



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ZARAGOZA"

"COMPARACION DE LOS COMPONENTES DE
CALIDAD EN LINEAS DE ARROZ CON
RESISTENCIA A SEQUIA Y EN LINEAS DE
ARROZ PARA RIEGO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

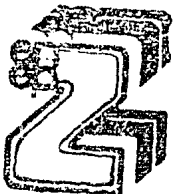
QUIMICO FARMACEUTICO BILOGO

P R E S E N T A .

MARIA DEL CARMEN RAMIREZ OLVERA

ASESORES: Q.F.B. LILIA DELGADO L.
Q.F.B. ADOLFO DE LA VEGA R.

OCTUBRE 1985





Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

C O N T E N I D O

	Página
Introducción.....	1
Generalidades.....	4
Planteamiento del problema.....	13
Fundamentación del tema.....	13
Objetivos.....	14
Hipótesis.....	14
Desarrollo experimental.....	15
a) Humedad.....	15
b) Descascarado.....	17
c) Pulido.....	17
d) Separación de granos.....	18
e) Tipos de grano.....	20
f) Translucidez.....	21
g) Temperatura de gelatinización.....	22
h) Contenido de amilosa.....	24
i) Consistencia de gel.....	28
j) Prueba de cocción.....	30
k) Contenido de proteínas.....	31
l) Contenido de almidón.....	36
m) Humedad en harina.....	42
Resultados obtenidos.....	44
Análisis estadístico.....	66
Análisis de resultados.....	70
Conclusiones.....	74
Bibliografía.....	76

INTRODUCCION

La agricultura es la principal fuente de ocupación nacional, ya que el 47% de la población económicamente activa la practica, por lo que resulta interesante estudiar los factores que pueden inhibir tan importante actividad humana.

En México se cultivan aproximadamente de 19 a 20 millones de hectáreas, de las cuales alrededor de 15 millones son bajo condiciones de temporal. Los cultivos más importantes que se siembran bajo esas condiciones son las siguientes: Frijol, Maíz, Arroz y Sorgo constituyentes básicos de la alimentación mundial.

El arroz, por ser un cultivo que requiere grandes cantidades de agua durante la mayor parte de su ciclo, expresa su máximo potencial bajo riego de inundación continua, sin embargo, las limitaciones de agua de riego dedicada a este cultivo son cada vez mayores dada la existencia de otros cultivos de mayor remuneración. Este factor ha originado el desplazamiento del cultivo del arroz hacia las zonas temporales, principalmente del sureste, que cuentan con altas precipitaciones, sólo que estas precipitaciones son variables ya que dichas zonas cuentan con un período de sequía conocido como sequía intraestival o canícula (mapa 1), que coincide con la fase reproductiva y origina pérdidas parciales o totales de la producción.

Según datos de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, en 1982 los rendimientos por hectárea cultivada de arroz fueron los siguientes:

Bajo condiciones de riego se obtuvieron 4 TON / HA

Bajo condiciones de sequía se obtuvieron 2.8 TON / HA

La diferencia en el rendimiento se explica por factores que afectan su desarrollo y son:

1.- Características de crecimiento en condiciones de sequía. Las plantas de arroz que se cultivan en condiciones de temporal se ven afectadas de diferentes formas:

- a). Sus tallos son más cortos.
- b). Amacollan menos.
- c). El área foliar es menor.
- d). Su esterilidad es más elevada.
- e). El porcentaje efectivo de brotes es menor.
- f). Florecen tardíamente.
- g). Producen menos materia seca.

2.- Efectos de las malezas. Las tierras de temporal tienen más malezas, que las tierras de riego, y tales malezas compiten por nutrimentos y luz con el cultivo de arroz.

3.- Disminución de nutrimentos en las plantas de arroz. En las tierras de temporal se tiene disminución a la captación de nutrimentos como el fierro, el fósforo, manganeso y sílice debido a que su absorción por la planta está directamente ligada con la cantidad de agua que se disponga, así - por ejemplo, el arroz de riego tiene mejor desarrollo debido a que las condiciones de suelo sumergido aumentan la disponibilidad de varios elementos, incluyendo el sílice (Ponnamperuma, 1965), el fierro (Clark y Resnicky, 1956), el fósforo (Patrick y Mahapatra, 1968) y el manganeso (Ponnamperuma, 1965).

4.- Tensión de la Humedad. La tensión de la escasa humedad interna en los tejidos de las plantas de arroz, causa el desarrollo reducido de los cultivos de temporal (Slatyer -- 1967, 1969), así como su bajo rendimiento.

En la década comprendida entre 1970 y 1980, se iniciaron las primeras investigaciones destinadas a obtener un mejor desarrollo del cultivo de arroz en condiciones de temporal, éste se cultiva en terrenos planos o con poca pendiente, con bordos para la retención de agua de lluvia. El terreno se prepara y siembra en seco, por lo cual las plantas desde que nacen, crecen y se desarrollan, dependen exclusivamente de las lluvias para abastecerse de humedad.

El arroz de temporal comunmente es afectado durante su



ciclo de desarrollo por la irregularidad de las lluvias, por tal motivo el presente estudio, forma parte de las investigaciones que vienen realizando los fitomejoradores del programa de arroz del I.N.I.A. (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas), sobre las características de resistencia a la sequía de nuevos genotipos que puedan completar su desarrollo con bajos contenidos de humedad y a la vez, mejorar la calidad molinera para obtener alta recuperación de arroz pulido entero, con las características de cocción preferidas por el consumidor.

GENERALIDADES

Uno de los aspectos que más influyen en la calidad de las plantas de arroz, son las condiciones de humedad bajo las que se desarrollan.

El agua es un elemento muy importante para las plantas, ya que: a) Es un constituyente vital del protoplasma celular; b) Participa como componente en las reacciones químicas; c) Es un excelente solvente de iones y como resultado muchos nutrientes son transportados a través de sistemas biológicos; d) Proporciona la fuerza mecánica necesaria para la producción de turgencia (Medina 1978).

El efecto de una deficiencia en el abastecimiento de agua puede expresarse mediante cambios que reduzcan la demanda originada por la pérdida de agua; también puede manifestarse por modificaciones que aumenten el abastecimiento por acrecentamiento de la capacidad de absorción o almacenamiento de agua por la planta; mediante el aumento de la capacidad del protoplasma para tomar ésta en forma tan eficiente que pueda permanecer en reposo largo tiempo para revivir rápidamente cuando hay agua disponible. Estas transformaciones afectan el metabolismo de la célula ocasionando modificaciones en su estructura. El arroz ha sido considerado tradicionalmente como una planta altamente exigente de agua, por lo que la incorporación de resistencia a la sequía presenta problemas ya que es indispensable desarrollar la tecnología adecuada mediante el conocimiento de la genética, la agronomía, la fisiología y la bioquímica (Tavitas, 1981).

FISIOLOGIA DE LA PLANTA

Transpiración.- Uno de los fenómenos que más influyen en la fisiología de la planta es la transpiración, que es la evaporación de agua de las superficies celulares y su pérdida a través de las estructuras anatómicas de la planta (Estomas, Cutícula).

FACTORES QUE AFECTAN LA TRANSPIRACION

a).- El agua.- Existen 2 tipos de control estomático del agua: 1. Control hidropasivo. Resulta del efecto sobre los estomas de todo el potencial de agua de la planta y cuando se alcanza el potencial hídrico foliar crítico los estomas se cierran herméticamente, por lo regular no se abren hasta que el potencial de agua de la planta ha recobrado su nivel de operación normal. Este mecanismo es rápido y completo, además de que protege a las plantas del daño producido por la extrema reducción de agua.

2. Control hidroactivo. Comprende la medición del potencial hídrico por la planta, la detección de una reducción de agua y la operación de un mecanismo específico que cierre los estomas. El mecanismo de control hidroactivo está bajo la influencia de la hormona ácido abscísico (ABA).- La secuencia del control hidroactivo del ABA es la siguiente: cuando existe agua en abundancia no se forma ABA y los estomas permanecen abiertos; cuando se produce una ligera reducción de agua y la existente es insuficiente para que se efectúe el control hidropasivo, se forma una pequeña cantidad de ABA y los estomas se cierran ligeramente; al producirse un severo déficit de agua, se forman grandes cantidades de ABA y los estomas se cierran. Al mismo tiempo, la acción del ABA hace a los estomas mas sensibles a las necesidades de CO_2 , así que la fotosíntesis no es obstaculizada (Bidwell S., 1979).

b).- Dióxido de Carbono.- El CO_2 en bajas concentraciones promueve la apertura estomática y las altas causan el cierre rápido de los estomas a la luz ó la oscuridad. La presencia de cutícula, relativamente impermeable al CO_2 , sobre el exterior de las células oclusivas y epidermis, garantiza que los estomas reaccionen a la concentración de CO_2 dentro de la hoja (Devlin, 1976).

c).- Luz.- Los estomas se abren a la luz y se cierran en la oscuridad, la fotosíntesis se efectúa en las células oclusivas (las cuales, a diferencia de otras células epidérmicas, poseen cloroplastos), de tal forma que la apertura estomática se afecta de las 3 siguientes maneras:

- 1.- La fotosíntesis reduce la concentración de CO_2 .
- 2.- Las sustancias osmóticamente activas, como los azúcares, son producidas en la fotosíntesis, lo cual coadyuva a abatir el potencial hídrico de las células oclusivas.
- 3.- La fotofosforilación podría suministrar el ATP necesario para conducir los bombeos transportadores de iones u otras sustancias al interior de las células oclusivas.

d).- Temperatura.- El incremento de temperatura acenúa la apertura de los estomas, mientras el agua no llegue a ser limitante. Esto parece ser un mecanismo protector contra el calentamiento, ya que la evaporación del agua transpirada ejerce un efecto refrescante.

Los demás factores que afectan a los estomas (como el viento) están generalmente relacionados a una combinación de los factores mencionados previamente.

Por otra parte, la calidad de un producto ha sido definida como el conjunto de aquellas características que diferencian unidades individuales de un producto y determinan el grado de aceptabilidad de cada unidad por el comprador. Como el arroz se consume en forma de grano entero por la mayor parte de la población mundial, la industria procesadora de arroz considera el máximo beneficio económico obtenible en aquellas variedades que le proporcionan alto rendimiento de grano entero pulido. Además es necesario

La pérdida total de agua por transpiración puede ser muy grande. Una planta puede perder entre 3 y 4 litros por día, - en condiciones de riego adecuadas. La pérdida de agua a través de la epidermis de la planta se llama transpiración cuticular. La cutícula posee una compleja estructura con poros -- que permiten la transferencia de vapor de agua, cerca del 5 a 10% de agua se pierde por ésta y cuando se han deshidratado - las células la cutícula superpuesta se torna menos permeable al agua (Devlin, 1976).

La mayor parte de la pérdida de agua que ocurre en las - plantas tiene lugar a través de los estomas de las hojas. Este proceso está bajo el control de la planta, aunque impuesto por las condiciones del medio.

El movimiento estomático (figura 1), se debe a que la - presión de turgencia dentro de la célula oclusiva aumenta, -- formándose un poro o abertura; conforme la célula adquiere -- turgidez tiende a expandirse en todas direcciones; en consecuencia, a medida que se alargan son forzadas a adquirir la - forma de plátano, porque las paredes engrosadas no pueden dilatarse. Cuando disminuye la presión de turgencia, las células oclusivas se tornan flácidas, las paredes engrosadas se - aproximan y los poros se cierran.

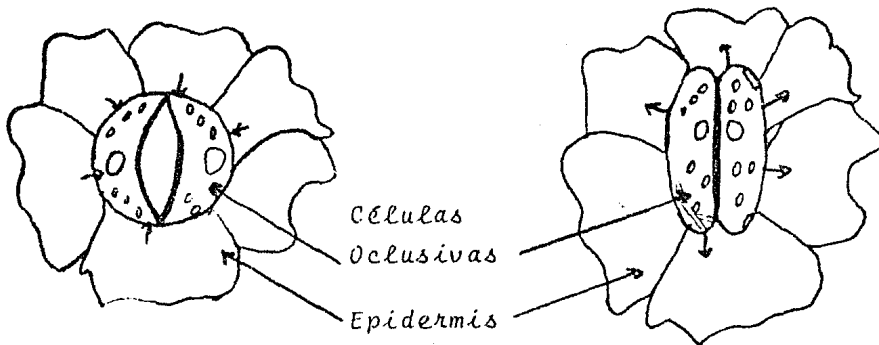


Fig. 1.- Diagrama de un estoma abierto (izquierda) y cerrado (derecha). Las flechas indican el Mov. del agua.

considerar que el arroz destinado al consumo directo debe -satisfacer los gustos del público, los cuales serán distintos según los países.

Cabe considerar que la calidad y el rendimiento se ven influidos marcadamente por la localidad (suelo y clima), -- por el medio ambiente en que se desarrolló el cultivo, las prácticas de campo seguidas, los procedimientos de secado, -almacenado y molienda, por lo cual, los atributos de calidad deben ser evaluados para cada caso particular considerando cual será su uso final (Barber, 1979). Dichos atributos serán distintos dependiendo del destino que se tenga -- considerado para el arroz a tratar, es decir, que se deben desarrollar variedades diferentes de arroz para diferentes procesos industriales como arroz sancochado, arroz enlatado, arroz inflado, arroz para cervrecita, Etc. Barber clasifica los atributos de calidad del arroz en varias categorías y -son las siguientes:

GRUPO I: Componentes	Físicos Químicos	{ Materias extrañas. Pureza de la variedad. Granos defectuosos. Granos quebrados. Granos sanos. { Humedad.
GRUPO II: Sensorial	{ Aspecto. Textura. Olor. Sabor.	
GRUPO III: De proceso	{ Molienda. Cocción. Arroces modificados. Productos de arroz. Conservación.	

GRUPO IV:	Valor Nutritivo	Calorías Nutrientes Tóxicos naturales y factores anticrecimiento.
	Nivel Sanitario	Contaminantes físicos Contaminantes químicos Insectos Microorganismos

En el Laboratorio de Calidad de Arroz del CIAMEC (Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central), para los efectos de selección en mejoramiento genético se evalúan las siguientes características:

Calidad Molinera	Humedad	
	Rendimiento de Descascarado	
	Rendimiento de Grano Entero	
	Rendimiento de Quebrado	
	Aspecto Físico de Grano	Forma Tamaño Translucidez Vesosidad
	Granos Indeseables	Rojos Manchados
Calidad Culinaria	Contenido de Amilosa	
	Consistencia de Gel	
	Reacción al Alkali	
	Prueba de Cocción	
Calidad Nutricional	Proteína	
	Otras	Lisina Almidón Azúcares reductores Fibra Cenizas Grasa

La calidad molinera es un concepto igual para todos - los que trabajan en el procesado del arroz, no así la cali dad culinaria y composición química que son variables de pendiendo de las costumbres de cada región ó país.

NUTRIMENTOS EN EL ARROZ

La composición en el arroz difiere con la variedad y la naturaleza del suelo, las condiciones ambientales y los fertilizantes que se apliquen (Juliano y colaboradores, - 1964).

El contenido de proteínas del arroz es bajo, aproximadamente de 4.8 a 14.3 (Juliano, 1966), en comparación con otros cereales, pero se tiene la ventaja de que las proteínas del arroz se asimilan con más facilidad gracias a su - secuencia de aminoácidos. Las proteínas son ricas en arginina, pero pobres en lisina y treonina.

Pécora y Hundley (1951) han demostrado que una dieta que contenga 90% de arroz pulido se mejora en forma notable al adicionarle lisina y treonina, aminoácidos que se - obtienen con el consumo de pescado, hecho que debe ser con siderado en la dieta de los que consumen arroz como elemen to básico.

La proteína del arroz pulido se integra de la siguien te manera: 5% de albumina (proteína soluble en agua); 10% de globulina (proteína soluble en soluciones salinas diluídas); más de 80% de glutelina (proteína soluble en álcali) y menos de 5% de prolamina (proteína soluble en alcohol), - (Juliano, 1966).

El factor 5.95 para convertir nitrógeno a proteína de arroz (Kjeldahl) está basado en el contenido de nitrógeno (16.8%) de la mayor proteína del arroz que es la glutelina.

El contenido de grasas del arroz es bajo y su mayor - parte se separa durante la molienda, quedando en el salva do.

Alrededor del 85% del grano de arroz está formado por carbohidratos, de los cuales, la mayoría se localiza en el endospermo (figura 2).

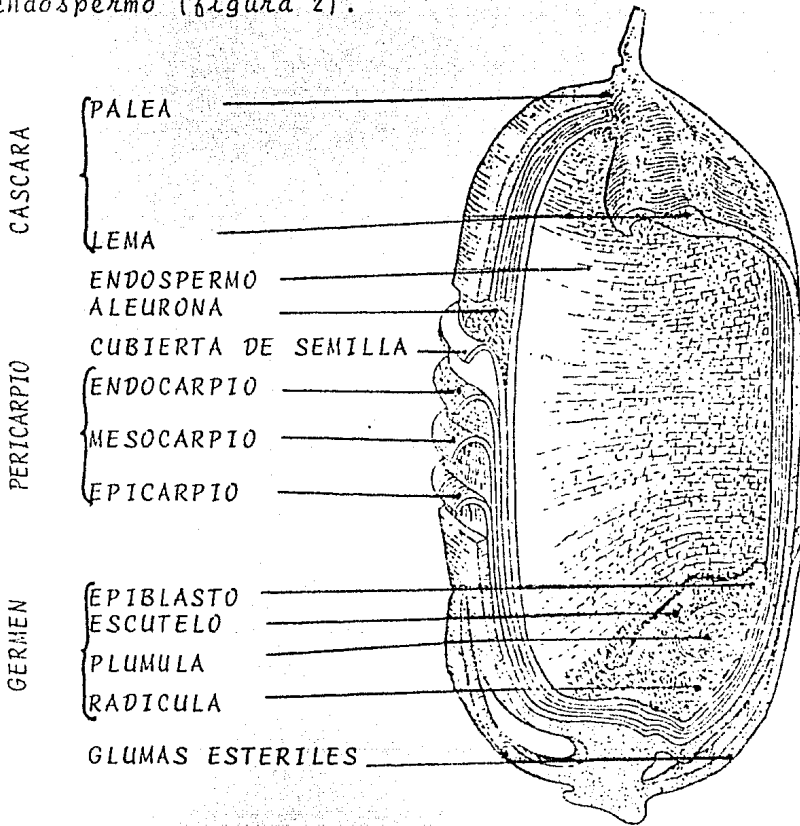


FIGURA No. 2 GRANO DE ARROZ

El contenido de almidón depende en gran parte de la actividad fotosintética después de la florescencia y se ve afectado principalmente por el clima, la variedad del suelo y las aplicaciones de nitrógeno (Grist, 1975).

MINERALES. Los requerimientos nutritivos de hierro en los seres humanos se estiman entre 10 y 15 mg diarios, pro

porcionando el arroz no más de 6 mg.

La proporción calcio / fósforo es desfavorable pues se presenta alrededor de 1:10 mientras que se considera como óptima una proporción de 1:2.

En general, los minerales se encuentran en mayor cantidad en el arroz descascarado y al pulirlo se quedan en el salvado.

VITAMINAS. El arroz descascarado tiene una elevada -- proporción de vitaminas "B", aunque es pobre en riboflavina y prácticamente carece de vitamina "C". El arroz es una buena fuente de ácido pantoténico y de piridoxina. La tiamina se localiza principalmente en el pericarpio aleurona y en el escutelo (figura 2). La cantidad de vitamina presente en el arroz descascarado se pierde con la molienda.

EFFECTOS DE LA MOLIENDA SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DEL ARROZ

La pérdida de nutrimentos que resulta de la molienda y pulimento del arroz es muy considerable. El grado de molienda y pulimento puede determinar la cantidad de nutrimentos que se pierde. En el germen y las capas exteriores del grano hay presentes cantidades mayores de proteínas, grasas, vitaminas y minerales, que en el endospermo amiláceo.

Grist, 1955 afirma que las pérdidas durante el pulido de arroz son de 29% de la proteína, 79% de la grasa, 84% del calcio, 67% del hierro, 76% de la tiamina, 56% de riboflavina y 63% de la niacina.

Otros parámetros que ocasionan pérdidas de nutrimentos son:

- a) Lavado excesivo del arroz antes de su cocimiento.
- b) Las malas condiciones de almacenamiento.
- c) El usar agua para su cocimiento y tirarla poste---

riormente.

- d) El cocimiento en vasijas abiertas con exceso de -- agua.
- e) Malas condiciones y tratamientos de la cosecha.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Considerando que en la actualidad no existen líneas de arroz de sequeña que contengan la alta calidad molinera y culinaria que posee el arroz de riego, es necesario buscar que tipo de componentes químicos, de los que constituyen el grano, pueden influir para obtener una calidad y un rendimiento semejante en ambos tipos de cultivo.

FUNDAMENTACION DEL TEMA

Cada día es más apremiante la necesidad de aumentar la producción de alimentos. En el mundo, alrededor de las tres cuartas partes del área cultivada no cuenta con sistemas de riego. Del arroz cultivado en Latinoamérica, aproximadamente el 75% corresponde al conocido como arroz de temporal y el 25% al arroz de riego.

El fenómeno de la sequía intraestival o "canícula", - suele presentarse anualmente en todas las áreas temporales del país y del mundo y su duración puede ser desde una semana, hasta un mes o más días. La sequía ocurre cuando se presenta una alteración directa o indirecta de la relación suelo-clima-planta, que se refleja en un déficit de humedad en los suelos y si éste fenómeno se presenta en el período de formación de los órganos florales o sea en las etapas vegetativas y/o reproductiva de la planta de arroz, la sequía abate más severamente la producción tanto en el campo como en la industria molinera o procesadora de arroz.

Entre el arroz de riego y de temporal no existen diferencias morfológicas, pero sí en el desarrollo de la planta y en el rendimiento tanto en el campo como en la industria. El principal factor que influye para que se presenten tales diferencias es la sequía.

OBJETIVOS

1.- Determinar cuantas y cuales son las diferencias existentes entre el arroz de sequía y el arroz de riego, tomando como base sus constituyentes.

2.- Determinar hasta que grado de yesosidad se puede obtener un alto rendimiento de grano entero.

3.- Determinar si el contenido de almidón es una variable entre el arroz de riego y el arroz con resistencia a sequía, en muestras con altos y bajos contenidos de amilosa.

4.- Determinar si el contenido de proteínas tiene relación entre arroz de sequía y el arroz de riego.

5.- Determinar cuales son las variedades de arroz de sequía cuya calidad se asemeja más a la calidad del arroz de riego.

HIPOTESIS

Tomando en cuenta la enorme importancia que adquiere actualmente la necesidad de implementar diversas formas de mejorar la calidad y el rendimiento de las cosechas de arroz de temporal, debido a la escasa infraestructura de riego con que se cuenta, se espera encontrar algunos resultados positivos que puedan contribuir a que el arroz de sequía alcance las mismas características de calidad y rendimiento que poseen las variedades actuales del arroz de riego.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Para el desarrollo del estudio se trabajó con 114 variedades de arroz con resistencia a sequía y 31 variedades de arroz para riego, provenientes de Zacatepec, Morelos - del ciclo verano 1984, a las cuales se le realizaron las siguientes determinaciones:

1.- a) Humedad en el grano con cáscara ya que altas o bajas humedades influyen en la obtención de alto rendimiento de grano entero pulido.

b) Humedad en harina con el fin de reportar en base seca.

2.- Descascarado

3.- Pulido

4.- Separación de granos

5.- Tipo de grano

6.- Translucidez

7.- Prueba alcalina

8.- Contenido de amilosa

9.- Consistencia de gel

10.- Prueba de cocción

11.- Contenido de proteínas

12.- Contenido de almidón, método colorimétrico y método de Sachasse.

El trabajo estadístico realizado consistió en un análisis de varianza para obtener la diferencia mínima significativa entre material con resistencia a sequía y material para riego.

HUMEDAD

El agua es el más simple de los constituyentes de los granos y de los alimentos, es de suma importancia su conte

nido para el productor, el consumidor y el industrial, ya que un mínimo exceso perjudica la calidad del alimento - (Winton y W. 1957). Los niveles máximos se señalan frecuentemente en las especificaciones comerciales.

El grano de arroz, para poder ser procesado en la mollienda, debe tener entre 11 y 14% de humedad, fuera de este rango provocaría la ruptura del grano al ser procesado.

Método: Para medir el contenido de agua se realizó el método directo en grano (SARH - INTA, 1979).

Material: Determinador de humedad para granos Steinlite, Modelo G, U.S.A.

PROCEDIMIENTO

Se obtienen 100 g de arroz con cáscara y se colocan en el compartimento del aparato Steinlite (medidor de humedad para granos), ver figura 3, el cual previamente se ha estandarizado por espacio de cuatro minutos. Se corre el botón de lectura hasta la letra en que la aguja se estacione, se toma la lectura correspondiente y el valor se lleva a las tablas que le corresponden para hacer correcciones en base a la temperatura del grano. Esta se determina dejando caer los 100 g de arroz a otro compartimento del aparato, el cual está provisto de un termómetro que indicará la temperatura del grano. Se reporta en porcentaje la humedad del arroz palay ó con cáscara.

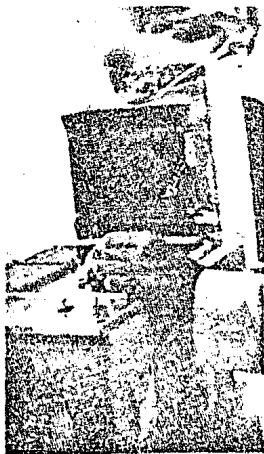


FIGURA No. 3 Determinador de humedad Steinlite.

DESCASCARADO

La cascarilla del arroz es muy áspera, no posee valor nutritivo debido a su elevado contenido silíceo y de fibra, por lo cual no es comestible (Winton y W. 1957).

La cascarilla se separa por fricción de rodillos usando un descascarador Mc. Gill, el cual tiene dos rodillos que giran a velocidad diferente, uno es de caucho y el otro de acero inoxidable. El aparato separa la cascarilla del arroz descascarado.

Método: Usual en la industria arrocera. (SARH - INIA, 1979)

Material: Descascarador de arroz Mc. Gill, U.S.A.

PROCEDIMIENTO:

Se pesan 200 g de arroz con cáscara, se enciende el aparato y se espera hasta el paso de la totalidad de los granos por los rodillos. - En caso de que no se descascare la totalidad de los granos, se repite la adición del arroz en el aparato y se pesa el arroz descascarado para hacer cálculos en tanto por ciento. Se consideran buenos los porcentajes de 78 a 80% de arroz descascarado, porcentajes más bajos indican la existencia de gran cantidad de granos vanos que por su poco peso se van con la cáscara.

PULIDO

Consiste en eliminar el salvado del arroz descascarado ya que no se puede aprovechar como alimento humano debido a que presenta una lipasa muy activa, enzima que hidroliza las grasas en glicerina y ácidos grasos. Luego, los ácidos grasos son oxidados por peroxidasas, produciendo compuestos de sabor rancio y desagradable, además de contener un elevado porcentaje de fibra (entre 10 y 14%) y la presencia de cenizas silíceas, parámetros que lo hacen indigerible por el hombre (Primo E., 1976).

Método: Usual en los laboratorios del IRRI y del INIA. (SARH, 1979)

Material: Pulidor Mc. Gill No. 2, U.S.A. (figura No. 4).

PROCEDIMIENTO:

El arroz descascarado se adiciona al pulidor Mc. Gill No. 2, se enciende el aparato y se deja pulir por espacio de 1 a 2 minutos. El pulido es por fricción grano con grano. El porcentaje de pulido total se considera bueno cuando es de 68 a 72% ya que porcentajes más bajos indican la presencia de granos quebrados o granos yesosos que se desmoronan al ser friccionados.

SEPARACION DE GRANOS:

Debido a la mejor aceptación del arroz entero por el público consumidor, se debe separar el arroz entero de las mitades y 3/4 partes de grano. Esto se logra usando placas de metal con orificios de diferentes tamaños (Zarandas).

Método: De Zarandas (SARH - INIA, 1979)

Material: Placas con orificios de diferente tamaño

PROCEDIMIENTO:

Colocar el arroz pulido en un extremo de la zaranda adecuada al tamaño del grano, hacer movimientos horizontales de ésta, estando un poco inclinada hasta que haya bajado totalmente el arroz pulido, recogiendo-lo en una superficie plana. En los orificios quedan los granos rotos, los cuales son retirados y se vuelve a colocar el arroz entero en la zaranda para obtener con mayor precisión granos enteros. Se selecciona llneas de arroz cuyo porcentaje de arroz entero sea de 55% en adelante (figura 5).

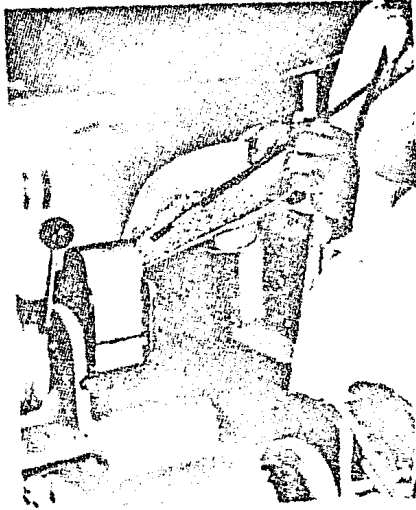


FIGURA No. 4 Pulido del arroz descascarado por fricción grano con grano. Muestras de 125 a 200 gr.

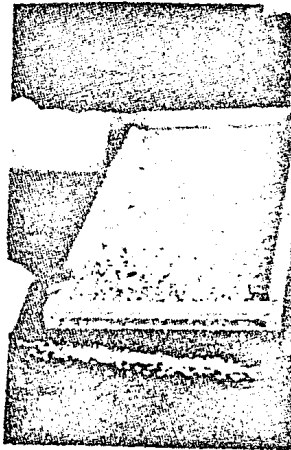


FIGURA No. 5 Separación de grano entero, medio y granillo

TIPO DE GRANO (LONGITUD Y FORMA DEL GRANO):

Esta prueba se realiza con el fin de tener otro parámetro más de aceptación de los granos de arroz por el público consumidor. En México son más aceptados los granos delgados y largos ó largos y medianos, aunque la forma del grano no tiene gran incidencia sobre las propiedades nutricionales del arroz.

Método: Manual. (SARH - INIA, 1979)

Material: Vernier

PROCEDIMIENTO:

Se toman 10 granos enteros y a cada uno se le mide con un vernier su longitud y se saca la media de esta medida longitudinal.

Posteriormente, se mide el ancho de cada uno de los diez granos con vernier y se saca la media del ancho, la cual es reportada en milímetros.

Una vez conocidos estos datos, se divide la longitud entre el ancho para proceder a clasificar los granos por forma.

L O N G I T U D

1.- Extra largo	mayor de 7.6 mm
2.- Largo	de 6.6 a 7.5 mm
3.- Medio	de 5.6 a 6.5 mm
4.- Corto	menor de 5.5 mm

FORMA DEL GRANO (Relación largo/ancho)

1.- Delgado	mayor de	3.0 mm
2.- Medio	de 2.1 a	3.0 mm
3.- Oblongo	de 1.1 a	2.0 mm
4.- Redondo	menor de	1.1 mm

La escala de clasificación que se utiliza en el laboratorio de calidad de arroz del I.N.I.A., es la misma que utiliza el I.R.R.I. (International Rice Research Institute) en su sistema de evaluación standard para el arroz.

TRANSLUCIDEZ:

Los granos vitreos ó translúcidos son preferidos por la industria arrocera, al contrario de los granos de tipo "ceroso", cuyo aspecto es totalmente opaco y no son aceptables.

Granos yesosos.- La yesosidad es un carácter indeseable para todas las formas de arroz, por su mal aspecto en la apariencia general del producto y principalmente, porque estos granos yesosos son frágiles y presentan un elevado riesgo de quebrarse durante la molienda.

Por la posición de la mancha blanca en el grano, el arroz se denomina: centro blanco, dorso blanco e inmaduro (con aspecto de yeso).

Los granos yesosos se presentan bajo condiciones ambientales y culturales desfavorables, asimismo, cuando el arroz es cosechado antes del tiempo adecuado. En algunas variedades, existe una tendencia genética para mancha blanca, la cual, en estos casos, es visible en todos los granos.

PROCEDIMIENTO:

Se pesan 10 g de arroz en una charola plana de 10 cm de diámetro y se extiende el arroz en toda la superficie para observar la cantidad de arroz yesoso ó manchado. El reporte de grano manchado se hacen en porcentaje, tomando como 100% el diámetro de la charola aunque cabe aclarar que esta determinación es subjetiva.



FIGURA No. 6 Diferentes formas de reacción de los granos de almidón en solución alcalina.

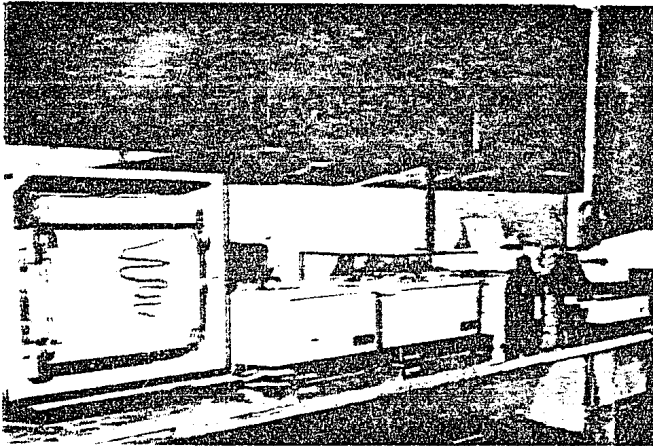


FIGURA No. 7 Autocalizador Technico II, para determinación de amilosa.

INTERMEDIA, 69 - 73°C.

- 3.- Grano hinchado con ligera dispersión alrededor.
- 4.- Grano hinchado con dispersión completa.
- 5.- Grano segmentado ó abierto con amplia dispersión alrededor.

BAJA, entre 63 y 68°C.

- 6.- Grano desintegrado y emergiendo con la dispersión.
- 7.- Grano completamente desintegrado y solución clara.

CONTENIDO DE AMILOSA

El almidón está formado por una fracción soluble en agua llamada amilosa y por una insoluble denominada amilopectina. Ambas fracciones son carbohidratos de elevado peso molecular (Morrison, 1976). La amilosa está compuesta -- por cadenas lineales de moléculas de glucosa dispuestas en hélice. Su contenido en una muestra de arroz determina la calidad del mismo en cuanto a su cohesividad, textura y brillo una vez cocinado.

Los acomodamientos moleculares de ambas fracciones hacen que las características de cocción sean variables. Generalmente se tiene:

- 1.- Arroces con alto contenido de amilosa suelen dar granos cocidos, - secos y duros al enfriarse.
- 2.- Arroces con bajo contenido de amilosa presentan granos húmedos, - más ó menos pegajosos.
- 3.- Arroces con intermedio contenido de amilosa proporcionan granos se parados, húmedos y tiernos que no se endurecen al enfriarse.

Método: Colorimétrico simplificado para autoanalizador II (Sampler IV, 1972).

Material: Autoanalizador II Técnica, (figura No. 7), balanza analítica, molino UDY (malla 100), matraces aforados de 100 ml, pizeta, pipetas graduadas de 1 y 10 ml, baño maría y/o refrigerador, matraces aforados de 1000 ml.

Reactivos: 1.- Alcohol etílico al 95%

2.- Hidróxido de Sodio (NaOH) 1N.

Preparación: Se disuelven 40.0 g de NaOH en aproximadamente 500 ml de agua destilada y se diluye a un litro, se adiciona 1 ml de tritón X-405 y se mezcla vigorosamente.

3.- Hidróxido de Sodio (NaOH) 0.005 N.

Preparación: Se obtienen con pipeta 5.0 ml de NaOH 1N en un matraz volumétrico de 1,000.0 ml, se diluye a el volumen con agua destilada y se mezcla.

4.- Solución de Iodo - Ioduro de Potasio (stock).

Preparación: Se disuelve 2.0 g de Ioduro de Potasio en 50 ml de agua destilada, se acicionan 0.2 g de Iodo, se mezcla y se afora a 100 ml.

5.- Solución stock de ácido acético 1N.

Preparación: Se adicionan 57.5 ml de ácido acético a un matraz aforado de 1,000.0 ml que contenga 600 ml de agua destilada, se mezcla y afora a 1,000.0 ml.

6.- Solución Ioduro / Acético (se prepara antes de usar).

Preparación: Se adicionan 25 ml de la solución stock de Iodo y 25 ml de la solución stock de ácido acético en aproximadamente 600 ml de agua destilada. Se mezcla y afora a 1,000.0 ml, se agrega 1 ml de tritón X-405 y se mezcla vigorosamente.

7.- Solución ácida neutralizadora.

Preparación: Se disuelven 5.6 g de ácido cítrico en aproximadamente 600 ml de agua destilada y se agregan 5.0 ml de ácido acético. Se mezcla y se afora a 1,000.0 ml, se adiciona 1 ml de tritón X-405 para proceder a mezclar vigorosamente.

8.- Agua destilada con tritón.

Preparación: Se agrega 1 ml de tritón X-405 a 1,000.0 ml de agua destilada y se mezcla vigorosamente.

9.- Amilosa patrón.

PROCEDIMIENTO:

El grano de arroz pulido es triturado en un molino UDY y pasado por una malla 100.

Posteriormente, se obtienen 100 mg de harina por duplicado en un matraz aforado de 100 ml, se agrega 1 ml de etanol al 95% y 9 ml de hidróxido de sodio 1 N (NaOH) y se dejan reposar las muestras durante 18 horas a una tem-

peratura de 4°C. para que gelatinice el almidón (se puede gelatinizar calentando por 10 minutos las muestras en baño maría hirviente), se añora a 100 ml. con agua destilada (figura No. 8).

En el Technicon.- Previamente se debe revisar que el colorímetro - tenga los filtros y las posiciones exigidas por el método. Igualmente, - debe verificarse que la cantidad de papel sea suficiente, así como la - tinta, los reactivos y el agua.

Una vez asegurados de que el aparato cuenta con todos los implemen- tos necesarios para su buen funcionamiento, se encienden todos los módu- los con excepción del muestreador y el papel del registrador. Posterior- mente se empieza a bombear agua. También se empieza a bombear reactivos dejándolos durante 15 minutos para estabilizar la línea base. Se puede - aprovechar el transcurso de estos 15 minutos para verificar conecciones, evitar fugas, burbujas y colocar la aguja de toma de muestra, la cual de- berá estar tomando sosa 0.005 N en la posición de lavado. A continuación se checa la temperatura, y se pone a trabajar el papel del registrador. En el colorímetro, se gira el selector a la posición "Zero" (con el ajus te de desarmador) hasta que la pluma del graficador indique cero sobre el papel. Después de conseguir lo anterior, nuevamente se gira el selec- tor, ahora hasta la posición "Full Scale".

En el colorímetro, se ajusta el Full Scale (ajuste de desarmador), - hasta que la pluma del graficador marque 100. También en el colorímetro, se debe girar el control "Base Line" a su punto medio (5 vueltas a par- tir de cualquiera de sus dos extremos) y posteriormente, se gira el se- lector del colorímetro a su posición normal.

Con el control del diafragma "B", se acerca la pluma del registrador lo más próximo posible a cero y se gira el selector del colorímetro al - amortiguamiento apropiado (Damp) según la experiencia. En el colorímetro se ajusta el control "Base Line" para obtener cero en el registrador.

En el muestreador se ponen las capas en el plato de la siguiente ma- nera: En la posición 1 poner un blanco; en las posiciones 2 y 3 se pone un testigo (Sinaloa A-80 a y b); en la posición 4 se pone blanco; en las 5 y 6 se pone testigo (Cárdenas A-8- a y b); en la posición 7 se pone -- blanco. Posteriormente se llena el resto con las muestras que van a ser analizadas. Para hacer ajustes se recomienda poner un blanco cada 20 - muestras.

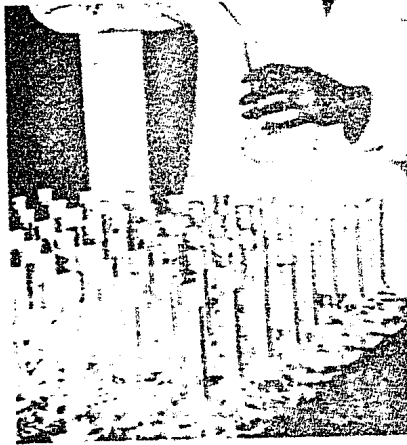


FIGURA No. 8 Preparación de las muestras para determinación de amilosa.

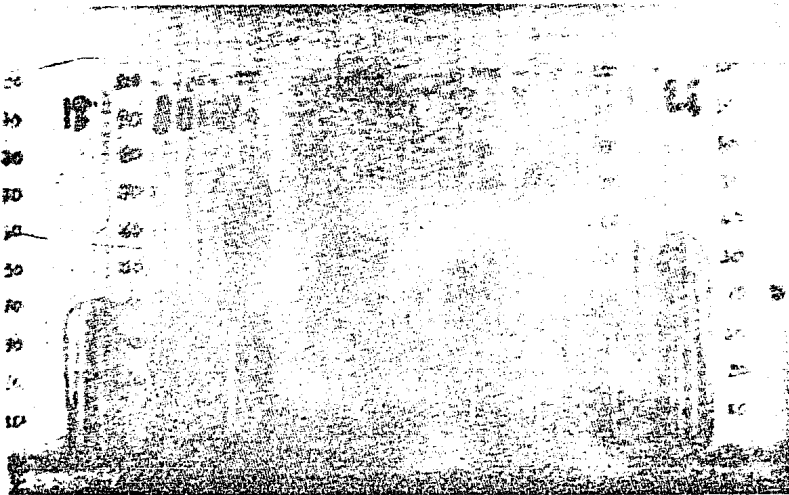


FIGURA No. 9 Diferentes tipos de consistencia de gel.

Para continuar, se procede a encender el muestreador y se oprime el botón Sample Hold durante 90 segundos y al cabo de este tiempo se vuelve a oprimir para que quede apagado y el muestreador continúe trabajando a su ritmo normal.

Cuando la cima de la curva del primer testigo llega a registrarse en el impresor digital, se procede a ajustar en el colorímetro con el botón marcado con las letras STD CAL, hasta que el medidor de concentraciones nos indique el valor de la concentración de esa muestra en el canal correspondiente. Después se debe verificar que el papel del registro (cuya velocidad es de 1 pulgada /minuto) continúe en el mismo nivel ó altura.

Para hacer los cálculos de amilosa, se efectúan las siguientes operaciones: A la lectura de la gráfica (en cada muestra), se le resta el blanco, se multiplica por el porcentaje de ajuste (25.6) y se divide entre la lectura del ajuste (64).

Procedimiento para apagar el autoanalizador una vez que se terminó de operarlo:

- 1.- Se ponen todas las mangueras de reactivos en agua destilada.
- 2.- Después de 15 minutos de lavado, se apagan todos los módulos.
- 3.- Se quita la platina de la bomba y se pone al revés encima de la misma bomba.
- 4.- Se procede a desconectar todo el sistema.

CONSISTENCIA DE GEL

La consistencia de gel, es la textura de la pasta fría por el efecto combinado de los dos constituyentes que componen el almidón (amilosa y amilopectina), esta prueba puede seleccionar materiales con el mismo contenido de amilosa, pero diferente calidad culinaria.

Método: Cagampang, G, 1973

Material: Molino UDY, agitador Vortex, balanza analítica, baño maría, gradillas, pipetas de 1 y 10 ml, matraz aforado de 100 ml, tubos de ensayo de 13 x 100 mm, reloj - alarma.

Reactivos: 1.- Alcohol etílico.
2.- Azul de timol 0.025%

Preparación: Pese 0.25 g de azul de timol, colóquelos en un matraz aforado de 100 ml, adicione 50 ml de alcohol etílico y agite para su disolución, - afore a 100 ml con alcohol.

3.- Hidróxido de Potasio 0.1 N.

PROCEDIMIENTO:

Pesar 100 mg exactamente y por duplicado, de harina de arroz pulido pasado por malla 100, en tubos pyrex de 13 x 100 mm, añadir 0.2 ml de azul de timol y 2 ml de hidróxido de potasio 0.1 N, agitar, colocar los tubos en vigoroso baño maría durante 8 min., sacar y dejar en reposo durante 5 min. Colocar sobre hielo durante 15 min., y luego sobre papel milimétrico en forma horizontal, hacer lecturas a los 60 min., reportar en milímetros (mm) Figura No. 9.

En cada gradilla colocar testigos correspondientes a gel blando, duro e intermedio.

Después de hacer la lectura en mm se procede a clasificar de acuerdo a la siguiente escala:

ESCALA

TIPO DE CONSISTENCIA

26 - 35 mm	Dura
36 - 40 mm	Media / dura
41 - 60 mm	Media o intermedia
61 - 80 mm	Blando
81 - 100 mm	Suave

Se prefiere seleccionar material de consistencia suave, que se refiere a granos blandos después de la cocción.

PRUEBA DE COCCION

En esta prueba se evalúa la textura y pegajocidad del grano cocido. No existe método normalizado para evaluar la calidad de cocción ya que hay diferentes métodos para cocinarlo y varían según las costumbres de la población. Así, en Oriente, se prefiere el arroz con granos adherentes en cocción, en tanto que Occidente opta por el arroz suelto, de textura suave y homogénea, sin dureza del núcleo ni pegajocidad de la superficie. En general, las variedades cortas suelen ser adherentes. La adherencia del grano en la cocción está relacionada con el tipo de almidón del grano y con la proporción de proteínas en la superficie.

Método: Simple con exceso de agua hirviendo (SARH -- INIA, 1979).

Material: Placa eléctrica, balanza granataria, vasos-pyrex de 150 ml, reloj alarma.

Reactivos: Agua destilada.

PROCEDIMIENTO:

Pesar 10 g de arroz pulido y vaciarlos en 80 ml de agua hirviendo, agitar y bajar el calor para permitir una

ebullición suave por 28 min. (Figura No. 10). Dejar enfriar y calificar de acuerdo a la siguiente clasificación:

CLASIFICACION	COHESION	COCCION
Bueno	Granos bien separados	No cocido
Mediano	Granos parcialmente separados.	Ligeramente -- falta de cocimiento.
Malo	Granos pegajosos ó pastosos.	Pasados de cocimiento.

CONTENIDO DE PROTEINAS

El contenido de aminoácidos del arroz se compara favorablemente con el de otros cereales y la digestibilidad de sus proteínas es elevada pues alcanza el 96.5% en el grano entero y 98% en grano pulido (Grist, 1982).

Un incremento en el contenido de proteínas a través del mejoramiento genético, significaría un gran aporte en la dieta de la población del mundo que basa su alimentación en el arroz (IRRI, 1978) y sería todavía de mayor trascendencia en el cultivo de arroz de temporal, si este incremento proteínico del grano se combinara con un incremento de resistencia a la sequía en la planta.

Método: Macro Kjeldahl (SARH - INIA, 1979).

Material: Balanza analítica, digestor y destilador Kjeldahl, bureta automática de 500 ml , -
matraces Erlenmeyer de 250 ml , probetas de 25, 100 y 250 ml , licuadora.



FIGURA No. 10 Prueba simple de cocción con exceso de agua hirviendo.

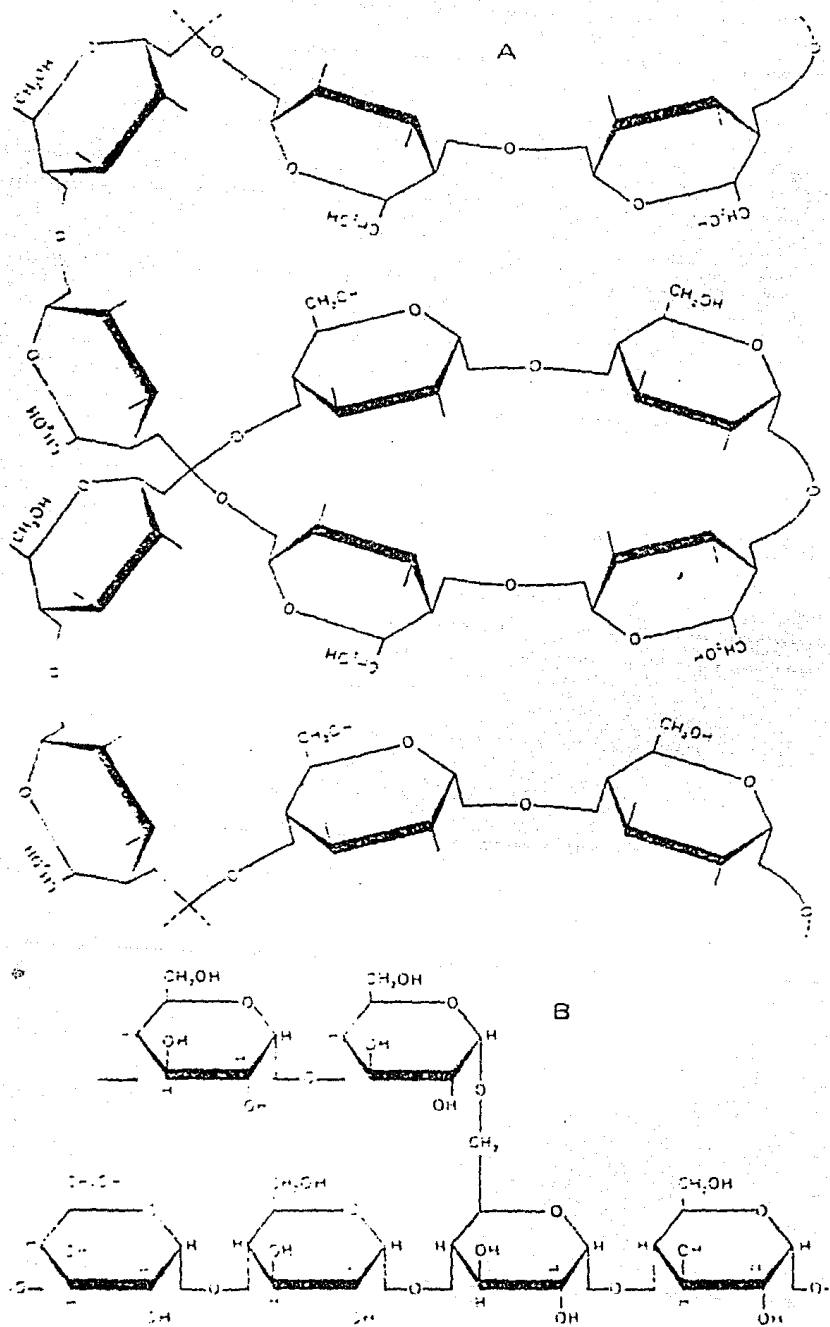


FIGURA No. 11 Estructura molecular de las fracciones del almidón (A= amilosa; B= amilopectina).

- Reactivos:
- 1.- Acido sulfúrico de 93-96%, libre de Nitratos.
 - 2.- Catalizador.
Preparación: Mezclar 990 g de sulfato de potasio, 41 g de óxido de mercurio y 8 g de sulfato de cobre. Transferir la mezcla a una licuadora para pulverizarlo durante 5 minutos.
 - 3.- Solución concentrada de Hidróxido de Sodio (NaOH) y Tiosulfato de Sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) al 50%.
Preparación: Pesar 2,250 g de NaOH y 140 g de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ en un matraz de bola de 8 lts, adicionarle 2 lts de agua destilada al matraz y sumergirlo en agua fría agitando constantemente, completar a 5 lts con agua destilada.
 - 4.- Acido clorhídrico 0.1 N.
 - 5.- Acido bórico al 4%
Preparación: Pesar 120 g de ácido bórico, adicionarle 30 ml de indicador y 3 lts de agua destilada, agitar hasta que la solución esté transparente.
 - 6.- Granalla de Zinc (20 mallas).
 - 7.- Indicador verde de Bromo Cresol - Rojo de metilo.
Preparación: Pesar 500 mg de verde de bromo cresol y disolverlos en 250 ml de alcohol etílico. Se disuelven 100 mg de rojo de metilo en 50 mg de alcohol etílico. Se mezclan las dos soluciones y se guardan en frasco obscuro.
 - 8.- Alcohol etílico.

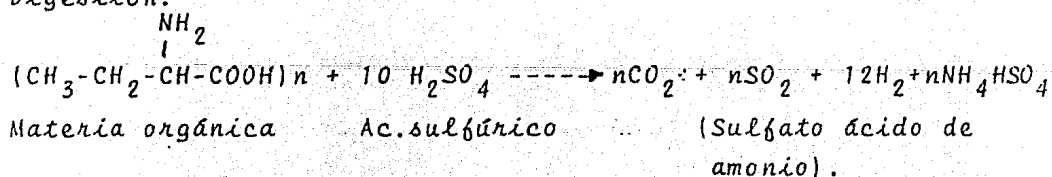
PROCEDIMIENTO:

Pesar por duplicado y cuidadosamente 1.0 g de arroz pulido previamente pulverizado, transferirlo a un matraz - Kjeldahl de 500 ml, agregar 10 g de catalizador y 22 ml de ácido sulfúrico concentrado, se pone a digerir durante 50 ó 60 minutos hasta que esté clara la solución. Se deja enfriar y se diluye con 250 ml de agua destilada, agregar de 5 a 8 piedras de granalla de Zinc, verter cuidadosamente por las paredes del matraz 80 ml. de hidróxido de sodio al 50% y se pone a destilar, se recibe el destilado en 50 ml de ácido bórico al 4%. Recibir 200 ml de destilado y titular con ácido clorhídrico 0.1 N hasta cambio de color (azul a ligeramente rosa) de la solución del destilado.

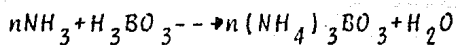
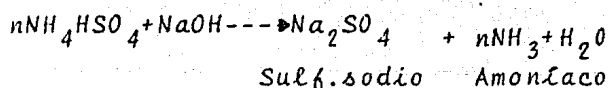
Colocar en cada serie de 12 muestras un blanco y un - testigo de arroz. El contenido proteínico del arroz se reporta en porcentaje (normalmente fluctúa entre 4.8 y 15%).

En todo este proceso se efectúan 3 reacciones químicas que son las siguientes:

Digestión.

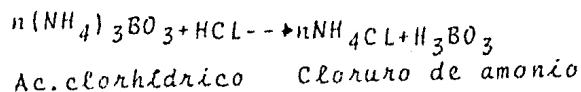


Destilación.



Ac. bórico Borato de amonio

Titulación.



El cálculo del porcentaje de proteína en el grano de arroz, se hizo a través de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Proteína} = \frac{(G-B) F}{P} \quad \text{en donde:}$$

G= ml de HCL gastados en el problema.

B= ml de HCL gastados en el blanco.

P= Peso de la muestra.

F= Factor de conversión del arroz = $N \times 0.014 \times 5.95 \times 100$

0.014 mliequivalentes -
del nitrógeno.

5.95 factor del arroz -
para proteína.

N= Normalidad del HCL

CONTENIDO DE ALMIDON

El almidón es un polímero formado por moléculas de glucosa encadenadas en forma lineal (amilosa) o en forma ramificada (amilopectina), Figura No. 11. Las largas cadenas lineales de amilosa pueden entrecruzarse formando geles fuertes, mientras que las moléculas más esféricas de amilopectina dan soluciones viscosas.

En el arroz el almidón es el componente más abundante y la variación en cuanto al contenido total no suele ser grande, se encuentra en forma de gránulos arreglados en dirección radial formando una mezcla cristalina de amilosa y amilopectina como se ilustra en la Figura No. 12.

En ciertas variedades de arroz llamado "WAXY" los gránulos de almidón enteramente están formados por amilopectina, esto se debe a caracteres hereditarios por un gen recesivo.

Método: Colorimétrico

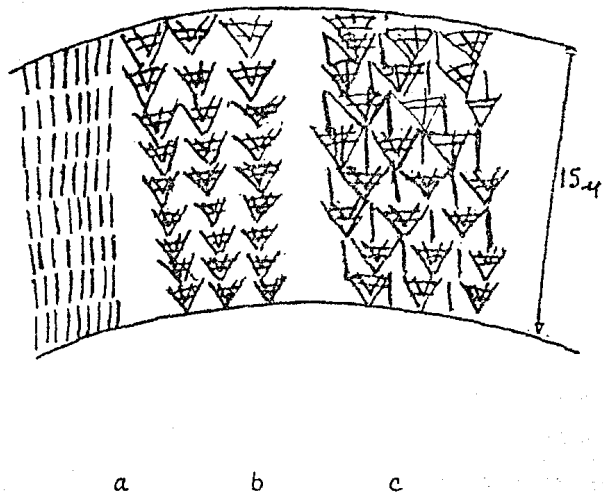


FIGURA No. 12.- Orientación radial de los finos gránulos de almidón, detectada por difracción de rayos X.

a = amilosa; b = amilopectina; c = mezcla de amilosa y amilopectina (Frey - - Wyssling, 1953, citado por Bonner James, 1965).

Material: Tubos de 15 ml, centrífuga, pipetas graduadas de 1, 5 y 10 ml, gradillas, balanza analítica, agitador Vortex, matraces aforados de 100 ml.

Reactivos: 1.- Acido perclórico.

Preparación: Se agregan 300 ml de ácido perclórico de 70-72% a 224 ml de agua destilada y se mezcla.

2.- Solución de yodo-yoduro de potasio.

Preparación: Se disuelven 20 g de yoduro de potasio en 20 ml de agua destilada, se añaden 2 g de yodo y se diluye a un litro con agua destilada.

3.- Almidón Std.

PROCEDIMIENTO:

Preparación de la curva de calibración.

Se disuelven 0.1 g de almidón, previamente secado a 80 grados centígrados durante una hora, en 10 ml de solución de ácido perclórico, se mezcla para disolver y se deja reposar 10 min. se diluye a 100 ml con agua destilada. Se toman alicuotas de: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 ml de esta solución y se transfieren a matraces aforados de 100 ml, que contienen 0.5 ml de solución de ácido perclórico, aforándolos con agua destilada. Estas soluciones tendrán: 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 y 120 mg/ml de almidón respectivamente.

Se toman 5 ml de cada una de estas soluciones, se agregan 4.5 ml de agua destilada y 0.5 ml de solución de yodo-yoduro de potasio y se mezcla, la concentración final de almidón de estas soluciones será: 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550 y 600 μ g de almidón en 10 ml. Después de 20 min. se lee absorbencia a 600nm en el espectrofotómetro.

Se construye la curva de calibración y se calculan los mg de almidón correspondientes a una unidad de absorbencia (F). Gráfica No. 1.

(Mg) de almidón	absorbencia	
150	0.2	
200	0.27	F= <u>concentración de almidón</u>
250	0.335	absorbencia
300	0.41	
350	0.49	F= <u>3750</u>
400	0.54	5.065
450	0.60	F= 740.37
500	0.66	
550	0.74	
600	0.82	

DETERMINACION DE ALMIDON EN LAS MUESTRAS

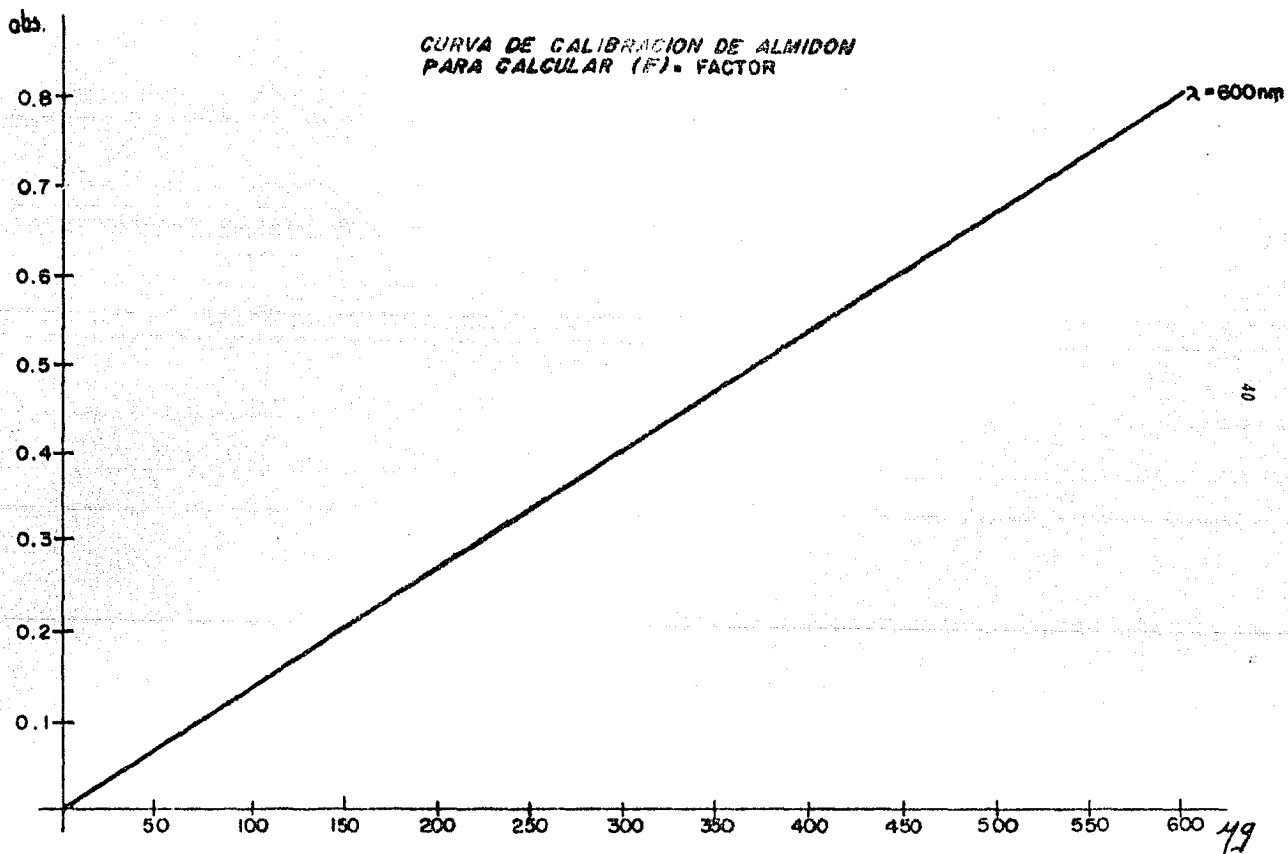
Se pesan 50 mg de harina de arroz pulido por duplicado, se transfieren a tubos de centrifuga y se agregan 5 ml de solución de ácido perclórico para dejarlo 10 minutos en reposo. Posteriormente se le agregan 5 ml de agua destilada y se agitan. Después se centrifuga durante 20 minutos a una velocidad de 15,000 rpm. Se transfiere una alícuota -- (0.1 ml) del sobrenadante en tubos de ensaye de 15 ml se añaden 9.4 ml de agua destilada y 0.5 ml de solución de yodo/yoduro de potasio para desarrollar color, se mezcla y después de 20 minutos se lee absorbencia a 600 nanómetros -- para proceder a reportar el porcentaje de almidón presente en la muestra.

La fórmula para calcular el contenido de almidón es la siguiente:

$$\% \text{ de almidón} = \frac{F (FD) (A) (100)}{\text{Peso de muestra} \times 10} \quad \text{en donde:}$$

GRAFICA # 1

CURVA DE CALIBRACION DE ALMIDON
PARA CALCULAR (F) FACTOR



F= Factor (anteriormente explicado)

FD= Factor de dilución.

A= Absorbencia de la solución problema.

DETERMINACION DE ALMIDON:

Método: Sachasse.

Material: Matraces aforados de 100 ml placa de agitación y calentamiento, bureta de 50 ml, pinzas para bureta, soporte universal, matraces Erlenmeyer, balanza analítica, probetas de 25 ml barra magnética.

Reactivos: 1.- Acido clorhídrico.

2.- Hidróxido de sodio.

3.- Reactivo de Benedict.

Preparación: Se disuelven 16 g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ en 125 ml de agua, se disuelven 150 g de citrato de sodio en 650 ml de agua caliente se le agregan 130 g de carbonato de sodio y se disuelve. Se añaden 10 g carbonato ácido de sodio y se disuelve, se enfría y se le agrega la solución de sulfato de cobre pentahidratado agitando. Posteriormente se completa hasta 1 litro.

4.- Azul de metileno al 1% en alcohol etílico.

5.- Sacarosa estándar.

6.- Acido cítrico.

7.- Carbonato de sodio anhidro.

8.- Fenoftaleína al 1% en mezcla 1:1 de alcohol etílico y agua destilada.

PROCEDIMIENTO:

Pesar 2 g de harina de arroz pulido en matraz afora-

do de 100 ml, añadir 20ml de ácido clorhídrico y calentar en baño de agua durante 3 horas, dejar que se enfríe, neutralizar con el hidróxido de sodio, llevar al aforo con agua destilada, mezclar y filtrar. En el filtrado se determinan azúcares por el método de Benedict.

Método de Benedict: Colocar en un matraz Erlenmeyer 20 ml de la solución a determinar almidón, añadir una gota de ácido clorhídrico concentrado, 30 ml de agua y 5 g de ácido clátrico, hervir durante 10 minutos, dejar enfriar y adicionar una gota de fenoftaleína, neutralizar con hidróxido de sodio hasta el primer color rosado. Transferir a un matraz volumétrico de 100 ml y aforar (este procedimiento se puede sustituir por el efectuado anteriormente en el método de Sa chasse).

Agregar con una pipeta 26 ml de reactivo de Benedict a un matraz de 250 ml, 4 g de carbonato de sodio anhidro y la barra magnética, hervir vigorosamente durante la titulación. Añadir 0.5 ml de solución de almidón cada 10 seg., adiccionar 2 gotas de azul de metileno cuando el color azul sea casi eliminado. Terminar la titulación con una gota de solución de almidón cada 15 seg. hasta que la mezcla esté sin color o en el momento de que aparezca un precipitado rojo la drillo en el fondo del matraz.

CALCULOS:

$$\% \text{ de almidón} = \frac{\text{g de glucosa} \times 100 \times 200}{a \times 2}$$

a = ml de solución empleados para reducir el Benedict.

DETERMINACION DE HUMEDAD EN LA HARINA.

Uno de los componentes más abundantes y que casi siempre está presente en los alimentos, es el agua.

El agua puede estar libre, en forma de hidratos, de geles o absorbida en la superficie de los sólidos. En la hari

na de arroz el agua se determina con el fin de reportar en base seca.

Método: Diferencia de peso

Material: Cajas metálicas, desecador, estufa, balanza analítica, pinzas, reloj alarma.

PROCEDIMIENTO:

Las cajas se ponen a peso constante en estufa a 130°C durante una hora. Se sacan de la estufa, se colocan en desecador - hasta que se enfríen y se pesan con su tapa, se les adiciona 2 gr. de harina de arroz pulido; se colocan nuevamente en estufa a 130°C por 60 min.

Transcurrido el tiempo se sacan las cajas colocandolas en desecador para que se enfríen y se pesen.

La determinación de humedad se hace mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{(A - B) 100}{C}$$

A= Peso de la caja más muestra húmeda.

B= Peso de la caja más muestra seca.

C= Peso de la muestra.

El valor obtenido del % de humedad se usó para reportar - en base seca como sigue:

$$\text{Muestra base seca} = \frac{\text{Muestra base húmeda} \times 100}{(100 - \% \text{ de humedad})}$$

RESULTADOS OBTENIDOS.

A continuación, se reportan los resultados obtenidos durante el presente estudio. Dichos resultados se presentan en forma de cuadros que facilitan la comparación entre las diferentes líneas de arroz analizadas.

CUADRO No. 3.- RESULTADOS DE ANALISIS DE CALIDAD MOLINERA DE 114 LINEAS DE ARROZ CON RESISTENCIA A SEQUIA DEL CICLO VERANO-64, PROCEDENTES DE ZACATEPEC, MOR.

NOMENCLATURA	HUMEDAD	ARROZ	ARROZ	ARROZ	ARROZ	LARGO	FORMA	YESOSIDAD	MANCHADO
	DEL GRA NO.	DESCAS CARADO	PULIDO	ENTERO	QUE - BRADO			%	%
	%	%	%	%	%				
GA 4118	11.2	81.0	75.0	65.0	8.0	M	M	80.0	1.0
GA 4107	11.3	75.0	66.0	56.0	10.0	L	M	40.0	1.0
GA 4165	11.5	76.0	70.0	55.0	15.0	M	M	35.0	
GA 4147	11.9	80.0	72.0	68.0	4.0	M	M	5.0	1.0
CA 780049	13.2	80.0	70.0	55.0	15.0	L	M	80.0	1.0
GA 3282	11.8	81.0	73.0	67.0	6.0	M	M	95.0	1.0
GA 4144	11.6	80.0	72.0	61.0	11.0	M	M	30.0	1.0
GA 4154	6.6	79.0	70.0	62.0	8.0	L	M	30.0	1.0
GA 4145	11.5	80.0	72.0	60.0	12.0	M	M	40.0	
GA 4113	10.7	78.0	69.0	62.0	7.0	L	D	100.0	1.0
GA 4156	11.8	80.0	60.0	65.0	5.0	M	M	2.0	st
GA 4163	11.6	80.0	70.0	57.0	13.0	M	M	35.0	1.0
GA 4149	12.1	80.0	72.0	65.0	7.0	M	M	15.0	1.0
CA 4142	11.9	78.0	68.0	57.0	11.0	M	M	20.0	1.0
CA 780233	11.8	78.0	72.0	50.0	22.0	M	M	45.0	
GA 4247	11.5	79.0	73.0	68.0	5.0	M	M	95.0	
GA 4151	11.6	80.0	72.0	60.0	12.0	L	D	30.0	1.0
GA 4227	11.6	79.0	75.0	68.0	5.0	M	M	45.0	
GA 4187	11.8	80.0	72.0	63.0	9.0	M	M	45.0	1.0
GA 4120	11.5	80.0	72.0	67.0	5.0	L	D	10.0	1.0
GA 4141	11.8	80.0	72.0	65.0	7.0	M	M	5.0	
GA 3283	11.9	80.0	70.0	60.0	10.0	M	M	95.0	2.0
GA 4106	11.6	79.0	71.0	66.0	5.0	L	D	10.0	
GA 4143	11.9	80.0	72.0	65.0	7.0	M	M	45.0	
GA 4155	11.6	78.0	69.0	56.0	13.0	M	M	65.0	2.0
GA 4202	11.8	80.0	72.0	65.0	7.0	ExL	M	25.0	
CA 780226	11.9	80.0	82.0	70.0	2.0	C	O	75.0	1.0
GA 4146	12.1	83.0	75.0	64.0	9.0	M	M	20.0	
GA 4095	11.8	79.0	71.0	58.0	13.0	M	M	5.0	1.0
GA 4170	12.1	80.0	70.0	57.0	13.0	M	M	20.0	
GA 4150	11.8	80.0	72.0	65.0	7.0	L	M	25.0	
GA 4152	11.9	79.0	72.0	63.0	9.0	L	M	5.0	1.0

NOMENCLATURA	HUMEDAD	ARROZ DESCAS CARADO	ARROZ PULIDO	ARROZ ENTERO	ARROZ QUE - BRADO	LARGO	FORMA	YESOSIDAD	MANCHADO
	%	%	%	%	%			%	%
GA 4153	11.9	80.0	72.0	62.0	10.0	M	M	15.0	
GA 4116	12.1	79.0	73.0	63.0	10.0	L	M	5.0	
GA 4186	11.2	78.0	70.0	57.0	13.0	L	M	35.0	1.0
GA 4110	11.8	80.0	72.0	65.0	7.0	M	M	20.0	1.0
GA 4169	11.8	78.0	69.0	44.0	25.0	M	M	95.0	1.0
CA 780242	11.2	80.0	72.0	70.0	2.0	C	O	70.0	1.0
GA 3285	11.5	79.0	72.0	63.0	9.0	M	M	95.0	
GA 4185	11.5	79.0	70.0	53.0	17.0	M	M	40.0	
GA 4109	11.9	80.0	72.0	67.0	5.0	M	M	3.0	1.0
CA 780006	11.6	80.0	72.0	63.0	9.0	M	M	20.0	
CA 780295	11.8	80.0	72.0	65.0	7.0	M	M	95.0	1.0
CA 780254	11.9	80.0	72.0	55.0	17.0	L	M	45.0	1.0
GA 7800	11.8	80.0	72.0	67.0	5.0	L	M	10.0	1.0
GA 4115	11.5	80.0	72.0	50.0	22.0	M	M	30.0	
CA 780325	12.2	80.0	72.0	70.0	2.0	L	M	45.0	
GA 4142	11.5	80.0	72.0	65.0	7.0	L	M	20.0	
CA 790058	11.8	80.0	72.0	70.0	2.0	M	M	45.0	
GA 4128	10.5	80.0	72.0	62.0	10.0	L	M	15.0	
GA 3286	12.1	79.0	71.0	58.0	13.0	M	M	80.0	2.0
GA 3290	11.5	80.0	72.0	40.0	32.0	M	M	10.0	
GA 4180	11.2	80.0	72.0	55.0	17.0	L	M	5.0	
GA 4196	11.5	80.0	72.0	47.0	35.0	L	M	30.0	
GA 4140	11.8	80.0	72.0	55.0	17.0	M	M	20.0	
GA 4121	11.7	80.0	70.0	40.0	30.0	L	M	35.0	
GA 4208	11.7	80.0	70.0	40.0	30.0	M	M	35.0	
GA 3289	11.7	80.0	72.0	55.0	17.0	L	M	5.0	
GA 3288	11.2	80.0	72.0	50.0	22.0	L	M	20.0	
GA 4218	11.7	80.0	72.0	45.0	27.0	L	M	30.0	
GA 4209	11.4	80.0	70.0	47.0	23.0	L	M	20.0	
GA 4198	11.7	80.0	72.0	53.0	19.0	M	M	25.0	
GA 4168	11.7	80.0	72.0	53.0	19.0	M	M	20.0	
GA 4166	11.6	80.0	72.0	65.0	7.0	L	M	10.0	
GA 4164	11.8	80.0	72.0	57.0	15.0	M	M	2.0	
GA 4167	19.0	80.0	72.0	55.0	17.0	L	M	30.0	

...

NOMENCLATURA	HUMEDAD	ARROZ DESCAS CARADDT	ARROZ PULIDO	ARROZ ENTERO	ARROZ QUE - BRADO	LARGO	FORMA	YESOSIDAD	MANCHADO
	%	%	%	%	%			%	%
GA 4162	11.2	80.0	72.0	53.0	19.0	M	M	35.0	
GA 4105	11.5	80.0	70.0	55.0	15.0	L	M	5.0	
GA 4102	10.7	80.0	72.0	53.0	19.0	L	M	25.0	
GA 4211	11.5	80.0	72.0	60.0	12.0	M	M	10.0	
GA 4135	11.3	80.0	72.0	45.0	27.0	M	M	15.0	
GA 4121	10.9	80.0	72.0	55.0	17.0	M	M	45.0	
GA 4114	11.8	80.0	72.0	55.0	17.0	M	D	20.0	
GA 4125	11.6	80.0	72.0	50.0	22.0	M	M	15.0	
GA 4123	11.8	80.0	72.0	55.0	17.0	M	M	40.0	
GA 4122	10.7	80.0	72.0	50.0	22.0	M	M	50.0	
GA 4117	11.8	80.0	72.0	55.0	17.0	L	M	40.0	
GA 4137	10.9	80.0	72.0	60.0	12.0	M	M	35.0	
GA 4112	11.6	80.0	72.0	55.0	17.0	L	M	40.0	
GA 4136	11.5	80.0	72.0	60.0	12.0	M	M	50.0	
GA 4134	11.6	80.0	72.0	50.0	22.0	M	M	40.0	
GA 4132	10.6	80.0	72.0	50.0	22.0	M	M	40.0	
GA 4131	11.6	80.0	72.0	50.0	22.0	M	M	35.0	
GA 4130	10.5	76.0	68.0	58.0	10.0	M	M	45.0	
GA 4126	11.8	80.0	72.0	65.0	7.0	L	D	35.0	
GA 4127	11.8	80.0	72.0	63.0	9.0	L	M	15.0	
GA 4207	11.5	80.0	72.0	53.0	19.0	L	M	35.0	
NuevoCato 71 ³ /Tetep	11.3	73.0	68.0	60.0	8.0	M	D	2.0	
Cs1023-3-3-7-7-12-3-2	10.9	80.0	68.0	55.0	33.0	M	M	5.0	1.0
Cs32823-35-1-1	11.5	74.0	68.0	55.0	13.0	M	D	70.0	1.0
IR 29517-38-3-2-3	10.7	77.0	70.0	63.0	13.0	M	M	5.0	
IR 25912-30-2-3-2-3	11.0	79.0	72.0	67.0	5.0	M	D	3.0	
IR 25586-108-1-2-2-2	10.6	79.0	70.0	67.0	3.0	M	D	3.0	2.0
IR 25561-42-3-1	11.5	77.0	67.0	60.0	7.0	M	M	2.0	1.0
IR 31833-38-2-2-2	11.5	76.0	71.0	59.0	12.0	M	M	10.0	5.0
IR 28118-138-2-3-3	11.5	74.0	69.0	64.0	5.0	M	M	5.0	2.0
IR 22083-105-3-3-5-5	10.7	81.0	69.0	63.0	6.0	M	M	5.0	3.0
IR 31827-80-3-3-2	11.8	73.0	69.0	56.0	7.0	M	M	25.0	
IR 29723-88-2-3-8	11.8	80.0	67.0	53.0	14.0	M	M	50.0	
IR 21848-65-3-2-2	10.4	73.0	67.0	60.0	7.0	M	M	3.0	1.0

17

M...

NOMENCLATURA	HUMEDAD	ARROZ DESCAS CARADO	ARROZ PULIDO	ARROZ ENTERO	ARROZ QUE - BRADO	LARGO	FORMA	YESOSIDAD	MANCHADO
	%	%	%	%	%			%	%
IR 25603-20-2-1-32	11.2	71.0	64.0	50.0	14.0	M	M	1.0	
IR 27313-67-1-2	11.5	77.0	79.0	60.0	10.0	M	M	10.0	
IR 33047-69-3-3	11.8	76.0	71.0	59.0	12.0	M	M	15.0	
IR 32846-111-2-2	11.9	76.0	71.0	59.0	12.0	M	D	2.0	1.0
IR 25619-75-2-3-2-3	11.9	75.0	63.0	50.0	13.0	M	D	5.0	
IR 28154-101-3-2	11.3	75.0	63.0	50.0	13.0	L	D	25.0	
IR 29723-7-1-1-2	11.9	82.0	73.0	59.0	14.0	M	M	25.0	
IR 25604-99-1-3-2-2	11.3	79.0	73.0	59.0	14.0	M	M	3.0	
IR 31912-6-1-3-3	11.6	80.0	67.0	53.0	14.0	M	D	5.0	
IR 29522-4-2-3	11.0	78.0	63.0	56.0	7.0	M	D	5.0	
IR 31855-52-2-2-3	11.8	77.0	63.0	46.0	17.0	M	M	10.0	
IR 28224-42-3-2-3-2	12.1	78.0	73.0	52.0	21.0	M	M	2.0	
IR 31901-17-1-2-3	11.8	75.0	58.0	42.0	16.0	M	M	30.0	
IR 29512-50-3-1-2	11.6	75.0	69.0	56.0	13.0	M	M	45.0	

48

Las letras que se han utilizado para señalar el Largo y la Forma del grano tienen el siguiente significado:

- C = CORTO
- M = MEDIANO
- L = LARGO
- ExL = EXTRALARGO
- O = OBLONGO
- D = DELGADO

CUADRO No. 4.- RESULTADOS DE LA CALIDAD MOLINERA DE 31 LINEAS DE ARROZ PARA RIEGO DEL CICLO VERANO-84, PROCEDENTES DE ZACATEPEC, MOR.

NOMENCLATURA	% HUMEDAD - DEL GRANO	% ARROZ - DESCASCARADO	% ARROZ PULIDO	% ARROZ ENTERO	% ARROZ QUEBRADO	LARGO	FORMA	% YESOSIDAD	% MANCHADO
IR 21848-65-3-2-2	9.2	76.0	64.0	30.0	26.0	M	D	2.0	
IR 22083-105-3-3-3-3	8.8	76.0	66.0	55.0	11.0	M	M	1.0	
IR 25561-42-3-1	10.8	76.0	66.0	33.0	33.0	M	M	1.0	
IR 25586-108-1-2-2-2	10.0	76.0	68.0	65.0	3.0	M	D	1.0	
IR 25603-20-1-3-2	10.3	76.0	63.0	43.0	20.0	L	D	2.0	
IR 25604-99-1-3-2-2	10.2	78.0	70.0	63.0	7.0	M	M	2.0	
IR 25619-75-2-3-2-3	10.3	78.0	66.0	40.0	26.0	M	D	5.0	
IR 25912-30-2-3-2-3	9.8	80.0	72.0	65.0	7.0	L	D	1.0	
IR 27313-67-1-2	10.5	78.0	65.0	40.0	25.0	M	D	2.0	
IR 28118-138-2-3-3	9.9	79.0	70.0	64.0	6.0	M	M	1.0	1.0
IR 28154-101-3-2	10.3	78.0	66.0	35.0	31.0	M	D	80.0	2.0
IR 29512-50-3-1-2	10.3	80.0	72.0	65.0	7.0	M	M	50.0	
IR 29522-4-2-3	9.2	78.0	68.0	63.0	5.0	M	M	5.0	
IR 29706-94-1-3-2	9.9	78.0	68.0	47.0	21.0	M	M	1.0	
IR 29723-7-1-1-2	10.1	78.0	70.0	63.0	7.0	M	M	60.0	
IR 29723-67-2-2-3	10.1	80.0	66.0	45.0	21.0	M	D	2.0	
IR 29723-88-2-3-3	10.4	79.0	68.0	63.0	5.0	M	M	15.0	
IR 31827-80-3-3-2	10.2	78.0	63.0	32.0	31.0	M	D	50.0	
IR 31833-38-2-2-2	11.2	78.0	66.0	58.0	8.0	M	M	3.0	
IR 31867-4-3-3-3	10.5	78.0	66.0	50.0	16.0	M	M	1.0	
IR 31912-6-1-3-3	10.1	78.0	66.0	53.0	13.0	M	D	2.0	
IR 31912-80-3-3-1	10.8	78.0	66.0	43.0	23.0	M	M	2.0	
IR 31917-133-3-2-2	11.0	78.0	70.0	65.0	5.0	M	D	1.0	
IR 32814-70-2-1	10.0	76.0	65.0	39.0	26.0	M	M	1.0	
IR 32823-22-1-3	10.0	78.0	68.0	58.0	10.0	M	M	30.0	
IR 32823-35-1-1	10.4	78.0	63.0	35.0	28.0	M	M	30.0	
IR 39831-15-3-2	9.6	80.0	70.0	65.0	5.0	M	D	15.0	

NOMENCLATURA	% HUMEDAD - DEL GRANO	% ARROZ - DESCASCARADO	% ARROZ PULIDO	% ARROZ ENTERO	% ARROZ QUEBRADO	LARGO	FORMA	% YESOSIDAD	% MANCHADO
IR 32846-111-2-2	10.6	78.0	66.0	40.0	26.0	M	D	1.0	
IR 32848-36-2-2	9.8	78.0	70.0	55.0	15.0	M	M	10.0	
IR 33047-69-3-3	10.6	80.0	70.0	53.0	17.0	M	D	15.0	

Las letras que se utilizan para señalar el Largo y la Forma tienen el siguiente significado:

M = Mediano

L = Largo

D = Delgado

CUADRO No. 5.- RESULTADOS DE ANALISIS DE CALIDAD CULINARIA DE 114 LINEAS DE ARROZ CON RESISTENCIA A SEQUIA DEL CICLO VERANO-84 PROCEDENTES DE ZACATEPEC, MOR.

NOMENCLATURA	% AMILOSA	CONSISTENCIA DE GEL (mm)	TIPO	PRUEBA DE ALCALI	TEMPERATURA DE GELATINIZACION	PRUEBA DE COCCION
GA 4118	23.9	24	D	5	I	B
GA 4107	23.9	46	M	5	I	B
GA 4165	24.0	56	M	5	I	B
GA 4147	24.1	40	D	5	I	B
CA 780049	22.9	55	M	5	I	B
GA 3282	22.8	42	M	5	I	B
GA 4144	24.0	45	M	5	I	B
GA 4154	21.8	42	M	5	I	B
GA 4145	24.7	32	D	5	I	B
GA 4113	0.8 "WAXI"	86	BE	6	Ba	Ma
GA 4156	13.2	65	BE	2	AL	Ma
GA 4163	22.2	38	D	5	I	Me
GA 4149	22.9	50	M	5	I	Me
GA 4142	24.6	52	M	5	I	B
CA 780233	23.3	35	D	5	I	Me
GA 4148	24.4	39	D	5	I	B
GA 4151	23.0	35	D	5	I	Me
GA 4227	24.1	45	M	5	I	B
GA 4187	24.4	44	M	5	I	B
GA 4120	18.8	32	D	2	AL	Ma
GA 4141	21.2	55	M	5	I	Ma
GA 3283	24.3	44	M	5	I	B

51

#...

NOMENCLATURA	% AMILOSA	CONSISTENCIA DE GEL (mm)	TIPO	PRUEBA DE ALCALI	TEMPERATURA DE GELATINIZACION	PRUEBA DE COCCION
GA 4106	24.3	47	M	5	I	B
GA 4143	25.4	52	M	5	I	B
GA 4155	25.3	38	D	5	I	B
GA 4202	25.5	38	D	5	I	B
CA 780226	24.4	39	D	4	I	B
GA 4146	25.5	50	M	5	I	B
GA 4095	23.2	44	M	2	AL	B
GA 4170	25.3	51	M	5	I	B
GA 4150	24.4	42	M	5	I	B
GA 4152	23.0	37	D	5	I	B
GA 4162 ^{III}	26.6	30	D	5	I	B
GA 4105	18.8	57	M	2	AL	Ma
GA 4102	25.5	52	M	5	I	B
GA 4211	24.4	35	D	5	I	B
GA 4135	25.5	70	BL	5	I	B
GA 4121	25.5	46	M	5	I	B
GA 4114	15.4	39	D	5	I	Ma
GA 4125	14.4	60	M	3	AL	Ma
GA 4123	14.4	45	M	3	AL	Ma
GA 4122	23.3	40	BL	4	I	B
GA 4117	23.2	45	M	3	AL	B
GA 4137	13.3	69	BL	2	AL	Ma
GA 4112	24.4	46	M	5	I	B
GA 4136	25.5	58	M	3	AL	Ma
GA 4134	25.4	45	M	5	I	B
GA 4132	24.4	48	M	5	I	B
GA 4131	23.3	57	M	5	I	B
GA 4130	16.6	65	BL	2	AL	Ma
GA 4126	23.3	50	M	5	I	B

...

NONENCLATURA	% AMILOSA	CONSISTENCIA DE GEL (mm)	TIPO	PRUEBA DE ALCALI	TEMPERATURA DE GELATINIZACION	PRUEBA DE COCCION
GA 41227	24.4	55	M	3	AL	Me
GA 4207	26.5	70	BL	5	I	B
Navolato A71 ³ /Tetep	29.9	28	D	7	Ba	B
Ca 1023-3-3-7-7-12-3-2	28.8	30	D	7	Ba	B
Cs 32823-35-1-1	27.7	40	D	2	AL	Me
IR 29517-38-3-2-3	28.7	30	D	7	Ba	B
IR 25912-30-2-3-2-3	24.4	40	D	2	AL	M
IR 25586-108-1-2-2-225.5		38	D	7	Ba	B
IR 25561-42-3-1	28.8	25	D	7	Ba	B
IR 31833-38-2-2-2	29.9	33	D	7	Ba	B
IR 28118-138-2-3-3	29.9	30	D	7	Ba	B
IR 22083-105-3-3	27.9	30	D	7	Ba	B
IR 31827-80-3-3-2	33.2	66	BL	7	Ba	B
IR 29723-88-2-38	33.3	66	BL	7	Ba	B
IR 21848-65-3-2-2	28.8	25	D	7	Ba	B
IR 26603-20-2-1-32	33.3	38	D	7	Ba	B
IR 27313-67-1-2	27.7	40	D	7	Ba	B
IR 33047-69-3-3	28.8	28	D	7	Ba	B
IR 32846-111-2-2	28.7	35	D	7	Ba	B
IR 25819-75-2-3-2-3	26.4	31	D	7	Ba	B
GA 4153	23.2	45	M	5	I	B
GA 4116	20.6	47	M	2	AL	Ma
GA 4186	24.2	50	M	5	I	B
GA 4110	24.9	35	D	5	I	B
GA 4169	25.5	67	BL	5	I	B
CA 780242	23.3	40	D	5	I	B
GA 3285	25.5	40	D	5	I	B
GA 4188	25.5	70	BL	5	I	B
GA 4109	18.5	50	M	5	I	B
CA 78006	24.4	46	M	5	I	B
CA 780295	23.3	52	M	5	I	B
CA 780254	23.3	70	BL	5	I	B
GA 7800	24.2	52	M	5	I	B

53

NOMENCLATURA	% AMILOSA	CONSISTENCIA DE GEL (mm)	TIPO	PRUEBA DE ALCALI	TEMPERATURA DE GELATINIZACION	PRUEBA DE COCCION
GA 4115	25.5	68	BL	5	I	B
CA 780325	25.0	70	BL	5	I	B
GA 4142	27.0	43	M	5	I	B
CA 790058	25.5	55	M	5	I	B
GA 4128	25.5	77	BL	5	I	B
GA 3286	24.0	52	M	5	I	B
GA 3290	25.2	54	M	5	I	B
GA 4180	17.6	50	M	2	AL	Ma
GA 4196	21.8	44	M	2	AL	Ma
GA 4140	19.4	72	BL	5	I	Ma
GA 4221	25.2	55	M	5	I	B
GA 4208	25.1	75	BL	5	I	B
GA 3289	27.4	66	BL	5	I	B
GA 3288	27.4	68	BL	5	I	B
GA 4218	27.5	65	BL	5	I	B
GA 4209	27.4	75	BL	5	I	B
GA 4198	26.2	59	M	4	I	B
GA 4168	25.5	70	BL	5	I	B
GA 4166	18.8	66	BL	2	AL	Ma
GA 4164	18.8	68	BL	2	AL	Ma
GA 4167	26.6	30	D	5	I	B
IR 28154-101-3-2	26.5	35	D	3	AL	Me
IR 29723-7-1-1-2	28.3	32	D	7	Ba	B
IR 25604-99-1-3-2-2	27.7	26	D	7	Ba	B

54

N...

NOMENCLATURA	% AMILOSA	CONSISTENCIA DE GEL (mm)	TIPO	PRUEBA DE ALCALI	TEMPERATURA DE GELATINIZACION	PRUEBA DE COCCION
IR 31912-6-1-3-3	28.8	65	BL	4	I	B
IR 29522-4-2-3	28.8	42	M	7	Ba	B
IR 39855-52-2-2-3	27.6	28	D	7	Ba	B
IR 28224-42-3-2-3-2	27.6	71	BL	5	I	B
IR 31901-17-1-2-3	28.7	28	D	7	Ba	B
IR 29512-50-3-1-2	29.8	32	D	2	AL	B

Las letras utilizadas para indicar el tipo de consistencia de gel, tienen el siguiente significado:

D = Dura (de 26 a 40 mm).

M = Media (de 41 a 60 mm).

BL = Blanda (de 61 a 100 mm).

Los números y letras utilizados en la prueba de álcali y temperatura de gelatinización tienen el siguiente significado:

1 = Grano no afectado.

2 = Grano hinchado.

3 = Grano hinchado con pequeña dispersión alrededor.

4 = Grano hinchado con dispersión completa alrededor.

5 = Grano segmentado con amplia dispersión alrededor.

6 = Grano desintegrado y emergiendo con la dispersión.

7 = Grano completamente desintegrado y solución clara.

} AL = Alta.

} I = Intermedia.

} Ba = Baja.

El significado de las letras utilizadas en la prueba de cocción, es el siguiente:

B = Buena.

Me = Media.

Ma = Mala.

CUADRO No. 6.- RESULTADOS DE LA CALIDAD CULINARIA EN 31 LINEAS DE ARROZ PARA RIEGO,
PROVENIENTES DE ZACATEPEC, MORELOS.

NOMENCLATURA	% AMILOSA	CONSISTENCIA DE GEL (mm)	TIPO	PRUEBA DE ALCALI	TEMPERATURA DE GELATINIZACION	PRUEBA DE COCCION
IR 21848-65-3-2-2	18.7	30	D	7	Ba	Ma
IR 22083-105-3-3-3-3	19.6	43	M	7	Ba	Ma
IR 25561-42-3-1	21.0	36	D	7	Ba	Me
IR 25586-108-1-2-2-2	18.6	28	D	7	Ba	Ma
IR 25603-20-2-1-3-2	22.1	69	BE	7	Ba	Me
IR 25604-99-1-3-2-2	19.9	30	D	7	Ba	Ma
IR 25619-75-2-3-2-3	20.0	29	D	7	Ba	Ma
IR 25519-30-2-3-2-3	18.0	51	M	5	I	Ma
IR 27313-67-1-2	18.8	51	M	7	Ba	B
IR 28118-138-2-3-3	24.2	51	M	7	Ba	B
IR 28154-101-3-2	25.5	33	D	4	I	Ma
IR 29512-50-3-1-2	18.8	32	D	5	I	B
IR 29517-38-3-2-3	23.3	28	D	7	Ba	B
IR 29522-4-2-3	24.4	57	M	7	Ba	Me
IR 29706-94-1-3-2	21.9	51	M	7	Ba	Me
IR 29723-7-1-1-2	23.2	30	D	7	Ba	Me
IR 29723-67-2-2-1	23.0	27	D	7	Ba	Me
IR 29723-88-2-3-3	23.2	28	D	7	Ba	Me
IR 31827-80-3-3-2	24.3	28	D	7	Ba	Me
IR 31853-38-2-2-2	24.1	34	D	7	Ba	Me
IR 31867-4-3-3-3	23.2	40	D	7	Ba	Me
IR 31912-6-3-3	25.5	67	BE	5	I	B
IR 31912-80-3-3-1	25.1	65	BE	5	I	B

NOMENCLATURA	% AMILOSA	CONSISTENCIA DE GEL (mm)	TIPO	PRUEBA DE ALCALI	TEMPERATURA DE GELATINIZACION	PRUEBA DE COCCION
IR 31917-133-3-2-2	17.5	25	D	4	I	Ma
IR 32814-70-2-1	19.5	25	D	5	I	Ma
IR 32823-22-1-3	25.4	32	D	7	Ba	B
IR 32823-35-1-1	24.3	35	D	4	I	B
IR 32831-15-3-2	24.3	30	D	7	Ba	B
IR 32846-111-2-2	24.2	30	D	7	Ba	B
IR 32848-36-2-2	25.1	30	D	7	Ba	B
IR 33047-69-3-3	25.4	25	D	7	Ba	B

Los números y letras utilizados en el cuadro anterior, tienen el siguiente significado:

Para tipo de consistencia de gel: D = Dura (de 26 a 40 mm).

M = Media (de 41 a 60 mm).

Bl = Blanda (de 61 a 100mm).

Para prueba de alcali y temperatura de gelatinización:

Al = Alta { 1 = Grano no afectado.

{ 2 = Grano hinchado.

{ 3 = Grano hinchado con pequeña dispersión alrededor.

I = Intermedia { 4 = Grano hinchado con dispersión completa alrededor.

{ 5 = Grano segmentado con amplia dispersión alrededor.

Ba = Baja { 6 = Grano desintegrado y emergiendo con la dispersión.

{ 7 = Grano completamente desintegrado y solución clara.

Para prueba de cocción: B = Buena.

Me = Media.

Ma = Mala.

CUADRO No. 7.- RESULTADOS DE CONTENIDO PROTEICO Y ALMIDON DE 114 LINEAS DE ARROZ, CON RESISTENCIA A SEQUIA DEL CICLO VERANO-84, PROCEDENTES DE ZACATEPEC, MOR.

NOMENCLATURA	CONTENIDO PROTEICO * %	CONTENIDO DE ALMIDON * %
GA 4118	9.23	89.3
GA 4107	9.3	89.3
GA 4165	8.7	87.3
GA 4147	9.6	89.4
CA 780049	9.5	88.9
GA 3282	9.0	88.4
GA 4144	9.3	87.3
GA 4154	11.5	87.3
GA 4145	9.6	89.9
GA 4113	10.9	27.9
GA 4156	10.3	70.1
GA 4163	9.7	88.8
GA 4149	9.3	88.2
GA 4142	9.8	81.1
CA 780233	9.0	78.8
GA 4147	8.8	78.4
GA 4151	10.3	89.3
GA 4227	9.3	82.85
GA 4187	9.1	88.9
GA 4120	10.2	78.8
GA 4141	11.0	81.2
GA 3283	8.4	90.0
GA 4106	11.9	85.3
GA 4143	9.5	90.0
GA 4155	9.3	89.7
GA 4202	11.2	85.4
CA 780226	9.3	88.7
GA 4146	9.4	90.3
GA 4095	9.7	83.5
GA 4170	9.0	86.3
GA 4150	9.6	89.3
GA 4152	11.3	84.5
CA 4153	10.1	85.1
GA 4116	11.0	79.7
GA 4186	9.4	89.8
GA 4110	12.0	87.1
GA 4169	8.0	91.1
CA 780242	9.5	88.8

NOMENCLATURA	CONTENIDO PROTEICO * %	CONTENIDO DE ALMIDON * %
GA 3285	7.4	84.3
GA 4188	9.8	88.2
GA 4109	11.7	86.0
CA 890006	9.4	85.4
CA 780295	10.3	85.4
CA 780254	9.7	85.5
GA 7800	10.8	88.8
GA 4115	8.1	91.2
CA 780325	10.0	89.1
GA 4142	10.3	88.0
CA 790058	9.8	89.7
GA 4128	12.8	87.1
GA 3286	10.5	87.9
GA 3290	8.8	88.4
GA 4180	9.0	80.1
GA 4196	8.8	83.3
CA 4140	8.5	77.7
GA 4221	8.6	90.1
CA 4208	8.8	89.6
GA 3289	8.8	89.6
GA 3288	8.6	89.6
GA 4218	9.0	90.7
GA 4209	8.7	87.8
GA 4198	8.8	89.6
GA 4168	8.2	88.8
GA 4166	9.5	79.7
GA 4164	6.5	72.3
GA 4167	8.6	87.1
GA 4162	8.6	88.8
GA 4105	8.6	69.0
GA 4102	10.0	88.9
GA 4211	8.9	85.4
GA 4135	9.5	85.5
GA 4121	8.4	89.6
GA 4114	10.7	88.7
GA 4125	10.0	88.8
GA 4123	8.6	90.4
GA 4122	8.4	90.4
GA 4117	10.0	88.4
GA 4137	9.9	69.0
GA 4112	9.8	88.7
GA 4136	8.9	89.2
GA 4134	9.5	88.5
GA 4132	9.6	85.5
GA 4131	9.1	87.1
GA 4130	10.6	72.3
GA 4126	11.2	85.5

NOMENCLATURA	CONTENIDO PROTEICO * %	CONTENIDO DE ALIMIDON * %
GA 4127	11.1	88.8
GA 4207	8.6	88.6
Navolato A-71 ³ /Tetep	11.5	87.0
Cs1023-3-3-7-7-12-3-2	12.6	87.0
Cs32823-35-1-1	11.6	87.0
IR29517-38-3-2-3	11.9	86.8
IR 25912-30-2-3-2-3	13.3	83.7
IR 25586-108-1-2-2-2	14.0	83.6
IR 25561-42-3-1	11.6	85.4
IR 31833-38-2-2-2	12.4	87.0
IR 28118-138-2-3-3	12.0	87.0
IR 22083-105-3-3-3-3	11.8	84.3
IR 31827-80-3-3-2	12.8	86.9
IR 29712-88-2-3-8	12.2	87.2
IR 21848-65-3-2-2	14.5	83.8
IR 25503-20-2-1-32	11.1	88.7
IR 27513-67-1-2	13.0	95.3
IR 33047-69-3-3	10.7	88.7
IR 32846-111-2-2	12.1	91.4
IR 25619-75-2-3-2-3	11.3	84.1
IR 28154-101-3-2	13.1	85.1
IR 29723-7-1-1-2	11.7	86.4
IR 25604-99-1-3-2-2	13.5	85.4
IR 31912-6-1-3-2	12.9	81.0
IR 29522-4-2-3	13.6	81.0
IR 31855-52-2-2-3	14.5	83.4
IR 28224-42-3-2-3-2	13.4	80.2
IR 31901-17-1-2-3	12.1	84.9
IR 29512-50-3-1-2	14.0	85.0

* Reportadas en base seca

CUADRO No. 8.- RESULTADOS DEL CONTENIDO PROTEICO Y ALMIDON DE 31 LINEAS DE ARROZ PARA RIEGO DEL CICLO - VERANO -84, PROCEDENTES DE ZACATEPEC, MOR.

NOMENCLATURA	CONTENIDO PROTEICO* %	CONTENIDO DE ALMIDON * %
IR 21848-65-3-2-2	14.9	78.4
IR 22083-105-3-3-3-3	11.4	87.1
IR 25561-42-3-1	11.6	86.7
IR 25586-108-1-2-2-2	14.0	85.4
IR 25603-20-2-1-3-2	11.2	85.4
IR 25604-99-1-3-2-2	13.5	85.4
IR 25619-75-2-3-2-3	11.9	87.1
IR 25912-30-2-3-2-3	13.6	83.4
IR 27313-67-1-2	13.2	86.5
IR 28118-138-2-3-3	12.0	85.9
IR 28154-101-3-2	13.1	84.3
IR 29512-50-3-1-2	14.5	85.4
IR 29517-38-3-2-3	13.0	82.5
IR 29522-4-2-3	13.2	81.6
IR 29706-94-1-3-2	12.8	86.4
IR 29723-7-1-1-2	11.8	87.8
IR 29723-67-2-2-3	12.2	84.4
IR 29723-88-2-3-3	12.4	86.8
IR 31827-80-3-3-2	13.1	83.0
IR 31833-38-2-2-2	12.9	87.0
IR 31867-4-3-3-3	13.1	80.7
IR 31912-6-1-3-3	13.2	84.1
IR 31912-80-3-3-1	12.5	81.4
IR 31917-133-3-2-2	15.3	79.5
IR 32814-70-2-1	12.4	86.6
IR 32823-22-1-3	12.2	84.0
IR 32823-35-1-1	11.8	86.8
IR 32831-15-3-2	11.7	85.1
IR 32846-111-2-2	12.4	78.6
IR 32848-36-2-2	11.9	84.1
IR 33047-69-3-3	11.3	85.1

* Reportada en base seca

CUADRO No. 9.- RESULTADOS COMPARATIVOS EN LA DETERMINACION DE ALMIDON POR EL METODO COLORIMETRICO Y METODO DE SACHASSE EN MUESTRAS DE MATERIAL -- RESISTENCIA A SEQUIA Y PARA RIEGO DE ZACA-- TEPEC, MOR. CICLO VERANO-84

NOMENCLATURA	% ALMIDON METODO * COLORIMETRICO	% ALMIDON METODO * SACHASSE
GA 4113	27.9	85.0
GA 4128	87.1	82.1
GA 4121	89.6	84.6
IR 28118-138-2-3-3	85.9	85.1
IR 29522-4-2-3	81.6	80.4
IR 31912-6-1-3-3	84.1	82.7
IR 31912-90-3-3-1	81.4	80.0

* Reportada en base seca

CUADRO No. 10.- SELECCION DE 35 LINEAS CON CALIDAD EXCELENTE Y BUENA DEL EXPERIMENTO DE 114 LINEAS DE ARROZ CON RESISTENCIA A SEQUIA COSECHADO EN ZACATEPEC, MOR., CICLO VERANO 1984.

NOMENCLATURA
CALIDAD EXCELENTE

GA 4147
GA 4106
GA 4109
CA 780295
GA 7800
GA 4142
GA 4126
IR 31912-6-1-3-3
IR 29522-4-2-3
IR 28-24-42-3-2-3-2

NOMENCLATURA
CALIDAD BUENA

GA 4154
GA 4227
GA 4143
GA 4202
GA 4150
GA 4152
GA 4153
GA 4110
CA 780242
CA 780325
CA 790058
GA 4128
GA 3286
GA 3290
GA 3289
GA 4102
Navolato 71³/Tetep

IR 25912-50-2-3-2-3
IR 25586-108-1-2-2-2
IR 25561-42-3-1
IR 28118-138-2-3-3
IR 22083-105-3-3-3-3
IR 31827-80-3-3-2
IR 21848-65-3-2-2
IR 27313-67-1-2

CUADRO No. 10.- SELECCION DE 35 LINEAS CON CALIDAD EXCELENTE Y BUENA DEL EXPERIMENTO DE 114 LINEAS DE ARROZ CON RESISTENCIA A SEQUIA COSECHADO EN ZACATEPEC, MOR., CICLO VERANO 1984.

NOMENCLATURA
CALIDAD EXCELENTE

GA 4147
GA 4106
GA 4109
CA 780295
GA 7800
GA 4142
GA 4126
IR 31912-6-1-3-3
IR 29522-4-2-3
IR 28-24-42-3-2-3-2

NOMENCLATURA
CALIDAD BUENA

GA 4154
GA 4227
GA 4143
GA 4202
GA 4150
GA 4152
GA 4153
GA 4110
CA 780242
CA 780325
CA 790058
GA 4128
GA 3286
GA 3290
GA 3289
GA 4102
Navolato 71³/Tetep
IR 25912-30-2-3-2-3
IR 25586-108-1-2-2-2
IR 25561-42-3-1
IR 28118-138-2-3-3
IR 22083-105-3-3-3-3
IR 31827-80-3-3-2
IR 21848-65-3-2-2
IR 27313-67-1-2

CUADRO No. 11.- SELECCION DE 16 LINEAS DE ARROZ QUE CUENTAN CON CALIDAD EXCELENTE, BUENA Y MEDIA, DE ACUERDO CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL EXPERIMENTO REALIZADO CON 31 LINEAS DE ARROZ PARA RIEGO, COSECHADAS EN ZACATEPEC, MORELOS DEL CICLO VERANO - 84 (SE INDICA LA NOMENCLATURA).

E X C E L E N T E

B U E N A

M E D I A

10.- IR 28118-138-2-3-3

8.- IR 25912-30-2-3-2-3

13.- IR 29517-38-3-2-3

22.- IR 31912-6-3-3

9.- IR 27313-67-1-2

14.- IR 29522-4-2-3

23.- IR 31912-80-3-3-1

12.- IR 29512-50-3-1-2

15.- IR 29706-94-1-3-2

20.- IR 31833-38-2-2-2

21.- IR 31867-4-3-3-3

24.- IR 31917-133-3-2-2

27.- IR 32823-35-1-1

28.- IR 32831-15-3-2

29.- IR 32846-111-2-2

30.- IR 32848-36-2-2

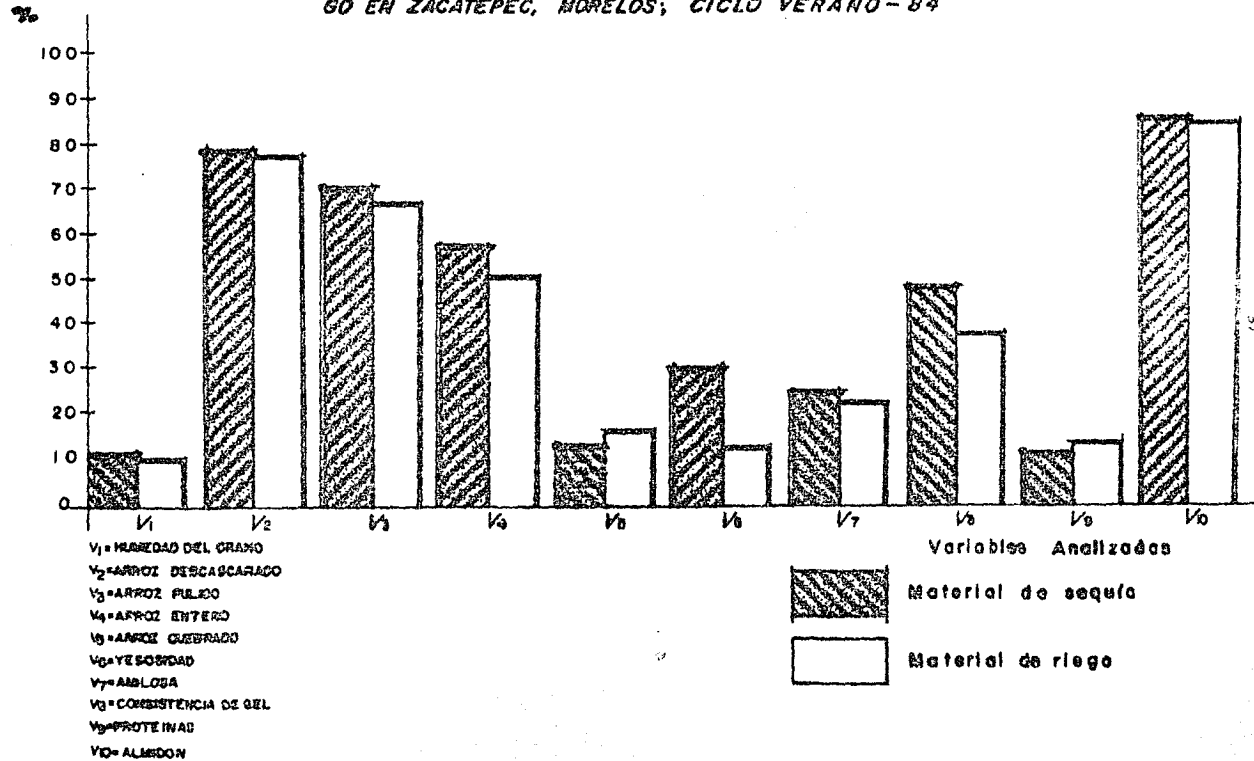
ANALISIS ESTADISTICO

Experimento con dos muestras, I Material con-
resistencia a sequía y II Material para riego

TRATAMIENTO	SEQUIA (S) I	RIEGO (R) II	(S + R)
V ₁	11.54	10.16	21.70
V ₂	79.10	78.00	157.10
V ₃	70.65	67.19	137.83
V ₄	57.66	50.58	108.24
V ₅	13.07	16.35	29.42
V ₆	30.20	12.70	42.90
V ₇	24.42	22.32	46.74
V ₈	48.01	37.74	85.75
V ₉	10.27	12.71	22.98
V ₁₀	85.57	84.41	169.98
	430.48	392.16	822.64

GRAFICA N° 2

VALOR MEDIO OBTENIDO EN EL ANALISIS ESTADISTICO PARA EL MATERIAL DE ARROZ CON RESISTENCIA A SEQUIA Y PARA RIEGO EN ZACATEPEC, MORELOS; CICLO VERANO-84



CUADRO No. 12.- ANALISIS DE VARIANZA EN LAS LINEAS
DE ARROZ CON RESISTENCIA A SEQUIA
Y ARROZ PARA RIEGO.

FUENTES DE VARIANZA	gl	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.
TOTAL	19	14,550.58	765.82	37.27	2.93
BLOQUE	1	105.20	105.20	5.12	3.12
TRATAMIENTO	9	14,260.46	1,584.5	77.10	3.18
ERROR	9	184.92	20.55	1.0	

en donde:

gl =grados libres

S.C. =suma de cuadrados

C.M. =Cuadrado medio

F.C. ="F" calculada

F.T. ="F" teorica (tablas)

DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA

$$\text{DMS} = t \sqrt{\frac{2 (S^2)}{r}}$$

donde: S^2 = Cuadrado medio del error
 $t = 1.833$ = valor tabular de t para los grados de libertad del error al 90% de confianza.

$$\text{DMS} = t \sqrt{\frac{2 (20.55)}{2}}$$

$$\text{DMS} = t \sqrt{(20.55)}$$

$$\text{DMS} = t (4.53)$$

$$\text{DMS} = 1.833 (4.53)$$

$$\text{DMS} = 8.31$$

DIFERENCIAS ENTRE MATERIAL DE RIEGO Y SEQUIA

% Humedad	=	1.38	NO SIGNIFICATIVO
% Descascarado	=	1.00	NO SIGNIFICATIVO
% Pulido	=	2.07	NO SIGNIFICATIVO
% Entero	=	7.08	NO SIGNIFICATIVO
% Quebrado	=	3.28	NO SIGNIFICATIVO
% Yeso	=	17.50	SIGNIFICATIVO
% Proteínas	=	2.44	NO SIGNIFICATIVO
% Almidón	=	1.16	NO SIGNIFICATIVO
% Amilosa	=	2.10	NO SIGNIFICATIVO
% Gel	=	10.27	SIGNIFICATIVO

ANALISIS DE RESULTADOS:

El presente análisis estuvo enfocado a la evaluación de la calidad del grano de arroz, en la que intervienen factores de gran importancia para el Agricultor, el Industrial y el Consumidor. Para obtener la preferencia de tan importantes sectores, las características de calidad en el laboratorio que se deben reportar para decir que una variedad de arroz tiene buena calidad Industrial son las siguientes:

- 0.- Que la humedad del grano oscile entre 11 y 14%.
- 1.- Arroces con 60% de grano entero pulido.
- 2.- Arroces largos-delgados ó largos-medianos.
- 3.- Arroces translúcidos o con menos del 10% de yeso.
- 4.- Arroces cuyo contenido proteico sea mayor al 10%.
- 5.- Que su contenido de almidón fluctúe entre 50% y 86%
- 6.- Que el contenido de amilosa sea mayor a 21%.
- 7.- Con temperatura de gelatinización alta o intermedia.
- 8.- Arroces cuya calidad culinaria sea buena, con grano-separados y secos.

De los resultados que se obtuvieron, la humedad del grano para el material con resistencia a la sequía oscila en 11.5% mientras que en el material para riego en 10%, (gráfica No. 2), aparentemente la diferencia es mínima entre ambos tipos de arroz, pero cabe señalar que valores de humedad fuera del rango establecido (11-14%) ocasionan efectos de rotura en la mollienda, es decir se esperaba que del material para riego, por considerarse de mejor calidad, los porcentajes de arroz obtenidos en la mollienda superaran los porcentajes del material con resistencia a la sequía, hecho que no fue así porque la humedad influyó grandemente en dicho proceso.

El porcentaje de yesosidad es un parámetro muy marcado entre el material con resistencia a la sequía y material para riego, ya que estadísticamente fue significativo, presentándose más por ciento de granos yesosos en los materiales con resistencia a sequía, (gráfica 2), dicho porcentaje es indeseable pues la parte yesosa es más frágil que la cristalina, es más susceptible al ataque de los microorganismos durante el almacenamiento de granos y desmerece la presentación, por lo cual disminuye el valor comercial del arroz. En el presente estudio el contenido de yeso en cada muestra no ocasionó mermas en el rendimiento de grano entero, tal como se aprecia en el cuadro No. 3, Esto puede deberse al acomodamiento de las estructuras de las moléculas del almidón durante el desarrollo del grano que ofrece cierta resistencia o dureza del mismo.

El rendimiento del grano entero pulido entre los materiales con resistencia a sequía y para riego no fue significativo estadísticamente ya que se obtuvieron líneas de arroz con alto rendimiento de grano entero pulido en ambos tratamientos así como líneas susceptibles a la ruptura o frágiles, que reportaron altos porcentajes de grano quebrado. Esto indica que esta característica es propia del material genético que se utiliza en los cruzamientos.

Respecto al tamaño y forma del grano de arroz tanto en el material con resistencia a sequía como en el material para riego, se observaron arroces largo-medianos y medianos-medianos, es decir, de un tamaño aceptable por el consumidor y el industrial cuadros No. (3 y 4).

En cuanto a calidad culinaria se observó que el contenido total de amilosa estadísticamente no fue significativo, aunque se encontró mayor contenido en los materia-

les con resistencia a sequía que en los de riego, esto -- se debe a que el contenido de amilosa es una característica genética propia de los materiales utilizados como progenitores en los cruzamientos (gráfica No. 2).

La evaluación de consistencia de Gel, estadísticamente fue significativo, siendo mejor para selección por calidad culinaria en los materiales con resistencia a sequía (cuadro No. 5).

Para la prueba de Alkali ó Temperatura de gelatinización se observó que los materiales con resistencia a sequía reportaron valores intermedios en su mayoría (cuadro No. 5).

En los materiales de riego la tendencia fue hacia temperatura de gelatinización baja. (cuadro No. 6).

Estadísticamente el contenido de proteína no es significativo debido a que el valor promedio para el material de sequía fue de 10% y para el material de riego 12%.

Pero los materiales de resistencia a sequía presentan valores de Proteínas en un rango de 6.5 a 14.5% y los de riego de 11.3 a 15.3. lo cuál nos indica que es una característica genética de los materiales en estudio y no una consecuencia de las condiciones de riego o sequía.

La diferencia del contenido total de almidón entre el material con resistencia a la sequía y el material para riego no suele ser grande, (gráfica No. 2), aunque exista diferencia entre las fracciones que componen el almidón. (amilosa y amilopectina).

En el cuadro No. 5 la variedad GA 4113, denominada arroz "WAXY" en el cuál la mayor proporción del almidón está formado por amilopectina, hecho que dificultó detectar el contenido de almidón total en esa variedad por el-

método colorimétrico, reportó (cuadro No. 7). un contenido total de almidón de 27.9%, resultado que no es lógico y nos condujo a determinar almidón por el método de Sachasse.

Con el método de Sachasse el contenido total de almidón que se encontró fue de 85% para el arroz waxy, y para otras muestras que se analizaron por el método colorimétrico, el contenido de almidón fue semejante (cuadro No. 9.).

CONCLUSIONES

No se encontraron diferencias prácticas en las pruebas efectuadas para evaluar la calidad entre los materiales de arroz con resistencia a sequía y los de riego.

Los materiales resistentes a sequía presentaron mayor cantidad de granos yesosos que los de riego. Esto es lógico pues la falta de agua durante el desarrollo del grano impide la cristalización correcta de los gránulos de almidón.

Los rendimientos de grano entero pulido es una característica genética de los progenitores que se utilizaron para efectuar los cruzamientos, aunque se ven influenciados por la humedad, condiciones ambientales, manejo en postcosecha y otras situaciones que ocasionaron que el arroz de riego tuviera resultados más bajos en sus rendimientos, a diferencia del material de arroz con resistencia a sequía.

La selección para calidad culinaria proteica en materiales con resistencia a sequía y materiales de riego, será de acuerdo a sus componentes químicos establecidos en base a las costumbres del consumidor, no existiendo diferencias entre los componentes de materiales con resistencia a sequía y de riego, presentándose diferencias de sus componentes únicamente entre líneas.

El contenido de almidón total en muestras con altos y bajos contenidos de amilosa de los materiales con resistencia a sequía y para riego no varía, por lo cual, esta determinación no debe ser establecida en los programas de mejora vegetal para evaluar la calidad del grano de arroz.

En base a lo anterior la selección de arroz por calidad para materiales con resistencia a sequía se puede efectuar según los lineamientos establecidos previamente para los materiales de arroz de riego, ya que no existen diferencias significativas en los resultados encontrados en este estudio.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Adair C. Roy; Beachel H.M.; Nelson E.J. "Rice Breeding and testing methods in the United States", Agriculture Handbook 289, US, Dept. of Agriculture, pp. 25, 1952.
- 2.- American Association of Cereal Chemists. AACC; Approved methods Cereal Laboratory Methods, 7 th., Edit. The Association, St. Paul Minn, 68, 1962.
- 3.- Angladete A. "El arroz", Editorial Salvat, Barcelona, España, pp. 864-867, 1969.
- 4.- Ayón R.E., "El arroz y su cultivo bajo condiciones de temporal en Veracruz", Tesis profesional para obtener el título de Agronomo, U.A.S., Culiacan Sin. pp. 7-151, 1976.
- 5.- Barber S. "La calidad del grano de arroz en los programas de mejora vegetal". Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, 19/3, España, pp. 1-261, 1979.
- 6.- Bidwell S.R.G. "Fisiología Vegetal", Editorial A.G.T. Editor S.A., México, D. F., pp. 182, 1982.
- 7.- Bonner James and Varner J. E. "Plant Biochemistry", Edit. Academic press, New, London, pp. 258-272, 1965.
- 8.- Cagampang B.G.; Pérez C. M.; y Juliano B.O. et. al. "A gel consistency test for eating quality of rice". J. Sci., Fd. Agric., 24, 1589-1594, 1973.
- 9.- Cervantes R.J., "Arroz de Temporal". Editorial CONACYT, - México, D. F., pp. 1-136, 1982.
- 10.- Civile G.V, y Szczesniak A.S., "Guidelines to training a texture profile panel". U. Texture Stud. 4:204-223, 1973.
- 11.- Clark F.E. y J. W. Resnicky, "Some mineral element levels in the soil solution of a sumerged soil in relation to rate of organic matter addition and length of flooding". Sixth Int. Congr. Soil Sci. Proc. Paris, pp. 515-548, 1956.

- 12.- Devlin Robert M., "Fisiología Vegetal", Ediciones Omega, S. A., 3a. edición, Barcelona, pp. 214-305, 1976.
- 13.- Grist H. D., "Arroz", Editorial CECSA, México, D. F. pp. 518-619, 1975.
- 14.- Halick J. V.; Beachel H. M.; Stansel J. W. and Knamer H. M., "A note on the determination of gelatinization temperature of rice varieties", *Cereal Chemistry*, 37: 670, 1960.
- 15.- Hernández A. L., "Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo de arroz". S.A.R.H., I.N.I.A., - México, D. F., 1982.
- 16.- Iruegas E. A. y Delgado L. L., "Mejoramiento del arroz para incrementación de su calidad", Memoria de la II Reunión-Técnica del Reg. Nal. de Arroz, México, 1977.
- 17.- Jacobs M. B., "Chemical Analysis of Food and Food Products", D. Van Nostrand Co. N. Y., pp. 48, 1959.
- 18.- Juliano B. O., "Cereal Sci.", Vol. 16, No. 10, pp. 334, 1971.
- 19.- Juliano B. O., "Rice Chemistry and Technology", American Association of Cereal Chemists, 1964.
- 20.- Juliano B. O.; Beachel M. H., "Status of Rice Protein Improvement", International Rice Research Institute, I.R.R.I. Ann. Report, pp. 28, 1972.
- 21.- Márquez C. F., "Macuspana A-75", S.A.R.H., I.N.I.A., Edit. Colegio Superior de Agricultura Tropical, 1977.
- 22.- Martínez R. L. y Janivtz K. A., "Análisis Bromatológico de Yuca", Sección de Química Agrícola, Cuautitlán Izcalli, Congreso de Química en el Estado de México, pp. 22-26, -- 1978.
- 23.- Medina C. S., "Interacción Variedad por Riego-Sequía en Arroz y Trigo", Tesis de Maestro en Ciencias, Rama Genética, - Colegio de Post Graduados, Chapingo, México, pp. 1-14, 1978.
- 24.- Little T. M. y F. I. Hills, "Métodos Estadísticos para la Investigación en la Agricultura", Editorial Trillas, México, pp. 59-68, 1976.

- 25.- Mertz. E. T. ; Bates, C. S. and Nelson O. E.,
- "Mutant Gene That Changes Protein Composi-
tion and Increases Lysine Content of Maize Endosperm",
Science 145: 279-280, 1964.
- 26.- Morrison T. R., "Química Orgánica", Fondo Educativo Interameri-
cano, México, pp. 1148-1154, 1976.
- 27.- Murillo H., "Tratado Elemental de Química Orgánica", Editorial-
E.C.L.E.L.S.A., México, D. F., 14a. edición, pp.168, -
1976.
- 28.- Mosiño y García, "Evaluación de la Sequía Intraestival en la Re-
pública Mexicana", IV Conferencia Regional Latinoameri-
cana de la Unión Geográfica Internacional, Edición de
la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, pp. -
3-15, 1966.
- 29.- Nagato K., "On the Effects of Wilting up on the Growth of - - -
Upland Rice Plants", Proc. Crop Sci. Soc. Jap. 17, pp.
11, 1949.
- 30.- Patrick W. H. Jr. y Mahapatra I. C., "Transformation and Availa-
bility to Rice of Nitrogen and Phosphorus in Waterlo-
gged Soils" Adv. Agron. , 20, pp. 323-359, 1968.
- 31.- Pearson D., "The Chemical Analysis of Foods", J. and A. Chor-
chill LTD, London, pp. 97, 1962.
- 32.- Ponnampetuna F. N., "The Chemistry of Submerge Soils in Rela-
tion to the Growth and Yield of Rice", Ph. D. Thesis, -
Cornell Univ. Ithaca, N. York, pp. 208, 1965.
- 33.- Primo V. E. y Barber S., "Química y Tecnología del Arroz", In-
vestigación y Ciencia, Scientific American, pp. 157- -
166, 1976.
- 34.- Rodríguez A. J. H., "Análisis dialéctico de Cruzas de Arroz para
obtener Resistencia a Sequía" Tesis de Maestría en - -
Ciencias en Genética, C. P., Chapingo, México, pp. - -
1-19, 1984.
- 35.- Rojas G. M., "Fisiología Vegetal Aplicada", Editorial Mc. Graw-
Hill, México, 1978.

- 36.- Rosero M., "Sistema de Evaluación Estándar para Arroz", Programa de Pruebas Internacionales de Arroz para América Latina (Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia), pp. 56-61, 1975.
- 37.- Salfield R., "Prácticas de Ciencias de los Alimentos", Editorial Acribia, Zaragoza, España, 1974.
- 38.- Sateman J. V., "Manual de Métodos Analíticos", Nutrición Animal, Editorial C.R.E.T., México - Buenos Aires, 1970.
- 39.- Schuphan W., "Calidad y Valor Nutritivo de los Alimentos Vegetales", Editorial Acribia, Zaragoza, España, 1968.
- 40.- S.A.R.H.-I.N.I.A. (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos - Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas), "Química y Metodología del Arroz", Laboratorio de Calidad de Arroz, Chapingo, México, pp. 1-152, 1979.
- 41.- Simpson J. E.; Adair D. R.; Kohler G. O.; Dawson E. H.; Deobald H. J.; Kester E. B.; Hogan J. T.; Batchen O. M. y Hailick J. V., "Quality Evaluation Studies of Foreign and Domestic Rices", Tech. Bull No. 1331, Agr. Res. Service, Washington, October, 1965.
- 42.- Slatyer R. O., "Plant-Water Relationships", Academic Press, London and New York, pp. 366, 1967.
- 43.- Stout B. A., "Equipment for Rice Production", Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp.1966
- 44.- Tavitas F. L., "Evaluación y Selección de Genotipos para Resistencia a Sequía y Determinación de Proteínas en el Grano de Arroz de Secano", Tesis Profesional para obtener el Título de Biólogo, U.A.M., Cuernavaca, Morelos, México, pp. 1-30, 1978.
- 45.- Technicon Autoanalyzer 11, Metodology Industrial, Meth. No. 238 - 72 A (Sampler IV), 1972.
- 46.- Valentín A. A., "Determinación de la calidad del Arroz (Oriza - Sativa L.) en Materiales Resistentes a Sequía", Tesis para obtener el Título de Laboratorista, U. A. de Morelos, Cuernavaca Morelos, México, pp. 3-23, 1985.

- 47.- Webb B. P., "Rice Quality and Grades in Rice", Production and Utilization, Edited by B. H. Luh. The Avi Publishing, Co. Inc. Westport, Conn, pp. 38, 1979.
- 48.- Winton A. L. y Winton K. B., "Análisis de Alimentos", Editorial Continental, S. A., México, D. F. pp. 512-524, 1957.