



V N A M

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores "CUAUTITLAN"

**"Evaluación Experimental del Proceso de Elaboración
del Arroz Palay, de la Zona Golfo-Sureste
de La República Mexicana".**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN ALIMENTOS
P R E S E N T A
LAURA URQUIETA ORTEGA**

Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

1985



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.

CONTENIDO

I.- INTRODUCCION

II.- OBJETIVOS

III.-MATERIALES Y METODOS

IV.-RESULTADOS

V.-CONCLUSIONES

VI.-GLOSARIO DE TERMINOS ARROCEROS

VII.- BIBLIOGRAFIA

I N D I C E

I . I N T R O D U C C I O N

Pág.

1.- Aspectos socioeconómicos	
1.1. Producción de cereales a nivel mundial -----	1
1.2. Producción de arroz a nivel mundial -----	1 y 2
2.- Aspectos socioeconómicos del arroz en México	
2.1. Producción nacional de arroz palay -----	2
2.2. Producción de arroz palay por estados -----	5
2.3. El cultivo del arroz en México	
2.3.1. Sistemas de cultivo -----	5
2.3.2. Variedades cultivadas en México -----	7
2.3.3. Cosecha de arroz -----	7
2.4. Consumo de arroz en México -----	9
3.- El grano de arroz	
3.1. Estructura del grano de arroz -----	10
3.2. Composición química del grano -----	12 y 13
4.- Molinería de arroz	
4.1. Definición de molinería -----	14
4.2. Etapas de la elaboración -----	16
4.2.1. Limpieza -----	16 y 18
4.2.2. Descascarillado -----	18 y 19
4.2.2.a. Descascarilladora de rodillos de goma--	19 y 20
4.2.3. Separación de cascarilla -----	20
4.2.3.a. Separadora de cascarilla -----	21
4.2.4. Separación de arroz palay-----	23
4.2.5. Blanqueo -----	23 y 24
4.2.5.a. Blanqueo por abrasión -----	24
4.2.5.b. Blanqueo por fricción -----	24 y 26
4.2.6. Clasificación (clasificador de cilindros alveo-	
lados) . -----	26 y 28

5.- Calidad del arroz

5.1. La calidad del arroz y el progreso del sector arrocero-----	29
5.2. La calidad del arroz : Concepto y atributos -----	29,30,32
5.3. La calidad en la práctica -----	32,35
5.4. Factores que contribuyen en la calidad molinera -----	35,36
5.4.1. Cosecha -----	37
5.4.2. Secado -----	37,38
5.4.3. Almacenamiento -----	38
5.4.4. Elaboración ó procesamiento-----	38,39
5.4.5. Situación actual del proceso de elaboración de arroz palay en México-----	40

I I . O B J E T I V O S -----41

I I I . . M A T E R I A L E S Y M E T O D O S -----42

1.- MATERIALES

1.1. Obtención de las muestras en los molinos evaluados -----	43,44
1.2. Toma de muestra en el molino -----	44
1.2.1. Identificación de las muestras -----	44
2.- Recepción de muestras en el laboratorio -----	45
2.1. Determinación de humedad-----	45
2.2. Aspecto general -----	45
2.3. Conservación de muestras en el laboratorio -----	48

M E T O D O S

3. Metodología para la inspección de arroz palay en el laboratorio	49
3.1. Peso neto de la muestra -----	49
3.2. Humedad de la muestra -----	49
3.3. Aspecto general -----	49
3.4. Homogenización y cuarteo -----	49,51
3.5. Muestra para inspección -----	51
3.6. Tamizado -----	51

3.7. Aspiración -----	51
3.8. Producto principal a la salida de la aspiración ---	51
4. Metodología general para evaluar el proceso de elaboración en sus - diferentes etapas -----	52
4.1. Entrada a la limpiadora -----	52
4.2. Salida de limpiadora -----	52
4.3. Entrada a descascarilladora -----	53
4.4. Salida de descascarilladora -----	53
4.4.14.4.1. Peso neto de la muestra -----	53
4.4.2. Aspecto general de la muestra -----	53
4.4.3. Homogenización y cuarteo -----	53
4.4.4. Tamizado -----	53,54
4.4.5. Aspiración -----	54
4.4.6. Producto principal a la salida de aspiración -----	54
4.4.7. Determinación del grado de elaboración en el arroz moreno	55
4.5. Entrada a la separadora de cascarilla -----	56
4.6. Entrada a la mesa separadora de palay -----	56
4.6.1. Peso neto -----	56
4.6.2. Aspecto general -----	56
4.6.3. Homogenización y cuarteo -----	56
4.6.4. Tamizado -----	56
4.6.5. Muestra para inspección -----	56
4.6.5.a. Aspiración -----	56
4.6.5.b. Producto principal a la salida de la aspiración -----	56,57
4.7. Salida de mesa separadora de palay -----	57
4.8. Retornos -----	57
4.9. Entrada a blanqueadora -----	57
4.9.1. Peso neto -----	57
4.9.2. Aspecto general -----	57
4.9.3. Homogenización y cuarteo -----	57
4.9.4. Muestra para inspección -----	57
4.9.5. Separación y clasificación del arroz entero del arroz -- quebrado -----	57
4.10. Salida de blanqueadora -----	58
4.11. Clasificación de puntilla -----	58
4.12. Clasificación de granillo -----	58
4.13. Clasificación de medio grano -----	58

IV . RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS -----	63
1.- Descripción de los equipos utilizados en los molinos I , II y III-----	64
2.- Pureza de arroz palay en la entrada y salida de la prelimpia-----	71
3.- Efectos y eficacias de las descascarilladoras , sobre los componentes físicos del arroz palay en el molino I-----	74
3.1. Efectos y eficacias de las separadoras de cascarilla sobre los componentes físicos del arroz palay en los molinos II y III-----	74
3.1.a.Molino II-----	75
3.1.b.Molino III -----	75, 76
4.- Efectos y eficacias de las separadoras de cascarilla sobre los componentes físicos de la fracción noble (FN) a la entrada de las mesas separadoras de palay en los molinos II y III -----	85
5.- Efectos y eficacias de las separadoras de palay , sobre los componentes físicos de la corriente de arroz descascarado ó arroz moreno , procedentes de las separadoras de cascarilla y con destino -- al blanqueo-----	89
5.1. En el molino II -----	89,90
5.2. En el molino III -----	90
6.- Efectos de las blanqueadoras sobre los componentes físicos del arroz palay en el proceso de elaboración en los molinos I , II y III -----	96
6.1. Efectos del blanqueo -----	96,97
6.2. Efectos del blanqueo sobre el grado de elaboración -----	97
6.3. Incremento de arroz quebrado en las etapas críticas durante el proceso de elaboración -----	98
7.- Resultados de la calidad del arroz a la salida del proceso de elaboración en los tres molinos . -----	102
7.1. En el molino II -----	102
7.2. En el molino III -----	102

V. CONCLUSIONES -----102,106,107,108

VI. GLOSARIO DE TERMINOS ARROCEROS -109,110
----- y 111.

VII. BIBLIOGRAFIA -----112,113,114.

INDICE DE CUADROS

Número

1. Producción mundial de arroz -----	4
2. Principales estados productores de arroz palay -----	6
3. Zonas y estados productores : sistemas de cultivo y variedades cultivadas en México-----	8
4. Analisis aproximado de arroz moreno , arroz pulido y arroz palay --	13
5. Atributos de calidad del arroz -----	31
6. Grados de calidad de palay -----	33
7. Especificaciones de grados de calidad para arroz pulido -----	34
8. Atributos a evaluar en cada muestra -----	46,47
9. Cuadro general de evaluación del proceso de elaboración en sus diferentes etapas-----	50,61
10. Clasificación de arroz entero y quebrado -----	62
11.Descripción de equipo del molino I-----	65
12.Descripción del equipo del molino II -----	66
13.Descripción de equipo del molino III-----	67
14.Claves de los diagramas de flujo -----	70
15. Pureza de arroz palay en la entrada de la prelimpia-----	72
16. Pureza de arroz palay en la salida de la prelimpia -----	73

17. Efectos de las descascarilladoras sobre los componentes físicos -- del arroz palay en el molino I -----	77
18. Eficacias de las descascarilladoras en el molino I -----	78
19. Efectos de las descascarilladoras sobre los componentes físicos -- del arroz palay en los molinos II y III-----	80, 91
20. Eficacia de las descascarilladoras en los molinos II y III-----	82
21. Efectos de las separadoras de cascarilla -----	86
22. Eficacia de las separadoras de cascarilla -----	87
23. Eficacia de las separadoras de cascarilla en los molinos II y III-- con respecto a la fracción noble (FN) de la entrada de las mesas separadoras de palay -----	88
24. Efectos de las separadoras de palay sobre los componentes físicos-- de la corriente de arroz descascarado , procedente de las separa das de cascarilla y con destino al blanqueo -----	91, 92
25. Eficacia de las separadoras de palay -----	93, 94
26. Eficacia de las separadoras de palay en los molinos I , II y III--	95
27. Efectos de las blanqueadoras sobre los componentes físicos del arroz en los molinos I , II y III -----	99
28. Incremento de arroz quebrado en las blanqueadoras de los molinos-- I , II y III -----	100
29. Incremento de arroz quebrado en las etapas críticas durante el pro ceso de elaboración -----	101
30. Calidad declarada de arroz quebrado al final----- del proceso .	103

INDICE DE FIGURAS

Número

1. Producción de arroz a nivel mundial -----	3
--	---

2. Producción anual nacional de arroz palay-----	3
3. Estructura del grano de arroz -----	11
4. Diagrama de bloques del proceso de elaboración industrial de arroz palay -----	15
5. Limpiadora -----	17
6. Descascarilladora de rodillos -----	17
7. Separadora de cascarilla -----	22
8. Separadora de palay -----	22
9. Blanqueadora por abrasión -----	25
10. Blanqueadora por fricción -----	25
11. Clasificadora de cilindro de alveolos -----	27
12. Diagrama general de inspección de arroz palay -----	50
13. Puntos de muestreo en cada etapa del proceso de elaboración-----	50
14. Diagrama de elaboración del molino I -----	60
15. Diagrama de elaboración del molino II y III -----	60
16. Eficacias de las descascarilladoras del molino I -----	79
17. Eficacias de las descascarilladoras del molino II-----	83
18. Eficacias de las descascarilladoras del molino III-----	84
19. Evaluación comparativa entre calidad real experimental y la decla- rada del porcentaje de arroz quebrado al final del -----	104
proceso.	

I. INTRODUCCION

I.)- ASPECTOS SOCIOECONOMICOS

I.I.)- PRODUCCION DE CEREALES A NIVEL MUNDIAL

En la producción de cereales a nivel mundial destacan como los cereales de mayor importancia económica :

- El trigo
- El maíz
- El arroz

Los países productores de éstos tres cereales los podemos nombrar de acuerdo a su importancia :

- De trigo ; Ocupa el primer lugar la U.R.S.S. , siguiendo en importancia los E.U.A , CHINA , INDIA y FRANCIA; dentro de los cinco principales países productores .
- De maíz ; E.U.A. , CHINA , BRASIL , U.R.S.S. , y MEXICO.
- De arroz ; CHINA , INDIA , INDONESIA , BANGLADESH y JAPON

I.2.)- PRODUCCION DE ARROZ A NIVEL MUNDIAL

El arroz constituye el alimento básico de un tercio de la población mundial y su cultivo ocupa el segundo lugar de la superficie cosechada , después del trigo .

La producción mundial de arroz significa aproximadamente el

18 % del total de granos básicos y su producción y consumo se localiza principalmente en el Continente Asiático.(ver cuadro y fig. 1) .

2) .- ASPECTOS SOCIOECONOMICOS DEL ARROZ EN MEXICO

2.1).- PRODUCCION NACIONAL DE ARROZ PALAY ⁽¹⁾ (1970-1983) .

En el periodo 1970 - 1983 , la producción anual de arroz palay en México , tuvo altibajos . (ver fig. y cuadro 2) .

Durante 1970 - 1975 , la producción de arroz palay se incrementó aproximadamente un 77 % , debido fundamentalmente a un aumento similar en superficie cosechada y a un incremento de casi el triple en los precios de garantía que de 1100 pesos ; precio vigente de 1970 - - 1973 ; se elevó a 3000 pesos para fines de 1974 .

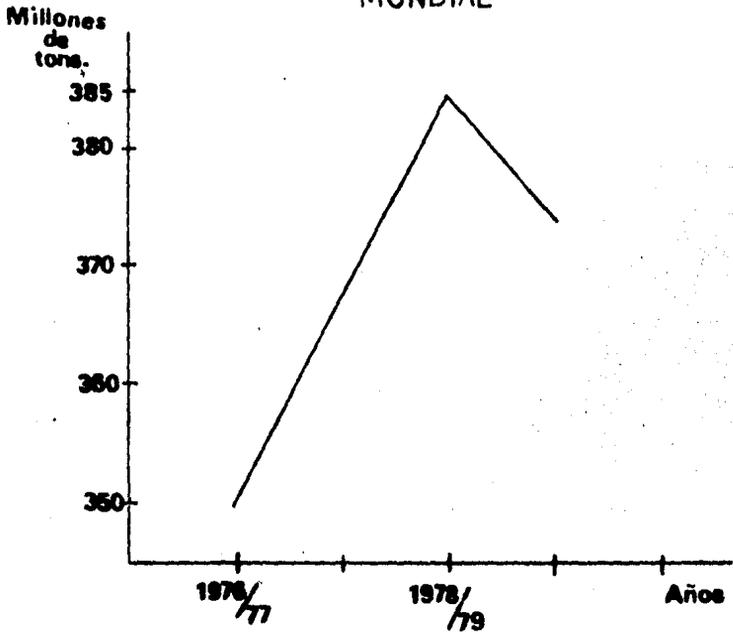
Es a fines de 1975 , cuando se obtiene una cosecha record - de arroz palay de aproximadamente 787,247 toneladas que fué la mayor registrada en 52 años .

A partir de 1976 , la superficie cosechada y la producción - del grano , bajan con respecto a 1975 y se sitúan a niveles similares - a los obtenidos en 1970 - 1974 . (Fuente : S.P.P. 1981 - 1985) .

Para 1980 , la producción decaé en un 5 % , con respecto a 1979 ; aunque mejora la producción al año siguiente de 1981 y en 1982 , existe un ligero aumento que vuelve a decaer en 1983 . (Ver Fig. 2) .

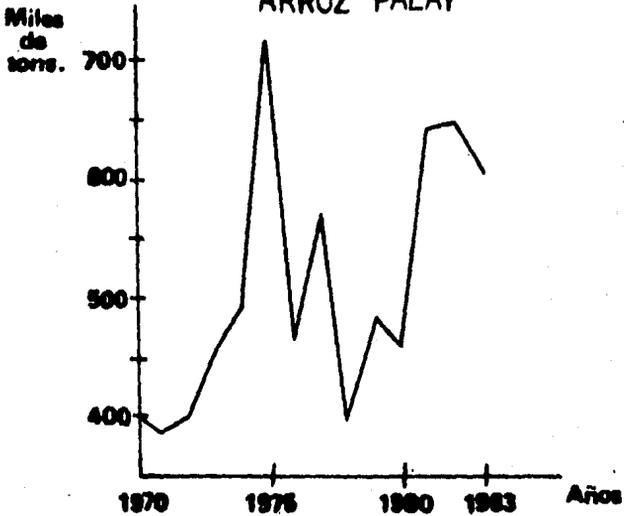
(1) Ver glosario de términos arroceros ; cap. VI,

Fig.1 PRODUCCION DE ARROZ A NIVEL MUNDIAL



FUENTE : Escenarios Económicos de México ., S.P.P. : 1981 - 1985.

Fig.2 PRODUCCION ANUAL NACIONAL DE ARROZ PALAY



FUENTE : Escenarios Económicos de México ., S.P.P. : 1981 - 1985 .

CUADRO 1. PRODUCCION MUNDIAL DE ARROZ
(Millones de Toneladas)

País	1976/1977	1977/1978	1978/1979	1979/1980
China	127.5	126.5	137.0	140.5
India	62.9	79.1	80.8	65.5
Indonesia	23.3	23.3	25.8	26.3
Bangladesh	17.6	19.5	18.5	18.5
Tailandia	16.6	15.0	17.5	15.8
Japón	14.7	16.4	16.7	14.9
Otros.	88.2	87.8	89.1	92.6
Total	350.0	367.6	384.4	373.9
Mundial.				

Fuente : Escenarios Económicos de México , , S.P.P. : 1981 - 1985 .

2.2.)- PRODUCCION DE ARROZ PALAY POR ESTADOS (1980 - 1983) .

De los principales estados productores en la República ----- Mexicana destacan por orden de importancia :
Sinaloa , Campeche , Veracruz , Morelos , Michoacán , Chiapas , Naya----
rit ; que en su conjunto generaron aproximadamente el 90 % de la pro----
ducción nacional de arroz palay . (Ver cuadro y fig. 2 .) .

2.3.)- EL CULTIVO DEL ARROZ EN MEXICO

2.3.1.)- SISTEMAS DE CULTIVO

En México el arroz se cultiva en 15 entidades por medio de -
tres sistemas de cultivo , de los cuales dos son bajo riego (el de ----
siembra directa y el de trasplante) y el otro de temporal (ó secano) .

De la superficie cultivada el 40 % de las tierras son de siem
bra directa y con riego ; el 10 % con riego y trasplante y el 50 % se --
tiene bajo condiciones de temporal (Hernández, A. , 1976) . (Ver
cuadro 3) .

CUADRO 2 . PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE ARROZ PALAY (1980 - 1983) .

ESTADOS	1980		1981		1982		1983	
	SUP.	PRODUCCION	SUP.	PRODUCCION	SUP.	PRODUCCION	SUP.	PRODUCCION
	(HAS)	(TONS)	(HAS.)	(TONS.)	(HAS)	(TONS.)	(HAS)	(TONS)
SINALOA	57 400	154 513	63 395	69 202	37 200	160 628	53 832	236 937
CAMPECHE	32 235	80 875	42 061	95 900	55 688	175 224	43 606	96 151
VERACRUZ	16 479	49 951	11 435	42 694	17 440	46 235	20 214	62 008
CHIAPAS	1 428	76 124	6 903	12 415	9 705	29 115	7 476	23 546
MICHOACAN	8 231	37 143	7 945	38 348	6 213	28 918	4 558	24 078
MORELOS	4 317	25 038	4 454	26 754	5 308	30 786	5 724	38 556
NAYARIT	6 720	26 459	8 269	31 733	6 500	23 028	6 401	25 220
OTROS	5 205	28 614	35 171	326 504	45 680	153 119	31 189	98 504
TOTAL	132 015	456 217	179 633	643 550	183 734	647 053	173 000	605 000

FUENTE : SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS
 DIRECCION GENERAL DE ECONOMIA AGRICOLA . (1980 - 1983) .

2.3.2.)- VARIEDADES CULTIVADAS EN MEXICO

Las variedades cultivadas en México proceden de la especie Oriza - Sativa , que es originaria del Extremo Oriente (India- Indonesia) . (ver cuadro 3) .

En México la obtención de nuevas variedades corre a cargo del Institute Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), quien ha generado fórmulas de producción para que los agricultores arcecos dispongan de variedades de semillas mejoradas para la siembra .

La producción de éstas variedades está en función de las condiciones climáticas , las características del suelo y de la región.

Las variedades , los sistemas de cultivo en las diferentes zonas y estados productores se localiza en el cuadro (3) .

2.3.3.)- COSECHA DE ARROZ

La cosecha de arroz se realiza en tres formas : la manual , la semimanual y la mecánica .

En la forma manual , se realiza tanto la siega como el trillado manualmente .

En la semimanual , se realiza la siega manualmente pero el trillado se hace mecánicamente.

En la mecánica , la siega y el trillado se realizan mecánicamente , Los tipos de cosecha tienen influencia sobre la calidad del arroz blanco (ver factores que contribuyen en la calidad molinera) .

CUADRO 3. ZONAS Y ESTADOS PRODUCTORES : SISTEMAS DE CULTIVO Y VARIEDADES CULTIVADAS EN MEXICO

a).Noroeste	1) Sinaloa	SDR	Navolato A-71
	2) Nayarit	SDR y T	
b).Pacífico Centro	3) Jalisco	SDR r T	Milagro Filipino
	4) Colima	SDR y T	Navolato A-71 , -
	5) Michoacán	SDR y T	CICA 4 , Juchitán A-74.
	6) Guerrero	SDR y T	
c).Zona Central	7) Morelos	RT	Morelos A-70
	8) Puebla	RT	
	9) Estado de México.	RT	
d).Golfo-Su reste	10) Veracruz	SDR , RT,T	Sinaloa A-68 , -
	11) Oaxaca	SDR y T	Navolato A-71 , -
	12) Chiapas	SDR y T	CICA 4 , CICA 6-
	13) Tabasco	T	Sinaloa A-64 .
	14) Campeche	T	
	15) Quintana Roo	T	

SDR=Siembra directa y riego , RT= Riego y trasplante T= Temporal ó secane .

Fuente : Hernández , Aragón ; 1976 . "La investigación del arroz en México) .

CUADRO 3. ZONAS Y ESTADOS PRODUCTORES : SISTEMAS DE CULTIVO Y VARIEDADES CULTIVADAS EN MEXICO

a).Noroeste	1) Sinaloa	SDR	Navolato A-71
	2) Nayarit	SDR y T	
b).P�acífico Centre	3) Jalisco	SDR r T	Milagro Filipino
	4) Colima	SDR y T	Navolato A-71 , -
	5) Michoacán	SDR y T	CICA 4 , Juchi--
	6) Guerrero	SDR y T	tán A-74.
c).Zona Central	7) Morelos	RT	Morelos A-70
	8) Puebla	RT	
	9) Estado de México.	RT	
d).Golfo-Su reste	10) Veracruz	SDR , RT,T	Sinaloa A-68 , -
	11) Oaxaca	SDR y T	Navolato A-71 , -
	12) Chiapas	SDR y T	CICA 4 , CICA 6-
	13) Tabasco	T	Sinaloa A-64 .
	14) Campeche	T	
	15) Quintana Roo	T	

SDR=Siembra directa y riego , RT= Riego y trasplante T= Temporal
o secano .

Fuente : Hernández , Aragón ; 1976 . "La investigación del arroz en -
México) .

1.1.1.- CONSUMO DE ARROZ EN MEXICO

El arroz forma parte importante de la dieta nacional y por su consumo se le clasifica como alimento básico. De acuerdo al orden de importancia con los principales alimentos, se ubica después del maíz en cuarto lugar, atendiendo a la canasta básica de consumo actual.

El arroz pulido ó arroz blanco tiene demanda en todo el país. Donde es importante para su consumo su aspecto físico (color y tamaño), que determina su calidad y precio.

Se calcula que el consumo aparente per cápita de arroz pulido es de 3.1 - 7.7 Kg. de arroz (S.P.P. 1981- 1985).

El arroz pulido se destina generalmente para el consumo humano directo, y en pequeña medida se consume bajo la forma de harina de arroz.

Durante el beneficio del arroz palay, se obtienen diversos subproductos; que son utilizados por productores de harina, galletas y cerveza en lo que se refiere al granillo y en algunos casos cabezuela ó puntilla.

El salvado se usa para la fabricación de alimentos balanceados. La cascarilla se utiliza como materia prima para elaborar tabiques ó pisos de gallinero entre otros usos.

3.)- EL GRANO DE ARROZ

3.1.)- ESTRUCTURA DEL GRANO

El grano de arroz es un fruto en cariósipide , puesto que la semilla constituye la mayor parte de la misma .Es ovalado y mide de unos 8 a 10 mm de longitud en las variedades de grano largo y redondeado y de unos 5 a 6 mm de longitud en los de grano corto . En la base tiene dos glumas estériles , pequeñas , y sobre ellas otras dos glumas florecientes ; éstas últimas , que reciben el nombre de -leña y palea , son de longitud similar a la del grano , y constituyen la cascarilla que cubre la cariósipide , que representa del 20 - 30% , en peso del grano . (Barber , S . y Primo , Y ; 1976) .

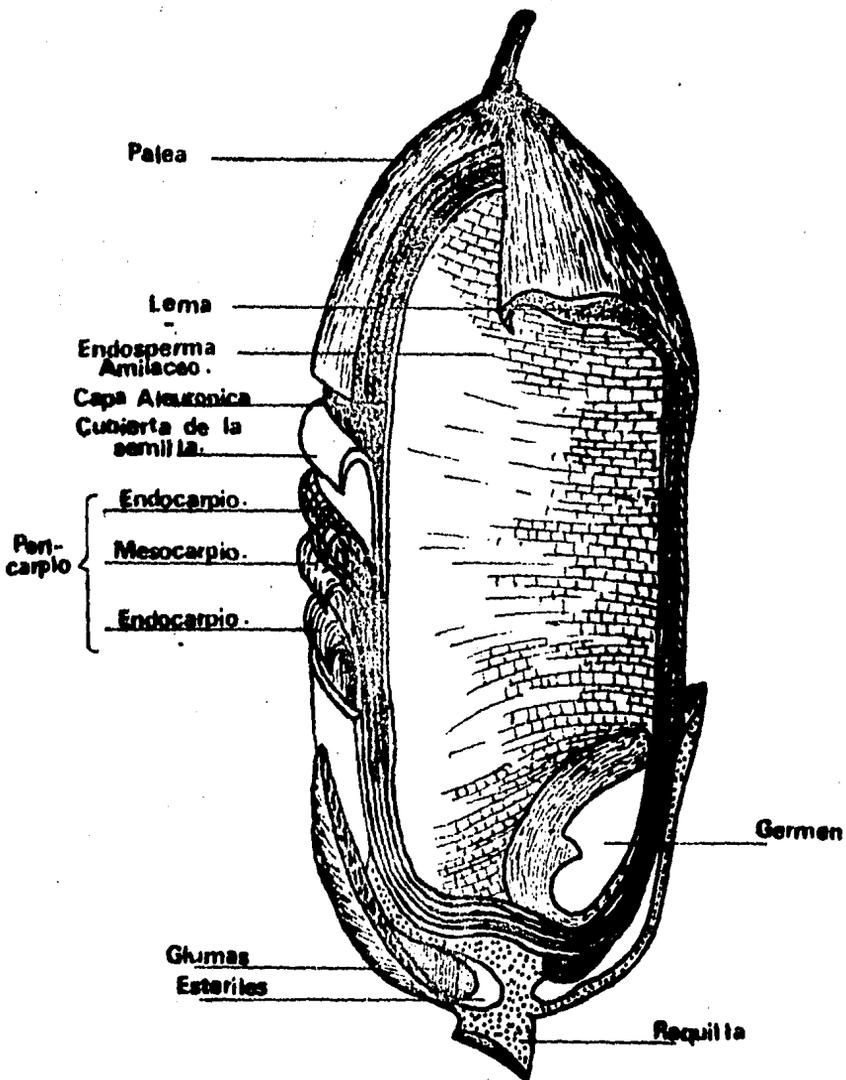
Debajo de la cascarilla se encuentra el endosperma almidonoso que constituye del 65 - 70 % en peso del grano y está recubierto desde el exterior al interior por : 1) El pericarpio , que consta de epicarpio , mesocarpio y endocarpio , 2) El tegmen , que consta de endosperma y perisperma , y 3) la capa de aleurona que envuelve el endosperma almidonoso y el germen .(Fig.3.) .

Estas tres capas , junto con el germen , forman el "salvado".El endosperma almidonoso es la parte más blanca de la cariósipide . En general , el arroz elaborado se aprecia más cuando más blanco es .

El objetivo principal de la elaboración es liberar el endosperma almidonoso de sus cubiertas , incluido el germen . (Barber , S . y Benedito de Barber , C . : 1977) .

En países donde el arroz es el alimento básico , el objetivo de la elaboración es eliminar parcialmente el salvado para mejorar el aspecto y comestibilidad del producto , con pérdidas de nutrientes mínimas . (Barber , S y Benedito de Barber , C :1977) .

Fig.3. ESTRUCTURA DEL GRANO DE ARROZ



FUENTE : Primo . Y ; Barber, S. (1976) . "Química y Tecnología del arroz".

3.2.)- COMPOSICION QUIMICA DEL GRANO

La composición química y la distribución de los constituyentes químicos en la carióspside determinan , en gran parte , las propiedades del grano de arroz para la cocción y los procesos industriales , así como su valor nutritivo y su comestibilidad .

Las capas externas de la carióspside difieren considerablemente en su composición química y valor nutritivo y de ellas las más externas son de alto contenido de fibra , mientras las más internas (el germen incluido) son ricas en proteínas , grasas y vitaminas . (Barber , S., y Bebedito de Barber , C . , 1977) .

El componente principal del arroz son los carbohidratos o azúcares , de los cuales el almidón es el más abundante . Siguen en importancia las proteínas . En menor proporción están las grasas y los minerales . La variación en el contenido total de almidón no suele ser grande . Si varía en cambio , la relación de los componentes del almidón , la amilosa y la amilopectina muy relacionados con la calidad de cocción . La amilosa varía desde cero (arroz llamado céreo :) . hasta más de 35 % . El contenido protéico del arroz oscila entre el 5 y el 13 % . (Barber , S., y Primo . ., Y: 1976) . (Ver cuadro 4) .

Las proteínas del arroz elaborado son ricas en gluteninas (75 - 90 %) y pobres en prolamina (1 - 10 %) . La lisina es el aminoácido esencial y limitante en el arroz ; ocupando la treonina el segundo lugar . La disponibilidad de lisina en el arroz es más grande que en otros cereales . El arroz tiene inhibidores de tripsina y hema glutininas ; localizadas en el germen y en el salvado por lo que el valor nutricional del arroz elaborado no se afecta. Aunque el grano -- descascarillado contiene abundante tiamina , y otras vitaminas del complejo B₁ , éstas se hallan localizadas en el salvado ; por lo que -

se dice que el grano de arroz descascarillado , al ser elaborado (ver Glosario de términos arroceros) pierde su valor vitamínico .
 Se ha practicado extensamente el enriquecimiento artificial vitamínico del arroz , mediante la incorporación de una capa de solución de vitamina B₁ , B₂ , nicotinamida , Calcio y Hierro a una pequeña proporción de granos que luego se añaden a la totalidad. (Barber , S. , y Primo , Y ; 1976) .

CUADRO 4. ANALISIS APROXIMADO DE ARROZ MORENO , ARROZ PULIDO Y ARROZ PALAY POR CIENTO (%) BASE SECA

COMPONENTES	ARROZ MORENO	ARROZ PULIDO	ARROZ PALAY,
Proteína (Nx5,95)	7.1-13.1	5.6 - 13.3	7.4-10.3
grasa cruda	1.8-4.0	0.2-1.1	2.1-2.4
Fibra en la dieta.	0.2-2.6	0.1-0.6	8.8-9.6
Cenizas	1.0-2.4	0.3-0.7	3.3-5.5
Extracto libre de Nitrogeno	74.5-90.2	84.0-93.5	68.8-77.2

Fuente : Juliano , B. , Daldi et al . , 1974 . , Fossati et al 1976 .

4.)- MOLINERIA DE ARROZ

4.1.)- DEFINICION DE MOLINERIA

El arroz a diferencia de otros cereales se consume principalmente como grano entero . (1) .

El arroz blanco , que se expende en el comercio , es el -- producto de un proceso de elaboración industrial en el que se des-- prenden las cubiertas externas (salvado) del grano .

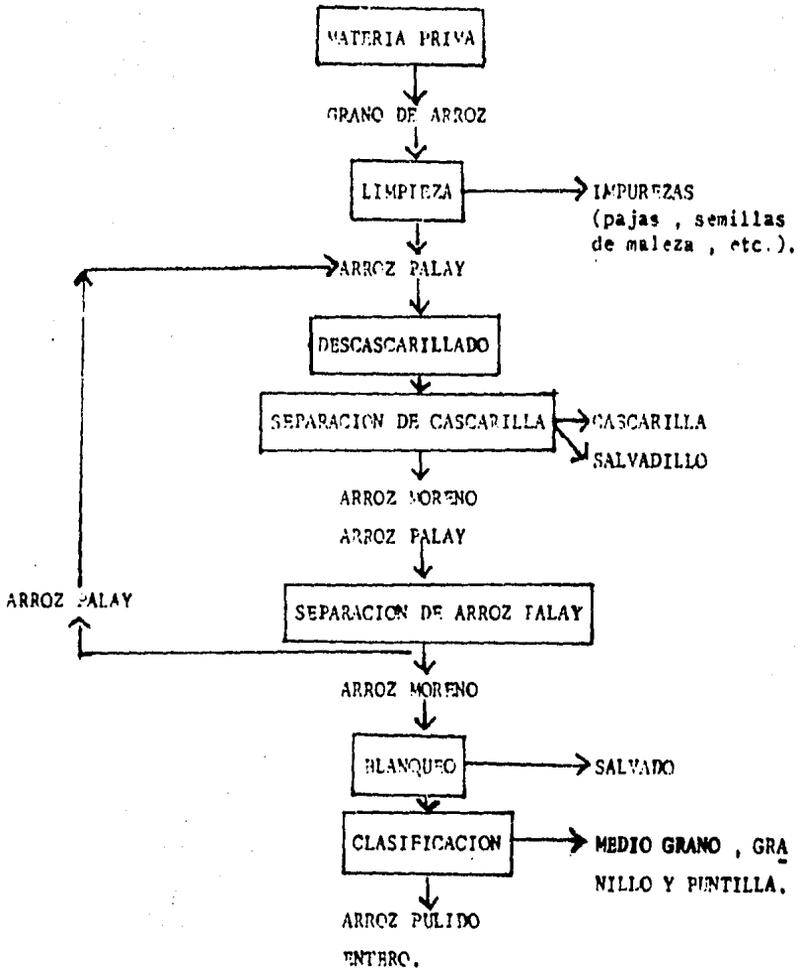
A la operación industrial se le llama impropiamente MOLIENDDA y MOLINOS a las factorías y decimos impropiamente porque nó se -- realiza en ellos una verdadera trituración sino , una abrasión de -- las partes externas (Barber , S . y Primo , Y ; 1976) .

En la molienda se emplean diversos métodos y toda una serie de equipos que van desde el primitivo mortero a la más mecanizada instalación precisa y automática capaz de moler muchas toneladas-- por hora .

El arroz dispuesto a la elaboración debe contener un 14 %-- de humedad aproximadamente . Cuando la cascarilla se separa del grano se obtiene " El arroz descascarado " , arroz merono ó arroz integral , el cual es sometido a un proceso de abrasión para separar el salvado del arroz blanco elaborado . Este último se compone de granos enteros y quebrados (Barber , S . y Primo , Y ; 1976) .

(1) Consultar Glosario de Términos arroceros .

FIGURA 4. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE ELABORACION INDUSTRIAL DE ARROZ PALAY.



FUENTE : DELGADO , S. 1982 .

El proceso de elaboración consta de las siguientes etapas básicas (Fig. 4) .

- LIMPIEZA
- DESCASCARILLADO
- SEPARACION DE CASCARILLA
- SEPARACION DE PALAY
- BLANQUEO
- CLASIFICACION

4.2.1.)- LIMPIEZA .

La limpieza comprende la separación de las impurezas , estas pueden ser : Pajas , granos vanos , semillas de maleza , piedras , polvos , etc. .

La separación de éstas impurezas se basa fundamentalmente en las diferencias que existen en sus características físicas como son : el grosor , tamaño , peso , densidad , forma y principalmente longitud de los granos de arroz . (Araullo , 1976 ; Spadaro et al 1980 , Refaccionaria de Molinos REMO ; 1983).

Las máquinas que realizan la limpieza pueden ser una simple zaranda , una criba vibratoria sinfín o un cilindro con perforaciones de diferente tamaño .

En México , se usa generalmente una máquina llamada Criba aspiradora , donde la criba está conectada a una cámara de aspiración a través de un ducto general de aspiración .

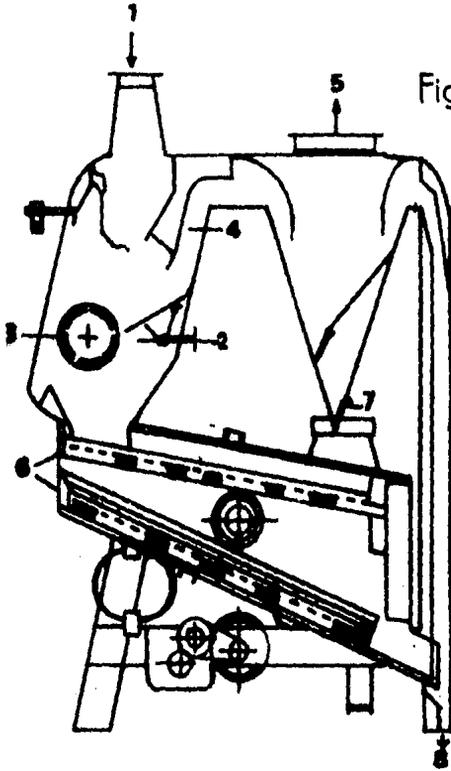
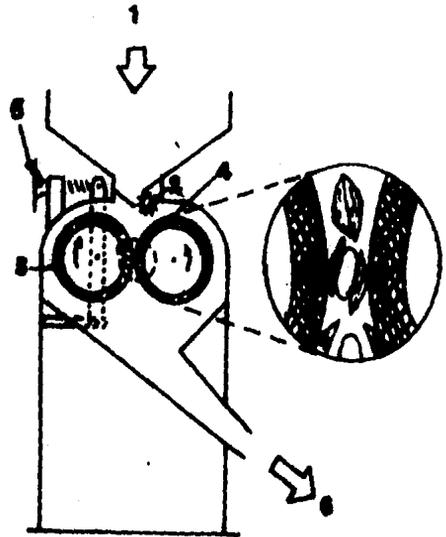
Fig. 5. LIMPIADORA

Fig. 6.
DESCASCARILLADORA
DE
RODILLOS



FUENTE: ARAULLO (1976), SPADARO et al
1980, REFACCIONARIA DE MO-
LINO S RENO 1983.

En la Figura (5.), se observa que el punto (1) ---- corresponde a la alimentación de la máquina , que es distribuida por medio de un desificador (2) a un cilindro rotatorio (3) que separa las impurezas gruesas que son succionadas a través de un ducto aspirador (4) y llevadas a una cámara de aspiración (5) .

La alimentación proveniente del cilindro rotatorio cae en forma de cascada a dos cribas vibratorias superpuestas (6) con diferente abertura que tiene como función separar las impurezas finas que no fueron eliminadas anteriormente . En el punto (7) se recuperan los granos de arroz palay que lograron pasar a la cámara de aspiración y es repartida a las cribas vibratorias ; en el punto (8) se obtiene el arroz limpio , las impurezas que pudiesen llegar a este punto son separadas por la cámara de separación . (Araullo , 1976 ; Spadaro Et al 1980 ; Refaccionaria de Molinos REMO ; 1983) .

4.2.2.) - DESCASCARILLADO

El descascarillado ó descascarado , tiene como finalidad separar la cascarilla del grano de arroz palay . Sin embargo el arroz palay al pasar através de las máquinas descascarilladoras , no es descascarillado en su totalidad ; obteniéndose una mezcla de arroz palay , arroz moreno , cascarilla y salvado .

La eficiencia de las descascarilladoras de palay dependen principalmente de : (1) la uniformidad del grano de arroz palay , (2) la variedad del grano descascarillado (3) las características del palay (4) el tipo de descascarillado y (5) la operación de la máquina . (Araullo , 1976) .

Existen diferentes equipos para el descascarillado de arroz y entre los más usuales se encuentran los siguientes :

- Descascarilladora de discos de superficie abrasiva .
- Descascarilladora de rodillos de goma .

Los equipos anteriores se han evaluado en igualdad de condiciones (de grano y de equipo), y se ha encontrado que el descascarillador de rodillos de goma ha sido el último y mayor adelanto que ha experimentado la industria arrocera en los últimos años, ya que representa ventajas sobre los anteriores. (Martínez, B: 1966) .

Dentro de éstas ventajas tenemos las siguientes ;

- Descascara el grano por presión lateral (espesor) :
- El equipo para separar la cáscara puede venir incluido en la misma máquina .
- Descascara un mayor porcentaje de arroz .
- Daña menos el grano .

4.2.2.a).- DESCASCARILLADORA DE RODILLOS DE GOMA .

La descascarilladora de rodillos de goma, tiene sus superficies compuestas de goma ó de caucho, donde los granos son descascara dos por fuerzas ó presiones aplicadas a los costados del grano. (Fig- 6 .).

El arroz palay es alimentado a través de una tolva de alimentación (1). Un rodillo alimentador dirige el arroz hacia la zona de presión entre los rodillos (2) .

Los dos rodillos están situados uno frente a otro , rotando - en dirección contraria (de afuera hacia adentro) , a distintas velocidades .

El rodillo con mayor velocidad de rotación está montado en un sistema de rodamiento fijo (5) , mientras que el otro rodillo con menor velocidad (4) está montado en un sistema de rodamiento móvil ó articulado . El sistema de rodamiento móvil está conectado a una manija mediante la cual se puede ajustar la separación entre los rodillos , de acuerdo con la presión que se quiera aplicar (5) .

A la salida de la máquina se obtiene una mezcla de arroz paddy , arroz moreno , arroz quebrado y cascarilla (Araullo ,1976 ; Spadaro et al 1980 ; Refaccionaria de Molinos REMO ;1983) .

4.2.3.) - SEPARACION DE CASCARILLA

La separación de cascarilla , consiste principalmente en separar la cascarilla , salvado , polvos y algunas impurezas , de la mezcla obtenida a la salida de la descascarilladora .

En México se utilizan dos tipos de separadoras de cascarilla:

- La que funciona independientemente de la descascarilladora y
- La que se halla integrada a la descascarilladora .

Los dos tipos de Separadoras de Cascarilla funcionan en forma semejante . Por lo que se hablará del primer tipo . (Araullo ; 1976) .

4.2.3.a.)- SEPARADORA DE CASCARILLA

Para la separación de cascarilla (ver fig. 7) la mezcla de cascarilla , arroz palay , arroz moreno entero y quebrado (partículas de mayor tamaño) , así como partículas de menor tamaño como son salvadillo , polvos y puntilla (ver glosario de términos -- arroceros) , son alimentados por medio de una tolva (1) y depositados en una criba vibratoria (2) .

Através de las perforaciones de la criba , pasan las partículas de menor tamaño ; quedando retenidas las partículas de mayor tamaño , mismas que son descargadas al aspirador de cascarilla por medio de un ducto plano .

La cascarilla es absorbida por la abertura delantera de la máquina (3) que lleva una corriente de aire producida por la succión del ventilador (5) donde un separador helicoidal (4) separa la cascarilla e impurezas de los granos que van cayendo en forma de retícula (6) . La cascarilla es arrastrada en dirección al flujo del aire y por la succión del ventilador (5) para su descarga .

La mezcla de arroz palay y arroz moreno sale en dirección a las mesas separadoras de palay (ver separación de arroz palay) . Mientras que las partículas pequeñas que atravesaron la criba , se descargan por la parte trasera del aspirador , donde es adicionada una corriente de aire que pasa através del producto que va cayendo y separa el salvadillo y polvos de los granos quebrados . Esta fracción de arroz quebrado se descarga a la blanqueadora .

Si el salvadillo no es eliminado entre la descascarilladora y la separadora de cascarilla , es expulsado por el aire producido por el ventilador junto a la cascarilla ; como desperdicio de molinería. (Araullo; 1976 , Spadaro et al 1980 ; Refaccionaria de molinos REVO; 1983) .

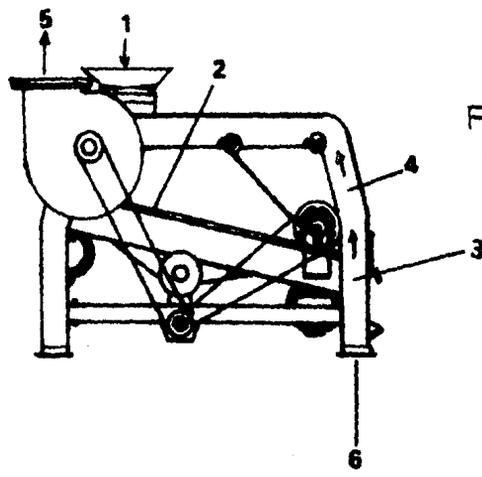
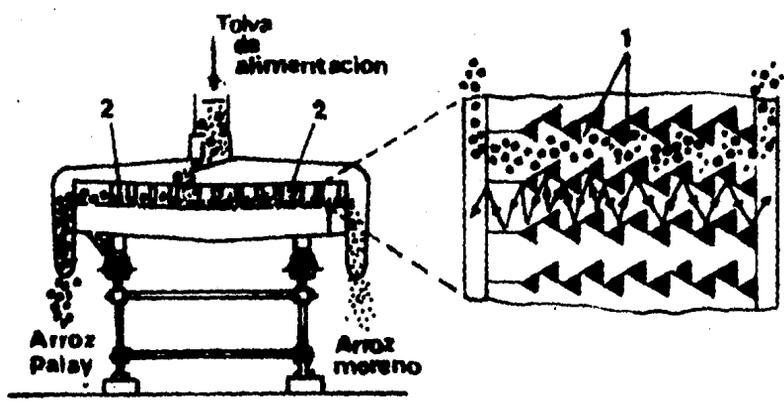


Fig.7.
SEPARADORA
DE
CASCARILLA

Fig.8. SEPARADORA DE PALAY



FUENTE: Araullo;1976 ,Spadaro et al 1980 ; Refaccionaria de molinos REMO;1987.

4.2.4.)- SEPARACION DE ARROZ PALAY

La separación del arroz moreno del arroz palay se basa , en las diferencias físicas que existen entre ambos y éstas son principalmente :

- La gravedad específica
- La densidad
- La longitud
- El espesor.

Actualmente se encuentra en uso , el separador de palay por compartimentos (Fig. 8 .) . Donde la máquina tiene una serie de triángulos(1) que forman canales (2) . La separación del arroz palay del arroz moreno se logra mediante una serie de choques del palay en los lados de los triángulos , que hace que los granos reboten hacia atrás de la mesa , venciendo la pequeña inclinación de la misma y saliendo por la parte posterior ; mientras que los granos de arroz moreno , al no rebotar siguen la inclinación de la mesa saliendo por la parte delantera . (Araullo , 1976 ; Refaccionaria de Molinos REMO - 1983).

4. 2.5.)- BLANQUEO

La operación de blanqueo se basa fundamentalmente en la eliminación del germen y las capas externas (el epicarpio , el mesocarpio , la capa transversal , el tegmen y la capa de aleurena) , que constituyen el salvado . (Barber y Benedito de Barber ; 1977.) .

El objetivo principal del blanqueo radica en la obtención del máximo rendimiento de arroz blanco entero , ya elaborado . La eliminación de las capas externas del arroz moreno se basan en dos princi

pios :

- a).- El de abrasión
- b).- El de fricción.

4.2.5.a.)- BLANQUEO POR ABRASION

El blanqueo por abrasión (Fig. 9) consiste en remover el salvado por medio de conos con superficies abrasivas (1) contra -- las cuales choca el arroz moreno ; los conos por lo general de hierro colado se encuentran montados sobre un eje vertical (2) que -- llevan en su superficie externa una superficie de esmeril artificial. Este cono gira dentro de una carcaza (3) forrada por una tela de -- acero especial que deja un espacio anular reducido circundante al -- cono ; el cual gira a alta velocidad .

El arroz se alimenta por la parte superior (4) , pasando el espacio anular que queda entre la cara abrasiva y la carcaza . En ésta forma el arroz es "molido" (ver glosario de términos arroceros) , éste es se le quita al arroz moreno la capa externa (salvado) .

Los conos de blanqueo trabajan la mayoría de las veces en cuatro etapas , según lo requieren las normas de acabado del producto . (Araullo , 1976 ; Spadaro et al 1980) .

4.2.5.b.)- BLANQUEO POR FRICCION

El blanqueo por fricción (fig. 10) , consiste en obtener el frotamiento que se produce de un grano contra otro a elevadas presiones .

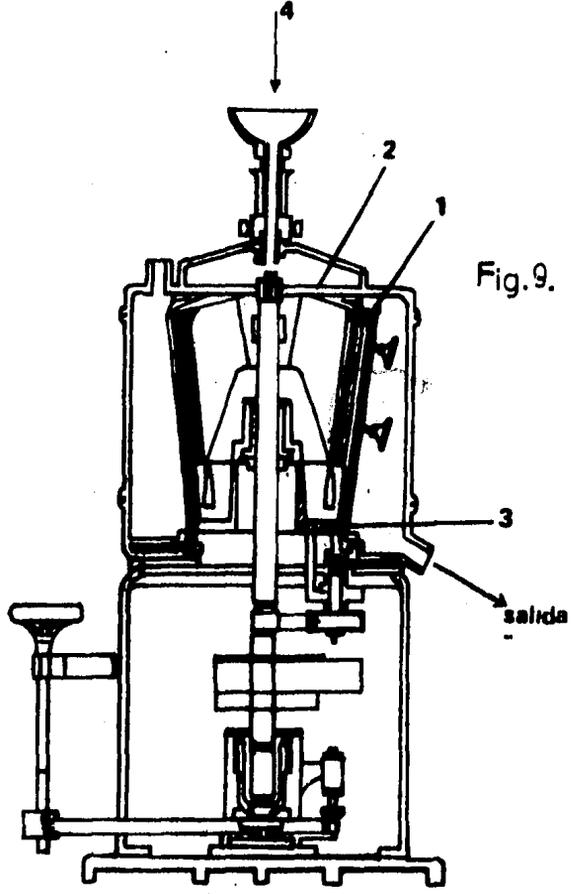
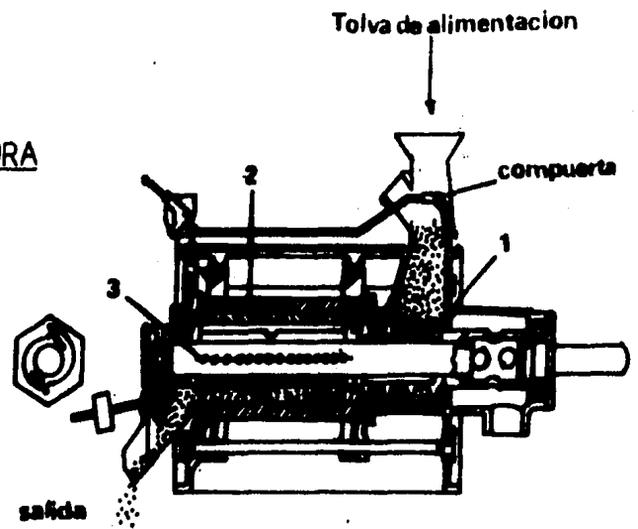


Fig. 9.

BLANQUEADORA
POR
ABRACION

Fig. 10.

BLANQUEADORA
POR
FRICCIÓN



FUENTE: Araullo; 1976 , Spadaro et al 1990 .

En Japón y en algunos países del Extremo Oriente se ha generalizado éste tipo de blanqueadora que consta de un cilindro horizontal (1) no abrasivo , que gira a gran velocidad en el interior de una carcasa metálica (2) . El salvado producido por fricción de unos granos contra otros , se arrastra con una corriente de aire (3) que sale a través de unos orificios , que limpia la superficie de los granos y evita el calentamiento del arroz . (Araullo ; 1976) .

En molinos de poca capacidad es frecuente el uso de blanqueo en un paso por fricción , pero la práctica normal es combinarlo con dos pasos previos por abrasión . (Araullo ; 1976) .

4.2.6.)- CLASIFICACION

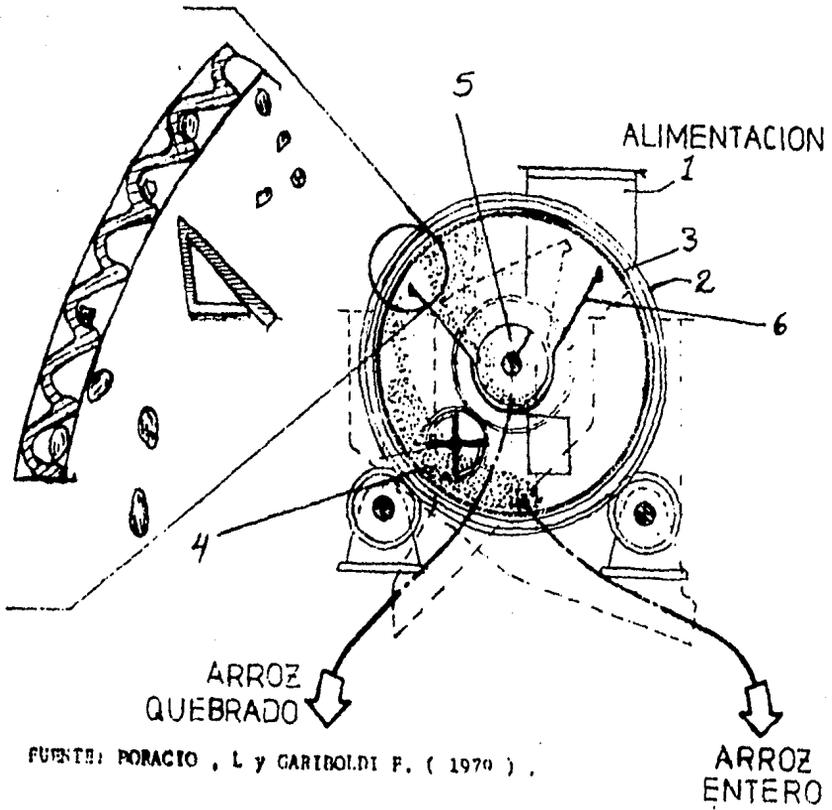
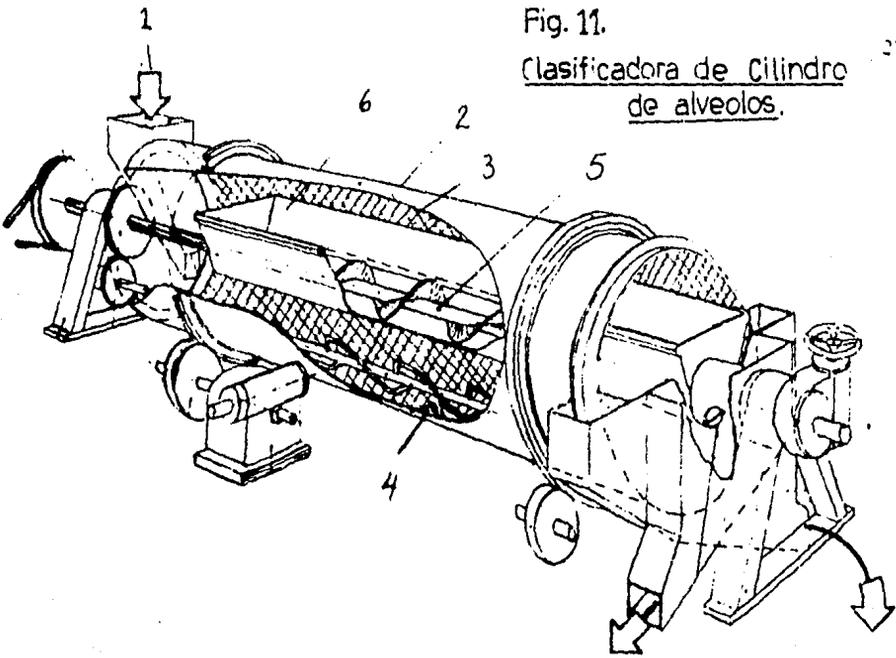
La clasificación (Fig. 11) , tiene como objeto separar el arroz entero y tres cuartos , del arroz quebrado en base a su tamaño.

El equipo que generalmente se usa es el clasificador de cilindros alveolados . Esta máquina consiste básicamente de un cilindro horizontal alveolado (2) .La alimentación se realiza a través de una tolva (1) , donde la superficie interior del cilindro está compuesta de alveólos semi-elipsoidales ó semi-circulares (3) .

La corriente de arroz está depositada en el fondo del cilindro (4) . Cuando el eje gira sobre su eje (5) las partículas de menor tamaño son levantadas por los alveólos a un punto determinado , antes de que el cilindro llegue a la posición superior ; de ésta forma las partículas levantadas por los alveólos caen en un compartimento ó recolector (6) para ser descargadas fuera de la máquina por un tornillo sin-fín .

Fig. 11.

Clasificadora de Cilindro de alveolos.



FUENTE: PORACIO, L y GARIBOLDI F. (1970).

La velocidad del cilindro varía de acuerdo con su tamaño , pero debe prestarse atención a las indicaciones del fabricante .

Cuando los cilindros se trabajan en cascada , deberán ser situados de mayor a menor . El cilindro superior descargará el arroz levantado al cilindro inferior , el cual contiene alveólos de menor - dimensión y así sucesivamente.. (Martínez , E ; 1966 , Araullo ; - 1976 ; Spádaro et al 1980) .

5.)- CALIDAD DEL ARROZ

5.1.)- LA CALIDAD DEL ARROZ Y EL PROGRESO DEL SECTOR ARROCERO

Una de las características esenciales de la industria arro-
cera y en general de todo sector arrocero agroindustrial eficiente ,
es la de tener la capacidad de abastecer el mercado con productos de
calidad conocida , constante y deseable para el consumidor .

Sólo cuando ésta condición se cumpla y se combine armónica-
mente con otras como el precio justo , asequible y disponibilidad --
regular se puede pensar en un mercado de lícita competencia .

El arroz puede alcanzar así su verdadero valor en el merca-
do , mejorar su competitividad frente a otros productos y consoli-
dar el alto lugar que le corresponde .

Esta es vía segura para estimular la producción , la indus-
trialización y el comercio del arroz , así para fomentar su consumo.
En éste contexto la "Calidad " del arroz adquiere una importancia re-
levante y es básica para promover la mejora técnica de la industria-
arrocera y aumentar el rendimiento económico . (Trejo, M. Jayne, S. y
Barber , S ; 1980).

5.2.)- LA CALIDAD DEL ARROZ : CONCEPTO Y ATRIBUTOS

La "CALIDAD " , "se evalúa usualmente de acuerdo con la --
adaptación del arroz para el uso específico del consumidor particu-
lar". (Webb y Stermer ; 1972) .

El destino final , más común del arroz , es el consumo directo en la dieta . En éste sentido se há señalado que "... la preferencia del consumidor por un determinado tipo de arroz varía ampliamente de una parte a otra del mundo ; de un país a otro y en algunos casos de una región a otra " (Prino , Y; 1979) .

Sin embargo la calidad presenta otras facetas que las directamente asociadas al consumo directo del arroz . El grano tiene también lo que podría llamarse "pseudoc consumidores " , que son aquellos que elaboran , almacenan , transforman ó venden el arroz con exigencias y/o preferencias propias específicas . (Barber y C, Benedito de Barber . 1977) .

En razón de éstas alternativas , la calidad del arroz se ha enmarcado en cuatro áreas diferentes (Webb ; 1979) , que son :

- Calidad molinera
- Calidad de cocción para el consumo directo y para los procesos industriales .
- Calidad nutritiva
- Calidad higiénica y pureza.

Para una concepción más global y analítica de la calidad se há propuesto con anterioridad , un sistema de evaluación del arroz -- que contemple todas las facetas de uso y consumo del grano .

"La CALIDAD de un alimento se define como el conjunto de -- atributos que identifican los lotes individuales del producto y determinan el grado de aceptación del mismo . La calidad global de un producto , para ser evaluada , debe ser medida independientemente " . (Barber , S. y C , Benedito de Barber : 1977) .

CUADRO 5. ATRIBUTOS DE CALIDAD DEL ARROZ

GRUPO I	GRUPO II
<p>DE COMPOSICION</p> <p>1. COMPONENTES FISICOS</p> <p>a).- Materias extrañas</p> <p>b).- Pureza de variedad</p> <p>c).- Medianos</p> <p>d).- Granos defectuosos</p> <p>e).- Granos sanos</p> <p>2. COMPONENTES QUIMICOS</p> <p>a).- Humedad</p>	<p>SENSORIAL</p> <p>1. ASPECTO</p> <p>2. TEXTURA</p> <p>3. OLOR</p> <p>4. SABOR</p>
<p>GRUPO III</p> <p>DE PROCESO</p> <p>1. MOLIENDA</p> <p>a).- Rendimiento de arroz elaborado</p> <p>b).- Rendimiento de arroz entero elaborado</p> <p>2. COCCION</p> <p>3. ARROCHS MODIFICADOS</p> <p>4. PRODUCTOS DE ARROZ</p> <p>5. CONSERVACION</p>	<p>GRUPO IV</p> <p>DE SALUBRIDAD</p> <p>1. VALOR NUTRITIVO</p> <p>a).- Calorías</p> <p>b).- Nutrientes</p> <p>c).- Tóxicos naturales y factores anticrecimiento</p> <p>2. NIVEL SANITARIO</p> <p>a).- Contaminantes físicos</p> <p>b).- Contaminantes químicos</p> <p>c).- Insectos</p> <p>d).- Microorganismos</p>

Fuente : Barber , S . (1979) .

En el caso particular del arroz , la calidad viene dada por numerosos atributos , los cuales pueden clasificarse en cuatro grandes grupos : (Cuadro .5.) .

I .- Atributos de composición

II .- Atributos sensoriales

III.- Atributos de proceso

IV .- Atributos de salubridad .

Como se há visto el elemento constante en el concepto parcial ó global de calidad , lo constituye el atributo .(Barber , S. 1979) .

5.3.)- LA CALIDAD EN LA PRACTICA

En México , la legislación actual sobre la calidad del arroz palay se basa fundamentalmente en dos criterios : la humedad y componentes físicos del lote . (Cuadro .6.) .

Para el arroz pulido , la calidad del arroz se basa principalmente en el porcentaje de grano quebrado e impurezas . (Cuadro 7 .) .

Estudios hechos por el Instituto Nacional del Consumidor , indican que el consumidor prefiere el arroz pulido , grande , alargado , y translúcido que se separe y esponje después de cocido . (INC , 1978) .

CUADRO 6. GRADOS DE CALIDAD DE PALAY

GRADO	Semillas perjudiciales totales . # en 500 gr.- Máximo . (%)	Grados dañados solos ó combinados . # en 500 gr. Máximo . (%)	Arroz rojo ó arroz con aleurena fuertemente colorida y granos rotos. Máximo . (%)	Granos yesosos (con manchas blancas) . Máximo (%)	Arroz de clases con trastantes Máximo (%)	Aroz de clases no contrastantes . Máximo (%)	(1) HUMEDAD %
Méx. No 1 .	2.0	1.0	0.5	1.0	1.0	5.0	18.
Méx No 2 .	4.0	2.0	1.5	2.0	2.0	5.0	18.
Méx. No 3 .	7.0	5.0	2.0	4.0	3.5	5.0	18.
Méx . No 4 .	15.0	10.0	3.0	6.0	5.0	5.0	18.
Méx. No 5	30.0	20.0	6.0	10.0	10.0	10.0	18.
Méx. No 6 .	75.0	75.0	15.0	15.0	10.0	10.0	18.

(1) % Máximo . Fuente : Norma Oficial de Calidad para arroz cáscara . (palay , paddy) DGN v

CUADRO 7. ESPECIFICACIONES DE GRADOS DE CALIDAD PARA ARROZ PULIDO. ⁽¹⁾

ESPECIFICACIONES	GRADOS DE CALIDAD									
	México		Extra		México 1		México 2		México 3	
	Benef.	Emp.	Benef.	Emp.	Benef.	Emp.	Benef.	Emp.	Benef.	Emp.
Grano entero % (mínimo).	95.0	92.0	85.0	82.0	75.0	71.0	55.0			
Grano quebrado % (máximo)	4.0	7.0	13.0	15.0	20.0	24.0	40.0			
Granillo % (máximo)	1.0	1.0	2.0	3.0	5.0	5.0	5.0			
Granos dañados % (máximo)	0.5	0.5	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0			
Grano palay % (máximo)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2			
Granos mal pulidos % (máximo).	2.0	2.0	2.0	2.0	3.5	3.5	3.5			
Granos manchados % (máximo).	1.0	1.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0			
Granos con cutícula roja % (máximo)	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0			
Granos estrellados % (máximo) determinados a la sembra.	5.0	5.0	7.5	7.5	7.5	7.5	10.0			
Granos yesosos % (máximo)	4.0	4.0	6.0	6.0	8.0	8.0	10.0			

(1) Norma Oficial Mexicana NOM- FF-35-1982.

Beneficio.-a la salida del molino , al mayorista ó empacader .

Empacader.-Del mayorista al consumidor

Sin embargo , la legislación vigente no contempla tales factores y los precios oficiales tampoco .

Parece lógico que ante ésta situación , el interés del industrial sea escaso por los atributos de calidad referentes a la apariencia ó aspecto del grano , calidad culinaria y características sensoriales del grano cocido . (Trejo , B; Jayne, S ; 1980' .

5.4. Factores que contribuyen en la calidad molinera

Existen factores importantes que afectan el incremento de --- arroz quebrado durante la elaboración del grano ; además de otros que - afectan la calidad molinera .

Estos factores se encuentran divididos dentro de dos categorías generales como son :

- Las que se encuentran relacionadas con las propiedades del grano y
- Las que se refieren a las condiciones por medio de las cuales el grano de arroz há sido tratado durante el Sistema -- Post/Cosecha .

Los factores que tienen influencia sobre las propiedades del grano son :

la variedad , el tiempo de maduréz del grano , la uniformidad de maduréz y el contenido de humedad ; (Calderwood , L; Sorenson ; Shroeder W ; 1972) .

Además de otros factores de tipo ambiental que tienen influencia sobre el grano como son :
las condiciones climatológicas , el viento , y la humedad relativa que contribuyen en la calidad molinera y el rendimiento de arroz entero -- elaborado (Martínez , E. ;1966) .

El sistema Post/Cosecha afecta sobre la calidad molinera y dentro de éste encontramos los siguientes factores :

- COSECHA
- SECADO
- ALMACENAMIENTO
- ELABORACION

que tienen influencia y contribuyen en la calidad molinera .

5.4.1.)- COSECHA

La importancia del valor de la cosecha , se determina generalmente por el rendimiento total de arroz obtenido después de seco y también por el rendimiento del arroz entero que se obtiene durante la molinería .

Sí el arroz se cosecha antes de estar maduro , los rendimientos son generalmente bajos . (Martínez, E ; 1966) .

En los países donde el clima es muy cálido , sí el arroz se deja en el campo sin ser cosechado cuando ya está completamente maduro ; la calidad del arroz se vá deteriorando rápidamente . Esto se debe a un fenómeno llamado "agrietamiento por el sol " , lo que origina que el grano se rompa durante la molienda .

Debido a lo anterior se han realizado diversos estudios y se há encontrado que la humedad a la cual se debe cosechar se encuentra alrededor del 20 % . (Wasserman y Calderwood ; 1972 , Ls--may et al ; 1979 , De Datta ; 1981) . Sin embargo éste porcentaje es muy superior al requerido para un almacenamiento seguro contra factores biológicos (Hall;1971) ó al recomendado para una óptima elaboración 12-13% (Desikachar ; 1978) .

5.4.2.)- SECADO

Uno de los efectos más importantes , aunque nó el único , que pueda tener el proceso de secado sobre la calidad del grano de arroz , es en la calidad molinera ; Wasserman y Calderwood , (1972) , indican que la combinación temperatura del aire de secado-número de pasos , tiene un notable efecto en la calidad molinera del grano y sobre la velocidad del proceso .

Las grietas se originan al secar demasiado de prisa , ya que se forman gradientes de humedad excesivos entre el centro y la superficie del grano . Esto no ocurre sí se seca en varias etapas- ó pasos ; en donde en cada uno de ellos se rebaja la humedad aproximadamente de dos a tres unidades por ciento . Siguiendo una etapa de reposo que elimina el pequeño gradiente creado ; a éste reposo entre pasos se le llama "atemperado " , y su finalidad es acortar el tiempo de secado y ayudar a prevenir el rompimiento del grano durante su elaboración .

5.4.3.)- ALMACENAMIENTO

Durante el almacenamiento existen factores de tipo físico , químico y biológico , que ejercen efectos importantes en la calidad del grano . (Dans , 1976) .

Uno de los factores que son determinantes para una adecuada conservación del grano de arroz palay es el contenido de humedad ; para reducir la respiración del grano y evitar la proliferación de microorganismos , insectos , roedores , aves , etc. que conduzcan a pérdidas materiales y de calidad . Para evitar lo anterior , se recomienda que el grano se almacene con un contenido de humedad máximo de 14.5% . Sin embargo es prudente mantenerlo entre 13-13.5 % . (Topolanski ;1975) , evitando con ésto una germinación del grano y una posterior elevación de la temperatura ; así como asegurando buenos resultados en su posterior elaboración industrial .

5.4.4.)- ELABORACION O PROCESAMIENTO

En el proceso de elaboración , son múltiples los factores

que pueden afectar , el rendimiento y la calidad de los productos obtenidos .

El primer factor que durante la elaboración del grano puede afectar la calidad y el rendimiento del producto a obtener , es la --variedad característica del grano a procesar . (Matthews ; 1980) .

La condición ó calidad del lote está determinada por la variedad y las condiciones , a las cuales há sido expuesto el grano , - en la secuencia campo-molino .

Durante la elaboración , los factores que más pueden afectar sobre el rendimiento del grano entero , son el diseño y construcción de maquinaria utilizada y el contenido de humedad relativa del aire , la temperatura del grano , el tiempo de elaboración , el empleo de aditivos , el ajuste de la maquinaria y el grado de mantenimiento de la misma (Spadaro ; 1979) .

Per lo tanto , la elaboración industrial constituye un elemento importante en el sistema Post/Cosecha arrocero la importancia deriva del hecho de constituir , el penúltimo eslabón de la secuencia campo-consumidor del grano de arroz , donde há de conservarse la calidad que se há logrado producir y conservar en el grano que há de elaborarse .

5.4.5.)- SITUACION ACTUAL DEL PROCESO DE ELABORACION DE ARROZ PALAY EN MEXICO .

En nuestro país , se tiene escasa información de las -- condiciones iniciales de la materia prima utilizada (arroz palay) , de técnicas y procesos de elaboración que son importantes para obtener un producto de óptima calidad para el arroz pulido .

Por lo que fué necesario realizar una evaluación experimental de los productos y subproductos obtenidos en cada una de las etapas del proceso de elaboración con el fin de obtener datos objetivos y precisos que indicarán cuales serían los factores que pudierán producir (sí es que existen) las pérdidas materiales ó de calidad durante el proceso de elaboración .

Esta evaluación es un punto de partida para establecer estrategias de mejora técnica para el proceso y para lograrlo se fijaron los objetivos de estudio que a continuación se presentan .

III.- OBJETIVOS

- 1.- Reunir información de prácticas y características de la elaboración de arroz en cada molino .
- 2.- Evaluar el funcionamiento de cada molino en base a la composición física de productos y subproductos , a través de las etapas del proceso de elaboración .
- 3.- Elaborar los diagramas de elaboración representativos de cada molino y sus características más relevantes .

III. MATERIALES Y METODOS

III. MATERIALES Y METODOS

Este estudio se realizó en los molinos de Escarcega-Campeche y Córdoba-Veracruz de donde fueron seleccionados tres molinos representativos de la zona Golfo-Sureste de la República Mexicana (zona III ver - cuadro # 3) de diferente nivel tecnológico .

Los molinos elegidos fueron aquellos que dieron todo tipo de ventajas para el muestreo y por su ubicación ofrecían facilidades de --- traslado , además de provenir de un estado representativo de la zona por el volumen de producción de arroz y el número de beneficiadoras instaladas . Así como también los molinos fueron representativos de la tecnología de blanqueo .

I. MATERIALES

I.1. OBTENCION DE LAS MUESTRAS EN LOS MOLINOS EVALUADOS

Durante las diferentes temporadas del año de 1982 , fueron - recolectados tres lotes ,(ver glosario de términos arroceros) en cada uno de los molinos(a excepción del molino II) transcurriendo un mes aproximadamente entre la obtención de un lote y otro . El muestreo se llevó a cabo a pie de molino en cada una de las etapas correspondientes al proceso de elaboración (ver molinería) junto con la recopilación de información relativa a variedades y diagramas de flujo .

Las muestras fueron llevadas y analizadas en el LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE CEREALES DE LA "FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUANTLI TLAN " (U N A M) .

En los muestreos realizados , se obtuvieron diferentes variedades de arroz palay en cada uno de los molinos :

- Para el molino I , localizado en Córdoba-Veracruz los tres lotes evaluados tuvieron la variedad Milagro Filipino .
- Para el molino II , localizado en Córdoba-Veracruz , el -- primer lote tuvo la variedad Navolato A-71 y el segundo lote tuvo la variedad Sinaloa A-68 .
- Para el molino III , localizado en Escárcega-Campeche los cuatro lotes evaluados tuvieron la variedad Navolato A-71.

1.2.- TOMA DE MUESTRA EN EL MOLINO

Durante el proceso de elaboración , la toma de muestra se -- realizó en la entrada y salida de cada una de las máquinas del proceso de elaboración , en intervalos de tiempo de diez minutos hasta completar un tiempo de muestreo total de una hora .

Las muestras obtenidas de cada diez minutos fueron mezcladas y homogenizadas . De donde se obtuvo una muestra de laboratorio de aproximadamente un kilogramo y se introdujeron en bolsas de polietileno para su transporte al laboratorio .

1.2.1.- IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS

Las muestras fueron identificadas por un número clave escrito en una etiqueta , con la siguiente información : zona de procedencia de la muestra , número de lote , iniciales de los molinos donde se efectuó el muestreo y el número de muestras en función del diagrama de flujo

2.1.- DETERMINACION DE HUMEDAD.

Después de etiquetadas las muestras , se le determina humedad inmediatamente a las muestras correspondientes a la entrada de la primera máquina (limpiadora) con el fin de registrar la humedad correspondiente al arroz palay .

La humedad se registra en una determinadora de humedad de -- respuesta rápida "Digital Moisture 700 BURROW " . Para su operación se utilizó el manual correspondiente .

2.2.- ASPECTO GENERAL

El aspecto general de la muestra de arroz palay es el conjunto de observaciones sobre la impresión organoléptica de la misma; es un dato que permite obtener un índice cualitativo de la composición física y defectos de la muestra con el fin de observar los atributos más importantes de la muestra .(ver cuadro 8) .

NOTA : Es importante hacer mención de que en éste caso se determina humedad y aspecto general a la materia prima al inicio de su proceso de elaboración , con el fin de saber en que condiciones iniciales se encuentra . Sin embargo es importante señalar que las demás muestras del proceso de elaboración también se les hace la determinación de aspecto general y de sus demás atributos como se observa en el cuadro 8 , pero conforme se van analizando en función de las etapas del proceso de elaboración (ver molinería . y Figura 13) .

CUADRO 8 , ATRIBUTOS A EVALUAR EN CADA MUESTRA

1. PALAY ENTRADA Y SALIDA DE LA LIMPIADORA		
COMPONENTES FISICOS	2. SENSORIALES	3. DE SANIDAD
-Palay limpio total	- Aspecto general	- insectos vivos
-impurezas totales		
-arroz moreno entero		
-arroz moreno quebrado		
-peso de 1000 granos de palay		
3. SALIDA DE LA DESCASCARILLADORA		
-palay limpio total	- impurezas totales	
-arroz moreno entero	- peso de 1000 granos de arroz moreno entero y sano	
-arroz moreno quebrado	- porcentaje de granos abradidos de arroz moreno entero	
4. ENTRADA Y SALIDA DE SEPARADORA DE CASCARILLA		
-palay limpio total	-cascarilla	
-arroz moreno entero	-impurezas totales	
- arroz moreno quebrado		
5. ENTRADA Y SALIDA DE LAS SEPARADORAS DE PALAY		
-palay limpio total	-arroz moreno quebrado	
-arroz moreno entero	-impurezas totales	

6. RETORNOS DE LAS SEPARADORAS DE PALAY

- palay limpio total
- arroz moreno quebrado
- arroz moreno entero
- impurezas totales

7. ARROZ MORENO ENTRANDO A BLANQUEADORA Ó CONO

- palay limpio total
- arroz moreno quebrado
- arroz moreno entero
- impurezas totales.

8. ARROZ ELABORADO A LA SALIDA DE CADA CONO Ó BLANQUEADORA

- arroz quebrado total ; medio grano , granillo y puntilla y arroz entero
- impurezas totales
- peso de 1000 granos de arroz entero elaborado por cada cono

9 . ARROZ ELABORADO ENTRANDO A LA SEPARADORA Ó CLASIFICADORA DE ARROZ QUEBRADO

- separación de quebrado total : medio grano , granillo , puntilla y arroz entero .

NOTA: El palay limpio total corresponde también a los granos germinados y con glumas abiertas
 - las impurezas totales ; corresponden a los granos vanos , cascarilla , semillas de maleza etc.

2.3.- CONSERVACION DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO

Las muestras se colocan en sacos de manta , con el objeto de facilitar la fumigación para su conservación y de ésta forma evitar la proliferación de insectos en el almacenamiento .

El tratamiento de fumigación , consiste en colocar las muestras en una cámara de cierre hermético acomodándolas de tal manera que se favorezca la penetración del gas fumigante .

Como fumigante se usó Phostoxin , que al contacto con el aire se sublima formando una atmósfera letal para insectos . Las muestras se mantuvieron en ésta atmósfera durante 48 horas .

Después de éste tratamiento las muestras fueron almacenadas en bolsas de polietileno a la temperatura ambiente y etiquetadas con la clave correspondiente a cada molino .

M E T O D O S

3. METODOLOGIA PARA LA INSPECCION DE ARROZ PALAY EN EL LABORATORIO (Ver Fig. 12) .

3.1. PESO NETO DE LA MUESTRA

El peso neto corresponde , al peso de arroz sin considerar el peso del empaque y se expresa en gramos . El peso de la muestra se efectúa en una balanza granataria de laboratorio .

3.2. HUMEDAD DE LA MUESTRA

La humedad es registrada en una determinadora de humedad de respuesta rápida "DIGITAL MOISTURE 700 BURROW ". Para su operación se utiliza el manual correspondiente .

3.3. ASPECTO GENERAL

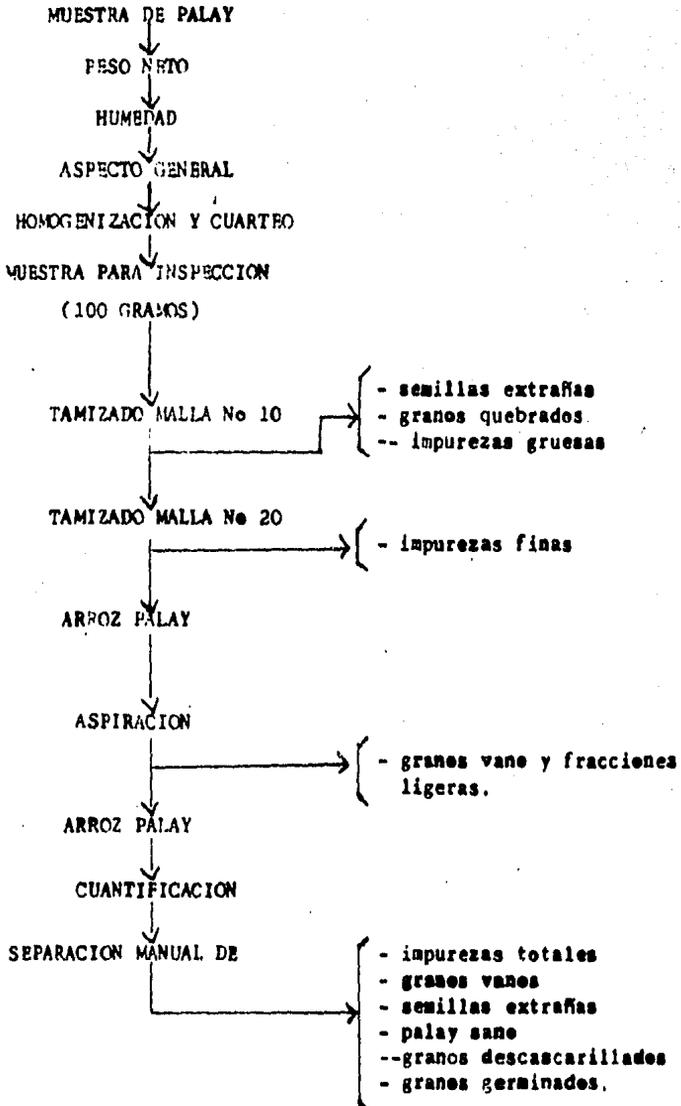
El aspecto general de una muestra de arroz palay es el conjunto de observaciones sobre la impresión organoléptica de la misma ; es un dato que permite obtener un índice cualitativo de la composición física y defectos de la muestra .

La determinación consiste en verter la muestra sobre una cartulina y observar aquellas características que sobresalgan como son : color , olor , humedad , presencia de materias extrañas , es decir cada una de las características de su aspecto general .

3.4. HOMOGENIZACION Y CUARTEO

Consiste en un mezclado intenso en un recipiente más grande del que tenía la muestra . Después de homogenizado se procede al cuarteo , que se realiza extendiéndose la muestra sobre una cartulina y separándose en cuatro fracciones ; donde se juntan las dos fracciones opuestas , haciéndose sucesivamente hasta formar fraccio

FIGURA 12 , DIAGRAMA GENERAL DE INPECCION DE
ARROZ PALAY



nes de 100 gramos .

3.5. MUESTRA PARA INSPECCION

De cada una de las muestras , se pesan tres fracciones de 100 gramos para su inspección .

3.6. TAMIZADO

Esta operación sirve para separar impurezas pequeñas , que -- atraviesan el tamíz No. 10 y el No. 20 . Dichas impurezas consisten en semillas extrañas , granos quebrados y polvos finos . El aparato para -- tamizado es : PORTABLE SIEVE SHAKE MODEL RX 24 . W . S . TYLER , INCORPORATED , COMBUSTION ENGINEERING , ING , MENTER , OHIO . Tiene un movimiento vibratorio irregular que facilita el tamizado de las muestras de arroz palay .

3.7. ASPIRACION

El arroz palay se pasa por un separador neumático marca H.I.- Mc Gill . INC , LABORATORIO ASPIRATOR . La fracción que se separa consiste en granos vanos , pajas , semillas , que una vez colectados se -- rectifican manualmente para separar el arroz palay que se halla pasado.

3.8. PRODUCTO PRINCIPAL A LA SALIDA DE LA ASPIRACION

Este arroz palay limpio , se rectifica manualmente para separar cualquier impureza , además de los granos de palay germinados y coglumas abiertas , Ya separados cada uno de los componentes en la entrada y salida de la aspiración se pesan y registran en la libreta correspondiente desechando las muestras .

NOTA: Todos los componentes físicos separados se rectifican en un tablero de madera de fondo azul terciopelo y superficie de vidrio .

4. METODOLOGIA GENERAL PARA EVALUAR EL PROCESO DE ELABORACION EN SUS DIFERENTES ETAPAS

* Para evaluar cualquier componente físico en la entrada y salida de cada máquina , se partió de la metodología para la inspección de arroz palay , ya que los pasos a seguir son similares , cambiando únicamente el tipo de muestra a evaluar que está en función del tipo de inspección. (ver fig. 12 y 13 y cuadro 9).

Todos los componentes físicos obtenidos de cada muestra son separados con la ayuda de equipos de laboratorio y rectificadores manualmente, en un tablero de madera de fondo de terciopelo y superficie de vidrio .

En los puntos siguientes se describe brevemente , la metodología general que se realizó en las diferentes etapas del proceso de elaboración.

4.1. ENTRADA A LIMPIADORA

Aspecto general , donde se determina la presencia de semillas de malaiza , granos rojos , presencia de insectos en algunos casos , pelve , pajas gruesas y delgadas , granos vanos , granos germinados , granos con glumas abiertas , palay sano , cascarilla , etc.

NOTA . Ver metodología para la inspección de arroz palay.

4.2. SALIDA DE LIMPIADORA

IDEM a entrada, con la excepción de menos impurezas gruesas.

4.3. ENTRADA A DESCASCARILLADORA

IDEM a 4.1.

4.4. SALIDA DE DESCASCARILLADORA

La metodología fué la siguiente :

4.4.1. PESO NETO DE LA MUESTRA

El peso neto de la muestra , corresponde al peso del arroz , sin considerar el peso del empaque y se expresa en gramos . Este peso se efectúa en una balanza granataria .

4.4.2. ASPECTO GENERAL DE LA MUESTRA

Es el conjunto de observaciones sobre la impresión organoléptica de la muestra , que nos permite obtener un índice cualitativo de la composición física y los defectos de la muestra .

4.4.3. HOMOGENIZACION Y CUARTEO

Consiste en un mezclado intenso en un recipiente más grande del que tenía la muestra . Después de mezclado , se procede a un cuarteo que se realiza extendiéndose la muestra sobre una cartulina y separándose en cuatro fracciones donde se juntan las fracciones -- opuestas , haciéndose sucesivamente hasta formar tres fracciones de cien gramos cada una .

4.4.4. TAMIZADO

Esta operación se realiza en un tamiz vibratorio Portable sieve shaker model R-X-24 Tyler industrial products. Que sirve para

separar impurezas pequeñas que atraviesan el tamíz No. 10 y el No. 20 - dichas impurezas consisten en semillas extrañas , granos quebrados ; -- polvos finos , que se separan por medio de un movimiento vibratorio que facilita el tamizado .

4.4.5. ASPIRACION

Cada muestra de 100 gramos se pasa por un separador neumático marca "BATES LABORATORY ASPIRATOR H.T, Mc . GILL , INC HOUSTON , TEXAS- . La fracción que se separa en éste equipo consiste en fracciones ligeras como granos vanos , algunas pajas , semillas y cascarilla en mayor proporción , que una vez colectadas se rectifican manualmente para separar el arroz palay que logra pasar .

6.4.6.PRODUCTO PRINCIPAL A LA SALIDA DE ASPIRACION

La fracción principal es una mezcla de : arroz palay , arroz-moreno entero y arroz moreno quebrado .

Para separar la fracción de arroz moreno quebrado de la mezcla se hace pasar ésta muestra por un cilindro alveolado , con alveólos circulares de 5 mm de diámetro , quedando la fracción entera (arroz moreno y arroz palay) , de la fracción de arroz moreno quebrado .

Todas las fracciones obtenidas en la aspiración y a la salida del cilindro alveolado , son rectificadas manualmente sobre un tablero de fondo azul y superficie de vidrio , que después son pesadas en una balanza digital (METTLER PC 440 DELTA RANGE) .

4.4.7. - DETERMINACION DEL GRADO DE ELABORACION EN EL ARROZ MORENO

FUNDAMENTO : "Se adopta como criterio para la evaluación del grado de elaboración del arroz , la proporción de la superficie del -- grano que queda cubierta por salvado , definida como índice CBR (Colo red Bran Balance) . Las áreas cubiertas con salvado , se miden por -- una previa tinción de los granos , usando el reactivo de MAY GRUNWALD. (Una solución de Azul de Metileno y Eosina en alcohol metílico) .

El procedimiento permite una medida segura y objetiva del - Grado de Elaboración del arroz y es particularmente interesante como medio para evaluar la homogeneidad de Elaboración ". (Barber y Benedito de Barber ; 1977) .

Los pasos a seguir son los siguientes :

- Se pesan cuatro gramos de arroz moreno entero de cada una de las descascarilladoras .
- Se pasan a tubos de ensaye y se lavan con agua destilada dos veces y se escurren .
- Se agregan 5 ml , de reactivo MAY GRUNWALD y se deja en reposo --- durante tres minutos .
- Se quita el reactivo sobrante , se dejan secar y se pesan .
- Después de secos , se separan los granos que tengan tinción rosa - ó parcialmente teñidos (granos abradidos) de los granos con coloración verde y se pesan .

$$\% \text{ DE GRANOS ABRADIDOS} = \frac{\text{GRANOS PARCIALMENTE TEÑIDOS DE ROSA}}{\text{PESO TOTAL DE LA MUESTRA}} \times 100$$

Fuente : Barber , S y Benedito de Barber ; .1977 .

4.5. ENTRADA A LA SEPARADORA DE CASCARILLA

IDEM a la salida de la descascarilladora

4.6. ENTRADA A LA MESA SEPARADORA DE PALAY

4.6.1.-PESQ NETO .- IDEM a la salida de la descascarilladora

4.6.2.- ASPECTO GENERAL.- IDEM a la salida de la descascarilladora

4.6.3.-HOMOGENIZACION Y CUARTEO .- IDEM a la salida de la descascari
lladora.

4.6.4.-TAMIZADO.- IDEM a la salida de la descascarilladora

4.6.5.-MUESTRA PARA INSPECCION.- Todas las muestras , después de los
pasos anteriores deben ser de cien gramos que se rectifican y
pesan en una balanza digital .

4.6.5.a.-ASPIRACION

Cada muestra de cien gramos , se pasa a través de un separador IDEM a la salida de la descascarilladora ; obteniéndose una fracción ligera y una fracción pesada que después es rectificada manualmente para después pesarse cada fracción separada .

4.6.5.b.- PRODUCTO PRINCIPAL A LA SALIDA DE LA ASPIRACION

La fracción principal ó fracción pesada , obtenida del aspirador , es una mezcla de arroz palay , arroz moreno entero y arroz moreno quebrado . Para facilitar su inspección es necesario separar el arroz moreno entero y el palay del arroz moreno quebrado mediante un cilindro con alveólos de 5 mm de diámetro .

De ésta forma se separa el arroz moreno entero que se ----
 obtenido del arroz moreno quebrado que después es necesario recti-
 ficar manualmente y pesar en una balanza digital Mettler PC 440 Del-
 ta Range .

4.7.- SALIDA DE MESA SEPARADORA DE PALAY

Idem a entrada de mesa separadora de palay

4.8.-RETORNOS

Idem a metodología para inspección de arroz palay

4.9.-ENTRADA A BLANQUEADORA

4.9.1.-PESO NETO

4.9.2.-ASPECTO GENERAL

4.9.3.-HOMOGENIZACION Y CUARTEO

4.9.4.-MUESTRA PARA INSPECCION

4.9.5.-SEPARACION Y CLASIFICACION DEL ARROZ ENTERO DEL ARROZ QUEBRA- DO

Para separar las fracciones de la mezcla de arroz -
 quebrado como puntilla , medio grano y granillo del arroz entero , -
 donde es (observar el cuadro(10) posible ver los usos de los di-
 ferentes equipos para su clasificación ; así como las fracciones se-
 paradas y retenidas que después , son rectificadas manualmente y pe-
 sadas .

4.10. SALIDA DE BLANQUEADORA

IDEM. a entrada de blanqueadora

4.11. CLASIFICACION DE PUNTILLA

Se separa en una criba separadora de puntilla , donde pasa através de la criba : puntilla , cascarilla molida y salvado. En la fracción retenida en la criba se tiene medio grano , granillo , y arroz entero , que se rectifican manualmente y se pesa ; tomando en cuenta también la rectificación de las demás fracciones retenidas.

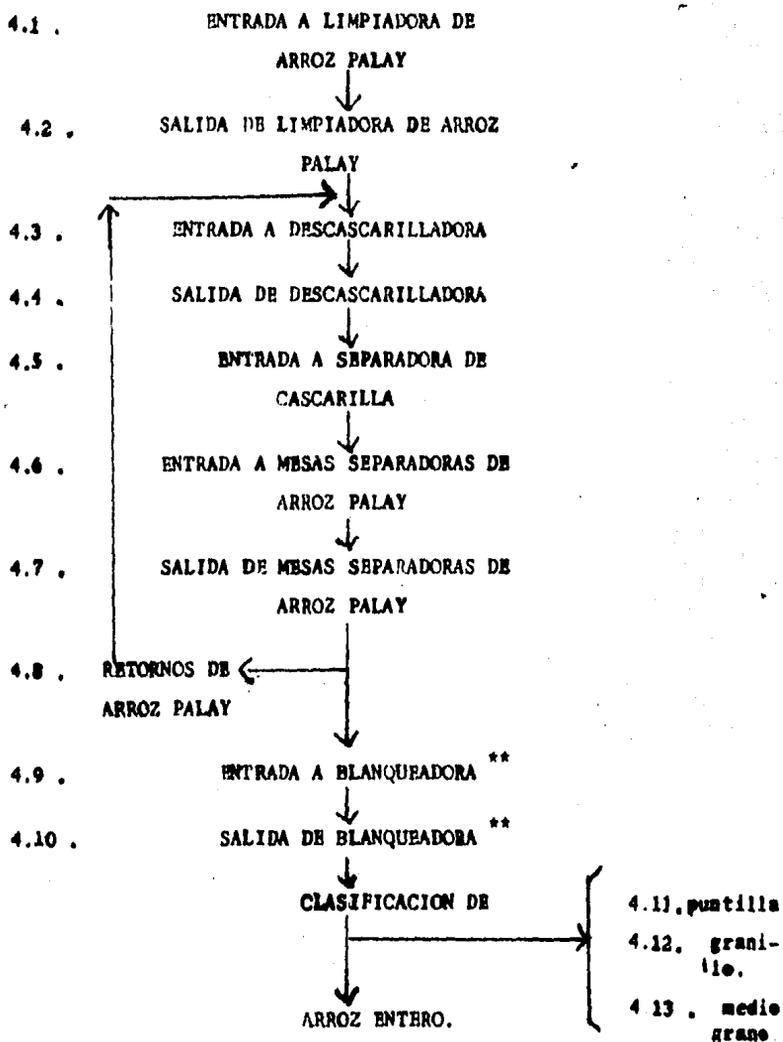
4.12. CLASIFICACION DE GRANILLO

Su separación se realiza por medio de un clasificador cilíndrico alveolado separador de granillo (ver cuadro 3.3.) , obteniéndose además puntilla , medio grano y arroz entero que después se rectifica manualmente y se pesa.

4.13. CLASIFICACION DE MEDIO GRANO

Se separa através de un clasificador cilíndrico alveolado de medio grano (ver cuadro 10.) que después se rectifica y pesa en una balanza digital. Cada fracción obtenida se rectifica manualmente y se pesa en una balanza digital.

FIGURA 13 , PUNTOS DE MUESTREO EN CADA ETAPA
DEL PROCESO DE ELABORACION



NOTA: * El proceso de blanqueo , puede realizarse en un solo paso ó en varios pasos. (1) Los números escritos en la figura corresponden a cada una de las etapas del proceso de elaboración (ver metodología .

CUADRO 9 CUADRO GENERAL DE EVALUACION DEL PROCESO DE ELABORACION EN SUS DIFERENTES ETAPAS

TIEMPO DE INSPECCION	TIPO DE MUESTRA	FRACCIONES SEPARADAS Y CUANTIFICADAS.	FRACCION PRINCIPAL
4.1. Entrada a limpiadora	Palay de almacen	palay limpio glumas abiertas germinados granos vanos semillas de ma- leza.	palay total
4.2. Salida de limpiadora.		palay descascarado. arroz quebrado	
4.3. Entrada a descascarilladora.	palay limpio	IDEM a salida de limpiadora.	palay total
4.4. Salida de descascarilladora	arroz palay arroz moreno y cascarilla.	arroz palay arroz descascarado arroz quebrado cascarilla impurezas totales	arroz moreno y palay
4.5. Entrada a separadora de cascari- lla.			
4.6. Entrada a mesa se- paradora de palay	arroz palay arroz moreno	arroz palay arroz descascarado arroz quebrado cascarilla impurezas totales	arroz moreno y palay
4.7. Salida de mesa se- paradora de palay			

4.8. Retornos	palay limpio	IDEM. a salida de limpiadora.	palay limpio
4.9. Entrada a blanqueadora. (arroz moreno)	arroz moreno y quebrado	arroz entero arroz palay puntilla granillo medio grano quebrado total	arroz entero y quebrado
4.10.a. Salida de blanqueadora. (un solo paso VERTIJET). 4.10.b. Entrada de arroz -- semielaborado (varios pasos).	arroz blanco entero y quebrado.	arroz entero arroz palay puntilla granillo medio grano quebrado total	arroz blanco entero o semielaborado o elaborado.
4.11. Clasificación de --- plantisfer (puntilla).	salida de 4o Cono arroz blanco entero y quebrado. Puntilla , granillo medio grano	medio grano granillo puntilla	medio grano granillo puntilla
4.12. Salida de cilindro y clasificador 4.13.	arroz entero ,quebrado , granillo, medio grano.	medio grano granillo puntilla	1er cilindro entero medio grano 2o cilindro granillo puntilla

CUADRO 10. CLASIFICACION DE ARROZ ENTERO Y QUEBRADO.

EQUIPO UTILIZADO	FRACCION SEPARADA	FRACCION RETENIDA
Criba separadora de puntilla.	puntilla	arroz entero , granillo , medio grano.
Cilindro alveolado (3 mm de diámetro).	granillo	arroz entero medio grano
Cilindro separador alveolado de (5 - mm de diámetro).	medio grano	arroz entero

IV. RESULTADOS Y ANALISIS DE

~~Resultados~~
RESULTADOS.

IV.- RESULTADOS

1.- DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS EN LOS MOLINOS I , II y III

La descripción de los equipos que se utilizan en los diferentes molinos , se encuentran en los cuadros 11 , 12 y 13 ; donde se localiza el número de máquinas , la capacidad por unidad y la potencia de cada máquina, además de los equipos correspondientes usados en cada molino .

En la Fig. 14 y 15 , se encuentran los diagramas de elaboración de los molinos I , II y III .

En la Fig. 15 , se encuentra el diagrama que representa a los molinos II y III; debido a que tienen una tecnología semejante como se observó en los cuadros 12 y 13 .

CUADRO II : DESCRIPCION DE EQUIPO DEL MOLINO I.

OPERACIONES PRINCIPALES	EQUIPO UTILIZADO	# DE MAQUINAS	CAPACIDAD POR UNIDAD	POTENCIA
PRELIMPIA	ZARANDA SEPARADORA , TIPO ASPIRADORA..	1	6 TON./ H.	1 H.P.
DESCASCARILLADO - SEPARACION DE CASCARILLA.	TIPO COMBI (1)	3	2 TON./ H.	10 H.P.c.u.
SEPARACION DE PALAY (MESA) .	SEPARADOR DE -- COMPARTIMENTOS.	2	2 TON./ H.	5 H.P.
BLANQUEO POR FRICCION	VERTIJET (2)	3	2 TON./ H.	30 H.P.c.u.
SEPARACION DE ARROZ QUEBRADO.	CILINDRO CLASTIFICADOR.	2	2-3 TON./H.	3 H.P.

NOTA : (1) Corresponde al proceso integrado de descascarilladora y separadora de cascarilla.

(2) Corresponde a Vertijet , que es el blanqueo en un solo paso.

CUADRO 12 .DESCRIPCION DE EQUIPO DEL MOLINO II

OPERACIONES PRINCIPALES	EQUIPO UTILIZADO	# DE MAQUINAS	CAPACIDAD POR UNIDAD	POTENCIA
PRELIMPIA	ZARANDA SEPARADORA . TIPO ASPIRADORA.	1	3 TON/H.	5 H.P.
DESCASCARILLADO	DESCASCARILLADORA DE RODILLOS.	2	1,5 TON/H.	5 H.P.c.u.
SEPARACION DE CASCARILLA.	CRIBA-ASPIRACION	1	3 TON/H.	5 H.P.
SEPARACION DE PALAY	SEPARADORA DE COMPARTIMENTOS . (MBSA)	2	2,2 TON/H.	5 H.P.c.u.
BLANQUEO POR ABRASION	CONOS BLANQUEADORES. (1)	4	2,2 TON/H.	15 H.P.c.u.
SEPARACION DE ARROZ QUEBRADO.	CLASIFICADOR DE -- CILINDROS.	3	1º 1,5 TON/H. 2º 1,5 TON/H. 3º 1,5 TON/H.	5 H.P. EN TOTAL.

NOTA : (1) El proceso de blanqueo se realiza en cuatro pases.

CUADRO 13 : DESCRIPCION DE EQUIPO DEL MOLINO III.

OPERACIONES PRINCIPALES	EQUIPO UTILIZADO	# DE MAQUINAS	CAPACIDAD POR UNIDAD	POTENCIA
PRELIMPIA	ZARANDA-SEPARADORA TIPO ASPIRADORA.	1	3TON./H.	5 H.P.
DESCASCARILLADO	DESCASCARILLADORA DE RODILLOS	2	1,5 TON/H.	5 H.P.c.u.
SEPARACION DE CASCARILLA.	CRIBA-ASPIRACION	1	3 TON./H.	5 H.P.
SEPARACION DE PALAY	SEPARADORA DE -- COMPARTIMIENTOS. (MESA).	2	2,2 TON/H. (MAX)	5 H.P.c.u.
BLANQUEO POR ABRASION	CONOS BLANQUEADORES.	4	2,2 TON/H. (MAX)	15 H.P.c.u.
SEPARACION DE ARROZ---QUEBRADO	CLASIFICADOR DE-CILINDROS.	3	1o 1,5 TON/H. 2o 1,5 TON/H. 3o 1 TON/H.	5 H.P.TOTAL

NOTA : 1o Corresponde a la separación de 3/4 y 1/2 grano; El 2o separación de 3/4 del entero. el 3o Corresponde a separación de 1/2 del 3/4.

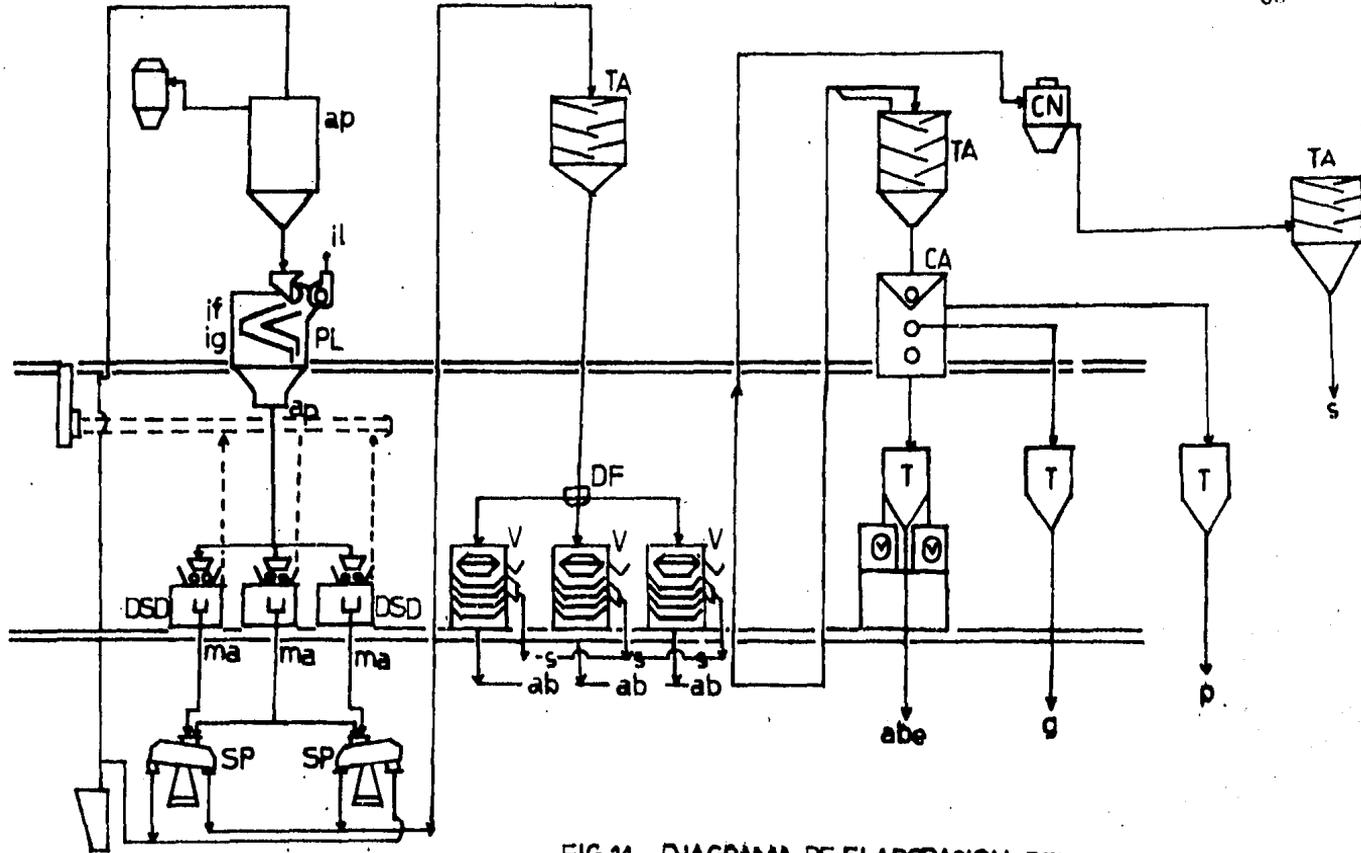


FIG.14 DIAGRAMA DE ELABORACION DEL MOLINO I

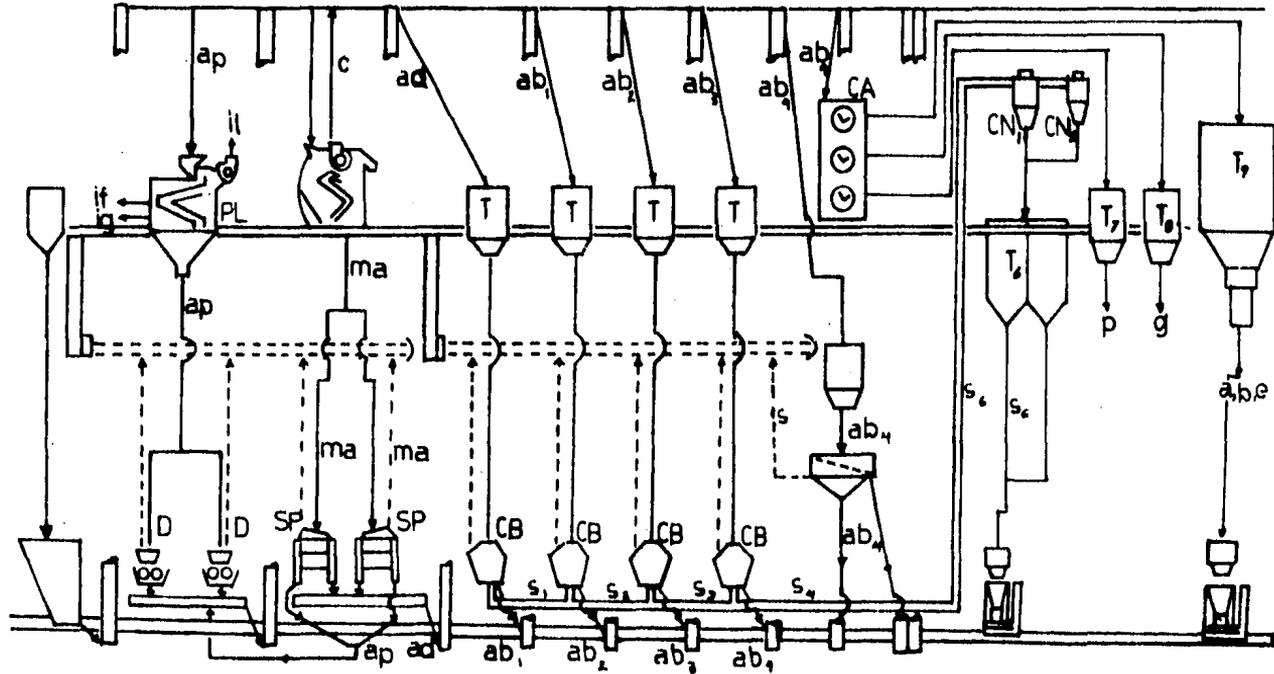


FIG 15 DIAGRAMA DE ELABORACION DEL MOLINO II Y III

CUADRO 14

CLAVES EN LOS DIAGRAMAS DE FLUJO

a). EQUIPOS

TA	Tarara
PL	Prelimpia
O	Descascarillador
DSD	Descascarillador - Separador de cascarilla
CAC	Criba-aspiradora de cascarilla
SP	Separadora de palay
CB	Cono blanqueador
V	Blanqueadora Tipo Vertijet
CN	Ciclón
CP	Criba - separadora de puntilla
CA	Cilindros alveolados
CS	Cribas en serie
T	Toiva
DF	DISTRIBUIDOR DE FLUJO.

b). PRODUCTOS INTERMEDIOS Y FINALES

ab	arroz blanco
abe	arroz blanco entero
ap	arroz palay
m	mezcla de arroz palay , cascarilla y arroz descascarillado
ma	mezcla de arroz palay y arroz descascarillado
ad	arroz descascarillado
ae	arroz elaborado
s	salvado
c	cascarilla
sd	salvadillo
p	puntilla
g	granillo
if	impurezas finas (polvos ,)
ig	impurezas gruesas (pajas gruesas , etc)
il	impurezas ligeras (Cascarilla , etc).

2. PUREZA DE ARROZ PALAY EN LA ENTRADA Y SALIDA DE LA PRELIMPIA

De los tres molinos , se encontró que los valores promedio de palay oscilan entre 93 y 99 % , a la entrada de la Prelimpia y a la salida se obtuvieron valores promedio de 90 y 97 % ver cuadros 15 y - 16) .

Evalutando individualmente los molinos se observó , que en el molino I , disminuyó considerablemente el contenido de palay ó fracción noble (FN) , a la salida de la prelimpia . Esto se debe a una mezcla de los Retornos (Provenientes de las mesas separadoras de palay) con la Prelimpia procedente del almacén , lo que provoca un incremento de arroz moreno (ó arroz descascarillado) , disminuyendo la eficiencia de operación de la Prelimpia .

En relación a las impurezas se observó en general (de los tres molinos) , que en algunos casos el porcentaje de impurezas a la salida de la prelimpia , no se eliminaron en su totalidad , lo que representa una disminución de la eficiencia de la operación de la prelimpia .

CUADRO 15. PURBEZA DE ARROZ PALAY EN LA ENTRADA DE LA PRELIMPIA

ZONA	MOLINO	VARIEDAD	PARTIDA	PALAY TOTAL	M O R E N O			GRANOS VANOS	MATERIAS EXTRAÑAS	SEMILLAS DE MALEZA.	IMPUREZAS TOTALES
					%	%	%				
III	I	MILAGRO FILIPINO	1	98.94	0.02	0.036	0.056	0.94	0.046	0.006	0.992
III	1	" "	2	99.28	0.11	0.086	0.193	0.487	0.044	0.000	0.531
III	1	" "	3	99.46	0.03	0.020	0.05	0.43	0.036	0.013	0.479
III	I	" "	\bar{x}	99.23	0.05	0.047	0.10	0.62	0.042	0.006	0.667
III	II	NAVOLATO A-71	1	96.78	0.1	0.5	0.6	2.49	0.09	0.02	2.6
III	II	SINALOA A-68	2	98.67	0.04	0.059	0.1	0.069	1.166	0.0	1.23
III	III	NAVOLATO A-71	1	92.89	1.06	1.38	2.44	2.25	1.08	1.64	4.97
III	III	" "	2	94.34	1.00	1.14	2.14	2.05	0.91	0.60	3.56
III	III	" "	3	93.73	0.4	0.6	1.0	4.3	0.686	0.286	5.27
III	III	" "	\bar{x}	93.55	0.82	1.04	1.86	2.87	0.89	0.84	4.60

NOTA: Las impurezas totales corresponde a la suma de los granos vanos, materias extrañas y semillas de maleza .

CUADRO 16 .PURBEZA DE ARROZ PALAY EN LA SALIDA DE LA PRELIMPIA

ZONA	MOLINO	VARIEDAD	PARTIDA	PALAY TOTAL %	MORENO			GRAMOS VANOS	MATERIAS EXTRAÑAS	SEMILLAS DE MALEZA	IMPUREZAS TOTALES %
					ENTERO %	QUEBRADO %	TOTAL %				
III	I	MILAGRO FILIPINO	1	90.04	8.07	0.48	8.55	1.32	0.06	0.0	1.38
III	I	" "	2	93.42	4.36	0.55	4.91	1.09	0.56	0.0	1.65
III	I	" "	3	84.71	13.09	0.62	13.71	0.06	1.49	0.0	1.56
III	I	" "	X	89.39	8.50	0.55	9.05	0.62	0.82	0.0	1.64
III	II	NAVOLATO A-71	1	96.78	0.21	0.62	0.83	2.17	0.12	0.06	2.35
III	II	SINALOA A-68	2	97.13	1.07	0.11	1.18	0.0	1.68	0.0	1.68
III	III	NAVOLATO A-71	1	94.73	0.88	2.14	3.78	1.09	0.42	0.8	2.31
III	III	" "	2	97.27	1.10	1.58	2.68	0.10	0.30	0.55	0.95
III	III	" "	3	92.66	0.44	0.88	5.62	0.62	0.21	6.45	6.45
III	III	" "	X	94.88	0.78	1.38	2.28	2.27	0.44	0.52	3.23

3.- EFECTOS Y EFICACIAS DE LAS DESCASCARILLADORAS , SOBRE LOS COMPONENTES FISICOS DEL ARROZ PALAY EN EL MOLINO I .

En los cuadros 17 y 18 , se observan los resultados obtenidos en el Molino I .

En el cuadro 17 , se observan las variaciones del porcentaje de arroz descascarillado de 84 , 87 y 94 % , con un rango de diferencia del 10 % . Obteniéndose una sola vez el porcentaje de arroz descascarillado recomendado del 90 % , (Gariboldi ; 1974) , como se observa en la Fig. 16 .

Con respecto al incremento de arroz quebrado no se observan variaciones importantes en la Fig . 16 . Relacionando éste incremento de arroz quebrado con las eficiencias de arroz descascarillado , no se observó ninguna tendencia clara en su comportamiento .

En relación al porcentaje de granos abradidos , se observa en la fig. 16 , un comportamiento similar al anterior ; obteniéndose valores de 95 , 89 y 77 % de granos abradidos . (ver cuadro 18) .

3.2.- EFECTOS Y EFICACIAS DE LAS DESCASCARILLADORAS , SOBRE LOS COMPONENTES FISICOS DEL ARROZ PALAY EN LOS MOLINOS II Y III .

La operación del descascarillado en los Molinos II y III , se evalúa en forma independiente del Molino I . Debido a que en los dos primeros Molinos la operación del descascarillado se realiza en forma independiente de la separadora de cascarilla ; mientras que en el Molino I , la descascarilladora y la separadora de cascarilla se efectúan en forma integrada .

3.1.a. MOLINO II

En los cuadros 19 y 20 , se encuentran los resultados obtenidos en el Molino II. En el cuadro 20 , se observa que existen variaciones importantes en las eficiencias promedio de arroz descascarillado , encontrándose éstos valores entre 84 y 86 % . Sin embargo se observa en la fig. 17 , que en ninguno de los casos se cumplió el 90 % de arroz descascarillado recomendado .

Con respecto al incremento de grano quebrado y el porcentaje de granos abradidos , no se observó ninguna tendencia clara en su comportamiento , como se observa en la fig. 17 .

3.1.b. MOLINO III

En el cuadro 20 , en el Molino III , se observa que existen variaciones promedio de 75 , 80 y 90 % de arroz descascarado . Obteniendo una sola vez el porcentaje de arroz recomendado .

Evaluando las seis descascarilladoras , que corresponden a cada partida del Molino III, se observa en la fig. 18 , que existe heterogeneidad en las eficiencias obtenidas en cada una de las descascarilladoras . Lo que representa lo disparateo con que se realizó el ajuste y debido a ésto se desperdicia la capacidad de éstas máquinas , ya que el porcentaje recomendado por la práctica molinera en el resto del mundo es de 90 % .

Lo mismo ocurre en el Molino II, fig. 17 .

Analizando el incremento de grano quebrado se observa en la fig. 18 , que no existe una tendencia clara en relación a su comportamiento ya que cuando se tiene una máxima eficiencia de 90% de grano descascarillado ; se obtiene un incremento de arroz quebrado de 15 - gramos . Mientras que cuando se tiene una eficiencia de 75 % , se obtuvo un incremento de 10 gramos de arroz quebrado .

En relación al por ciento de granos abradidos , se observó - un comportamiento similar al anterior , obteniéndose valores promedio entre 81 y 97 % . (ver cuadro 20) .

CUADRO 17 . EFECTOS DE LAS DESCASCARILLADORAS SOBRE LOS COMPONENTES FISICOS DEL ARROZ PALAY EN EL MOLINO I .

MOLINO	VARIEDAD	PARTIDA	DESCASCARILLADORA	ARROZ PALAY			ARROZ DESCASCARILLADO			ARROZ DESCASCARILLADO QUEBRADO			ARROZ MORENO TOTAL			GRANOS ARRABIDOS	EFICIENCIA DE ARROZ DESCASCARILLADO
				E	S	D	E	S	D	E	S	D	E	S	D		
			#	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
III	MILAGRO	1	3	90.04	14.27	75.77	8.07	75.74	67.67	0.48	9.30	8.82	8.55	83.0	76.49	95.15	84.15
	FILIPINO	2	3	93.42	5.52	87.9	4.38	84.72	80.36	0.55	9.17	8.62	4.91	93.9	88.00	89.46	94.09
		3	3	84.71	10.77	73.94	13.1	80.22	67.13	0.62	8.33	7.71	13.71	88.5	74.84	77.23	87.29
				89.39	10.19	79.20	8.5	80.23	71.72	0.55	8.93	8.38	9.05	89.1	80.10	87.28	88.51

NOTA: ARROZ DESCASCARILLADO = ARROZ MORENO

E = Entrada S = Salida D = Diferencia ó incremento

$$\text{EFICIENCIA DE ARROZ DESCASCARILLADO} = \frac{E (\text{PALAY}) - S (\text{PALAY})}{E (\text{PALAY})} \times 100$$

EN BASE A 100 GRAMOS DE ARROZ PALAY

CUADRO 18 , EFICACIA DE LAS DESCASCARILLADORAS EN EL MOLINO I

MOLINO	VARIEDAD	PARTIDAS	DESCASCARILLADORAS	ARROZ QUEBRADO			GRANOS ABRADIDOS	EFICIENCIA DE ARROZ DESCASCARILLADO
				% E	% S	% D		
I	MILAGRO	1	3	0.48	9.30	8.82	95.15	84.15
	FILIPINO	2	3	0.55	9.17	8.62	89.46	94.09
		3	3	0.62	8.33	7.71	77.23	97.29
		\bar{x}		0.55	8.93	8.38	87.28	88.51

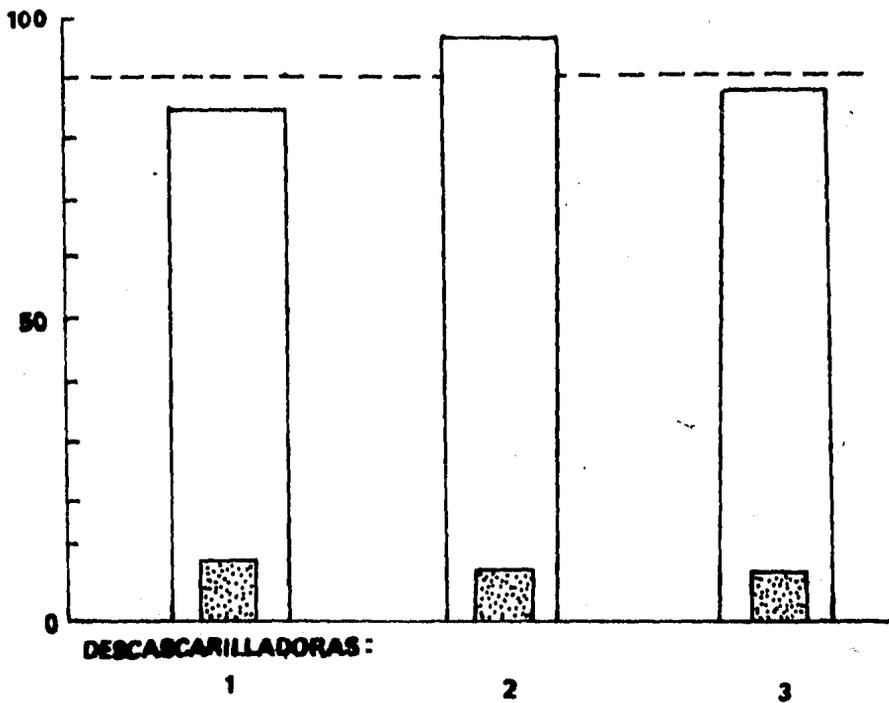
ARROZ DESCASCARILLADO = ARROZ MORENO

E = ENTRADA

S = SALIDA

D = DIFERENCIA (δ INCREMENTO) .

Fig.16. EFICACIAS DE LAS DESCASCARILLADORAS DEL MOLINO I



--- 90 % de arroz recomendado

▨ % de arroz moreno quebrado

□ % de arroz moreno entero

CUADRO 19 . EFECTOS DE LAS "DESCASCARILLADORAS" (S) SOBRE LOS COMPONENTES FISICOS DEL ARROZ PALAY EN LOS MOLINOS II Y III

MOLINO	VARIEDAD	PARTIDAS	DESCASCA- BILLADORA	ARROZ PALAY			ARROZ DESCASCARILLADO ENTERO			ARROZ COBRADO			GRAMOS ABRADIDOS	EFICIENCIA DEL DESCASCARILLADO DE ARROZ EN BASE A 100 GR./PALAY
				H	S	D	H	S	D	H	S	D		
II	NAVILATO A-71	1	1	96.78	17.95	78.83	0.21	36.25	36.04	0.62	26.48	25.86	96.01	81.45
			2	96.78	9.51	87.27	0.21	46.82	46.61	0.62	22.38	21.76	97.83	90.17
			III	96.78	13.73	83.05	0.21	41.53	41.32	0.62	26.48	25.81	96.92	85.81
	SINALOA A-68	2	1	97.13	15.45	81.68	1.07	57.44	56.37	0.11	7.94	7.83	89.19	84.09
III	NAVILATO A-71	1	1	94.73	20.76	73.97	0.82	40.71	39.89	2.14	18.65	16.51	87.00	78.08
			2	94.73	13.82	80.91	0.82	45.74	44.92	2.14	21.46	19.32	89.42	85.41
			3	94.73	24.44	70.29	0.82	48.22	47.4	2.14	12.88	10.74	92.08	74.20
			4	94.73	16.9	77.83	0.82	47.82	47.0	2.14	16.84	14.7	72.92	82.16
			5	94.73	16.81	77.92	0.82	51.04	50.22	2.14	16.85	14.71	94.41	82.25
			6	94.73	18.38	76.35	0.82	50.36	44.54	2.14	14.83	12.69	91.6	80.60
			7	94.73	20.0	74.73	0.82	50.8	49.98	2.14	14.48	12.34	94.58	78.89
			III	94.73	18.73	76.0	0.82	47.81	46.99	2.14	16.57	14.43	89.14	80.23

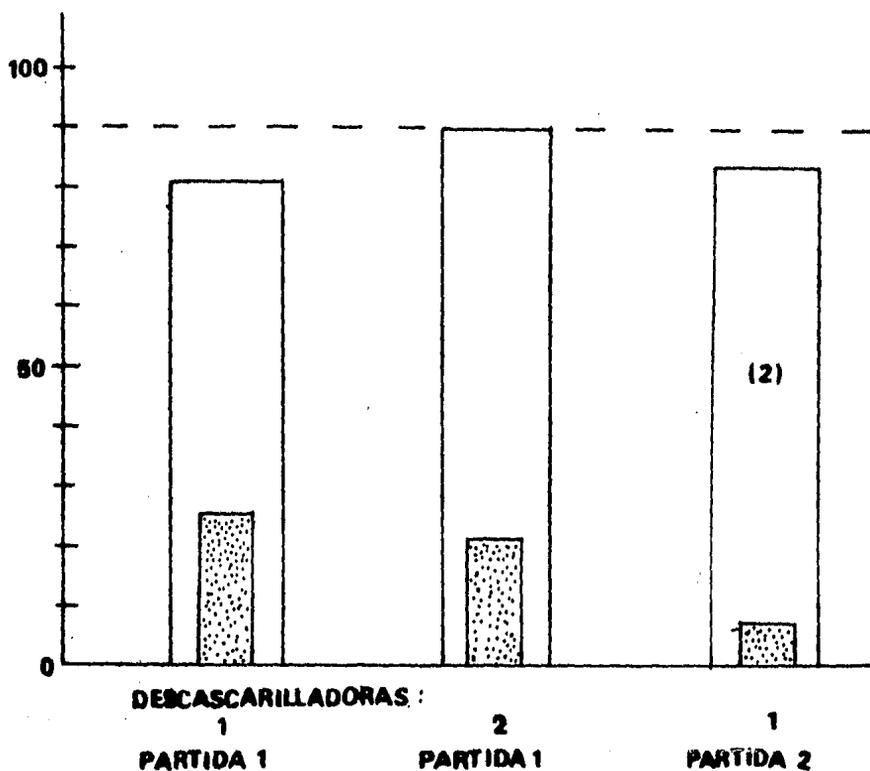
				ARROZ SALAZ			ARROZ DESGASCARILLADO ENTERO			ARROZ QUERRADO			GRANOS %	EFICIENCIA DEL DES. %
				H	S	D	H	S	D	H	S	D		
III	NAVOLATO A-71	2	1	97.27	27.94	69.33	1.10	41.19	40.09	1.58	10.97	9.39	77.18	71.27
	"	"	2	97.27	14.13	83.14	1.10	47.98	46.88	1.58	15.55	13.97	89.69	85.47
	"	"	3	97.27	29.32	67.75	1.10	38.33	37.23	1.58	13.14	11.56	81.56	69.65
	"	"	4	97.27	17.19	80.07	1.10	41.01	39.91	1.58	10.63	9.05	84.11	82.32
	"	"	5	97.27	26.45	70.82	1.10	41.86	40.76	1.58	12.57	10.99	81.33	72.81
	"	"	6	97.27	27.52	69.75	1.10	38.68	37.58	1.58	11.10	9.52	72.86	71.71
			\bar{X}	97.27	23.79	73.48	1.10	41.51	40.41	1.58	12.33	10.75	81.12	75.54
III	NAVOLATO A-71	3	1	92.66	13.32	79.34	0.44	43.52	43.08	0.44	14.77	14.33	---	85.62
	"	"	2	92.66	4.38	88.28	0.44	48.53	48.19	0.44	20.30	19.86	---	95.27
	"	"	3	92.66	5.58	87.08	0.44	69.65	69.21	0.44	14.84	14.4	---	93.98
	"	"	4	92.66	18.48	74.18	0.44	43.35	42.91	0.44	11.48	11.04	---	80.06
	"	"	5	92.66	8.27	84.39	0.44	56.97	56.53	0.44	15.31	14.87	---	91.07
	"	"	6	92.66	4.43	88.23	0.44	67.78	67.34	0.44	18.09	17.63	---	95.22
			\bar{X}	92.66	9.07	83.58	0.44	54.98	54.54	0.44	15.80	15.36	---	90.20

CUADRO 20. EFICACIA DE LAS DESCASCARILLADORAS EN LOS MOLINOS II Y III

MOLINO	VARIEDAD	PARTIDAS	DESCASCA- RILLADORAS	ARROZ QUEBRADO			GRAMOS ABRADEADOS	EFICIENCIA DE ARROZ DESCASCARILLADO
				#	% E	% S	% D	%
II	NAVOLATO A-71	1	2	0.62	26.48	25.81	96.92	85.81
II	SINALOA A-68	2	1	0.11	7.94	7.83	89.19	84.09
III	NAVOLATO A- 71	1	7	2.14	16.37	14.43	89.14	80.23
III	"	2	6	1.38	12.33	10.75	81.12	75.34
III	"	3	6	0.44	15.80	15.36	--	90.20

E= ENTRADA S- SALIDA D= DIFERENCIA

Fig.17. EFICACIAS DE LAS DESCASCARILLADORAS
DEL MOLINO II



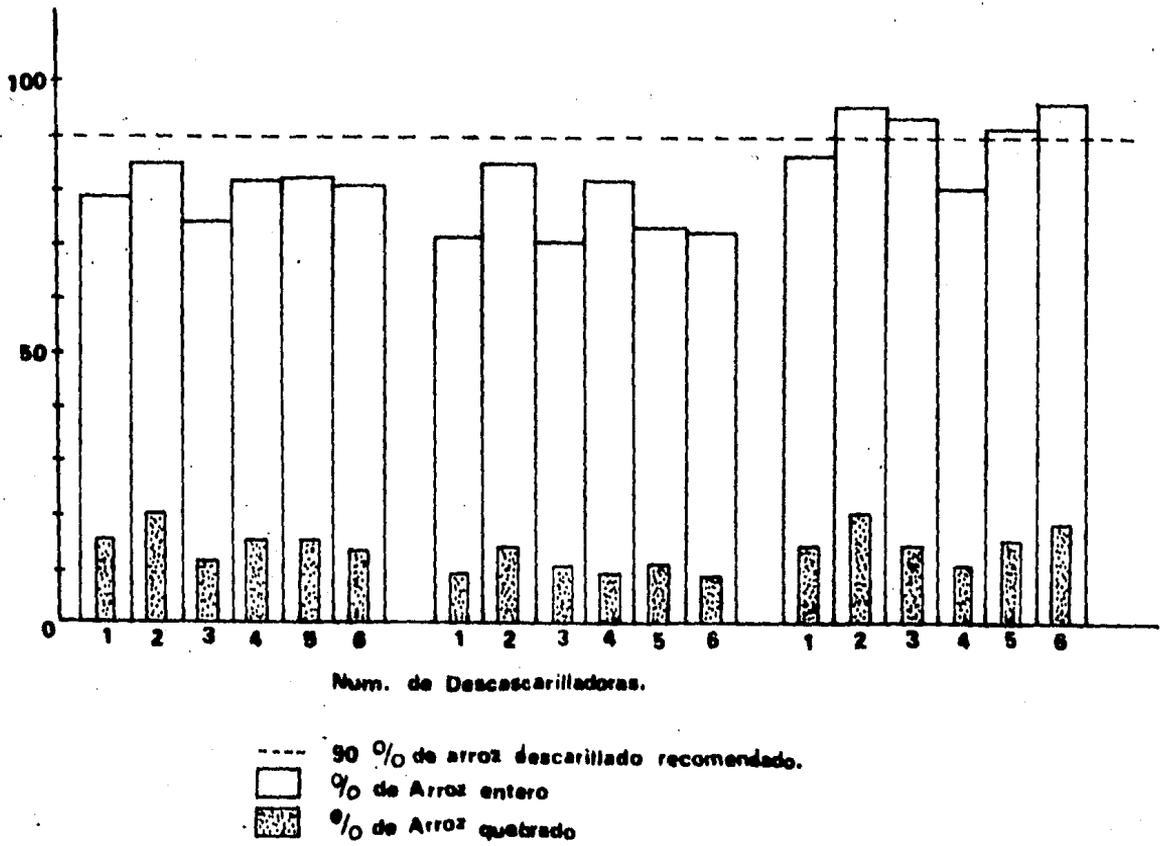
--- 90 % de arroz descascarillado recomendado.

(2) Esta barra corresponde a la Variedad. Sinaloa-A-68.

□ Arroz moreno entero.

▨ Arroz moreno quebrado.

Fig.18. EFICACIAS DE LAS DESCASCARILLADORAS DEL MOLINO III



4.- EFECTOS Y EFICACIAS DE LAS SEPARADORAS DE CASCARILLA SOBRE LOS COMPONENTES FISICOS DE LA FRACCION NOBLE (FN) A LA ENTRADA DE LAS MEDSAS SEPARADORAS DE DALAY , EN LOS MOLINOS II Y III .

En los cuadros 21 , 22 y 23 , se encuentran los resultados de los efectos y eficacias de las Separadoras de Cascarilla en los Molinos II y III . Para mayor claridad en el cuadro 23 , se observa que las eficiencias de las Separadoras de Cascarilla en el Molino II , son de 84 y 90 % .

Con respecto a las impurezas totales , se observa que en la fracción noble (FN) , se vAN entre 2 y 3 % de impurezas totales con respecto a la entrada de las Separadoras de Cascarilla .

En el Molino III , se observa en el cuadro 23 , que las eficiencias de las Separadoras de Cascarilla son alrededor de 76 , 54 y 96 % . Teniendo un rango muy amplio de 32 % de éstos valores que puede deberse a un muestreo ó análisis evaluado en el Laboratorio , ó a que las separadoras de cascarilla esten funcionando mal dejando pasar hasta el 54 % de impurezas totales como ocurre en la partida 2 . Lo que afecta y quita capacidad a la operación siguiente .

CUADRO 21. EFECTOS DE LAS SEPARADORAS DE CASCARILLA

ZONA	MOLINO	VARIEDAD	PARTIDAS	SEPARADORA	DE CASCARILLA								
					PALAY			MORENO TOTAL		IMPUREZAS TOTALES			EFICIENCIA DE LAS SEPARADORAS DE CASCARILLA
					A ₁ (gr.)	B ₁ (gr.)	C ₁ (gr.)	A ₂ (gr.)	B ₂ (gr.)	A ₃ (gr.)	B ₃ (gr.)	C ₃ (gr.)	
III	II	NAVOLATO	1	2	13.73	11.77	1.96	65.96	67.87	20.34	2.54	17.8	87.51
		SINALOA A-68	2	1	15.45	10.21	5.24	65.38	71.09	19.17	1.55	17.6	91.91
III	III	NAVOLATO	1	1	17.29	16.27	1.02	63.29	64.27	19.45	5.31	14.1	72.65
		A-71		2	20.67	17.47	3.20	62.91	65.99	16.43	3.12	13.31	81.01
				3	18.39	16.82	1.57	62.12	67.67	15.46	2.25	13.21	85.44
				\bar{X}	18.78	16.85	1.93	62.77	65.97	17.11	3.56	13.55	79.19
III	III	" "	2	1	27.94	25.43	2.51	52.16	54.67	19.87	6.68	13.19	66.38
				2	26.98	22.81	4.17	52.10	56.38	20.79	4.08	16.66	80.13
				\bar{X}	27.46	24.12	3.34	52.13	55.52	20.33	5.38	14.92	73.39
III	III	" "	3	1	8.85	7.19	1.66	63.67	65.32	27.48	2.03	25.44	92.57
				2	12.03	8.43	3.6	67.16	73.25	18.3	2.39	15.93	87.04
				3	8.27	8.91	0.0	72.28	71.65	19.44	2.73	16.69	85.85
				\bar{X}	9.71	8.17	1.54	67.70	70.07	21.74	2.38	19.35	89.00

NOTA: A= a la entrada de la separadora de cascarilla ; B=salida de la separadora de cascarilla y con destino
C=Eliminación de impurezas totales . a las mesas separadoras de palay

Eficiencia de la separadora de cascarilla = $\frac{A - B}{A} \times 100$

CUADRO 22 . EFICACIA DE LAS SEPARADORAS DE CASCARILLA

CALIDAD DE LA FRACCION NOBLE(FN) FRENTE AL PRODUCTO DE ENTRADA											
MOLINO	VARIEDAD	PARTIDA	SEPARADORA DE CASCARILLA	PALAT	MORENO TOTAL				IMPUREZAS TOTALES		EFICIENCIA DE LAS SEPARADORAS DE CASCARILLA
					A %	FN %	A %	FN %	A %	FN %	
II	NAVOLATO A-71	1	2	13.73	14.33	65.96	82.57	20.34	3.10	84.71	
	SINALOA A-68	2	1	15.45	12.4	65.38	86.32	19.11	1.88	90.18	
III	NAVOLATO A-71	1	1	17.29	18.93	63.29	74.85	19.45	6.19	68.17	
			2	20.67	20.16	62.91	76.13	16.43	3.62	77.97	
			3	18.39	19.38	66.12	77.99	15.46	2.62	83.03	
			\bar{X}	18.78	19.49	64.10	76.32	17.11	4.14	75.80	
III	" "	2	1	27.94	29.3	52.16	64.98	19.87	7.72	61.15	
			2	23.36	23.68	51.31	51.41	25.08	22.89	8.73	
			3	26.98	27.38	52.10	67.66	20.79	4.95	76.18	
			\bar{X}	26.09	27.45	51.93	60.69	21.91	11.83	54.08	
III	" "	3	1	8.85	9.65	63.67	87.62	27.48	2.73	90.06	
			2	12.03	10.03	67.16	87.12	18.3	2.84	84.48	
			3	8.27	10.7	72.28	86.01	19.44	3.28	83.13	
			\bar{X}	9.71	10.13	67.70	86.91	21.74	2.95	86.42	

CUADRO 23 . EFICACIA DE LAS SEPARADORAS DE CASCARILLA EN LOS MOLINOS II Y III
 CON RESPECTO A LA FRACCION NOBLE (FN) DE LA ENTRADA DE LAS
 MRSAS SEPARADORAS DE PALAY

MOLINO	VARIEDAD	PARTIDAS	SEPARADORA DE	IMPUREZAS		EFICIENCIA DE LAS
			CASCARILLA	TOTALES		SEPARADORAS DE --
				%	%	CASCARILLA
			#	A	FN	%
II	NAVOLATO A-71	1	2	20.34	3.10	84.71
II	SINALOA A-68	2	1	19.11	1.85	90.19
III	NAVOLATO A-71	1	3	17.11	4.14	75.80
		2	3	21.91	11.85	54.08
		3	3	21.74	2.95	86.43
		\bar{x}		20.25	6.31	72.10

5.- EFECTOS Y EFICACIAS DE LAS SEPARADORAS DE PALAY , SOBRE LOS COMPONENTES FISICOS DE LA CORRIENTE DE ARROZ DESCASCARADO O ARROZ MORENO , PROCEDENTES DE LAS SEPARADORAS DE CASCARILLA Y CON DESTINO AL BLANQUEO .

En los cuadros 24 , 25 y 26 , se encuentran los resultados de los efectos y eficacias de las separadoras de palay en los Molinos I , II y III . Para mayor claridad observar los resultados en el cuadro 26 .

De los tres Molinos evaluados , se encontró que las eficiencias de las Separadoras de Palay , alcanzaron valores de 97 y 100 % , observándose que el arroz palay se separa en su totalidad como se observa en el cuadro 26 .

Por cada 100 gramos de arroz moreno total que entro a la mezcla , se recuperaron entre 70 y 97 % , lo que indica que se tuvo en el Retorno a la salida de la mesa , entre 30 y 3 % , de arroz de grano sin recuperarse .

En relación al porcentaje de arroz moreno quebrado recuperado , se observa que de 100 gramos que entraron , se separan entre 74- y 98 % de arroz quebrado , por lo cual se va por los retornos entre 26 y 2 % .

Con respecto al arroz moreno entero , se observan variaciones amplias en sus valores como se ve en el cuadro 26. Encontrándose para el Molino I , una recuperación promedio de 93 % , pasando a los retornos el 7 % de arroz moreno entero .

5.1.- En el Molino II , se tienen valores de recuperación de arroz moreno entero de 82 y 100 % . y se van por los retornos en la partida 1 , el 8 % de arroz moreno entero .

En el Molino III , se tienen valores de arroz moreno entero recuperado de 59 y 99 % , con un rango muy amplio de 40 % , y se van por los retornos entre 41 y 1 % de arroz moreno entero .

En consecuencia como se vió anteriormente la recuperación en el arroz quebrado es mayor que en el arroz entero lo que además es más negativo , ya que el arroz entero pasa de nuevo por el descas carillador pudiéndose romper una parte .

5.2.- MOLINO III

En éste Molino a diferencia de los otros dos , se observa que en la entrada a las mesas existe una gran cantidad de impurezas (semillas extrañas) que fueron recuperadas por los retornos. Estableciéndose una recirculación de éstas semillas al proceso nuevamente .

CUADRO 24. EFECTOS DE LAS SEPARADORAS DE PALAY SOBRE LOS COMPONENTES FISICOS DE LA CORRIENTE DE ARROZ DESGASCARADO PROCEDENTE DE LAS SEPARADORAS DE CASCARILLA Y CON DESTINO AL BLANQUEO

MOLINO	VARIEDAD	PARTIDA	SEPARADORA DE PALAY	PALAY			MORENO ENTERO			MORENO QUEBRADO			MORENO TOTAL			IMPUREZAS TOTALES		
				A ₁ (gr.)	B ₁ (gr.)	C ₁ (gr.)	A ₂ (gr.)	B ₂ (gr.)	C ₂ (gr.)	A ₃ (gr.)	B ₃ (gr.)	C ₃ (gr.)	A ₄ (gr.)	B ₄ (gr.)	C ₄ (gr.)	A ₅ (gr.)	B ₅ (gr.)	C ₅ (gr.)
I	MILAGRO	1	1	12.81	0.010	12.79	76.35	69.17	11.25	9.84	8.32	0.17	86.19	77.49	8.76	0.992	0.008	0.895
			2	15.75	0.014	15.73	75.13	65.74	7.8	8.76	9.85	0.09	83.89	75.59	7.99	0.35	0.60	0.509
	\bar{x}	14.27	0.012	14.26	75.74	67.45	8.19	9.30	9.08	0.18	85.04	76.53	8.38	0.67	0.004	0.70		
	2	1	4.68	0.129	4.55	85.21	82.48	2.9	9.82	9.59	0.07	95.03	92.07	2.97	0.28	0.0	0.207	
		2	6.36	0.103	6.26	84.24	74.4	7.64	8.52	11.10	0.13	92.76	85.5	7.77	0.88	0.0	0.36	
\bar{x}	5.52	0.116	5.40	84.72	78.4	5.3	9.17	10.35	0.10	93.89	88.75	5.4	0.58	0.0	0.28			
II	NAVOLATO A-71	1	1	14.33	0.06	14.27	58.63	48.4	9.17	23.94	22.2	0.44	82.57	70.6	9.61	3.10	0.11	5.42
			2	14.33	0.04	13.93	55.63	48.6	8.0	23.94	23.0	0.93	82.57	73.6	9.15	3.10	0.10	3.12
			\bar{x}	14.33	0.05	14.11	58.63	48.5	8.7	23.94	22.6	0.68	82.57	72.1	9.38	3.10	0.11	4.27
III	SINALOA A - 68	2	1	12.39	0.085	12.31	76.52	76.34	0.62	9.80	9.0	0.07	86.32	85.34	0.70	1.28	0.168	1.45
			2	12.39	0.025	12.37	76.52	77.26	0.49	9.80	9.02	0.029	86.32	86.28	0.52	1.28	0.079	0.71
			\bar{x}	12.39	0.055	12.34	76.52	76.8	0.55	9.80	9.01	0.049	86.32	85.81	0.61	1.28	0.123	1.081

NOTA : A= Entrada a mesa separadora de palay ; B= Salida de mesa y con destino al blanqueo
C= salida de mesa por retornos .

				PALAY			MOYENO ENTERO			MOYENO QUERRADO		MOYENO TOTAL			IMPUREZAS TOTALES			
				A ₁	B ₁	C ₁	A ₂	B ₂	C ₂	A ₃	B ₃	C ₃	A ₄	B ₄	C ₄	A ₅	B ₅	C ₅
III	NAVOLATO A-71	1	1	18.95	0.29	18.65	-----	-----	-----	-----	-----	24.85	55.42	21.14	6.19	0.82	3.62	
			2	20.16	0.18	19.96	-----	-----	-----	-----	-----	76.13	55.67	18.52	3.62	0.52	5.13	
			3	19.38	0.37	19.00	-----	-----	-----	-----	-----	77.99	48.81	27.72	2.62	0.68	3.42	
			\bar{x}	19.50	0.28	19.20	-----	-----	-----	-----	-----	78.32	53.3	22.46	4.14	0.67	4.07	
		2	1	29.3	0.65	28.65	-----	-----	-----	-----	-----	62.98	49.47	11.24	7.72	0.48	9.5	
			2	25.68	0.09	25.59	-----	-----	-----	-----	-----	51.43	31.03	23.78	22.89	0.45	17.05	
			3	27.38	0.21	27.17	-----	-----	-----	-----	-----	67.66	58.89	9.47	4.98	0.06	4.21	
			\bar{x}	27.45	0.32	27.14	-----	-----	-----	-----	-----	60.69	46.46	15.5	11.85	0.33	10.25	
		3	1	9.65	0.30	9.34	66.34	65.65	5.88	21.28	16.40	0.66	87.62	82.05	6.54	2.73	0.15	1.59
			2	10.03	0.24	9.78	66.07	66.65	5.39	21.05	14.98	0.60	87.12	81.63	5.98	2.84	0.31	2.01
			3	10.7	0.017	10.68	65.54	49.32	2.42	20.47	33.58	0.06	86.01	82.91	2.48	3.28	0.10	3.84
			\bar{x}	10.13	0.188	9.93	65.98	60.54	4.56	20.93	21.65	0.44	86.91	82.19	5.0	2.93	0.19	2.48
		4	1	12.12	0.01	12.11	59.82	20.89	30.80	26.51	28.36	4.02	86.33	49.25	34.82	1.55	0.13	3.67
			2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
			3	17.27	0.027	17.24	56.6	47.94	2.82	24.28	25.24	0.27	80.88	73.18	3.09	1.85	0.14	6.04
			\bar{x}	14.69	0.018	14.67	58.21	34.41	16.81	25.39	26.8	2.15	83.6	61.21	18.96	1.7	0.13	4.85

CUADRO 25 . EFICACIA DE LAS SEPARADORAS DE PALAY .

MOLINO	VARIEDAD	PARTIDA	SEPARADORA DE PALAY	RECUPERACION DE :			ELIMINACION			DH		CALIDAD DE LA FRACCION NOBLE (FN ,) FRENTE AL PRODUCTO DE ENTRADA (E) .							
				MORENO ENTERO	MORENO QUEBRADO	MORENO TOTAL	EFICIENCIA DE LA SEPARADORA DE PALAY .	ELIMINACION DE PALAY	ELIMINACION DE IMPUREZAS TOTAL	PALAY		MORENO ENTERO		MORENO QUEBRADO		MORENO TOTAL		IMPUREZAS TOTALES	
				%	%	%	%	%	LES (POR RETOR NOS)	E %	FN %	E %	FN %	E %	FN %	E %	FN %	E %	FN %
I	MILAGRO	1	1	90.59	84.50	89.91	99.84	12.79	0.895	12.81	0.010	76.35	69.17	9.84	8.32	86.19	77.49	0.992	0.008
			2	87.51	112.44	90.11	99.87	15.73	0.509	15.75	0.014	75.13	65.74	8.76	9.85	83.89	75.59	0.35	0.60
		\bar{x}	89.05	97.63	89.99	99.93	14.26	0.70	14.27	0.012	75.74	67.45	9.30	9.08	85.04	76.53	0.67	0.034	
		2	1	96.79	97.66	96.88	97.22	4.55	0.21	4.68	0.129	85.21	82.46	9.82	9.59	95.03	92.07	0.28	0.000
	2		88.32	130.19	92.17	98.43	6.26	0.36	6.36	0.103	84.24	74.4	8.52	11.10	92.76	85.5	0.88	0.000	
		\bar{x}	92.53	112.8	94.52	97.83	5.40	0.28	5.52	0.116	84.72	78.4	9.17	10.35	93.89	88.75	0.88	0.000	
II	NAVOLATO	1	1	82.55	92.72	85.50	99.58	14.27	5.42	14.33	0.06	58.63	48.4	23.94	22.2	82.57	70.6	3.10	0.110
			2	82.89	104.42	89.14	97.34	13.95	3.12	14.33	0.04	55.63	48.6	23.94	23.0	82.57	73.6	3.10	0.10
		\bar{x}	82.72	98.58	87.32	98.46	14.11	4.27	14.33	0.05	58.63	48.5	23.94	22.6	82.57	72.1	3.10	0.11	
		2	1	99.76	91.85	98.86	99.35	12.31	1.45	12.39	0.085	76.52	76.34	9.80	9.0	86.32	85.34	1.28	0.168
	A-68		2	100.9	92.00	99.95	99.84	12.37	0.71	12.39	0.025	76.52	77.26	9.80	9.02	86.32	86.28	1.28	0.079
		\bar{x}	100.3	91.92	99.41	99.60	12.34	1.08	12.39	0.055	76.52	76.8	9.80	9.01	86.32	85.81	1.28	0.123	

NOTA : E= Entrada a mesa ; FN: Salida de mesa y con destino al blanqueo .

III	NAVLATO A -71	1	1	CUBEN ENTERO	CUBEN QUEDADO	CUBEN TOTAL	EFICIENCIA DE	ELIMINACION DE PALAY	ELIMINACION DE IMPUREZAS TOTALES		CUBEN ENTERO				CUBEN QUEDADO		CUBEN TOTAL		IMPUREZAS TOTALES	
									E	EN	E	EN	E	EN	E	EN	E	EN	E	EN
				-----	-----	74.04	98.42	18.65	3.67	18.95	0.29	-----	-----	-----	-----	74.85	55.42	6.19	0.82	
			2	-----	-----	73.12	99.00	19.96	5.13	20.16	0.18	-----	-----	-----	-----	76.13	55.67	3.62	0.52	
			3	-----	-----	62.58	98.07	19.00	3.42	19.38	0.37	-----	-----	-----	-----	77.99	48.81	2.62	0.68	
			\bar{x}	-----	-----	69.83	98.46	19.20	4.07	19.50	0.28	-----	-----	-----	-----	78.32	53.3	4.14	0.67	
		2	1	-----	-----	78.55	97.78	28.65	9.5	29.3	0.65	-----	-----	-----	-----	62.98	49.47	7.72	0.48	
			2	-----	-----	60.34	99.65	25.59	17.05	25.68	0.09	-----	-----	-----	-----	51.43	31.03	22.89	0.45	
			3	-----	-----	87.04	99.23	27.17	4.21	27.38	0.21	-----	-----	-----	-----	67.66	58.89	4.95	0.06	
			\bar{x}	-----	-----	74.55	98.87	27.14	10.25	27.45	0.32	-----	-----	-----	-----	60.69	46.46	11.85	0.33	
		3	1	98.93	77.06	93.64	96.78	9.34	1.59	9.65	0.30	66.34	65.65	21.28	16.40	87.62	82.05	2.73	0.15	
			2	100.00	71.16	93.69	97.50	9.78	2.01	10.03	0.25	66.07	66.65	21.05	14.98	87.12	81.63	2.84	0.31	
			3	-----	-----	96.39	99.81	10.68	3.84	10.7	0.01	65.54	49.32	20.47	33.58	86.01	82.91	3.28	0.10	
			\bar{x}	99.47	74.11	94.51	98.06	9.93	2.48	10.13	0.19	65.98	60.54	20.93	21.65	86.91	82.19	2.95	0.19	
		4	1	34.92	108.9	57.04	99.92	12.11	3.67	12.12	0.01	59.82	20.89	26.51	28.36	86.33	49.25	1.55	0.13	
			3	84.69	103.9	90.48	99.83	17.24	6.04	17.27	0.03	56.6	47.94	24.28	25.24	80.88	73.18	1.85	0.14	
			\bar{x}	59.11	105.5	73.21	99.86	14.67	4.84	14.69	0.02	58.21	34.41	25.39	26.8	83.6	61.21	1.7	0.14	

CUADRO 26 , EFICACIA DE LAS SEPARADORAS DE PALAY EN LOS MOLINOS I , II Y III.

MOLINO	VARIEDAD	PARTIDA	SEPARADORAS DE PALAY	RECUPERACION DE MENSAS (FN)			EFICIENCIA DE LA
				MORENO	MORENO	MORENO	SEPARADORA DE --
				ENTERO %	QUEBRADO %	TOTAL %	PALAY %
I	MILAGRO	1	2	89.05	97.66	93.35	99.91
	FILIPINO	2	2	96.79	97.70	97.24	97.24
		\bar{x}			92.93	97.68	95.29
II	NAVOLATO A-71	1	2	82.72	94.40	90.65	99.65
	SINALOA A-68	2	2	100.00	91.92	96.11	99.54
III	NAVOLATO	1	3	----	----	69.83	98.46
		A-71	2	3	----	----	74.57
		3	3	99.47	74.11	94.57	98.06
		4	3	59.11	-----	73.21	99.86
			\bar{x}	79.29	74.11	78.64	98.81

----- No se determinó

6. .- EFECTOS DE LAS BLANQUEADORAS SOBRE LOS COMPONENTES FISICOS--
DEL ARROZ PALAY EN EL PROCESO DE ELABORACION EN LOS MOLINOS I , II y
III .

En los cuadros 27 , 28 y 29 , se observan los resultados de los efectos de las blanqueadoras en el proceso de elaboración en los tres Molinos .

6.1.- EFECTOS DEL BLANQUEO

La operación de blanqueo del Molino I , se evaluó en forma independiente de los Molinos II y III , debido a que en el primer caso el blanqueo se realizó en un solo paso (Vertijet) , mientras -- que en el segundo caso se realizó en tres y cuatro pasos (ó conos) , respectivamente (Ver cuadros 9 , 10 y 11) .

En el Molino I , se observaron variaciones de 8 a 15 % en el incremento de arroz quebrado total . (ver cuadro 28) .

Del cuadro 28 , se observa que en el Molino II , se tienen valores de 29 % en el incremento de arroz quebrado total para la partida 1 (variedad Navolato A-71) y de 11 % para la partida 2 (variedad Sinaloa A-68) .

En el Molino III , se observaron variaciones en los incrementos de quebrado total de 13 a 15 % .

En los Molinos II y III , se observó que en el primer cono de blanqueo , es donde se obtuvieron los mayores incrementos de --- arroz quebrado y con respecto a los demás conos , no se observó ninguna tendencia clara en cuanto a su comportamiento .

En el Molino III , se observaron valores negativos en el incremento de arroz quebrado , en los conos dos y tres de las dos primeras partidas , lo que probablemente se deba a dos posibles causas :

-. Que el quebrado fuera t n pequeño y abundante que logr  atravesar la malla de los conos mezclándose con el salvado .

-. Y/  que se debió a posibles roturas en las mallas de los conos   ambos

6.2.- EFECTOS DEL BLANQUEO SOBRE EL GRADO DE ELABORACION

En el Molino I , se observaron valores de salvado de 6 y 7 % , donde no se tienen diferencias importantes ; Sin embargo se tienen valores en el incremento de arroz quebrado total de 8 y 15 % ver cuadro 28 ,

En el Molino II , se tienen valores de salvado eliminado de 13 % para un incremento de arroz quebrado de 29 % , para la primera partida y para la segunda partida se tienen valores de salvado eliminado de 10 % para un incremento de arroz quebrado total de 11 % (ver cuadro 28) .

En el Molino III, se tienen variaciones de salvado eliminado de 4.8 hasta 12 % , para incrementos de quebrado total de 13 y 15 % respectivamente .

Como se puede observar en los resultados de los tres Molinos , no se obtuvo una relación clara entre el grado de elaboración (en base a peso de 1000 granos) y los incrementos de arroz quebrado como era de esperarse .

6.3.- INCREMENTO DE ARROZ QUEBRADO EN LAS ETAPAS CRITICAS DURANTE EL PROCESO DE ELABORACION .

En el cuadro 2º , se observa que de los tres molinos, -- existe un mayor rompimiento de arroz en la descascavilladora y en la blanqueadora . Donde era de esperarse ; debido a que son las operaciones donde el grano de arroz es sometido a un mayor esfuerzo -- mecánico .

CUADRO 27 . EFECTOS DE LAS BLANQUEADORAS SOBRE LOS COMPONENTES FISICOS DEL ARROZ EN LOS MOLINOS I , II Y III .

ZONA	MOLINO	VARIEDAD	PARTIDA	ENTRADA COMO 1		SALIDA COMO 1		SALIDA COMO 2		SALIDA COMO 3		SALIDA COMO 4	
				ENTERO	QUEBRADO	ENTERO	QUEBRADO	ENTERO	QUEBRADO	ENTERO	QUEBRADO	ENTERO	QUEBRADO
				%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
III	I	MILAGRO	1	88.00	11.89	80.10	19.90						
			2	88.15	11.71	73.18	26.82						
			3	88.07	11.66	75.56	24.4						
			\bar{x}	88.07	11.75	76.28	23.71						
III	II	NAVOLATO A-71	1	67.15	32.62	40.78	59.21	40.38	59.62	38.21	61.79		
			2	89.31	10.48	79.87	19.88	78.13	21.67	78.21	21.78		
III	III	NAVOLATO	1	70.11	28.34	58.08	39.49	61.38	37.26	61.66	37.30	57.6	41.41
			2	72.05	27.07	61.69	37.95	-----	-----	59.63	40.08	39.22	40.59
			3	53.76	45.80	46.60	53.19	44.48	55.37	41.20	58.64	38.99	60.85
			\bar{x}	65.31	33.73	55.46	45.34	52.93	46.31	54.16	45.37	51.94	47.63

CUADRO 28. INCREMENTO DE ARROZ QUEBRADO EN LAS BLANQUEADORAS DE LOS MOLINOS I, II Y III.

ZONA	MOLINO	VARIEDAD	PARTIDA	INCREMENTO DE QUEBRADO.:					
				CONO 1	CONO 2	CONO 3	CONO 4	TOTAL	SALVADO ELIMI- NADO TOTAL.
III	I	MILAGRO		%	%	%	%	%	
		FILIPINO	1	8.05				8.01	6.98
			2	15.11				15.11	7.31
			3	12.74				12.74	6.04
			\bar{X}	11.96				11.96	6.78
III	II	NAVOLATO A-71	1	26.58	0.41	2.17		29.16	12.76
		SINALOA A-68	2	9.4	1.79	0.11		11.3	10.21
III	III	NAVOLATO	1	11.15	---	0.13	4.02	13.07	8.78
		A-71	2	10.88	---	---	0.51	13.52	4.79
			3	7.39	2.18	3.27	2.21	15.05	12.09
			\bar{X}	9.81	2.18	1.7	2.25	13.88	8.55

CUADRO 29. INCREMENTO DE ARROZ QUEBRADO EN LAS ETAPAS CRITICAS DURANTE EL PROCESO DE ELABORACION

MOLINO	PARTIDA	LIMPIEZA			DESCASCARILLADORA			BLANQUEADORA			INCREMENTO TOTAL
		B	S	I	E	S	I	B	S	I	
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
I	1	0.036	0.48	0.44	0.48	9.84	9.36	11.89	19.90	8.01	17.81
	2	0.086	0.55	0.46	0.55	8.76	8.21	11.71	26.82	15.11	23.78
	3	0.020	0.62	0.6	0.62	9.30	8.68	11.66	24.4	12.74	22.02
II	1	0.5	0.62	0.12	0.62	26.48	25.8	32.62	59.2	29.16	55.08
	2	0.06	0.11	0.05	0.11	7.94	7.8	10.48	19.88	11.3	19.15
III	1	1.38	2.14	0.76	2.14	16.57	14.43	28.34	39.44	13.0	28.19
	2	1.14	1.58	0.44	1.58	12.33	10.75	27.07	37.95	13.5	24.69
	3	0.6	0.88	0.28	0.44	15.8	15.36	45.80	53.19	15.0	30.64

B= ENTRADA

S= SALIDA

I= INCREMENTO (E - S)

7. RESULTADOS DE LA CALIDAD DEL ARROZ A LA SALIDA DEL PROCESO DE ELABORACION , EN LOS TRES MOLINOS .

En los Molinos I , II y III , se obtuvieron muestras que se estaban obteniendo al final del proceso de elaboración .

La calidad de éstas muestras fué corroborada con los molineros y éstas muestras fueron llevadas al Laboratorio , para su respectivo analisis .

En el cuadro 30 y Fig. 19 , pueden observarse estos resultados .

De la Fig. 19 , se observa que en el Molino I (variedad- Milagro Filipino) , de las tres partidas se obtuvieron resultados - de 14 , 88 y 10 % , de arroz quebrado y la calidad corroborada con el molinero fué de 5 % , en cada uno de los casos .

7.1. En el Molino II , en la partida 1 (Variedad Navolato A-71) , la muestra evaluada tuvo alrededor de 16 % y la calidad corroborada fué del 15 % .

En la partida 2 , (variedad Sinaloa A-68) , la muestra evaluada en el Laboratorio tuvo 11 % de arroz quebrado y la calidad corroborada fué del 15 % .

7.2. En el Molino III , las muestras evaluadas tuvieron valores de 33 , 29 y 26 % de arroz quebrado y la calidad corroborada -- fué de 25 y 15 % .

Lo anterior nos muestra , que no existe una evaluación -- adecuada de la calidad molinera , lo que implica que no se cumplan las especificaciones de porcentaje mínimo de grano quebrado establecido en la normativa .

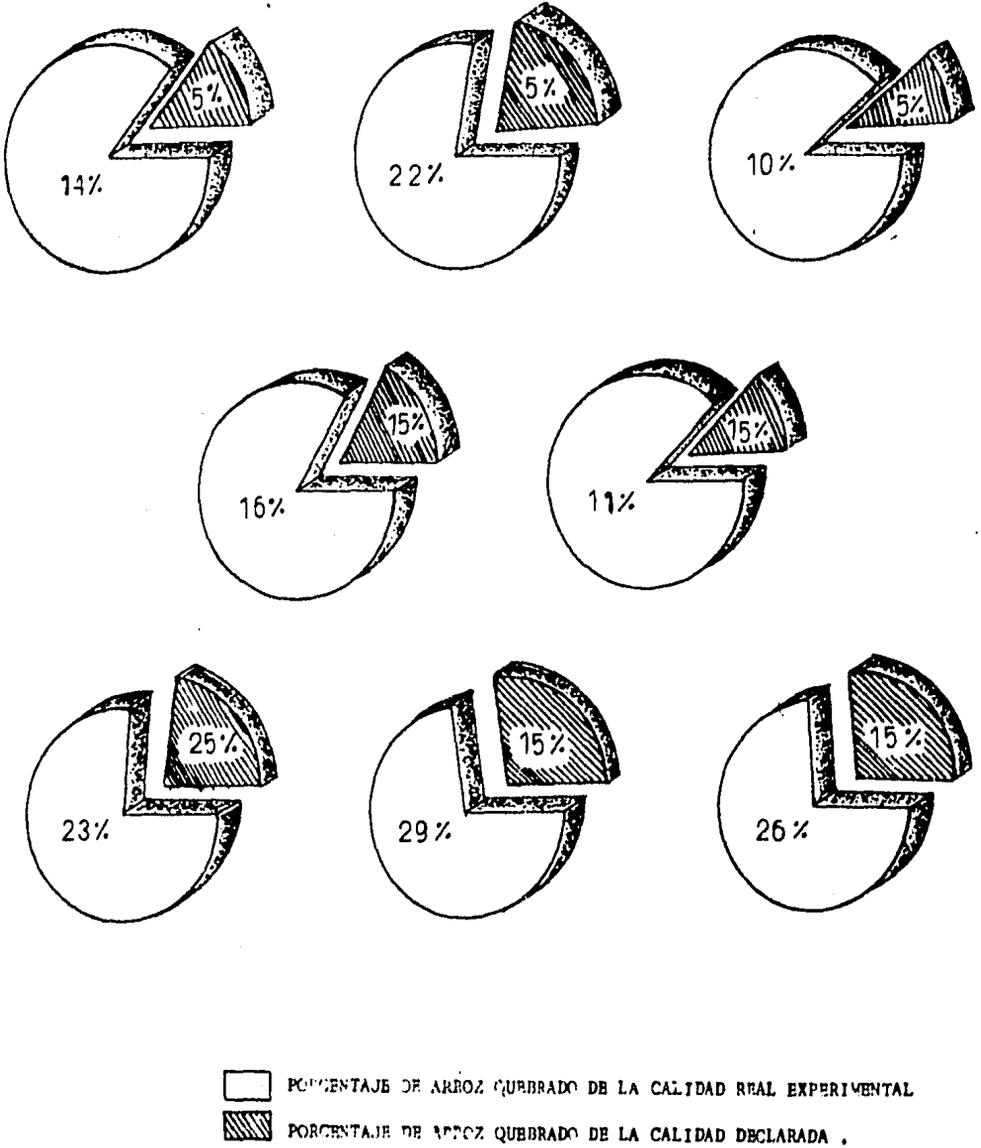
CUADRO 30 . CALIDAD DECLARADA DE ARROZ QUEBRADO AL FINAL DEL PROCESO DE ELABORACION

	MOLINO	VARIEDAD	PARTIDA	IMPUREZAS	PALAY	ENTERO	QUEBRADO	CALIDAD
					%	%	TOTAL %	(1) DECLARADA %
	I	MILAGRO	1	0.0	0.0	86.69	13.30	5.0
	I	FILIPINO	2	0.0	0.0	77.36	22.57	5.0
	I		3	0.0	0.0	89.93	10.02	5.0
			\bar{X}	0.0	0.0	84.63	15.30	5.0
	II	NAVOLATO A-71	1	0.0	0.0	83.4	15.77	15.0
	II	SINALOA A-68	2	0.0	0.0	88.46	10.99	15.0
	III	NAVOLATO	1	0.063	0.10	64.75	33.58	25.0
		A-71	2	0.11	0.57	70.29	29.0	15.0
			3	0.07	0.05	72.70	26.64	5.0
			4	0.13	0.07	74.32	25.50	25.0
			\bar{X}	0.09	0.20	70.51	28.68	17.5

(1)

NOTA : CALIDAD DECLARADA DE ARROZ QUEBRADO .

Fig.19. EVALUACION COMPARATIVA ENTRE CALIDAD REAL EXPERIMENTAL Y LA CALIDAD DECLARADA DEL PORCENTAJE DE ARROZ QUEBRADO AL FINAL DEL PROCESO .



V. CONCLUSIONES

V.- CONCLUSIONES

En base a los diagramas de elaboración y sus características se concluye lo siguiente :

1.- De los tres molinos evaluados , se encontró que dos de ellos (molinos II y III) , tienen una tecnología similar variando únicamente la capacidad instalada de cada molino ; mientras que en el molino I , se tienen variantes tecnológicas .

2.- A continuación se tienen las características más relevantes de los diagramas de elaboración y maquinaria utilizada en los tres molinos .

2.1.- En el molino I , se tienen las siguientes características :

- El descascarillado y la separación de cascarilla se realiza en una sola máquina , lo que significa un adelanto tecnológico .
- El blanqueo se realizó en un solo paso , en una blanqueadora por fricción de tipo vertical .

2.2.- En el molino II y III , se encontraron las siguientes características :

- El descascarillado y la separación de cascarilla , se realizó en dos máquinas separadas .
- El blanqueo se realizó , en el molino III , en cuatro pasos y el blanqueo es por abrasión .

- En el molino II , se blanquea indistintamente en tres ó en cuatro etapas .

3.- Una de las características más relevantes en los equipos del proceso de elaboración fué la poca facilidad con que se puede llevar a cabo el muestreo .

De la evaluación de cada una de las operaciones en el proceso de elaboración , se concluye que :

4.- En la prelimpia , de los tres molinos evaluados de Veracruz y Campeche ; se encontró que las eficiencias de separación de impurezas se encuentran entre el 98 y 99 % . Dejando pasar impurezas a la fracción noble .

En el molino I , la baja eficiencia se debe principalmente , a la mezcla de los retornos provenientes de las mesas separadoras de palay .

5.- En el descascarillado , se encontró que de los tres molinos estudiados ; solo el 25 % de todas las descascarilladoras tiene el porcentaje mínimo de arroz descascarillado recomendado del 90 % . Encontrándose heterogeneidad en los porcentajes de arroz descascarillado dentro de las descascarilladoras correspondientes a un mismo lote .

5.1.- El incremento de grano quebrado y el porcentaje de granos abradidos , se relacionó con las eficiencias de granos descascarillados , no encontrándose ninguna tendencia clara en su comportamiento .

6.- En las separadoras de cascarilla , se encontró que en el molino II y III , las eficiencias de separación se encuentran entre el 76 y 86 % ; lo que indicó las bajas eficiencias con que funcionan éstas máquinas , dejando pasar impurezas a la fracción noble ó fracción principal dentro del proceso .

7.- En las mesas separadoras de palay , se observa que los valores recuperados de arroz moreno entero oscilan entre el 60 % y el 100% , lo que indica un problema , ya que en el caso de que el porcentaje recuperado sea del 60% éste se recircula (por retornos) al inicio del proceso de elaboración produciendo un rompimiento del grano.

8.- En el blanqueo de los tres molinos evaluados se observó , que de todos los conos de blanqueo es en el primer cono donde se produce entre el 98 y 99 % de arroz quebrado .

Del incremento de arroz quebrado en las etapas críticas - del proceso de elaboración se concluye que :

9.- De los tres molinos evaluados , alrededor del 95 % de arroz quebrado total del proceso de elaboración es obtenido en la descascariadora y la blanqueadora .

De la evaluación de la calidad a la salida del proceso se concluye que :

10.- De todos los molinos evaluados , solo en un caso la calidad -- analizada y la infoada por los molineros eran similares , lo que implica que difícilmente se cumplen con las especificaciones de por--

centaje mínimo de grano quebrado establecido en la normativa para --
producto final .

De la información obtenida de cada uno de los molinos se
concluye que :

11.- De los tres molinos evaluados se encontró que ninguno cuenta -
con un control del proceso por las siguientes causas :

- Existe un mantenimiento de tipo correctivo y no preven--
tivo .
- Existe sobrecarga en los equipos .
- Falta de capacitación del personal .

Lo que provoca que existan bajas eficiencias en los equi--
pos y mala calidad del producto final .

12.- También se encontró que los molinos no cuentan con técnicas , -
ni métodos específicos y adecuados para verificar la calidad del pro
ducto .

VI.-G L O S A R I O

GLOSARIO DE TERMINOS ARROCEROS

1. ARROZ PALAY.- También llamado arroz cáscara ó palay , son todos aquellos granos que no hán sido descascarados .
2. ARROZ ENTERO.- Se entiende por arroz entero aquel que no tenga rotura y el que presenta como máximo la cuarta parte del grano roto.
3. ARROZ QUEBRADO.* Es el que no es entero y está sano
4. PUNTILLA.- Se entiende por puntilla , aquella fracción de arroz quebrado de un tamaño menor a un cuarto con respecto al grano entero .
5. GRANILLO.- Es aquella fracción de arroz quebrado de un tamaño mayor de un cuarto y menor de la mitad del grano entero
6. MEDIO GRANO.- Es aquella fracción de arroz quebrado de un tamaño mayor de la mitad del grano y menor de las tres cuartas partes del grano entero
7. ARROZ MORENO.- Es el arroz desprovisto de cascarilla , también es llamado arroz integral , arroz cargo ó arroz descascarillado ó descascarado .
8. ARROZ BLANCO.- Arroz pulido , arroz elaborado ó arroz blanqueado . Es el arroz que sale al final del proceso de elaboración
9. GRANOS MAL PULIDOS.- Son todos aquellos granos que presentan -- restos de cutícula como consecuencia de un pulido deficiente.
10. GRANOS CON CUTICULA ROJA.- Son los granos enteros de arroz que presentan cuando menos una franja de cutícula roja equivalente a la longitud total del grano y las fracciones de grano que -- presentan una franja de cutícula roja de cualquier tamaño.

- 11.- GRANOS YESOSOS.- Son los granos y fracciones de grano que presentan color blanco opaco , como yeso , por lo menos en una -- cuarta parte de su especie total (excluyendo las variedades -- cuya característica genética es su mancha blanca) .
- 12.- GRANOS ESTRELLADOS.- Son los granos que presentan fisuras
- 13.- GRANOS MANCHADOS.- Son aquellos granos que están manchados -- por efecto de agua , humedad o calor.
- 14.- IMPUREZAS.- Se considera impurezas : Toda materia extraña distinta del arroz puldo , exceptuando el arroz palay (para ésta determinación se usa la zaranda de 0.99 m m ; de orificios circulares .)
- 15.- GRANOS DAÑADOS .- Se entiende por granos dañados todos aquellos granos o pedazos de grano de arroz , dañados por insectos , microorganismos , contaminación o cualquier otra causa.
- 16.- MATERIA EXTRAÑA.- Se da aquella que no sea grano de arroz como son granos vanos , semillas de maleza y en general materias extrañas orgánicas é inorgánicas .
- 17.- GRANO VERDE O INMADURO.- (granos yesosos) , Son los granos - que no han alcanzado su madurez o completo desarrollo .
- 18.- GRANO QUEBRADO EN TRILLA.- Son fragmentos de grano de tamaño -- igual o inferior a las 3/4 partes pero mayor que la mitad de -- la longitud media de un grano entero .
- 19.- ARROZ DE CLASES CONTRASTANTES.- Se entiende por arroz de clases contrastantes , aquel arroz de variedades diferentes a la designada y en las cuales las medidas de longitud , ancho , -- grueso y forma de los granos difieren claramente de las características de la clase designada .
- 20.- ARROZ DE CLASES NO CONTRASTANTES.- Es aquel arroz de variedades diferentes a la designada y en los cuales las medidas de -- longitud , ancho , grueso y forma de los granos difieren ligeramente de las características de la clase designada .

- 21.- **BLANQUEO O BLANQUEADO** .- Es la operación que se basa fundamentalmente en la eliminación del germen y las capas externas del arroz moreno que constituyen el salvado . Se llaman Blanqueadoras o Conos , donde se realiza ésta operación .
- 22.- **DESCASCARILLADORAS O DESCASCARADORAS**.- También llamadas eliminadoras de cascarilla ; es el equipo que efectúa el desprendimiento de la cascarilla del grano .
- 23.- **MESAS SEPARADORAS DE ARROZ PALAY O MESAS PADDY O SEPARADORAS DE PALAY** . - Son aquellas máquinas que efectúan la separación de arroz palay del arroz moreno , obtenida de la mezcla proveniente de la separadora de cascarilla .
- 24.- **ATRIBUTOS** .- Término que se aplica al método para clasificar las unidades que se observan para determinar la presencia (o ausencia) de cierta característica cualitativa (perceptible por los sentidos) a fin de determinar el número de unidades que la presentan (o no la presentan) .
- LOTE O PARTIDA** .- Se le llama al conjunto de muestras recolectadas durante el muestreo en un proceso determinado .
- 25.- **CALIDAD** .- Para un alimento se define como el conjunto de atributos que identifican los lotes individuales del producto y determinan el grado de aceptación del mismo .
- 26.- **SALVADILLO** .- Es un subproducto del arroz ; formado por partículas pequeñas de cascarilla , raquilla , arroz moreno quebrado y cascarilla de otras semillas , se obtiene al pasar por las descascarilladoras en un volumen muy pequeño .

FUENTE ; D.G.N.(1966) F-119-1966 ; FAO (1974) No 25 ; ICGN (1981) SAG/DGRA octubre de 1975 ; Barber s. (1977) , Gonzalez Lara E. (1976) .

VII. BIBLIOGRAFIA

1. ANONIMO . (1966) . "Norma oficial de calidad para arroz con cáscara " . D.G.N. P119-1966 . Secretaría de Industria y Comercio . Dirección General de Normas de México .
2. ANONIMO . (1974) . Terminología del arroz ; Terminology Bulletin - No. 26 . F A O , Roma .
3. ANONIMO . (1981) . "Anteproyecto de Normas de Calidad Mexicana -- para la comercialización del arroz pulido (Oriza-Sativa) " . Secretaría de Comercio ; Dirección General de Normas Comerciales .
4. ANTECEDENTES de documentación de trabajo que dió origen a la norma NCM-FF-35-82. Dirección General de Normas Comerciales , 7 de Julio de 1981 .
5. ARAULLO , E.V., De Padua , D.B. y Graham , M. (Editores; 1976) , - "Rice Post-Harvest Technology " . International Development Research Centro Otsawa , Canadá .
6. AUTREY , H.S., Grigorief , W.W., Altschull , A.M. and , Hogan , J.T. 1955 . "Effects of Milling Conditions on Breakage of rice grains " . J. Agric. Food Chem . 3, 593-599 .
7. BARBER , S. y BENEDITO de BARBER, C. "Una aproximación a la medición objetiva del grado de elaboración del arroz " . A.T.A. , VOL. 17 , No. 2 , Junio (1977) .
8. BARBER, S., Jayme Salazar , A., y Trejo Burgueño, M.M. (1980 D) . " Almacenamiento del arroz palay y Subproductos en México " . Subproyecto 3 , del proyecto "Diagnóstico Experimental de la Molinería del arroz palay en México " . UNAM-FESC/CSIC-IATA. No publicado .
9. BARBER, S., (1979) . "La calidad del grano de arroz en los programas de mejora vegetal " . Revista agroquímica Tecnológica de alimentos ; 1973 .
10. BARBER , S. , JAYME SALAZAR, A., y TREJO BURGUEÑO, M.M. (1980 B) .

- "Evaluación de la calidad del grano de arroz en los puntos críticos de la secuencia campo/consumidor". Subproyecto 4 del Proyecto "Diagnóstico Experimental de la Molinería del arroz palay en México". UNAM-FESC/Csac-IATA. No publicado .
11. BARBER , S., JAYME SALAZAR , A., t y TREJO BURGUEÑO ,M.M. (1980 C) . "Tecnología Actual y Perspectivas del Desarrollo Tecnológico de la industria molinera de México ", UNAM-FESC/CSIC-IATA . No publicado .
 12. BORASIO .L. y GARIBOLDI , F. (1979) . "Glosario ilustrado de máquinas para la elaboración del arroz ". Boletín de Servicios agrícolas de la FAO No. 37 . Roma .
 13. DELGADO ,S.M. (1982) . "Elaboración industrial del arroz (Oriza -Sativa) . en el Estado de Morelos "Tesis de Ing. Alimentos - FESC - U N A M .
 14. DE PADUA , D.B. (1974) . "Postharvest Rice Terminology in Indone sia , Malasia , the Philippines , Thailand ; A State of the Art -- Survey "citado en "Postharvest Food losses in Developing Countries . (1978) , Editado por Board on Science and Technology for inter national Development , National Research Council . National Academy of Sciences , Washington , D.C.
 15. Especificaciones Oficiales mexicanas de arroz palay y arroz pulido ANTEPROYECTO , SAG/DGEA , Octubre de 1975 .
 16. GARIBOLDI , B. 1974 . Rice Milling equipment operation and maintan ce , Food and Agric, Organ 3 , 51-56 (Italian) .
 17. GONZALEZ LARA , B : (1976) "Curso abreviado de control de cali- dad "Editado por la ASOCIACION NACIONAL MEXICANA DE ESTADISTICA- Y CONTROL DE CALIDAD , A.C. Cuarta edición .
 18. HERNANDEZ , ARAGON , et al (1976) . "La investigación del arroz en México "Rev. I N I A , Junio No. 29 , México D.F.
 19. JAYME SALAZAR - TREJO BURGUEÑO "DIAGNOSTICO experimental de la mo linería en México ". FESC-CONACYT-CANACINTRA (1980-1984) .
 20. LUH , SPADARO JJ, MATTHEWS , J. WADSWORTH J .I. "Milling "cap.10 Production and utilization ". AVI . PUBLISHING COMPANY , - INC , pag, 360-397 .

21. MARTINEZ , E.P. (1966) . "El secamiento del arroz " . Rev. Arroz-Colombia .
22. MENENDEZ , GARCILAZO,A. Centro de Estudios del Tercer Mundo . "Conferencia presentada en el Simposio Arrocerero . "Agroindustria arrocerera Mexicana , Dir. General de Desarrollo Agroindustrial . SARH.
23. PRIMO,Y.v Barber , S. (1976) . "Química y Tecnología del arroz " Rev. Investigación y Ciencia No. 2 . Nov. Edición en español .
24. REFACCIONARIA DE MOLINOS REMO , México , (1983) . Catálogo --- Folletos No. 009 y No. 14 .
25. RICE Chemistry and Technology D.F. Houston . Published by the American Association of cereal Chemists . Incorporates st. Paul , Minnesota (1972) .
26. ROJO, S .G. (1983) . "Evaluación experimental del secado de arroz en el Estado de Campeche y Veracruz "TESIS " UNAM-FESC .
27. S.P.P. (1981) . "Escenarios Económicos de México - Perspectivas de desarrollo para ramas seleccionadas 1981- 1985 . Arroz y sus productos seleccionados .
28. TOPOLANSKY , E. (1975) . "El arroz su cultivo y producción " . - Editorial Hemisferio Sur . Buenos Aires .
29. WASERMAN , T . Y Calderwood . D.C. (1973) , "Roug Rice Drying. Cap. 5 , en "Rice Chemistry and Technology " , Editado por D.F. H - Houston - The American Association of cereal Chemists . St. Paul - Minn .