



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Evaluación Comparativa de la Calidad del Arroz Sancochado

T E S I S

Que para obtener el título de:
QUIMICO FARMACEUTICO BILOGO

p r e s e n t a n :

MA. PATRICIA CHOMBO MORALES

DAVID ZARATE BLANO

Director de Tesis: Q. Consuelo Yepes Izquierdo



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E .

		paqs.
I	RESUMEN	1
II	INTRODUCCION	3
III	ANTECEDENTES	22
IV	MATERIALES Y METODOS	38
V	RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS ...	60
VI	CONCLUSIONES	81
VII	BIBLIOGRAFIA	90

El presente trabajo fué realizado en el laboratorio de investigación de la Sección de Alimentos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán - U.N.A.M., con el objeto de encontrar los métodos adecuados para determinar las características de calidad del arroz sancochado importantes para el consumidor.

Para lograr este objetivo se consideró necesario contar con diferentes calidades de cocción, por lo que se usaron muestras de 3 variedades de arroz mexicanas que habían sido sometidas a diferentes condiciones de sancochado.

Los métodos que se analizaron comprendieron tanto métodos físicos (cristalinidad, cantidad de grano manchado y cantidad de grano deforme) y físico-químicos (valor azul del almidón, cantidad de amilosa y pruebas de resistencia al álcali de claridad e integridad), como de cocción (absorción de agua, aumento de volumen y tiempo de cocción).

La selección de los métodos adecuados para medir las características de calidad del arroz sancochado se obtuvo al correlacionar los resultados de cada uno de estos métodos con los valores del tiempo de cocción por presión (CP), por considerar que esta característica es índice de la calidad del arroz sancochado en función de las condiciones de proceso.

De los métodos estudiados, los que tuvieron una correlación más alta fueron:

Las pruebas de resistencia al álcali de claridad e integridad, por lo que estos dos métodos junto con el tiempo de cocción por presión (CP) se consideran adecuados para evaluar la calidad del arroz sancochado.

INTRODUCCION

IMPORTANCIA DEL ARROZ

En México el arroz es uno de los cereales que se cultivan en mayor proporción (tabla No. 1), su producción se destina primordialmente hacia el consumo humano por ser considerado básico en su dieta, sobre todo en ciertos sectores socioeconómicos del país.

Actualmente son 17 los estados de la República que producen arroz y 40 molinos aproximadamente los que conforman Industria Nacional Arrocería. Las distintas variedades se cultivan bajo 3 sistemas de siembra, dos por riego y uno por temporal (1) .

Las variedades de arroz difieren entre sí por sus características botánicas, agronómicas, tecnológicas y culinarias, características que los cultivadores y molineros seleccionan en base a sus intereses económicos.

El valor nutritivo del arroz radica principalmente en el contenido de carbohidratos. Comparativamente con otros cereales su contenido proteínico y su balance de aminoácidos es mejor y además se considera buena fuente de minerales y vitaminas (fig. No.2), principalmente del complejo B (2). Su composición y su valor nutritivo (tabla No.2) difieren poco entre las distintas variedades y las formas de cultivo (1), sin embargo, las diferencias que se presentan entre una

variedad y otra tienen una influencia significativa sobre el comportamiento del grano durante su procesamiento y su cocinado, por ejemplo:

- a) Las variedades de grano largo y delgado tienden a que -
brarse fácilmente durante su manejo y procesamiento.
- b) Hay variedades de arroz que se apelmazan y aglutinan du-
rante la cocción. Estas variedades son preferidas en -
aquellos lugares que gustan de la cocina oriental (3,4).
Por el contrario en la mayoría de los países, incluyendo
el nuestro, se aprecia el arroz que al cocinarlo dé un -
producto suelto, seco y entero (tabla No. 3).

Así pues podemos decir que las variedades que se cultivan en
cada región varían también de acuerdo al gusto y costumbres.

BENEFICIO DEL ARROZ PALAY.

Quando el arroz es cosechado se le conoce comercialmente co-
mo arroz palay, éste normalmente se somete a un proceso lla-
mado beneficio o elaboración del arroz palay, de donde se --
obtiene el arroz blanco, también conocido como arroz pulido-
(fig. No. 3); antes del beneficio en algunos lugares el arroz
se limpia, se clasifica y luego se seca. El proceso de ela-
boración se realiza sobre el arroz ya seco y consta princi -
palmente de las siguientes operaciones:

- 1.- DESCASCARADO.
- 2.- PULIDO O BLANQUEADO.

El arroz palay después de la limpieza, la clasificación y el secado, se descascara obteniéndose el llamado arroz moreno.- Después del descascarado sigue el blanqueado que se realiza en varias etapas, en donde al arroz moreno se le elimina mecánicamente el pericarpio, el germen, la aleurona y las capas más externas del endospermo, (fig. No. 1). El resultado de estas operaciones es finalmente el arroz blanco, el cual se obtiene con diferentes calidades comerciales que dependen del porcentaje del grano entero que resulta del proceso (2,9).

El arroz moreno conserva la mayoría de las sustancias nutritivas del grano, a pesar de ello, sólo es consumido por un reducido número de personas, debido a que es poco conocido, a su elevado costo en el mercado, y además presenta el inconveniente de alterarse fácilmente durante su almacenamiento. - Esto no sucede con el arroz blanco, el cual es preferido por la mayoría de los consumidores debido principalmente a la apariencia blanca a la que están acostumbrados y a la facilidad de almacenarlo por largas temporadas sin descomponerse.

El beneficio del arroz palay tiene los siguientes objetivos:

- 1.- Hacerlo comestible al eliminarle la cascarilla
- 2.- Eliminar enzimas y lípidos, que bajo ciertas condiciones desencadenan cambios bioquímicos que alteran sus propiedades organolépticas y nutricionales.

No obstante, este proceso, presenta dos inconvenientes (5):

- 1º- El rendimiento de grano entero se reporta muy bajo -- (70-50%), lo cual perjudica los intereses del molinero, quien comunmente infringe la norma de calidad para contrarrestar las pérdidas económicas que le provoca el -- porcentaje de grano quebrado que se obtiene (tabla No.- 4).
- 2º- Hay pérdidas de compuestos de gran valor nutritivo (vitaminas, minerales y proteínas) por encontrarse precisamente en las capas que se eliminan durante el pulido -- (1,29).

PROCESO DE SANCOCHADO

Existe otro tratamiento del arroz poco conocido en nuestro país, que reduce en gran medida los inconvenientes del proceso convencional: este es EL SANCOCHADO del arroz, también conocido como prococción. En el sancochado el arroz se somete a un proceso hidrotérmico, que modifica sus propiedades físicas, químicas y fisicoquímicas de tal manera, que el arroz resulta más resistente al proceso mecánico del blanqueado, obteniéndose hasta el 100% de grano entero (5). Por otro lado, el valor nutritivo del arroz tratado así, mejora con respecto al del arroz blanco, ya que durante las -

diferentes etapas del sancochado hay una migración hacia el interior del grano de las sustancias solubles, disminuyendo las pérdidas de Estas durante el pulido posterior (tabla No. 5) (6,7,30).

El sancochado del arroz es un proceso muy antiguo que nació en el Oriente Medio, originalmente se realizaba para facilitar la molienda en mortero, es decir, para facilitar la eliminación de la cascarilla. El proceso aún se practica primitivamente en algunos lugares de Africa, Pakistán y la India, pero en la mayoría de los países donde se sancocha el arroz han mejorado notablemente las técnicas y maquinarias del proceso, paralelamente al avance tecnológico mundial (6).

OPERACIONES DEL PROCESO DE SANCOCHADO

El proceso de sancochado consiste básicamente en las siguientes operaciones (fig. No. 4).

- a) LIMPIEZA Y CLASIFICACION.
- b) MACERACION (REMOJO).
- c) VAPORIZACION.
- d) SECADO.
- e) DESCASCARADO.
- f) PULIDO.

Como se observa, una vez limpio y clasificado el arroz se remoja, para lo cual normalmente se utiliza agua a temperatura ambiente o no mayor de 70°C , durante un tiempo mínimo para evitar fermentaciones o la germinación. En esta etapa se pretende que el arroz adquiera una humedad adecuada (-- 30%) para facilitar la gelatinización posterior durante la vaporización.

En seguida viene la vaporización, en donde se busca calentar el arroz hasta la completa gelatinización del almidón por medio de vapor saturado. La temperatura o presión de vaporización está en función de la temperatura de gelatinización de la variedad del grano que se trate, la cual se encuentra entre los $70-80^{\circ}\text{C}$ (13).

Terminadas estas dos operaciones que prácticamente son las decisivas en el sancochado, viene el secado que le permite al grano alcanzar la humedad adecuada para continuar con el descascarado y el pulido final.

Se ha encontrado que el macerado y el tratamiento con vapor repercuten significativamente en las propiedades organolépticas que presenta el grano durante su cocción (7, 8). Por lo que estas dos etapas junto con el secado son definitivas para la obtención de un arroz sancochado de buena calidad.

IMPORTANCIA DEL PROCESO DE SANCOCHADO

Se ha calculado que en el mundo se sancocha 1/5 parte de la producción total de arroz (6), y aunque la obtención de arroz sancochado está difundida principalmente en el Oriente, en algunos países europeos ha ido teniendo recientemente mayor aceptación, lo cual se considera un reflejo de la preferencia de los consumidores por el arroz de mejor calidad. Aunque no se tiene datos exactos se calcula que en Europa se consume del 15 al 20% del arroz en forma sancochada (3).

A continuación se indican algunas ventajas de este tipo de arroz que son causa de su creciente popularidad (3):

- a) El arroz se vuelve resistente a la operación del blanqueado, por lo que se reduce considerablemente la pérdida económica que origina el porcentaje de grano quebrado en esta operación.
- b) Aumenta el valor nutritivo del grano sancochado con respecto al arroz blanco.
- c) Adquiere un sabor, olor y color característico.
- d) El grano queda libre de insectos contaminantes.
- e) Se aumenta la resistencia del arroz a una cocción prolongada.
- f) Se conserva mejor antes y después de cocinarlo.
- g) Es un producto que diversifica la Industria Arrocería -

basada sólo en el arroz blanco.

SITUACION DEL ARROZ SANCOCHADO EN MEXICO.

En México son tres las plantas que procesan el arroz de esta manera y aunque no existe registro de su producción se calcula que se sancochan 3,000 toneladas anuales*.

La baja comercialización del arroz sancochado en nuestro país se explica por la poca aceptación que el consumidor tiene por el producto, debido entre otras cosas al precio tan alto con el que se encuentra en el mercado (entre 26 y 32 pesos por -- Kg) que comparado con el precio del arroz blanco (entre 12 y 18 pesos por Kg) resulta poco atractivo para el consumidor*.

Cabe hacer notar que esta diferencia de precio no está del todo justificada, ya que se ha encontrado que la inversión del equipo y los costos de operación del proceso de sancochado se ven compensados con el alto porcentaje de grano entero que se obtiene cuando el arroz es sometido a este tratamiento (7).

Otro factor que hace difícil su aceptación es que el consumidor no está acostumbrado a sus características, sobre todo a las que difieren grandemente de las que presenta el arroz ---

* Según investigación de mercado hecha en julio de 1981.

blanco.

También contribuye a su poca aceptación la diversidad de calidad del arroz sancochado encontrada en el mercado nacional, - ya que el productor no ofrece características constantes en el producto, lo cual dificulta que el consumidor norme su criterio para la compra del mismo.

Los factores de calidad que más le interesan al consumidor - en el arroz son:

- a) Aquellos que determinan su aceptación de compra y están dados por las características físicas o de apariencia como - tamaño, color, forma, cantidad de grano quebrado, etc.
- b) Aquellos que se manifiestan durante su preparación y se - dan por las características de cocción como cantidad de - agua absorbida, integridad del grano después de la cocción tiempo que tarda la cocción, etc.

El arroz sancochado como la mayoría de los productos alimenticios en México no tiene norma de calidad que lo respalden -- frente al consumidor.

El primer paso para fijar las normas de calidad en el arroz - sancochado sería conocer los métodos objetivos que midan las - propiedades involucradas en los factores de calidad que le in

teresan al consumidor. Posteriormente se podrían relacionar estas propiedades con las preferencias del consumidor medidas a través de pruebas subjetivas.

OBJETIVO DEL TRABAJO.

El presente trabajo tiene como objetivo encontrar métodos adecuados para evaluar algunos factores de calidad del arroz sancochado importantes para el consumidor.

Para alcanzar el objetivo se trabajó bajo los siguientes criterios:

- a) Se evaluó el arroz sancochado con los mismos criterios de calidad usados para el arroz blanco y con la misma metodología.
- b) También se midieron características propias del arroz sancochado.
- c) Se trabajaron muestras con diferente calidad, inducida ésta por diferentes grados de sancochado y diferentes variedades de arroz.
- d) Se estableció la diferencia de calidad entre las muestras trabajadas en base a la medición de una propiedad indicadora de la calidad de cocción del arroz.

TABLA No. 1
PRODUCCION NACIONAL DE CEREALES

TON X 1000

	1969-72**	1976**	1977**	1978**	1979*	1980*
TRIGO	2 141	3 363	2 454	2 643	- 0 -	2 785
MAIZ	2 025	8 363	10 024	9 616	8 936	12 383
CEBADA	240	543	404	507	412	609
ARROZ	390	643	545	397	567	456
TOTAL	14 426	16 478	17 558	17 417	- 0 -	- 0 -

* Ref. No. 36

** Ref. No. 4

TABLA No. 2

COMPONENTES GENERALES DEL ARROZ (%)

	MORENO	BLANCO
CARBOHIDRATOS	86.6	90.8
PROTEINAS	10.1	7.4
GRASA	2.4	1.6
CENIZA	1.2	0.5

Ref. No. 2

TABLA No. 3
CONSUMO APROXIMADO DE ARROZ

LUGAR	Kg. Per Capita Anual	
ORIENTE*	135.2	217.2
EUROPA*	2.3	4.0
EUZ**	2.3	
PAISES SUBDESARROLLADOS **	100.0	
MEXICO ***	6.7	

*Ref. No. 3

**Ref. No. 2

***Cálculo

TABLA No. 4
PORCENTAJE DE GRANO ENTERO EN ARROZ
(VARIETADES NACIONALES)

VARIEDAD	(%)	(%)	
	ARROZ BLANCO	ARROZ SANCOCHADO MIN.	MAX.
NAUJLATO	59.70	93.37 -	96.55
MORELOS	29.77	64.20 -	99.09
SINALOA	30.80	30.80 -	94.60

Ref. No. 31

TABLA No. 5
COMPOSICION QUIMICA DEL ARROZ SANCOCHADO

	ARROZ BLANCO	ARROZ SANCOCHADO
HUMEDAD (%)	13.16	13.90
CENISAS (%)	0.40	0.72
LIPIDOS (%)	0.35	0.55
PROTEINAS (%)	6.10	6.95
CELULOSA (%)	0.35	0.50
EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO (%)	79.19	77.38
FOSFOROTOTAL (%)	0.24	0.30
VITAMINA B ₁ (mg/100)	0.65	1.35
VITAMINA B ₂ (mg/100)	0.25	0.40
ACIDO NICOTINICO (mg/100)	18.00	47.00
VITAMINA E (mg/100)	trazas	8.18
DEXTRINAS (%)	0.40	1.8-2.2

Ref. No. 8

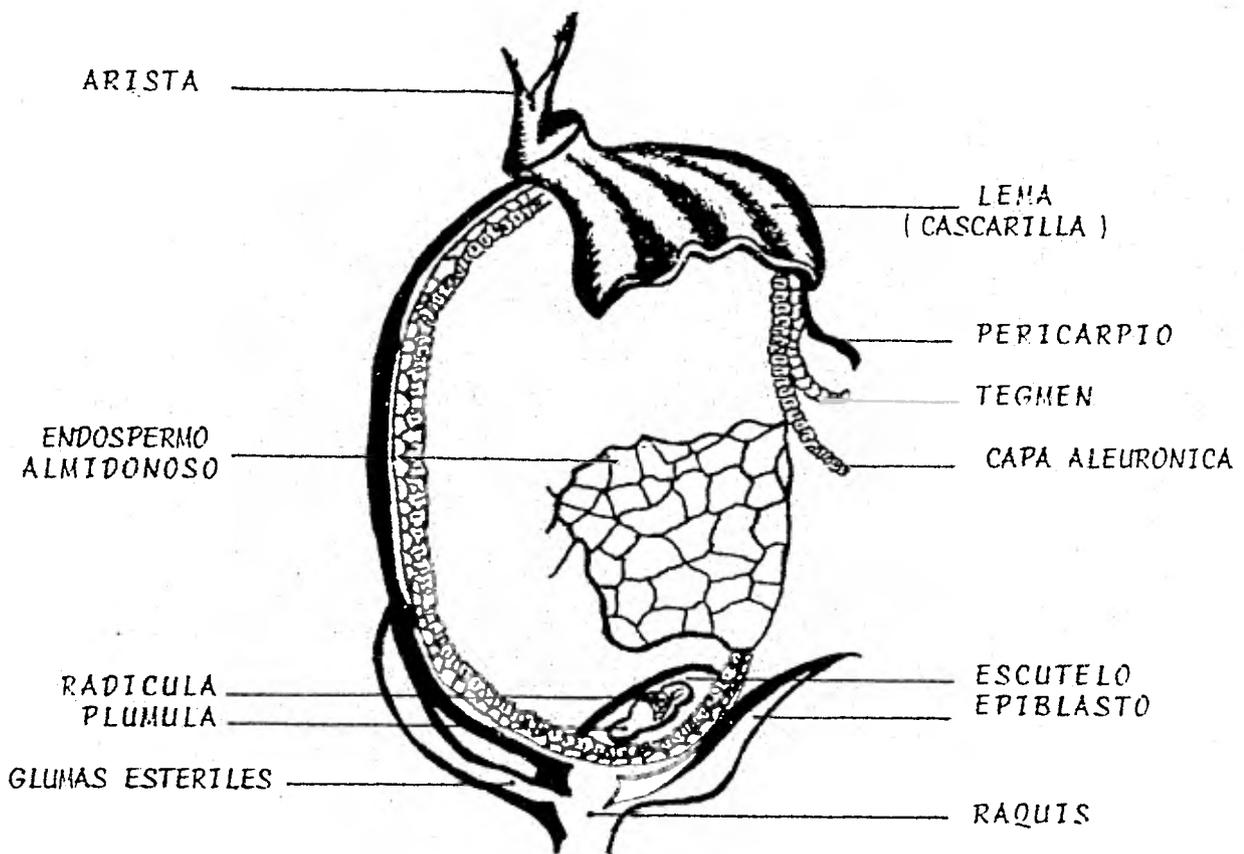
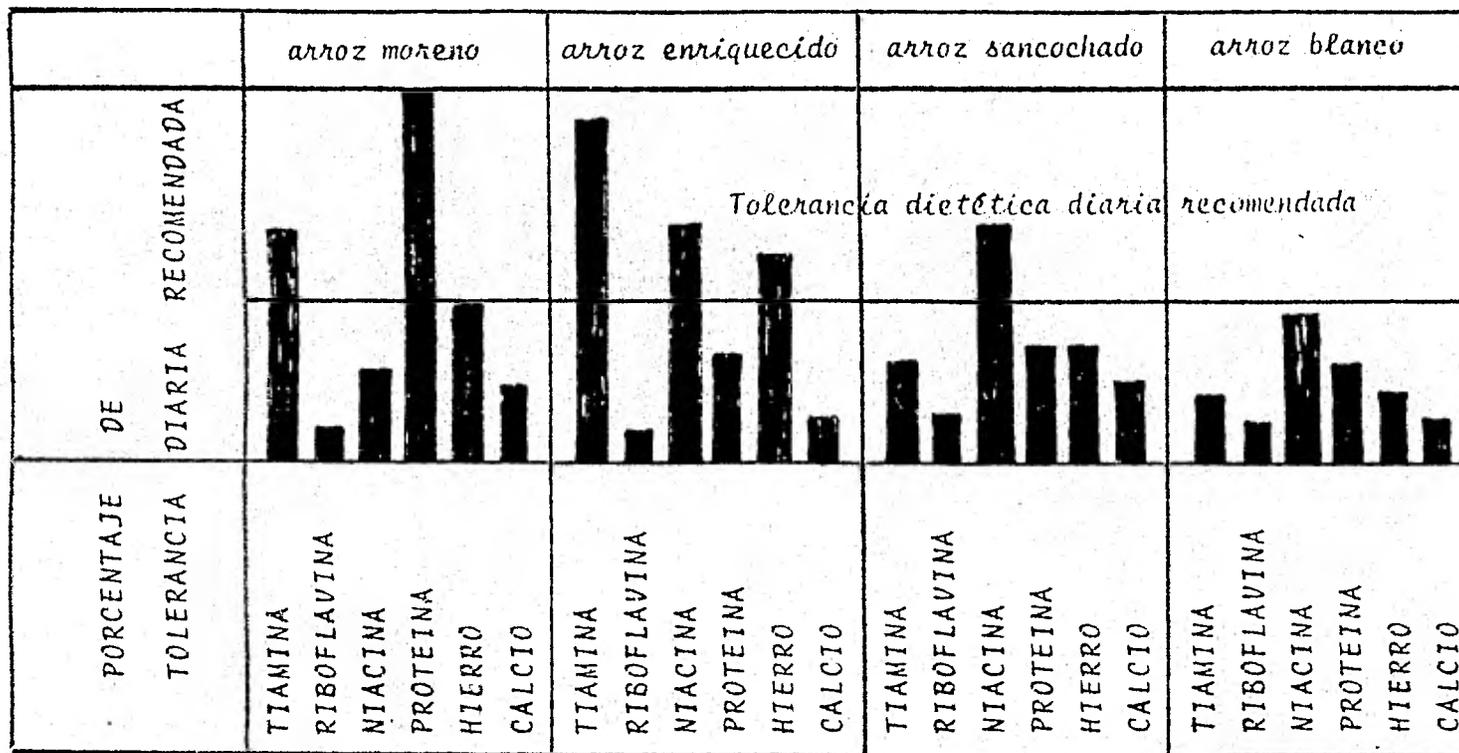


Fig. No. 1

ESQUEMA DE LA ESTRUCTURA DE UN GRANO DE ARROZ

Ref. No. 1

Fig. No. 2
 CONTENIDO DE PROTEINA, VITAMINAS Y MINERALES
 DE DIFERENTES TIPOS DE ARROZ



Ref. No. 6 (Hoffman Laroche)

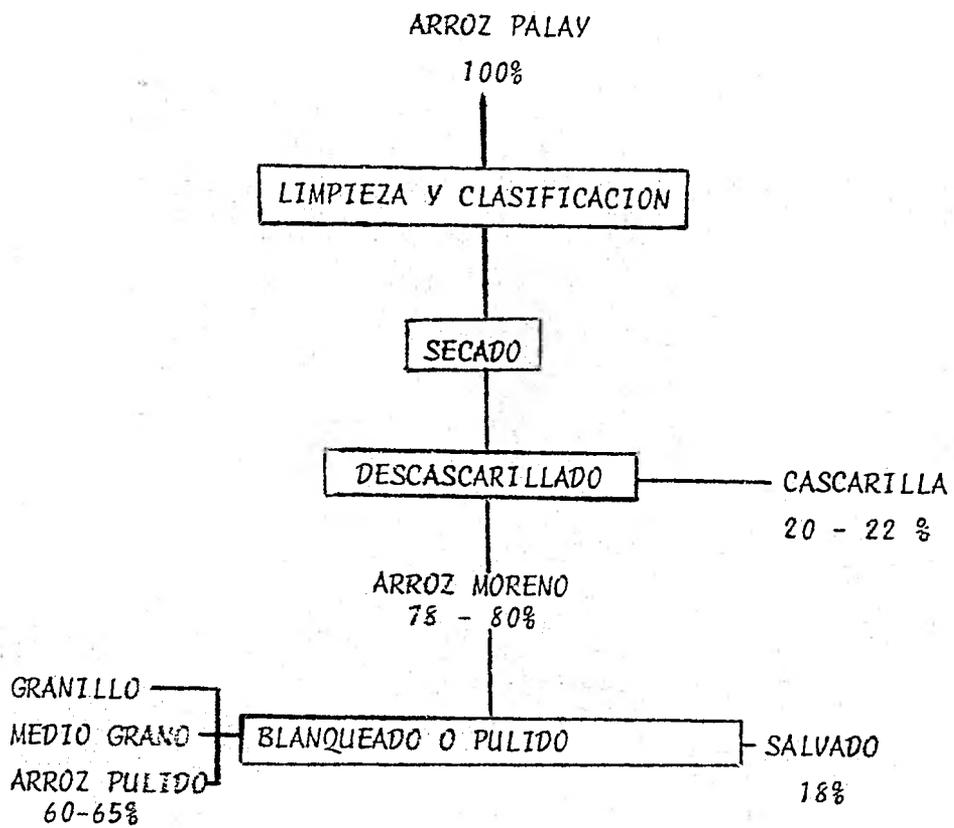


Fig. No. 3

DIAGRAMA DEL ELABORACION DEL ARROZ PALAY
Ref. No. 1

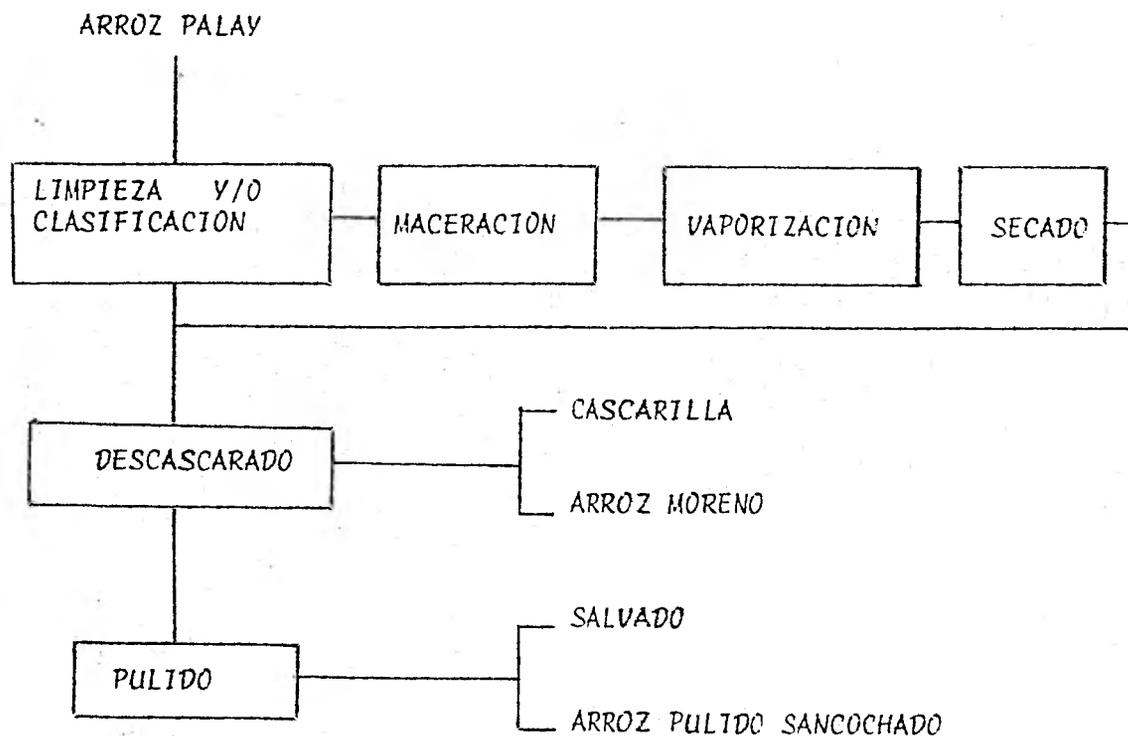


FIG. No. 4

DIAGRAMA DEL PROCESO DE SANCOCHADO DEL ARROZ

Ref. No. 31

ANTECEDENTES

CALIDAD DEL ARROZ

La calidad de un producto comercial se define en base a las características que le dan un grado de aceptación frente a otros de la misma especie (8).

En el caso del arroz, las propiedades que determinan su calidad quedan incluidas en la siguiente clasificación (7):

- I CALIDAD MOLINERA
- II CALIDAD NUTRITIVA
- III CALIDAD SANITARIA Y DE APARIENCIA
- IV CALIDAD DE COCCION

I CALIDAD MOLINERA

La calidad molinera es de gran importancia económica para el productor molinero, y en ella se evalúan: 1º el rendimiento de arroz elaborado total (en Kg de grano entero y mediano -- por 100Kg de arroz palay) y 2º principalmente el rendimiento de grano entero (en Kg de grano entero por 100Kg de arroz palay) (8).

Las propiedades involucradas en la calidad molinera del arroz están en función de las diferencias varietales que le dan resistencia a la elaboración y de factores externos como las técnicas de cultivo, el manejo antes y después del proce

samiento del grano, etc. Por ejemplo, las variedades largas y yesosas presentan los rendimientos más bajos de grano entero - en la elaboración y son más susceptibles de quebrarse durante el almacenamiento (9).

II CALIDAD NUTRITIVA

El valor nutritivo del arroz está influido por factores genéticos, pero principalmente por el procesamiento del grano, ya que por ejemplo el arroz blanco pierde gran parte de su calidad nutritiva en el proceso de elaboración al que es sometido (11,12).

III CALIDAD SANITARIA Y DE APARIENCIA

La calidad sanitaria del arroz está determinada por la presencia o ausencia de contaminantes, como insectos, roedores, hongos, etc. que son transmisores o causantes directos de enfermedades que ponen en peligro la salud del consumidor (7, 13).

La calidad sanitaria también es de gran importancia económica tanto para el consumidor como para el comerciante, pues el tiempo de almacenamiento del grano se alarga entre mejor sea dicha calidad.

La apariencia en general del arroz que determina su calidad está función del color, la translucidez y la presencia de granos manchados, deformes o yesosos.

Por otro lado los factores que minizan la calidad sanitaria y de apariencia son más de origen externo, como malas técnicas de cosecha, de secado y de almacenamiento, entre otras (7).

IV CALIDAD DE COCCION.

La calidad de cocción del arroz refleja las preferencias del consumidor por la apariencia y estabilidad del grano por efecto de la cocción (8).

Por esta razón la calidad de cocción es un poco compleja de definir ya que está en función de los gustos y costumbres de cada región, de la forma de preparar el arroz e inclusive del uso que le dé el consumidor industrial (13).

Sin embargo, las características que se le atribuyen a la calidad de cocción independientemente de las preferencias por cada una de ellas, coinciden en la mayoría de los casos. Estas características son:

a) Las características sensoriales (8,13):

-COHESION ENTRE LOS GRANOS O APELMAZAMIENTO.

-COLOR, OLOR Y SABOR.

-GRADO DE COCCION.

Estas características se pueden apreciar con los sentidos, por lo que se han evaluado con panelistas para poder determinar los límites de preferencia que el consumidor tiene por el

arroz cocido. Sin embargo estas evaluaciones son poco prácticas - ya que tienen la desventaja de requerir grandes cantidades de muestra, entrenar panelistas e incluso conseguirlos, además de que los resultados solo se pueden aplicar a la región donde se realizó la prueba (14).

b) Otras características que no tienen las desventajas anteriores y que determinan también la calidad de cocción (8) son:

- TIEMPO QUE REQUIERE EL GRANO PARA SU COCCION.
- CANTIDAD DE AGUA ABSORBIDA DURANTE LA COCCION.
- AUMENTO DE VOLUMEN DEL GRANO COCIDO.
- DESPRENDIMIENTO DE SOLIDOS EN EL AGUA DE COCCION.

Tanto las características sensoriales como estas últimas se han relacionado con las propiedades físicas y químicas del arroz (15), - con el fin de desarrollar métodos prácticos y objetivos que evalúen apropiadamente su comportamiento frente a la cocción, de tal manera que en la actualidad se tiene un conocimiento más amplio -- sobre las propiedades que determinan la calidad de cocción del -- arroz y de los factores que afectan a dichas propiedades.

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL ARROZ RELACIONADAS CON SU CALIDAD DE COCCION.

La calidad de cocción del arroz se ha relacionado con las propiedades físicas y químicas del almidón, ya que la mayor parte del --

grano está constituido por él (18,19). Se sabe que el almidón está formado por dos fracciones diferentes en estructura, una de cadena lineal llamada amilosa y otra de cadena ramificada llamada amilopectina, las cuales se consideran responsables de la conducta del grano durante su cocción (19).

En 1956 Halick y Keneaster (20) encontraron que la determinación del valor azul del almidón indicaba la calidad de cocción del arroz y también la calidad de procesamiento. En ese estudio las variedades conocidas por su excelente calidad de cocción resultaban con valores bajos en la prueba del valor azul, mientras que las variedades con mala calidad presentaron los más altos valores en dicha prueba.

El concepto de buena calidad en el arroz que se manejaba en aquella época se relacionaba con el mayor aumento de volumen sin la desintegración del grano durante la cocción, además con un alto rendimiento de grano entero durante la elaboración.

Va antes se había propuesto la desintegración del grano frente al álcali como prueba de calidad de cocción, ya que los granos que se desintegraban en masas claras tenían mejor comportamiento durante la cocción que los que se desintegraban en masas opacas (14,20).

La prueba del álcali se relacionó posteriormente con las características de gelatinización de la pasta de almidón formada durante

la cocción (21), en especial con la temperatura de gelatinización, encontrando que las variedades de temperatura de gelatinización - alta presentaban los valores más bajos en la prueba del álcali, - mientras que las variedades de temperatura de gelatinización baja, tenían los valores más altos en dicha prueba.

Otros autores (19) han encontrado que las características de gelatinización están relacionadas con otras propiedades del almidón, a su vez involucradas en la calidad de cocción. Estas características de gelatinización se miden en función de la viscosidad que presenta el gel formado por la hidratación del almidón durante la cocción. Los métodos empleados son un poco complicados ya que requieren de equipo diseñado especialmente para ello (Visco-amilógrafo - Brabender), pero salvado este inconveniente las determinaciones -- son fáciles de realizar y proporcionan importante información.

Las variedades que tradicionalmente se conocían por una baja calidad de cocción presentaban largos tiempos y altas temperaturas de gelatinización (la mayoría variedades de grano corto y mediano). Las variedades que tuvieron cortos tiempos y altas temperaturas de gelatinización, coincidían con las variedades preferidas por los - consumidores debido a su excelente calidad de cocción (21,22).

La temperatura de gelatinización se relacionó con el contenido de amilosa del grano, sin embargo, no se halló relación entre ambas - pruebas. En cambio, la viscosidad de la pasta encontrada a 94°C - (que difiere en cada variedad) si se relaciona negativamente con -

con la amilosa, es decir, las variedades con alto contenido de amilosa, las cuales presentan mayor viscosidad.

También el llamado punto de retrogradación del almidón (determinado por la diferencia entre la viscosidad en la pasta calentada a 94°C) resultó relacionarse con el contenido de amilosa de una variedad dada de arroz, en donde aquellas variedades -- con retrogradación positiva tenían alto contenido de amilosa y además eran conocidas como variedades de excelente calidad de cocción (13).

El tiempo requerido para la cocción se ha relacionado con el contenido de amilosa y con el valor de iodo-azul del almidón (20), encontrando que las variedades largas tardaban más tiempo en cocerse y en su mayoría presentaban mayor contenido de amilosa y por lo tanto valores más bajos en la prueba del iodo azul y cortos tiempos de cocción. También se ha encontrado que independientemente de la variedad, el tiempo de cocción oscila entre los 26 y 30 minutos, tiempo que se ha evaluado tanto por panelistas como por métodos objetivos (15).

El agua que absorbe el grano durante la cocción (medida a una temperatura de 90°C) es otra característica que se ha estudiado con detenimiento. En un principio se había encontrado estrecha relación con algunas propiedades físico-químicas y sensoriales del arroz (13). Las variedades que absorbían mayor cantidad de agua

durante la cocción se relacionaron con los siguientes factores de calidad (14,15):

- a) BAJA COHESION ENTRE LOS GRANOS (NO HAY APELMAZAMIENTO).
- b) DISMINUCION DE SABORES AJENOS AL PROPIO.
- c) MINIMA CANTIDAD DE SOLIDOS EN AGUA DE COCCION.
- d) MAYOR CONCENTRACION DE ALMIDON EN EL AGUA DE COCCION.
- e) AGUA DE COCCION CON PH BAJO.
- f) COLOR BLANCO MAS INTENSO EN EL GRANO COCIDO.

Estas características fueron generalmente encontradas en variedades de grano largo.

Posteriormente la absorción de agua se ha relacionado con la temperatura de gelatinización (21), en donde las variedades de baja temperatura de gelatinización (cortas y medianas) absorbieron gran cantidad de agua a 70°C y mayor cantidad a 88°C, mientras que las de temperatura de gelatinización alta (en su mayoría variedades de grano largo) absorbieron en ambas temperaturas menor cantidad de agua.

La contradicción aparente de estos resultados con los estudios anteriores, en donde se establecía que las variedades largas absorbían mayor cantidad de agua y a su vez presentaban mejor comportamiento durante la cocción (23), es discutida más recientemente por Bhattacharya y Soubchagui en 1971 (24), los cuales explican que la absorción de agua no está directamente relacionada con el tamaño -

del grano, sino, con la relación forma-tamaño, de tal manera que los granos delgados y cortos absorben mayor cantidad de agua que los granos gruesos y largos, siempre y cuando la temperatura de cocción no sea demasiado alta, ya que a temperaturas mayores de 90°C la absorción de agua se ve enmascarada por otros factores.

Sin embargo dichos autores sostienen que la absorción de agua tiene relación con las características de cocción cuando se determina a temperaturas entre 70 y 80°C porque son temperaturas cercanas a la de gelatinización del almidón.

Resumiendo los antecedentes revisados encontramos que las mejores características de cocción tienden a relacionarse con las siguientes propiedades del arroz:

- a) ALTO CONTENIDO DE AMILOSA.
- b) CORTOS TIEMPOS DE GELATINIZACION.
- c) ALTAS TEMPERATURAS DE GELATINIZACION.
- d) BAJOS VALORES EN LAS PRUEBAS DEL IODO-AZUL.
- e) BAJA VISCOSIDAD EN PASTA CALIENTE.
- f) ALTA VISCOSIDAD EN PASTA ENFRIADA.
- g) BAJOS VALORES EN LA PRUEBA DE RESISTENCIA AL ALCALI.
- h) LARGOS TIEMPOS DE COCCION.
- i) MAYOR CANTIDAD DE AGUA ABSORBIDA.

Sin embargo, no se puede afirmar que las mejores características de cocción son inherentes a las variedades largas, ya que se han

encontrado variedades de arroz cortas o medianas con alta calidad de cocción y con propiedades fisicoquímicas similares a las encontradas en el arroz de grano largo. También algunas variedades largas han presentado características sensoriales de pobre calidad cuyas propiedades fisicoquímicas eran comparables a las encontradas en el arroz de grano corto y mediano de pobre calidad de cocción, - incluso se han encontrado en los tres tipos de grano características sensoriales y físico-químicas mezcladas.

Es por ello que en la actualidad la calidad de cocción de una variedad de arroz no se basa en un solo criterio, como sería el tamaño del grano o la absorción de agua, sino que, todas sus propiedades estudiadas hasta ahora son determinadas para conocer o intentar conocer la calidad de cocción de un tipo de arroz (13,18).

Podemos citar como ejemplo, los programas de mejoramiento vegetal en muchos países; los cuales se apoyan en todas las pruebas posibles para predecir la calidad de cocción de las nuevas variedades de arroz (8,9).

Si bien es cierto que todavía hay mucho que investigar sobre el comportamiento de arroz durante la cocción, también lo es el hecho que en la actualidad contamos con métodos más prácticos que evalúan la calidad de cocción del arroz, los cuales se han ido desarrollando paralelamente a la necesidad de mejorar la calidad de las nuevas variedades o de predecirla para los nuevos procesos a los que se ha sometido el arroz, como lo es el caso del sancochada

FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE COCCIÓN DEL ARROZ.

Como mencionamos anteriormente la calidad de cocción se ve influída por los factores varietales que provocan la diferen -
cia en composición y por lo tanto en las propiedades físico -
químicas, las cuales son a fin de cuentas las responsables de
la calidad de cocción que presente el grano.

Pero además hay otros factores que afectan la calidad de coc -
ción los cuales son de origen externo:

- a) FACTORES PRE-COSECHA.- Influyen indirectamente sobre las -
propiedades Físico-Químicas, por ejemplo, un grano yesoso -
de indeseable calidad de cocción, es el resultado de sem -
brar con excesiva humedad (7).
- b) MANEJO DESPUES DE LA COSECHA.
- c) MEDIO AMBIENTE.- La calidad de cocción requerida para un -
proceso específico de arroz o el consumo directo se ve al -
terado por el medio ambiente de crecimiento (25). Por ---
ejemplo, la variedad Jojutla cultivada en México tuvo 31.2%
de amilosa y la misma variedad cultivada en Texas presen -
tó 34.8% de amilosa; la temperatura de gelatinización de -
la primera fué de 63.5°C y de la segunda fué de 65.8°C ---
(21).
- d) EDAD DEL ARROZ.- En la calidad de cocción tiene cierta in -
fluencia la edad del arroz. Se ha estudiado que la expan -

·sión que sufren los granos "viejos" durante la cocción es mayor y además no se desintegran como en la expansión de los -- granos más nuevos. Al parecer las células del grano nuevo son más frágiles como para soportar la imbibición de agua, rom--- piéndose desde los primeros minutos de la cocción (17).

e) TRATAMIENTOS PREVIOS A LA COCCION.- Los procesos físicos y químicos a los que se somete el grano antes de la cocción o su preparación alteran su calidad. Por ejemplo en la mo- lienda se obtiene un porcentaje considerable de grano que- brado, este es conocido por su apelmazamiento y exceso de sólidos en el agua de cocción, lo cual es índice de mala - calidad (24).

Otro caso sería cuando se remoja el grano antes de su pre- paración, lo que ocasiona que el tiempo requerido para su cocción sea menor, pero por otro lado, se acentúan hendidu- ras con el calor de la cocción y disminuyen su calidad --- (26).

MODIFICACIONES CAUSADAS POR EL SANCOCHADO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL ARROZ.

Sabemos que cualquier modificación en las propiedades físico- químicas del arroz repercuten en su calidad. Tal es el caso - del sancochado, que en forma general ocasiona los siguientes- cambios en las propiedades físico-químicas del grano (6, 30):

- 1.- Las sustancias solubles en agua (vitaminas y sales minerales) quedan disueltas y se reparten en todo el grano, por lo que se altera su distribución y concentración entre -- las diversas partes.
- 2.- Los gránulos amiláceos enclaustrados en una matriz proteínica que constituyen la masa endospermica se hinchan y se expanden hasta que llenan los espacios circundantes.
- 3.- La estructura poliédrica característica del almidón queda reemplazada por una masa homogénea y compacta de almidón - gelatinizado.
- 4.- Las sustancias proteínicas quedan separadas y sumergidas - en la masa de almidón.
- 5.- Los glóbulos oleosos contenidos en los elementos endospermicos formados por depósitos granulares de aleurona, quedan disueltos.
- 6.- Las enzimas presentes en el núcleo, quedan en parte o enteramente inactivadas.
- 7.- Las sustancias liposolubles del germen y de la capa exte--rior del endosperma, quedan en cierta medida, disueltas y distribuidas.

Todos estos cambios repercuten en los resultados que se obtienen durante los procesos a los que se somete comúnmente, como lo es el pulido, el almacenamiento y por lo tanto también en la cocción o preparación culinaria, en la forma siguiente:

- 1.- Se eleva el rendimiento de grano entero durante la molienda.
- 2.- La estructura del grano se hace compacta y vítrea, independientemente de que la variedad posea esa textura o no, incluso en el caso de que algunas carióspsides sean completa o parcialmente yesosas.
- 3.- El arroz sancochado y pulido se vuelve traslúcido y brillante.
- 4.- El arroz sancochado se conserva mejor durante más tiempo que el arroz sin tratamiento, debido a que ya no es posible la germinación y que el endospermo tiene una estructura compacta que lo hace resistente al ataque de insectos y a la absorción de humedad del medio ambiente.
- 5.- Los granos se mantienen más firmes cuando se cocinan y es más difícil que se vuelvan pegajosos.
- 6.- Durante la cocción los granos absorben mayor cantidad de agua, por lo que el arroz se hincha más.
- 7.- Después de cocinar el arroz absorbe menos grasa de los condimentos añadidos.
- 8.- Una vez cocinado el arroz, se conserva más tiempo y no se enrancia con tanta facilidad.

- 9.- El valor nutritivo es mayor debido a que tiene más vitaminas y sales minerales que se han difundido en el endospermo durante el sancochado. Esto ocurre incluso en los casos en el que el pulido ha eliminado la capa exterior del endospermo y el germen.
- 10.- Después de cocinarlo el arroz es más digestible a causa -- del cambio de estructura que sufre el almidón, la textura de la masa que forma en el estómago permite el fácil acceso de los jugos gástricos.
- 11.- En el agua de cocción quedan menos restos sólidos.

Otros autores (28) han encontrado cambio poco definidos tendientes a disminuir en el contenido de amilosa y proteína por efecto del sancochado, que más bien parece ser debido a la dificultad de extracción de las fracciones por las transformaciones físicas sufridas.

También se ha encontrado que la solubilidad del almidón se reduce tanto por el sancochado como por el almacenamiento (28) y además de que las características amilográficas de la pasta están en función del contenido original de amilosa.

Estos estudios dejan a la luz que el sancochado afecta más en forma física las propiedades del grano que químicamente.

CALIDAD DE COCCION DEL ARROZ SANCOCHADO.

Como se mencionó anteriormente, en la actualidad se conocen algunas modificaciones de las propiedades físicas y químicas que ocasiona el sancochado al arroz, sin embargo, no se ha reportado la relación entre estas modificaciones y su comportamiento durante la cocción.

Aunque aparentemente el arroz sancochado presenta mejores características de cocción que el arroz blanco (6), estas características de cocción no son suficientes para asegurar su aceptación por el consumidor, porque además adquiere otras características susceptibles de ser aceptadas o no de acuerdo a los gustos y costumbres de la región.

Es por ello, que definir la calidad de cocción se complica en el caso del arroz sancochado, pues las características o cualidades de su aceptación no se han determinado en nuestro continente y mucho menos en nuestro país.

MATERIALES Y METODOS

MATERIALES

Las variedades de arroz sancochado que se estudiaron fueron: Sinaloa A-68, Navolato A-71 y Morelos A-70, cultivadas en -- los campos experimentales del INIA^a y sancochadas en la -- FES-C^b (31).

Para iniciar las pruebas de estandarización de métodos se -- dispuso de 27 muestras con diferentes tratamientos de sanco-- chado y un testigo sin sancochar por cada variedad.

Las muestras se reblanquearon en un pulidor Mc.Gill, para -- eliminarles el salvado residual y evitar el enranciamiento. -- Las muestras se almacenaron en lotes de 100-200g en bolsas -- de polietileno a temperatura ambiente.

Además de las muestras mencionadas se trabajaron paralelamente 3 muestras comerciales de arroz sancochado, las cuales se almacenaron bajo las mismas condiciones.

La preparación de la muestra se llevó a cabo por reducción de partícula en molinos Micro y Macro-Wiley con mallas 40, 60 y 100, de acuerdo al tamaño de partícula deseado.

^aInstituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Secretaría de Agricultura y Ganadería.

^bFacultad de Estudios Supriores Cuautitlán- Universidad Nacional Autónoma de México.

EXPERIMENTACION

1.- EXPERIMENTACION PRELIMINAR.

Se trabajó con 28 muestras de cada variedad, 27 de las cuales estaban sancochadas con diferentes condiciones de proceso y una muestra testigo sin sancochar. A todas las muestras se les determinó tiempo de cocción por considerar que esta propiedad es indicadora de la calidad de cocción del arroz blanco (13).

El tiempo de cocción se determinó usando dos métodos:

- A) FISICO (Por presión entre dos porta-objetos).
- B) SENSORIAL (Por prueba panel "Triángulo").

Los resultados obtenidos con el método sensorial sirvieron para determinar en qué tiempo de cocción los consumidores mexicanos consideran adecuadas las características de textura del arroz sancochado.

Los resultados obtenidos en el método físico mostraron que el tiempo de cocción dado por la severidad del tratamiento es un buen reflejo de la calidad de cocción del arroz sancochado. En base a estos resultados se tomó el tiempo de cocción por presión (CP) como indicador de la calidad de cocción también para el arroz sancochado.

2.- EXPERIMENTACION DEFINITIVA.

Se escogieron 10 muestras de cada variedad, que fueron representativas de las condiciones límites del tratamiento, es decir las que tenían un tratamiento de sancochado suave, y las que tenían condiciones severas de tratamiento. También se -- trabajó con el testigo de cada una de las tres variedades.

Las 10 muestras de cada variedad se sometieron a las siguientes pruebas (fig No. 5):

DE COCCION.- Que implicaron la cocción de las muestras de -- arroz entero:

- a) Absorción de Agua por Diferencia de Peso.
- b) Absorción de Agua por Diferencia de Volumen.
- c) Aumento de volumen.

FISICAS.- Que se realizaron sobre muestras de arroz entero -- crudo:

- a) Cristalinidad.
- b) Grano Manchado.
- c) Grano Deforme.

FISICO_QUIMICAS.- Que se llevaron a cabo sobre muestras de -- arroz entero y molido:

- a) Contenido de Amilosa.
- b) Valor Azul del Almidón.
- c) Resistencia al Alkali.

Con los resultados de las determinaciones anteriores se hizo un análisis de correlación de ellas con respecto al Tiempo - de Cocción por Presión (CP) por considerar a esta característica indicadora de la calidad del arroz sancochado en base a la preferencia del consumidor.

Cabe señalar que las pruebas físicas, físico-químicas y de cocción, se aplicaron paralelamente a las muestras sancochadas comerciales, con el fin de comparar sus características con las de los arroces sancochados en el laboratorio.

Todas las determinaciones se realizaron por triplicado a excepción de la prueba de resistencia al álcali que fue determinada por duplicado.

METODOS

1.- TIEMPO DE COCCION POR PRESION (CP).

Se agregaron 8 g de muestra de arroz entero a un vaso de precipitados con 5% de sal en base al peso del arroz, así como 32 ml de agua en ebullición, colocado en una parrilla con termostato. Inmediatamente después se taparon los vasos con un recipiente conteniendo agua de hielo el cual sirvió como refrigerante.

A partir de los 15 minutos de calentamiento se tomó un grano de arroz cada minuto y se presionó entre dos portaobjetos con un peso constante de 210g. El tiempo CP se consideró el momento en el que no se observó ninguna fracción opaca de almidón no gelatinizado y se reportó en minutos.

2.- TIEMPO DE COCCION POR LA PRUEBA TRIANGULO .

A una muestra de 50g de arroz entero se le dió el tiempo de cocción C_1 ; otros 50g de arroz de la misma muestra se sometieron al cocimiento C_2 y a otra cantidad igual de la misma muestra se le aplicó el tiempo de cocción C_3 .

Los tiempos de cocción aplicados C_1 , C_2 y C_3 fueron los siguientes:

$$C_1 = \text{CP de la muestra} + 10 \text{ minutos.}$$

$$C_2 = \text{CP de la muestra} + 15 \text{ minutos.}$$

$$C_3 = \text{CP de la muestra} + 20 \text{ minutos.}$$

Donde Cp representa el Tiempo de Cocción por Presión de la muestra y los tiempos agregados 10, 15 y 20 minutos se estable

cieron arbitrariamente.

Inmediatamente después de aplicados los tratamientos a las -- muestras, se procedió a realizar la prueba triángulo, para -- lo cual se formaron tres combinaciones C_1/C_2 , C_2/C_3 y C_1/C_3 . -- Cada combinación se proporcionó a 20 panelistas no entrenados. La forma en que se realizó la prueba fué la siguiente:

- a.- A cada panelista se le presentaron tres muestras recién sa lidas de su cocimiento respectivo de una sola combinación (cualquiera de las tres mencionadas), de tal manera que tu vieran una muestra repetida y una diferente, por ejemplo: de la combinación C_1/C_2 se le daba al panelista C_1 , C_1 y C_2 (una muestra par y una muestra impar).
- b.- El panelista tuvo que reconocer la muestra par o la mues-- tra impar.
- c.- El panelista además debió discriminar cual era la más coci da, si la par o la impar.
- d.- Finalmente el panelista anotó sus respuestas en una forma de evaluación que se muestra más adelante.

Al tiempo de cocción preferido por los panelistas se le conci de rió como el tiempo de cocción por prueba triángulo y se reportó en segundos, este tiempo representa un tiempo agregado al tiempo de cocción por presión (CP).

FORMA DE EVALUACION DE LA PRUEBA TRIANGULO

NOMBRE _____

FECHA _____

PRODUCTO A n n o z

MUESTRAS PRESENTADAS _____

Dos de la muestras presentadas son idénticas, una es diferente o non.

Pruébelas para determinar la muestra diferente o non. Si no está seguro(a) trate de adivinar. Conteste las preguntas que se formulan acerca de los atributos específicos de las muestras.

LA MUESTRA DIFERENTE O NON ES _____

¿CUAL ES LA MUESTRA MAS COCIDA?

MUESTRA PAR _____ MUESTRA IMPAR _____

¿CUAL MUESTRA PREFIERE EN CUANTO A COCIMIENTO?

MUESTRA PAR _____ MUESTRA IMPAR _____

OBSERVACIONES:

3.- ABSORCIÓN DE AGUA POR DIFERENCIA DE PESO Y POR DIFERENCIA DE VOLUMEN Y AUMENTO DE VOLUMEN.

Se midió el volumen (V_i) de 2g (P_i) de arroz entero en una probeta de 10 ml y se agregaron a un tubo de ensaye conteniendo 14 ml de agua (VA_i), se dejaron reposar durante 30 minutos, al cabo de los cuales se mantuvo en un baño maría a 77°C durante 45 minutos y de ahí se pasó a un baño de agua fría donde se mantuvo por 5 minutos.

Inmediatamente después el arroz se decantó y se filtró através de un filtro Wattman No. 1; el líquido de esta dos operaciones se recibió en un tubo de centrifuga de 10 ml y se leyó su volumen (VA_f) y por otro lado se peso el arroz filtrado (P_f). Finalmente se determinó su volumen (V_f) en una probeta.

El resultado se determinó con las siguientes operaciones:

3.1 ABSORCIÓN DE AGUA POR DIFERENCIA DE PESO.

$$\text{AAP} = \frac{P_f - P_i}{P_i} \times 100$$

Donde:

$$P_i = \text{Peso inicial del arroz (g).}$$

P_f = Peso final del arroz (g).

AAP = Absorción de agua por diferencia de peso (entre el arroz sin tratamiento y el arroz tratado) (% en peso).

3.2 ABSORCIÓN DE AGUA POR DIFERENCIA DE VOLUMEN.

$$AAV = \frac{VA_f - VA_i}{VA_i} \times 100$$

Donde:

VA_i = Volumen inicial del agua (ml).

VA_f = Volumen final del agua (ml).

AAV = Absorción de agua por diferencia de volumen (entre el volumen inicial del agua y el volumen -- del agua resultante de la cocción) (%Vol/Peso).

3.3 AUMENTO DE VOLUMEN.

$$AV = \frac{V_f - V_i}{P_i} \times 100$$

Donde:

P_i = Peso inicial del arroz (g).

V_i = Volumen inicial del arroz (ml).

V_f = Volumen final del arroz (ml).

AV = Aumento de volumen del arroz (ml/100g de muestra).

4.- CRISTALINIDAD

Se pesaron 4g de arroz entero y se colocaron sobre una superficie translúcida debajo de la cual se adaptó una fuente de luz (Fig. No. 6). De esta forma se clasificaron visualmente los granos y se separaron en cuatro categorías determinadas subjetivamente en función de la proporción de centro opaco que presentó cada grano. A la primera categoría se le otorgó una calificación de cero al grano sin centro opaco, o sea completamente cristalino; la segunda categoría correspondió al grano con menos de 10% de centro opaco y se le asignó la calificación de 1; la tercera categoría fue para el grano -- que presentó entre 10-20% de centro opaco y le correspondió una calificación de 5. Finalmente la cuarta categoría recibió la calificación de 9, cuando el porcentaje de centro opaco era mayor de 20% en cada grano.

Cada fracción se pesó y la cristalinidad se calculó mediante la siguiente operación:

$$\text{CRISTALINIDAD} = \frac{\sum_{i=1}^4 A_i \cdot B_i}{4g}$$

Donde:

A_i = Calificación de la fracción i .

B_i = Peso de la fracción i (g).

(ver patrón de calificaciones)

Fig. No. 7

5.- GRANOS DEFORME Y MANCHADO

Se pesaron 4 g de muestra de arroz entero para cada determinación y se observaron a través del aparato mostrado en la fig. No. 6; se separaron los granos dañados (entendiéndose por granos dañados los granos deformes o los granos manchados según correspondiera a la determinación) y se pesó la fracción de granos no dañados. Finalmente el resultado se reportó en porcentaje de grano dañado como indican los siguientes cálculos:

5.1. GRANO DEFORME (%)

$$GD = \frac{PM - ND}{PM} \times 100$$

Donde:

PM = peso de la muestra (g)

GD = grano deforme (%)

ND = peso de la fracción de granos no deformes (g)

5.2. GRANO MANCHADO

$$GM = \frac{PM - NM}{PM} \times 100$$

Donde:

PM = peso de la muestra (g)

GM = grano manchado (%)

NM = peso de la fracción de granos no manchados (g)

6.- RESISTENCIA AL ALCALI (32)

En un compartimiento de la caja mostrada en la Fig. No. 7 se colocaron 6 granos de arroz entero y en otro contiguo 6 granos más que sirvieron de testigo.

A los granos problema se les agregaron 10ml de KOH al 1%; se taparon y se dejaron reposar en una incubadora a una temperatura constante de 21°C. Después de 23 horas se calificó su integridad (spreading) y su transparencia o claridad (clearing) de acuerdo a la escala siguiente:

CALIFICACION	INTEGRIDAD	CALIFICACION	CLARIDAD o TRANSPARENCIA
1	Grano no afectado	1	Grano blanco
2	Grano hinchado	2	Grano blanco -- opaco con collar pulverulento
3	Grano hinchado -- con collar incompleto o angosto	3	Grano blanco con collar nebuloso o algodonoso
4	Grano con collar incompleto y ancho	4	Centro algodonoso con collar nebuloso
5	Grano roto o segmentado con collar completo y ancho	5	Centro nebuloso - con collar claro
6	Grano disperso, - unido con collar	6	Centro algodonoso con collar transparente
7	Grano completamente disperso	7	Centro y collar - transparente

7.- VALOR AZUL DEL ALMIDON (20)

Se transfirió una muestra de 1g de arroz molido que pasó malla 40^a a un matraz Erlenmeyer de 250 ml para adicionarle 100ml de agua destilada. El matraz se sumergió en un baño maría a temperatura constante de 77°C. Después de 45 minutos se sacó la muestra del baño, se dejó reposar por 15 minutos a temperatura ambiente y se filtró a través de un papel filtro Wattman No. 1^b.

Se desecharon los primeros 50ml del filtrado y del resto se tomó una alícuota de 10ml que se pasó a un matraz volumétrico de 100ml que contenía 1ml de solución de iodo (preparada con 2g de iodo más 20g de yoduro de potasio en 1 litro de solución), más 1ml de HCl al 20% y aproximadamente 70ml de agua destilada. Se aforó el matraz, se agitó para homogenizar y se dejó reposar a temperatura ambiente durante 30 minutos. La intensidad del color azul se determinó como transmitancia en un espectrofotómetro (espectronic 710 B&L) a 600nm y el valor obtenido se consideró como valor azul del complejo iodo-almidón.

El espectrofotómetro se ajustó a 100% de transmitancia con una solución preparada a partir de 1ml de solución de iodo y 1ml de ácido clorhídrico aforados a 100ml.

- a. En la referencia (20) la muestra pasa malla 0.5 mm.
- b. En la referencia (20) se utilizó papel Wattman No. 12

8.- AMILOSA (33)

Se pesaron exactamente 100mg de muestra molida que paso malla - 100 y se colocó en un matraz Erlenmeyer de 50ml; se le adicionó 1ml de alcohol al 95% y 9ml de NaOH 1N.

La muestra se calentó durante 10 minutos en un baño de agua en ebullición para gelatinizar el almidón. Después se enfrió, se transfirió mediante varios lavados de agua a un matraz volumétrico de 100ml finalmente se aforó con agua destilada y se mezcló bien.

Se colocaron 5ml de solución aforada en un matraz volumétrico, se adicionó 1ml de ácido acético 1N y 2ml de solución de iodo (preparada con 0.2g de iodo y 2g de ioduro de potasio en 100ml de solución acuosa) y el volumen se llevó a 100ml. Enseguida se agitó para homogeneizar, se dejó reposar por 20 minutos y se leyó la absorbancia de la solución a 620nm en un espectrofotómetro.

El contenido de amilosa se determinó interpolando el valor de la absorbancia obtenido en una curva estándar y se reportó como porcentaje de amilosa en base seca (gráfica No. 1).

Para la curva estándar se preparó una solución patrón de amilosa de papa pura humedeciendo 40mg de amilosa con 1ml de alcohol etílico al 95% y 9ml de NaOH 1N; se calentó durante 10 min. Pos-

teriormente se midieron alicuotas de 1, 2, 3, 4 y 5 ml y se colocaron en matraces volumétricos acidificados con 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 y 1.0 ml de ácido acético respectivamente. A cada uno se les agregaron 2 ml de solución de iodo, se aforaron a 100 ml, se agitaron y se dejaron reposar por 20 minutos, por último se hicieron lecturas de absorbancia a 620 nm.

CALCULOS PARA LA DETERMINACION DE AMILOSA BASE SECA

Cantidad de muestra en la alicuota

$$\frac{P_m \times \%ms}{100\text{ml}} \times \frac{d}{100\text{ml}} = 4.495 \times 10^{-2} \text{ mg/ml (1)}$$

Donde:

P_m = peso de la muestra inicial base húmeda = 100 mg
 $\%ms$ = porcentaje de muestra seca = 0.889
 d = dilución = 5 ml.

Cálculo de la cantidad de amilosa base seca

$$z = \frac{A \times 100}{4.495 \times 10^{-2}} \quad (2)$$

Donde:

z = porcentaje de amilosa (base seca)
 A = concentración de amilosa obtenida por interpolación de la curva patrón (gráfica No. 1) (ecuación No. 3).

Ecuación de la recta en la curva patrón

$$y = mx + b$$

$$y = 25.1x + 0.3$$

(3)

$$x = \frac{y - b}{m}$$

$$\therefore x = A = \frac{y - b}{m}$$

Donde:

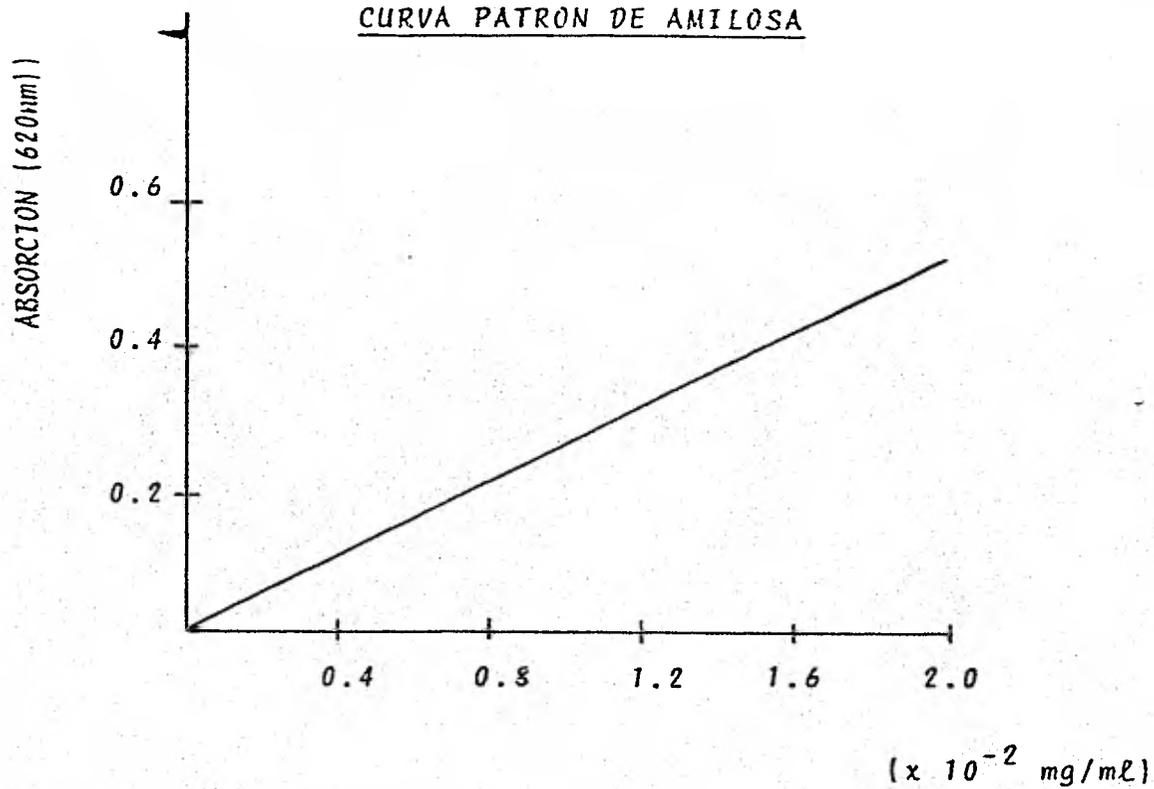
x = concentración de amilosa

y = lectura de la absorbancia

9.- HUMEDAD

Se determinó en termobalanza Cenco, la cual es un sistema de -
suspensión asociado a una fuente de calor eléctrica.

GRAFICA No. 1
CURVA PATRÓN DE AMILOSA



ECUACION :

$$y = 25. x + 0.13$$

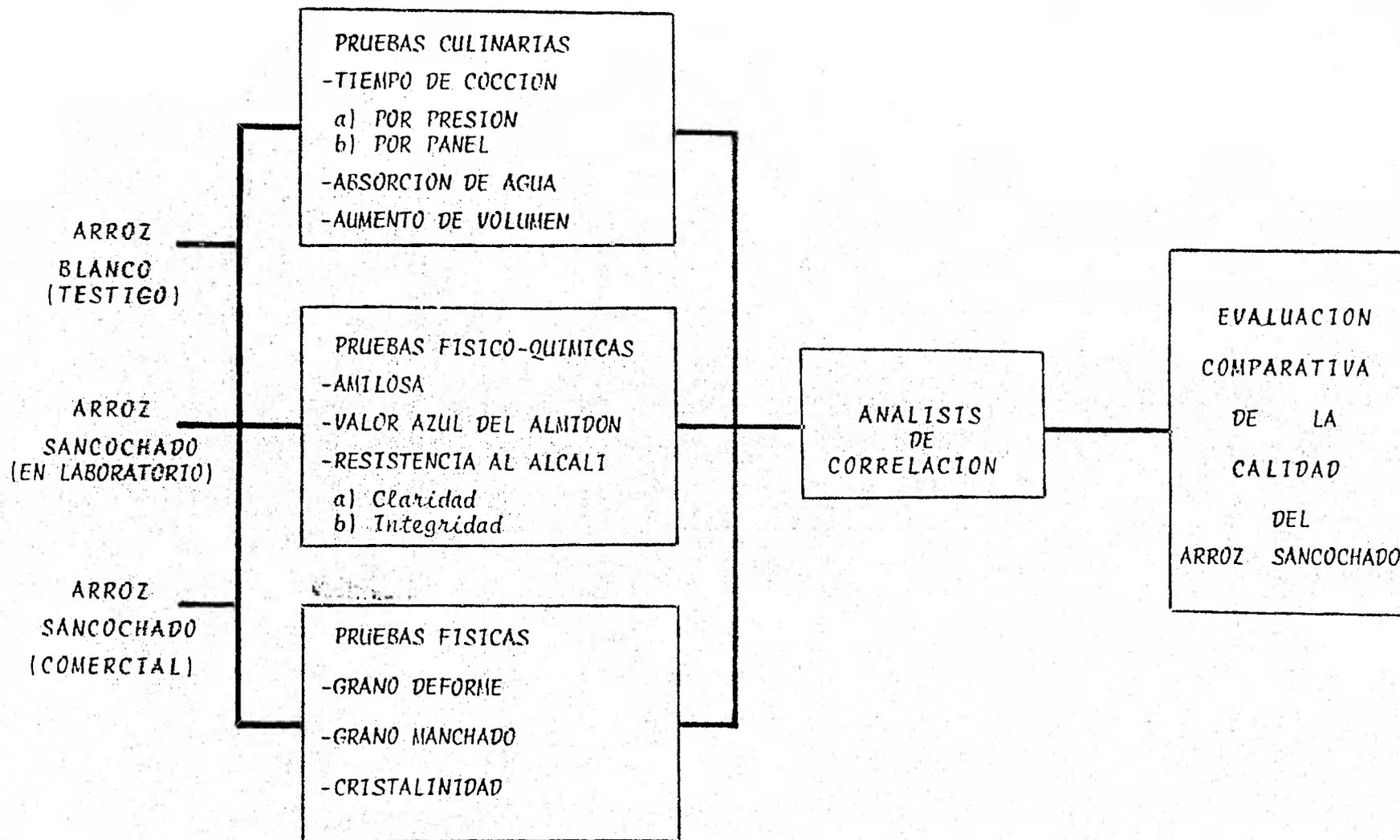


Fig. No. 5
 DIAGRAMA DE EXPERIMENTACION: EVALUACION COMPARATIVA DE LA CALIDAD DEL
 ARROZ SANCOCHADO

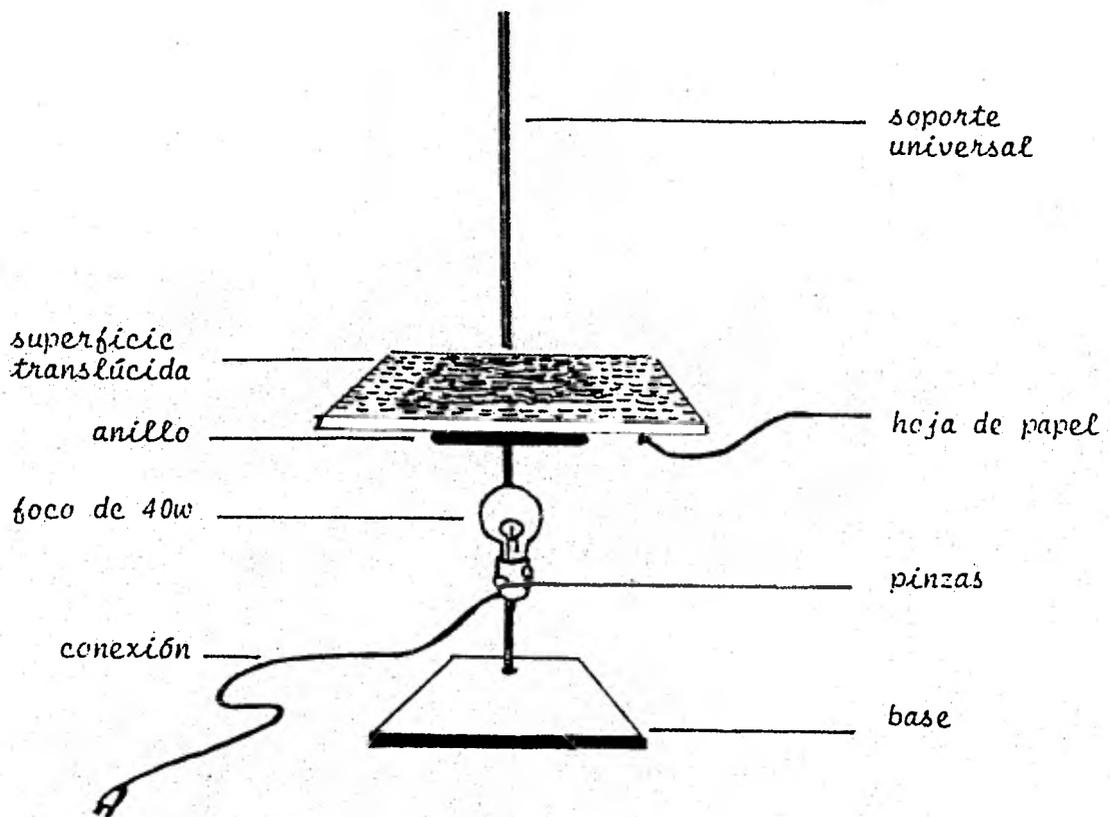


Fig. No. 6

APARATO PARA DETECTAR GRANOS DANADOS Y CRISTALINIDAD

Fig. No. 7

C R I S T A L I N I D A D
PATRON DE CATEGORIAS Y CALIFICACIONES

1a. Categoría



calif. = 0

2a. Categoría



calif. = 1

3a. Categoría



calif. = 5

4a. Categoría



calif. = 9

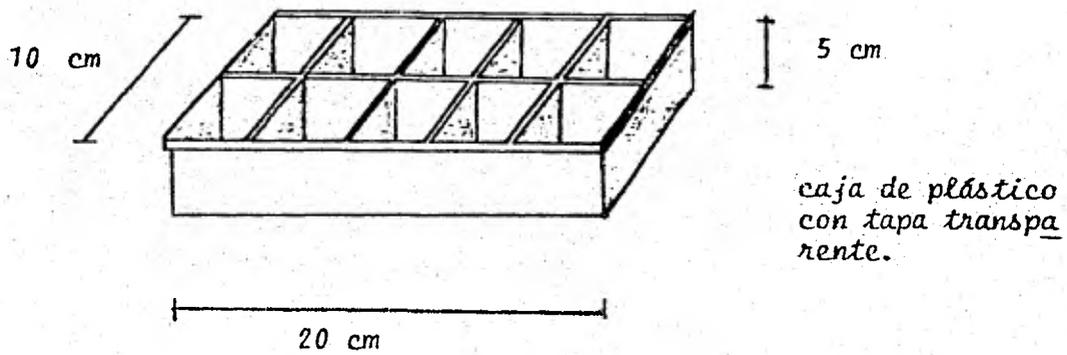


Fig. No. 8 Caja utilizada en la determinación de Resistencia al Alkali.

RESULTADOS
y
ANALISIS DE RESULTADOS

I RESULTADOS DE LA EXPERIMENTACION PRELIMINAR

1.- TIEMPO DE COCCION POR PRESION (CP)

El tiempo de cocción por presión (CP) se presenta en la tabla No. 6.

Se puede observar que la diferencia de calidad de cocción dada por el grado de sancochado se puede medir determinando el CP, ya que el CP tiende a aumentar cuando aumenta el grado de sancochado.

Esta tendencia se mantuvo en las tres variedades, ya que las muestras tratadas más drásticamente presentaron las CP más al tos y las muestras con tratamientos suaves resultaron con los CP más bajos.

Por esta razón y porque el tiempo de cocción siempre ha sido un índice de la calidad del arroz para el consumidor, se puede considerar que el método para medir el tiempo de cocción - por presión es adecuado para el arroz sancochado, ya que se mide directamente este índice de calidad.

2.- TIEMPO DE COCCION (Por prueba triángulo)

En las tablas N^o 7 se muestran los resultados de la prueba -

triángulo realizada con panelistas no entrenados para determinar el tiempo de cocción que refleje la aceptación de los consumidores mexicanos.

En la tabla No. 7-A se observa que el CP no fue suficiente para que el consumidor considerara cocida una muestra de arroz sancochado. Para que el consumidor acepte las características de cocción es necesario cocer la muestra 15 minutos más de su CP respectivo en las tres variedades.

En la tabla No. 7-B se observa que no hubo diferencia significativa en las características de cocción de algunas combinaciones evaluadas por los panelistas. Para la variedad Morelos se encontró diferencia significativa en la combinación de los valores extremos del tiempo de cocción aplicado 49 y 65 minutos. Para la variedad Sinaloa la combinación del valor medio 49 minutos, con el superior 57 minutos, fue identificada significativamente. En el caso de la variedad Navolato fue identificada la combinación del valor medio con el inferior 45 y 37 minutos.

Estos resultados sugieren que el arroz sancochado tiene un -- punto de cocción aceptable por el consumidor diferente en cada variedad.

RESULTADOS DE LA EXPERIMENTACION DEFINITIVA.

PRUEBAS DE COCCION.

1.- ABSORCION DE AGUA.

En los resultados de la absorción de agua de las tres variedades, que se muestran en las tablas 9 y 10, se observó que no hay un comportamiento definido en ninguna variedad.

Unicamente la variedad Morelos presento correlación con el CP-negativa (tabla No.15), según la cual entre mayor es el CP menor es la absorción de agua de las muestras sancochadas.

La literatura reporta que el arroz sancochado presenta mayor absorción de agua que el arroz blanco cuando se determina en el tiempo óptimo de cocción. Considerando que el tiempo de cocción del arroz sancochado depende de la variedad que se trate y del grado de tratamiento, la absorción de agua deberá determinarse acorde con el tiempo óptimo de cada variedad.

Los resultados muestran que la absorción de agua del arroz sancochado es menor que en el arroz blanco, lo que pudo deberse al tiempo fijo de cocción usado en esta determinación para todas las muestras y/o también a la falta de sensibilidad de

los métodos empleados. Posiblemente estas sean las razones - por las que no existió correlación con el CP ni congruencia de los resultados con lo reportado en la literatura, por ello no se pueden recomendar estos métodos para evaluar la calidad del arroz sancochado.

2.- AUMENTO DE VOLUMEN.

En la tabla No. 11 se muestran los resultados obtenidos en la determinación del aumento de volumen del grano después de la cocción.

Los resultados de esta prueba parecen contradecir a la bibliografía la cual nos indica que el arroz sancochado al cocerse tiene mayor volumen que el arroz blanco (30). Las muestras que se estudiaron aumentaron su volumen en menor proporción que las no tratadas. Posiblemente el tiempo de cocción utilizado no permitió completar la cocción de algunas muestras y por lo tanto aparentemente absorbieron menor cantidad de agua.

Por otro lado, no se encontró correlación entre el aumento de volumen y el CP en las variedades Morelos y Navolato (tabla No 18), esto puede deberse, al igual que en la determinación de absorción de agua al tiempo fijo de cocción que se utilizó y a la falta de sensibilidad del método.

Este método requiere de mayor experimentación antes de concluir si es o no adecuado para evaluar la calidad del arroz sancochado.

PRUEBAS FISICAS

1.- GRANO DEFORME.

Los resultados de la cantidad de grano deforme encontrado en las muestras se presentan en la tabla No. 12.

No existe a la fecha ningún reporte que indique el efecto del sancochado sobre la deformación del grano, aunque esta característica o defecto algunas veces se considera en la evaluación de la calidad del arroz.

Sin embargo aunque este método permite la cuantificación de este defecto, los resultados obtenidos de la cantidad de grano deforme no indicaron la diferencia de calidad entre las muestras-trabajadas de arroz sancochado porque ninguna de las tres variedades se correlacionaron con el CP (tabla No. 18).

Se puede decir que esta prueba no es adecuada en la evaluación de la calidad del arroz sancochado ya que posiblemente este defecto puede estar presente en el grano antes del tratamiento.

2.- GRANO MANCHADO.

Los resultados del porcentaje de grano manchado se muestran en la tabla No. 13. Ninguna de las tres variedades se correlacionó con el CP (tabla No. 18), lo que sugiere que esta característica medida en el arroz sancochado se manifiesta independientemente de la calidad provocada por el tratamiento en el arroz. La presencia de manchas puede deberse a otros factores (30), y únicamente el sancochado las evidencia.

Esta característica es importante en la evaluación de la calidad del arroz y fue determinada sin dificultad con este método, pero al no ser una característica intrínseca del arroz sancochado, no indicó la diferencia de calidad entre cada una de las muestras trabajadas.

3.- CRISTALINIDAD

En la tabla No. 8 se pueden apreciar los resultados de la cristalinidad de las tres variedades.

El comportamiento de esta propiedad fue distinto en cada variedad y en ninguna se encontró correlación significativa con el CP (tabla No. 18). Por lo anterior, se puede considerar que no existe relación entre la cristalinidad y la calidad del arroz sancochado dada ésta por la intensidad del tra

tamiento.

Sin embargo, la cristalinidad es una propiedad intrínseca del arroz sancochado, de hecho, la FAO establece que si una muestra de arroz sancochado presenta más del 10% de arroz no cristalino, se le considera arroz blanco (40).

El método empleado fue adecuado para medir esta característica pero al no existir correlación con el CP no se puede recomendar como índice de calidad para el arroz sancochado.

PROPIEDADES FISICO- QUIMICAS

1.- AMILOSA.

En la tabla No. 14 se muestran los resultados de la determinación de amilosa.

Como sabemos el contenido de amilosa es característico de la variedad, y los resultados lo comprueban ya que no se aprecia diferencia significativa entre las muestras sancochadas y las no sancochadas de una misma variedad.

Aunque el método es adecuado para determinar amilosa en el -- arroz, en el caso del sancochado no tiene relación con su calidad dada por el tratamiento, debido a que no se encontró co

relación en las variedades Morelos y Sinaloa con respecto al CP (tabla No. 18).

En el arroz blanco siempre se ha asociado una buena calidad de cocción a las variedades con alto contenido de amilosa, y viceversa. Sin embargo, en el caso del arroz sancochado esta relación no se conserva, ya que como se dijo no hay un cambio significativo en el contenido de amilosa de las muestras con diferente calidad de cocción.

2.- VALOR AZUL

Los resultados de la determinación del valor azul del almidón se observan en la tabla No. 15.

El valor azul al igual que el contenido de amilosa se ha relacionado con la calidad del arroz blanco. En el caso del arroz sancochado no se encontró correlación con su calidad como puede observarse en la tabla No. 18, en donde las variedades Morelos y Navolato no se correlacionaron con el CP.

Esto sugiere que la determinación del valor azul en el arroz sancochado no es adecuada para indicar su calidad.

3.- RESISTENCIA AL ALCALI (CLARIDAD E INTEGRIDAD)

Los resultados de las pruebas de resistencia al álcali de claridad e integridad se pueden observar en las tablas No. 16 y 17 respectivamente.

3.1 CLARIDAD

En las tres variedades la claridad medida frente tuvo alta corelación con el CP (tabla No.18), lo que indica que esta - característica está relacionada con la calidad del arroz sancochado.

Las muestras con los CP más bajos correspondieron a los valores más pequeños de claridad (gráfica No. 3). En el arroz --- blanco cuando se tiene menor claridad en esta prueba significa que esas muestras estarán menos apelmazadas, más separadas y - enteras después de la cocción.

esta prueba se recomienda como indicadora de la calidad del - arroz sancochado.

3.2 INTEGRIDAD

En los resultados se observó un comportamiento definido de la integridad que presenta el grano en el álcali con respecto al

CP (gráfica No. 4). Las tres variedades se correlacionaron significativamente con el CP (tabla No. 18), de tal manera que -- las muestras con los CP mayores tuvieron los valores más grandes de integridad y las muestras con los CP más bajos presentaron la calificación más pequeña de integridad.

En el arroz blanco las calificaciones más bajas de integridad en el álcali son índice de la buena calidad de cocción.

Se puede decir que la prueba de integridad en el álcali indica la calidad de cocción del arroz sancochado.

TABLA No. 6

TIEMPO DE COCCION POR PRESION (CP) (MIN)

MUESTRA No.	NAVOLATO	MORELOS	SINALOA
1	23	30	37
2	23	-	30
3	23	38	36
4	24	40	34
5	25	40	36
6	25	40	31
7	28	38	34
8	27	49	35
9	33	49	38
10	27	32	32
11	24	46	35
12	25	42	32
13	27	39	34
14	31	38	32
15	24	42	37
16	31	51	33
17	32	52	36
18	36	47	35
19	-	43	32
20	29	47	37
21	29	42	43
22	26	44	35
23	30	49	39
24	28	51	39
25	31	55	44
26	31	56	43
27	28	49	43
28	20	58	25

TABLA No. 7-A

RESULTADOS DE LA 1^a ETAPA DE LA PRUEBA TRIANGULO

MUESTRA	CP	TIEMPO DE COCCION APLICADO (MIN)				IDENTIFIC. de la COMBINAC.	MUESTRA PREFER.
		COMBINACION A/B		COMBINACION A/B			
		A	B	A TOTAL	B TOTAL		
A	35	35 + 10	35 + 15	45	50	S.	50
		35 + 15	35 + 20	50	55	N.S.	N.S.
		35 + 20	35 + 10	55	45	S.	55
A	35	35 + 13	35 + 21	48	56	N.S.	N.S.
		35 + 21	35 + 29	56	64	N.S.	N.S.
		35 + 29	35 + 13	64	48	S.	48

S. *significativo.*

NS. *no significativo.*

TABLA No. 7-B

RESULTADOS DE LA 2^a ETAPA DE LA PRUEBA TRIANGULO

MUESTRA	CP	TIEMPO DE COCCION APLICADO (MIN)				IDENTIFIC. de la COMBINA.	MUESTRA PREFER.
		COMBINACION A/B		COMBINACION A/B			
		A	B	A TOTAL	B TOTAL		
MOR-15	42	42+15+8	42+15	65	57	N.S.	N.S.
		42+15	42+15-8	57	49	N.S.	N.S.
		42+15-8	42+15+8	49	65	S.	N.S.
SIN-4	34	34+15+8	34+15	57	49	S.	N.S.
		34+15	34+15-8	49	41	N.S.	N.S.
		34+15-8	34+15+8	41	57	N.S.	N.S.
NAV-23	30	30+15+8	30+15	53	45	N.S.	N.S.
		30+15	30+15-8	45	37	N.S.	N.S.
		30+15-8	30+15+8	37	53	N.S.	N.S.

S. *significativo.*N.S. *no significativo.*

TABLA No. 8

CRISTALINIDAD (calif. de 0 a 9)

MUESTRA No.	NAVOLATO	MORELOS	SINALOA
1	0.88	8.01	6.01
2	0.25	3.10	1.26
3	0.01	0.02	0.82
4	0.73	8.12	1.53
5	0.00	0.01	0.00
6	-	6.85	0.62
7	0.00	0.01	0.00
8	0.00	2.20	0.00
9	0.00	0.00	0.07
10	9.00	9.00	9.00

TABLA No. 9
ABSORCION DE AGUA POR DIFERENCIA DE PESO
(g/100 g)

MUESTRA No.	NAVOLATO	MORELOS	SINALOA
1	163.63	146.83	163.39
2	172.33	124.79	164.92
3	182.64	131.67	151.67
4	163.67	143.50	149.75
5	-	134.61	158.33
6	-	137.06	153.77
7	163.33	134.16	153.81
8	166.22	125.17	146.73
9	170.10	133.56	165.58
10	215.73	72.17	303.67

TABLA No. 10
ABSORCIÓN DE AGUA POR DIFERENCIA DE VOLUMEN
(ml/100 g)

MUESTRA No.	NAVOLATO	MORELOS	SINALOA
1	207.65	220.00	212.99
2	228.33	206.65	192.18
3	252.08	181.62	205.00
4	299.42	198.33	207.99
5	223.33	187.30	201.67
6	-	180.30	186.98
7	226.69	181.63	203.83
8	231.31	163.34	195.33
9	237.63	175.00	198.00
10	437.63	136.17	361.67

TABLA No. 11
AUMENTO DE VOLUMEN
(ml/100g)

MUESTRA No.	NAVOLATO	MORELOS	SINALOA
1	257.50	211.67	251.25
2	246.66	179.00	241.25
3	275.46	178.32	233.35
4	250.01	223.33	237.07
5	244.67	199.00	243.33
6	-	207.00	246.25
7	245.00	209.96	222.60
8	239.63	200.84	219.23
9	244.19	202.01	227.95
10	356.04	127.30	318.33

TABLA No. 12
GRANO DEFORME
(%)

MUESTRA No.	NAVOLATO	MORELOS	SINALOA
1	2.09	0.42	10.60
2	2.43	0.25	6.62
3	1.25	0.00	16.09
4	2.25	0.50	6.92
5	9.35	0.33	40.90
6	-	0.75	3.76
7	4.09	2.00	15.18
8	5.92	3.08	16.16
9	13.65	4.09	20.90
10	0.00	0.00	0.16

TABLA No. 13
GRANO MANCHADO
(%)

MUESTRA No.	NAVOLATO	MORELOS	SINALOA
1	4.18	1.18	23.36
2	3.75	1.67	15.75
3	3.16	1.25	14.75
4	2.34	1.50	8.76
5	9.52	2.34	8.91
6	-	1.00	13.26
7	7.00	1.58	11.47
8	5.00	3.01	8.50
9	2.27	4.23	11.58
10	0.00	2.24	13.85

TABLA No. 14
A M I L O S A
(%b. seca)

MUESTRA No.	NAVOLATO	MORELOS	SINALOA
1	33.81	32.25	28.74
2	32.48	31.14	27.39
3	30.92	28.47	25.40
4	30.70	32.70	28.49
5	28.47	30.70	28.66
6	-	31.04	27.32
7	28.69	22.11	31.74
8	30.25	32.03	27.51
9	28.69	28.86	28.12
10	34.03	29.50	32.61

TABLA No. 15
VALOR AZUL DEL ALMIDON
(% Transmitancia)

MUESTRA No.	NAVOLATO	MORELOS	SINALOA
1	54.63	39.00	55.49
2	60.30	43.43	59.64
3	62.50	42.63	55.93
4	53.83	30.20	52.36
5	62.73	42.83	53.53
6	-	49.43	58.92
7	72.43	35.21	50.99
8	56.33	39.85	39.77
9	59.90	37.36	50.22
10	37.96	28.36	41.22

TABLA No. 16
RESISTENCIA AL ALCALI-CLARIDAD
(Calificación)

MUESTRA No.	NAVOLATO	MORELOS	SINALOA
1	3.5	1	4
2	3.5	2.5	4
3	4	2.5	7
4	6.5	2	4
5	7	5	7
6	-	3	6
7	7	5	7
8	7	6	7
9	7	7	7
10	2	1	1

TABLA No. 17
RESISTENCIA AL ALCALI-INTEGRIDAD
(Calificación)

MUESTRA No.	NAVOLATO	MORELOS	SINALOA
1	3	1.5	3
2	3	3	3.5
3	4	3	7
4	6	3	5.5
5	7	5	7
6	-	3	6
7	7	6.5	7
8	7	7	7
9	7	7	7
10	2	1	1.5

TABLA No. 18

CORRELACION CON EL TIEMPO DE COCCION POR PRESION (CP)

P R U E B A	NAVÓLATO	MORELOS	SINALOA
CRISTALINIDAD	ns	ns	++
ABSORCION DE AGUA POR DIFERENCIA DE VOLUMEN	ns	+	ns
ABSORCION DE AGUA POR DIFERENCIA DE PESO	+	++	ns
AUMENTO DE VOLUMEN	ns	ns	++
GRANO DEFORME	ns	ns	ns
GRANO MANCHADO	ns	ns	ns
AMILOSA	+	ns	ns
VALOR AZUL	ns	ns	++
RESISTENCIA AL ALCALI- CLARIDAD	++	++	++
RESISTENCIA AL ALCALI- INTEGRIDAD	++	++	++

+ significa al 5% de confiabilidad

++ significa al 1% de confiabilidad

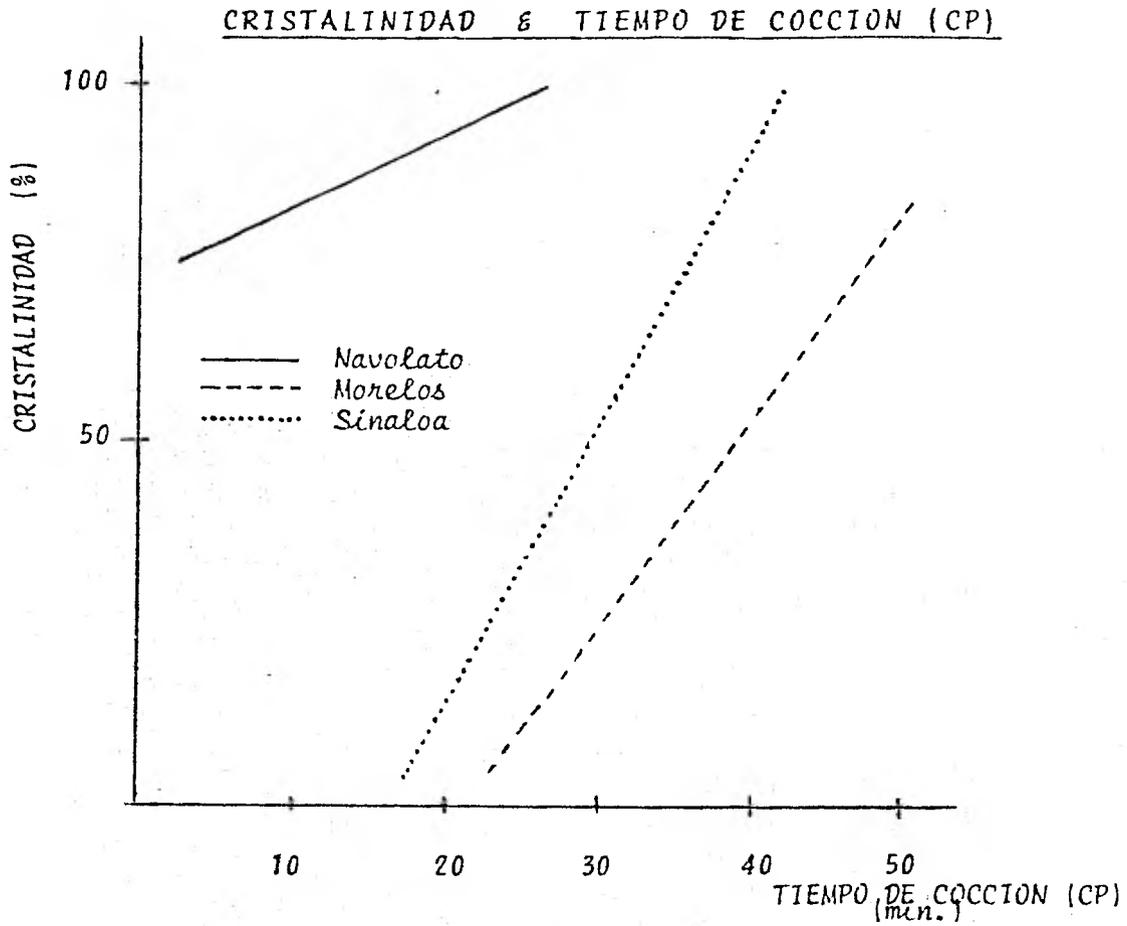
ns no significativo

TABLA No. 19

PRUEBAS EFECTUADAS SOBRE LAS MUESTRAS COMERCIALES DE
ARRÓS SANCOCHADO

P R U E B A	muestra A	muestra B	muestra C
TIEMPO DE COCCION POR PRESION (CP) (mín.)	35	43	34
CRISTALINIDAD (Califi- cación 0-9)	0.09	0.65	0.73
ABSORCION DE AGUA POR DIFERENCIA DE PESO - (g/100 g)	165.00	144.64	123.60
ABSORCION DE AGUA POR DIFERENCIA DE VOLUMEN (ml/100g)	220.00	178.93	167.78
AUMENTO DE VOLUMEN - (ml/100g)	222.50	225.75	174.42
GRANO DEFORME (%)	4.24	4.00	7.85
GRANO MANCHADO (%)	3.74	16.08	16.25
AMILOSA (% Base seca)	25.80	26.47	29.36
VALOR AZUL (% transmi- tancia)	53.10	57.73	75.92
RESISTENCIA AL ALCALI- CLARIDAD (Calificación 1-7)	5.50	4.00	5.00
RESISTENCIA AL ALCALI- INTEGRIDAD (Calificación 1-7)	6.00	4.50	5.50

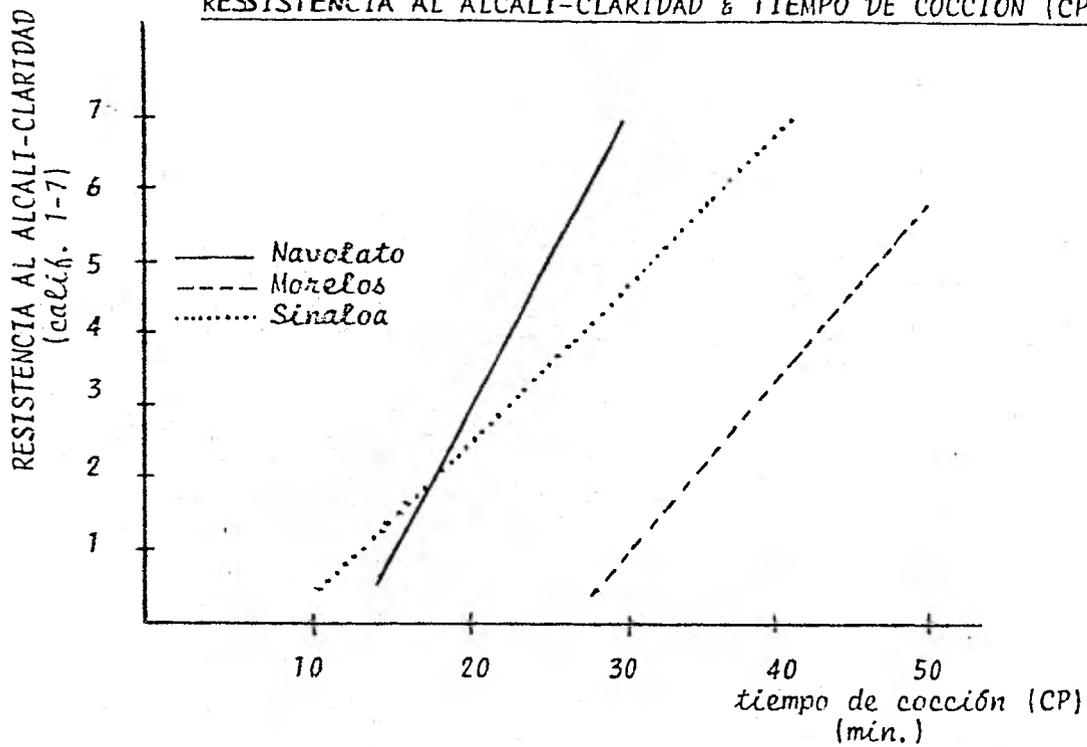
GRAFICA No. 2



ECUACION	VARIEDAD
$y = 0.71x + 76.9$	Navolato
$y = 2.71x + 55.2$	Morelos
$y = 3.79x + 59.0$	Sinaloa

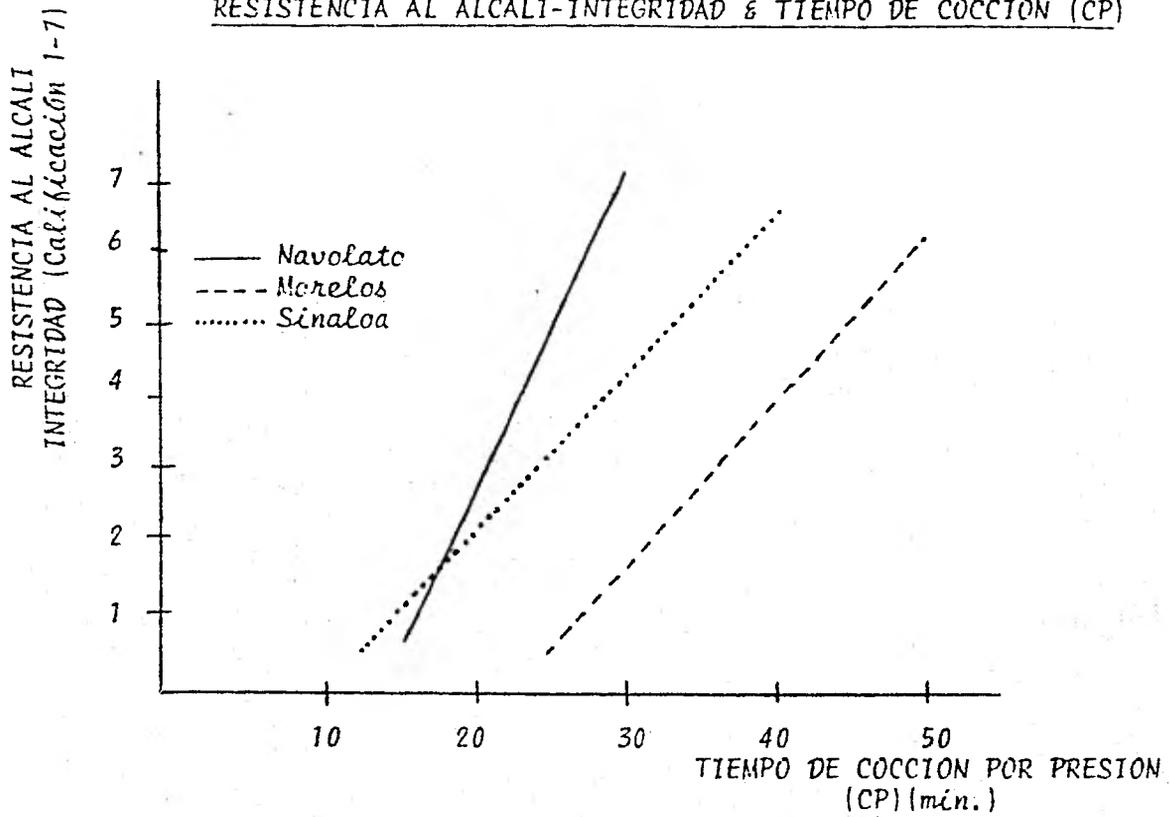
GRAFICA No. 3

RESISTENCIA AL ALCALI-CLARIDAD & TIEMPO DE COCCION (CP)



ECUACION	VARIEDAD
$y = 0.40x + 5.2$	Navolato
$y = 0.24x + 6.3$	Morelos
$y = 0.21x + 1.7$	Sinaloa

GRAFICA No. 4

RESISTENCIA AL ALCALI-INTEGRIDAD & TIEMPO DE COCCION (CP)

ECUACION	VARIEDAD
$y = 0.44x + 6.4$	Navolato
$y = 0.23x + 5.4$	Morelos
$y = 0.23x + 2.6$	Sinaloa

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- 1.- El tiempo de cocción del arroz sancochado medido por pre sión entre dos portaobjetos es un indicador de su cali-- dad.
- 2.- Las pruebas físicas, cantidad de grano manchado y defor- me son determinaciones importantes en la evaluación del arroz en general, sin embargo, en el arroz sancochado es tas propiedades parecen depender más de las condiciones - de cultivo y diferencias varietales que de la calidad in trínseca del mismo.
- 3.- La cristalinidad es una característica propia del arroz sancochado pero su medición no indicó la diferencia de - calidad en el arroz así tratado.
- 4.- El valor azul y la cantidad de amilosa no cambian con la diferente calidad del arroz sancochado por lo que su de- terminación no ayuda a discriminar muestras de arroz san -cochado con distinta calidad.
- 5.- Las pruebas de resistencia al álcali claridad e integri- dad pueden usarse para evaluar la calidad del arroz sanco chado.

Se considera conveniente que este trabajo se continúe hasta lograr establecer los valores límites de tiempo de cocción, claridad e integridad en el álcali por medio de pruebas panel de preferencia con consumidores.

BIBLIOGRAFIA

B I B L I O G R A F I A

- 1.- VILLAGÓMEZ Z., D.L. (1979) "Obtención y Caracterización de Harinas a Partir del Pulido de Arroz". Tesis, FESC-UNAM. México.
- 2.- ATLSCHUL, A.M. y PLANCK, R.W. (1968) "Rice and Rice Products" Cereal Assoc.
- 3.- CENTRO DE COMERCIO INTERNACIONAL (1962) "El Mercadeo del Arroz" Ed. Centro de Comercio Internacional.
- 4.- FAO (1979) "La Economía Mundial del Arroz" No. 36 Serie/Producto. Ed. Food and Agriculture Organization".
- 5.- BORAGIO, L. GARIBOLDI, F. (1965) "Parboiled Rice and Use", parte I y II. The Rice Journal, Vol. 68 No. 5 Mayo.
- 6.- GARIBOLDI, F. (1974) "El Sancochado del Arroz". Ed. Food and Agriculture Organization.
- 7.- LUH, (1980) "Rice, Production and Utilization". Ed. AVI
- 8.- BARBER, S. (1979) "La Calidad del Grano en Los Programas de Mejora Vegetal. Trabajo presentado en el Simposio de Tecnología de Arroz, Cd. de México, Mayo.
- 9.- DELGADO, L.L. (S/F) "Evaluación de la Calidad de Variedades de Arroz". Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, México.
- 10.- KIK, M.C. (1957) "The Nutritive Value of Rice and its By-Products. Arkansas Agric. Expt/Stn. Bull No. 589.
- 11.- KIK, M.C. (1945) "The Nutritive Improvement of White Rice". National Res. Council Bull. No. 112, Whashington, D.F.
- 12.- HOUSTON, D.F. y KOHLER, G.O. (1970) "Nutritional Properties of Rice". National Academy of Sciences.
- 13.- BATCHER, O.M., DEARY, P.A. y SAWSON, E.H. (1957) "Cooking Quality of 26 Varieties of Milled White Rice", Vol. 34, No. 4, Junio.
- 14.- DAWSON, E.H. BATCHER, R.R. y LITTLE, R.R. (1960) "Cooking Quality of Rice" The Rice Journal Vol. 63 No. 3

- 15.- BATCHER, O.M., HEMINTOLLER, K.F. y DAWSON, E.H. (1956) - -
Development and Application of Methods for Evaluating - -
Cooking and Eating Quality of Rice". The Rice Journal - -
Vol. 59 No. 4.
- 16.- HAMPEL, G. (1968) "Quality Test on Rice World Trade" -- -
The Rice Journal Vol. 13 No. 2.
- 17.- DESIKACHAR, H.S.R. y SUBRAHMANGAN, V. (1958) "Expansion---
of New and Old Rice During Cooking". Division of Bioche-
mistry and Nutritional Central Food Technological Research
Institute, Mysore, India, junio.
- 18.- BEACHELL, H.M. y HALICK, J.C. (1956) "Research Being Do --
ne to Improve Milling, Processing and Qualities of Rice" --
The Rice Journal, Vol. 59 No. 20.
- 19.- HALICK, J.V. y KELLY, V.J. (1957) "Gelatinization Pasting -
Characteristics of Rice Varieties as Related to Cooking -
Behavior", Cereal, Vol. 30 No. 3.
- 20.- HALICK, J.V. y KENEASTER, K.K. (1956) "The Use of Starch -
Iodine Blue Test as a Quality Indicator of White Milled -
Rice" Cereal Chem. Vol. 10 No. 33.
- 21.- BEACHELLA, H.M. y Stansel, J.W. (1965) "Selecting Rice --
for Specific Cooking Characteristics in a Breeding Progra-
me" Rice New Tellers Vol. 13 No. 1.
- 22.- BHATTACHARYA, K.R. y SOWBHAGYA, C.M. (1980) "On The Alca -
li Degradation Type of Rice Kernels", Journal Food Agric.-
Sci. Vol.31.
- 23.- ROBERTS, R.L POTTER, A.L., KESTER, E.B. y KENEASTER, K.K.-
(1954) "Effect of Processing Conditions on the Spanded Vo-
lume, Color and Soluble Starch of Parboiled, Cereal Chem.-
Vol. 31.
- 24.- BATTACHARYA, K.R. y SOWBHAGYA, C.M. (1971) "Water uptake -
by Rice During Cooking", Cereal Chem. Vol. 16 No. 12. Di -
ciembre.
- 25.- NASA-APOLLO REQUITEM FOR PROPLUSAL (1966) Apollo Block II --
Food, No. B6721-23-7-111-P. Octubre 17.
- 26.- DESIKACHAR, H.S.R. y SUBRAHMANGAN, V. (1961) Cereal Chem.-
Vol. 38. Julio.
- 27.- RAGHAVENDRA, R.S.N. y JULIANO, B.O (1970) "Effect of the-
Parboiling on some Phisicochemical Propierties of Rice" --
J. Agr. Food Chem. Vol. 18 No. 2.

- 28.- BATTACHARYA, K.R. y SUBRA, R.P.V. (1966) "Effect on the - Processing Conditions on Quality of Parboiled Rice", J.-- Agr. Chem. Vol. 14.
- 29.- CASTRO, D.E. (S/F) "El Proceso de Arroz Precocido", Arroz.
- 30.- GARIBOLDI, F. (1972) "Parboiled Rice" Rice Chemistry and - Technology, D.F. Houston, Cap. No. 14. Ed. AACC.
- 31.- JAYME, S.A., YEPES, I.C. y TREJO, B.M. (1977) "Efecto de - las Condiciones de Sancochado Sobre la Calidad Molinera -- (% de Grano Entero) y Color del Arroz Pulido. Trabajo pre- presentado en el IX Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología. FES-Cuautitlán-UNAM.
- 32.- LITTLE, HIDER y DAUNSON (1958) "Diferential Effect of Dilui - te Alkali on 25 varieties of Milled Rice". Cereal Chem - Vol. 35 No. 111.
- 33.- JULIANO, B.O. (1971) "A Simplified Assay for Milled Rice - Amilose" Cereal Science Today Vol. 16 No. 334.
- 34.- LEQUERQUIA, J.L. y TORTOSA E. (1977) "Sancochado de Arro - ces Cultivados en España", A.I.A. Vol. 17, No. 1 marzo.
- 35.- VITTI, P., LEITAD, R.F.F. y PIZZINATTO, A. (1975) "Aferven - tazao de Variedades de Arroz", Coletanea del Instituto - de Tecnología de Alimentos, Vol. 6.
- 36.- SARH, Resultados de Cultivos Básicos y Oleaginosas Publica - dos en El Día el sábado 24 de Nov. de 1979.
- 37.- EL DASH, A., SHAHEEN, A. y EL SHIRBEENY, A. (1975) "The -- Effect of Parboiling on the Consumer Acceptance of Rice", - Cereal Food World Vol. 20 No. 2. Febrero.
- 38.- ALICIA A. ANTONIO y BIENVENIDO O. JULIANO (1973) "Amilose - Content and Puffed Volume of Parboiled Rice", J. Food --- Science Vo. 38.
- 39.- SNEDECOR, G.W. y COCHRAN, G.W. (1967) Statistical Methods, 6th. ED. IOWA STATE UNIVERSITY PRESS, AMES, IOWA.
- 40.- U.S. STANDARS, for rough rice, brown rice. Revived July 1, 1972, U S Departament of Agric. Wash. D.C.