



Serie 04SR-07.01
Segunda Edición
Septiembre, 1980

GUIA DE ESTUDIO

EVALUACION DE LA CALIDAD DEL ARROZ

COORDINACION DE PRODUCCION:

Oscar Arregocés, Ing. Agr.
Ana Montañez de Zamorano, Téc. Lab. Quím.

ASESORIA CIENTIFICA:

Manuel Rosero, Ph.D.
Joaquín González, M.S.



- * Copias de esta unidad pueden ser solicitadas a la Oficina de Distribución de Publicaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia - Sur América.

- ** Información sobre otras unidades audiotutoriales puede solicitarse a la misma dirección.

Contenido

OBJETIVOS	4
INTRODUCCION	5
1. CALIDAD DE MOLINERIA	6
1.1 Proceso de la molinería	6
1.2 Rendimiento total en molino e índice de pilada	7
1.3 Apariencia del grano	8
1.3.1 Longitud	8
1.3.2 Mancha blanca o centro blanco	8
PREGUNTAS	10
2. CALIDAD CULINARIA	11
2.1 Prueba alcalina o temperatura de gelatinización	11
2.1.1 Reactivos	11
2.1.2 Equipo	11
2.1.3 Procedimiento	11
2.1.4 Evaluación	11
2.2 Contenido de amilosa	12
2.2.1 Reactivos	13
2.2.2 Instrumentos y equipo	13
2.2.3 Procedimiento	13
2.2.4 Curva patrón	14
2.2.5 Evaluación	15
2.3 Consistencia de gel	15
2.3.1 Reactivos	15
2.3.2 Equipo	15
2.3.3 Procedimiento	15
2.3.4 Evaluación	15
PREGUNTAS	16
3. CALIDAD NUTRICIONAL	17
3.1 Contenido de aminoácidos	18
3.2 Contenido de minerales	18
PREGUNTAS	21
BIBLIOGRAFIA	22

Objetivos

El propósito de la presente unidad es capacitar al interesado para que pueda evaluar objetivamente la calidad del arroz e informarlo acerca de su valor nutritivo.

Se considera logrado este objetivo cuando el interesado pueda:

- *Definir "rendimiento total en molino".*
- *Describir el proceso de la molinería.*
- *Identificar los grupos en que se clasifica el arroz molido y los grados de longitud del grano.*
- *Definir "mancha blanca o centro blanco", e identificar sus diferentes grados.*
- *Calcular el porcentaje de opacidad.*
- *Enumerar las pruebas empleadas para evaluar la calidad culinaria.*
- *Definir temperatura de gelatinización y escribir en qué se basa la prueba alcalina.*
 - *Enumerar los reactivos y el equipo que se usan en esta prueba.*
 - *Describir el procedimiento de esta prueba e interpretar los resultados.*
 - *Enumerar las diferencias entre amilosa y amilopectina.*
- *Citar los reactivos, y los instrumentos que se usan en la prueba "contenido de amilosa".*
 - *Describir el procedimiento de la prueba.*
 - *Describir el procedimiento para preparar la curva patrón.*
 - *Calcular el factor de conversión y el contenido de amilosa de una muestra de arroz.*
 - *Calificar los resultados de esta prueba.*
- *Definir "consistencia de gel".*
 - *Enumerar los reactivos y el equipo que se usan en la prueba "Consistencia de gel".*
 - *Describir el procedimiento de la prueba e interpretar los resultados.*

Introducción

Entre los objetivos de todo Programa de Arroz está el obtener una variedad que además de su alta capacidad de rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades y adaptabilidad al medio, produzca un grano de buena calidad.

La calidad del arroz, como la de cualquier otro producto alimenticio, generalmente se evalúa de acuerdo con las necesidades y gusto de los consumidores.

La calidad del arroz puede considerarse desde dos puntos de vista generales: (1) calidad de molinería y (2) calidad culinaria. Algunas características importantes como sabor, gusto y textura pueden ser medidos subjetivamente; para evaluar otras características se han establecido procedimientos e instrumentos que ayudan al fitomejorador en la evaluación de líneas y variedades.

Esta guía tiene como objetivo estudiar dos de los criterios que son de mayor utilidad para el fitomejorador en la evaluación de la calidad del arroz; la calidad de molinería y la calidad culinaria. Comprende la definición de estos dos criterios; la explicación de cómo estos criterios determinan y predicen la calidad; la descripción de algunos de los procedimientos e instrumentos que se usan para ésto y finaliza con algunos datos sobre el valor nutritivo del arroz.

1. CALIDAD DE MOLINERÍA

1.1 Proceso de la molinería

La molienda consiste en remover del grano la cáscara, el pericarpio, el tegumento y el embrión, con un mínimo de pulimento y ruptura del endospermo.

El proceso de la molinería generalmente consiste en cuatro operaciones fundamentales (**Figura 1**):

1. Limpieza del arroz, esto es separarlo del barro, pedazos de tallos, hojas, semillas de malezas y otras materias extrañas.

2. Descascarado del arroz, o sea la remoción de la cáscara.

3. Pulida del arroz, que consiste en quitar los residuos de la cáscara, el pericarpio, el tegumento, la aleurona y el embrión.

4. Clasificación de los granos, esto es separar los enteros de los partidos.

El proceso para determinar en el laboratorio la calidad de molinería requiere el siguiente equipo: limpiadora, descascaradora, molino, clasificadora, balanzas y pinzas.

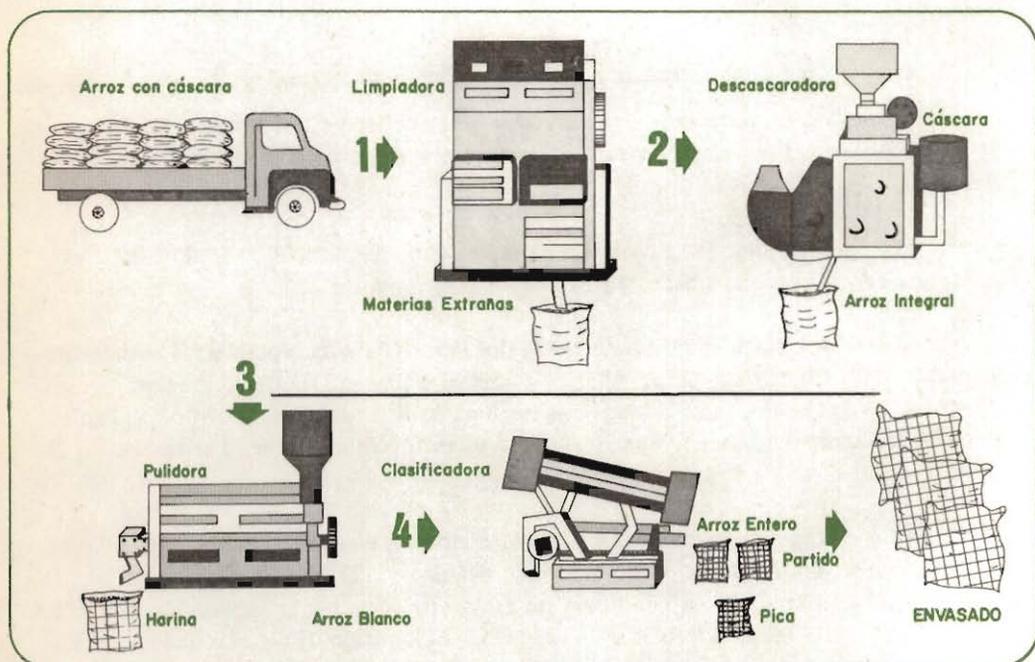


Figura 1. Diagrama del proceso de molinería.

El procedimiento para determinar el rendimiento total y el índice de pilada es el siguiente: se limpia y se pesa un kilogramo de arroz seco con cáscara, se descascara y se pesa la cáscara; se pule para separar el salvado o harina del arroz blanco. Se pesa el arroz blanco.

Luego el arroz blanco se clasifica en tres grupos:

- Arroz entero o excelso (granos enteros y granos de 3/4 de su tamaño).
- Arroz partido (menos de 3/4 pero más de 1/2 de grano).
- Arroz pica (mitades y puntas de grano).

Se pesa cada uno de ellos.

1.2 Rendimiento total en molino e índice de pilada

El rendimiento total en molino es la proporción de arroz blanco entero y partido que se obtiene de una cantidad dada de arroz en cáscara. La proporción de granos de arroz enteros (excelsos) ya pulidos que se obtiene de una cantidad dada de arroz en cáscara, se denomina "índice de pilada".

En el **Cuadro 1** se muestra el rendimiento total e índice de pilada de siete variedades comerciales, después de haber pasado por todo el proceso de la molinería. Si de una variedad de arroz se obtiene más de un 55% de arroz entero o excelso se considera de buena calidad de molinería.

Un gran número de factores puede afectar tanto el "rendimiento total" como el "índi-

Cuadro 1. Calidad de molinería de siete variedades comerciales de arroz

Variedad	Rendimiento Arroz blanco total* (0/o)	Índice de pilada (0/o)**	Cáscara***
CICA 8	68,0	59,9	32,0
CICA 7	67,8	59,5	32,2
CICA 9	72,5	69,1	55,5
CICA 6	71,8	69,0	28,2
IR 22	73,0	66,4	27,0
Bluebonnet 50	69,2	58,5	30,8
CICA 4	70,5	66,7	29,5

* En base a 5 kg de arroz en cáscara
 ** Arroz blanco entero y 3/4 de su tamaño
 *** Incluye el 0/o de harina

ce de pilada"; éstos pueden variar debido especialmente al medio ambiente y a las prácticas culturales aplicadas durante el cultivo, y en algunos casos, estos factores causan mayor variación en la calidad de molinería de una variedad que la encontrada entre variedades. Los cambios de temperatura durante la madurez del grano o durante su secamiento influyen en la siguiente forma: con alta humedad relativa el grano se hidrata, y con el calor y baja humedad relativa se deshidrata, lo cual causa la rotura del endospermo y por lo tanto un alto porcentaje de granos quebrados en el proceso de la molienda.

Otros factores que alteran la calidad de molinería están asociados con el manejo y almacenamiento de los granos y la presencia de materias extrañas. Por ejemplo, cuando el arroz con cáscara ha sido almacenado por un período largo o bajo condiciones desfavorables por períodos cortos, pueden producirse bajos rendimientos en molino, o mala calidad de los productos procesados, o sabor u olor desagradables.

Las características varietales del grano, longitud, forma y la presencia de mancha blanca también pueden afectar la calidad de molinería. Hay una estrecha relación entre la longitud y forma del grano y los rendimientos de granos enteros pulidos en la molienda. Las variedades de granos cortos y medianos y de anchura media, muestran menor porcentaje de granos quebrados que las variedades de grano largo y grueso.

En molinería, entre mayor sea el tamaño de la mancha blanca, menor será el rendimiento de granos enteros, debido a que la mancha, cualquiera que sea el lugar donde esté, es un punto débil por donde se quiebra el grano.

1.3 Apariencia del grano

Continuaremos el estudio de la calidad de molinería con lo referente al tamaño y la apariencia del grano.

1.3.1 Longitud

El tamaño de los granos se determina en el laboratorio midiendo su longitud en milímetros; los granos se clasifican según la siguiente escala:

Extralargo (EL) de 7.5 mm o más

Largo (L) de 7.5 a 6.6 mm

Medio (M) de 6.5 a 5.6 mm

Corto (C) de 5.5 mm o menos

1.3.2 Mancha blanca o centro blanco

La apariencia del grano también se evalúa por la presencia de centro blanco o mancha blanca. Los granos translúcidos son los más deseados en la industria arrocera, por lo tanto los fitomejoradores ponen particular interés en el desarrollo de nuevas variedades que tengan granos libres de manchas blancas.

Mancha blanca o centro blanco es una opacidad que se presenta en los arroces glutinosos debido a la presencia de poros dentro de los gránulos de almidón y en los arroces no glutinosos se debe a la falta de compactación de las partículas de almidón y proteínas en las células (IRRI, 1976).

La mancha blanca ocurre bajo ciertas condiciones ambientales y de cultivo adversas o cuando el arroz es cosechado antes de estar completamente maduro. En algunas variedades las panículas no maduran uniformemente, algunos granos están inmaduros (especialmente los de la base de la panícula), mien-

tras que otros están sobremaduros, lo que favorece la presencia de mancha blanca, la cual no solo afea la apariencia del grano sino que también lo hace débil, de ahí el que se quiebre fácilmente durante la molienda, reduciéndose el "índice de pilada" (Webb y Stermer, 1972).

Para determinar la presencia y el tamaño de la mancha blanca o centro blanco se examina visualmente una muestra representativa de la variedad. A cada grano se le da una calificación según una escala de 0 a 5, en la cual 0 corresponde al grano translúcido y 5 al que tiene centro blanco que abarca la totalidad del grano (**Figura 2**)

Ejemplo: si 5 granos se han tomado como una muestra representativa y han sido calificados en la forma siguiente:

Grano	Calificación
1	1
2	2
3	1
4	3
5	2

Para obtener el grado de opacidad, se multiplica cada uno de los valores de la calificación por el número de granos (uno o más) a los cuales les correspondió dicha calificación. Se suman estos resultados y el total obtenido se divide por 5.

$$\begin{array}{r}
 2 \times 1 = 2 \\
 2 \times 2 = 4 \\
 1 \times 3 = 3 \\
 \hline
 9 \div 5 = 1.8
 \end{array}$$

El resultado final es el grado de opacidad. Se considera como aceptable una muestra que tenga un grado de opacidad de 1.0 o menos.

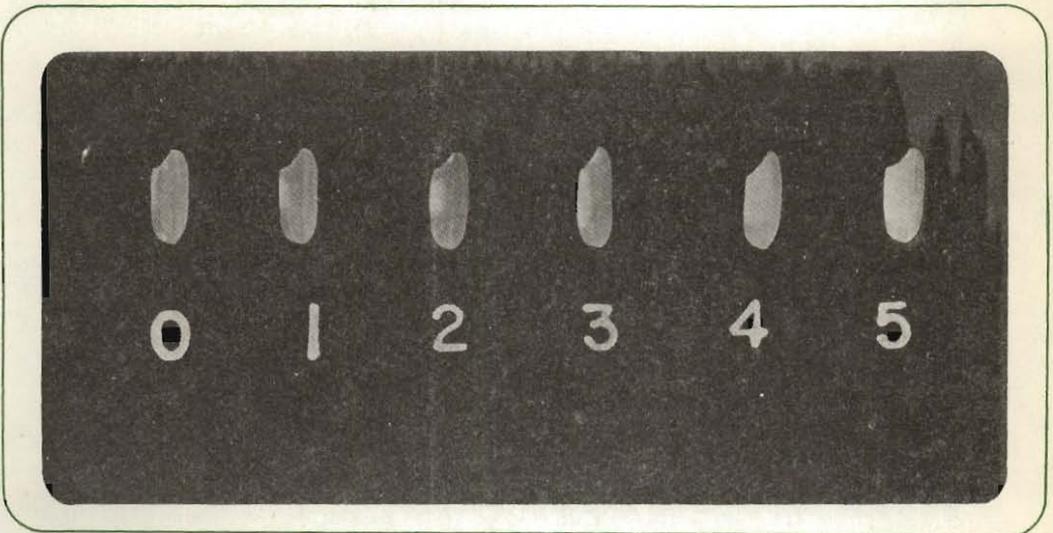


Figura 2. Grados de mancha blanca o centro blanco.

Preguntas

- I. Indique marcando con una X en la columna correspondiente si los siguientes enunciados son falsos o verdaderos:

	<u>FALSO</u>	<u>VERDADERO</u>
1) La proporción de granos enteros ya pulidos que se obtienen de una cantidad dada de arroz en cáscara se denomina "rendimiento total en molino".	()	()
2) Una variedad de la cual se obtenga un 50 ^o /o de arroz blanco es de buena calidad de molinería.	()	()
3) Los granos translúcidos son los más deseados en la industria arrocera.	()	()
4) Mancha blanca es una acumulación de proteína en el grano.	()	()

2. CALIDAD CULINARIA

El término "calidad culinaria" se refiere a la aceptación y preferencia del consumidor, e implica una calidad aceptable al comer; esta calidad depende de ciertos compuestos químicos que dan al grano características especiales de volumen, absorción de agua, textura y apariencia después de cocido.

En el laboratorio se usan criterios específicos para determinar y evaluar la calidad culinaria de las variedades de arroz. Las pruebas empleadas son:

- Prueba alcalina o temperatura de gelatinización
- Contenido de amilosa
- Consistencia de gel

2.1 Prueba alcalina o temperatura de gelatinización

La temperatura de gelatinización de una variedad de arroz se puede definir como la variación en temperatura a la cual los gránulos de almidón comienzan a hincharse irreversiblemente en agua caliente, con pérdida simultánea de birrefringencia y cristalinidad.

La prueba se basa en el hecho de que el grado de desintegración y claridad de los granos individuales en una solución álcali débil está estrechamente correlacionado con la temperatura de gelatinización.

2.1.1 Reactivos

Los reactivos que se usan son:

Agua destilada

Hidróxido de potasio al 1.70/o

2.1.2 Equipo

El equipo que se usa consiste en:

Balanza, estufa y bureta

Cajas plásticas cuadradas de 4.5 cm de lado

Bandejas de madera y pinzas

2.1.3 Procedimiento

En cajas plásticas rotuladas y colocadas en bandejas de madera se distribuyen uniformemente 6 granos de arroz. Un mínimo de dos repeticiones son usadas por muestra. Se añaden 10 mililitros de hidróxido de potasio al 1.70/o a cada una. Las cajas se cubren y se colocan en una estufa a una temperatura de 30° durante 23 horas, al término de las cuales se lee la dispersión que presenta cada grano.

En esta prueba se colocan tres testigos por bandeja que representan las tres temperaturas típicas de gelatinización: IR 8 (baja), Bluebonnet 50 (intermedia) e ICA 10 (alta), presentadas en la **Figura 3**.

2.1.4 Evaluación

Cada grano se califica por separado según una escala de dispersión que va de 1 a 7, así:

Grado 1	no afectados
Grado 2	hinchados
Grado 3	hinchados con halo incompleto y estrecho
Grado 4	hinchados con halo completo y ancho
Grado 5	parcialmente desintegrados con halo completo y ancho
Grado 6	desintegrados y emergiendo

con el halo; difícilmente se observa su forma

Grado 7 completamente desintegrados y solución clara

De la calificación de los granos se obtiene un promedio para la muestra.

Esta dispersión determina la temperatura de gelatinización en la forma que muestra el Cuadro 2.

Las temperaturas de gelatinización baja e intermedia indican que el arroz tiene buena absorción de agua y que quedará suelto y seco después de cocido. Por el contrario, una temperatura alta de gelatinización indica que quedará pegajoso después de cocido.

Como la prueba alcalina se realiza desde las generaciones tempranas (F_2 , F_3) permite descartar todas las líneas con alta temperatura de gelatinización y concentrar la atención en líneas de temperatura de gelatinización intermedia o baja.

2.2 Contenido de amilosa

La siguiente prueba, empleada para determinar la calidad culinaria del arroz, es la evaluación del contenido de amilosa. Veamos el principio químico en que se basa esta prueba

Los gránulos de almidón almacenados en el endospermo del grano están compuestos de dos fracciones, una fracción lineal llamada amilosa y una fracción ramificada llamada



Figura 3. Temperaturas típicas de gelatinización.

Cuadro 2. Relación entre el grado de dispersión y la temperatura de gelatinización

Grado de Dispersión	Clasificación	Temperatura de Gelatinización
2 y 3	Alta	74 - 80°C
4 y 5	Intermedia	69 - 73°C
6 y 7	Baja	63 - 68°C

amilopectina. Estas dos fracciones se diferencian por su solubilidad en el agua y en la coloración que toman cuando se les adiciona yodo.

Por tener la amilosa una baja solubilidad en agua, la cantidad de esta sustancia en el grano, es un índice de la resistencia a la desintegración. El contenido de amilosa se determina químicamente midiendo la transmisión de la luz a través de la solución de color azul que la amilosa forma con el yodo.

El mayor o menor contenido de amilosa en el grano de arroz determina su calidad en cuanto a cohesividad, textura y brillo del arroz cocido. Un alto contenido de amilosa da al arroz un aspecto seco, suelto y esponjoso; si el contenido es bajo, el arroz cocido tiene un aspecto húmedo y pegajoso.

2.2.1 Los reactivos que se usan en esta prueba son:

- Agua destilada
- Hidróxido de sodio 1N
- Acido acético 1N
- Solución de yodo compuesta por 0.2 g de yodo, 2 g de yoduro de potasio y 100 cc de agua destilada
- Etanol al 95^o/o.

2.2.2 Instrumentos y equipo

Los instrumentos y equipo que se utilizan son:

- Balanza de precisión (sensibilidad 0.2 g)
- Molino
- Espectrofotómetro (**Figura 4**)
- Bureta automática
- Pipetas de 5 ml (volumétricas) y 10 ml.
- Pipetas de 1.0 ml en 1/10
- Vasos de precipitado de 50 ml y balones de 100 ml.

2.2.3 Procedimiento

El procedimiento es el siguiente:

Se trituran los granos de arroz y la harina se pasa por una malla 100. Se pesan dos muestras de 100 mg cada una y se colocan en vasos de precipitado de 50 ml.

Se les añade 1 ml de etanol y 9 ml de hidróxido de sodio 1N. La muestra se calienta por 10 minutos en baño de maría y luego se deja enfriar por 30 minutos, al cabo de los cuales se transfiere todo el contenido del vaso de precipitado a un balón volumétrico de 100 ml; se hacen varios lavados con agua destilada hasta enrasar el contenido.

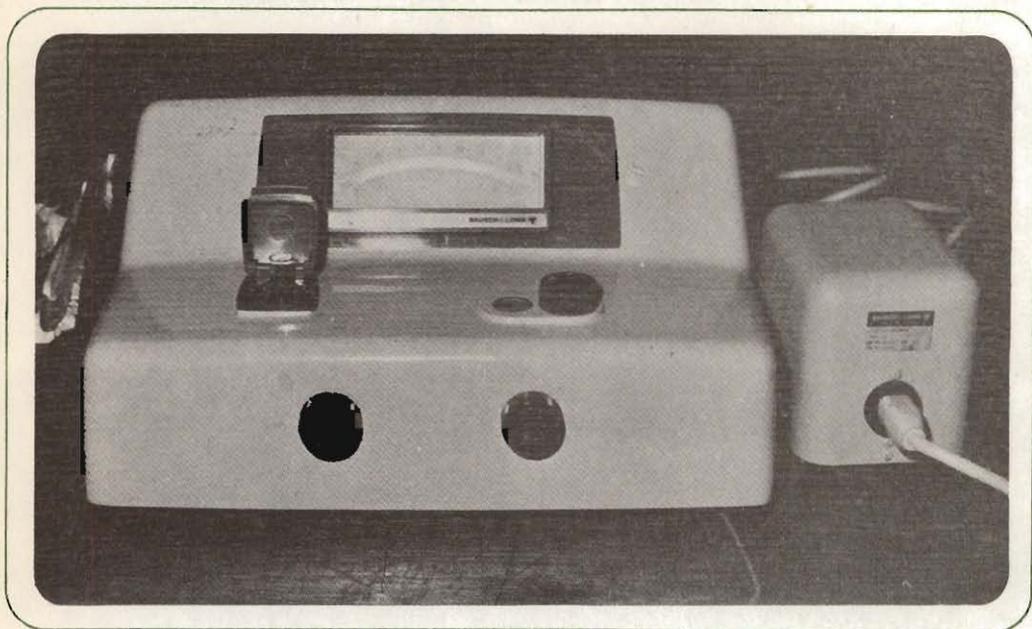


Figura 4. *Espectrofotómetro.*

De esta solución se transfieren 5 ml a un balón de 100 ml. Se añade 1 ml de ácido acético 1N y 2 ml de solución de yodo, se enrasa con agua destilada. Se agita y se deja en reposo durante 30 minutos, al término de los cuales se lee la absorbencia de la solución a $590\text{ m}\mu$ en un espectrofotómetro.

El contenido de amilosa se determina con la ayuda de un factor de conversión obtenido de una curva patrón y se expresa en base a peso seco.

2.2.4 Curva patrón

Para preparar la curva patrón se pesan dos muestras de amilosa patrón de 40 mg cada una y se colocan en vasos de precipitado.

Se les añade 1 ml de etanol y 9 ml de hidróxido de sodio 1N, se calienta la solución de 5 a 10 minutos en baño de maría, luego se deja enfriar por 30 minutos y se transfiere todo el contenido, con lavados, a un balón de 100 ml, y se enrasa con agua destilada.

Con pipetas, se colocan en balones de 100 ml 1, 2, 3, 4 y 5 ml de esta solución. Se les añade 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 y 1 ml de ácido acético 1N y 0.4, 0.8, 1.2, 1.6 y 2 ml de solución de yodo, respectivamente. Se agitan y luego se dejan en reposo durante 30 minutos. Se leen los valores de absorbencia a $590\text{ m}\mu$ y se marcan en el eje (Y) para relacionarlos con las concentraciones de amilosa ($\text{mg}/100\text{ ml} \times 20$), marcadas en el eje (X) y trazar la curva patrón.

El factor de conversión es el valor de la pendiente de la curva patrón, es decir:

Factor de conversión es igual a

$$\frac{C}{A590_{\mu} \times 20}$$

donde,

C es la concentración correspondiente a amilosa (mg/100 ml)

A es la absorbencia de la solución a 590 μ y 20 el factor de dilución de la muestra.

2.2.5 Evaluación

El contenido de amilosa de una muestra de arroz es igual a su absorbencia a 590 μ por el factor de conversión.

Contenido de amilosa = A590 μ x F.C.

El contenido de humedad no se determina ya que la humedad de la amilosa y la de la harina se supone que son iguales, particularmente si la temperatura del laboratorio ha sido controlada.

El contenido de amilosa puede ser bajo (11 a 22 $^{\circ}$ /o), intermedio (23 a 28 $^{\circ}$ /o) o alto (29 a 35 $^{\circ}$ /o); cuando el contenido es alto e intermedio el arroz queda seco y suelto inmediatamente después de cocido, cuando el contenido es bajo el arroz queda pegajoso.

2.3 Consistencia de gel

Consistencia de gel es la dureza que presenta la pasta fría de arroz por el efecto combinado de la amilosa y la amilopectina.

Los valores de la consistencia de gel (mm) del almidón de arroz están correlacionados

negativamente con la viscosidad de gel y con la viscosidad de la amilopectina (IRRI, 1974).

2.3.1 Reactivos

Los reactivos que se utilizan en esta prueba son:

- Agua destilada
- Hidróxido de potasio 0.1N
- Azul de timol
- Alcohol etílico al 95 $^{\circ}$ /o.

2.3.2 Equipo

Se usa el siguiente equipo:

- Balanza de precisión
- Tubos de ensayo (18 x 150 mm)
- Varillas de vidrio
- Buretas
- Pipetas y
- Papel milimetrado

2.3.3 Procedimiento

El procedimiento es: por cada muestra se pesan por duplicado 100 mg de harina de arroz y se colocan en tubos de ensayo. Se le añade a cada tubo 0.2 ml de alcohol etílico que contenga 0.025 $^{\circ}$ /o de azul de timol, y se agitan con varillas de vidrio. Inmediatamente se les añade 2 ml de hidróxido de potasio 0.1N y se agitan nuevamente; se colocan por 8 minutos a vigoroso baño de maría. Se dejan reposar durante 5 minutos y luego se enfrían poniéndolos en un recipiente con hielo durante 15 minutos.

2.3.4 Evaluación

Los tubos se colocan luego en posición horizontal sobre papel graduado en milíme-

tros y al cabo de 30 y 60 minutos se mide el recorrido del gel desde el fondo del tubo hasta el extremo del gel.

Después de hacer las lecturas se procede a calificar las muestras según la siguiente escala:

Recorrido del gel	Consistencia
27 a 35 mm	dura o alta
36 a 49 mm	media o intermedia
50 ó más	suave o baja

La mejor consistencia de gel es la media o intermedia, porque después de cocido el arroz al enfriarse se conserva blando y suelto. Los granos de consistencia alta al enfriarse se endurecen, los de consistencia baja se vuelven mazocotudos. Como no siempre es posible encontrar la consistencia intermedia se pueden seleccionar aquellas que satisfagan el gusto del consumidor.

Preguntas

I. Indique marcando con una X en la columna correspondiente si los siguientes enunciados son falsos o verdaderos:

	<u>FALSO</u>	<u>VERDADERO</u>
1. Los granos con alta temperatura de gelatinización tienen alto contenido de amilosa.	()	()
2. La solución de amilosa toma un color azul cuando se le adiciona iodo.	()	()
3. Un contenido de amilosa del 34 ^o /o es bajo.	()	()
4. Los granos de arroz de consistencia de gel alta se endurecen al enfriarse después de cocidos.	()	()

II. Encierre en un círculo la letra del enunciado que considere correcto.

5. El grado de desintegración de los granos en una solución álcali débil está relacionado con:
 - a) La longitud del grano
 - b) Su porcentaje de opacidad
 - c) Su temperatura de gelatinización
 - d) Su contenido de minerales

6. El contenido de amilosa de una muestra de arroz es igual a:
 - a) Su contenido de N por 6.25
 - b) Su absorbencia de luz a 590M
 - c) Su peso seco por un factor de conversión
 - d) Su absorbencia a 590M por un factor de conversión.

7. Si tuviera que escoger la mejor muestra entre las siguientes, cuál escogería?
 - a) 58^o/o de arroz excelso, 2.5 de opacidad, 11^o/o de amilosa
 - b) 55^o/o de arroz excelso, 0.8 de opacidad, 25^o/o de amilosa
 - c) 45^o/o de arroz excelso, 1.8 de opacidad, 33^o/o de amilosa
 - d) 50^o/o de arroz excelso, 0.9 de opacidad, 20^o/o de amilosa.

3. CALIDAD NUTRICIONAL

La calidad nutricional del grano de arroz está relacionada con el contenido de proteína y muy especialmente con el contenido y balance de los aminoácidos. Entre los cereales, el arroz tiene comparativamente un alto contenido de aminoácidos esenciales y bajo contenido de ácido glutámico y algunos otros aminoácidos no esenciales. El valor nutricional del arroz es relativamente más alto que el de otros cereales, granos y tubérculos.

La composición química y contenido vitamínico del arroz se comparan, en el **Cuadro 3**, con los del maíz, trigo y avena.

De los cereales comparados, el arroz posee el más bajo porcentaje de proteínas y el más alto porcentaje de carbohidratos solubles. El

contenido de vitaminas es también bajo y sólo el contenido de niacina es mayor o igual que el de los otros cereales.

La composición del arroz integral, del arroz pulido crudo y precocido se muestra en el **Cuadro 4**. Al pulir el grano de arroz se disminuye su cantidad de proteína, grasa, fibra y ceniza.

La principal diferencia entre el arroz integral y el pulido crudo es que en el arroz integral los valores de proteína, fibra, tiamina y niacina son más altos.

La composición del arroz precocido pulido es similar a la del arroz integral en su contenido de proteína, tiamina y niacina.

Cuadro 3. Composición química y contenido vitamínico de cuatro cereales (%/o)¹

Componente	Arroz	Maíz	Trigo	Avena
Humedad	12.0	10.6	12.0	8.3
Proteína	7.2	9.4	11.8	14.2
Grasa	0.6	4.3	1.2	7.4
Ceniza	0.5	1.3	0.5	1.9
Fibra cruda	0.6	1.8	0.4	1.2
Carbohidratos				
solubles	79.7	74.4	74.5	68.2
Calorías	364	361	365	390
Tiamina, mg	0.08	0.43	0.12	0.60
Riboflavina, mg	0.03	0.10	0.07	0.14
Niacina, mg	1.6	1.9	1.4	1.0

¹ Bressani R. (1972)

Cuadro 4. Composición de arroz integral, pulido y precocido^{1/} (°/o)

Componente	Integral	Pulido Crudo	Precocido Pulido
Humedad	12.0	12.0	10.3
Calorías	360	363	369
Proteína	7.5	6.7	7.4
Grasa	1.9	0.4	0.3
Extracto libre de N	77.4	80.4	81.3
Fibra	0.9	0.3	0.2
Ceniza	1.2	0.5	0.7
Tiamina, mg	0.34	0.07	0.44
Rivoflavina, mg	0.05	0.03	--
Niacina, mg	4.7	1.6	3.5

^{1/} U.S.D.A. (Adair, C.R. 1972)

La composición del grano de arroz depende de la variedad y del medio ambiente. En un estudio con 8 variedades, Adair, C.R., (1972), tomó promedios de tres localidades durante tres años y encontró que el endospermo tenía un contenido de ceniza que varió de 0.45 a 0.50 por ciento; el nitrógeno varió de 1.21 a 1.35 por ciento; los lípidos de 0.41 a 0.61 por ciento y el almidón de 89.6 a 90.7 por ciento.

3.1 Contenido de aminoácidos

La calidad de la proteína del arroz se mide en base al contenido de aminoácidos esenciales. En el **Cuadro 5** se da la concentración de aminoácidos esenciales de la proteína del arroz, comparándola con la de otros cereales y con el patrón de aminoácidos esenciales de la proteína de la leche. Se ob-

serva que la proteína del arroz tiene una menor concentración de lisina, así como de otros aminoácidos, pero en general el patrón de arroz se aproxima más al de la leche que el de los otros cereales.

Al comparar el contenido de aminoácidos de algunos cereales con el de la proteína patrón del huevo, se observa en el **Cuadro 6** que el contenido de aminoácidos del arroz es el que más se le aproxima y que su contenido de histidina, leucina, treonina, triptofano y valina es igual o superior al del huevo.

3.2 Contenido de Minerales

Para los pueblos cuya dieta se basa en el arroz, además de su contenido de aminoácidos es también importante su contenido de minerales. Según el Instituto Colombiano

Cuadro 5. Contenido de aminoácidos esenciales de varios cereales (expresado en g/16 g N)¹

Aminoácido	Arroz	Maíz	Harina de trigo	Avena	Proteína de leche
Isoleucina	4.89	4.62	4.19	4.82	6.51
Leucina	7.84	12.96	7.02	6.99	10.02
Lisina	4.27	2.88	2.08	3.42	7.94
Aminoácidos					
azufrados totales	3.45	3.15	3.02	3.41	3.41
Fenilalanina	5.55	4.54	5.01	4.98	4.94
Treonina	4.10	3.98	2.62	3.09	4.70
Triptófano	1.35	0.61	1.12	1.20	1.44
Valina	6.24	5.10	3.94	5.55	7.01

¹Bressani R. (1972)Cuadro 6. Contenido de aminoácidos esenciales^{1/} de algunos cereales comestibles colombianos^{1/}

Aminoácidos (*)	Huevo	CEREALES					
		Arroz IR-8	Avena	Cebada	Trigo	Maíz Blanco	Opaco-2 Blanco
Histidina	2.4	2.7	1.5	1.7	2.7	3.9	6.9
Isoleucina	6.6	5.0	5.0	3.5	3.9	2.7	4.9
Leucina	8.8	9.3	9.5	6.6	7.4	11.8	13.4
Lisina	6.6	4.3	4.3	2.7	2.8	1.5	4.5
Metionina	3.1	2.9	1.7	1.2	0.9	2.0	2.2
Fenilalanina	5.8	5.6	6.2	4.2	4.2	4.2	5.6
Teonina	5.0	5.2	5.0	3.4	4.0	4.1	6.5
Triptófano	1.7	1.6	0.9	1.3	1.0	0.7	0.6
Valina	7.4	7.2	9.3	4.8	4.8	5.2	7.2

¹ Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. División de Investigaciones Nutricionales. Laboratorio Aminogramas. 1973

(*) Gramos de aminoácidos por 16 gramos de nitrógeno ó 100 gramos de proteínas.

de Bienestar Familiar, el arroz puede contribuir con el 44 por ciento del fósforo y el 29 por ciento del hierro si su consumo diario por cápita es de 63,72 g.

En el **Cuadro 7**, Se compara el contenido de calorías, ceniza, calcio, fósforo e hierro del

arroz con los de maíz blanco, trigo y cebada.

El contenido de minerales del arroz varía según la fertilización y las condiciones de fertilidad del suelo. Esta variación del contenido de minerales en arroz integral y pulido se presenta en el **Cuadro 8**.

Cuadro 7. *Contenido de calorías y nutrientes de los cereales para consumo humano^{1/}*

Calorías y nutrientes	Arroz	Maíz blanco	Trigo	Cebada
Calorías No.	359	328	314	311
Ceniza gm	0.5	1.3	1.5	1.9
Calcio mg	9	7	50	45
Fósforo mg	140	310	280	380
Hierro mg	0.8	2.1	4.2	4.2

^{1/} Instituto Nacional de Nutrición. Tabla de composición de alimentos colombianos, 1967

Cuadro 8. *Constituyentes inorgánicos del arroz integral y pulido (ppm/g de materia seca)¹*

	Arroz Integral	Arroz Pulido
Aluminio	n.d.*	0.73- 7.32
Calcio	135- 213	73- 185
Hierro	15.3- 35.7	1.8- 13.6
Magnesio	379-1.170	239- 374
Fósforo	2.520-3.880	1.110-1.850
Potasio	1.240-2.470	577-1.170
Silice	280-1.900	140- 370
Sodio	31- 89	22- 51
Zinc	15- 22	12- 21

¹ Juliano, B., 1972

* n.d. no determinado

Preguntas

1. Indique marcando con una X en la columna correspondiente si los enunciados siguientes son falsos o verdaderos:

	<u>FALSO</u>	<u>VERDADERO</u>
1. El arroz tiene un mejor balance de los aminoácidos que el maíz y el trigo.	()	()
2. El arroz integral tiene mayor contenido de proteína que el arroz pulido.	()	()
3. La calidad nutricional del grano de arroz está relacionada con su bajo contenido de grasa.	()	()

Bibliografía

- ADAIR, C.R. 1972. Production and utilization of rice. Rice: Chemistry and technology. Ed. D.F. Houston. pp. 1-15.
- BRESANI, R. 1971. El valor nutricional del arroz en comparación con el de otros cereales en la dieta humana de América Latina. Presentado en el hemisferio "Políticas Arroceras en América Latina" CIAT. p. 1-120.
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE' 1975. Annual Report for 1974. Los Baños, Filipinas.
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. 1976. Annual Report for 1975. Los Baños, Filipinas.
- JULIANO, B.O. 1966. Physicochemical data on the rice grain. Int. Rice Inst. Tech. Bull. P. 6-150.
- _____. 1972. The Rice Caryopsis and its composition. Rice Chemistry and Technology. Ed. D.F. Houston. pp. 16-74.
- LAVERDE, G.C. y FRANZ PARDO. 1973. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Los Cereales en la nutrición y alimentación de la población colombiana. INV-73-08.
- WEBB B. D. y R.A. STERMER. 1972. Criteria of Rice Quality. Rice: Chemistry and technology. Ed. D.F. Houston. pp. 102-123.

