

## EVALUACION DE LA CALIDAD DEL ARROZ

César A. Valencia M.\*

**E**l arroz se cultiva desde el año 3.000 A.C., es originario de la India. Actualmente se produce en China, Indonesia, Burma, Brasil Egipto, Nigeria, Italia, Japón, España, USA, Tailandia, Colombia y en muchos otro países. El arroz es consumido por más de la mitad de la población mundial como comida principal, además de que se consume como complemento alimenticio en sopas, tortas, pudines y fermentados. La harina obtenida del arroz blanco se utiliza en la alimentación infantil por su gran digestibilidad. Por su larga vida histórica se ha cultivado en diferentes ambientes y con variadas técnicas. Tanto el arroz como el trigo son los dos cereales más importantes del mundo. (Ihekoronye, 1985).

Entre los objetivos de la investigación de CORPOICA a nivel nacional está el obtener variedades que, además de su alta capacidad de rendimiento, resistencia a las principales plagas y enfermedades y buena adaptabilidad al medio, produzca un grano cuya calidad sea aceptada por el agricultor, el molinero y el consumidor, ya que la calidad final del arroz, como la de cualquier otro producto alimenticio, generalmente se evalúa y selecciona considerando las preferencias y gustos de los consumidores.

Este artículo tiene como fin, dar a conocer las

características básicas que intervienen en la evaluación de la calidad de arroz, así como los parámetros que se consideran en la comercialización de este cereal en el mercado mundial.

### CALIDAD DEL ARROZ

La calidad es el resultado de la acción de numerosos y variados factores; algunos están relacionados con las propiedades físico-químicas del grano tales como tamaño, forma, peso, pigmentación, dureza, temperatura de gelatinización, contenido de amilosa, etc., mientras que otros se refieren a la cosecha y su manejo, incluidas las labores de recolección, secado, transporte, procesamiento y almacenamiento. (Martínez, C., 1989)

La calidad del grano puede considerarse desde tres puntos de vista: la apariencia, la calidad de molinería y la calidad culinaria (físico-química); para evaluarla de han establecido procedimientos y métodos que ayudan al fitomejorador en la evaluación de líneas y variedades.

### SIGNIFICADO DEL TERMINO CALIDAD

El significado de la calidad del grano varía de una

\* Ingeniero de Alimentos. Programa de Investigación Agrícola. C.I. La Libertad CORPOICA Regional 8. .A.A. 3129 (Meta). Colombia



región a otra, dependiendo de las preferencias locales y de las exigencias establecidas por el mercado internacional. La calidad del arroz demandada por un país determinado puede ser completamente inaceptable para otro. Y aún dentro de un mismo país pueden existir distintas apreciaciones respecto a la calidad. También dentro de cada sector de la industria arrocera (agricultores, molineros, fitomejoradores, comerciantes, nutricionistas y consumidores) el término "CALIDAD" tiene diferentes connotaciones. (Baber y Juliano, 1971; Juliano 1972).

Para el experto en semillas el término de calidad tiene que ver con el grado de pureza del material, su porcentaje de germinación en el laboratorio, presencia o ausencia de material inerte o de semilla de malezas nocivas o de otras variedades. El productor agricultor identifica el término calidad con una buena germinación y vigor en el campo que le garantice un cultivo uniforme de buen rendimiento.

Para el molinero lo más importante es que la variedad le permita obtener en el molino un porcentaje alto de granos enteros y cristalinos, que pueda vender a un buen precio.

El comerciante o intermediario relaciona el término calidad con la apariencia externa del grano molido (porcentaje de arroz partido, presencia de centro blanco, brillo, etc.), en tanto que el consumidor la determina con base en dos características: apariencia externa del grano al comprarlo y la forma de cocción (rendimiento, textura, sabor y olor después de cocido).

Para el nutricionista la calidad está determinada por el valor nutricional del producto (contenido de vitaminas, minerales, proteínas, etc.), (Martínez, 1989).

El fitomejoramiento en arroz trata de integrar en el término calidad, todos los factores y características necesarias para que las nuevas variedades sean aceptadas por los diferentes grupos de la

economía nacional

## MERCADO MUNDIAL DEL ARROZ

El mercado mundial del arroz es muy pequeño, a pesar de que el arroz es uno de los alimentos básicos más importantes para la alimentación y de que aproximadamente la mitad de la población mundial dependen de él para la obtención de más del 80% de sus calorías. Gran parte de la producción de arroz se consume en los sitios donde se cultiva, lo que implica que es un mercado de excedentes (10-12 mill. ton/año) que se entrega al mercado internacional para regular la comercialización interna. Por consiguiente este pequeño mercado internacional posee pocos compradores y vendedores y la oferta y la demanda son relativamente impredecibles, lo que ocasiona que las variaciones en el precio sean rápidas y considerables.

La mayor parte de la producción mundial se concentra en Asia, donde se produce el 92% aproximadamente (Fig. 1); sin embargo las condiciones de producción y rendimiento son muy diferentes (Tabla 1.). En la India, mayor productor del mundo por superficie cultivada, los rendimientos sólo alcanzan 2.6 ton/ha, en promedio; mientras que Japón y China tienen rendimientos promedio de 6.1 y 5.8 ton/ha. respectivamente; estas diferencias se deben básicamente a los diversos sistemas de cultivo y al tipo de tecnología aplicada (Tabla 2).

Latinoamérica ocupa un lugar muy importante en cuanto al total de la producción mundial de arroz, con 17 millones de toneladas (Tabla 3). El principal productor es Brasil con más de 9 millones de toneladas y una superficie de 4.446.000 hectáreas (Tabla 4); sin embargo el rendimiento promedio es de solo 2.1 ton/ha (Tabla 5) debido a que gran parte de su producción proviene del sistema de secano manual (Tabla 6). Colombia es el tercer productor en el continente, después de Brasil y de USA con un rendimiento promedio de 4.1 ton/h

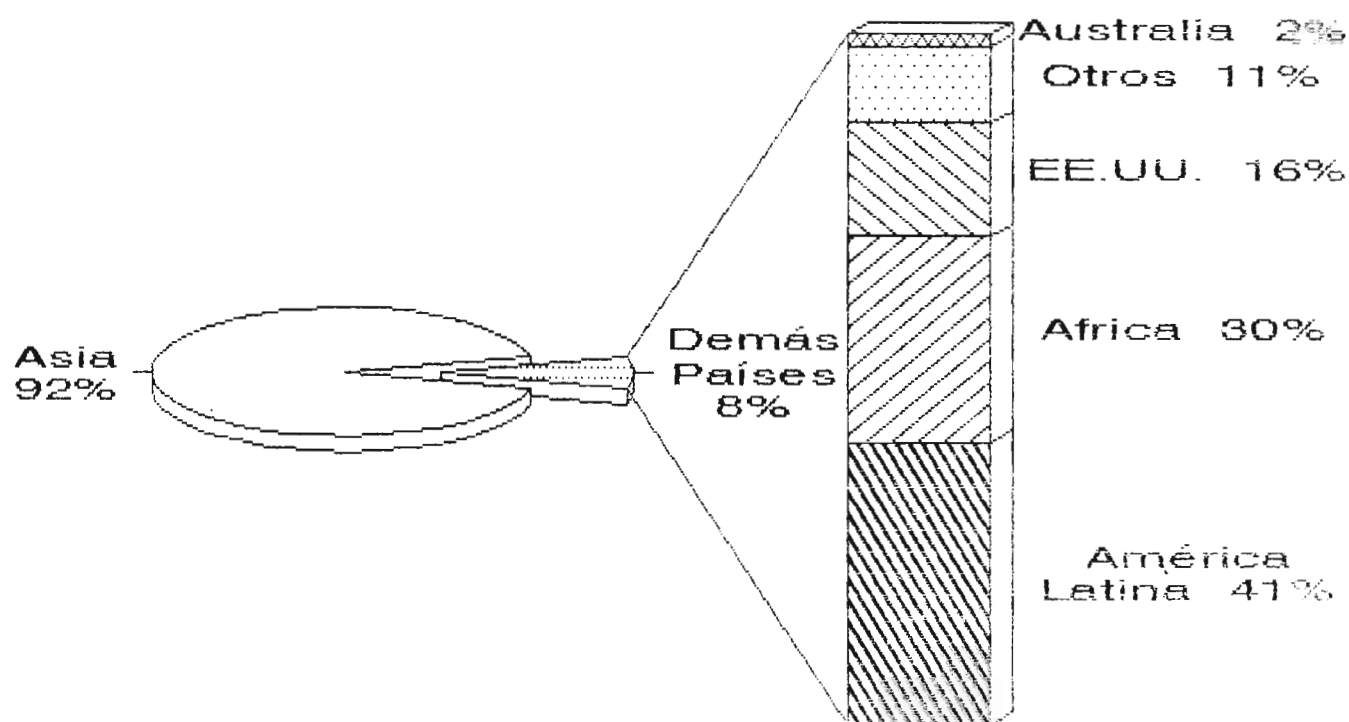


FIGURA 1. Producción mundial de arroz paddy

TABLA 1. Principales productores de arroz en Asia 1991

PAISES PRODUCTORES	PRODUCCION t. x 1000	AREA ha x 1000	RENDIMIENTO t. / ha
CHINA	187.036	32.265	5.8
INDIA	111.070	42.321	2.6
INDONESIA	44.742	10.403	4.3
BANGLADESH	27.559	10.303	2.7
VIETNAM	19.216	6.069	3.2
TAILANDIA	19.172	9.878	1.9
JAPON	12.688	2.073	6.1
TOTAL ASIA	476.871	132.700	3.6

Fuente: IRRI, Estadística mundiales de Arroz. Marzo/1993

TABLA 2. Distribución del área arrocera en Asia 1991 según ecosistemas

PAIS	AREA ha x 1000	IRRIGADO %	SECANO MECANIZADO %	FLOTANTE %	SECANO MANUAL %
INDIA	42.321	44	35	6	15
CHINA	32.265	93	5	0	2
INDONESIA	10.403	72	16	1	11
BANGLADESH	10.303	22	47	23	8
TAILANDIA	9.878	27	54	8	11
VIETNAM	6.069	53	28	11	8
FILIPINAS	3.413	61	35	2	2
MYANMAR	1.440	23	66	8	3

Fuente: IRRI Estadísticas Mundiales de Arroz. Marzo/1993

TABLA 3. Producción mundial de arroz por regiones 1991

REGION	PRODUC. t x 1000	% PROD. MUNDIAL	AREA ha x 1000	% AREA MUNDIAL
ASIA	476.831	91.8	132.700	89.6
LATINOAMERICA	17.503	3.4	6.667	4.5
AFRICA	12.716	2.4	6.494	4.4
USA	7.031	1.3	1.109	0.7
AUSTRALIA	800	0.2	97	0.1
RESTO DEL MUNDO	4.734	0.9	1.065	0.7
TOTAL	519.615	-	148.132	-

Fuente: IRRI Estadísticas mundiales de Arroz. Marzo/1993

TABLA 4. Producción de Arroz en América 1991

PRINCIPALES PRODUCTORES	PRODUCCION t x 1000	% PROD. MUNDIAL	AREA ha. x 1000	% AREA MUNDIAL
BRASIL	9.322	1.8	4.446	3.0
USA	7.031	1.4	1.109	0.7
COLOMBIA	1.913	0.4	463	0.3
PERU	957	0.2	185	0.1
ECUADOR	849	0.2	266	0.2
URUGUAY	531	0.1	108	0.1
CUBA	471	0.1	150	0.1
REP. DOMINICANA	390	0.1	93	0.1
TOTAL	17.503	3.4	6.667	4.5

Fuente IRRI: Estadísticas mundiales de Arroz. Marzo/1993

TABLA 5. Rendimientos promedio de los principales países productores de arroz

PAIS	CONTINENTE	PRODUCCION PROMEDIO TON/HA
COREA DPR.	ASIA	7.8
COREA REPUBLICA	ASIA	6.3
JAPON	ASIA	6.1
EGIPTO	AFRICA	7.0
MADAGASCAR	AFRICA	2.1
NIGERIA	AFRICA	1.9
USA	AMERICA	6.3
PERU	AMERICA	6.3
URUGUAY	AMERICA	5.2
REP. DOMINICANA	AMERICA	4.2
COLOMBIA	AMERICA	4.1
AUSTRALIA	AUSTRALIA	8.2

Fuente: IRRI Estadísticas mundiales de Arroz. Marzo/1993

TABLA 6. Distribución del área arrocera en América 1991

PAIS	AREA ha x 1000	IRRIGIDAS %	SECANO MECAN %	SECANO MANUAL %	RENDIM. PROMED. t./ha
USA	1.109	100	0	0	6.3
CUBA	150	100	0	0	3.1
URUGUAY	108	100	0	0	4.9
REP. DOMINICANA.	93	97	3	0	4.2
SURINAM	58	92	8	0	3.7
PERU	185	80	20	0	5.2
GUAYANA	65	71	29	0	3.2
COLOMBIA	463	67	27	6	4.1
BRASIL	4.446	19	5	76	2.1

Fuente: IRRI Estadísticas mundiales de Arroz. Marzo/1993

## LA CALIDAD DEL ARROZ EN EL MERCADO MUNDIAL

Las preferencias por la longitud del grano, grado de molienda y aroma, varían ampliamente de una región a otra. Por ejemplo, el arroz de grano largo (tipo indica) usualmente queda seco y suelto al cocinarse mientras que el arroz de grano corto (tipo japonico) queda húmedo y pegajoso.

Algunos consumidores especialmente de Asia, Africa y Europa prefieren el grano corto tipo "JAPONICA" que al cocinarse queda pegajoso y opaco; además del consumo directo lo emplean para la preparación de postres, dulces, etc.

El arroz tipo "INDICA" de grano largo es el más apreciado en el mercado internacional. El estandar para calidad es el grado US No. 2, con 4% o menos de grano partido, blanco translucido, bien molinado, tamaño uniforme del grano, sin materias extrañas, limpio y sin olor. El contenido de grano rojo o con estrías también afecta la calidad; uno o dos granos por kilo reducen el grano de calidad del arroz tipo US de uno a tres, y si el contenido es mayor, baja a cinco o más. Tanto los consumidores de USA como de Europa rechazan este tipo de arroz, al extremo de lo que sucede en países de Africa Occidental, donde se prefiere sólo o en mezcla. Estos últimos compran casi el 100% de arroz partido para consumo directo. (Martínez, 1989).

También se conoce el tipo "TAILANDIA" de calidad media con 5% de grano partido; aunque no se produce bajo las mismas técnicas no tiene los mismos controles que el tipo US, es manejado y clasificado cuidadosamente y considerado tan bueno como el de USA. (Martínez, 1989).

La mayoría de las variedades "AROMATICAS" son de grano largo y de alta calidad; por sus características propias son las más difíciles de molinar, almacenar y conservar. El grano cuando se cocina dobla su longitud. Sus rendimientos de campo son

bajos y los costos de producción altos. El principal exportador es Pakistan.

El arroz precocido es consumido por gran parte de la población de la India y Sri Lanka y grandes grupos de consumidores de Pakistan, Sur Africa, Africa Occidental, Arabia Saudita, Nigeria, USA y Europa. Existen dos grados, el primero de grano corto, color amarillo, olor característico y un rendimiento de molinería de 15 a 25% de grano partido; el segundo es de alta calidad, su color es muy similar al del arroz molinado sin precocer; cuando se cocina es suelto, completamente blanco, sin olor y el rendimiento en grano entero es muy alto, 96 a 98%. Es muy utilizado por restaurantes, debido a que después de cocido permanece suave. Generalmente su precio es 20 a 25% superior al arroz molinado blanco de alta calidad (CIAT, 1987).

## COMPONENTES FISICO-QUIMICOS DE LA CALIDAD CULINARIA DEL ARROZ

Las causas que determina el tiempo de cocción y la consistencia del arroz después de cocido están estrechamente asociados con factores genéticos y ambientales y también por características físico-químicas tales como temperatura de gelatinización, contenido de amilosa y consistencia de gel.

## TIEMPO DE COCCION

El tiempo de cocción del arroz molinado es medido como el mínimo tiempo en el cual el centro del grano se vuelve translucido o gelatinizado cuando los granos del arroz se colocan en agua hirviendo (Juliano y Pérez, 1983). Las propiedades físicas de cocción del arroz están más estrechamente relacionadas con la temperatura de gelatinización que con el contenido de amilosa del almidón.

La temperatura de gelatinización es aquella en la cual los granos de almidón empiezan a absorber

agua y a hincharse en forma irreversible en agua caliente; está asociada con el contenido de amilosa, el principal determinante de la calidad culinaria del arroz, e igualmente con la dureza del grano y el tiempo de cocción.

De acuerdo con su temperatura de gelatinización las variedades se clasifican en: bajas, con temperatura de gelatinización por debajo de los 70 °c; intermedias, con temperatura entre 70 y 75 °c y altas, con temperaturas por encima de 75 °c. Las variedades o líneas mejoradas con temperatura alta de gelatinización tienen bajo contenido de amilosa, lo que hace que sean pegajosas al cocinarse.

A nivel de laboratorio la temperatura de gelatinización se determina en forma indirecta, por medio de la prueba de dispersión alcalina con la cual está correlacionada. Esta prueba se basa en colocar los granos de arroz en una solución alcalina débil (KOH al 1.7%), a 30 °C por 23 horas; después de este tiempo se evalúa la dispersión de los granos en la solución (Foto 1) y se califica de acuerdo a la siguiente tabla:

DISPERSION	GRADO DE DE DISPERSION	TEMPERATURA GELATINIZACION
Granos enteros no dispersos.	1, 2 y 3	ALTA > 75 °C.
Granos parcialmente dispersos.	4 y 5	INTERMEDIA 70 A 75 °C.
Granos Totalmente dispersos. (dificilmente se observa su forma)	6 y 7	BAJA 65 A 70 °C

El arroz que tiene una temperatura de gelatinización alta se vuelve excesivamente blando y tiende a desintegrarse cuando se cocina demasiado, pero

cuando se emplea un tiempo normal de cocción queda muy crudo; el arroz con alta temperatura de gelatinización necesita más agua y más tiempo de cocción que los de temperatura de gelatinización baja o intermedia. Además los arroces con TG alta se elongan, expanden y rinden mucho menos después de cocidos.



Foto 1. Grados de dispersión alcalina

### CONSISTENCIA DEL ARROZ DESPUES DE COCIDO

De los componentes que tienen que ver con la calidad culinaria, el contenido de amilosa es el más importante debido a que determina la textura del arroz después de cocido. Diferentes regiones del mundo requieren variedades con características distintas de cocción y por ende con diferentes contenidos de amilosa. El almidón es el principal componente del arroz pulido y representa aproximadamente el 90% de su peso seco; está formado por dos fracciones: la amilosa y la amilopectina. La relación amilosa/amilopectina constituye el factor determinante de la calidad culinaria y comestible del arroz molinado. Las características del almidón y su contenido de amilosa se controlan genéticamente (Zuber, 1965).

Según el contenido de amilosa las variedades se clasifican en:

- Glutinosas o cerosas: 1 - 2 % de amilosa
- No cerosas: bajas 8 - 22 % de amilosa
- intermedia 23 - 28 % de amilosa
- altas > 29 % de amilosa

El arroz glutinoso o ceroso es la base alimenticia de algunas regiones asiáticas, y también se usa para preparar pasteles, postres, dulces, "crispetas" y pastas precocidas. Durante la cocción se expande poco y absorbe poca agua. Después de la preparación es húmedo y pegajoso y de apariencia brillante.

Las variedades no glutinosas constituyen la mayoría de arroces del mundo y tienen de 8 a 37% de amilosa. Las variedades con bajo contenido de amilosa (característica de las variedades Japónicas) son húmedas, pegajosas y de apariencia brillante después de cocidas, los granos fácilmente se desintegran cuando se cocinan demasiado. Los arroces con alto contenido de amilosa quedan secos y sueltos al cocinarse pero algunas variedades se endurecen al enfriarse. Los tipos intermedios tienen las mismas características de los tipos altos en amilosa, pero retienen una textura suave cuando se enfrían, son preferidos por la mayoría de los consumidores de América Latina y de gran aceptación en

el mercado mundial. Las mayoría de las variedades "INDICAS" tienen amilosa intermedia o alta.

La consistencia de gel es otra medida de la textura del arroz después de cocido y se basa en la consistencia de la pasta de arroz una vez está frío; sirve para diferenciar variedades que tienen un contenido de amilosa alto. Los lípidos afectan mucho la consistencia de gel debido probablemente a la formación de un complejo de ácidos grasos-amilosa. El arroz descascarado sin pulir tiene consistencia de gel dura, mientras que el arroz descascarado pulido tiene consistencia de gel más suave.

Todas las variedades comerciales de arroz liberadas en Colombia, han tenido en cuenta estos criterios de selección, como se observa en la Tabla 7.

## APARIENCIA DEL GRANO

La apariencia se refiere al aspecto externo del grano y depende del color, forma, tamaño, peso, longitud y de la presencia de centro blanco.

Las dimensiones físicas del grano de arroz son de

TABLA 7. Calidad culinaria de las variedades comerciales de arroz en Colombia

VARIEDAD	TEMP. DE GELATIN. <sup>1</sup>	CONT. DE AMILOSA <sup>2</sup>	CONSISTENCIA DE GEL. <sup>3</sup>
CICA 8	B	A	I
METICA 1	B	A	I
O. RYZICA 1	B	A	A
O. RYZICA 2	B	I	I
O. RYZICA 3	I	I	I
O. LLANOS 4	B	A	A
O. LLANOS 5	B	A	A
O. SABANA 6	I	I	I
O. CARIBE 8	B	A	I

1 B: Baja; I: intermedia; A: Alta

2 A: Alto; I: intermedio; B: bajo

3 A: dura o firme; I: intermedia; B: blanda

especial importancia para las personas que tienen que ver con las distintas áreas de la industria arrocera. La apariencia del grano se evalúa visualmente y por consiguiente es la primera característica en que se fijan los intermediarios y el consumidor. Usualmente constituye la base sobre la cual una variedad es rechazada o aceptada.

Las variedades de arroz se pueden clasificar objetivamente en distintas categorías por la longitud y la forma del grano. En la Tabla 8 se observa la clasificación de los arroces según su longitud.

TABLA 8. Clasificación del arroz de acuerdo a su longitud.

GRADO	LONGITUD (mm)	DESCRIPCION
1	< de 5.5	Corto
2	5.6 a 6.5	Medio
3	6.6 a 7.5	Largo
4	7.6 a 8.5	Extralargo

La apariencia del grano también se evalúa por la presencia de panza blanca o centro blanco. La panza blanca o centro blanco es una opacidad que se observa en los arroces glutinosos (totalmente opacos) debido a la presencia de poros dentro de los granulos de almidón y en los arroces no glutinosos se debe a la falta de compactación de las partículas de almidón y proteína en las células (IRRI, 1986) (ver foto 2). El centro blanco no debe confundirse con la apariencia superficial del arroz glutinoso o ceroso, o con aquellos granos inmaduros que no terminaron su proceso fisiológico de maduración y que al cosecharse con un alto contenido de humedad y luego de secarse tomaron una apariencia yesosa. Los granos translucidos o cristalinos son los más deseados por la industria arrocera y por los consumidores.

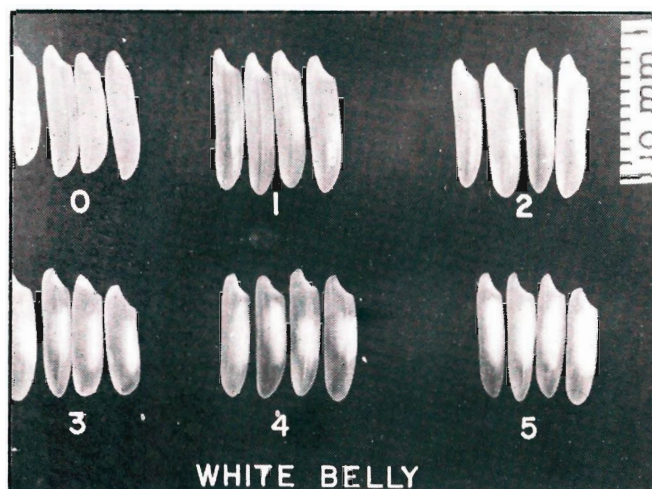


Foto 2. Escala para la evaluación de centro blanco

Sea cual fuere su localización dentro del grano, estas áreas opacas son indeseables para el molinero y el consumidor de América Latina; sin embargo, existen contadas excepciones, como en ciertos mercados en México, en donde el arroz de grano medio y grueso con mucho centro blanco recibe un precio especial, superior al del grano largo translucido. (Martínez, 1989). Económicamente granos con centro blanco no son deseables, porque contribuyen al rompimiento del grano durante la molienda debido a que las áreas opacas del endospermo son más blandas que las áreas cristalinas. En el campo bajo condiciones de estrés, cuando la temperatura es alta durante el llenado de grano, esa susceptibilidad a quebrarse durante la molienda se incrementa.

El centro blanco del grano desaparece en la cocción y no tiene efecto directo sobre el comportamiento en cocina y el sabor, pero sí influye en la aceptación por parte del consumidor.

## CALIDAD MOLINERA

La calidad molinera está definida con base en la proporción del grano que permanece entero o en tres cuartos de su tamaño después de ser sometido al proceso de descascarado y pulido. Es un factor muy

importante para la adopción de una variedad por parte de los agricultores y molineros.

Los molineros están siempre deseosos de manejar variedades con buen índice de pilada; sin embargo las tolerancias máximas dictadas por el mercado varían según los países. Así, por ejemplo, los arroces de USA son más exigentes en la calidad molinera que los de Brasil y Colombia.

## FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD MOLINERA

Además de la parte genética, esta característica está determinada por factores ambientales y de manejo, tales como la fertilización, cosecha, trilla, secamiento, almacenamiento, equipo de molienda y las condiciones de procesamiento, grado de molienda y proporción de granos enteros. Cada uno de estos aspectos de la calidad influyen en el potencial de molienda de arroz paddy.

### Cosecha y Trilla

En la gran mayoría de los casos la cosecha y trilla son procesos que se ejecutan en forma simultánea. El momento adecuado para la cosecha y el contenido de la humedad son de gran importancia, ya que influyen en el rendimiento del arroz. Tanto una cosecha temprana como una tardía afectan negativamente el rendimiento del grano y la molienda.

Si el arroz es cosechado con demasiada humedad tiene un alto porcentaje de granos inmaduros, lo cual incrementa el porcentaje de granos yesados que son susceptibles de romperse originando un rendimiento más pobre en el molino; si por el contrario la cosecha se realiza con el grano muy seco, las fluctuaciones severas en la humedad del grano causadas por la lluvia, el rocío y el sol, hace que el arroz se quiebre principalmente en las variedades

de grano largo, y se puede aumentar la incidencia de insectos y el ataque de vertebrados.

Se ha determinado que el tiempo óptimo de cosecha es cuando el grano contiene de 21 a 26% de humedad, o sea cuando los granos de la parte superior de la panícula están completamente maduros y los granos inferiores de la panícula, han pasado del estado lechoso al pastoso.

### Secado

Los granos son higroscópicos por naturaleza; esto significa que se humedecen o secan dependiendo de la temperatura y humedad relativa del aire que lo rodea. Es conveniente tener presente que no sólo es importante reducir la humedad del grano a corto tiempo, sino también que es preciso saber secar adecuadamente el producto para que este no pierda su integridad. El empleo de las altas temperaturas y bajos flujos de aire aceleran el secado pero ocasionan fisuras o roturas en el grano; lo mismo se puede lograr aumentando el flujo de aire y rebajando la temperatura del aire de secamiento.

### Almacenamiento

La meta primordial del almacenamiento es preservar la calidad del grano. El arroz recién cosechado, de cualquier grado de calidad, debe secarse y almacenarse de tal modo que en el momento de su consumo conserve el mismo grado que poseía al iniciarse el período de almacenamiento.

El contenido de humedad del 14% se considera seguro para el almacenamiento del arroz paddy hasta 5 meses. Para almacenamientos prolongados de 6 meses en adelante este contenido de humedad debe reducirse al 13%.

La temperatura ambiental de la bodega es un buen indicador de las condiciones de almacenamiento. Las altas temperaturas favorecen el desarrollo de insectos y microorganismos. El principal daño económico causado por los hongos es la decolo-

ración del grano lo cual reduce su valor comercial.

### Proceso de Molinería

La conversión del arroz paddy en una forma apropiada para el consumo humano implica la remoción de las cubiertas exteriores (lema y palea), la cubierta de la semilla (salvado) y por último requiere de pulido o brillado en el que se remueve la capa más fina o cutícula que cubre el grano.

La calidad molinera se mide en el comportamiento del arroz con cáscara durante el proceso de molinería y viene dada por:

- Rendimiento de molino. El cual indica la cantidad total de grano blanco entero y partido de una muestra de arroz con cáscara.
- Índice de Pilada. Que es la proporción de grano entero pulido de una muestra de arroz con cáscara.

La calidad del arroz molinado en términos de rendimiento de molino de calidad no depende solamente del tipo o condición del equipo o de la destreza del operario sino que está determinada en gran parte por la calidad del arroz con cáscara. El desempeño de este durante la molienda está afectado por las características del lote de arroz, incluyendo factores genéticos y ambientales y el tipo de molino utilizado en las condiciones de procesamiento.

Un factor que afecta el rendimiento en molino es el grado de molienda, que está definido como el grano de remoción de las diferentes capas de salvado que cubren el grano de arroz, y varía en gran parte según las propiedades inherentes al arroz paddy y parcialmente de acuerdo con la maquinaria y equipos de molienda y la variedad.

P.A.D. - P.A.B.

$$\text{Grado de Molienda} = \frac{\text{P.A.D.} - \text{P.A.B.}}{\text{P.A.D.}} * 100$$

P.A.D. = Peso Arroz Descascarado

P.A.B. = Peso Arroz Blanco Total

El grado de molienda afecta el rendimiento de arroz entero, el contenido de grasa en la superficie, el color del grano y la estabilidad en el almacenamiento. Los expertos en molinería de arroz regularmente ajustan el molino para obtener la mejor calidad de una determinada variedad; sin embargo, es difícil diseñar un método de evaluación que trate a cada genotipo de manera diferente.

### Subproductos

Durante el proceso de molinería se obtienen dos tipos de subproductos: de desecho y los utilizables. Los primeros no ofrecen ninguna entrada para el molino. Estos son: las impurezas o basuras extraídas por la prelimpiadora y la cascarilla. Esta es empleada para la fabricación de bloques para la construcción, como combustible para calderas, la ceniza utilizada como abono, en cultivos como plátano se utiliza como recubrimiento del suelo y también en la fabricación de aglomerados.

Los subproductos utilizables son aquellos que después de ser sacados del proceso pueden ser vendidos en el mercado. Estos son: la harina de arroz o pulimento (salvado), utilizada en las fábricas de concentrados; el arroz partido en fracciones grandes también llamado arroz cristal, que se vende como arroz para sopa y como fuente de griz en la industria cervecera; y el arroz partido en fracciones (< de un cuarto de su tamaño), que es conocido como granza utilizado por las fábricas de concentrados para animales.

### CALIDAD NUTRICIONAL

La composición química del grano de arroz varía considerablemente de acuerdo a factores genéticos, las condiciones ambientales, la localización y el clima donde se desarrolla el cultivo, del grado de molienda y de las condiciones de almacenamiento.

En promedio el grano de arroz integral contiene el 74.8% del almidón, el 8.5% de proteína, el 1.6% de ceniza y el 2.6 de grasa (Tabla 9).

El almidón, la glucosa, la sacarosa y la celulosa pertenecen al grupo de los compuestos orgánicos conocidos como carbohidratos. El consumo diario de carbohidratos genera la energía necesaria para permitir que otros elementos esenciales en la nutrición cumplan su función, como es el caso de las proteínas formadoras de tejido. En las dietas bajas en carbohidratos un porcentaje de proteínas es usado por el organismo para suministrar energía limitando de esta forma el uso adecuado de dichas proteínas.

El arroz contiene cantidades grandes de almidón aunque su contenido de proteína es relativamente bajo comparándolo con el trigo, maíz y sorgo pero la calidad de la proteína es considerablemente alta;

el maíz tiene el 11.4% de proteína pero es deficiente en triptófano, siendo limitante dentro de los aminoácidos esenciales, reduciendo su valor biológico (V.B) a 61; el caso del trigo es muy similar, su contenido de proteína es de 12.3 también superior al arroz pero los contenidos de lisina y treonina son muy bajos lo que reduce su valor biológico a 55. El balance de aminoácidos esenciales de la proteína del arroz es el mejor entre los cereales con un V.B. de 74, el cual es ligeramente inferior al V.B. de la proteína de la leche de vaca que es de 75 (Tabla 10).

El contenido de grasa es bajo y está concentrada en la parte exterior del grano integral (Pericarpium, capa de aleurona y gremen) este aceite queda en el salvado una vez molinado el arroz (Tabla 11). La recuperación de aceite a partir del salvado no es realizada en Colombia, sin embargo en los países desarrollados es una práctica muy frecuente.

TABLA 9. Composición química de los cereales por cada 100 grs. (Base húmeda)

	ARROZ INTEG.	TRIGO	MAIZ	CEBADA	SORGO
Proteína (N x 6.25) (%)	8.5	12.3	11.4	12.8	9.6
Grasa (%)	2.6	2.2	5.7	3.9	4.5
Carbohidr. (Almidón) (%)	74.8	81.1	74.0	64.9	67.4
Fibra Cruda (%)	0.9	1.2	2.3	4.3	4.8
Cenizas (%)	1.6	1.6	1.6	2.2	3.0
Tiamina (gr)	0.34	0.52	0.37	0.12	0.38
Riboflavina (mgr)	0.05	0.12	0.12	0.05	0.15
Niacina (mgr)	4.7	4.3	2.2	3.1	3.9
Hierro (mgr)	3.0	5.0	4.0	7.0	10.0
Zinc (mgr)	2.0	3.0	3.0	3.0	2.0
Energía (Kcal)	447	436	461	454	447
Valor Biológico (VB)	74	55	61	70	59

Fuente: Chemical aspects of rice grain quality. IRR. 1979

TABLA 10. Contenido de aminoácidos esenciales de varios cereales (expresado en 16 gr. N). gr/

AMINOACIDO	ARROZ	MAIZ	HARINA DE TRIGO	PROTEINA DE LECHE
ISOLEUCINA	4.89	4.62	4.19	6.51
LEUCINA	7.84	12.96	7.02	10.02
LISINA	4.27	2.88	2.08	7.94
FENILALANINA	5.55	4.54	5.01	4.94
TREONINA	4.10	3.98	2.62	4.70
TRIPTÓFANO	1.35	0.61	1.12	1.44
VALINA	6.24	5.10	3.94	7.01
AMINOACIDOS AZUFRADOS				
TOTALES	3.45	3.15	3.02	3.41

Fuente: Bressani R. 1972

TABLA 11. Composición química del arroz integral arroz blanco y el salvado (base húmeda)

CONSTITUYENTE	ARROZ INTEGRAL	ARROZ BLANCO	SALVADO
Almidón (%)	74.8	89.8	9.7
Proteína (%)	8.5	7.7	15.7
Fibra Cruda (%)	0.9	0.1	9.7
Grasa (%)	2.6	0.6	22.8
Ceniza (%)	1.6	0.5	10.6

Fuente: Chemical aspects of rice grain quality. IRRI. 1979.

El arroz contiene pequeñas cantidades de tiamina, riboflavina y niacina y es muy deficiente en vitaminas A, D, y C. La mayoría de estas vitaminas, lo mismo que la grasa quedan en el salvado durante el proceso de molinería; dicho salvado es utilizado para la elaboración de concentrados para animales por su alto valor nutritivo (Tabla 11) y son muy pocos los usos que se le dan en la alimentación humana.

### CONSUMO DE ARROZ

El arroz es uno de los principales alimentos en la dieta de la población colombiana, su consumo

per cápita es de 32kg/pers/año (Tabla 12). Aporta el 10% del consumo diario de proteínas y más del 13% de la ingesta total de calorías, de acuerdo con lo recomendado por el Ministerio de Salud en su resolución número 11451 de agosto/84 para una persona adulta. En Colombia su consumo es menor que los países asiáticos como Cambodia y Bangladesh que tienen una dieta a base de arroz y además el 75% de las calorías diarias requeridas provienen de la alimentación con este cereal. El consumo per cápita de arroz en Colombia ha disminuido de 42.5 kg en 1982 a 33.3 kg en 1988 hasta llegar a 32 kg en 1990; esta disminución es atribuida por los especialistas al mayor precio relativo de este cereal comparado con otros productos básicos de la canasta familiar (Rosero M. 1990).

TABLA 12. Consumo percapita de arroz blanco

PAIS	CONSUMO PERCAPITA "ARROZ BLANCO"		CONTRIBUCION DEL ARROZ EN CALORIAS 1990 %
	ESTIMADO	PROYECTADO	
	1990 (Kg/año)	2000 (Kg/año)	
Myanmar (Asia)	190	198	77
Cambodia (Asia)	167	172	80
Bangladesh (Asia)	155	163	75
Tailandia (Asia)	128	117	55
Madagascar (Africa)	104	121	50
Sierra Leona (Africa)	95	118	45
China (Asia) Rep.	94	106	36
Japón (Asia)	62	51	24
Rep. Dominicana (Amer.)	49	50	21
Brasil (América)	43	44	16
Colombia (América)	32	40	13
USA (América)	6	5	2
Australia	5	4	8

Fuente: IRRI Estadísticas mundiales de Arroz. Marzo/1993

## CONCLUSION

No son pocos los casos en donde una variedad ha sido rechazada o penalizada principalmente por los molineros o consumidores por no cumplir con los requisitos mínimos de calidad; algunas veces el rendimiento en molino ha sido muy bajo o el centro blanco muy alto o ambos casos, en otras la calidad culinaria ha sido mala. Esto representa grandes pérdidas de tiempo y recursos. De ahí que sea de especial importancia emplear varios criterios para evaluar la calidad molinera y culinaria de las líneas promisorias.

## BIBLIOGRAFIA

1. BAUERNFEIND J.C. 1991. Nutrient Additions to food.
2. CENTRO INTERNACIONAL DE

AGRICULTURA TROPICAL CIAT. 1985. Arroz Investigación y Producción. Cali, P. 613-633.

3. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO I.C.A. El Cultivo del Arroz. Villavicencio, P. 47-57.

4. INTITUTO COLOMBIANO DE BIEN-ESTAR FAMILIAR I.C.B.F. 1967. Tabla de Composición de Alimentos Colombianos.

5. IHEKORONYE A.I. Integrad Food Science and Tecnology for that Tropics.

6. IRRI. 1979. Chemical Aspects of Rice Grain Quality, P. 91-111.

7. MARTINEZ, C. 1989. Evaluación de la Calidad Molinera y Culinaria del Arroz. Cali, CIATP. P. 5-61.