

10
Jey



Universidad Nacional Autónoma
de México

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"CUAUTITLAN"



V N A M

MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE BLANQUEO DE ARROZ CON LA CLASIFICACION DIMENSIONAL DE LA MATERIA PRIMA (PALAY)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERA EN ALIMENTOS

P R E S E N T A

PATRICIA MUÑOZ AGUILAR

DIRECTOR DE TESIS: M. EN. C. ARMANDO JAYME SALAZAR

CUAUTITLAN IZCALLI EDO. DE MEXICO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1990



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 está 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

RESUMEN.

	Página
1.- INTRODUCCION.	2
1.- IMPORTANCIA DEL ARROZ.	2
1.1 Panorama mundial.	2
1.1.1 Países productores de arroz.	2
1.2 Panorama nacional.	2
1.2.1 Estados productores de arroz.	3
1.2.2 Producción nacional de arroz.	3
1.2.3 Consumo nacional de arroz.	4
2.- GENERALIDADES DEL ARROZ.	4
2.1 Cultivo de arroz en México.	4
2.1.1 Métodos de siembra	4
2.1.2 Métodos de cosecha del arroz.	6
2.2 Variedades de arroz cultivadas en México.	7
2.2.1 Clasificación general.	7
2.2.2 Clasificación en México.	8
2.3 Aspectos botánicos.	11
2.3.1 Morfología de la planta de arroz.	11
2.3.1.1 Organos vegetativos.	11
2.3.1.2 Organos florales.	11
3.- EL GRANO DE ARROZ.	12
3.1 Morfología del grano de arroz.	12
3.2 Principales estructuras del grano de arroz.	14
3.3 Factores que afectan la madurez del grano de arroz.	17
3.4 Composición del grano de arroz.	18

3.8	Determinación del tiempo de elaboración.	53
3.8.1	Determinación del grado de elaboración.	53
3.9	Medición de dimensiones del grano.	54
3.10	Pruebas preliminares.	54
3.11	Clasificación del arroz palay por espesores.	55
3.12	Determinación de la calidad molinera.	56
III.- RESULTADOS Y DISCUSION.		58
1.-	ASPECTO GENERAL Y HUMEDAD.	58
2.-	INSPECCION DE ARROZ PALAY.	58
3.-	EQUIVALENCIA DE LA ESCALA DE LA ABERTURA ARBITRARIA DE LOS RODILLOS DE LA DESCASCARILLADORA MCGILL EN - MILIMETROS.	60
4.-	DETERMINACION DE CONDICIONES OPTIMAS DE DESCASCARILLADO.	60
5.-	DETERMINACION DE LAS CONDICIONES OPTIMAS DE ELABORACION EN MOLINO DE LABORATORIO.	65
6.-	MEDICION DE DIMENSIONES DEL GRANO.	70
6.1	Análisis de dimensiones largo, ancho y espesor.	70
6.2	Análisis de los espesores medidos en las dos - variedades.	72
7.-	EFFECTO DE LA CLASIFICACION DIMENSIONAL SOBRE LA CALIDAD MOLINERA.	75
7.1	Fraciones obtenidas de la clasificación.	75
7.2	Efecto de la clasificación sobre la operación - de descascarillado.	83
7.3	Efecto de la clasificación sobre la clasificación de blanqueo.	88

	Página
IV.- EVALUACION PRELIMINAR DE LA RENTABILIDAD DE LA CLASIFICACION DIMENSIONAL POR ESPESORES DEL ARROZ PALAY.	97
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	106
1.- CONCLUSIONES.	106
1.1 Clasificación dimensional.	106
1.2 Efecto de la clasificación dimensional sobre el descascarillado y el blanqueo.	106
1.3 Evaluación preliminar de la clasificación dimensional por espesores de arroz palay.	109
2.- RECOMENDACIONES.	109
APENDICE A:	
Media Aritmética, Desviación Estándar y Coeficiente de Variación.	111
APENDICE B:	
Análisis de Regresión lineal, Simple y Correlación.	113
APENDICE C:	
Distribución de frecuencias y agrupamiento de Datos.	117
APENDICE D:	
Análisis de varianza y pruebas de comparación múltiples.	122
BIBLIOGRAFIA.	132

INDICE DE CUADROS

No.		Página
1	Serie histórica de la producción de arroz en México 1981-1987.	5
2	Variedades de arroz cultivadas en México.	9
3	Composición de arroz y subproductos.	19
4	Origen de los lotes de la variedad Morelos A-70	46
5	Origen de los lotes de la variedad Morelos A-83	47
6	Resultados promedio de la inspección a los lotes de palay.	59
7	Determinación de la equivalencia de las - aberturas de la descascarilladora en milímetros.	61
8	Determinación de condiciones óptimas de - descascarillado variedad Morelos A-70.	63
9	Determinación de condiciones óptimas de - descascarillado variedad Morelos A-83.	64
10	Análisis estadístico de las condiciones óptimas de descascarillado de la variedad Morelos A-70.	66
11	Análisis estadístico de las condiciones óptimas de descascarillado para la variedad - Morelos A-83.	67

No.		Página
12	Variedad Morelos A-70. Resultados de pruebas para determinar condiciones óptimas de elaboración en molino de laboratorio.	68
13	Resultados de pruebas para determinar condiciones óptimas de elaboración en molino de laboratorio. Variedad Morelos A-83.	69
14	Análisis estadístico de las condiciones óptimas de blanqueo.	71
15	Análisis de las dimensiones largo, ancho y espesor en arroz palay.	73
16	Agrupamiento de datos proveniente de las mediciones de espesores en cada una de las variedades trabajadas.	74
17	Resultados del efecto de la clasificación dimensional sobre la calidad molinera de la variedad Morelos A-70 comercial.	78
18	Resultados del efecto de la clasificación dimensional sobre la calidad molinera de la variedad Morelos A-70 pura.	80
19	Resultados del efecto de la clasificación dimensional sobre la calidad molinera de la variedad Morelos A-83 comercial.	81
20	Resultados de la clasificación dimensional sobre la calidad molinera de la variedad Morelos A-83 pura.	82

No.		Página
21	Especificaciones de grados de calidad para arroz pulido.	98
22	Porcentaje de arroz blanco obtenido después de la molienda hecha al palay clasificado - por espesores.	99
23	Precios del arroz blanco dados a las fracciones encontradas en la clasificación dimensional. Variedad Morelos A-70.	104
24	Precios de arroz blanco dados a las fracciones encontradas en la clasificación dimensional Variedad Morelos A-83.	105

INDICE DE FIGURAS

No.		Página
1	Partes de una espiguilla.	13
2	Estructura del grano de arroz.	16
3	Efecto de la humedad de cosecha sobre el rendimiento agronómico y la calidad molinera en diferentes variedades de arroz.	21
4	Tipos de secadoras.	23
5	Sistemas de almacenamiento.	25
6	Diagrama de bloques del proceso de elaboración.	28
7	Esquema de una descascarilladora de rodillos de caucho.	32
8	Máquina vertical de cono perlador.	33
9	Diagrama general de experimentación.	44
10	Cribas empleadas para la clasificación dimensional del arroz palay.	49
11	Relación entre la escala del aparato y la distancia de rodillo a rodillo, en milímetros de la descascarilladora McGill.	62
12	Morelos A-70. Histograma de frecuencias - por espesores variedad pura y comercial.	76

No.

Página

13

Morelos A-83. Histograma de frecuencias por espesores, variedad pura y comercial.

77

RESUMEN

La inmadurez del grano se manifiesta también por la falta de desarrollo en el espesor del grano, además del porcentaje de yesosidad, ésto en principio supone la posibilidad de separar los granos por espesores para favorecer el blanqueo y reducir el grano quebrado en la molienda.

En la práctica se efectúa una clasificación previa al arroz palay antes de someterlo al proceso de elaboración. Esto permite trabajar con granos de dimensiones homogéneas (largo, ancho y espesor), facilitando las operaciones de proceso que dependen en su eficiencia de la uniformidad dimensional. Lo cual se lleva a cabo en países como Estados Unidos e Italia.

Por lo anterior nos plantamos los siguientes objetivos: (1) formar y seleccionar los grupos dimensionales de las variedades estudiadas; (2) demostrar el efecto de la clasificación por espesores, en los rendimientos molineros de las dos variedades de arroz mexicanas; (3) presentar una evaluación preliminar de la rentabilidad de la clasificación por espesores del arroz palay.

Se encontró para la variedad Morelos A-70, seis grupos dimensionales y para Morelos A-83 cuatro, observándose a su vez varios grados de madurez. Por medio de dicha clasificación se incrementan los rendimientos de descascarillado así como los rendimientos de arroz blanco entero desde 89.13% hasta el 96.77% para Morelos A-70 y de 93.29% a 95.85% en Morelos A-83 en el primer aspecto mencionado y de 38.07% a 51.75% en Morelos A-70 con respecto al rendimiento de arroz blanco entero, así como del 58.25% a 65.29% para la Morelos A-83. Mejorando los grados de calidad significativamente en ambas variedades.

I.- INTRODUCCION

1.- IMPORTANCIA DEL ARROZ.

1.1 Panorama Mundial.

La cuna del cultivo de arroz es el Asia Monsónica y aún hoy en día sigue siendo la zona del mundo donde el arroz constituye prácticamente el principal alimento de la población, así como casi toda su producción agrícola. El arroz es el cultivo más importante del mundo si se considera la extensión de la superficie dedicada a su cultivo y al volumen de la población mundial que depende de su producción para su alimentación. (1)

A nivel mundial el arroz ocupa el segundo lugar después del trigo si se considera la superficie cultivada, pero si se toma en cuenta su importancia como cultivo alimenticio, el arroz proporciona más calorías por hectárea que cualquier otro cultivo de cereales. Por ejemplo, considerando los rendimientos promedio en el mundo, una hectárea de arroz podría sostener a 5.7 personas al año en comparación con 5.3 del maíz y 4.1 del trigo. (19)

1.1.1 Países productores de arroz.

Existen 111 países productores de arroz en el mundo. Esto incluye todos los países asiáticos, casi todos los países de Africa del Norte y Occidental, algunos de Africa Central y Oriental, la mayoría de América del Centro y del Sur, Australia y por lo menos cuatro estados de Norteamérica. (11)

1.2 Panorama Nacional.

En México se cultiva el arroz comercialmente por primera vez en Michoacán (alrededor de 1800), en la región de Apatzingán y posteriormente en los estados de Morelos, Tlaxcala, Puebla y Veracruz.

Se atribuye al señor Ricardo Sánchez la introducción del cultivo de arroz morado, procedente de la Costa Grande del estado de Guerrero a Jojutla, Morelos en 1837 y del arroz blanco villas, procedente de Veracruz en 1838. Según el Ingeniero Agrónomo David S. Ibarra, el arroz cultivado inicialmente en Campeche, procedía de las variedades introducidas en Veracruz en la época de la Conquista Española; Campeche enviaba arroz para el consumo del país antes del siglo XVIII. En la Península Yucateca, se conoció el cultivo de arroz hasta 1770 y el consumido por unas cuantas familias adineradas procedía de la isla de Cuba.

El cultivo de arroz en el estado de Sonora se aprecia a partir de 1911; la compañía constructora Richardson, S.A., registró una superficie cultivada de arroz de 207 hectáreas, en el ciclo agrícola 1920-1921, en el que se cultivaron más de 4 mil hectáreas con arroz, hasta que llegó a ser la zona más productora de ese cereal y de mayor importancia en la República Mexicana. Sin embargo, la supremacía arrocerera pasó a Sinaloa en 1961. (30)

1.2.1 Estados productores de arroz.

Dentro de la producción nacional de granos básicos, el arroz representa el 2.4% del total, en tanto que el maíz ocupa el 5.5%, el trigo 13% y el sorgo 21.8%. (20)

Las principales entidades productoras de arroz son en orden de importancia: Sinaloa, con aproximadamente un tercio del total; Campeche, Veracruz, Morelos, Michoacán, Guerrero y Chiapas, que en conjunto generan un poco más del 40% (14) (30)

1.2.2 Producción nacional de arroz.

La superficie anual cosechada en los años de 1981-1985 fue de 194,204 hectáreas, con una producción promedio de 633,990 toneladas, con lo cual se alcanzó a registrar un ren

dimiento de 3,268 Kg/ha. En 1985 se sembraron 275,075 hectáreas de las que se cosecharon 968,379 toneladas, con un rendimiento de 4,100 kg/ha en RSD (riego y siembra directa), - 5,200 kg/ha en RT (riego y transplante) y 2,800 kg/ha en -- condiciones de temporal. (14) El cuadro No. I presenta la serie histórica de la producción de arroz en México de 1981-1987.

1.2.3 Consumo nacional de arroz.

El consumo nacional de arroz se ha incrementado en los últimos años, en relación directa a la población, pero además - por el aumento del consumo per cápita que es consecuencia - del crecimiento industrial, social y cultural del país. (14) (15)

La producción nacional de arroz en el año de 1980 se dividió en 92% para consumo humano y el restante 8% para consumo como semilla de siembra. El ritmo de crecimiento de la demanda ha sido de 4.3% anual similar al de la oferta.

Las tendencias actuales presentan una tasa de 2.4% anual en el crecimiento de la población mexicana y considerando el - incremento del consumo per cápita de 8.5 kgs., que muy pronto quizá pueda llegar a 9 kgs., y en el futuro a 10 kgs. para el año 2000, así como la demanda se incrementará hasta - 941,800 millones de toneladas de arroz palay. (21)(22)

2.- GENERALIDADES DEL ARROZ.

2.1 Cultivo de arroz en México.

2.1.1 Métodos de siembra.

En México, el arroz se cultiva en 15 entidades por medio de

CUADRO N°. 1

SERIE HISTORICA DE LA PRODUCCION DE ARROZ
EN MEXICO 1981 - 1987

	SUPERFICIE COSECHADA (miles de hectáreas)				RENDIMIENTO (kg/ha)		PRODUCCION (miles de toneladas)				
	400	300	200	100			400	600	800	1000	
1987*					76.7	3,619	278.3				
1986					157.5	3,460	545.2				
1985					216.4	3,731	807.5				
1984					125.8	3,845	484.0				
1983					161.0	2,819	415.6				
1982					195.3	2,851	511.1				
1981					179.0	3,379	651.9				

* Para el periodo Prim-Ver 87 - 87 (Nov. 1987)

Fuente: Reportes Anuales de la S.A.R.H.

3 sistemas que son:

- a) Riego y transplante (RT)
- b) Riego y siembra directa (RSD)
- c) Temporal (T) (21) (22)

2.1.2 Métodos de cosecha del arroz.

La cosecha de arroz se hace por lo general manualmente en la mayoría de los países donde se cultiva. Los tallos se cortan utilizando una hoz, de 15 a 25 cm. por encima del nivel del suelo y se saca del terreno principal para su posterior trillado. En algunas áreas donde se cultiva el arroz, únicamente se cortan las panojas. En Japón se utilizan peñas cosechadoras móviles combinadas (con corte de 50 a 150 cm. de ancho). Estas máquinas pueden cosechar $500 \text{ m}^2/\text{hr}$. En Estados Unidos, Europa y Australia, el arroz se cosecha por medio de estos aparatos.

El contenido de humedad es el mejor índice para determinar el tiempo óptimo de cosecha del arroz palay, con el fin de establecer la época más adecuada para esta labor. La cosecha debe efectuarse oportunamente para evitar que haya pérdidas de granos debido al acame, ratas y pájaros.

Aproximadamente a los 30 días de haber suspendido el riego, el terreno estará en condiciones para que las máquinas trilladoras inicien la cosecha. Si la producción va toda destinada al molino, se recomienda cosechar cuando el grano contenga entre 18 y 24% de humedad, si se destina para semilla debe cosecharse cuando el grano tenga una humedad entre 13 y 15%. (20)

- Tiempo de cosecha.

Los agricultores eligen el tiempo de cosecha al observar

el porcentaje de grano maduro en la panoja. El cultivo es tará listo para la cosecha cuando el 80% de las panojas - tengan un color paja y los granos en la parte inferior de ésta se encuentren en etapa de masa dura.

Si el arroz se cosecha antes del tiempo óptimo poseerá - un alto porcentaje de granos yesosos, que disminuyen los rendimientos en las espigas de arroz y del total del -- arroz en la molienda. Si se cosecha después, pueden pro- ducirse pérdidas considerables por desgrane. (11)

- Pérdidas durante la cosecha.

El retraso en la época de cosecha, después de la etapa de la maduración del grano, aumenta las pérdidas de la cose- cha en el campo. Factores como la lluvia, aumenta el por- centaje de granos quebrados durante la molienda.

El arroz demasiado maduro comienza a desgranarse por lo - que se pierde en el suelo al ser tragado por aves y roedo res.

En las Filipinas se estimó que el 10% de la cosecha del - arroz se pierde cuando los granos se dejan secar en el - campo hasta una humedad de 14 a 16% antes de ser cosecha- dos. En Tailandia bajo condiciones normales de cosecha, las pérdidas totales fluctúan entre 60 y 120 kg/ha. (11)

2.2 Variedades de arroz cultivadas en México.

2.2.1 Clasificación general.

Las variedades cultivadas de *Oriza sativa* se clasifican en tres grupos o subespecies: *O. sativa Indica*, que se cosecha en zonas tropicales; *O. sativa Japonica*, propia de las zo- nas templadas; y por último *O. sativa Javanica*, que se cul- tiva en zonas de clima ecuatorial, principalmente en islas

tropicales del sureste asiático. Las tres variedades divergen en sus propiedades morfológicas, agronómicas y de otros tipos. (11) (22) (29)

2.2.2 Clasificación en México.

En nuestro país se cultivan 12 variedades de arroz, una sola de ellas, Navolato A-71, representa el 70% de la producción nacional. Esta misma constituye el 95% de la producción de Sinaloa y Campeche. Las variedades Morelos A-70 y Milagro Filipino constituyen el 10% de la producción total. (4)

La pureza y homogeneidad de tamaños de las distintas partidas de las variedades cultivadas es muy desigual. Y en este sentido destaca la variedad NAVOLATO A-71, con notables variaciones de longitud, anchura y espesor. Esta diversidad dificulta la industrialización (particularmente el secado, descascarillado y clasificación de blanco) y afecta negativamente la calidad del producto final. (4).

La elaboración del arroz está basada directamente en las dimensiones de longitud, ancho y espesor del grano. El arroz blanco se clasifica como variedades largas, medianas y cortas. Algunos países han formulado grados adicionales basados en la relación largo/ancho. Las dimensiones son fáciles de medir, por lo tanto, están bien establecidas para algunas variedades de arroz.

Las dimensiones y forma del grano de arroz son esenciales para diseñar adecuadamente el equipo de proceso. (26)(26)

A continuación se presenta el cuadro No. 2, con las variedades, resistencia a *P. oryzae*, rendimiento y áreas ecológicas para su cultivo (variedades liberadas desde 1956-1986). (21)

C U A D R O N º. 2

VARIETADES DE ARROZ CULTIVADAS EN MEXICO

VARIETADES	RESISTENTE P. ORYZAE	RENDIMIENTO TON/ha	AREAS ECOLOGICAS PARA SU CULTIVO
Jojutla Mejorado	MS	6.0	Morelos, Sur de Puebla, Sur del Estado de México,* y Norte de Guerrero.
Zapata A-70	MR	6.5	"
Morelos A-70	MR	7.0	"
Morelos A-83	R	8.5	"
Sinaloa A-68		6.0	Sinaloa, Veracruz, Tabasco.
Navolato A-71		6.1	Noroeste, Sureste, Trópico seco y Trópico húmedo.
Joachin A-74		6.0	Centro de Veracruz.
Piedras Negras A-73		6.2	Centro de Veracruz.
Juchitán A-74		6.5	Istmo de Tehuantepec, Oax. Centro de Veracruz.
Banoa A-75		7.0	Centro y Norte de Sinaloa.
Huastecas A-80		7.2	Tamaulipas y S. L. Potosf.
Sinaloa A-80		7.3	Centro y Norte de Sinaloa.
Culiacán A-82		7.5	Centro y Norte de Sinaloa, Costa de Nayarit.
Grijalva A-71		3.0	Desde la cuenca del Papalotlan hasta Quintana Roo.
Macuspana A-75	MR	3.5	"
Campeche A-80	R	4.0	"
Champotón A-80	MR	4.2	"
Cárdenas A-80	R	3.8	"

CUADRO N°. 2
(Continuación)

VARIEDADES	RESISTENTE P. ORYZAE	RENDIMIENTO TON/ha	AREAS ECOLOGICAS PARA SU CULTIVO
Chiapas A-84	R	4.0	Areas de lluvias irregulares y de suelos con poca - retención de humedad.
Palizada A-86	R	5.5	Desde la cuenca del Papaloapan hasta Quintana Roo.
Chetumal A-86	R	5.5	Desde la cuenca del Papaloapan hasta Quintana Roo.

2.3 Aspectos botánicos.

2.3.1 Morfología de la planta de arroz.

El conocimiento de la planta de arroz (*Oriza sativa* L.) y su morfología es muy importante en las investigaciones, porque en ella se basan las diferencias de las variedades y los estudios de fisiología y de mejoramiento. (19) (11)

El arroz es una gramínea anual, de tallos redondeados y huecos, compuestos de nudos y entre-nudos, hojas de lámina plana unidas al tallo por la vaina y su inflorescencia en panícula. El tamaño de la planta va de 0.4 m (enanas) hasta más de 7 m (flotantes). (8)(11)(17)(19)

2.3.1.1 Organos vegetativos.

Los órganos vegetativos constan de:

- a) Raíces - Seminales
- Adventicias
- b) Tallos
- c) Hojas (8) (11) (19)

2.3.1.2 Organos florales.

Los órganos florales de la planta de arroz son vástagos modificados que constan de una panícula y de espiguillas, es decir, las flores de la planta de arroz están agrupadas en una inflorescencia denominada panoja.

La panoja se mantiene erecta durante la floración, pero se dobla debido al peso de los granos maduros. (8) (11) (19)

3.- EL GRANO DE ARROZ.

3.1 Morfología del grano de arroz.

La semilla de arroz es un ovario maduro, seco y cubierto; consta de cáscara formada por la lema y la palea con sus partes asociadas, lemas estériles, la raquilla y la arista; el embrión situado en el lado ventral de la semilla, cerca de la lema y el endospermo que provee de alimento al embrión durante la germinación. Debajo de la lema y la palea hay tres capas de células que constituyen el pericarpio; debajo de éstas se encuentran dos capas: el tegmen y la aleurona, Figura No. 1.

Cuando las espiguillas maduran, las glumas fértiles (lema y palea), presentan diferentes colores según la variedad: paja, dorado, surcos dorados, manchas oscuras marrón sobre el fondo paja, marrón amarillento, rojizo, púrpura o negro.

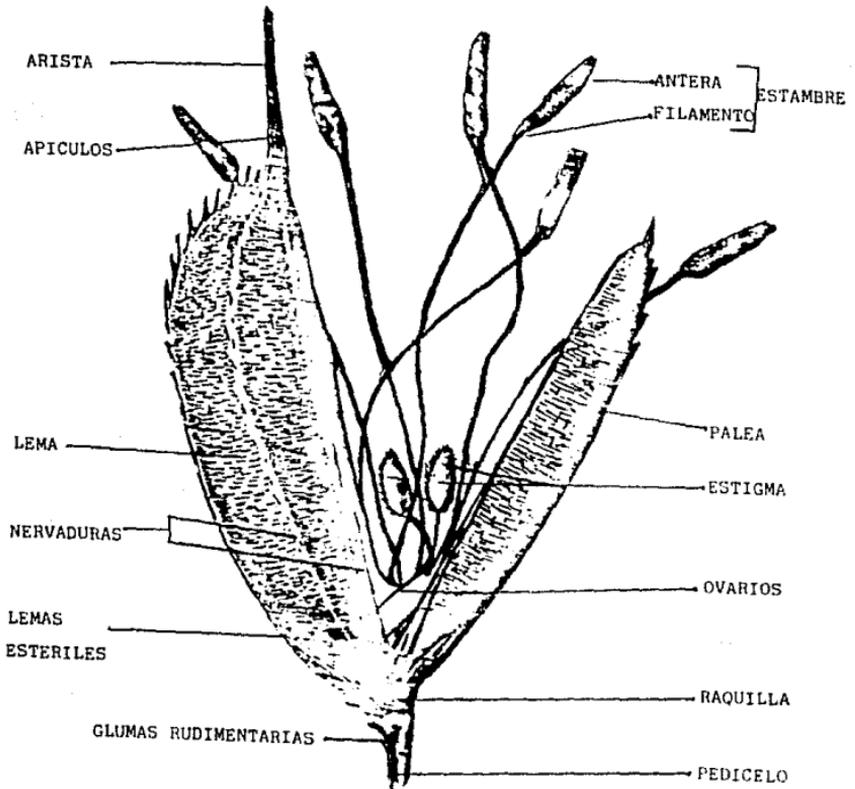
La lema y la palea presentan diferentes grados de pubescencia, de velloidad muy corta y velloidad larga.

El embrión consta de la plúmula u hojas embrionarias y la radícula o la raíz embrionaria primaria.

El grano de arroz descascarado es una cariósipide, que se conoce con el nombre de arroz integral o moreno, y aún conserva el pericarpio que puede ser de los siguientes colores: blanco, marrón pálido, marrón rojo, púrpura leve o intenso.

En las variedades con endospermo glutinoso o ceroso, la fracción almidonosa compuesta de amilopectina y pigmentos, que toman una coloración marrón rojizo en presencia de lugol (yodo y yoduro de potasio).

PARTES DE LA ESPIGUILLA



Los granos de arroz descascarados y pulidos dependen de su transparencia. Los granos pueden ser translúcidos, semi-translúcidos y opacos. Algunos presentan manchas en la parte ventral, en el centro o en la parte de atrás.

El endospermo blanco consiste principalmente en gránulos de almidón envueltos en una matriz proteica; contiene además grasas, fibra cruda y materia orgánica. (8) (11) (19)

3.2 Principales estructuras del grano de arroz.

Cascarilla.- Representa del 16 al 26% del peso del arroz palay, - siendo mayor en el grano delgado y largo en el redondo y corto, - dependiendo a su vez de la variedad. La cascarilla proporciona resistencia a la infestación de insectos. El elevado contenido de silíce en la cascarilla puede incrementar la protección contra - los insectos, pero al mismo tiempo causa desgaste sobre el equipo de transporte y molienda. La cascarilla también protege al arroz del daño de los fungicidas, así como prevenir al grano de llegar a enranciarse ya que cubre las capas del salvado de los daños mecánicos durante la cosecha y subsecuente manejo, así mismo actúa como barrera a la penetración de hongos.

Se produce en grandes cantidades su valor nutritivo es muy pobre, es difícil de degradar y posee una muy baja densidad. Se utiliza en algunas ocasiones como combustible, aislante, en la producción de furfural, etc.

Salvado. Representa alrededor del 5 al 7% del peso del arroz moreno. El término salvado se utiliza en el comercio para describir - una mezcla de varios tejidos botánicos tales como el pericarpio, tegmen y aleurona.

Las capas de salvado del arroz proporcionan poca protección contra los insectos, ya que es más elevado el desarrollo de éstos en el arroz moreno que en el palay o en el arroz blanco. La falta de re

sistencia a la infestación es probablemente debida a los espesores del salvado los cuales permiten la penetración del insecto dentro del endospermo amiláceo y/o a las grandes cantidades de proteínas que están presentes en el aleurona. (3) (8) (17) (22) (27)

El arroz es usualmente almacenado en forma de palay y las mejores medidas de seguridad contra el ataque de mohos y la producción de aflatoxinas durante el almacenamiento son: bajar el contenido de humedad, temperaturas de 18 a 20°C y una adecuada aereación.

La pérdida nutricional durante el almacenamiento puede ser resultado del ataque de insectos y microorganismos, rancidez de grasas, modificación de proteínas y pérdida de vitaminas.

Endospermo.— El endospermo amiláceo se divide en dos regiones: la subaleurona— situada debajo de las capas de aleurona y la región central constituida por el resto de endospermo amiláceo, en ambas regiones se encuentran cuerpos protéicos.

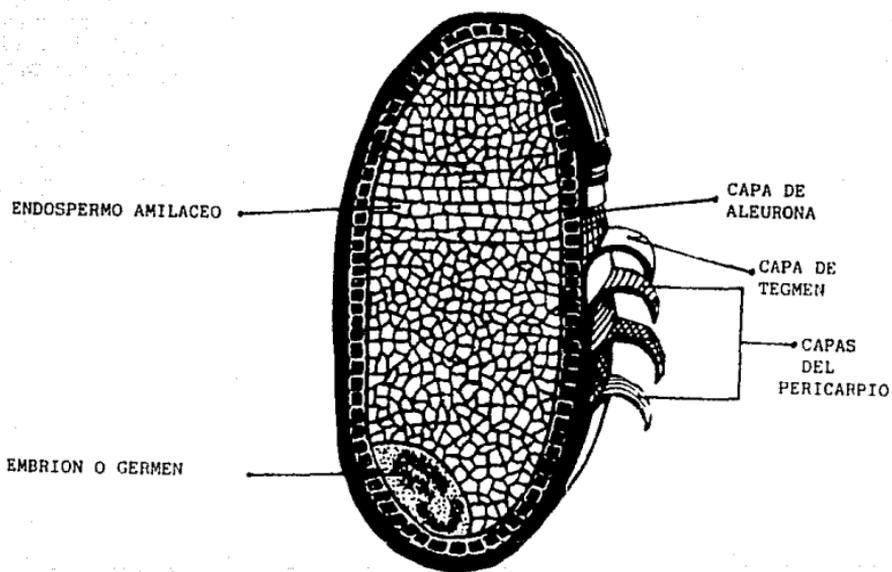
La proporción de albúmina y globulina de las proteínas son elevadas en las capas exteriores del grano de arroz elaborado y decrece en las paredes del centro; la proporción de glutelina tiene una distribución inversa. En arroz como en otros granos las proteínas difieren considerablemente en su composición de aminoácidos y valor biológico. Figura No. 2.

Es deseable que la molienda de arroz sea muy ligera para que de esta manera se retengan algunas de las proteínas en el subaleurona.

Germen.— Representa de 1.5 a 2.5% en peso del grano original.(27) Es muy pequeño y se localiza en el lado ventral de la cariósida, se remueve fácilmente durante la molienda, esto depende probablemente de dos factores estructurales. El primero debido a la zona que separa el epitelio del endospermo amiláceo, removiéndose por esta razón el germen intacto y la segunda, que las paredes —

FIGURA N°. 2

ESTRUCTURA DEL GRANO DE ARROZ



del endospermo no están definidas en esta región. (7) (8) (11) (19)

3.3 Factores que afectan la madurez del grano de arroz.

- a) Tiempo de cosecha y madurez del grano.- Estos factores están muy ligados entre sí, ya que el tiempo óptimo de cosecha es - el momento en el cual el grano ha alcanzado su estado de madurez, es decir, está lleno, su estructura amilacea completamente compactada o con un mínimo de yesosidad o perla vítrea que indica un cierto grado de inmadurez. Para el caso de las variedades que no contengan la perla como una característica genética. La presencia de yesosidad indica fragilidad en el grano, por ser más poroso y ésto se manifiesta en el blanqueo. La madurez del grano se presenta también en la falta de desarrollo del espesor de éste.

En la panoja la madurez se lleva a cabo como un proceso gradual, el cual se pone en marcha de la base a la punta.

- b) La localización del grano a lo largo de la panoja.- Es otro factor importante a considerar, debido a que se presentan diferentes estados de madurez en la panoja misma; ésto se debe a la velocidad con que los nutrientes son distribuidos a lo largo de la panoja. Lo que ocasiona que los granos de la base maduren con más rapidez. Otra consecuencia de la distribución diferencial de los nutrientes a lo largo de la panoja es la incompleta estructuración amilacea dentro del grano que impide que éste alcance su espesor normal.

La diferencia del espesor a lo largo de la panoja, también se debe a que los granos cercanos a la base y que son los de mayor tamaño, reciben más directamente los rayos del sol ya que por el mismo peso la rama se dobla, acelerando de esta manera la actividad fotosintética, favoreciéndose con ésto la actividad metabólica y su desarrollo, al combinarse con la asimilación de nutrientes que al llegar más rápido a estos granos facili-

ta su utilización y con ello provoca un mayor espesor del grano en esta parte de la panoja.

- c) Características genéticas de cada variedad.- También es un factor que influye tanto en la madurez como en el espesor del grano.

Como se sabe, existen diferentes variedades, tal como la india en la cual la carióspside es delgada, fina y alargada; japónica, donde su carióspside es ancha, gruesa y redondeada; y la javánica, con granos de mayor espesor.

3.4 Composición del grano de arroz.

La composición química depende de la variedad así como de factores agronómicos y ambientales. El cuadro No. 3, muestra la composición media del arroz palay o con cascarilla y sus subproductos después de llevarse a cabo la elaboración de éste.

Los principales componentes son los carbohidratos constituidos por almidón.

Las proteínas son el segundo componente más abundante del grano de arroz, las cuales se encuentran distribuidas de la siguiente manera: 8% en el salvado, germen con 6%, pulidura 3% y el arroz pulido con un porcentaje de 83%.

El contenido de proteína es bajo en relación a otros cereales, pero dichas proteínas son de alta digestibilidad. El pericarpio, tegmen y aleurona son ricos en proteínas, aceite, vitaminas del complejo B y minerales, quedando la mayoría presentes en el salvado removido, en tanto que hacia el interior del grano el contenido de carbohidratos aumenta. (6)(16)(24)(28)(32)

El 80% de los lípidos del arroz se encuentra en el salvado y la pulidura y alrededor de un tercio de esta fracción se encuentra

C U A D R O N°. 3

COMPOSICION DEL ARROZ Y SUBPRODUCTOS

PARTE	PROTEINAS %	GRASA %	FIBRA CRUDA %	CENIZAS %	CARBOHIDRATOS
Arroz entero	7.3 -12.42	1.8 -3.4	0.4 - 1.6	1.0 - 2.0	80.0-87.1
Arroz pulido	6.3 -10.0	0.3 -1.18	0.2 - 0.74	0.43- 1.13	86.0-91.2
Salvado	13.8 -15.5	16.3 -18.0	10.86-12.76	10.8 -12.3	39.9 -47.1
Germe	19.85-24.2	17.7 -24.2	2.6 - 4.3	6.7 -10.0	43.2-52.3
Cascarilla	2.18- 4.84	0.38- 0.78	47.28-49.92	15.27-20.32	
Pulidura	13.6 -16.1	9.6 -14.3	2.6 - 4.8	5.3 - 7.9	56.8-78.9

en el germen. En cuanto a las vitaminas, se localizan en la capa del aleurona y el germen. El arroz contiene muy poco o casi nada de vitamina A, ácido ascórbico y vitamina D. pero en cuanto a -- vitaminas del complejo B es muy rica (tiamina, riboflavina y nia cina). Y el contenido de minerales en el arroz varía según la com posición del suelo donde fue sembrado. (32) (34)

4.- POST-COSECHA DEL GRANO DE ARROZ.

Una vez que el grano es cosechado se le da el siguiente tratamiento: Transportación, secado y almacenamiento.

En México, las pérdidas por una cosecha inadecuada ascienden al 3% de la producción de arroz palay y del 5% en rendimiento de arroz blanco entero. (4)

4.1 Etapas principales de la post-cosecha.

4.1.1 Transportación.

Esto se lleva a cabo por medio de trailers o camiones de - carga, que pueden transportar de 3 a 5 toneladas de arroz palay, ésto se hace en sacos de yute de aproximadamente -- 40 Kg.

4.1.2 Secado.

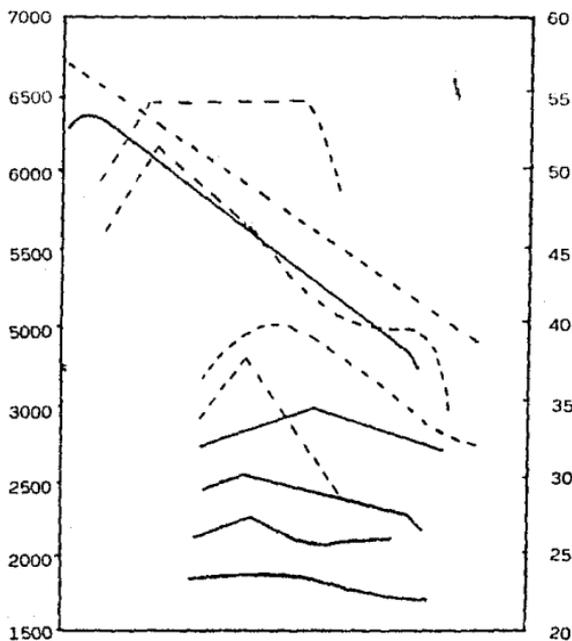
El arroz se seca previa limpieza, desde la humedad óptima de cosecha 18-24%, hasta una humedad de 13-14% (b.h.), en la cual hay menor ruptura del grano durante la elaboración y se evita durante el almacenamiento la proliferación de - mohos y bacterias, así como la actividad enzimática de des composición del propio grano. Figura No. 3.

FIGURA N°. 3

EFFECTO DE LA HUMEDAD DE COSECHA SOBRE EL RENDIMIENTO AGRONOMICO
Y LA CALIDAD MOLINERA EN DIFERENTES VARIETADES DE ARROZ

RENDIMIENTO
AGRONOMICO
(kg/ha)

ARROZ PULIDO
ENTERO (%)



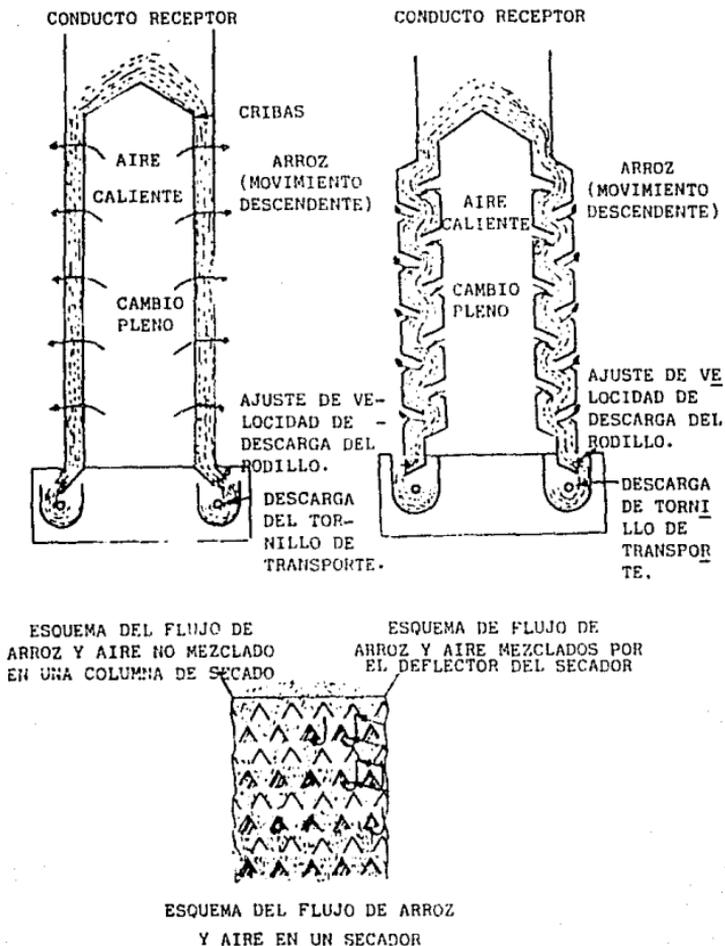
Humedad a la cosecha (% base humeda)

— Rendimiento agronómico (kg/ha)

- - Arroz pulido entero (%)

FIGURA N°. 4

TIPOS DE SECADORAS



prevenir el rompimiento del grano durante la elaboración.

Ya que las fisuras se deben a cambios de temperatura y humedad en el ambiente pudiéndose producir - hasta un 20% de incremento en la cantidad de granos quebrados durante su elaboración con respecto a los métodos mecánicos. (28) (31)

4.1.3 Almacenamiento.

Es muy raro que el arroz palay sea industrializado inmediatamente después de la cosecha; normalmente la cosecha de arroz comprende un período corto, aproximadamente de 1 a 3 meses. Es pues necesario conservarlo entre estas dos etapas dentro del sistema post-cosecha.

La capacidad de aprovechamiento industrial de los molinos arroceros es limitada y resulta imposible industrializar volúmenes mayores a la capacidad del equipo. Estos aspectos, así como el hecho de que el arroz palay se conserve en mejores condiciones como tal, convierte su almacenamiento en una etapa importante.

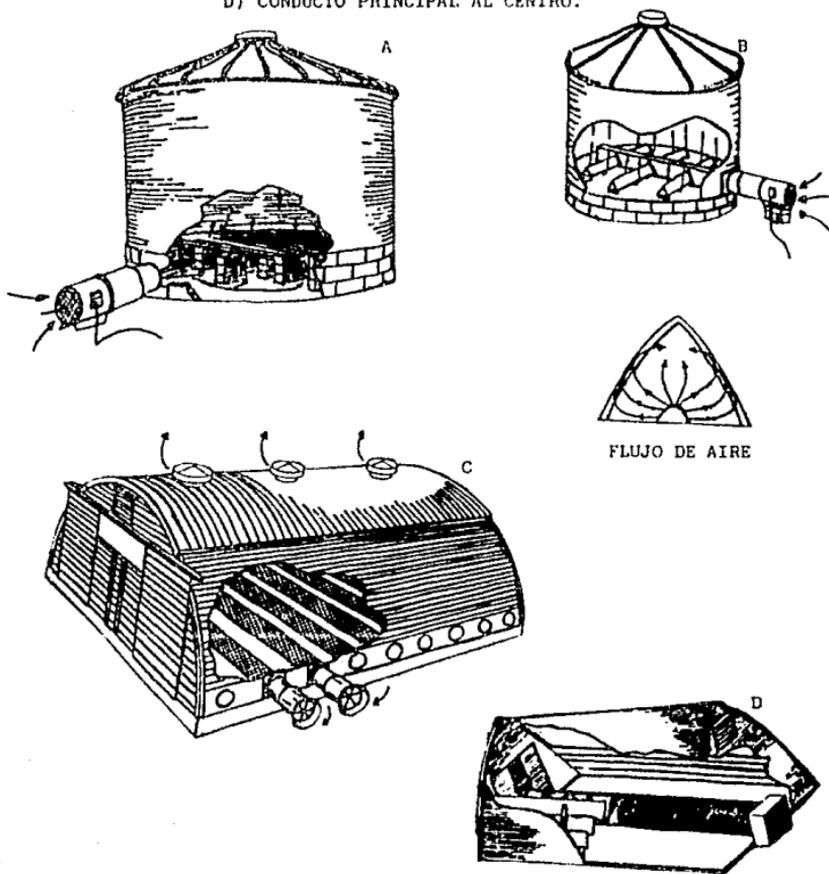
A) Tipos de almacenamiento.- El arroz palay es almacenado comúnmente en sacos de yute, a granel y en algunos casos en cajas de metal o madera y vasijas. A continuación se muestran algunas características de las dos formas más usadas de almacenamiento:

SACOS	GRANEL
Flexibles	Inflexibles
Parcialmente mecanizables	Mecanizables
Manejo lento	Manejo rápido
Derramamiento considerable	Poco derramamiento

FIGURA N°. 5

SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE AIRE EN LOS ALMACENES:

- A) PISO FALSO PERFORADO;
- B) CONDUCTO PRINCIPAL CON LATERALES;
- C) CONDUCTOS LATERALES;
- D) CONDUCTO PRINCIPAL AL CENTRO.



SACOS	GRANEL
Costos de capital medios y bajos	Costos de capital altos y medios
Costos de operación altos	Costos de operación bajos
Excesivas pérdidas por roedores	Pocas pérdidas por roedores
Ocurre infestación	Poca infestación
No es posible aereación	Posible aereación (11)(23)

B) Consecuencias del almacenamiento en la calidad molinera.

Existen factores de tipo físico, químico y biológico, que durante su almacenamiento por su acción individual o combinada, provocan alteraciones en la calidad molinera del grano. Dichos factores aunados al estado general de las instalaciones de almacenamiento y a las prácticas de manejo y transporte, pueden crear condiciones - adecuadas para que se active la respiración del grano, la proliferación de microorganismos, el ataque de roedores, insectos y aves, los cuales conducen a pérdidas materiales y de calidad del arroz siendo desde el punto de vista económico muy importante. (9)(11)(23) La figura No. 5 muestra varios tipos de almacenamiento con diferentes sistemas de aereación.

Uno de los factores que es determinante en la conservación del arroz, es el contenido de humedad del grano, - el cual puede aumentar o disminuir tanto la respiración del grano como la acción de hongos y bacterias.

Las condiciones del almacén deben ser adecuadas y controladas para evitar que se eleve la humedad y que se acelere la respiración del grano, ya que con ésto se provoca un aumento en la temperatura del mismo, dando-

se la germinación del arroz palay; a su vez, la presencia de hongos y bacterias en condiciones adecuadas de temperatura y humedad, provocan daños como la pérdida del poder germinativo del grano cuando se destina para semilla, en manchado del grano, la aparición de aromas y sabores desagradables que reducen la calidad organoléptica, así como la producción de micotoxinas que disminuyen la calidad sanitaria del grano. (8) (23)

4.1.4 Elaboración del arroz.

El término elaboración debe involucrar no solo las operaciones de descascarillado y blanqueo, sino también todas las operaciones implicadas en el proceso de elaboración del palay en arroz blanco. El proceso de elaboración se muestra en la figura No. 6. (23) (26) (29)

El arroz a diferencia de otros cereales se consume entero, lo que convierte su elaboración en un proceso diferente a la mayoría de los procesos industriales de los cereales. Por lo tanto, el objetivo de la elaboración "es tener la mayor cantidad de grano entero, lo más blanco posible y a menor costo". (17) (23) (29)

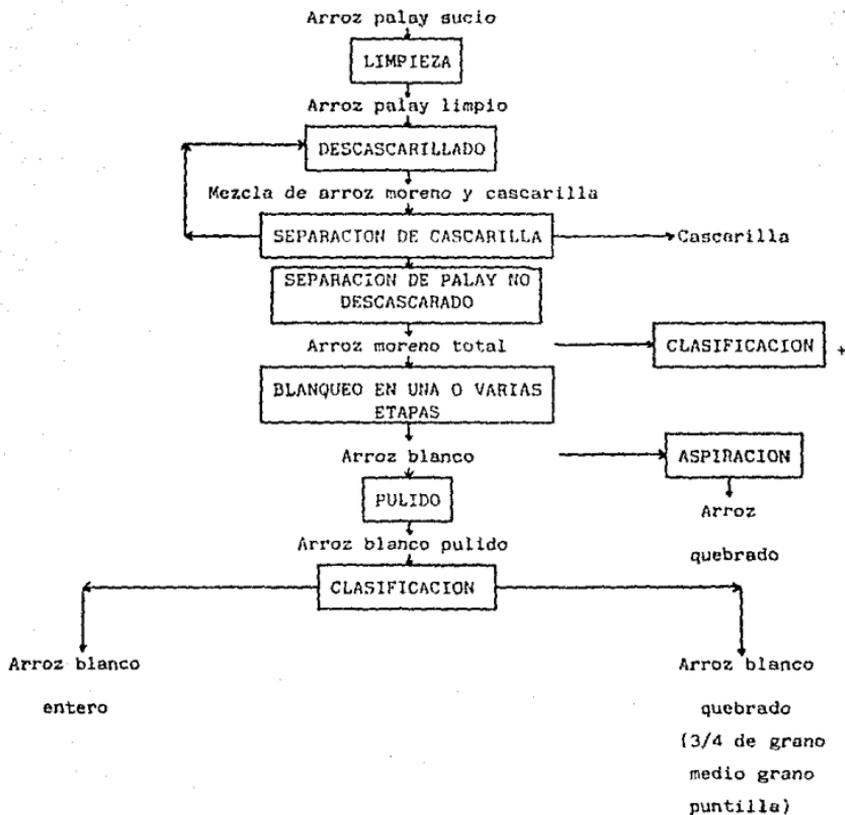
En términos generales la elaboración de arroz palay consta de 2 etapas principales:

- Descascarillado.- Consiste en la separación de la cascarilla del arroz palay teniendo como producto de arroz - moreno cariósido y un subproducto que es la cascarilla.
- Blanqueo.- Consiste en la separación del salvado que es una capa de cubre la cariósido y de esta manera se obtiene la fracción comestible denominada arroz blanco.

La sencillez de la elaboración basada principalmente en -

FIGURA NO . 6

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE
ELABORACION DEL ARROZ



+ Cuando se destina a la exportación.

(Adaptado de 16, 23 y 26)

dos operaciones para la obtención de grano blanco en la práctica se complica, llevándonos a un proceso de múltiples etapas y grandes variaciones en los resultados de cada etapa.

El descascarillado a nivel industrial se practica comúnmente por un sistema de rodillos, presentando una serie de necesidades que ameritan la inclusión de equipos complementarios. Dichas necesidades son:

- a) La eliminación del contenido de impurezas en la materia prima (arroz palay).
- b) La imposibilidad de descascarillar al 100% el arroz palay.
- c) La diferencia de tamaños en el arroz palay, provoca el aumento en la cantidad de grano quebrado al ser descascarillado y al realizar una clasificación previa a esta operación de la materia prima, se puede incrementar la eficiencia. (7)(8)(16)(26)(37)

La presencia de impurezas hace necesaria la realización de una limpieza con la combinación del Cribado-Aspiración.

Al no trabajar las descascarilladoras al 100% (lo que es normal), se debe separar el arroz descascarillado del no descascarillado, esto implica otro equipo (mesa de separación de palay).

El blanqueo se realiza en blanqueadoras de tipo vertical de cono normal o volcado (usual en Europa), o de tipo horizontal de forma cilíndrica (usual en Japón). Ambos tipos de máquinas blanquean el grano por abrasión (separación del salvado dejando en arroz blanco), con superficie de esmeril-carburo de silicio. En tercer tipo de blanqueadoras-pulidoras (originaria del Japón), pulen el

arroz por medio de fricción final de granos con granos. La etapa final de clasificación comprende la separación del arroz quebrado del entero, mediante zarandas. (23)
(29)

4.1.4.1 Descripción del proceso de elaboración del arroz.

En la figura No. 6, se presenta el proceso de beneficio del arroz palay.

El palay sucio se descarga en una tolva, donde - por medio de un aspirador se elimina el polvo y con tamices oscilantes se quitan las impurezas - gruesas, así mismo por medio de imanes se eliminan los metales, los cuales son almacenados en - diferentes recipientes. El palay ya limpio, pasa directamente a la descascarilladora, el proceso de descascarillado se puede realizar de dos maneras:

- Descascarilladora de discos.- Que consta de - dos discos horizontales y paralelos, de piedra o hierro fundido recubiertos de esmeril.
- Descascarilladoras de rodillos.- Son las más - comunes y consisten en dos rodillos horizontales y paralelos, que giran en sentido contra-ario, en diferentes velocidades, los cuales están revestidos de caucho. Las máquinas descascarilladoras compactas incluyen dispositivos - de separación de cascarilla.

En la figura No. 6, se utiliza una descascarilladora de rodillos ya que ésta descarga una mezcla de arroz moreno maduro e inmaduro, palay maduro e inmaduro y cascarilla, a diferencia de los discos que también descargan algo de salvado.

El rompimiento del grano por las descascarilladoras de rodillos es poco y se desea que la eficiencia mínima de la descascarilladora sea de - 92%, figura No. 7.

Se separa la cascarilla de la mezcla de granos por medio de un ciclón, descargando ésta en un recipiente especial, a su vez el ciclón separa el arroz palay que es realimentado a la descascarilladora, mientras se descarga a la corriente principal arroz moreno total y arroz palay.

En la siguiente operación se separa el palay del arroz moreno, usando separadoras de palay (mesa paddy o densitométrica), que trabajan bajo el principio de diferencia de rugosidad superficial y densidad, el palay separado es retornado a la descascarilladora.

Algunos molinos poseen niveladores de espesores para separar el arroz moreno inmaduro. La uniformidad de tamaño del arroz moreno maduro facilita el proceso de blanqueo. El cual consiste en dos o tres máquinas blanqueadoras horizontales abrasivas. Las máquinas blanqueadoras están equipadas con materiales de acero para la fricción. De las cuales existen dos tipos: blanqueadoras de conos y blanqueadoras de cilindros las cuales trabajan bajo el principio de abrasión del grano con una superficie de esmeril y/o fricción, el tratamiento de grano a grano. Figura No. 8.

Después de haber pasado el arroz por las máquinas blanqueadoras, para obtener un grano de arroz bien elaborado, se descarga a un pulidor de fricción.

FIGURA N°. 7

ESQUEMA DE UNA DESCASCARILLADORA DE RODILLOS DE CAUCHO.

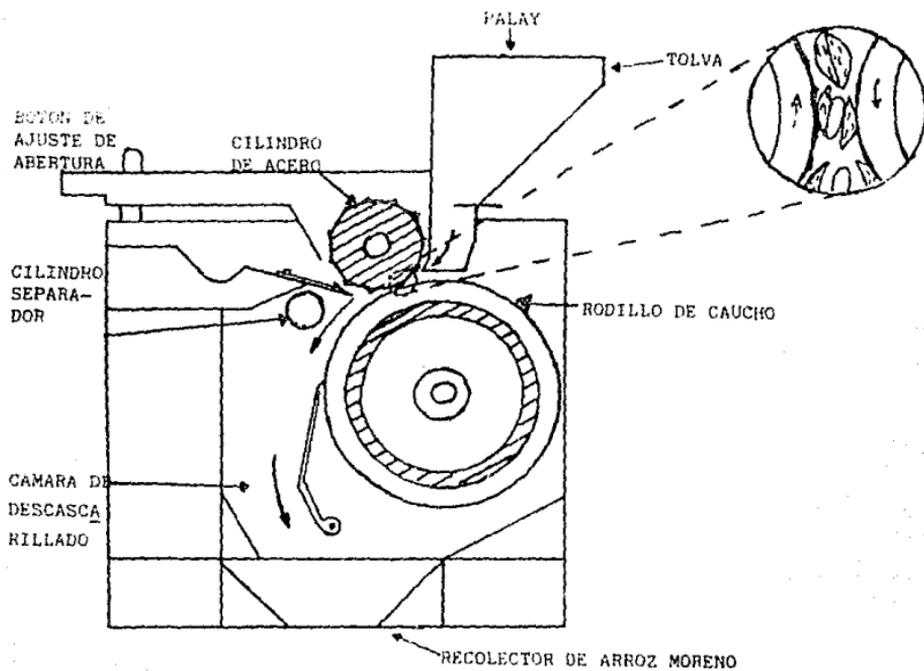
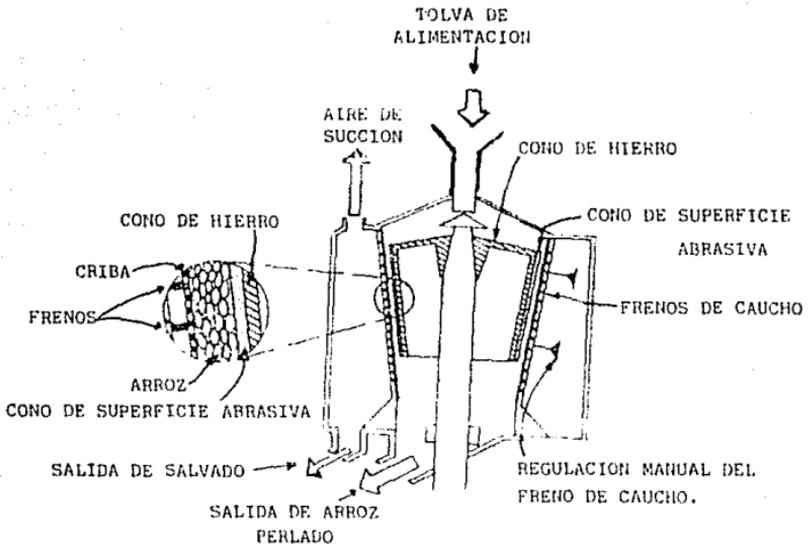


FIGURA N°. 8

MAQUINA VERTICAL DE CONO PERLADOR



El pulidor es un eje hueco con perforaciones el cual gira a elevada velocidad y provoca el calentamiento del grano, pero por las perforaciones se distribuye aire para la disminución de la temperatura del grano. El salvado obtenido de esta operación, se descarga por medio de un ventilador centrífugo. El arroz pulido pasa por un aspirador para la separación del germen y del salvado residual, éste a su vez descarga en el flujo principal, una mezcla de arroz blanco entero, quebrado y algo de moreno, el cual pasa directamente a una zaranda con movimientos oscilatorios para efectuar la clasificación, separando grano entero del quebrado.

Por último, el arroz blanco quebrado pasa a una clasificación por tamaños, en el cual se pretenden a través de una serie de zarandas se obtengan tres fracciones: el arroz 3/4 de grano, el medio grano y la puntilla, éstas son almacenadas en recipientes diferentes para mezclarlas posteriormente con fracciones de otros lotes, pero de la misma calidad. (20)(23)

4.1.4.2 Factores que afectan los rendimientos molineros.

Los factores que provocan el rompimiento del grano durante la molienda se puede clasificar en:

- Factores premolienda.

Los factores premolienda están relacionados con las características propias del grano como son la variedad, las condiciones ambientales de cultivo y de nutrición, a que se ve sujeto éste durante su crecimiento. Otros factores premolienda son los siguientes:

a) Cosecha.- Si el arroz palay se cosecha inmaduro presenta una cantidad excesiva de granos yesosos, si se cosecha después de la maduración presenta granos fisurados, aumentando - en ambos casos el grado de quebrado durante la molienda. Matthews y J. J. Spadaro, realizaron un estudio para determinar la cantidad de granos quebrados y fisurados antes de la molienda por medio de rayos X (1974).

Cada variedad observa diferentes óptimos de madurez, para cosecha en relación al rendimiento molinero y al rendimiento de campo.

b) Secado.- La combinación temperatura del aire de secado, número de pasos, tiene un efecto - notable en la calidad molinera.

c) Manejo y almacenamiento.- Las condiciones de transporte del palay tienen un efecto económico importante por la cantidad de granos que se pueden quebrar o fisurar por los impactos durante el manejo y aún por las estibas demasiado altas de sacos de palay. Las condiciones de almacenamiento (temperatura y humedad) y el desarrollo de insectos tienen influencia en los rendimientos molineros.

- Factores de molienda.

Durante las operaciones de descascarillado y molienda, el grano de arroz se ve sujeto a esfuerzos mecánicos al remover la cascarilla, el salvado y el pulido para la producción de arroz blanco, lo cual causa el rompimiento del grano independientemente del que se rompe durante la

pre-cosecha, cosecha y secado.

La operación ideal de molienda es aquella en la cual las condiciones ambientales en el molino, el grano de arroz y el ajuste de las máquinas, están controlados para obtener la mayor cantidad de grano entero con el grado de elaboración deseado. Teniendo que los efectos de elaboración - que más influyen en los rendimientos molineros - son:

- a) Granos defectuosos.- Se ha encontrado que tanto la yesosidad en los granos como la presencia de fisuras, provocan la disminución de la calidad molinera pues ésto produce gran cantidad de granos quebrados que aunado al que se tiene en la molienda, resulta un arroz elaborado de baja calidad. Algunos autores mencionan la imposibilidad de encontrar con absoluta certeza qué porcentaje de grano está fisurado antes de la elaboración y sobre todo hacen énfasis en la relación o influencia que - pueden tener el tamaño del grano, en el grano quebrado y fisurado.
- b) Espesor del grano.- Se ha encontrado que el espesor del grano está relacionado con el quebrado y anímismo los granos más delgados se rompen más durante la elaboración.

Resultados de pruebas realizadas por Wadsworth, Matthews y Spadaro (1962), demostraron que la eficiencia en el descascarillado del arroz pa lay clasificado tuvo diferencias significativas entre las fracciones de los espesores en contrados, así como también la eficiencia del

descascarillado decreció de 98 a 87% para las fracciones más delgadas (1.55 mm). Este mismo estudio demostró que casi el 50% de los granos delgados se desintegran durante el descascarillado y la molienda, de los granos delgados que permanecen, el 80% se rompe a lo largo del proceso.

La elaboración del arroz está basada directamente en las dimensiones largo, ancho y espesor del grano. El arroz blanco se clasifica plenamente como variedades largas, medianas y cortas. Algunos países han formulado grados adicionales basados en la relación largo/ancho.

Las dimensiones son fáciles de medir, por lo tanto están bien establecidas para algunas variedades de arroz.

Las dimensiones y forma del grano de arroz son esenciales para diseñar adecuadamente el equipo de proceso.

Las máquinas descascarilladoras deben diseñarse apropiadamente y ajustarse para remover la cascarilla sin forzar los granos, asimismo las blanqueadoras y pulidoras funcionan eficientemente sólo si se ajustan al tamaño del grano. La uniformidad del tamaño del grano dentro de una variedad es por lo tanto, muy importante.

- c) Contenido de humedad.- El trabajo realizado con la variedad Bluebonnet, demostró que el contenido de humedad afecta el rendimiento molido, es muy significativo el efecto de la conservación del arroz en todas sus formas. El arroz en todas sus formas. El arroz seco y sa-

no se puede mantener por años si se almacena adecuadamente, pero se requieren solo unos - cuantos días para que el arroz mojado se heche a perder. Así como también se alteran - las características de proceso y la calidad de la cocción del arroz. (26)

- d) Temperatura durante la molienda.- Se ha encontrado que la diferencia entre la temperatura ambiental y la temperatura del grano es un - factor importante en el rendimiento molinero aunque aparentemente no tanto como la humedad relativa.

Los últimos trabajos sobre este tema demuestran que las correlaciones de rendimiento molinero con la temperatura ambiental y del grano en la elaboración, puede ser sustituida - por la pérdida o ganancia de humedad en los cambios de temperatura. (26)

- e) Humedad relativa durante la molienda.- Variaciones en la humedad relativa de 50 a 70%, - producen un incremento de 3% en el grano entero obtenido en la elaboración para la variedad Bluebonnet (grano largo) y respuesta de magnitud más pequeña para el grano mediano y corto. (26)

- f) Aereación durante la molienda.- Varios investigadores han reportado incrementos en los - rendimientos molineros de grano entero, debido a la aereación. Esta disminuye la temperatura del arroz cuando es eliminado el salvado, ya que tanto la fricción entre granos co

mo la abrasión, producen el aumento en la - temperatura, la cual provoca gradientes de - humedad que generan las fisuras en los granos - y que al ser elaborados dan como resultado - una mayor cantidad de granos quebrados. (1)
(26)

g) Tiempo de elaboración.- Con respecto al tiem po de blanqueo y su relación con el grano que br rado se ha reportado que solamente la 1/5 - parte del grano quebrado se obtiene al remover el 75% del salvado, produciéndose éste en las primeras etapas de elaboración. Otros autores señalan que los esfuerzos mecánicos provocan en tiempos largos de molienda el aumento de la cantidad de grano quebrado.

h) Grado de elaboración.- Se refiere al porcenta je de salvado removido en base al arroz pa lay. Para cada grado hay un límite máximo de factores indeseables tales como los granos - dañados, yesosos, etc., los cuales incremen- tan la cantidad de granos quebrados al amen tar el grado de elaboración; por lo tanto, éste disminuye la calidad del producto final y brinda un menor precio en el mercado. (1)
(26)

5.- CALIDAD DEL ARROZ.

La calidad de arroz es: "El conjunto de atributos que identifican los lotes individuales del producto y determinan el grado de aceptación - del mismo". (2)

Los factores que influyen en la calidad del arroz son los inherentes a la variedad, características de cultivo, las características del grano y su composición. (13)(20)

Otros factores importantes son las condiciones climáticas propias y prevaecientes durante el cultivo. Además las características asociadas al manejo, almacenamiento y transformación que cambia aún dentro del mismo país.

La diversidad de formas en su consumo hace que los atributos que determinan la calidad difieran según la preferencia del consumidor.

En la mayoría de los países el arroz es procesado y consumido como -- grano entero y las características asociadas con ésto como el tamaño, forma, apariencia, color y uniformidad, son de particular importancia para describir la calidad del arroz.

El arroz es consumido por muy diversos sectores de la población y utilizado para distintos propósitos. Es por ello que los atributos de calidad varían en número y significación, debiendo ser identificados y evaluados en cada caso particular. Una de las propuestas más sistemáticas de los atributos que componen la calidad del arroz fue la hecha por Barber y Benito de Barber en 1975, quienes los dividieron en cuatro grupos:

- I. De composición.- Que comprenden físicos y químicos.
 - II. Sensoriales.- Dudos en el grano crudo y cocido.
 - III. Proceso industrial.
 - IV. Relacionados con la nutrición y la salud.
- (2) (18) (24) (36) (37)

De acuerdo al consumidor se advierte la importancia que se le da a cada uno de los grupos. Así tenemos que, en el grupo I se evalúan sus componentes en la etapa de comercialización del grano para atribuirle el precio en el mercado. En el grupo de atributos sensoriales, la impresión final dada al consumidor tiene una amplia aceptación en todo

el mundo. Los aspectos más buscados por el consumidor de arroz son: para grano crudo, su tamaño y cristalinidad; y para grano cocido, su textura.

Los atributos para el proceso son los más importantes y se enfoca principalmente hacia el rendimiento de arroz blanco y al arroz blanco entero. La determinación de los rendimientos antes mencionados, tiene como objetivo contar con la potencialidad molinera de los diferentes lotes previos a su procesamiento.

Paralelo a la calidad molinera existe el llamado grado de elaboración que está muy relacionado con la blancura del producto, la calidad ante el cocido y a su vez el valor nutritivo. Y con respecto al grupo IV, el valor nutricional y el aspecto sanitario del producto reciben poca importancia en relación a la calidad global del producto. (21) (24) (27) (37)

La calidad del arroz en México está reglamentada por los siguientes decretos para arroz palay (arroz con cáscara) DGN-F119-1966 y para el arroz elaborado NOM/FF/35 (DGN-1982). Además existe la norma CONASUPO que reglamenta las compras realizadas por este organismo.

Algunas normas carecen de métodos prácticos para ser probadas claramente, así tenemos como ejemplo, que dentro de la calidad de palay es importante hacer notar la mezcla de variedades que provoca la diversidad de tamaños y a su vez

Por lo anterior se propone la separación de los granos de arroz palay por espesores, para favorecer el blanqueo y reducir la cantidad de grano quebrado, durante la molienda en variedades de arroz cultivadas en México.

Es por ello que el presente trabajo establece los siguientes OBJETIVOS:

- Formar y seleccionar los grupos dimensionales de las variedades en estudio.

- Demostrar el efecto de la clasificación por espesores en los -- rendimientos molineros en dos variedades de arroz mexicanas, Morelos A-70 y Morelos A-83.

- Presentar una evaluación preliminar de la rentabilidad de la clasificación dimensional por espesores de arroz palay.

II.- MATERIALES Y METODOS

1.- PLAN DE TRABAJO.

La obtención de las muestras se llevó a cabo en la temporada de cosecha, de septiembre de 1986 a noviembre del mismo año.

Todos los lotes se fueron analizando y procesando en forma progresiva.

A continuación se presenta el diagrama general de experimentación. Figura No. 9.

Se decidió trabajar con arroz morelense por ser una de las variedades de arroz más apreciadas entre la población mexicana, además el cultivo de arroz Morelos A-83 en los últimos años, ha reportado rendimientos hasta de 9.0 y 10.0 ton/ha., en comparación con 7.0 ton/ha, que han cosechado de Morelos A-70, realizándose la investigación con estas dos variedades. (22)

2.- MATERIALES.

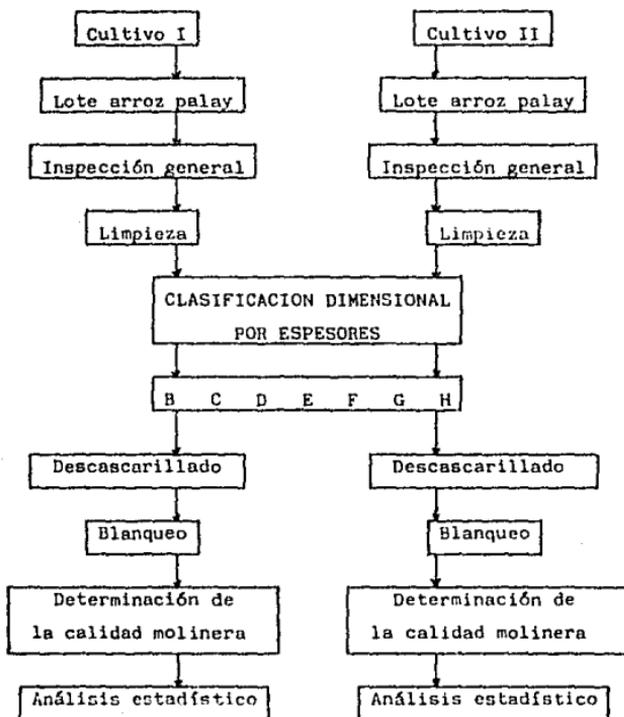
2.1 Arroz Palay.

Los lotes de arroz palay variedades Morelos A-70 y Morelos A-83, se obtuvieron de dos tipos según su origen, los de arroz comercial procedentes del Molino de Arroz Buenavista Asoc. de Productores de Arroz del Estado de Morelos "Plan de Ayala", localizado en Cuautla, Morelos. Los lotes de variedad pura (semilla certificada), se obtuvieron en los campos experimentales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), ubicados en Zacatepec, Jiutepec y Tuxtla, Morelos.

Los lotes de arroz comercial fueron tomados por muestreos y estibas de palay recientemente cosechado, transportado en camiones -

FIGURA N°. 9

DIAGRAMA GENERAL DE EXPERIMENTACION



- de 12 a 18 toneladas y recibidos en el molino para su procesamiento. Los lotes de variedad pura se obtuvieron en la parcela misma y por corte de panojas maduras. El tamaño de los lotes de arroz comercial y de variedad pura fue de 5 kg. Cuadros No. 4 y No. 5.
- 2.2 Tablero de inspección y separación manual.- Consta de un marco de madera y vidrio con forro de terciopelo azul para contrastar el grano y un espejo central para detectar granos partidos longitudinalmente.
- 2.3 Calibrador de espesores MITUTOYO.- Consta de una carátula con escala en milímetros para la medición del espesor, ancho y longitud de los granos de arroz palay, instrumento manual.
- 2.4 Balanza electrónica automática.- Mettler PB-300, de Mettler Instruments AG. Suiza.
- 2.5 Determinador automático de humedad del palay Digital.- Moisture Computer 700, Purrows. Con ajuste para determinación en granos - largos, medianos y cortos.
- 2.6 Aspirador del palay para separación de impurezas.- Laboratory Aspirator, Bates. 797-086-709. H. T. McGill. Modelo 95 BG.
- 2.7 Clasificador de cilindros con alveolos.- De 2.5 mm para la separación preliminar de fracciones de grano quebrado. Marca Registered Grantex.
- 2.8 Clasificador de cilindros con alveolos.- De 5 mm para la separación del grano entero del grano quebrado.
- 2.9 Cribas circulares de fondo plano perforado.- En forma rectangular de punta redondeada, dichas perforaciones van de:

CUADRO N°. 4

ORIGEN DE LOS LOTES DE LA VARIEDAD MORELOS A-70

TIPO	N°. DEL LOTE	LUGAR DE ORIGEN (PARCELA)	HUMEDAD DE MUESTREO
C	1	Cooperativa de Cuautla, Mor.	19.5 %
O	2	Cooperativa de Cuautla, Mor.	25.3 %
M	3	Tlalquiltlenango, Mor.	25.4 %
E	4	Jojutla, Mor.	26.6 %
R	5	Tlaltenchi, Mor.	26.2 %
C	6	Mazatepec, Mor.	26.2 %
I	7	San Ignacio, Mor.	26.0 %
A	8	Santa Cruz, Mor.	26.6 %
L	9	Cooperativa de Cuautla, Mor.	25.0 %
	10	Cooperativa de Cuautla, Mor.	27.3 %
P	1	Jiutepec	21.1 %
U	2	Jiutepec	19.9 %
R	3	Tuxtla	24.6 %
A	4	Tuxtla	16.5 %
	5	Tuxtla	17.9 %

NOTA: Los lotes comerciales fueron obtenidos en el molino Buenavista y los de variedad pura del campo experimental de Zacatepec, Mor.

CUADRO N°. 5

ORIGEN DE LOS LOTES DE LA VARIEDAD MORELOS A-83

TIPO	N°. DEL LOTE	LUGAR DE ORIGEN (PARCELA)	HUMEDAD DE MUESTREO
COMERCIALES	1	Mazatepec, Mor.	24.7 %
	2	Cooperativa de Cuautla, Mor.	21.5 %
	3	Cooperativa de Cuautla, Mor.	14.2 %
	4	Cooperativa de Cuautla, Mor.	16.9 %
	5	Cooperativa de Cuautla, Mor.	18.5 %
	6	Cooperativa de Cuautla, Mor.	15.2 %
	7	Cooperativa de Cuautla, Mor.	25.8 %
	8	Cooperativa de Cuautla, Mor.	25.1 %
	9	Cooperativa de Cuautla, Mor.	15.8 %
	10	Cooperativa de Cuautla, Mor.	26.8 %
PURA	1	Tuxtla	13.1 %
	2	Tuxtla	13.14%
	3	Jiutepec	13.9 %
	4	Jiutepec	21.3 %
	5	Jiutepec	17.1 %

NOTA: Los lotes comerciales fueron obtenidos en el molino Buenavista y los de variedad pura del campo experimental de Zacatepec, Mor.

CRIBA	ANCHO	LARGO
A	3.18 mm	19.05 mm
B	2.77 mm	19.05 mm
C	2.59 mm	19.05 mm
D	2.39 mm	19.05 mm
E	2.18 mm	19.05 mm
F	1.98 mm	19.05 mm
G	1.9 mm	20.00 mm
H	1.8 mm	20.00 mm
I	1.7 mm	20.00 mm

de fabricación norteamericana. Figura No. 10.

2.10 Descascarilladora de laboratorio.- McGill Sheller, H. T., McGill, Inc., Houston Texas, U.S.A. Motor de 1/3 HP y 1.725 rpm.

2.11 Molino de cono abrasivo.- Modelo G. 150/R de laboratorio con -- circulación neumática de arroz. Machine Per Rise Rie-Essicatol, año 1982. Colombini & C.S.N.C., Milano Italia Motor de 1.05 HP.

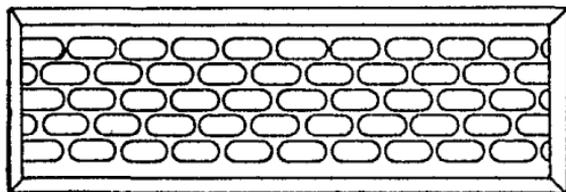
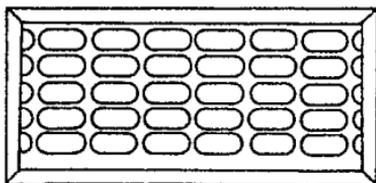
3.- METODOS.

3.1 Identificación de las muestras.- A cada una de las muestras se les asignó un número y una clave de acuerdo a la procedencia y a la variedad de que se trataba para su posterior manejo y se está en la facilidad de mantener un control sobre ellas al almacenar y analizarlas.

3.2 Humedad y aspecto general.- La humedad se determinó en cada lote de arroz palay, pesando 250 g de éste e introduciéndolo a la determinadora de humedad automática, pasando la misma cantidad -- tres veces consecutivas para cerciorarse de la precisión. En -- cuanto al aspecto general, en un tablero de inspección se observó la muestra anotando sus características de color, olor, mez--

FIGURA N°. 10

CRIBAS EMPLEADAS PARA LA CLASIFICACION
DIMENSIONAL DEL ARROZ PALAY



cla aparente de variedades, así como la presencia de insectos vivos y muertos, mohos, abundancia o escasez de impurezas gruesas tales como restos de maleza, piedras, etc. En el caso de la presencia de insectos se trató de identificar a la especie que correspondían.

- 3.3 Fumigación de las muestras.- Su objetivo es evitar el daño a las muestras durante su almacenamiento previo al análisis, ocasionados por insectos vivos que presentan diferentes fases en su crecimiento desde huevo, larva hasta adulto, mediante la utilización de un fumigante que no forma residuo alguno en el producto tratado y que desaparece al airear éste último.

Esta se realiza en una cámara de fumigación en la que se colocan las muestras y entre ellas un par de cajas de petrí, conteniendo cada una la tableta del fumigante "sólido" y se conoce con el nombre comercial de PHOSTOXIN, (fosfuro de aluminio). La cámara se cierra herméticamente y después de dos días se ventila.

- 3.4 Preparación de las muestras para su análisis.- Cada muestra se homogeneiza dentro del costal, se hace un cuarteo y se divide en dos submuestras de 100 g cada una (A y B), para obtener por duplicado los resultados de cada muestra.

3.4.1 Homogeneización y cuarteo.- La primera se realiza agitando el costal que contiene el lote total de arroz palay de una manera suave durante 2 minutos.

El cuarteo se realiza colocando la muestra sobre un tablero de inspección, entremezclando el grano, dividiéndolo en 4 porciones o cuartos; las dos porciones de los extremos se juntan y se mezclan las otras dos para ser rechazadas y se guardan nuevamente hasta obtener aproximadamente 100g para cada muestra.

- 3.5 Inspección de arroz palay.- Cada submuestra de 100g de palay su-
cio se alimenta a la tolva del aspirador del laboratorio lenta-
mente para que el aire que se produce en el interior por el venti-
lador, separe los granos sanos de los inmaduros vanos (son aque-
llos que sólo presentan la cascarilla y en el interior está va-
cío, o bien, el grano es totalmente inmaduro), de las impurezas
pequeñas, restos de maleza, etc.

Se hace también la rectificación de los componentes ya que éstos
nos permiten cuantificar la cantidad de arroz moreno, tanto ente-
ro como quebrado y los granos germinados (los cuales presentan
radícula debido a que después de ser cosechados, el palay contie-
ne una humedad de entre 20 y 26% y ésta no se disminuye o se se-
ca el arroz por medios mecánicos; por lo tanto, al estara dentro
del costal se genera en el centro una temperatura elevada, a la
que está expuesto el grano por varios días, provocando la germi-
nación del mismo).

Esta última operación de separar los diferentes componentes físi-
cos presentados en el lote se hace en el tablero de inspección y
se pesan en la balanza analítica. Los resultados son tabulados.

- 3.6 Preparación del lote de ajuste.- De las dos variedades se traba-
jaron 15 lotes en total, 10 lotes comerciales y 5 lotes de varie-
dad pura.

De cada uno de los lotes ya limpios, se toman 300g de arroz pa-
lay después de haberlos homogeneizado, para obtener un lote de
ajuste y con él determinar las condiciones de trabajo de las dos
variedades tanto en la descascarilladora como en el molino.

- 3.7 Determinación de la abertura óptima de los rodillos de la des-
cascarilladora.

- Del lote de ajuste se toman cinco muestras por duplicado cada
una (en total 10 muestras), con un peso de 100g cada una.

- Se determinaron las aberturas de los rodillos que fueron 30, 35, 40, 45 y 50 unidades de la escala del equipo.
- Procedemos a pasar las muestras por la descascarilladora dos en cada abertura.
- El producto descascarillado se pesa y posteriormente se inspecciona separando arroz palay, arroz moreno entero y arroz moreno quebrado.
- Los resultados obtenidos se tabularon para su posterior análisis estadístico.

Para determinar la abertura óptima de la descascarilladora ---- para cada una de las variedades, Morelos A-70 y Morelos A-83, se considera un porcentaje mínimo de descascarillado del 90%.

3.7.1 Determinación de la equivalencia de las aberturas de la descascarilladora en milímetros.

- Puesto que la descascarilladora presenta una escala sin unidades, se procede a conocer su equivalente en milímetros, por lo que se hacen pruebas a diferentes aberturas desde 0 a 60 unidades de la escala del aparato.
- Se colocan placas de plastilina de 5 mm de espesor sobre el rodillo inferior de la descascarilladora, posteriormente se baja el rodillo superior de manera que toque la plastilina y se toma la lectura con el micrómetro.
- Se va abriendo la distancia entre los rodillos empezando

do desde cero hasta 60 (0, 10, 20, 30, 40, 50 y 60). - En cada lectura se hicieron 10 lecturas, las cuales se tabularon y graficaron los promedios de cada una.

3.8 Determinación del tiempo de elaboración.- El criterio para seleccionar el tiempo óptimo de blanqueo es el máximo porcentaje de grano entero con un mínimo grado de elaboración.

- Se descascarillan 8 muestras que se toman del lote de ajuste a la abertura óptima de la descascarilladora.
- Se pesan cada uno de los productos que se obtienen de tal descascarillado.
- Se determinan los tiempos de elaboración de acuerdo a información previa proporcionada por el laboratorio de Tecnología de Cereales de la Facultad, estos resultados son obtenidos para otra variedad también de granos largos como los que se trabajan en esta investigación.
- Las pruebas son realizadas con los siguientes tiempos: 20, 25, 30 y 35 seg.
- Del producto descascarillado y elaborado se obtienen los siguientes datos: Arroz palay, arroz moreno entero, arroz moreno quebrado, cascarilla, peso de producto blanqueado, rendimiento de grano entero, rendimiento de grano entero quebrado, salvado y porciento del descascarillado.
- Los resultados obtenidos fueron tabulados y posteriormente analizados en forma estadística, estableciendo ecuaciones de regresión lineal simples y correlaciones lineales.

3.8.1 Determinación del grado de elaboración.

- Se trabaja con base al tiempo de elaboración que es el

que se fija al eliminarse aproximadamente el 10% de -- salvado y por observación del grado de elaboración con el reactivo de May-Grunwald (solución acuosa de azul - de metileno y la solución acuosa de eosina amarilla).

- A dos gramos de arroz pulido o elaborado se le agregan 5 ml del reactivo de M. G., agitando suavemente durante dos minutos; se decanta y se lava 3 veces con 5 ml de alcohol metílico, se decanta y se pone a secar, -- luego se cuantifican por el área del grano coloreada - en verde-azul (color del salvado).

3.9 Medición de dimensiones del grano.- Debido a que se trabaja con dos variedades que presentan en su aspecto general diferencias, se toman las dimensiones del grano (largo, ancho y espesor), para conocer el rango en el que se desarrolla.

- De las muestras inspeccionadas, se procede a tomar cuatro de ellas pequeñas, de 25 granos cada una. Después de haber sido inspeccionada la muestra se homogeneiza para obtener estos -- granos.
- Se miden espesores, largo y ancho de cada uno de los granos (100 granos en total de cada lote, es decir, 30 muestras de - 100 granos).
- Las mediciones se realizan con un calibrador de espesores Mitu toyo, donde las lecturas están dadas en milímetros.
- Los resultados obtenidos son tabulados y graficados posteriormente. Por medio de un análisis estadístico se determinan los grupos y rangos a trabajar.

3.10 Pruebas preliminares.- De cada lote ya homogeneizado y cuarteado, (Idem. 2.4.1.), se toma una muestra de 500g de arroz palay limpio. Se procede a pasar las muestras por las cribas desde la de

mayor tamaño de abertura hasta el más pequeño, se van colocando pequeñas porciones sobre la criba, tratando de formar una capa uniforme sobre la base de ésta, con suaves movimientos oscilatorios, se provoca la caída del grano que presentaba menor tamaño de espesor al de abertura de la criba, separando los granos de palay retenidos de los no retenidos.

Posteriormente, el arroz retenido se guarda en bolsas de polietileno, las cuales son registradas con la clave y número de lote, así como con letra de la criba usada.

El arroz palay no retenido se pasa por la criba que sucede en tamaño de abertura menor, tratándolo de la misma manera que al primero y así, en forma consecutiva hasta llegar a la criba con tamaño de abertura más pequeño.

Los datos que se obtienen son tabulados y graficados. Esta clasificación preliminar se realiza con la finalidad de conocer el porcentaje de cada una de las fracciones y saber qué cantidad del lote total se va a clasificar para obtener de todas dos muestras de 100g., para su posterior procesamiento.

3.11 Clasificación del arroz palay por espesores.

- El lote total de arroz palay es limpiado por medio del aspirador del laboratorio, pasando la muestra 3 veces a manera de eliminar la mayor cantidad de impurezas posible, tales como granos vanos, tierra, pedacitos de maleza, etc.
- Posteriormente, se clasifica el palay por su espesor, colocando pequeñas cantidades sobre la base de la criba B, esto se hace porque se observa que al agregar demasiado arroz, los orificios de la criba se tapan y no permiten la caída libre del grano, además de que por ser demasiados también provocan la caída de granos que poseen el espesor esperado a ser retenido por dicha criba.

- Después de colocar el arroz en la criba, se procede a una - agitación manual de la misma, con movimientos oscilatorios, no con mucha fuerza para que la caída del grano no se forzara y la clasificación perdiera eficiencia.
- Las fracciones son separadas, tanto la retenida como la no retenida por la criba B. La fracción retenida se guarda en - bolsas de polietileno debidamente identificadas conteniendo el número del lote, su clave y la letra de la fracción retenida.
- Posteriormente la fracción no retenida se pasa por la criba C de la misma forma que en la criba B, de manera que todas las fracciones no retenidas se pasan por la criba de menor - tamaño en forma sucesiva (D, E, F y G), hasta la más pequeña.
- En el caso de la Morelos A-70, se trabajan juntas las fracciones F y G, ya que no se tienen los 200 g de cada una para - su posterior procesamiento.

3.12 Determinación de calidad molinera.

- De las fracciones obtenidas en la clasificación se toman dos muestras de 100 g de cada una.
- Con la descascarilladora ajustada a 45u, para Morelos A-70 y 30u para Morelos A-83. Se procedió a descascarillar (con descascarilladora McGill de laboratorio) el arroz palay, alimentando a la tolva en forma lenta para que el grano no cayera bruscamente y sufriera rompimiento en forma transversal lo - cual provocaba problemas a la hora de la inspección.
- El arroz palay ya descascarillado es inspeccionado determinando el arroz palay, arroz moreno entero y quebrado, así como la cantidad de cascarilla eliminada; se pesa y tabulan los - datos obtenidos.

- Las tres fracciones separadas se unen y pasan al molino para su elaboración con un tiempo de 30 seg.
- El producto obtenido de la blanqueadora se pesa (arroz blanco) y se realiza la inspección para obtener la puntilla, grnillo, medio grano y grano entero.
- Después de pesado el producto, se pasa por una malla para se parar por medio de agitación manual la puntilla de la mues--tra total; posteriormente se pasa a una criba alveolada sin orificios y agitando manualmente, se separa el arroz entero del quebrado total, esta última fracción se pasa por la cla-sificadora de medio grano a manera de separar éste del granjllo. Todas las fracciones obtenidas son inspeccionadas en --forma manual, para mayor homogeneidad de cada uno de los ta-maños obtenidos del blanqueo.
- Cada fracción es pesada y los resultados que se obtienen son tabulados.

III.- RESULTADOS Y DISCUSION

1. ASPECTO GENERAL Y HUMEDAD.

Todos los lotes de ambas variedades presentaban restos de maleza y tierra. En lo referente a la uniformidad de tamaño y color, se puede decir que el palay de la variedad Morelos A-70 era muy heterogéneo; por lo que el color del lote variaba del amarillo pajizo al verde-amarillo o verde. Para la variedad Morelos A-83, tanto su color como su tamaño eran homogéneos, siendo su color característico amarillo-oscuro.

A simple vista, en algunos lotes se presentaban la mezcla de las dos variedades. Además de granos enmohecidos e insectos muertos.

En cuanto a la humedad promedio de los lotes adquiridos, para la variedad Morelos A-83 fue de 18.87%, con un máximo de 26.84% y un mínimo de 13.1%; para la Morelos A-70 de 23.61%, con un máximo de 27.39 y un mínimo de 17.9%, al momento del muestreo en el molino, o en otros casos, - al llegar al laboratorio para los lotes traídos directamente desde la - parcela. Las humedades promedio obtenidas están dentro de los valores - óptimos para la cosecha.

2. INSPECCION DE ARROZ PALAY.

En el cuadro No. 6 se presentan los promedios obtenidos de las inspecciones de palay, en cuanto a palay sano, arroz moreno entero y quebrado, así como arroz germinado, vanos e impurezas, realizadas a los 10 lotes de palay comercial y a los 5 lotes de palay duro de las dos variedades, también podemos observar la desviación estándar en cada valor. (Ver apéndice A).

Siendo uno de los aspectos importantes tenemos que el porcentaje de palay limpio o pureza es de 96.51% para todos los lotes, ya que la cosecha es manual en las dos variedades.

CUADRO N°. 6

RESULTADOS PROMEDIO DE LA INSPECCION A LOS LOTES DE PALAY

VARIEDAD	PALAY LIMPIO (PUREZA)	ARROZ MORENO	ARROZ MORENO QUEBRADO	GRANOS VANOS	GRANOS GERMINADOS	IMPUREZAS
M O R E L O S A - 70	\bar{X} 96.03	0.06	0.07	1.47	1.90	0.40
	Comercial					
	2.48	0.03	0.06	0.83	2.10	0.26
	\bar{X} 96.83	0.17	0.22	1.29	0.12	0.85
A - 70	Pura					
	0.73	0.09	0.12	0.39	0.04	0.33
	\bar{X} 97.06	0.15	0.10	1.33	0.68	0.59
	Comercial					
M O R E L O S A - 83	1.08	0.19	0.09	0.50	0.83	0.25
	\bar{X} 96.13	0.15	0.10	2.59		0.55
	Pura					
	0.41	0.10	0.08	0.49		0.35
	\bar{X} 96.51	0.13	0.12	1.67	0.90	0.60

NOTA: Base de cálculo 100g de arroz palay.

Otro de los aspectos que es conveniente comentar es la incipiente - presencia de granos germinados, en los lotes de Morelos A-70 de variedad pura, causado fundamentalmente por la demora entre la cosecha y el secado.

3. EQUIVALENCIA DE LA ESCALA DE LA ABERTURA ARBITRARIA DE LOS RODILLOS DE LA DESCASCARILLADORA MCGILL EN MILIMETROS.

En el cuadro No.7, se muestran las lecturas obtenidas para conocer la equivalencia de la escala de la descascarilladora en milímetros a las diferentes aberturas.

En la figura No. 11, se observa el comportamiento de la escala contra la distancia entre los rodillos descascarilladores. Se puede notar la tendencia casi lineal de ésta.

Con esta gráfica podemos interpolar y saber a cuántos milímetros co rresponde cada abertura, por lo tanto, nosotros trabajamos con 1.55 mm - para la variedad Morelos A-83 y con 2.02 mm para Morelos A-70. Aquí también mostramos la ec unción que rige "el comportamiento de la descascari lladora" empleada en esta investigación.

4. DETERMINACION DE CONDICIONES OPTIMAS DE DESCASCARILLADO.

En el cuadro No. 8, encontramos que la abertura adecuada para la va riedad Morelos A-70 fue de 45 unidades en la descascarilladora McGill, - correspondiendo a un 12.61% de arroz quebrado y un 92.3% descascarillado que son los mínimos óptimos.

En forma idéntica se determinaron los valores para la variedad More los A-83, encontrándose una abertura de 30 unidades de la descascarilla- dora, un porcentaje de 6.11% de grano quebrado y 95.62% de descascarillado. (Cuadro No. 9).

C U A D R O N°. 7

DETERMINACION DE LA EQUIVALENCIA DE LAS
 ABERTURAS DE LA DESCASCARILLADORA
 EN MILIMETROS.

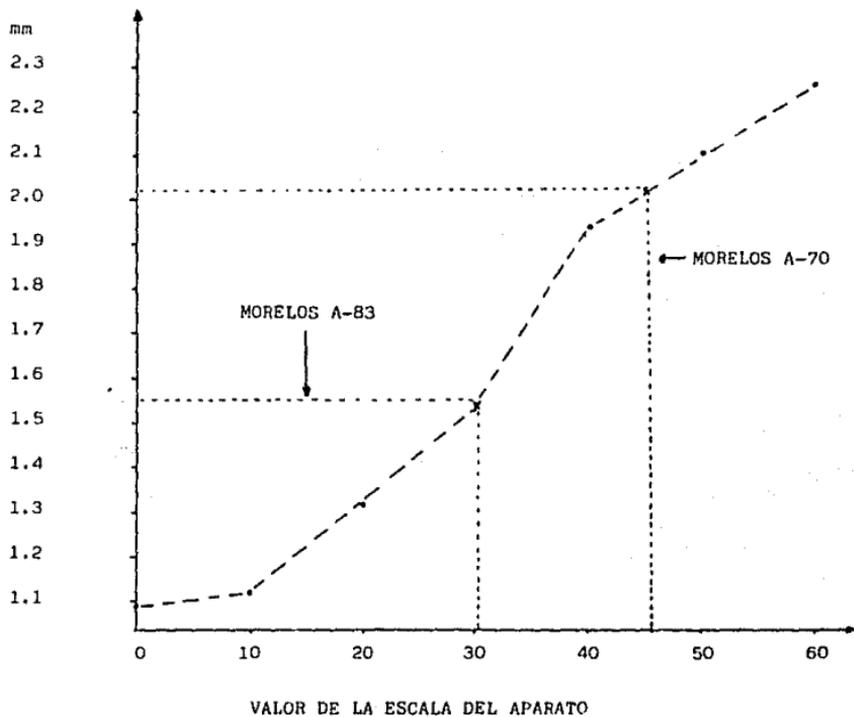
VALOR DE ESCALA	VALOR PROMEDIO EN mm
0	0.98
10	1.11
20	1.32
30	1.55
40	1.95
50	2.12
60	2.27

1 unidad de la escala
 del aparato = 0.02 mm

NOTA: Los promedios son de las diez lectu-
 ras realizadas en cada abertura.

FIGURA N°. 11

RELACION ENTRE LA ESCALA DEL APARATO Y LA DISTANCIA DE RODILLO
A RODILLO EN MILIMETROS DE LA DESCASCARILLADORA. Mc GILL.



NOTA: Una unidad de la escala de la descascarilladora = 0.02 mm

CUADRO N°. 8

DETERMINACION DE CONDICIONES OPTIMAS DE DESCASCARILLADO
 VARIEDAD MORELOS A-70

MUESTRA N°.	ABERTURA EN- TRE RODILLOS		PORCENTAJE DE DESCASCARILLADO	PESO DE ARROZ MORENO ENTERO (g)	PESO DE ARROZ MORENO QUEBRADO (g)
	(U.A.)*	(mm)			
1	30	1.58	98.98	52.45	24.030
2	35	1.68	97.75	57.38	18.49
3	40	1.78	95.15	57.24	16.57
4	45	1.88	92.7	59.09	12.61
5	50	1.98	88.84	58.71	9.43

NOTA: Cada dato es un promedio de determinaciones por duplicado.

Muestras tomadas de lote de ajuste.

* U. A. = Unidades del aparato.

CUADRO N°. 9

DETERMINACION DE CONDICIONES OPTIMAS DE DESCASCARILLADO

VARIEDAD MORELOS A-83

MUESTRA N°.	ABERTURA ENTRE RODILLOS		PESO DE ARROZ PALAY (g)	PESO DE ARROZ MORENO ENTERO (g)	PESO DE ARROZ MORENO QUEBRADO (g)
	(U.A.)*	(mm)			
1	30	1.55	95.62	68.57	6.11
2	35	1.75	90.59	65.67	4.06
3	40	1.95	84.58	61.84	3.20
4	45	2.04	66.29	48.65	1.90
5	50	2.12	35.32	25.33	0.96

NOTA: Cada dato es un promedio de determinaciones por duplicado.

Muestras tomadas de lote de ajuste.

* U. A. = Unidades del aparato.

Complementario a la búsqueda de las aberturas óptimas de los rodillos para cada variedad, se determinó la correlación que existe entre la abertura de los rodillos y el porcentaje de descascarillado, abertura de los rodillos y porcentaje de arroz moreno entero, así como el porcentaje de descascarillado y el porcentaje de arroz moreno entero, encontrándose relaciones altamente significativas para las 3 relaciones como se ve en los cuadros No. 10 y 11 (Apéndice B-I) (5) (25)

Lo anterior es de mucha importancia para los objetivos del trabajo, ya que al evaluar las diferentes fracciones dimensionales obtenidas en la clasificación, tenemos un antecedente seguro de correlación entre la abertura de los rodillos y la eficiencia de descascarillado.

5. DETERMINACION DE CONDICIONES OPTIMAS DE ELABORACION EN MOLINO DE LABORATORIO.

En los cuadros No. 12 y 13 observamos los resultados obtenidos de las determinaciones para la obtención del tiempo óptimo de blanqueo, empleando para esto el molino de laboratorio Colombini 714B.

Encontrando para la variedad Morelos A-70, un tiempo de blanqueo de 30 seg., que con respecto al grado de elaboración; es decir, la cantidad de salvado eliminado fue de 14.33 g., apoyando ésto en la determinación semicuantitativa del grado de elaboración por tinción de una muestra de grano elaborado, dando por resultado un mínimo de salvado residual para dicho tiempo.

Así tenemos que para la variedad Morelos A-63, basándonos en los criterios establecidos en la metodología, obtuvimos un rendimiento óptimo de grano entero de 60.80 g y en cuanto a su grado de elaboración o cantidad de salvado eliminado fue de 10.93 g, ésto también se apoyó en las determinaciones de tinción. Los resultados se obtuvieron con un tiempo de elaboración de 30 seg. En esta última variedad, si se observa el cuadro No. 13 pudiera dar por resultado que también serían óptimos los tiempos-

CUADRO N°. 10

ANALISIS ESTADISTICO DE LAS CONDICIONES
OPTIMAS DE DESCASCARILLADO PARA LA
VARIEDAD MORELOS A-70

RELACION	ECUACION REGRESION LINEAL SIMPLE	COEFICIENTE DE CORRELACION (r)
Abertura de rodillos (mm) (X) VS Porciento descascarillado (Y)	$Y = 117.60 - 12.19 X$	0.99
Abertura de rodillos (mm) (X) VS Peso de arroz entero moreno(Y)	$Y = 32.06 + 13.25 X$	1.00
Porciento descascarillado (X) VS Peso arroz moreno entero (Y)	$Y = 101.73 - 0.47 X$	1.00

CUADRO N°. 11

ANALISIS ESTADISTICO DE LAS CONDICIONES
OPTIMAS DE DESCASCARILLADO PARA LA
VARIEDAD MORELOS A-83

RELACION	ECUACION REGRESION LINEAL SIMPLE	COEFICIENTE DE CORRELACION (r)
Abertura de rodillos (mm) (X) VS Porciento descascarillado (Y)	$Y = 242.18 - 89.08 X$	0.93
Abertura de rodillos (mm) (X) VS Peso arroz moreno entero (Y)	$Y = 170.21 - 61.81 X$	0.93
Porciento descascarillado (X) VS Peso arroz moreno entero (Y)	$Y = 0.16 - 0.72 X$	1.00

CUADRO N°. 12

VARIEDAD MORELOS A-70
 RESULTADOS DE PRUEBAS PARA DETERMINAR CONDICIONES OPTIMAS
 DE ELABORACION EN MOLINO DE LABORATORIO

TIEMPO DE ELABORACION (seg)	RENDIMIENTO TOTAL (g)	RENDIMIENTO DE ENTERO (g)	QUEBRADO (g)	* GRADO DE ELABORACION (g)	GRADO DE ELABORACION POR M.G.
30	64.27	42.32	21.62	14.33	Mínimo de salvado.
35	62.64	38.93	23.94	15.89	Mínimo de salvado.
40	62.61	39.59	22.50	15.73	Ausencia de salvado residual.
45	60.22	31.43	28.79	18.06	Ausencia de salvado residual.

Peso promedio de entrada al blanqueo 78.41 g \pm 0.12.

Base de cálculo 100g de palay.

* Peso de salvado eliminado

M. G. - May-Grunwald.

NOTA: Cada dato es un promedio de determinaciones por duplicado.
 Muestras tomadas de lote de ajuste.

CUADRO N°. 13

RESULTADOS DE PRUEBAS PARA DETERMINAR CONDICIONES OPTIMAS
DE ELABORACION EN MOLINO DE LABORATORIO
VARIEDAD MORELOS A-83

TIEMPO DE ELABORACION (seg)	RENDIMIENTO TOTAL (g)	RENDIMIENTO DE ENTERO (g)	QUEBRADO (g)	*GRADO DE ELABORACION (g)	GRADO DE ELABORACION POR M.G.
20	69.09	62.63	6.38	9.75	Mínimo de salvado residual.
25	68.17	61.51	6.35	10.76	Ausencia de salvado residual.
30	67.41	60.80	6.44	10.93	Ausencia de salvado residual.
35	66.88	60.00	6.71	11.93	Ausencia de salvado residual.

Peso promedio de entrada al blanqueo 78.59g \pm 0.19.

Hase de cálculo 100g de palay.

* Peso de salvado eliminado.

M. G. - May-Grunwald.

Nota: Cada dato es un promedio de determinaciones por duplicado.

Muestras tomadas del lote de ajuste.

de 20 y 25 seg., pero como era importante establecer una comparación entre las dos variedades, se decidió trabajar con el mismo tiempo de blanqueo que para la variedad Morelos A-70.

Comparando la cantidad de salvado eliminado en ambas variedades, podemos observar que para Morelos A-70 es mayor dicha cantidad que para Morelos A-83. Esto se debe a las diferencias que existen en cuanto a las características de cada grano, ya que Morelos A-70 presenta una perla vítrea (yesosidad), que hace al grano más poroso y frágil, y con esto parece que se elaboró más. Por el contrario el grano de la variedad Morelos A-83, no contiene dicha característica genética, el grano es cristalino y por lo tanto más resistente.

Ya que las dos variedades fueron sometidas a tiempos de elaboración iguales, podemos observar diferencias en cuanto a rendimiento total siendo para Morelos A-70 de 64.27 g y para la Morelos A-83 de 67.41 g, atribuible a una característica varietal propia de cada grano.

Para las condiciones óptimas del tiempo de blanqueo se encontró estadísticamente (cuadro No. 14), que existen correlaciones altamente significativas entre las siguientes relaciones: Tiempo de elaboración y grado de elaboración; tiempo de elaboración y rendimiento de grano entero; tiempo de elaboración y rendimiento total; grado de elaboración y rendimiento de entero; y grado de elaboración y rendimiento total en ambas variedades.

Encontrándose que los coeficientes de correlación para la variedad Morelos A-83 en lo que respecta al blanqueo fueron más uniformes, es decir, tuvieron un comportamiento similar, que para la Morelos A-70, debiéndose probablemente a una mayor resistencia al esfuerzo mecánico de la primera variedad mencionada.

6. MEDICION DE DIMENSIONES DEL GRANO.

6.1 Análisis de las dimensiones largo, ancho y espesor.

CUADRO N°. 14

ANALISIS ESTADISTICO DE LAS CONDICIONES OPTIMAS DE BLANQUEO

VARIEDAD	MORELOS A-70		MORELOS A-83	
RELACION	ECUACION DE REGRESION LINEAL SIMPLE	COEFICIENTE DE CORRELACION (r)	ECUACION DE REGRESION LINEAL SIMPLE	COEFICIENTE DE CORRELACION (r)
TIEMPO DE ELABORACION - (X) VS	$Y = 7.73 + 0.22x$	1.00	$Y = 7.15 + 0.13x$	0.99
GRADO DE ELABORACION - (Y)				
TIEMPO DE ELABORACION - (X) VS	$Y = 62.08 - 0.64x$	0.97	$Y = 65.97 - 0.17x$	0.98
RENDIMIENTO DE ENTERO - (Y)				
TIEMPO DE ELABORACION - (X) VS	$Y = 71.58 - 0.24x$	0.99	$Y = 72.02 - 0.15x$	0.98
RENDIMIENTO TOTAL - (Y)				
GRADO DE ELABORACION - (X) VS	$Y = 85.05 - 2.94x$	0.98	$Y = 71.76 - 0.97x$	1.00
RENDIMIENTO DE ENTERO - (Y)				
GRADO DE ELABORACION - (X) VS	$Y = 2.36 + 3.76x$	0.99	$Y = 76.03 - 0.75x$	1.00
RENDIMIENTO TOTAL - (Y)				

De los datos de las dimensiones tomadas a 100 granos de arroz - palay de cada lote, encontramos los promedios presentados en el cuadro No. 15, los cuales nos indican que la diferencia en longitud entre las dos variedades es real. Tenemos que la diferencia de longitudes entre la variedad pura y la comercial de la - Morelos A-70 es insignificante, para la Morelos A-83 las variaciones en la longitud se manifiesta en forma semejante.

Las mediciones de ancho en los granos de las dos variedades presentan un comportamiento similar a la longitud.

En las mediciones del espesor, sí se observan diferencias entre ambas variedades, notándose que los coeficientes de variación - son mayores en la Morelos A-70. Las diferencias observadas en - cuanto al espesor se deben a las características propias de cada grano, ya que la variedad Morelos A-83 es un grano más compacto que Morelos A-70.

Una manera de conocer la forma del grano es tomando en cuenta su relación Largo-Ancho, como señala Webb y otros autores, los valores numéricos encontrados en ambas variedades trabajadas nos sitúan a éstas entre las variedades de granos largos y medianos. Estableciendo como granos largos a aquellos que entran en el -- rango de 3.4 mm o más y los medianos de 2.5 a 3.3 milímetros, - en la relación antes mencionada. (16) (38)

6.2 Análisis de los espesores medidos en las dos variables.

Por ser el espesor del grano el de mayor interés en este trabajo, se realizó un análisis particular que consistió en un agrupamiento de datos mostrado en el cuadro No. 16, ésto como antecedente necesario para la formación de los grupos dimensionales, que posteriormente darán pauta para la clasificación por espesores.

Se realizó un tratamiento estadístico el cual nos indicó el número de intervalos de clase así como su amplitud por medio de la regla de Sturges.

CUADRO N°. 15

ANALISIS DE LAS DIMENSIONES LARGO, ANCHO
Y ESPESOR EN EL ARROZ PALAY

VARIEDAD	TIPO	LARGO	ANCHO	ESPESOR	L/A	
M O R E L O S A - 70	C O M E R.	\bar{X}	10.36 mm	3.38 mm	2.29 mm	3.33 - 2.83
		σ_{n-1}	0.34	0.25	0.14	0.25
		Coef. V.	2.92	3.75	6.10	
	P U R A	\bar{X}	10.39 mm	3.32 mm	2.30 mm	3.30 - 2.98
		σ_{n-1}	0.33	0.14	0.13	0.16
		Coef. V.	3.19	4.12	5.79	
M O R E L O S A - 83	C O M E R.	\bar{X}	9.33 mm	2.86 mm	2.11 mm	3.51 - 3.03
		σ_{n-1}	0.51	0.14	0.11	0.24
		Coef. V.	5.39	4.99	5.10	
	P U R A	\bar{X}	9.31 mm	2.79 mm	2.12 mm	3.55 - 3.13
		σ_{n-1}	0.46	0.11	0.09	0.21
		Coef. V.	4.93	3.92	4.44	

(Ver apéndice A)

CUADRO N°. 16

AGRUPAMIENTO DE DATOS PROVENIENTES DE LAS
MEDICIONES DE ESPESORES EN CADA UNA DE
LAS VARIEDADES TRABAJADAS

VARIEDAD	TIPO	RANGO	FRECUENCIA
M O R E L O S A - 70	P U R A	1.60 - 1.75 mm	0
		1.76 - 1.90 mm	1
		1.91 - 2.05 mm	2
		2.06 - 2.20 mm	11
		2.21 - 2.35 mm	36
	C O M E R C I A L	2.36 - 2.50 mm	46
		2.51 - 2.65 mm	4
		1.60 - 1.75 mm	1
		1.76 - 1.90 mm	5
		1.91 - 2.05 mm	4
M O R E L O S A - 83	P U R A	2.06 - 2.20 mm	6
		2.21 - 2.35 mm	44
		2.36 - 2.50 mm	39
		2.51 - 2.65 mm	1
		1.60 - 1.75 mm	1
	C O M E R C I A L	1.76 - 1.90 mm	2
		1.91 - 2.05 mm	26
		2.06 - 2.20 mm	61
		2.21 - 2.35 mm	10
		1.60 - 1.75 mm	1
C O M E R C I A L	1.76 - 1.90 mm	3	
	1.91 - 2.05 mm	18	
	2.06 - 2.20 mm	59	
	2.21 - 2.35 mm	14	
	2.36 - 2.50 mm	5	

En el cuadro antes mencionado que los grupos dimensionales no son los mismos en ambas variedades, teniendo que para la variedad Morelos A-70 existen más grupos dimensionales que para la Morelos A-83, indicándonos ésto mayor heterogeneidad en cuanto a espesores.

El histograma de los grupos dimensionales (Figuras 13 y 14), nos muestran que la variedad Morelos A-70 posee una mayor dispersión en el comportamiento de la distribución normal debida al tamaño de su desviación con respecto a la media, ésto atribuible a que la variedad ya tiene mucho tiempo que es cultivada, y por ello las características del grano se van alterando.

En cuanto a la variedad Morelos A-83, se muestra una curva de distribución normal simétrica, siendo su desviación pequeña con respecto a la media muestral. Esta variedad es de reciente liberación, es decir se empieza a distribuir entre los campesinos para su producción. (20) (21) (22)

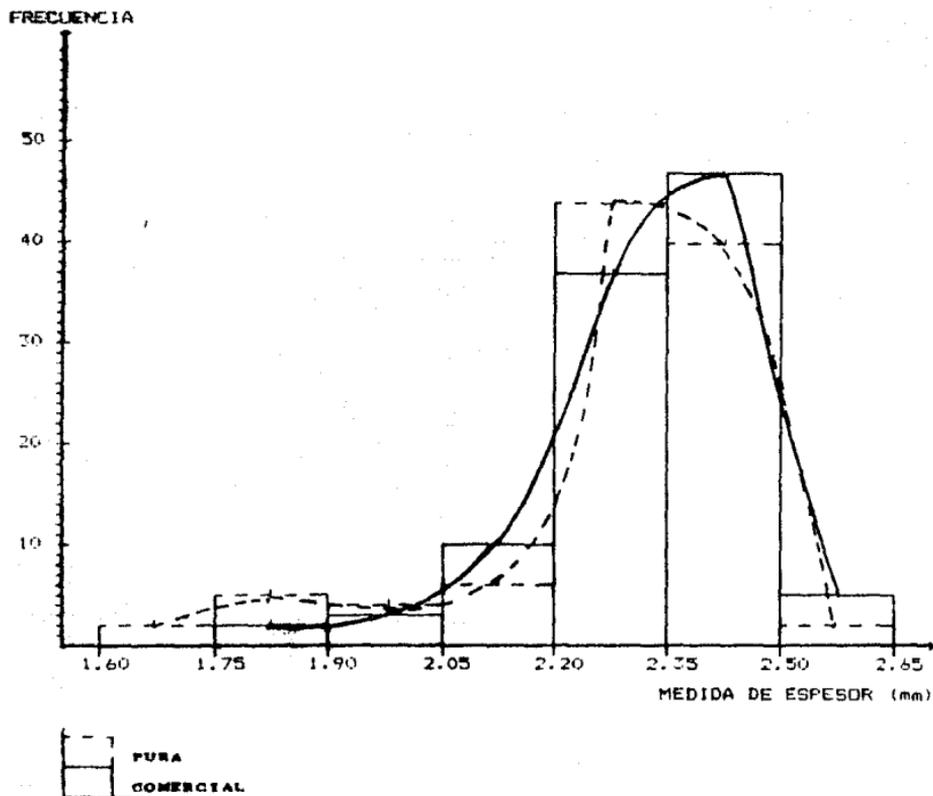
Si consideramos que el espesor es una característica de la madurez, la dispersión en ésta nos manifiesta que la variedad Morelos A-83 es más homogénea en su madurez. (6) (8) (11)

7. EFECTO DE LA CLASIFICACION DIMENSIONAL SOBRE LA CALIDAD MOLINERA.

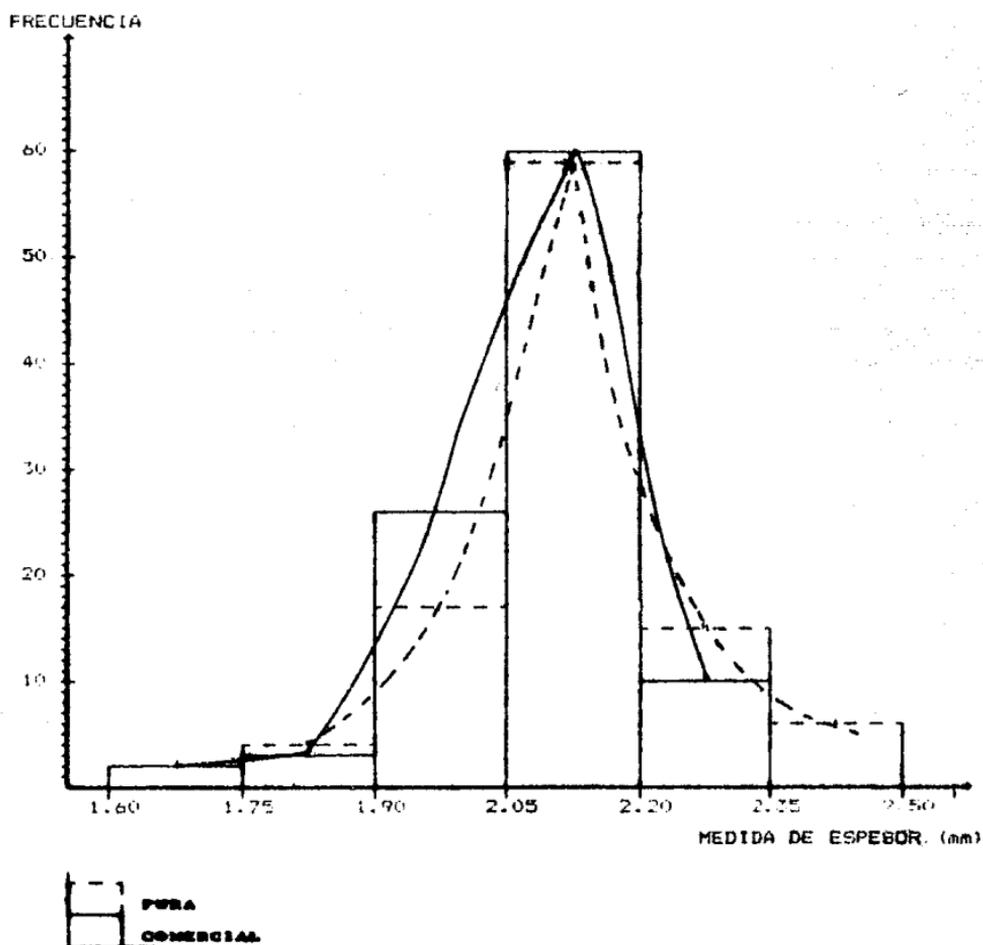
7.1 Fracciones obtenidas de la clasificación.

Observamos en el cuadro No. 17, los resultados obtenidos para la variedad Morelos A-70 comercial, primeramente tenemos las diferentes fracciones que esta variedad nos presenta, las cuales -- tienen distintos espesores, desde la fracción B de 2.77 o más, C de 2.76 a 2.59 mm, D de 2.58 a 2.39 mm., E de 2.38 a 2.18 mm, F de 2.17 a 1.98 mm, G de 1.97 a 1.90 mm, además la muestra tes tigo que se obtuvo de los lotes de palay antes de la clasifica-

MORELOS A-70
HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS POR ESPESORES
VARIEDAD PURA Y COMERCIAL



MORELOS A-83
 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS POR ESPESORES
 VARIEDAD PURA Y COMERCIAL



CUADRO N°. 17

RESULTADOS DEL EFECTO DE LA CLASIFICACION DIMENSIONAL SOBRE LA CALIDAD MOLINERA DE LA VARIEDAD MORELOS A-70 COMERCIAL

FRACCION	PORCENTAJE	PRODUCTO DE DESCASCARILLADO (g)	PORCIENTO DE DESCASCARILLADO	ARROZ MORENO ENTERO (g)	ARROZ MORENO QUEBRADO (g)	RENDIMIENTO TOTAL DE ARROZ BLANCO (g)	RENDIMIENTO DE ARROZ ENTERO BLANCO (g)	ARROZ QUEBRADO MEDIO GRANO	GRANILLO	PUNTILLA	ARROZ QUEBRADO BLANCO QUEBRADO TOTAL	GRADO DE ELABORACION TOTAL
TESTIGO		79.70	89.07	64.36	4.14	64.02	45.50	10.04	7.22	0.97	18.23	15.49
σ_n		(0.62)	(3.11)	(2.80)	(0.97)	0.69	(3.46)	(2.22)	(2.84)	(0.31)	(3.23)	(0.66)
B	2.14	79.00	97.09	69.16	6.60	65.50	45.15	12.57	6.90	0.72	20.19	
σ_n	(1.89)	(0.22)	(0.39)	(4.55)	(4.05)	(0.96)	(4.91)	(1.42)	(3.82)	(0.54)	(3.49)	(0.76)
C	4.28	78.74	96.18	68.54	6.03	64.61	44.67	12.43	6.09	1.12	19.60	13.88
σ_n	(1.15)	(0.49)	(1.38)	(1.81)	(1.93)	(1.15)	(5.78)	(3.76)	(1.95)	(0.40)	(4.99)	(0.73)
D	42.00	79.06	96.18	70.00	4.92	65.24	46.19	11.13	6.49	1.04	18.65	13.50
σ_n	(6.95)	(0.58)	(1.56)	(1.68)	(1.55)	(0.92)	(6.19)	(3.25)	(3.83)	(0.36)	(5.34)	(0.58)
E	40.59	79.12	93.51	66.51	5.70	64.75	44.70	12.07	6.78	0.82	19.67	13.95
σ_n	(4.32)	(0.88)	(2.71)	(2.01)	(1.48)	(0.89)	(3.95)	(2.89)	(2.35)	(0.37)	(3.12)	(0.46)
FG		79.59	68.33	41.61	5.22							
	10.99	(2.05)	(5.68)	(4.95)	(1.49)							
σ_n	(3.02)		93.52	55.74	12.65	58.78	30.20	16.39	10.96	1.04	28.35	16.09
			(4.03)	(4.20)	(3.54)	(1.73)	(4.52)	(1.83)	(2.48)	(0.32)	(3.28)	(0.86)

NOTA: - TESTIGO

- BASE DE CALCULO 100 GRAMOS DE ARROZ PALAY.

- % DESCASCARILLADO = 100g DE ARROZ PALAY - ARROZ
PALAY DESPUES DE DESCASCARILLADO.

- RENDIMIENTO TOTAL = PRODUCTO TOTAL DE MOLIENDA.

- GRADO DE ELABORACION = SALVADO ELIMINADO.

EST. INT. DE INVEST. C. A. S. 79

ción. Las fracciones F y G, se trabajaron en forma conjunta, - porque en la clasificación no se obtuvo la cantidad necesaria - de muestra para las evaluaciones y además porque el rango dimen- sional entre una y otra no es muy alejado. Dentro de este cua- dro observamos cinco fracciones para esta variedad, siendo la - de mayor porcentaje la fracción D con un 42%, teniendo a su vez que las fracciones B y C, las de mayor espesor, mostraron los - menores porcentajes, de 2.14 y 4.28 de cada uno.

Observamos para el cuadro No. 18, que la variedad Morelos A-70 pura presentó cinco fracciones también y su porcentaje máximo - en ésta fue en la fracción D con un 52.19%; mientras que las - fracciones B y C nos presentaron los mayores espesores de 1.84% y 5.18% respectivamente.

Como se puede observar en estas dos variedades se obtuvieron el mismo número de fracciones, así como los porcentajes obtenidos, en cuanto a la fracción D que tiene una diferencia del 10% de - la variedad pura con respecto a la comercial puede deberse a - las condiciones de cultivo a que fueron sometidas ambas varieda- des.

En el cuadro No. 19, encontramos los resultados de la variedad Morelos A-83 comercial, obtuvimos el número de fracciones que - en este caso fueron 4, de las cuales el mayor porcentaje lo pre- sentó la fracción F con un 47.40%; en la fracción G, de menor - espesor, encontramos un porcentaje de 6.91%.

Los resultados de la variedad Morelos A-93 pura se muestran en el cuadro No. 20, donde encontramos primeramente el mismo número de fracciones significativas que las obtenidas en Morelos A-83 comercial, en la clasificación dimensional por espesores. Así mismo tenemos que la fracción F es la que presenta el mayor por- centaje siendo de 46.33% y en este caso las fracciones D, la -- más gruesa y G la más delgada, tienen los menores porcentajes - de 4.31 y 4.95% respectivamente .

CUADRO N°. 18

RESULTADOS DEL EFECTO DE LA CLASIFICACION DIMENSIONAL SOBRE LA CALIDAD MOLINERA DE LA VARIEDAD MORELOS A-70 PURA

FRACCION	PORCENTAJE	PRODUCTO DE	PORCIENTO DE	ARROZ	ARROZ	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO	ARROZ QUEBRADO BLANCO			QUEBRADO	GRADO DE
		DESCASCARILLADO (g)	DESCASCARILLADO	MORENO ENTERO (g)	MORENO QUEBRADO (g)	TOTAL DE ARROZ BLANCO (g)	DE ARROZ ENTERO BLANCO (g)	MEDIO GRANO	GRANILLO	PUNTILLA		
TESTIGO		79.75	89.19	62.21	6.45	65.31	46.50	8.58	8.67	1.41	18.00	14.15
σ_n		(0.53)	(2.23)	(4.80)	(3.26)	(0.62)	(5.84)	(3.05)	(3.58)	(0.80)	(5.62)	(0.70)
B	1.84	78.94	96.48	68.22	6.90	66.36	49.74	7.52	7.54	1.44	16.50	12.28
σ_n	(0.62)	(0.19)	(0.24)	(4.38)		(0.72)	(5.56)	(1.73)	(4.11)	(0.63)	(5.62)	(0.83)
C	5.18	78.99	95.67	67.17	7.52	66.21	49.68	7.37	7.51	1.46	16.33	12.37
σ_n	(0.85)	(0.14)	(1.03)	(4.41)	(4.19)	(0.58)	(5.20)	(1.13)	(3.57)	(0.49)	(4.89)	(0.57)
D	52.19	79.44	95.60	67.46	7.25	66.34	47.56	8.06	8.08	1.34	17.49	12.77
σ_n	(3.33)	(0.40)	(0.76)	(5.09)	(5.16)	(0.69)	(5.34)	(2.54)	(4.21)	9 0.62)	(6.17)	(0.44)
E	30.49	79.38	92.05	64.12	6.93	66.02	48.05	9.66	7.15	0.93	17.73	12.98
σ_n	(1.80)	(0.23)	(1.57)	(3.09)	(3.13)	(0.80)	(3.74)	(3.38)	(3.07)	(0.39)	(5.29)	(0.74)
FG		81.01	72.19	45.08	7.63							
σ_n	(10.28)	(0.82)	(2.80)	(3.55)	(3.32)							
	3.19		91.62	56.56	10.48	60.99	38.07	13.00	8.58	1.03	22.60	14.43
			(2.97)	(4.23)	(3.19)	(1.91)	(7.33)	(4.25)	(1.85)	(0.41)	(5.77)	(1.12)

NOTA:

- Base de cálculo 100 gramos de arroz palay.
- % descascarillado = 100 g de arroz palay - arroz palay después de descascarillado.
- Rendimiento total = producto total de molienda.
- Grado de elaboración = salvado eliminado.

CUADRO N°. 19

RESULTADOS DEL EFECTO DE LA CLASIFICACION DIMENSIONAL SOBRE LA CALIDAD MOLINERA DE LA VARIEDAD MORELOS A-83 COMERCIAL

FRACCION	PORCENTAJE	PRODUCTO DE DESCASCARILLADO (g)	PORCIENTO DE DESCASCARILLADO	ARROZ MORENO ENTERO (g)	ARROZ MORENO QUEBRADO (g)	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO	ARROZ QUEBRADO BLANCO				GRADO DE ELABORACION	
						TOTAL DE ARROZ BLANCO (g)	DE ARROZ ENTERO BLANCO (g)	MEDIO GRANO	GRANILLO	PUNTILLA	QUEBRADO TOTAL		
TESTIGO	n	78.89	93.03	68.03	3.70	67.34	58.89	3.82	2.74	0.32	6.87		
		(0.30)	(1.25)	(1.37)	(0.30)	(0.58)	(3.11)	(1.65)	(1.39)	(0.13)	(3.05)	(0.46)	
D	n	7.37	79.06	95.92	69.50	5.34	67.66	57.77	5.55	4.12	0.72	10.40	11.26
		(5.19)	(0.40)	(1.20)	(3.51)	(4.02)	(0.75)	(9.25)	(3.99)	(3.51)	(0.58)	(7.87)	(0.65)
E	n	38.79	79.16	94.75	70.43	3.82	68.24	61.89	3.58	1.91	0.32	6.10	10.75
		(10.16)	(0.40)	(0.83)	(1.69)	(1.97)	(0.48)	(3.64)	(2.03)	(1.48)	(0.12)	(3.54)	(0.34)
F	n	47.40	79.16	92.72	68.47	3.27	68.16	61.77	3.39	2.37	0.22	6.01	10.82
		(7.94)	(0.35)	(0.98)	(1.48)	(1.66)	(0.39)	(2.96)	(1.69)	(1.26)	(0.07)	(2.97)	(0.40)
G	n	6.91	78.54	88.93	62.19	5.04	65.98	56.35	5.05	3.78	0.41	9.24	12.34
		(2.85)	(0.38)	(1.82)	(2.36)	(1.68)	(0.84)	(2.80)	(1.24)	(1.06)	(0.22)	(12.36)	(0.71)

NOTA:

- Base de cálculo 100 gramos de arroz palay.
- % descascarillado = 100 g de palay - arroz palay después de descascarillado.
- Rendimiento total = producto total de molienda.
- Grado de elaboración = salvado eliminado.

CUADRO N°. 20

RESULTADOS DEL EFECTO DE LA CLASIFICACION DIMENSIONAL SOBRE LA CALIDAD MOLINERA DE LA VARIEDAD MORELOS A-83 PURA

FRACCION	PORCENTAJE	PRODUCTO DE	FORCIENTO DE	ARROZ	ARROZ	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO	ARROZ QUEBRADO BLANCO			QUEBRADO TOTAL	GRADO DE ELABORACION	
		DESCASCARILLADO	DESCASCARILLADO	MORENO ENTERO (g)	MORENO QUEBRADO (g)	TOTAL DE ARROZ BLANCO (g)	DE ARROZ ENTERO BLANCO (g)	MEDIO GRANO	GRANILLO	PUNTILLA			
TESTIGO		78.83	93.56	70.36	1.90	67.56	63.66	2.12	1.31	0.24	3.66	11.15	
	n	(0.58)	(0.55)	(1.40)	(0.68)	(0.72)	(1.28)	(0.52)	(0.40)	(0.04)	(0.90)	(0.46)	
D		4.31	78.81	72.08	2.39	67.86	62.80	2.79	1.63	0.40	4.82	10.84	
	n	(0.69)	(0.62)	(1.91)	(1.40)	(0.87)	(3.04)	(1.25)	(1.02)	(0.15)	(2.40)	(0.54)	
E		43.66	79.16	72.35	1.58	68.21	65.11	1.72	1.02	0.23	2.96	10.81	
	n	(3.16)	(0.53)	(0.81)	(1.54)	(0.64)	(1.58)	(0.71)	(0.45)	(0.06)	(1.21)	(0.38)	
F		46.83	79.13	71.12	1.63	68.34	65.09	1.75	1.13	0.18	3.07	10.85	
	n	(2.31)	(0.57)	(1.73)	(1.23)	(0.71)	(1.40)	(0.55)	(0.47)	(0.06)	(1.06)	(0.45)	
G		4.95	78.48	89.93	64.55	3.71	66.43	59.43	3.75	2.70	0.34	6.79	11.91
	n	(1.05)	(0.33)	(1.11)	(1.06)	(1.09)	(0.44)	(1.49)	(0.83)	(0.67)	(0.13)	(1.58)	(0.61)

- Base de cálculo 100 gramos de arroz palay.
- % descascarillado - 100 g de arroz palay - arroz palay después de la descascarilladora.
- Rendimiento total = producto total de molienda.
- Grado de elaboración - salvado eliminado.

Así observamos para la Morelos A-83 comercial y pura se obtuvieron resultados muy similares, debido a que es una variedad joven.

Como pudimos observar la Morelos A-70 y la Morelos A-83 distan mucho de ser semejantes, ya que en cuanto al número de fracciones la primera presentó 5 y la segunda 4, así como tampoco se observan porcentajes similares en las fracciones en las cuales fueron mayores éstos. Por ejemplo, para la variedad Morelos A-70 su fracción de mayor porcentaje fue la D, en cambio para la Morelos A-83 esta misma fracción es la de mayor grosor y presenta un menor porcentaje.

De acuerdo a lo anterior podemos decir que la variedad Morelos A-83, presenta una mayor homogeneidad en cuanto a su proceso de maduración que la Morelos A-70, ya que esta última presentó dos fracciones con mayor espesor que la Morelos A-83.

7.2 Efecto de la clasificación sobre la operación de descascarillado.

En este aspecto el cuadro No. 17, nos presenta los resultados del porcentaje de palay descascarillado para la variedad Morelos A-70 comercial, en donde encontramos que el porcentaje obtenido para la muestra testigo fue de 89.07%, al comparar este valor con los porcentajes obtenidos en cada una de las fracciones. Podemos observar que solo la fracción F.G., en su primer paso de descascarillado es menor (esta fracción fue descascarillada en dos pasos), con un valor de 68.33%. Asimismo, podemos observar que la fracción B fue la que presentó un mayor porcentaje de descascarillado siendo este de 97.09%.

Debemos tener presente que el descascarillado tiene como objetivo la obtención del mayor porcentaje de grano descascarillado y lo menos quebrado posible.

En este mismo cuadro podemos observar que la cantidad de grano entero moreno de todas las fracciones es más elevado en comparación con el testigo que fue de 64.36 gramos, con excepción de la fracción más delgada que fue de 55.74%, aquí se observa gran cantidad de granos inmaduros y yesosos. Encontrando la mayor -- cantidad de grano moreno entero en la fracción D la cual fue de 70.00%, esta fracción no es precisamente la más gruesa, que es donde cabría esperar la mayor cantidad de grano entero.

La fracción B que es la más gruesa, tiene un porcentaje de - 69.16%, que es ligeramente más bajo que la fracción D. Explicable en razón del ajuste (apertura entre los rodillos figura No. 9), que es para un espesor promedio inferior al espesor de 2.77 mm correspondiente a la fracción B; por los que los esfuerzos - mecánicos que sufre el grano son mayores causando con ésto ma-- yor cantidad de grano quebrado.

Así tenemos que para la variedad Morelos A-70 pura mostrada en el cuadro No. 18, se encontró para el testigo un porcentaje de descascarillado de 89.19%. Aquí observamos que al ir disminuyendo el espesor este porcentaje también desciende. Así tenemos en la fracción B que dicho porcentaje fue de 96.48% y para la fracción F.G. en su primer paso por la descascarilladora fue de -- 72.19%.

Mientras tanto obtuvimos para la cantidad de grano moreno entero en la muestra testigo un valor de 62.21%. En este caso la - fracción B nos proporcionó la mayor cantidad siendo ésta de -- 68.22 y para la fracción F. G. fue de 45.08%.

Para la variedad Morelos A-83 comercial su porcentaje de descascarillado fue de 93.03% en el caso de la muestra testigo, en - cuanto a las fracciones encontramos que dos de ellas presentan porcentajes mayores a ésta y dos menores, siendo el más elevado el de la fracción D con 95.92% y el menor el de la fracción G de 88.93%.

Así tenemos que en cuanto a la cantidad de grano moreno entero de la variedad Morelos A-83 comercial, fue mayor la fracción E de 70.43% comparada con la muestra testigo que fue de 68.03% y ésta a su vez, con la fracción más delgada la G de 62.1%, todas las fracciones fueron descascarilladas en las condiciones óptimas determinadas con anterioridad. (Cuadro No. 9).

En cuanto a la variedad pura de Morelos A-83, encontramos un porcentaje de 93.56% de descascarillado similar al de la variedad comercial en el testigo, asimismo, observamos que la fracción de mayor espesor, fracción D, fue de 95.78% y la fracción menor G, presentó un valor de 89.93%. (Cuadro No. 20).

Aquí encontramos que para el testigo el porcentaje de grano moreno entero fue de 70.36% y que en este caso fueron tres las fracciones que superaron este valor y solo la fracción G con 64.55% fue menor, debido a que por medio de la homogeneidad dimensional obtenida con la clasificación, el ajuste es el más adecuado.

En general podemos decir, que el comportamiento de la variedad Morelos A-70 pura y comercial presentó algunas variantes en estos dos aspectos, porcentaje de descascarillado y cantidad de moreno entero, ya que la Morelos A-70 pura tuvo más bajos porcentajes que la comercial y en cuanto a la cantidad de grano entero no hubo mucho cambio entre los porcentajes obtenidos, atribuido a las condiciones de cultivo, puesto que los campos experimentales donde se obtuvieron los lotes de variedad pura estaban casi abandonados y además la cosecha se hizo tardíamente.

En cuando a la variedad Morelos A-83 pura y comercial, el comportamiento entre los diferentes lotes ante el descascarillado es semejante, observando para los lotes comerciales un porcentaje de descascarillado y grano entero de 93.03% y 68.03% así como para los lotes puros de 93.56% y 70.36% respectivamente.

Al comparar Morelos A-70 con Morelos A-83, ésta última obtuvo mejores resultados tanto en el descascarillado como en la cantidad de grano moreno entero, ya que desde la muestra testigo la variedad Morelos A-83 presentó un promedio de 93.30% y la Morelos A-70 de 89.13%, asimismo el porcentaje de grano entero para estas muestras fue de 69.20% y 63.29% respectivamente.

Recordando que la humedad con que fueron obtenidos los lotes - de la variedad Morelos A-83 fue un promedio de 18.9% y de 26.5% para la Morelos A-70. Esto nos muestra que en general, la More los A-83 no fue cosechada óptimamente, y aún así dio buenos re sultados en el descascarillado, lo que puede deberse a una ma- yor resistencia de esta variedad a fisurarse por la cosecha - tardía, estableciendo también que las condiciones de cultivo - influyeron en estos resultados.

Para comprobar el marcado efecto de la clasificación sobre las dos operaciones más importantes en las que se basa el proceso de elaboración del arroz, (descascarillado y blanqueo) se realizaron Análisis de Varianza (ANOVA) de Bloques para cualquier número de Tratamientos, así como un Análisis de Comparación - Múltiple denominado Diferencia Mínima Significativa (DMS, prue ba de Student) y Diferencia Mínima Significativa Honesta (DMSH, prueba de Tuckey). Ver apéndice D.

Observamos para la variedad Morelos A-70 comercial diferencias altamente significativas entre las fracciones de mayor espesor y el testigo, siendo estas diferencias de 7.09% y de la fracción de menor espesor con respecto al testigo, esta diferencia fue de 13.15% en relación a 3.17 de la DMS y 4.20 de la DMSH con - respecto al porcentaje de descascarillado.

En la Morelos A-70 pura los valores encontrados de DMS y DMSH fueron de 6.57 y 8.67 respectivamente, observando diferencias altamente significativas a un nivel de confianza de 5%; para - la relación testigo-fracción FG de 7.00, y en cuanto a la frac

ción B con respecto al testigo fue de 7.26 siendo significativa solo para DMS.

Para la variedad Morelos A-83 comercial, se encontraron diferencias altamente significativas en la relación fracción D-testigo siendo ésta de 2.89, mayor de acuerdo a los valores obtenidos para DMS y DMSH. Para la fracción G, la diferencia con respecto al testigo fue de 4.10 siendo la diferencia altamente significativa.

En cuanto a las diferencias encontradas entre los lotes se esperaba que éstas no fueran significativas en todos los casos, ya que para la variedad Morelos A-70 comercial la DMS y la DMSH a un nivel de significancia de 5%.

Para la Morelos A-70 para la diferencia máxima encontrada fue 5.30, observando de esta manera que no existe diferencia significativa; ya que este valor no excede a los encontrados por DMS y DMSH de 8.22 y 11.67 respectivamente.

En el caso de Morelos A-83 comercial, se encontraron diferencias altamente significativas con respecto al porcentaje de descascarillado, ya que la diferencia fue de 3.19% superando los valores de DMS de 0.92% y DMSH de 1.71%.

Las diferencias encontradas para Morelos A-83 pura, fueron significativas, ya que el valor máximo obtenido entre los lotes fue de 1.71% en comparación a los obtenidos para DMS y DMSH.

La DMS y DMSH con respecto al porcentaje de arroz moreno entero para las dos variedades determinaron lo siguiente: para Morelos A-70 comercial, encontramos diferencias altamente significativas a un nivel de significancia de 5%, ya que el resultado obtenido de la diferencia de las medias entre la fracción D y el testigo fue de 5.64% en comparación de los valores de 0.80 de DMS y 1.06 de DMSH, y en cuanto al testigo y la fracción FG la

diferencia fue de 8.62.

Las diferencias obtenidas para Morelos A-70 pura, con respecto al porcentaje de arroz moreno entero también fueron altamente significativas, las relaciones entre fracción B y testigo-fracción FG fueron 6.01% y 5.65% respectivamente, siendo mayores que DMS de 2.09 y DMSH de 2.95%.

En cuanto a la variedad Morelos A-83 comercial, las diferencias encontradas fueron significativas para un nivel de significancia de 5%, observando para las comparaciones fracción D-testigo un valor de 2.41 y para testigo fracción G, fue de 5.83, -- siendo esta última altamente significativa con respecto a DMS y DMSH los cuales fueron de 1.43 y 1.89 respectivamente.

Ahora bien, para Morelos A-83 pura, las diferencias encontradas con respecto al porcentaje de arroz moreno entero fueron de 1.99% para la relación fracción E-testigo y de 5.81% para testigo-fracción G.

Encontramos desde diferencias mínimas significativas hasta altamente significativas con respecto al porcentaje de arroz moreno entero en cuanto a los lotes. Por ejemplo para Morelos A-70 comercial, la diferencia máxima fue de 6.90% comparado con 1.51 y 2.74% valores de DMS y DMSH respectivamente, así mismo tenemos que para Morelos A-70 pura, se tienen diferencias altamente significativas.

Para Morelos A-83 comercial, la diferencia es significativa solo en cuanto a DMS de 2.87% y en la Morelos A-83 pura, en cuanto al porcentaje de arroz moreno entero la diferencia fue de 2.84%, siendo significativa tanto para DMS (1.22) como para DMSH (1.99), en cuanto a los lotes.

7.3 Efecto de la clasificación sobre la clasificación de blanqueo.

Para poder evaluar el efecto de la clasificación sobre los pro

ductos de blanqueo se hace necesario recordar los objetivos de éste, los cuales son la obtención de mayor cantidad de grano blanco entero con un mínimo grado de elaboración (eliminación de salvado).

Así pues, tenemos que para la variedad Morelos A-70 comercial (Cuadro No. 17), elaborada a las condiciones de tiempo óptimo de blanqueo (Cuadro No. 12) presentó un rendimiento total de arroz blanco de 64.02% en la muestra testigo contra el presentado por la fracción B de 65.50%, fue el más elevado. Asimismo, las otras tres fracciones mostraron rendimientos mayores al testigo y solo la fracción F.G. dio un 58.78% siendo el más bajo.

En cuanto al rendimiento de grano entero blanco observamos que para esta variedad la fracción D con 46.19% fue mayor al testigo de 45.50% observando a su vez que la fracción FG proporcionó sólo 30.2% debido a que esta fracción contenía principalmente granos inmaduros y yesosos, siendo este aspecto importante a considerar en las dos etapas principales descascarillado y blanqueo.

Con respecto al grado de elaboración se puede observar que disminuye la cantidad de salvado eliminado en las fracciones con excepción de la FG que fue de 16.09% comparado con el testigo de 15.49%. Cabe hacer notar que el tiempo de elaboración para todas las fracciones, así como el de la muestra testigo fue el mismo y que aún así, se obtuvieron diferencias en este aspecto, observando una cantidad casi constante de salvado eliminado en las fracciones B, C, D y E.

Tenemos que para la variedad Morelos A-70 pura, los rendimientos totales de arroz blanco todas las fracciones fueron superiores al testigo que fue de 65.31% y únicamente la fracción FG con 60.99% fue menor.

En cuanto al rendimiento de arroz entero blanco, también podemos observar un incremento en todas las fracciones siendo el más elevado de 3.24% para la fracción B con respecto a la muestra testigo, así como una disminución de 8.43% para la fracción FG con respecto al testigo. Asimismo, observamos que en cuanto al grado de elaboración, éste presentó un comportamiento similar al de la variedad comercial, en donde cuatro de las cinco fracciones casi se mantienen constantes en el valor del salvado eliminado y solo uno sobrepasa ligeramente al testigo de 14.15%, dicha fracción fue FG con 14.43%.

Además, podemos observar que en la variedad Morelos A-70 pura y comercial, la cantidad de grano quebrado es elevada en todas las fracciones, siendo la de mayor cantidad la fracción FG que en la variedad pura fue de 22.60% y en la comercial de 28.35% tomando en cuenta que desde el descascarillado en esta fracción se trabajó con mucho grano quebrado.

En estos mismos aspectos para la variedad Morelos A-83 comercial tenemos que en cuanto a los rendimientos totales de arroz blanco. Todas las fracciones obtenidas de la clasificación son mayores con respecto al testigo el cual fue de 67.34% con excepción de la fracción G que nos proporcionó 65.98% de arroz blanco. En cuanto al rendimiento de arroz entero blanco, las fracciones E y la F con 61.89% y 61.77% respectivamente fueron mayores en comparación con el testigo que fue de 58.89% y la fracción más delgada que fue de 56.35%.

Para esta variedad, Morelos A-83 comercial, observamos que el grado de elaboración (salvado eliminado) obtenido en las fracciones para un mismo tiempo de blanqueo se mantuvo casi constante por abajo del testigo que fue de 11.37% y la única fracción que lo superó fue la fracción G con 12.34%. Cuadro No.19.

Ahora tenemos que para la variedad Morelos A-83 pura, el rendi

miento total de arroz blanco fue mayor en las fracciones D, E y F siendo la más alta la fracción F con 68.34% en comparación con el testigo que fue de 67.36% y la menor en la fracción G - de 66.43%.

Para los rendimientos de arroz blanco entero, las fracciones E y F de 65.11% y 65.09% fueron similares en comparación al testigo que fue de 63.66% y obviamente la fracción con menor espesor fue la que obtuvo el menor rendimiento, siendo éste de -- 59.43% para la fracción G.

Por último, tenemos nuevamente que el grado de elaboración disminuye en las fracciones D, E y F, siendo en estas casi constante, observando para el testigo 11.15% y para la fracción G de 11.91%. En cuanto a la cantidad de grano quebrado, ésta fue pequeña en ambos lotes siendo para el lote comercial de 6.87% y para el puro de 3.66%.

En cuanto al efecto de la clasificación por espesores en el blanqueo podemos decir que en general se observa un aumento en el rendimiento total de arroz blanco y de arroz entero de las dos variedades Morelos A-70 y Morelos A-83, en condiciones similares de elaboración. Además, también observamos que la variedad Morelos A-83 presentó los más elevados porcentajes de rendimiento total de arroz blanco que en promedio fueron para la muestra testigo de 67.45% contra un rendimiento de la Morelos A-70 de 64.67% y para las fracciones de mayor y menor rendimiento tenemos que para Morelos A-83 va de 68.29% a 66.21% y para Morelos A-70 de 65.93% a 59.89% encontrando con éstos mayores pérdidas de calidad molinera.

Ahora bien, tenemos que en cuanto al rendimiento de grano entero blanco, el testigo para la Morelos A-70 fue de 46.00% y para Morelos A-83 de 61.28%, aquí podemos observar que la Morelos A-83 es superior frente al blanqueo a la Morelos A-70 ya que -

el grano presentó mayor resistencia a los esfuerzos mecánicos sufridos, desde el descascarillado hasta el paso por el molino.

Es importante recalcar que el tiempo de elaboración para las dos variedades fue el mismo (30 seg), ésto a manera de comparación en donde se obtuvo que el grado de elaboración obtenido en la variedad Morelos A-83 fue menor que en la Morelos A-70, debido a la condición de los granos puesto que los primeros -- son más resistentes al quebrado que los granos de la variedad Morelos A-70, por presentar estas últimas características de grano, susceptible a quebrarse, por la yesosidad propia del mismo.

Al efectuar el análisis estadístico para los resultados obtenidos del blanqueo encontramos que con respecto al rendimiento total de arroz blanco, para Morelos A-70 comercial, se tienen diferencias significativas de fracción D-testigo y altamente significativas de testigo-fracción FG para un nivel de significancia de 5% con respecto a DMS y DMSH.

En cuanto a Morelos A-70 pura las diferencias son significativas con respecto a testigo-fracción FG, ya que el resultado es 4.28, pero en cuanto a fracción D-testigo no existe diferencia significativa, es decir, el valor obtenido de esta comparación no excede a 2.021 (DMS) y 3.29 (DMSH).

Para la variedad Morelos A-83 comercial, obtuvimos diferencias significativas entre la fracción F y el testigo de 0.88 y entre el testigo y fracción G de 1.55, las cuales comparadas con los valores de DMS y DMSH 0.81 y 1.08 respectivamente, la primera relación sólo es significativa con respecto a DMS.

Para la Morelos A-83 pura, tenemos con respecto al rendimiento total de arroz blanco diferencias significativas al comparar fracción F con testigo, 0.83% y testigo con la fracción G, 1.13%

con respecto a DMS 0.55 y DMSH 0.73%.

Asimismo tenemos que para las comparaciones hechas en los lotes trabajados de las dos variedades, se encontró en el rendimiento total de arroz blanco, para Morelos A-70 comercial diferencias altamente significativas con respecto a DMS, 0.60% y para esta misma en cuanto a DMSH 1.10 la diferencia es significativa. Tenemos para este mismo aspecto que la Morelos A-70 pura es significativa al nivel de confianza de 5% para DMS, 2.43 y DMSH, 3.43.

Encontramos para Morelos A-83 comercial que no hubo diferencia mínima significativa entre los lotes. Esto es explicable ya que se trata de lotes del mismo tipo y es una variedad de reciente liberación. Por el contrario, encontramos que la variedad Morelos A-83 pura, sí se observaron diferencias significativas.

Otro análisis realizado fue el relacionado con el rendimiento de arroz entero blanco. Así tenemos que para la variedad Morelos A-70 comercial, en la relación fracción D, testigo, 0.7, no se encontró diferencia significativa comparada con los valores de 2.08 para DMS y 2.77 de DMSH, por el contrario, para la relación testigo-fracción FG, 16.95%, la diferencia fue altamente significativa.

En Morelos A-70 pura, se observó que para la relación fracción C-testigo no se encontró diferencia mínima significativa, ya que fue de 5.25, comparado con 7.90 para DMS y de 12.78 en el caso de DMSH. Por otro lado tenemos que la diferencia entre testigo-fracción FG que fue de 8.43 fue significativo sólo con respecto a DMS.

Se encontraron diferencias significativas entre la fracción F - testigo, 1.7%, con respecto a 0.76 para DMS

y 1.00 para DMSH, en cuanto a la relación testigo-fracción G, 3.85, la diferencia es altamente significativa.

Encontramos para la variedad Morelos A-83 pura, que con respecto al rendimiento de arroz entero blanco el mismo comportamiento que para Morelos A-83 comercial, ya que de la relación fracción F-testigo, la diferencia fue de 1.63, que comparada con los valores de DMS y DMSH. 1.62 y 2.17, respectivamente sólo es significativa con respecto a DMS y en el caso de testigo---fracción G las diferencias para ambos casos fueron altamente significativos.

Para la variedad Morelos A-70 comercial se tienen diferencias significativas a un nivel de significancia de 5% en cuanto a la relación entre los lotes que fue de 12.46 comparada con 6.94% para DMS y 1.25%, para DMSH, en cuanto a las otras relaciones existen algunas que no son significativas.

Para Morelos A-70 pura, sólo algunas relaciones fueron significativas en cuanto al rendimiento de arroz entero blanco para DMS, entre los lotes trabajados.

Encontramos para Morelos A-83 comercial, en la relación de lotes con una diferencia de 10.15%, fue significativa para DMSH, 7.32% y altamente significativa con respecto a DMS, 3.96%, y en otras relaciones no hubo diferencias significativas.

En el caso de Morelos A-83 pura, obtuvimos diferencia significativa sólo para el 1% de las relaciones siendo de 3.87%, y en cuanto a DMS, 2.82%, ya que para DMSH, 4.60% el valor encontrado en la relación no lo sobrepasa en cuanto al rendimiento de arroz entero blanco, entre lotes.

Las diferencias obtenidas con respecto al porcentaje de salvado eliminado en las dos variedades.

Para Morelos A-70 comercial con respecto a la relación fracción FG-testigo, la diferencia fue de 0.61%, que comparada con los valores de DMS 0.45% y DMSH, 0.59% se tienen diferencias significativas para un nivel de 5% y por el contrario al hacer la relación testigo-fracción D, 1.98% se obtuvieron diferencias altamente significativas.

Para Morelos A-70 pura, la diferencia entre FG y testigo fue de 0.28% que comparada con DMS 0.35% y DMSH 0.49% no existe diferencia significativa y para testigo-fracción B, 1.87% si se observan diferencias altamente significativas en cuanto al porcentaje de salvado.

Así tenemos que para Morelos A-83 comercial se encontraron valores fracción G-testigo y testigo-fracción E, de 0.97% y 0.62 respectivamente que comparados con DMS, 0.26% y DMSH, 0.34% tenemos para el primer caso una diferencia altamente significativa y significativa en el segundo.

Del mismo modo observamos para la fracción G-testigo de la Morelos A-83 pura una diferencia de 0.77% que comparada con DMS, 0.35% y DMSH, 0.38%, se obtuvieron diferencias altamente significativas y en cuanto a testigo-fracción E, 0.33% la diferencia no fue significativa.

Encontramos que para las comparaciones hechas a los lotes con respecto al porcentaje de salvado eliminado, sólo en algunas relaciones se obtuvieron diferencias significativas en cuanto a la Diferencia Mínima Significativa (DMS) al nivel de 5% de significancia. Observamos que para Morelos A-70 pura, también en el caso de DMS, 0.45%, se tienen diferencias significativas al mismo nivel de significancia que para Morelos A-70 comercial.

Para Morelos A-83 comercial, en algunas relaciones entre lotes,

se obtuvieron diferencias significativas con respecto a DMS, - 0.52 y DMSH, 0.96% ya que en las otras relaciones algunas sólo fueron significativas para el caso de la Diferencia Mínima Significativa (DMS).

En el caso de Morelos A-83 pura, para el porcentaje de salvado eliminado entre los lotes, se obtuvo la diferencia significativa para el nivel de significancia de 5% en los dos análisis -- comparativos DMS, 0.50%, y DMSH, 0.81%, ya que en algunos casos sólo son significativas para DMS y en otros no existe diferencia significativa.

IV.- EVALUACION PRELIMINAR DE LA RENTABILIDAD DE LA CLASIFICACION DIMENSIONAL POR ESPESORES DEL ARROZ PALAY.

Una forma probable de la evaluación del producto obtenido con la clasificación dimensional, para las variedades Morelos A-70 y Morelos A-83, es tomando en cuenta la Norma Oficial Mexicana NOM-FF-35-1982 dictaminada por la Dirección General de Normas.

Esta norma de calidad establece las condiciones y características que debe reunir el arroz pulido (Oryza sativa) para poder ser objeto de comercialización en territorio nacional.

A continuación se presentan los diferentes grados de calidad en que se clasifica el arroz pulido para su comercialización:

- México Extra (Super Extra)
- México 1 (Extra)
- México 2 (Comercial)
- México 3 (Popular)

Grado muestra no clasificado

El arroz pulido para todos los grados de calidad debe estar libre de plagas y de olor a enranciamiento o cualquier otro olor objetable desde el punto de vista comercial de conformidad en las especificaciones en el Cuadro No. 21.

En el Cuadro No. 22, se observan los porcentajes obtenidos de arroz entero blanco, grano quebrado y granillo, para las variedades Morelos A-70 y Morelos A-83 pura y comercial en ambas, estos resultados en comparación con la norma NOM-FF-35-1982, nos indicaran los grados de calidad que se obtuvieron por medio de la clasificación dimensional del palay.

En primer lugar, observamos que el grado de calidad del testigo en la Mo

CUADRO N°. 21

ESPECIFICACIONES DE GRADOS DE CALIDAD PARA ARROZ PULIDO

ESPECIFICACIONES	GRADOS DE CALIDAD							
	MEXICO EXTRA		MEXICO 1		MEXICO 2		MEXICO 3	
	Benef.	Emp.	Benef.	Emp.	Benef.	Emp.	Benef.	Emp.
Grano entero % (Mínimo)	95	92	85	82	75	71	55	
Grano quebrado % (Máximo)	4	7	13	15	20	24	40	
Granillo % (Máximo)	1	1	2	3	5	5	5	

Benef. - Beneficio.

Emp. - Empacado.

NOTA: Los porcentajes están basados en cuanto a peso.

Cuadro adaptado de la Norma Oficial NOM-FF-35-1982.

CUADRO N° 22

PORCENTAJES DE ARROZ BLANCO OBTENIDOS DESPUES DE LA MOLIENDA
HECHA AL PALAY CLASIFICADO POR ESPESORES

VARIEDAD	TIPO	GRUPO DIMENSIONAL	ARROZ BLANCO ENTERO %	ARROZ BLANCO QUEBRADO %	GRANILLO %
MORELOS A-70	COMERCIAL	TESTIGO	71.07	15.68	11.28
		B	68.93	19.19	10.53
		C	69.14	19.24	9.43
		D	70.80	17.06	9.95
		E	69.03	18.64	10.47
		FG	51.58	27.88	18.65
	PURA	TESTIGO	71.20	13.14	13.28
		B	74.95	11.33	11.36
		C	75.03	11.13	11.34
		D	71.69	12.15	12.18
		E	72.78	14.63	10.83
		FG	62.42	21.31	14.07
MORELOS A-83	COMERCIAL	TESTIGO	87.45	5.67	4.07
		D	85.38	8.20	6.09
		E	90.69	5.25	2.80
		F	90.63	2.97	3.48
		G	85.40	7.65	5.73
	PURA	TESTIGO	94.23	3.14	1.91
		D	92.54	4.13	2.40
		E	95.46	2.52	1.50
		F	95.24	2.56	1.65
		G	89.46	5.65	4.06

relos A-70 comercial, correspondiente al porcentaje de arroz entero blanco se ajusta a las especificaciones de México 2. Como se ve en el Cuadro No. 22 con la clasificación por espesores, tenemos que los grupos obtenidos proporcionaron menores porcentajes, pero después de haber realizado el análisis estadístico (ANOVA) y la prueba de la Diferencia Mínima Significativa (DMS) y la Diferencia Mínima Significativa Honesta (DMSH), -- se obtuvo que las diferencias que existen entre el testigo y las demás fracciones no son significativas, con excepción de la fracción FG en la que existe una diferencia altamente significativa para DMS y DMSH. En cuanto al quebrado para estos mismos lotes, ningún grupo excedió las especificaciones establecidas en la norma.

Para la Morelos A-70 pura, las muestras testigo también correspondieron a las especificaciones de México 2 en cuanto al grado de calidad para el arroz blanco entero, en este mismo cuadro observamos que cuatro de las cinco fracciones mejoraron su grado de calidad sin alcanzar las especificaciones de México 1, en cuanto al porcentaje de quebrado se observa una disminución con respecto al testigo en tres grupos (B, C y D) y un aumento en los grupos E y FG, encontrando por medio del análisis estadístico diferencias significativas en DMS sólo de las fracciones con mayor espesor con respecto a la de menor, tanto para el porcentaje de grano entero blanco como en el porcentaje de grano quebrado.

En cuanto al grado de calidad de la Morelos A-83 comercial, encontramos que pertenece a México 1 tanto el testigo como los demás grupos, observando que las fracciones E y F son las que poseen mayores porcentajes de grano entero blanco, obteniendo en las pruebas de DMS y DMSH diferencias altamente significativas para un nivel de confianza de 5%, asimismo se observa que estos lotes proporcionaron menores porcentajes de grano quebrado, siendo las diferencias por las pruebas DMS y DMSH altamente significativas.

Por último se obtuvo que la Morelos A-83 pura desde su muestra testigo -- que los porcentajes de grano entero blanco, así como en cuanto al quebrado cumple con las especificaciones de México Extra y únicamente la frac-

ción G de menor espesor, no alcanzó a cubrir dichas especificaciones, ob-
teniendo por DMS y DMSH diferencias altamente significativas entre las -
fracciones D, F y testigo con respecto a las fracciones D y G.

En el último objetivo por cumplir, se desea conocer en forma preliminar
la rentabilidad de la clasificación dimensional por espesores del arroz
palay.*

Para esto se efectuó un estudio sencillo, para darnos una idea de lo cog-
teable que pudiera ser la adición de una operación al proceso de blanqueo
del arroz palay.

Así pues tomamos como base que el precio con el que se adquiere el arroz
palay, que fue de \$450,00 por kilogramo, es decir, el precio de una ton-
lada equivale a \$450,000.00.

Adicionando los costos de producción que están constituidos por lo si-
guiente:

- Salarios semanales:

	por día	semanal
1 supervisor	\$13,650.00	\$81,900.00
1 molinero	\$10,500.00	\$63,000.00
2 ayudantes	\$ 8,000.00	\$48,000.00
		<u>\$48,000.00</u>
		\$240,900.00

- Consumo de energía:

kw/h	-	\$66.00
1 día (8 hrs.)	-	\$528.00
6 días (semana)	-	\$3,168.00
4 semanas	-	\$12,672.00

Consumo de Hp/h., 1.25 y en kw/h el precio será: \$3,168.00 x 1.341 x
1.25 = \$5,310.36 (precio por tonelada).

Gastos por semana:	\$240,900.00
	5,310.36
compra de materia prima.	<u>\$1,575,000.00</u>
	\$1,820,210.36

Datos reales tomados de lo vigente a la fecha de terminación de la tesis, octubre 1988.

De las 8 horas de trabajo, la descascarilladora sólo funciona dos. Los rodillos descascarillan 1.75 ton/hr., para dos horas de trabajo de la máquina, se procesan 3.5 ton/día y por semana se elaboran 21 toneladas.

El precio de venta del arroz elaborado al mercado es de \$959.00, considerando el precio más bajo encontrado hasta octubre de 1988.

Si tomamos como base 21 ton., y las multiplicamos por el precio de venta obtendremos \$20,139,000.00. Esto si de las 21 toneladas, todo se aprovechara, pero ésto no sucede en la realidad, el volumen real consumido es de 64.59% por el humano, que representa 13,564 kg. Esto lo multiplicamos por el precio de venta y ahora si obtendremos \$13,007,780.00, para dar un dato de utilidad aproximada a esta cantidad le restamos los gastos supuestos por semana que son de \$1,820,210.00 encontrando \$11,187,570.00.

Al adicionar una operación al proceso de blanqueo como es la clasificación dimensional por espesores de arroz palay, los rendimientos de descascarillado se incrementan en algunas de las fracciones encontradas, por ello se propone que el precio de venta de cada una de las fracciones varíe dependiendo del espesor, ya que con la clasificación se garantiza que el producto final contendrá un muy bajo porcentaje de arroz quebrado.

A continuación se presenta un cuadro donde se contempla un solo precio para todas las fracciones primeramente y en la siguiente columna el precio de arroz varía desde \$2,200.00, \$2,000.00, \$1,800.00 y \$1,000.00, ésto debido a las diferencias de precio que existen en el mercado y al testigo se le dio el precio más común que es de \$1,200.00.

Podemos observar en el cuadro No. 23 que existe una diferencia de --- \$1,017,735.00 de la columna de precios tanto uniforme como desigual, ésto para la Morelos A-70 y comparando con el testigo la diferencia se hace mayor principalmente cuando se le da a cada fracción un precio específico.

En el caso de Morelos A-83 (cuadro No. 24), tenemos una diferencia mucho mayor en comparación con la obtenida para Morelos A-70, de \$7,747,972.00.

Aquí observamos además que al comparar la columna de precio uniforme con el testigo la diferencia es a favor del mismo, siendo de \$87,621.42 y -- por el contrario en la columna de precio desigual al ser comparada con el testigo encontramos una diferencia muy significativa de \$7,660,350.58.

La clasificación dimensional por espesores no solo aumenta las ganancias en cuanto al aspecto económico, sino que también alarga la vida útil de la máquina que se emplea para esta elaboración ya que al poseer granos - de arroz del mismo tamaño o dimensión, ayuda a que la operación se lleve a cabo en forma más eficiente.

C U A D R O N º . 2 3

PRECIOS DE ARROZ BLANCO DADO A LAS FRACCIONES
ENCONTRADAS EN LA CLASIFICACION DIMENSIONAL
VARIEDAD MORELOS A-70

FRACCION PORCENTAJE	% DE DES- CASCARILLADO	% DE ARROZ BLANCO ENTERO	PRECIO UNIFORME	PRECIO DESIGUAL
C				
4.77%	93.78%	47.12%	\$ 531,172.00	\$ 973,808.00
1,001.70 Kg	939.39 Kg	442.64 Kg		
D				
48.96%	94.21%	45.35%	\$5,271,282.00	\$8,785,460.00
10,281.60 Kg	9,686.30 Kg	4,392.73 Kg		
E				
32.43%	89.10%	46.19%	\$7,856,245.00	\$5,045,400.00
6,810.30 Kg	6,067.90 Kg	2,803.00 Kg		
F.G.				
11.39%	67.02%	40.04%	\$ 770,234.00	\$ 642,000.00
2,393.00 Kg	1,603.05 Kg	642.00 Kg		
			\$14,428,933.00	\$15,446,668.00
TESTIGO				
	85.47%	43.57%		
21,000 Kg	17,948.70 Kg	7,820.00 Kg	\$9,384,298.00	\$9,384,298.00

Base de cálculo 21 ton.

CUADRO N°. 24

PRECIOS DE ARROZ BLANCO DADOS A LAS FRACCIONES
 ENCONTRADAS EN LA CLASIFICACION DIMENSIONAL
 VARIEDAD MORELOS A-83

FRACCION PORCENTAJE	% DE DES- CASCARILLADO	% DE ARROZ BLANCO ENTERO	PRECIO UNIFORME	PRECIO DESIGUAL
D				
3.2%	95.30%	60.86%		
672.00 Kg	640.42 Kg	389.76 Kg	\$ 467,712.00	\$ 875,466.00
E				
39.90%	94.08%	63.30%		
8,379.00 Kg	7,882.96 Kg	4,989.92 Kg	\$ 5,987,898.95	\$ 9,979,840.00
F				
46.44%	92.58%	64.76%		
9,752.40 Kg	9,028.77 Kg	5,847.03 Kg	\$ 7,016,439.00	\$10,524,654.00
G				
6.92%	89.05%	61.41%		
1,453.20 Kg	1,294.07 Kg	794.69 Kg	\$ 953,629.45	\$ 794,690.00
			\$14,425,678.00	\$22,173,650.00
TESTIGO				
21,000.00 Kg	92.34%	62.37%		
	19,391.40 Kg	12,094.42 Kg	\$14,513,299.42	\$14,513,299.42

Base de cálculo 21 ton.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- CONCLUSIONES.

1.1 Clasificación dimensional.

1.1.1 Se encontraron para Morelos A-70, 6 grupos dimensionales y para Morelos A-83, 4 grupos, de los cuales los más significativos en el proceso de elaboración fueron para la primera variedad "D" y "E", y para el segundo "E" y "F" por los rendimientos de arroz entero obtenidos.

1.1.2 Se observó que dentro de los grupos dimensionales de menor espesor el "FG" (1.90-198 mm), para Morelos A-70 presentó un alto porcentaje de granos inmaduros, es decir, yesosos y verdes, y en la Morelos A-83 la fracción "G" - (1.90 mm) dicho contenido es casi nulo.

1.1.3 La variedad Morelos A-83, presenta una mayor homogeneidad en su proceso de maduración, que la Morelos A-70 ya que en esta última se observaron dos grupos dimensionales más, esto respaldado en los histogramas de frecuencia presentados.

1.1.4 Se encontró que la variedad Morelos A-70 pura, no presentó un deterioro varietal tan marcado como las variedades comerciales. Esto presente en los porcentajes de rendimiento total y grano entero (variedad pura r.t. 66.34% g.e. - 47.56%; variedad arroz palay comercial r.t. 65.24% y g.e.- 46.19%.

1.2 Efecto de la clasificación dimensional sobre el descascarillado y el blanqueo.

1.2.1 Por medio de la clasificación dimensional por espesores

la eficiencia del por ciento de descascarillado se eleva -- para Morelos A-70 de 89.13% de la muestra testigo a 96.77% en la fracción "B", la de mayor espesor, y para Morelos A-83 va de 93.29% a 95.85% en la fracción "D" la de mayor espesor.

- 1.2.2 En cuanto al porcentaje de arroz moreno quebrado se encontraron diferencias mínimas significativas entre las fracciones de los lotes comerciales de Morelos A-70 y entre estos lotes las diferencias fueron altamente significativas para el 44.44% de ellos. Para Morelos A-70 para el -- porcentaje de arroz moreno quebrado presentó diferencias mínimas significativas entre los grupos dimensionales y -- en el caso de los lotes, estas diferencias fueron altamente significativas para el 70.0% de los mismos.
- 1.2.3 En el caso de Morelos A-83 comercial, ésta presentó diferencias significativas y mínimas significativas, entre -- los grupos dimensionales con respecto al porcentaje de -- arroz moreno quebrado, y las diferencias encontradas para lotes en cuanto a este mismo aspecto fueron mínimas significativas en el 55.55% de ellos. Para Morelos A-83 para -- las diferencias entre los grupos fueron altamente significativas y en los lotes fueron mínimas significativas en -- el 70.0%, con respecto al arroz moreno quebrado.
- 1.2.4 Se observó diferente comportamiento ante el descascarillado dentro de los lotes de la misma variedad, con lo que -- se prueba que no se puede trabajar con un ajuste único para el descascarillado.
- 1.2.5 Por medio de la clasificación por espesores del arroz parlay, el arroz de retorno al salir del descascarillado se ve disminuido, aumentando la eficiencia de la descascarilladora.

- 1.2.6 En cuanto al blanqueo se obtuvieron para Morelos A-70 pura, rendimientos de arroz blanco entero muy bajos en todos los grupos dimensionales, desde 38.07% el de menor espesor, hasta 51.75%, en el mayor, observando diferencias mínimas significativas, entre los lotes de esta variedad las diferencias mínimas significativas se observaron en el 40.0% de ellos. Para Morelos A-70 comercial -- los rendimientos de arroz blanco entero fueron menores a los anteriores, desde 28.54% a 46.19%, encontrando diferencias altamente significativas y en cuanto a los lotes, en el 22.22% se observaron diferencias mínimas significativas.
- 1.2.7 Las diferencias encontradas para Morelos A-83 pura, con respecto al rendimiento de arroz blanco entero superan a la Morelos A-70, ya que presentaron porcentajes desde 58.25% hasta 65.29%, observando entre los lotes diferencias no significativas. Asimismo, se observó para Morelos A-83 comercial, en los grupos hubo diferencias altamente significativas, desde 56.64% a 61.89%, y en las relaciones de los lotes las diferencias fueron altamente significativas en el 46.67% de ellos.
- 1.2.8 De las dos variedades trabajadas, la Morelos A-83 presenta rendimientos de arroz blanco entero en promedio de 57.88% para la fracción de menor espesor, siendo estos granos maduros y en el caso de la Morelos A-70 para esta misma fracción el rendimiento presentado es de 34.13% observándose un elevado porcentaje de granos yesosos e inmaduros.
- 1.2.9 A un mismo tiempo de blanqueo la variedad Morelos A-83 rinde 3.4% más de arroz blanco, con respecto a Morelos A-70, debido a su mayor resistencia a quebrarse.

1.3 Evaluación preliminar de la clasificación dimensional por espesores de arroz palay.

- 1.3.1 Se mejora el grado de calidad por medio de la clasificación dimensional, ya que del grado México-3 para el grado México-2, esto para la variedad Morelos A-70 y para Morelos A-83 pasa del grado México-1 al grado México Extra porque aumenta el rendimiento del arroz blanco entero y por lo tanto el quebrado es mínimo.
- 1.3.2 Por medio de la clasificación dimensional, dentro de una variedad se pueden obtener diferentes grados de calidad en los grupos, por lo que los precios en el mercado de éstos pueden variar.
- 1.3.3 Al homogeneizar las dimensiones del arroz la vida útil de las descascarilladoras aumenta, debido a que está -- ajustado a una abertura de los rodillos y que al ser el tamaño de los granos uniforme también la eficiencia de la operación se ve incrementada.

2.- RECOMENDACIONES.

- 2.1 Definir a través de las investigaciones el tiempo óptimo de cosecha para las variedades mexicanas y sus rendimientos óptimos de cosecha y molineros, porque se observó descuido en los lugares de siembra y en la planta misma aún en los campos experimentales controlados.
- 2.2 Debido a que no se conoce la calidad de la materia prima con -- que se trabaja, es necesario implementar una metodología práctica en el laboratorio de calidad de los molinos.

- 2.3 Realizar análisis bromatológicos a cada uno de los grupos dimensionales, para conocer sus variaciones en cuanto a su aspecto químico.
- 2.4 Moler en forma separada las fracciones de menor espesor para la obtención de una harina integral.
- 2.5 Las máquinas descascarilladoras deben diseñarse apropiadamente y ajustarse para remover la cascarilla sin forzar los granos. - Las blanqueadoras y pulidoras funcionan eficientemente sólo si se ajustan al tamaño del grano. La uniformidad es por lo tanto muy importante.
- 2.6 Que la variedad Morelos A-70 se realice una evaluación más profunda para observar la posibilidad de retirarla del mercado o - dejarla de producir, debido a que los rendimientos encontrados tanto en el total como en el arroz entero blanco, fueron muy bajos en todos los grupos dimensionales.

A P E N D I C E A .

MEDIA ARITMETICA, DESVIACION ESTANDAR Y COEFICIENTE DE VARIACION

A-I MEDIA ARITMETICA (\bar{X}).— Es la medida de tendencia central más conocida y se obtiene sumando todos los valores de una muestra y dividiéndola entre el número de valores que se sumaron. (35).

Puede decirse que la media o promedio, es el centro de gravedad de una distribución.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

donde:

$\sum_{i=1}^n x_i$ = Suma de todos los valores desde el primero hasta el último.

n = Número de valores en la muestra.

Dos cuestiones evidentes se deducen de la ecuación:

- 1) El promedio es una medida de tendencia central, la suma de sus desviaciones es cero.
- 2) Dado que comprende a un número diferente de observaciones, el promedio no puede ser un valor absoluto.

A-II DESVIACION ESTANDAR (s).— Es una medida de dispersión que se representa en unidades originales y no cuadráticas como en la varianza (s^2), la desviación estándar es la raíz positiva de la varianza y es una medida que indica cómo las observaciones se separan de la media. (10) (27)

La varianza es la suma de los cuadrados de las desviaciones de -

las observaciones con respecto a la media dividida entre el número total de observaciones menos uno (al calcular la varianza, se debe tener $n-1$ grados de libertad y ésto es porque la suma de las desviaciones de los valores con respecto a la media es igual a cero; por lo tanto se conocen los valores de $n-1$ de las desviaciones con respecto a la media se conoce en n -ésimo, ya que ésta queda automáticamente determinada debido a la necesidad de que los n valores tengan como suma cero.

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

donde:

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \text{Suma de los cuadrados de las desviaciones observadas con respecto a su media, desde el primero hasta el último valor.}$$

A-III COEFICIENTE DE VARIACION (c.v.).- La desviación estándar es útil como unidad de variación dentro de un conjunto de datos y por lo tanto el coeficiente de variación es la medida de la variación relativa en lugar de una variación absoluta y en la cual se expresa la desviación estándar como un porcentaje de la media, dando lugar a una medida que es independiente a las unidades de medición.

(10) (27)

$$\text{c.v.} = \frac{s}{\bar{x}} \times 100$$

A P E N D I C E B .

ANALISIS DE REGRESION LINEAL, SIMPLE, CORRELACION

B-I ANALISIS DE REGRESION LINEAL SIMPLE.- Se define de la siguiente manera:

Es el estudio del efecto de una variable relacionada con otra. Y - la regresión de "Y" sobre "X" se estima cuando se utiliza la ecuación de la recta.

$$Y = a + bX$$

donde: a - Es el punto de intersección con el eje X.

b - Es la pendiente, es decir, el cambio de Y por cada unidad de X.

Para la comprensión de este análisis se presente a continuación un ejemplo tomando los datos del cuadro No. I en el cual se relaciona el valor de la escala de la descascarilladora y la lectura de la abertura en mm.

- 1) Se tabularon ambas columnas y así mismo se calcularon las siguientes relaciones $\sum X$, $\sum Y$, $\sum XY$, $\sum X^2$ y $\sum Y^2$, si usamos $(X - \bar{X})$ en vez de X en estos cálculos tendremos una computación considerable. Y la ecuación de la recta debería, entonces, escribirse - así:

$$Y = a + b (X - \bar{X})$$

- 2) Cálculo de la pendiente (b).

$$b = \frac{\sum (X - \bar{X}) Y}{\sum (X - \bar{X})^2}$$

3) Cálculo de la intercepción (a). (10)(12)(27)(35)

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

CUADRO No. 1

Valor de la escala de la la descasca rilladora.	Valor de la lectura en mm.	$(X-\bar{X})$	$(X-\bar{X})Y$	$(X-\bar{X})^2$	XY	X^2	Y^2
0	0.98	-30	-29.40	900	0.0	000	0.96
10	1.11	-20	-22.20	400	11.10	100	1.23
20	1.32	-10	-13.20	100	26.40	400	1.74
30	1.55	0	0.0	0	46.50	900	2.40
40	1.95	10	19.50	100	78.00	1600	3.80
50	2.12	20	42.12	400	106.00	2500	4.49
60	2.27	30	62.27	900	136.20	3600	5.15

$$\bar{X} = 30 \quad \bar{Y} = 1.61 \quad \Sigma XY = 404.20$$

$$\Sigma \bar{X}^2 = 9100 \quad \Sigma Y^2 = 19.79$$

$$\Sigma Y = 11.30$$

$$\Sigma (X-\bar{X})Y = 59.09$$

$$\Sigma (X-\bar{X})^2 = 2800$$

Sustituyendo en la ecuación número 3, por el cálculo de la pendiente b.

$$b = \frac{\Sigma (X - \bar{X}) Y}{\Sigma (X - \bar{X})^2} = \frac{59.09}{2800} \quad b = 0.02$$

Sustituyendo en la ecuación número 4, para el cálculo de la intersección a.

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} = 1.61 - (0.02) (30) \quad a = 0.98$$

Sustituyendo los valores de "a" y "b" en la ecuación número 2.

$$Y = 0.98 + 0.02 X$$

B-II COEFICIENTE DE CORRELACION.- Explica el porcentaje de la relación que tiene "x" con "y".

$$r = \frac{\sum XY}{(\sum X^2) (\sum Y^2)}$$

donde: r = Representa el coeficiente de correlación.

Tomando los datos de la tabla anterior (B.I), para calcular el coeficiente de correlación de la relación valor de la escala de la descascarilladora y lectura en mm.

$$r = \frac{404.20}{(9100) (19.79)} \quad r = 0.95$$

Se puede observar que r es simétrica con respecto a X y a Y, de modo que el coeficiente de correlación, de una línea de regresión de Y en X es el mismo que el de la regresión de X en Y. De hecho la correlación trata sólo de la asociación entre las variables y no

de su dependencia o independencia. El coeficiente de correlación r debe quedar en el intervalo $0 \leq r \leq 1$, pero en la práctica debido a los errores aleatorios $0 < r < 1$.

A P E N D I C E C .

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS Y AGRUPAMIENTO DE DATOS

C.1 DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS.- Es la colocación de los datos numéricos, tomados en orden creciente o decreciente de magnitud. Las diferencias entre el mayor y el menor de los números se llaman recorrido o rango de los datos. Cuando se dispone de un gran número de datos, es útil el distribuirlos en categorías o clases y determinar el número de individuos pertenecientes a cada clase que es la frecuencia de clase. Una ordenación tabular de los datos en clases reunidas las clases con las frecuencias correspondientes a cada una, se conoce como una distribución de frecuencias o tabla de frecuencias.

Los datos ordenados y resumidos como en la distribución de frecuencias se les llaman datos agrupados.

Intervalo de clase.- Por ejemplo: 60-62, siendo 60 y 62 los límites de clase, el número 60 es el límite inferior y 62 el límite superior de la clase.

Los límites reales de clase se toman por 59.5 como límite inferior y 62.5 como el superior.

Tamaño o anchura de un intervalo de clase.- El tamaño o anchura del intervalo de clase es la diferencia entre los límites reales que lo forman.

Marca de clase.- Es el punto medio del intervalo de clase y se obtiene sumando los límites superior e inferior de la clase y dividido entre dos. (10)

C.II. HISTOGRAMA Y POLIGONO DE FRECUENCIAS.

Representaciones gráficas de la distribución de frecuencias.

- **Histograma.**- Serie de rectángulos que tienen:

- a) Sus bases sobre el eje horizontal (eje X), con centro en las marcas de clase y longitud igual al tamaño de los intervalos de clase.
- b) Superficies proporcionales a las frecuencias de clase.- Si los intervalos de clase tienen todos igual tamaño, las alturas de los rectángulos son iguales a las frecuencias de clase y se acostumbra en cada caso a tomar las alturas numéricas proporcionales a las frecuencias de clase. Si los intervalos no son de igual tamaño, estas alturas deberán ser calculadas.

- **Polígono de frecuencia.**- Es un gráfico de línea trazado sobre la marca de clase. Puede obtenerse los puntos medios de los techos de los rectángulos en el histograma. (10)

Para mayor comprensión de lo antes dicho, a continuación se realizará un ejemplo con los datos obtenidos de la medición de granos de arroz en cuanto a su espesor, ésto mismo se llevó a cabo con los 30 lotes de arroz que se utilizaron en la investigación.

- Datos obtenidos de la medida de los espesores de los granos de arroz palay.

1.60	2.24	2.31	2.36	2.40
1.78	2.24	2.32	2.36	2.41
1.80	2.25	2.32	2.36	2.41
1.80	2.25	2.32	2.36	2.42
1.89	2.25	2.32	2.37	2.42
1.90	2.26	2.33	2.37	2.43
1.92	2.26	2.33	2.37	2.43
1.97	2.27	2.33	2.37	2.44
1.98	2.27	2.33	2.37	2.45
2.00	2.27	2.33	2.37	2.45
2.06	2.28	2.34	2.37	2.45
2.12	2.28	2.34	2.38	2.45
2.12	2.28	2.34	2.38	2.46
2.12	2.28	2.34	2.38	2.47
2.18	2.29	2.34	2.39	2.47
2.20	2.29	2.34	2.39	2.48
2.21	2.29	2.34	2.39	2.49
2.23	2.30	2.34	2.39	2.49
2.23	2.30	2.34	2.40	2.49
2.23	2.30	2.35	2.40	2.52

- Se formó una tabla de frecuencias donde se determinaron los rangos de cada intervalo de clase así como las frecuencias de cada una de ellas.

	Intervalo de clase	Frecuencia
Grupo 1	1.60 a 1.75 mm	1
Grupo 2	1.76 a 1.90 mm	5
Grupo 3	1.91 a 2.05 mm	4
Grupo 4	2.06 a 2.20 mm	6
Grupo 5	2.21 a 2.35 mm	44
Grupo 6	2.36 a 2.50 mm	39
Grupo 7	2.51 a 2.65 mm	1

- Con estos datos se realizó un histograma de frecuencias con -

su correspondiente polígono (figura No. 12 y 13).

C.III AGRUPAMIENTO DE DATOS.

Uno de los primeros puntos a considerar cuando se van a agrupar cientos de datos, es cuántos intervalos se incluirán. Muy pocos no es conveniente debido a que hay pérdidas de información. Por otra parte, si se usan demasiados intervalos no se logra el objetivo de la síntesis.

Para obtener el agrupamiento de datos más acertado se utilizó - la "Regla de Sturges" la cual es:

$$K = 1 + 3.322 (\log_{10} n)$$

donde:

K - Representa el número de intervalos de clase.
n - Es el número de valores en el conjunto de da
tos bajo consideración.

Por ejemplo:

En el caso de las mediciones hechas a los granos de arroz palay (largo, ancho y espesor) en las - cuales para nuestros objetivos, las más importantes fueron las de los espesores encontrados dentro del siguiente número de intervalos para un - conjunto de 100 mediciones.

$$K = 1 + 3.322 (\log_{10} 100)$$

K = 4.332 aprox. 5 grupos de cada lote de las dos variedades trabajadas. (10)(27)

C.IV AMPLITUD DE LOS INTERVALOS DE CLASE.

Otra cuestión que debe decidirse, es la referente a la amplitud de los intervalos de clase. Aunque a veces es imposible, por lo general, los intervalos de clase deben ser de amplitudes iguales. Puede determinarse esta amplitud dividiendo el recorrido entre K , el número de intervalos de clase. Simbólicamente, la amplitud de los intervalos de clase está dada por:

$$w = \frac{R}{K}$$

donde:

w - Representa la amplitud del intervalo

R - El recorrido, es decir, la resta del valor máximo del conjunto de datos - por agrupar menos el valor mínimo.

Ejemplo:

En nuestro caso tenemos que la amplitud de los intervalos es de:

$$w = \frac{2.57 - 1.60}{4.332} = 0.22 \quad (10)$$

A P E N D I C E D .

ANALISIS DE VARIANZA Y PRUEBAS DE COMPARACION MULTIPLES

D.1 La información obtenida a partir de un experimento diseñado estadísticamente puede ser analizado por método conocido como "análisis de varianza". Se trata de una técnica consistente en aislar y estimar las varianzas separadas que contribuyen a la total varianza de un experimento. Es entonces posible ensayar si ciertos factores producen significativos resultados diferentes de las variables ensayadas.

El análisis de varianza fue ideado por Sir Ronald A. Fisher y es esencialmente un proceso aritmético que descompone una suma total de cuadrados en componentes asociados con fuentes de variación reconocidas.

- Análisis de varianza para cualquier número de tratamientos.

Diseño de bloques completos al azar.

Durante el transcurso del experimento, todas las unidades de un bloque deben tratarse tan uniformemente como sea posible en todo aspecto diferente del tratamiento; todo cambio en la técnica u otra condición que pueda afectar los resultados debe hacerse en todo el bloque. Por otra parte, si el número de observaciones por unidad es igual al número de observadores, entonces cada observador debe hacer una observación por unidad. Estas prácticas ayudan a controlar la variación dentro de bloques y por tanto el error experimental; al mismo tiempo no contribuye en nada a las diferencias entre medias de tratamiento. La variación entre bloques se elimina aritméticamente del error experimental. (12) (35)

Este diseño se usa con mayor frecuencia que cualquier otro y sí da precisión satisfactoria.

FUENTE DE VARIACION	gl	SUMAS DE CUADRADOS	
		DEFINICION	OPERACION
Bloques	r-1	$t \sum_j (Y_{.j} - Y_{..})^2$	$= \frac{\sum_j Y_j^2}{t} - C$
Tratamientos	t-1	$r \sum_i (Y_{i.} - Y_{..})^2$	$= \frac{\sum_i Y_i^2}{r} - C$
Error	(r-1)(t-1)	$\sum_{i,j} (Y_{ij} - Y_{i.} - Y_{.j} + Y_{..})^2$	$= SC(\text{Total}) - SC(\text{Bloques}) - SC(\text{Tratamientos})$
T o t a l	rt-1	$\sum_{i,j} (Y_{ij} - Y_{..})^2$	$= \sum_{i,j} Y_{ij}^2 - C$

A continuación se presenta un resumen simbólico de las fórmulas de definición y operación para la suma de cuadrados y grados de libertad en el análisis de la varianza de datos del diseño de bloques completos al azar.

Sea Y_{ij} las observaciones de j -ésimo bloque bajo el tratamiento i -ésimo, $i = 1, 2, \dots, t$ tratamientos y $j = 1, 2, \dots, r$ bloques.

La notación de puntos se usa siempre que sea posible. Así $\sum_j Y_{i,j}^2$ quiere decir que se obtienen las sumas:

$$Y_{i,j} = \sum_j Y_{i,j}$$

Para cada valor de j , se elevan al cuadrado y se suman para todos los valores de j . Representándose la media general por Y . Como la varianza de medias en n observaciones es $2/n$, resultan los multiplicadores de t y r que aparecen en la columna SC de definición en todos los cuadrados medios que estiman la misma cuando no hay efectos de bloques o tratamientos. Con el mismo razonamiento, basado en totales, se explican los divisores t y r en la columna de operaciones de SC.

NOTE	T	C	D	E	FG	Y_1	Y^2	Y
L ₁	85.58	96.57	97.10	94.31	76.09	449.65	40,762.18	89.93
	86.76	96.57	96.66	93.49	76.03	449.65	40,717.16	89.90
L ₂	91.45	96.75	96.12	95.89	77.10	459.31	42,490.60	91.86
	91.84	97.01	97.07	95.57	76.20	457.64	42,196.62	91.53
L ₃	91.23	96.28	95.13	91.85	74.63	449.12	40,648.12	89.82
	91.18	96.26	93.93	92.35	73.73	447.48	40,372.99	89.66
L ₄	89.09	95.34	97.25	91.62	73.60	448.60	40,611.31	89.72
	89.42	95.34	85.27	91.45	74.83	446.31	40,124.66	89.28
L ₅	89.21	97.99	97.58	95.74	78.97	459.49	42,484.73	91.90
	89.84	97.99	97.79	94.91	78.80	459.33	42,274.62	91.67
L ₆	92.27	96.66	94.70	92.05	72.30	447.98	40,525.49	89.60
	91.74	96.66	95.32	90.18	71.25	451.15	41,172.44	90.23
L ₇	91.87	91.01	98.28	96.66	76.82	460.74	42,772.85	92.15
	91.18	97.01	97.08	97.84	75.95	458.76	42,431.71	91.75
L ₈	88.28	96.13	96.52	94.58	77.74	453.25	41,339.33	90.85
	88.42	96.13	95.84	94.25	76.35	452.99	41,266.18	90.60
L ₉	81.98	92.79	79.52	79.82	77.60	411.71	34,047.13	82.34
	81.78	92.79	79.73	79.85	76.84	410.99	34,935.23	82.20

A continuación se presenta un ejemplo de este método, con los datos obtenidos de la experimentación realizada en este trabajo.

- Análisis de varianza de los diferentes espesores en cuanto al porcentaje de descascarillado para la Variedad Morelos A-70 comercial.

LOTE	T	C	D	E	FC	Y_i	Y^2
Y_j	1603.22	1731.3	1703.60	1668.06	1366.83	8073.15	
Y^2							731,175.84
Y	89.07	96.18	94.64	92.67	75.94		

Se dispone de los datos de la tabla para tener los totales de los tratamientos $Y_{i..}$, totales de bloques $Y_{.j}$, y el gran total $Y..$. Simultáneamente, se obtuvo Y^2 de cada tratamiento y bloque, es decir,

$$\sum_j Y^2 \quad i = 1, \dots, y \quad \sum_i Y^2_{ij} \quad j = 1, \dots, r$$

El gran total se obtiene sumando los totales de los tratamientos y los totales de bloques, separadamente. Al mismo tiempo se obtienen las sumas de cuadrados de esos totales. (Datos enlistados en Y^2_i y Y^2_j respectivamente).

Obtención de la suma de cuadrados (ajustadas) de la siguiente manera:

$$\text{Factor de corrección} = c = \frac{\sum Y^2_{...}}{rt}$$

$$c = \frac{(8073.15)^2}{(5)(18)}$$

$$c = 724,175.01$$

donde:

t - Número de tratamientos = 5

r - Número de repeticiones = 18

$$\text{SC total} = \sum_{i,j} Y^2_{ij} - c$$

$$\text{SC total} = 142,971.14 + \dots + 103,870.98 - c$$

$$\text{SC total} = 7,000.83$$

$$\text{SC total} = 40,762.18 + \dots + 34,935.23 - c$$

$$\text{SC total} = 7,000.83$$

$$\text{SC bloques} = \frac{\sum_j Y^2_{.j}}{t} - c$$

$$SC \text{ bloques} = \frac{(449.65)^2 + \dots + (410.99)^2}{5} - C$$

$$SC \text{ bloques} = 698.46$$

$$SC \text{ tratamiento} = \frac{\sum_i f_i Y_i^2}{r} - C$$

$$SC \text{ tratamiento} = \frac{(1603.22)^2 + \dots + (1366.83)^2}{18} - C$$

$$SC \text{ tratamiento} = 4,748.07$$

$$SC \text{ error} = SC \text{ total} - SC \text{ tratamiento} - SC \text{ bloques}$$

$$SC \text{ error} = 7,000.83 - 4,748.07 - 698.46$$

$$SC \text{ error} = 1,554.30$$

El cálculo de los Cuadrados Medios de los bloques, tratamientos y del error se realiza dividiendo sus respectivos SC entre sus correspondientes grados de libertad (gl).

$$CM \text{ bloque} = \frac{698.46}{17} = 41.09$$

$$CM \text{ tratamiento} = \frac{4,748.07}{4} = 1,187.02$$

$$CM \text{ error} = \frac{1,554.30}{68} = 22.86$$

Para calcular F_c dividimos CM tratamientos entre CM error a esto se le llama F calculada:

$$F_c = \frac{1,187.02}{22.86} = 51.93$$

Procediendo a llenar la tabla de ANOVA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	SC	CM	Fc
bloques	$r-1 = 17$	698.46	41.09	41.93
Tratamiento t	$t-1 = 4$	4,748.07	1,187.02	
error	$(r-1)(t-1) = 68$	1,554.30	22.86	
Total	$rt-1 = 89$	7,000.83		

Con un nivel de significancia $\alpha = 5\%$, 4 y 68 gl se encuentra en tablas el valor de F_t siendo igual a 2.49, observando que:

$$F_c > F_t$$

Por lo tanto se rechaza H_0 , es decir, se tiene suficiente evidencia estadística al nivel de 5% del que se tiene una diferencia en las medias de los tratamientos, es decir, en los porcentajes de descascarillado los promedios de los espesores no son iguales.

D.II Cuando el análisis de varianza nos muestra que el valor de F es significativo, el interrogante es Cuál de las medias de tratamientos son significativamente diferentes?. A continuación se presentan dos de las pruebas más comúnmente usadas para responder a esta cuestión.

A.- DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA.

Esta es una prueba de comparación múltiple utilizando t-student y deberá de ser usada de la manera acostumbrada únicamente cuando se requieran probar algunas comparaciones de interés, ya que si se prueban todas las posibles comparaciones entre las medias se trabajará con un nivel de significancia α mucho más alto del fijado. (12)(35)

La hipótesis a probar será:

$$H_0: \mu_i - \mu_j = 0$$

vs

$$H_1: \mu_i - \mu_j \neq 0$$

La fórmula de esta prueba es:

$$DMS = t_t \cdot s_{x_i} - \bar{X}_j$$

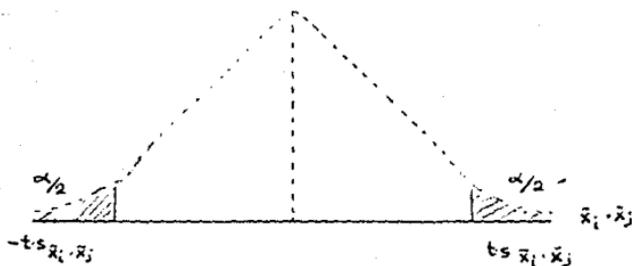
donde:

t_t = Valor obtenido de tablas con los g.l. del error y el nivel de significancia deseado.

$s_{x_i} - \bar{X}_j$ = Desviación estándar de las diferencias entre dos medias.

$$s_{x_i} - \bar{X}_j = \sqrt{2 s^2 / r} = \sqrt{2CMER/r}$$

Distribución de $x_i - x_j$ si H_0 es verdadera



Entonces el criterio de la prueba es que si la diferencia entre $x_i - x_j$ excede el valor de la DMS, se pueden considerar estadísticamente diferentes.

NOTA: H_0 - Hipótesis alterna. Es aquella en la cual se propone que las medias de los tratamientos de un experimento son iguales. H_0 :

$$\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$$

H_1 - Hipótesis nula. Es aquella en la cual se propone que no todas las medias de los tratamientos son iguales, contraria a la hipótesis alterna.

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \dots \neq \mu_t$$

B.- PRUEBA DE TUKEY (Diferencia mínima significativa honesta).

Es una prueba de comparación de medias bastante estricta y mantiene la probabilidad de que cualquier diferencia haya sido declarada falsamente significativa, en el nivel fijado.

Procedimiento.

1°. Calcule el valor de la DMSH de la siguiente forma:

$$DMSH = q, t, g.l. s_x$$

donde: $q, t, g.l.$ - Factor obtenido de las tablas de rango estudentizado con un nivel de significancia dado, t tratamientos $g.l.$ los grados de libertad del error.

$$s_x = s^2/r = CMER/r - \text{Desviación estándar de la media.}$$

2º. Cualquier diferencia entre las dos medias se declara estadísticamente significativa si excede el valor de la DMSH.

A continuación se presenta un ejemplo con los datos antes mencionados:

- Se ordenan las medias en forma creciente.

Tratamiento	F.G.	T	E	D	C
X	75.94	89.07	92.67	94.64	96.18

Se busca en tablas el valor de t , para un nivel de significancia de 5% y 68 grados de libertad del error, obteniendo un valor de 1.99.

- Se calcula la desviación estándar de las medias. (12)(35)

$$s_x = 2(22.86)/18 \quad s_x = 1.59$$

como

$$\begin{aligned} DMS &= t_c \cdot s_x \\ &= (1.99)(1.59) \quad DMS = 3.17 \end{aligned}$$

En el caso de DMSH, buscamos en tablas el valor de q a un nivel de 5% de significancia y con los grados de libertad de los tratamientos y del error, siendo igual a 3.72.

Se busca desviación estándar de las medias.

$$s_x = 22.86/18 \quad s_x = 1.13$$

Así tenemos que:

$$\begin{aligned} DMSH &= q, t, g.l. \cdot s_x \\ &= (3.72)(1.13) \quad DMSH = 4.20 \end{aligned}$$

- Se elabora una tabla donde se llevan a cabo las comparaciones de las medias.

Comparación	Diferencia $x_i - x_j$	Nivel 5%	de Significancia	
			DMS	DMSH
C - FG	20.24	C FG		
C - T	7.11	C T		
C - E	3.51	C E		
C - D	1.54	n.s.		
D - FG	18.70	D FG		
D - T	5.57	D T		
D - E	1.97	n.s.		
E - FG	16.73	E FG		
E - T	3.60	E T		
T - FG	13.13	T FG		

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

- 1.- Autrey, Harry S. and W. W. Grigorieff.
- RICE MILLING. EFFECTS OF MILLING CONDITIONS ON BREAKAGE OF RICE GRAINS.
Agricultural and Food Chemistry.
Vol. 3 No. 7 Fayetteville, Ark. 1955.
- 2.- Barber, S.
- LA CALIDAD DEL GRANO DE ARROZ Y LOS PROGRAMAS DE MEJORA VEGETAL.
Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos.
México, D. F. - Valencia, España. Marzo 1979.
- 3.- Barber, S., Benito de Barber C. y J. Martínez.
- PROTEINAS DEL SALVADO DE ARROZ II, VALOR POTENCIAL DE - LAS FRACCIONES, COMO INTEGRANTES DE ALIMENTOS PROTEICOS.
Agroquímica y Tecnología de Alimentos.
Vol. 21 No. 2 Valencia, España. 1970.
- 4.- Barber, S., M/N. Trejo Burgueño, M. C. A. Jayme Salazar y C. Yepes Izquierdo.
- PRIMERA REUNION NACIONAL DE LA INDUSTRIA ARROCERA. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.
U.N.A.M. México, D. F. 1985.
- 5.- Bauer, E. I.
- MANUAL DE ESTADISTICA PARA QUIMICOS.
Ed. Alhambra. Madrid, España. 1974.
- 6.- Beagle, E. C.
- RICE - HUSK CONVERSION TO ENERGY.
Food and Agricultural Industries Services.
Rome, Italia. 1978.

- 7.- Bechtal, D.B. and Y. Pomeranz.
- IMPLICATIONS OF THE RICE KERNEL STRUCTURE IN STORAGE,
MARKETING AND PROCESSING: A REVIEW.
Journal of Food Science. Vol. 43 No. 5 1978.
- 8.- Bechtel, D.B. and Y. Pomeranz.
- THE RICE KERNEL.
Advances in Cereal Science and Technology.
Vol. 3 Chap. 3 1980.
- 9.- Carbajal González, J. M. N.
- EVALUACION DE LA CALIDAD DEL ARROZ PALAY VARIEDAD NA-
VOLATO A-71 DURANTE SU ALMACENAMIENTO EN CUATRO INSTA
LACIONES INDUSTRIALES. Tesis de Licenciatura.
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.
U.N.A.M. México. 1984.
- 10.- Daniel, Wayne W.
- BIOESTADISTICA. BASES PARA EL ANALISIS DE LAS CIENCIAS
DE LA SALUD.
Ed. Limusa. Madrid, España. 1985.
- 11.- De Data, S. K.
- PRODUCCION DE ARROZ. FUNDAMENTOS Y PRACTICAS.
Ed. Limusa México. 1981.
- 12.- Hurley, D., A. Aguilar, J. Garibay y J. Landeros.
- Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados.
Departamento de Matemáticas.
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.
U.N.A.M. México. Junio, 1981.
- 13.- Anónimo.
- EL ARROZ.
Revista del Consumidor.
No. 11 México, D.F. 1978.

- 14.- - EL ARROZ Y PRODUCTOS INDUSTRIALIZADOS.
Escenarios Económicos de México. Perspectivas de desarrollo para ramas seleccionadas.
S. P. P. 1981-1985.
- 15.- - EL DESARROLLO AGROINDUSTRIAL Y LOS SISTEMAS ALIMENTICIOS BASICOS: ARROZ.
Coordinación General de Desarrollo Agroindustrial.
Documentos Técnicos para el Desarrollo Agroindustrial.
S. A. R. H. No. 5 México. 1982.
- 16.- Esmay, H., Soemangat Eriyatno, and Allan Phillips.
- RICE POST-PRODUCTION TECHNOLOGY IN THE TROPICS.
Published for the East West Center Book by the University Press of Hawaii, Honolulu. 1979.
- 17.- Gariboldi, F.
- RICE MILLING EQUIPMENT OPERATION AND MAINTENANCE.
F.A.O. Agricultural Science Service Bulletin.
Roma, Italia. 1974.
- 18.- González, A. D.
- EVALUACION DE LA CALIDAD DEL ARROZ PULIDO EN MUESTRAS DEL COMERCIO MEXICANO. Tesis de Licenciatura.
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.
U.N.A.M. México. 1986.
- 19.- González J. M. S., M. Romero y O. Arregoces.
- MORFOLOGIA DE LA PLANTA DE ARROZ.
Centro de Investigación Agrícola Tropical.
Arroz. Vol. 33 No. 318
Bogotá, Colombia. May-Jun. 1982.
- 20.- Hernández, A. L.
- ARROZ. SU CULTIVO Y MEJORAMIENTO GENETICO EN MEXICO.
Trabajo presentado en la Reunión sobre pruebas internacionales de Arroz. (Información personal).

- 21.- Hernández, A. L.
- MINUTA. De la reunión celebrada en las oficinas del Campo Agrícola Experimental "Campeche", Camp. El 1º de abril de 1986, para finalizar la proporción de un nuevo proyecto - de preparación, manejo de suelos y siembra en húmedo de - arroz de temporal en el Estado de Campeche. (Información personal) Zacatepec, Morelos, a 11 de abril de 1986.
- 22.- Hernández, A. L.
- PROGRAMA DE INVESTIGACION DE ARROZ EN MEXICO CON ENFASIS PARA CONDICIONES DE TEMPORAL.
Ciclo de Conferencias - XXV Aniversario de la Productora Nacional de Semillas (PRONASE). (Información personal) -- Campeche, Camp., Julio 25, 1986.
- 23.- Houston, D. F.
- RICE, CHEMISTRY AND TECHNOLOGY.
Published by American Association of Cereal Chemists.
Incorporated, St. Paul, Minnesota.
Vol. IV 1972.
- 24.- Jayme, Salazar Armando.
- EFECTO DE DIFERENTES CONDICIONES DE SANCOCHADO EN VARIEDADES MEXICANAS DE ARROZ Y EVALUACION DEL PROCESO INDUSTRIAL EN MEXICO. Tesis de Maestría.
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Sección de Graduados.
México, D. F., febrero de 1985.
- 25.- Kennedy, B. J. y Adam M. Neville.
- ESTADISTICA PARA CIENCIAS E INGENIERIA.
Ed. Harla New York, N. Y. 1976.
- 26.- Luh, B. S. and Ph. D.
- RICE: PRODUCTION AND UTILIZATION.
Avi Publishing Company, INC.

Westport, Connecticut. 1980.

27.-

Meléndez, P. R.

- CARACTERIZACION PRELIMINAR DE GERMEN DE ARROZ EN VARIEDADES MORELOS A-70, NAVOLATO A-71, CULIACAN A-82 Y JOJUTLA X NAILAND Y DESARROLLO DE METODOLOGIA Y EQUIPO DE LABORATORIO PARA LA SEPARACION Y PURIFICACION DE GERMEN DE SALVADO COMERCIAL. Tesis de Licenciatura.

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

U.N.A.M. México. 1986.

28.-

Palos, S. A.

- EVALUACION EXPERIMENTAL DEL PROCESO DE ELABORACION DEL ARROZ EN UNO Y VARIOS PASOS O ETAPAS. Tesis de Licenciatura.

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

U.N.A.M. México. 1987.

29.-

Primo, E. Y. y S. Barber.

- QUIMICA Y TECNOLOGIA DEL ARROZ.

Revista de Investigación y Ciencias No. 2

Ed. Prensa Científica, S. A.

Barcelona, España.

Noviembre, 1976.

30.-

Rojo, S. G.

- EVALUACION EXPERIMENTAL DEL SECADO DE ARROZ EN EL ESTADO DE CAMPECHE Y VERACRUZ. Tesis de Licenciatura.

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

U.N.A.M. México. 1983.

31.-

Rojo, S. G.

- SIEMBRA Y CULTIVO DE CEREALES.

Gómez, Hnos. Editores. México.

1975.

- 32.- Santos Moreno, A.
- BIOQUIMICA DE CEREALES Y SUS PRODUCTOS.
Depto. de Industrias Agrícolas.
Universidad Autónoma de Chapingo. 1982.
- 33.- Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial.
- NORMA OFICIAL MEXICANA, NOM-FF-35-1982.
Productos Alimenticios no Industrializados para uso
Humano.- Cereales, arroz pulido (*Oryza sativa*. Espe-
cificaciones). Dirección General de Normas.
- 34.- Sigurd, Nasset E.
- MANUAL DE NUTRICION.
Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V.
California. 1982.
- 35.- Steel, Robert G.D. y James A. Torrie.
- BIOESTADISTICA: PRINCIPIOS Y PROCEDIMIENTOS.
Ed. McGraw-Hill, Inc. U.S.A. 1986.
- 36.- Tortosa, S. E., S. Barber y H. Sebastián.
- FACTORES DE CALIDAD DEL ARROZ. XIX. PAPEL DE LOS ATRI-
BUTOS DE CALIDAD DEL ARROZ ELABORADO EN LA EVALUACION
COMERCIAL.
- 37.- Wadsworth, J. I., J. Matthews and J. J. Spadaro.
- MILLING PERFORMANCE AND QUANTITY CHARACTERISTICS OF
STARBONNET VARIETY RICE FRACTIONATED BY ROUGH RICE
KERNEL THICKNESS.
Southern Regional Research Center New Orleans.
Cereal Chemistry Vol. 59 No. 1 1982.
- 38.- Webb, B. D.
- COOKING, PROCESSING AND MILLING QUALITIES OF RICE.
Six Decades of Rice Research in Texas.
The Texas Agricultural Experimental Station.
Research Monograph 4 June, 1975.

C U A D R O N ° . 5

ORIGEN DE LOS LOTES DE LA VARIEDAD MORELOS A-83

TIPO	N°. DEL LOTE
------	-----------------