrador de arroz. Plan de Desarrollo Agrícola e Higiene Rural de Maule, Ñuble y Concepción. Plan Chillán. Año IV (12): 2-6.
- Sims, G. 1960. Nuevas variedades de arroz para Chile. Cartilla N°2. 5 p. Departamento de Investigaciones Agrícolas, Estación Experimental de Chillán, Chillán, Chile.
- Sims, G. 1969. El cultivo del arroz. El Campesino 12: 44-71.
- Sims, G. 1985. Arroz (*Oryza sativa*). p. 293-300. En Agenda del salitre. Sociedad Química y Minera de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
- Sims, G., Alvarado, R. 1967. Los métodos de cosecha del arroz en Chile y sus consecuencias. Simiente 37:12-15.
- Sims, G., Alvarado, R. 1968. Mejoramiento del arroz en Chile. Simiente 38:19-22.
- Sims, G., Alvarado, R. 1972. Manual del arroz. Boletín Técnico N°54. Servicio Agrícola y Ganadero. Central de Divulgación Técnica. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Quilamapu. 127p.
- Sotomayor, E. 1954. Ensayo de abonos en arroz. 50 p. Memoria Ingeniero Agrónomo, Universidad Católica de Chile., Facultad de Agronomía, Santiago, Chile.
- Theune, H. 1941. Estudio taxonómico de nuestra 'semilla nacional' de arroz. 109 p. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile., Facultad de Agronomía, Santiago, Chile.
- Torrealba, S. 1956. El problema del arroz en Chile. 111 p. Memoria de Ingeniero Comercial. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Villalobos, E. 1941. El cultivo del arroz y su importancia económica. 81 p. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Santiago, Chile.
- Whan A., Smith, A., Cavanagh, C., et al. 2014. GrainScan: a low cost, fast method for grain size and colour measurements. Plant Methods 10: 23.