

2  
2 Ejemplar



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**

**“EVALUACION DE SUBPRODUCTOS DE LA ELABORACION  
INDUSTRIAL DEL ARROZ EN MEXICO”.**

**DONADO POR D. G. B. - B. C.**

**T E S I S**

**Que para obtener el Título de  
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**p r e s e n t a n**

**DENEB CAMACHO MORFIN  
JOSEFINA ESTHER LINERIO GIL**

**Director de Tesis: ING. ARMANDO JAYME SALAZAR**

**Cuautitlán Izcalli, Estado de México.**

**1984**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## **C O N T E N I D O**

**I ANTECEDENTES**

**II OBJETIVOS**

**III MATERIALES Y METODOS**

**IV RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS**

**V CONCLUSIONES**

**VI RECOMENDACIONES**

**VII BIBLIOGRAFIA**

## I N D I C E   G E N E R A L

I   ANTECEDENTES	pág.
1   MARCO SOCIOECONOMICO .....	1
1.1 Panorama mundial .....	1
1.2 Panorama nacional.....	1
1.3 Panorama del sector arrocero .....	2
2   ESTRUCTURA DEL GRANO DE ARROZ .....	3
3   COMPOSICION QUIMICA DEL ARROZ PALAY MORENO Y PULIDO .....	5
4   OPERACIONES POSTCOSECHA DEL ARROZ .....	8
4.1 Cosecha .....	8
4.2 Secado .....	8
4.3 Almacenamiento.....	9
5   PROCESO DE ELABORACION DEL ARROZ .....	10
5.1 Limpieza .....	10
5.2 Descascarillado .....	12
5.3 Separación de cascarilla .....	13
5.4 Separación de palay .....	13
5.5 Blanqueo .....	14
5.6 Clasificación .....	15
6   CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUB- PRODUCTOS DEL ARROZ .....	16
6.1 Salvado .....	16
6.2 Cascarilla .....	17
7   COMPOSICION QUIMICA DE LOS SUBPRODUC TOS DEL ARROZ .....	19

7.1 Salvado .....	19
7.2 Cascarilla .....	19
7.3 Salvadillo .....	22
8 USOS DE LOS SUBPRODUCTOS DEL ARROZ .....	25
8.1 Salvado .....	25
8.2 Cascarilla .....	25
8.3 Salvadillo .....	25
9 FUENTES DE VARIACION EN LA COMPOSICION FISICA Y QUIMICA DE LOS SUBPRODUCTOS DEL ARROZ.....	26
9.1 Factores asociados al grano .....	26
9.2 Factores asociados al proceso de molienda .....	27
9.3 Cualquier procesamiento que se le haga al grano antes de su elaboración o al salvado una vez obtenido. ....	29
10 SITUACION NACIONAL DE LOS SUBPRODUCTOS DEL ARROZ...	30
II OBJETIVOS .....	31
III MATERIALES Y METODOS .....	32
1 MATERIALES .....	32
1.1 Salvado, salvadillo y cascariilla.....	32
1.2 Equipo de laboratorio .....	36
2 METODOS .....	37
2.1 Definiciones .....	37
2.2 Toma de muestra .....	37
2.2.1 Muestra de cascariilla.....	37
2.2.2 Muestra de salvadillo .....	38
2.2.3 Muestra de salvado .....	38

2.3	Preparación de la muestra .....	38
2.3.1	Identificación de la muestra .....	39
2.3.2	Recepción de la muestra .....	39
2.3.3	Conservación de la muestra .....	41
2.4	Análisis físicos .....	42
2.4.1	Granulometría .....	42
2.4.2	Evaluación microscópica .....	43
2.5	Análisis químicos .....	46
2.5.1	Humedad .....	46
2.5.2	Proteína cruda .....	47
2.5.3	Extracto etéreo .....	50
2.5.4	Ceniza .....	54
2.5.6	Extracto libre de nitrógeno .....	55
IV	RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS .....	56
1	LOCALIZACION DE LOS SUBPRODUCTOS EN LOS DIAGRAMAS DE FLUJO .....	56
2	COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADO	
2.1	Composición granulométrica del salvado en mo- linos representados por el diagrama 1 .....	63
2.2	Composición granulométrica del salvado en mo- linos representados por el diagrama 2 .....	70
2.3	Composición granulométrica del salvado en mo- linos representados por el diagrama 3 .....	74
2.3.1	Molino F .....	74
2.3.2	Molino G .....	75
2.4	Composición granulométrica de salvados en mo- linos representados por el diagrama 4 .....	87
2.4.1	Molino H .....	87
2.4.2	Molino I .....	88

3	COMPOSICION QUIMICA DEL SALVADO POR MOLINO	
3.1	Composición química de salvados en molinos representados por el diagrama 1 ( blanqueo en un paso por fricción). .....	97
3.2	Composición química de salvados en molinos representados por el diagrama 2 (blanqueo en 2 pasos, abrasión-fricción). .....	102
3.3	Composición química de salvados en molinos representados por el diagrama 3 (blanqueo en 4 pasos por abrasión). .....	105
3.3.1	Molino "F" .....	105
3.3.2	Molino "G" .....	106
3.4	Composición química de salvados en molinos representados por el diagrama 4 (blanqueo en 4 pasos por abrasión y mezola de salvados). .....	115
3.4.1	Molino "H" .....	115
3.4.1	Molino "I" .....	115
4	OBSERVACIONES GENERALES EN LAS FRACCIONES DEL SALVADO.....	122
5	COMPOSICION GRANULOMETRICA GENERAL DEL SALVADO.	
5.1	Composición granulométrica del salvado obtenido en el blanqueo en un paso por fricción.....	126
5.2	Composición granulométrica del salvado obtenido por blanqueo en 4 pasos por abrasión.....	126
5.2.1	Salvado de blanqueadoras .....	126
5.2.2	Salvado mezcla .....	127
5.2.3	Salvado cribado .....	127
5.2.4	Salvado de aspiración .....	127
5.2.5	Salvado comercial .....	127

6 COMPOSICION QUIMICA GENERAL DEL SALVADO

6.1 salvados obtenidos por blanqueo en un paso  
por fricción ..... 134

6.2 Composición química del salvado obtenido en  
4 pasos de blanqueo por abrasión ..... 134

6.2.1 Salvado de blanqueadoras ..... 134

6.2.2 Salvado mezola ..... 135

6.2.3 Salvado cribado ..... 135

6.2.4 Salvado de aspiración ..... 135

6.2.5 Salvado comercial ..... 135

7 ANALISIS GRANULOMETRICO DE CASCARILLA Y SALVADILLO. 142

7.1 Cascarilla ..... 142

7.2 Salvadillo ..... 142

V CONCLUSIONES ..... 149

VI RECOMENDACIONES ..... 152

VII BIBLIOGRAFIA ..... 156

## INDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1	Grano de Arroz .....	4
----------	----------------------	---

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Origen de los subproductos del arroz, salvado, salvadillo y cascarilla .....	34
Cuadro 2	Origen de los subproductos del arroz, salvado, salvadillo y cascarilla.....	35
Cuadro 3	Claves de los componentes físicos en las observaciones microscópicas .....	45
Cuadro 1.1	Características de los molinos evaluados....	58
Cuadro 4.1	Características de las fracciones del <u>sal</u> vado de arroz en molinos con blanqueo en 1 paso por fricción.....	123
Cuadro 4.2	Características de las fracciones del <u>sal</u> vado mezcla de 4 pasos de blanqueo por abrasión .....	124
Cuadro 4.3	Características de las fracciones del <u>sal</u> vado comercial de arroz.....	125

## INDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1.5	Diagrama general de la elaboración del Arroz palay .....	11
Diagrama 1:	Diagrama de flujo de los molinos "A", "B" "C" y "D" .....	59
Diagrama 2:	Diagrama de flujo de los molinos "D" y "E".	60
Diagrama 3:	Diagrama de flujo de los molinos "F", "G"....	61
Diagrama 4:	Diagrama de flujo de los molinos "H", "I"....	62

## INDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1	Composición química del arroz palay, moreno y blanco .....	7
Tabla 2	Análisis granulométrico de salvados en molinos españoles. ....	18
Tabla 3	Composición química del salvado de arroz comercial. ....	20
Tabla 4	Composición química del salvado en las etapas de elaboración del arroz en Italia, Francia y España. ....	21
Tabla 5	Composición química de la cascarilla de arroz..	23
Tabla 6	Composición química del salvadillo de arroz....	24
Tabla 2.1	Composición granulométrica de los salvados obtenidos en 1 paso por fricción en porcentaje con relación al total de la muestra.....	64
Tabla 2.2	Composición granulométrica del salvado en el molino "A".....	65
Tabla 2.3	Composición granulométrica del salvado en el molino "B".....	66
Tabla 2.4	Composición granulométrica del salvado en el molino "C" .....	67
Tabla 2.5	Composición granulométrica del salvado en el molino "D".....	68
Tabla 2.6	Clasificación neumática de la fracción retenida en la malla 20 en molinos que blanquean en un paso por fricción.....	69
Tabla 2.7	Composición granulométrica de salvados obtenidos con blanqueo en 2 pasos, por abrasión fricción.....	71
Tabla 2.8	Composición granulométrica del salvado en el molino "E".....	72

	Pág.
Tabla 2.9 Clasificación neumática de la fracción de salvado retenida en la malla 20, en molinos con blanqueo en 2 pasos por abrasión-fricción...	73
Tabla 2.10 Composición granulométrica del salvado en el molino "F" en porcentaje con relación al - total de la muestra.....	77
Tabla 2.11 Composición granulométrica del salvado en el molino "F" (salvados del primer, segundo y tercer paso).....	78
Tabla 2.12 Composición granulométrica del salvado en el molino "F" (salvados del cuarto paso, mezcla de 4 pasos y salida de criba).....	79
Tabla 2.13 Composición granulométrica del salvado en el molino "F" (salvado de aspiración y salvado comercial).....	80
Tabla 2.14 Clasificación neumática de la fracción retenida en la malla 20 en el molino "F".....	81
Tabla 2.15 Composición granulométrica del salvado en el molino "G" en porcentaje con relación al total de la muestra.....	82
Tabla 2.16 Composición granulométrica del salvado en el molino "G" (salvado del primer, segundo y tercer paso).....	83
Tabla 2.17 Composición granulométrica del salvado en el molino "G" (salvado del cuarto paso, mezcla de 4 pasos y salida de cribado).....	84
Tabla 2.18 Composición granulométrica del salvado en el molino "G" (salvado de aspiración).....	85
Tabla 2.19 Clasificación neumática de la fracción retenida en la malla 20 en el molino "G".....	86
Tabla 2.20 Composición granulométrica de salvado en el molino "H" .....	89

	Pág.
Tabla 2.21 Composición granulométrica del salvado en el molino "H" (salvados del primero, segundo y tercer paso).....	90
Tabla 2.22 Composición granulométrica del salvado en el molino "H" (salvado del cuarto paso y salvado comercial) .....	91
Tabla 2.23 Clasificación neumática de la fracción de <u>sal</u> vado retenido en la malla 20 en el molino "H"....	92
Tabla 2.24 Composición granulométrica del salvado en el molino "I" en porcentaje con relación al total de la muestra .....	93
Tabla 2.25 composición granulométrica del salvado en el molino "I" (salvados del primero, segundo y tercer paso) .....	94
Tabla 2.26 Composición granulométrica del salvado en el molino "I" (salvados del cuarto paso, de <u>aspi</u> ración y mezcla de 4 pasos) .....	95
Tabla 2.27 Clasificación neumática de la fracción de <u>sal</u> vado retenida en la malla 20 en el molino "I"....	96
Tabla 3.1 Composición química de los salvados obtenidos en un paso por fricción.....	98
Tabla 3.2 Composición química de los salvados en los molinos "A" y "B".....	99
Tabla 3.3 Composición química del salvado en el molino "C".	100
Tabla 3.4 Composición química del salvado en el molino "D"	101
Tabla 3.5 Composición química del salvado obtenido con blanqueo en 2 pasos por abrasión y fricción.....	103
Tabla 3.6 Composición química del salvado en el molino "E"	104
Tabla 3.7 Composición química del salvado en el molino "F"	107
Tabla 3.8 Composición química del salvado en el molino "F" (salvados del primero, segundo y tercer paso)...	108

	Pág.
Tabla 3.9 Composición química del salvado en el molino "F" (salvados del cuarto paso, mezcla de 4 pasos y salida de oriba).....	109
Tabla 3.10 Composición química del salvado en el molino "F" (salvados de aspiración y comercial).....	110
Tabla 3.11 Composición química del salvado en el molino "G".	111
Tabla 3.12 Composición química del salvado del molino "G" (salvados del primero, segundo y tercer paso)....	112
Tabla 3.13 Composición química del salvado en el molino "G" (salvado del cuarto paso, mezcla de 4 pasos y salida de oriba).....	113
Tabla 3.14 Composición química del salvado en el molino "G" (salvado de aspiración).....	114
Tabla 3.15 Composición química del salvado en el molino "H".	116
Tabla 3.16 Composición química del salvado en el molino "H" (salvados del primero, segundo y tercer paso)....	117
Tabla 3.17 Composición química del salvado en el molino "H" (salvados del cuarto paso y mezcla de 4 pasos)....	118
Tabla 3.18 Composición química del salvado en el molino "I".	119
Tabla 3.19 Composición química del salvado en el molino "I" (salvados del primero, segundo y tercer paso)....	120
Tabla 3.20 Composición química del salvado en el molino "I" (salvados del cuarto paso, mezcla de 4 pasos y aspiración).....	121
Tabla 5.1 Composición granulométrica media de salvados obtenidos con blanqueo en un paso por fricción....	128
Tabla 5.2 Composición granulométrica media de salvados obtenidos en el primero y segundo pasos de blanqueo por abrasión. ....	129
Tabla 5.3 composición granulométrica media de salvados obtenidos en el tercero y cuarto paso de blanqueo por abrasión. ....	130

	Pág.
Tabla 5.4 Composición granulométrica media de los salvados mezcla de los 4 pasos y a la salida de la criba...	131
Tabla 5.5 Composición granulométrica media de los salvados de aspiración.....	132
Tabla 5.6 Composición granulométrica media de los salvados comerciales de arroz. ....	133
Tabla 6.1 Composición química media de los salvados obtenidos con blanqueo en un paso por fricción, en porcentaje de materia seca. ....	136
Tabla 6.2 Composición química media de los salvados obtenidos en el primero y segundo paso de blanqueo por abrasión, en porcentaje de materia seca. ....	137
Tabla 6.3 Composición química media de los salvados en el tercero y cuarto pasos de blanqueo por abrasión en porcentaje de materia seca. ....	138
Tabla 6.4 Composición química media de los salvados de las mezclas de 4 pasos de blanqueo y a la salida de la criba, en porcentaje de materia seca. ....	139
Tabla 6.5 Composición química media de salvados de aspiración en porcentaje de materia seca. ....	140
Tabla 6.6 Composición química media de salvados comerciales de arroz en porcentaje de materia seca.....	141
Tabla 7.1 Composición granulométrica de la cascarilla de arroz en los molinos "A", "B" y "C". ....	143
Tabla 7.2 Composición granulométrica de la cascarilla de arroz en los molinos "D", "G" y "F".....	144
Tabla 7.3 Composición granulométrica de la cascarilla de arroz en los molinos "H" e "I".....	145
Tabla 7.4 Composición granulométrica del salvadillo de arroz en los molinos "B" y "F". ....	146

	Pág.
Tabla 7.5 Composición granulométrica del salvadillo de arroz en los molinos "H" e "I". .....	147
Tabla 7.6 Clasificación neumática de la fracción de salvadillo retenida en la malla 20.....	148

## I ANTECEDENTES

### 1 MARCO SOCIOECONOMICO

#### 1.1 PANORAMA MUNDIAL

A nivel mundial el arroz ocupa el segundo lugar en producción, superficie cultivada y en rendimiento por hectárea de cereales. Lu et al, 1980.

Los principales países productores y consumidores de arroz son China, India e Indonesia. El volumen comercializado de este cereal es de poca importancia debido a que los países productores lo destinan al autoconsumo. Lu et al, 1980.

En el período comprendido de 1979-1980 México participó con el 0.13 % de la producción mundial, por lo que su participación fue poco significativa. SPP, 1981.

#### 1.2 PANORAMA NACIONAL

En 1981 el arroz ocupaba el cuarto lugar de la producción nacional de cereales. SPP, 1981.

La producción de arroz se concentra en 17 estados, de los cuales los principales son: Sinaloa, Veracruz, Morelos y Campeche, que aportan el 67 % de la producción nacional. SPP, 1981.

### 1.3 PANORAMA DEL SECTOR ARROCERO

La industria arrocera presenta problemas de operación debido a la insuficiencia de materia prima, rigidez de los precios de garantía y una expansión desordenada de esta industria desde los años cincuenta. Otros problemas que también se presentan es la falta de adiestramiento de personal y el equipo, que en su mayor parte es antiguo y no recibe un mantenimiento adecuado. Hernández, 1976.

En 1977 se reportaron 95 plantas beneficiadoras de arroz, de las cuales 74 estaban en operación. La capacidad instalada total es de 7 995 toneladas por día, ésta no se aprovecha ya que el 29.5 % permanece ociosa. SPP, 1981.

El mayor número de beneficiadoras están localizadas en Sinaloa, Veracruz, Michoacán, Morelos y Campeche. -- SPP, 1981.

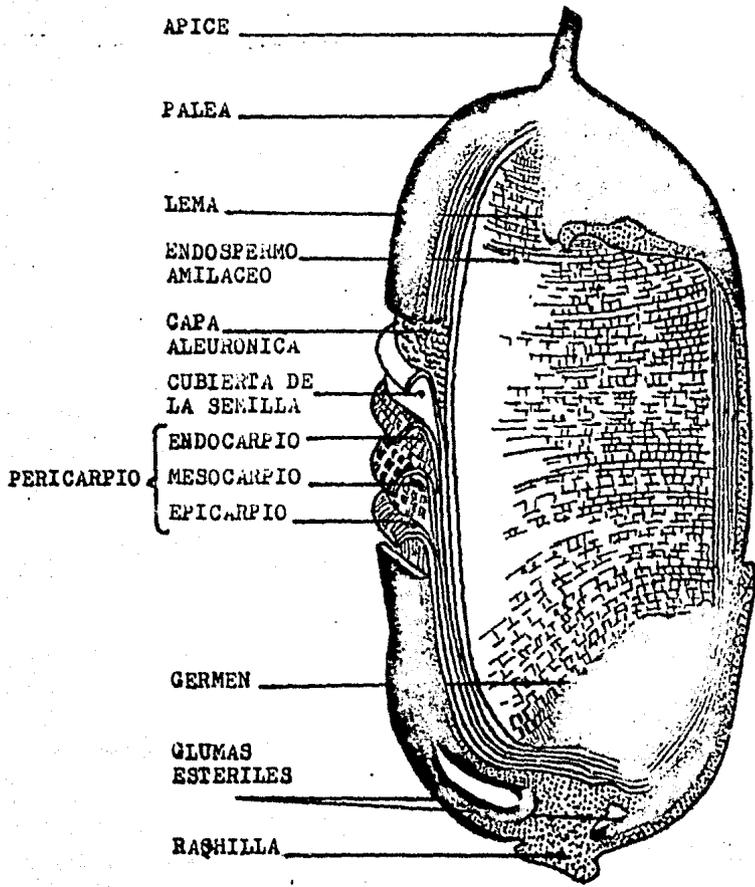
## 2 ESTRUCTURA DEL GRANO DE ARROZ

El arroz, Oryza sativa, es una gramínea de ciclo - anual que mide de 50 a 150 cm, su inflorescencia es una panoja en la que maduran los frutos cubiertos por hojas modificadas, lema, palea y glumas estériles. Primo, 1979.

El pericarpio o sea los tejidos del fruto, se encuentran adheridos firmemente a la semilla y forman su cubierta externa, este tejido es rico en celulosa. Primo, 1979. - Debajo del pericarpio se encuentra el tegmen o testa que está constituido principalmente por lípidos, posteriormente se localiza una capa de células ricas en lípidos y proteínas, conocida como capa de aleurona, enseguida de ésta se tiene el endospermo almidonoso que es de color blanco y constituye la mayor parte de la semilla, las capas externas del endospermo son ricas en glóbulos protéicos, Juliano, 1980.

El embrión o germen se localiza en el extremo del grano adosado a la cara ventral en la parte más baja, lo cubre la capa de aleurona, testa y pericarpio. En esta estructura se encuentran los porcentajes más altos de lípidos y -- proteínas del grano, figura 1. Juliano, 1980.

FIGURA 1 GRANO DE ARROZ.



Fuente: JULIANO O.B., 1972.

### 3 COMPOSICION QUIMICA DEL ARROZ PALAY, MORENO Y PULIDO

Los componentes químicos más importantes del arroz son los carbohidratos, principalmente el almidón. Las proteínas son en mayor porcentaje glutolinas. Las albúminas y globulinas se concentran en la capa de aleurona y el germen. Juliano, 1972.

Los lípidos se encuentran localizados en el germen y en la capa de aleurona, constituidos por triglicéridos, fosfolípidos, ceras y cantidades variables de ácidos grasos. Kent, 1971.

La fibra cruda está constituida principalmente por celulosa. El 95 % de la materia mineral la forman fosfatos y sulfatos de potasio, magnesio y calcio. Kent, 1971.

La trilla consiste en desprender los granos cubiertos por la lema, paja y glumas estériles de las panojas, en este estado el arroz no puede ser empleado en la alimentación del hombre, por lo que se requiere de quitar dichas envolturas externas llamadas en conjunto cascarilla; además para facilitar la conservación, la cocción y el consumo de arroz se le acostumbra quitar el pericarpio, la capa de aleurona, el tegmen y el embrión o germen, que en conjunto reciben el nombre de salvado. Angladette, 1969; Barber et al, 1972; Juliano, 1980.

La composición química así como la terminología para el arroz varían de acuerdo a las prácticas anteriores, por lo que al grano cubierto por la cascarilla se le denomi-

na arroz palay, cuando se le ha desprendido ésta se obtiene - el arroz moreno, al quitar de éste último el salvado queda el arroz pulido o blanco. Barber et al, 1972; Kent, 1971.

Comparando la composición química del arroz moreno y el blanco con el palay, este último tiene un contenido alto de fibra cruda y ceniza, esto se debe a la presencia de cascarrilla en el grano, el resto de los componentes, proteína cruda, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno, se encuentran en cantidades bajas, tabla 1. Angladette, 1969; Juliano 1972.

Si comparamos el arroz palay y el blanco con el -- moreno, encontramos que este último tiene los porcentajes mas altos de proteína cruda y extracto etéreo; las cantidades de fibra cruda y ceniza son notoriamente mas bajas que en el palay, pero mas altas que en el blanco, esto se debe a que el arroz moreno conserva las capas externas y el embrión. Angladette, 1969; Juliano, 1972.

El salvado es rico en vitaminas del complejo B y - minerales como magnesio, potasio, fósforo, fierro y sílice, ( $\text{SiO}_2$ ) estos compuestos son eliminados del grano al retirar el salvado. Angladette, 1969; Juliano, 1980.

El arroz blanco tiene un porcentaje alto de extracto libre de nitrógeno que principalmente es almidón, la cantidad de proteína es muy cercana a la cantidad presente en - el arroz palay. Angladette, 1969; Juliano, 1972.

7 TABLA 1 . COMPOSICION QUIMICA DE ARROZ PALAY , MORENO y BLANCO<sup>a</sup>

% de componente por 100 g. de arroz

TIPO DE ARROZ	HUMEDAD	P.C. <sup>b</sup>	E.E. <sup>c</sup>	F.C. <sup>d</sup>	CENIZA	E.L.N. <sup>e</sup>
PALAY <sup>f</sup>	12.0	8.00	1.90	9.00	6.30	62.70
MORENO <sup>g</sup>	12.0	9.70	2.40	1.10	1.60	73.20
BLANCO <sup>h</sup>	12.0	8.60	0.40	0.30	0.50	78.20

- a) Los resultados están dados en base húmeda .  
 b) Proteína cruda . El factor utilizado fue 5.95 .  
 c) Extracto etéreo .  
 d) Fibra cruda .  
 e) Extracto libre de nitrógeno .  
 f) Angladette , 1969 .  
 g) Kent , 1971 .  
 h) Juliano , 1980 .

#### 4 OPERACIONES POST-COSECHA DEL ARROZ.

Antes de elaborar el grano de arroz son necesarias una serie de operaciones, que influyen en la calidad del producto final así como en las características de los subproductos. Angladette, 1969.

Las operaciones preliminares a la elaboración mas importantes son:

##### 4.1 COSECHA

El tiempo de la cosecha afecta la calidad y cantidad del grano, el momento óptimo para efectuarla varía con las condiciones climáticas, con las características de la variedad y con las condiciones de campo. Se ha encontrado que el arroz se debe cosechar cuando el grano tenga una humedad entre el 19 y 26 %, evitando una madurez excesiva, ya que de esta forma se disminuye el porcentaje de grano fisurado que baja el rendimiento de grano entero. El grano quebrado muchas veces va a parar a los subproductos. Angladette, 1969; Wasserman et al, 1972; Esmay et al, 1979.

##### 4.2 SECADO

En el secado la humedad se debe de disminuir entre 12 - 14 % y dependerá del tiempo que se quiera guardar el grano, se deben evitar los gradientes de humedad acentuados entre el centro del grano y la superficie del mismo, ya que esto ocasiona una tensión interna que causa fisuras y --

provoca que el grano se rompa durante la elaboración. El secado por etapas con reposo evita lo anterior. Wasserman et al 1972.

El secado se puede llevar a cabo al sol o en seca-doras continuas con aire caliente a una temperatura aproxima da de 50°C, este último método es el más usual. Esmay et al, 1970.

#### 4.3 ALMACENAMIENTO

El arroz no se blanquea después del secado, por lo que es necesario almacenarlo entre estas dos etapas. Anglade tte, 1969. El grano se debe guardar bajo una estructura que prevenga la entrada de insectos y roedores, además este lugar deberá poseer una ventilación adecuada para evitar calenta mientos y acumulación de agua que se producen durante la respiración del grano. IRRI, 1968; Wasserman et al, 1972.

## 5 PROCESO DE ELABORACION DEL ARROZ

Para desprender el salvado y la cascarilla del arroz palay se utilizan máquinas que pueden quebrar una cantidad - del mismo, por lo que se dice que el proceso de elaboración del arroz tiene como objetivo la producción de arroz entero pulido con la obtención de una cantidad mínima de granos quebrados. Angladette, 1969.

La elaboración del arroz se lleva a cabo básicamente en cuatro operaciones, limpieza, descascarillado, blanqueo y clasificación; de las cuales solo el descascarillado y el blanqueo son específicas de este proceso. Existen otras operaciones auxiliares como son la separación de cascarilla y - la separación de arroz palay, las cuales se efectúan después del descascarillado. Angladette, 1969; Spandaro et al, 1980.

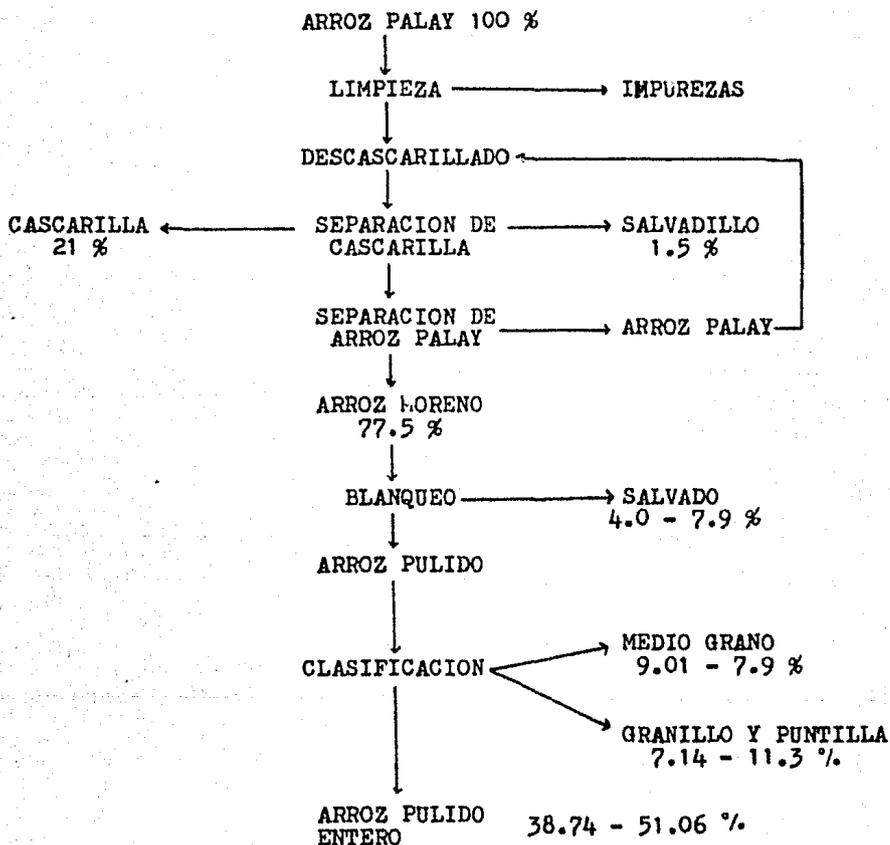
El proceso en conjunto consiste en las siguientes operaciones, diagrama 1.5.

### 5.1 LIMPIEZA

El objetivo de ésta es eliminar todo el material diferente de arroz palay como son paja, tierra, otras semillas, metales, etcétera; con el fin de proteger el resto del equipo y mejorar la calidad del producto final. Angladette, 1969.

En esta operación se pueden usar separadores magnéticos, aspiradores, cribas y cribas con aspiración; estas -- últimas son las mas comunes. Angladette, 1969; Spandaro et al, 1980.

DIAGRAMA 1.5 DIAGRAMA GENERAL DE LA ELABORACION DEL ARROZ PALAY



FUENTE : Diagrama : Spandaro et al , 1980  
 Porcentajes : Delgado , 1982

## 5.2 DESCASCARILLADO

En esta operación la cascarilla se retira del arroz palay. Se puede llevar a cabo principalmente en dos tipos de máquinas:

a) Descascarilladores de discos. Consta de dos discos, uno fijo y otro móvil; el arroz palay se alimenta en forma vertical y sale horizontalmente siguiendo la fuerza centrífuga. En este tipo de equipo la cascarilla es retirada por --fricción al ponerse en contacto con una superficie abrasiva. Angladette, 1969; Spandaro et al, 1980.

b) Descascarilladores de rodillos. Aquí la cascarilla es retirada por fuerza de presión y abrasión que ejercen sobre el grano dos rodillos que giran a diferentes velocidades y direcciones. En este aparato se obtiene un porcentaje mayor de arroz entero que en el descascarillador de discos, --por lo que es el mas común en los molinos. Angladette, 1969; Spandaro et al, 1980.

Independientemente del tipo de máquina utilizada, para evitar roturas excesivas en el grano no se descascara --el 100 % del arroz palay, por lo que el material de descarga de la descascarilladora esta constituido por una mezcla de --arroz palay, arroz moreno entero, moreno quebrado, cascari--lla y una fracción conocida como salvadillo, que contiene --fragmentos de lema, palea, glumas estériles, barba e inclu--ye una parte de pericarpio y algo de germen. Spandaro, 1980.

### 5.3 SEPARACION DE CASCARILLA

La mezcla proveniente de la descascarilladora pasa a través de una criba con aspiración, en la cual la cascarilla se retira por medio de una corriente de aire que la lleva a un ciclón separador para su descarga final. El equipo tiene una serie de cribas para ayudar a separar el salvadillo del arroz palay y del moreno. Angladette, 1969; Esmay et al 1979.

Este equipo tiene tres salidas, la de cascarilla, la de salvadillo y la de arroz palay y moreno. En esta operación se obtienen por separado los dos primeros subproductos: salvadillo y cascarilla. Angladette, 1969.

### 5.4 SEPARACION DE ARROZ PALAY

Para mejorar la calidad del producto final es necesario separar el arroz moreno del palay.

El separador usado aprovecha la diferencia en tamaño, rugosidad, densidad y elasticidad entre el arroz palay y el moreno, ya que el primero es menos denso y mas elástico que el segundo. Angladette, 1969; Esmay et al, 1979.

El arroz palay separado se retorna a la descascarilladora y el moreno continúa en el proceso. Angladette, 1969; Esmay et al, 1979.

## 5.5 BLANQUEO

El blanqueo a nivel industrial se puede realizar en dos tipos de máquinas, abrasivas y de fricción, las que operan con diferente principio para retirar el salvado del arroz moreno. Angladette, 1969; Spandaro et al, 1980.

a) Máquinas abrasivas. El blanqueo se efectúa haciendo pasar el arroz moreno entre una malla metálica y una superficie abrasiva, cono o cilindro, que gira a una velocidad alta; el salvado desprendido pasa a través de la malla. Angladette, -- 1969; Spandaro et al, 1980.

b) Máquinas por fricción. Constan básicamente de una malla y un rotor que va a impartir movimiento al arroz moreno, - la fricción causada por el rozamiento de un grano contra otro bajo presión va a retirar el salvado del arroz moreno. Se hace pasar una corriente de aire con el fin de favorecer el retiro del salvado adherido al grano, así como de las partículas libres, enfriar el grano de arroz y prevenir el calentamiento - del equipo. Angladette, 1969; Spandaro et al, 1980.

El blanqueo del arroz se puede llevar a cabo en una o varias etapas, pero se prefiere este último arreglo debido a que produce un porcentaje mayor de grano entero a comparación del primero. Spandaro et al, 1980. El arreglo por etapas retira las capas externas y el germen poco a poco en máquinas separadas y operadas en serie. Angladette, 1969; Spandaro et al 1980.

Durante el blanqueo no se puede evitar totalmente el

rompimiento de los granos, por lo que los granos rotos estarán expuestos a la abrasión y a la fricción, reduciendo de este modo mas su tamaño y pasando a través de la malla junto con el salvado. Spandaro et al, 1980.

El salvado que pasa a través de las mallas de las blanqueadoras esta formado por pericarpio, capa de aleurone, germen, grano quebrado, fragmentos de endospermo y partículas de cascarilla. Barber et al, 1972.

El grano blanqueado se puede pasar a unas máquinas llamadas pulidoras con el fin de retirar las partículas adheridas y darle mejor apariencia, el subproducto que se obtiene de este equipo se le conoce con el nombre de pulido y tiene una composición química similar a la del salvado. Angladette, 1969.

## 5.6 CLASIFICACION

Una parte importante de la calidad del arroz en el comercio esta dada por el porcentaje de grano entero; el arroz de alta calidad tendrá un porcentaje alto de grano entero, por eso es necesario clasificar el arroz que sale de las blanqueadoras.

La clasificación se lleva a cabo en dos operaciones de separación, la primera se realiza en cribas donde se separan los trozos mas pequeños a los que se les da el nombre de puntilla. Posteriormente el arroz entero y los quebrados de mayor tamaño pasan a cilindros alveolados donde se separa el arroz entero del medio grano y de los granos quebrados que conservan la forma del medio grano pero no llegan a tener su tamaño, conocidas con el nombre de granillo. Barber et al, 1980; Houston, 1972.

## 6 CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUBPRODUCTOS DEL ARROZ.

Durante la elaboración del arroz palay se obtienen como subproductos cascarilla, salvadillo, salvado, puntilla y granillo. Barber et al, 1972.

### 6.1 SALVADO

Las mejores condiciones de manejo, almacenamiento, estabilización y secado en el salvado de arroz se deben determinar en base a sus características físicas, estas propiedades son muy variables debido a que el salvado de arroz es una mezcla de partículas de tamaños y propiedades muy distintas que cambian según sea el tipo de blanqueadora usada y las prácticas y tratamientos que sigue cada molino. Barber et al, 1980.

El diámetro de partícula del salvado está influido por el tipo de blanqueadora, ya que si se utilizan máquinas por fricción el tamaño de partículas del salvado serán mayores a comparación de las obtenidas en las máquinas abrasivas. Barber et al, 1974; Barber et al, 1980.

Se ha encontrado que cuando el blanqueo se lleva a cabo por pasos, la distribución del tamaño de partículas y la densidad varían en cada fase del proceso. Por ejemplo en el blanqueo por abrasión en 4 pasos conforme el arroz se elabora la densidad se incrementa de 0.19 a 0.43 g/cm<sup>3</sup>. Houston, 1972.

La distribución del diámetro de partículas en molinos

españoles ejemplifica la variación en el proceso, tabla 2, en los dos primeros pasos cerca del 70% del salvado tiene un diámetro de partícula menor a  $420 \mu$ ,  $0.42 \text{ mm}$ , y en los dos últimos es mayor a esa cifra. Barber et al, 1974.

Las características del salvado obtenido del arroz -- sancochado<sup>1</sup> varían con las condiciones del tratamiento que se le da al arroz palay, éste tipo de salvado se obtiene en hojuelas que tienen un tamaño de partícula mayor que el salvado obtenido del arroz sin tratamiento. Barber et al, 1974.

Después de la elaboración, el salvado obtenido se puede estabilizar<sup>2</sup>, debido a este tratamiento las partículas de salvado tienden a aglomerarse lo que conduce a que presenten una densidad y un tamaño de partícula mayor que los salvados sin estabilizar. Barber et al, 1974; Houston, 1972.

## 6.2 CASCARILLA

La cascarilla es generalmente de color dorado, aunque también puede ser ligeramente blanca, café rojizo u ocre, su longitud es de 5 a 10 mm y su anchura es de 2.5 a 5 mm y tiene una densidad de  $0.096$  a  $0.1 \text{ g/cm}^3$ . Houston, 1972; Barber et al, 1974; Beagle, 1978.

Nota 1.- Sancochado: Tratamiento hidrotérmico que sirve para aumentar el rendimiento de arroz entero a partir de arroz palay y prevenir pérdida de nutrientes durante la elaboración. Barber et al, 1972.

Nota 2.- Estabilización: Tratamiento hidrotérmico con calor húmedo para evitar la deterioración del salvado. -- Barber et al, 1972.

TABLA 2 . ANALISIS GRANULOMETRICO DE SALVADOS EN MOLINOS ESPAÑOLES

ETAPA/DIAMETRO DE PARTICULA	840 $\mu$ %	840-595 $\mu$ %	595-420 $\mu$ %	420-297 $\mu$ %	297-210 $\mu$ %	210-149 $\mu$ %	149 $\mu$ %
1" PASO	14.3	2.8	5.5	20.1	26.1	27.4	3.8
2" PASO	10.2	8.1	12.4	20.7	25.2	20.3	3.2
3" PASO	22.1	15.7	17.3	11.4	16.2	13.4	3.9
4" PASO	21.3	15.0	16.2	7.5	8.7	17.7	13.6
MEZCLA 4 PASOS	13.8	6.7	9.9	18.5	23.5	23.2	4.4
SALVADO COMERCIAL	0.2	3.0	11.9	22.6	28.7	28.2	5.4

NOTA : El salvado comercial no tiene germen .

FUENTE : Barber , 1974 .

## 7 COMPOSICION QUIMICA DE LOS SUBPRODUCTOS DEL ARROZ

### 7.1 SALVADO

La composición química del salvado de arroz es muy variable en los datos reportados, tabla 3.

El constituyente principal del salvado es el extracto libre de nitrógeno, más del 40 %, por lo que se considera un alimento energético. Barber et al, 1974; Primo et al, 1976.

La composición química del salvado no es constante durante la elaboración del arroz, tabla 4; por ejemplo cuando el blanqueo se realiza en cuatro pasos por abrasión, se ha encontrado que en el primer paso y a veces hasta el segundo se concentran los porcentajes mas altos de fibra cruda, extracto etéreo y ceniza. Houston, 1972; Barber et al, 1972. El extracto libre de nitrógeno varía notablemente en cada punto del proceso y la menor cantidad de éste se localiza en los dos primeros pasos. Angladette, 1969; Barber et al, 1972; Houston 1972.

### 7.2 CASCARILLA

La cascarilla no observa una composición química constante, tabla 5, lo que se atribuye a diferentes causas como son la variedad, tratamiento que se le haya dado al arroz antes de la elaboración y al equipo utilizado en el descascarillado. Beagle, 1974.

El componente principal de la cascarilla es la fibra

TABLA 3 . COMPOSICION QUIMICA DEL SALVADO DE ARROZ COMERCIAL <sup>a</sup>

P.C. <sup>b</sup> (%)	E.E. <sup>c</sup> (%)	F.C. <sup>d</sup> (%)	CENIZA (%)	ELN <sup>e</sup> (%)	REFERENCIA
12.76-16.33	15.65-20.85	8.99-12.59	10.20-12.27	40.70-46.66	Angladette, 1969
12.96-16.76	14.48-16.94	9.40-10.33	8.65- 9.87	47.40-52.90	Primo , 1970
11.20	5.90	10.00	17.90	54.60	Tejada , 1980
14.36	16.69	12.16	12.04	44.75	INIP , 1982
14.95	15.17	7.08	7.87	54.94	INIP , 1982
11.20-16.76	5.9-20.85	6.79-12.59	7.87-17.90	40.70-54.94	INTERVALO

- a) Los resultados están dados en base seca .  
 b) Proteína cruda . El factor proteína fué 5.95 .  
 c) Extracto etéreo .  
 d) Fibra cruda .  
 e) Extracto libre de nitrógeno .

TABLA 4 . COMPOSICION QUIMICA DEL SALVADO EN LAS ETAPAS DE ELABORACION DEL ARROZ EN ITALIA, FRANCIA Y ESPAÑA .

‰ MATERIA SECA .

ETAPA/COMPONENTE	P.C.	E.E.	F.C.	CENIZA	ELN	REFERENCIA
ITALIA						
1" PASO	13.17	16.96	12.99	10.58	46.30	Galbiati et al , 1956
2" PASO	13.34	16.72	11.46	10.01	48.87	
3" PASO	12.60	13.59	11.08	9.73	53.00	
FRANCIA ( Variedad balilla )						
1" PASO	13.41	20.56	10.50	10.61	24.62	Angladette , 1969 .
2" PASO	14.24	18.94	5.76	9.18	35.03	
3" PASO	14.41	14.72	3.17	6.84	44.72	
4" PASO	13.42	10.41	2.45	5.52	58.55	
ESPAÑA						
1" PASO	17.03	17.65	10.51	9.82	45.00	Primo , 1970
2" PASO	17.63	17.11	10.73	9.37	45.2	
3" PASO	16.97	16.45	5.72	8.35	52.5	
4" PASO	16.74	14.23	5.67	7.49	55.9	

cruda, 37.8 a 53.4 %, que en su mayor parte es celulosa. Beagle, 1978. El segundo componente en importancia es el extracto libre de nitrógeno, el porcentaje de ceniza es mayor a 15 %, la que esta constituida en un 93 % por óxido de silicio, - Beagle, 1978.

El extracto etéreo y la proteína cruda se encuentran en un porcentaje muy bajo, de 2 a 5 % de proteína y de 0.3 a - 1.2 % de extracto etéreo. Primo et al, 1970; Beagle, 1978.

### 7.3 SALVADILLO

La composición química así como la cantidad recolectada de salvadillo dependen directamente del equipo utilizado en el descascarillado, ya que si se utiliza un descascarillador de discos se produce de 1 a 2.5 % de salvadillo, con respecto al palay con un porcentaje de fibra cruda alrededor de 20 %; en el caso que se utilice el descascarillador de rodillos se produce menos del 0.5 % de salvadillo, con respecto al palay, con una composición química similar a la de la cascarilla. -- Barber et al, 1980; Beagle, 1978.

La proteína cruda y el extracto etéreo presentan mucha variación, lo que se atribuye al tipo de descascarillador utilizado, tabla 6. Barber et al, 1980; Primo et al, 1970.

TABLA 5 . COMPOSICION QUIMICA DE LA CASCARILLA DE ARROZ

% MATERIA SECA .

P.C. <sup>a</sup>	E.E. <sup>b</sup>	F.C. <sup>c</sup>	CENIZA	ELN <sup>d</sup>	REFERENCIA
4.84	0.38	53.36	15.38	26.04	Primo , 1970
2.52	0.78	45.28	15.24	36.18	Primo , 1970
2.18	0.56	49.92	20.32	27.02	Primo , 1970
2.80	1.26	40.24	20.20	34.61	Tejada , 1980
2.18-4.84	0.38-1.26	40.24-53.36	15.24-20.32	26.04-34.13	INTERVALO

a) Proteína cruda . El factor de proteína fué 5.95

b) Extracto etéreo .

c) Fibra cruda .

d) Extracto libre de nitrógeno .

TABLA 6 . COMPOSICION QUIMICA DEL SALVADILLO DE ARROZ

% MATERIA SECA .

P.C. <sup>a</sup>	E.E. <sup>b</sup>	F.C. <sup>c</sup>	CENIZA	ELN <sup>d</sup>	REFERENCIA
11.86	5.42	20.05	13.54	49.13	Tejada , 1980
4.37	0.88	47.12	14.97	31.80	Primo , 1970
8.10-11.60	6.50-10.4	14.80-22.60	11.20-20.40	31.0-40.3	Barber et al , 1980
4.37-11.66	0.88-10.4	14.80-47.02	12.50-20.4	31.0-45.35	INTERVALO

a) Proteína cruda . El factor de proteína utilizado fué 5.95 .

b) Extracto etéreo .

c) Fibra cruda .

d) Extracto libre de nitrógeno .

## 8 USOS DE LOS SUBPRODUCTOS DEL ARROZ

### 8.1 SALVADO

Un punto muy importante para cualquier uso que se le - de al salvado es que se estabilice, ya que los lípidos del mig mo se alteran fácilmente a una velocidad de 1 % por hora, además durante la hidrólisis y oxidación de las grasas se producen sustancias tóxicas. Tortosa et al, 1977.

El salvado se utiliza en las formulaciones de alimentos balanceados para animales, en la obtención de aceite comeg tible, en panadería y fabricación de pastas, en obtención de concentrados proteícos y dentro de la formulación de medios de cultivo. Tortosa et al, 1977.

### 8.2 CASCARILLA

El problema que presenta este subproducto en su utili zación es que no se ha encontrado una forma económica que con- suma en gran escala las cantidades que se producen. Barber et al 1974.

Los usos mas frecuentes de la cascarilla son para -- combustible y como cama para pollos. Esmay et al, 1979.

### 8.3 SALVADILLO

Este subproducto no se produce en un volumen importan te por lo que la práctica mas generalizada es la de incorporar lo al salvado comercial. Barber et al, 1980.

## 9 FUENTES DE VARIACION EN LA COMPOSICION FISICA Y QUIMICA DE LOS SUBPRODUCTOS DEL ARROZ

El problema principal para dar un uso adecuado a los subproductos del arroz son las variaciones en la composición química y física, estos cambios se atribuyen a diferentes factores que se reúnen en tres grupos: factores asociados al grano, factores asociados al proceso de molienda y el procesamiento a que se sometió el grano y/o el salvado. Barber et al 1974.

### 9.1 FACTORES ASOCIADOS AL GRANO

Las condiciones de clima y suelo donde se desarrolla el grano y los cambios genéticos que dan origen a una variedad son factores que pueden alterar la composición del grano. Los cambios en la composición tienen dos orígenes:

#### a) Químico.

- La media de la composición química del grano de arroz.
- La distribución de los componentes químicos dentro del grano de arroz.

#### b) Físico

- Espesor de las capas anatómicas.
- Tamaño y talla de los granos.
- Resistencia de los granos al rompimiento.

## 9.2 FACTORES ASOCIADOS AL PROCESO DE MOLIENDA

Las características de los subproductos se ven afectadas por las etapas previas a la elaboración, ya que estas — llevadas a cabo en forma incorrecta incorporan material extraño o elevan la cantidad de grano quebrado. IRRI, 1968. A continuación se enumeran estas etapas.

- Operaciones precosecha.- Pueden adicionar semillas silvestres. IRRI, 1968.
- Cosecha.- Puede adicionar granos inmaduros, de tamaño y talla menor al deseado, así como grano fisurado por llevar a cabo la cosecha fuera de tiempo. Wasserman et al, 1972.
- Secado.- Durante éste el grano se puede fisurar. Wasserman et al, 1972.
- Almacenamiento.- Puede adicionar insectos y trozos de grano dañado. Wasserman et al, 1972.

El grano fisurado posteriormente se romperá en la elaboración y de esta forma, junto con el grano inmaduro, puede atravesar la malla de las blanqueadoras junto con el salvado.

Los puntos principales de la elaboración que influyen en la composición son el descascarillado y el blanqueo que afectan en la siguiente forma:

### - Descascarillado

Si se utiliza un descascarillador de rodillos no se

producirá salvadillo o en el caso que se produzca será una cantidad menor al 0.5 % y en su mayor parte estará constituido por trozos de cascariilla y raquilla. Angladette, 1969; Witte, 1972.

El descascarillador de <sup>discos</sup> rodillos genera un porcentaje de hasta 2.5 % de salvado, constituido por trozos de cascariilla, grano roto, germen y algo de salvado. Witte, 1972.

Las características, así como la composición física y química de cada uno de estos salvadillos serán diferentes.

#### - Blanqueo

El método de blanqueo y el número de pasos en que se lleva a cabo influyen en el tamaño de partículas, densidad del salvado y porcentaje de grano roto. Barber et al, 1980.

En algunos molinos para ayudar a la molienda se adiciona carbonato de calcio, yeso o cascariilla, lo que incorpora materia mineral al salvado. Witte, 1972; Barber et al, 1974.

Las condiciones de molienda afectan el grado y uniformidad de elaboración, ya que los granos son geoméricamente irregulares y no se puede blanquear toda la superficie al mismo tiempo, además hay gradientes de concentración de los componentes químicos dentro del grano. Witte, 1972; Barber et al, 1974.

### 9.3 CUALQUIER PROCESAMIENTO QUE SE LE HAGA AL GRANO ANTES DE SU ELABORACION O AL SALVADO UNA VEZ OBTENIDO.

Cuando el arroz se somete al sancochado, el salvado obtenido tiene un porcentaje mayor de aceite a compara--ción del salvado ordinario, además de poseer una mayor estabilidad de los lípidos. Houston, 1972.

El salvado obtenido del blanqueo puede ser sometido a diversos procesos, según la práctica molinera de cada país, puede ser degerminado y/o desengrasado; ambas operaciones disminuyen el contenido de extracto etéreo del salvado y lo hace mas estable para el consumo humano y animal. Primo, 1970; Barber et al, 1974.

Otra práctica en el salvado es la adulteración la cual se realiza con la adición de cascarilla, que eleva el contenido de fibra cruda y ceniza. Barber et al, 1974; Tortosa et al, 1977.

## 10 SITUACION NACIONAL DE LOS SUBPRODUCTOS DEL ARROZ.

Los subproductos del arroz que se obtienen en mayor volumen son la cascarilla y el salvado, 21 % y 7 % respectivamente en relación al palay. Delgado, 1982.

La cascarilla tiene un contenido alto de fibra cruda, 45 %; y cenizas, 15 %, compuestas en un 95 % por sílice en forma de  $\text{SiO}_2$ ; por lo que su uso es limitado en alimentación animal. Primo et al, 1970; Beagle, 1978.

En un mismo molino se pueden producir distintos tipos de salvado con características químicas diferentes, lo que ocasiona que este subproducto pueda tener varios usos en función de sus características químicas. Barber et al, 1974.

La información acerca de estos subproductos del arroz en México es escasa y no se conocen el tipo de subproductos que se generan en los molinos.

## II O B J E T I V O S

- 1.- Ubicar el origen de los subproductos en los diagramas de flujo básicos correspondientes a los molinos muestreados.
  
- 2.- Hacer una evaluación preliminar de los subproductos del arroz (salvado, salvadillo y cascarilla) que comprenda los siguientes aspectos:
  - a) Análisis granulométrico de los subproductos.
  
  - b) Identificación de los componentes físicos más importantes en los diferentes subproductos.
  
  - c) Obtener la composición química del salvado comercial y en las etapas de blanqueo.

### III MATERIALES Y METODOS

#### 1.- MATERIALES

##### 1.1 SALVADO, SALVADILLO Y CASCARILLA.

Para la evaluación de salvado, cascarilla y salvadillo de arroz, se dividió al país por zonas productoras de arroz, agrupando 3 zonas:

- I. Zona noroeste
- II. Zona centro
- III. Zona golfo-sureste

Se trabajó con un total de 9 molinos repartidos en las 3 zonas. Los molinos elegidos fueron aquellos que dieron todo tipo de ventajas para el muestreo y por su ubicación -- ofrecían facilidad 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.

En cada molino se recolectaron 3 lotes, transcurriendo un mes aproximadamente entre la obtención de un lote y otro. El muestreo se llevó a cabo a pie de molino, junto con la recopilación de la información relativa a variedades y diagramas de flujo de cada molino, para ubicar el tipo y origen de los subproductos que se generan.

Los subproductos con que se trabajó se muestran en los cuadros 1 y 2.

La evaluación contempló el análisis granulométrico

del salvado, cascarrilla y salvadillo bajo diferentes condiciones, con el fin de conocer el tipo de componentes físicos así como cuantificarlos.

El análisis bromatológico se realizó únicamente al salvado, ya que este subproducto ofrece características atractivas para la extracción de aceite.

CUADRO 1. ORIGEN DE LOS SUBPRODUCTOS DEL ARROZ, SALVADO  
SALVADILLO Y CASCARILLA.

ESTADO	MOLINO	VARIEDAD	PASOS DE ELABORACION	SUBPRODUCTOS OBTENIDOS
S i n a l o a	A	Navolato A-71	1	-cascarilla -salvado de blanqueadora
	D	Navolato A-71	1,2	-cascarilla -salvado de blanqueadora
	F	Navolato A-71	4	-cascarilla -salvadillo -salvado de blanqueadoras -salvado mezcla -salvado cribado -salvado de aspiración -salvado comer- cial.
Sinaloa	G	Navolato A-71	4	-cascarilla -salvados de blanqueadoras -salvado mezcla -salvado cribado -salvado de as- piración
Colima	E	Le Bonnet	2	-cascarilla -salvado de blanqueadoras

CUADRO 2. ORIGEN DE LOS SUBPRODUCTOS DE ARROZ, SALVADO  
SALVADILLO Y CASCARILLA.

ESTADO	MOLINO	VARIEDAD	PASOS DE ELABORACION	SUBPRODUCTOS OBTENIDOS
Morelos	B	Morelos A-70	1	-cascarilla -salvadillo -salvado de blanqueadora
Veracruz	C	Milagro filipino	1	-cascarilla -salvado de blanqueadora
Veracruz	H	Navolato A-71 Sinaloa A-68	4	-cascarilla -salvadillo -salvados de blanqueadoras -salvado mezcla
Campeche	I	Navolato A-71	4	-cascarilla -salvadillo -salvados de blanqueadoras -salvado mezcla -salvado de aspiración

**1.2 EQUIPO DE LABORATORIO**

Vibrador TYLER RX 24

Vibrador CENCO-MEIZER, 50-60 ciclos, escala 1 a 6.

Separador neumático HT. Mc. Gill INC. 797-08C-709

Balanza digital METTLER PC-440 (0.01 g)

Microscopio estereoscópico OLIMPUS, VI-II, 230026

Balanza granataria OHAUS.

Tamices DUVESA, mallas:

10, abertura 1.68 mm

20, " 0.84 mm

40, " 0.42 mm

60, " 0.25 mm

Balanza analítica SARTORIUS

Mufla de incineración.

Estufa de aire forzado.

Aparato de Kjeldhal (Digestor y destilador) LAB. Co.

Aparato de Soxhlet 24/45.

Digestor de fibra cruda. LAB. Co.

## 2.- METODOS

### 2.1 DEFINICIONES

LOTE: Se considera como el intervalo de tiempo que opera un molino a flujo constante, y durante el cual se efectúa el muestreo de la salida o entrada de cada máquina.

MUESTRA PRIMARIA: Se considera como la cantidad o volumen de salvado, salvadillo o cascarilla extraída de un lote en un solo punto, pudiendo corresponder a una sola toma manual.

MUESTRA AGREGADA: Cantidad de salvado, salvadillo o cascarilla formada por muestras primarias.

MUESTRA DE LABORATORIO: Parte de la muestra agregada que se destina a las evaluaciones de calidad y de otro tipo, procedente de una división manual por cuarteo.

### 2.2 TOMA DE MUESTRA

Se tomó como base el diagrama de flujo de cada moli no para establecer los puntos de muestreo en:

- a) Blanqueadoras
- b) Mezclas comerciales de subproductos
- c) Descascarilladoras

#### 2.2.1 MUESTRA DE CASCARILLA

La muestra se recolectó en la tolva donde se despachan o cargan camiones.

El muestreo se llevó a cabo tomando manualmente la cascarrilla a la entrada o a la salida de la tolva, buscando que represente un período de operación del molino.

#### 2.2.2 MUESTRA DE SALVADILLO

La muestra de salvadillo se tomó en forma manual a la salida de la tolva donde se recolecta para su empaque en sacos.

#### 2.2.2 MUESTRA DE SALVADO

Las muestras fueron tomadas en:

- a) Salida de máquina, como es el caso de salvado de blanqueadoras, salvado de salida de criba y salvado de aspiración.
- b) Entrada o salida de tolva, para el salvado mezcla de 4 pasos de blanqueo y salvado comercial.

### 2.3 PREPARACION DE LA MUESTRA

Las muestras para el laboratorio se prepararon de la siguiente forma:

Las muestras primarias se mezclaron, lo que dió lugar a las muestras agregadas, que pesaron entre 6 y 3 Kg.

Una vez obtenida la muestra agregada se mezcló y se redujo de tamaño por cuarteo, para lo cual se extendió en un plástico y se dividió en 4 partes iguales, se mezclaron las 2 partes diagonalmente opuestas, eliminando las otras 2 y así sucesivamente hasta que el tamaño de los cuartos fue de aproximadamente 1 Kg, ésta fue la muestra de laboratorio.

### 2.3.1 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 muestra en función del diagrama de flujo.

### 2.3.2 RECEPCION DE LAS MUESTRAS EN EL LABORATORIO

#### 2.3.2.1 CASCARILLA

La muestra se pesó en una balanza granataria y posteriormente se extendió en una cartulina con el fin de observar los atributos siguientes:

a) Color.

Se consideró homogéneo cuando predominó un color y heterogéneo si había la presencia de 2 o más colores. Los colores que se pudieron observar fueron verde, café claro y café oscuro.

c) Componentes físicos más evidentes.

Se observaron los componentes que formaban la muestra: cascarilla, salvadillo, paja gruesa, paja fina, otras semillas y cascarilla de semillas extrañas.

c) Insectos.

Se observó la muestra para detectar la presencia de insectos vivos o muertos.

#### 2.3.2.2 SALVADILLO

La muestra se pesó, se extendió en una cartulina y se observaron los atributos siguientes:

a) Componentes físicos más evidentes.

Como son cascarilla, raquilla, arroz moreno entero y quebrado y cascarilla de otras semillas.

b) Homogeneidad.

Muy homogéneo cuando no había mucha variación en los tamaños de partícula de la muestra, de tal manera que no se -  
lograban distinguir los componentes por tamaño ni por color.

Poco homogéneo cuando había mucha variación en el -  
tamaño de partículas y el color de los componentes.

c) Insectos

Se removió la muestra buscando la presencia de insectos vivos.

d) Otros

Se tomó en cuenta el olor siempre y cuando este -  
fuera rancio.

### 2.3.2.3 SALVADO

Se procedió en la misma forma que en el salvadillo y en la cascarilla antes de pasar a la observación de los atributos.

a) Homogeneidad

Se tomó la misma clasificación que en los otros casos.

## b) Olor.

Los olores que se pueden presentar son los siguientes:

- Característico . Olor dulce y agradable.
- Rancio
- A humedad
- A fumigante o insecticida.

## c) Componentes físicos más evidentes.

Como son semillas extrañas, arroz entero semielaborado, granillo, germen, cascarilla y salvado.

## d) Insectos vivos

Se procedió en la misma forma que en el salvadillo.

## e) Color

Se encontraron 3 colores: café claro, oscuro y verdoso.

## 2.3.3 CONSERVACION DE LAS MUESTRAS

Después de la inspección las muestras se fumigaron para conservarlas y evitar la proliferación de insectos en el almacenamiento.

El tratamiento de fumigación consistió en colocar las muestras en una cámara de cierre hermético, acomodandolas de tal manera que se favoreciera 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 esta atmósfera durante 48 horas.

Después de este tratamiento las muestras fueron - almacenadas en recipientes de plástico con cierre hermético a la temperatura ambiente.

## 2.4 ANALISIS FISICOS

### 2.4.1 GRANULOMETRIA

#### 2.4.1.1 CASCARILLA

La muestra se mezcló en una bolsa de plástico en forma manual, se pesaron 3 porciones de 100 g cada una y se cribaron en la malla 20 durante 5 minutos en un vibrador marca TYLER. Se obtuvieron 2 fracciones, la retenida en la malla 20 (R-20) y la que pasa la malla 20 (P-20).

Cada una de las fracciones se pesaron en una balanza digital.

#### 2.4.1.2 SALVADILLO

La muestra se mezcló en la misma forma que en la cascarilla, se pesaron 3 porciones de 100 g cada una, cada porción se cribó en las mallas 20, 40 y 60 durante 10 minutos a toda la capacidad de un vibrador CENCO-MEIZER.

Las fracciones que se obtuvieron fueron las retenidas en las mallas 20, 40 y 60 (R-20, R-40 y R-60) y la fracción que pasa la malla 60 (P-60), cada una de éstas se pesaron en una balanza digital.

La fracción R-20 se separó en ligeros y pesados en un ciclón aspirador, los pesados se hicieron pasar 2 veces por el aspirador, los ligeros obtenidos después de este tra-

tamiento se hicieron pasar 3 veces por el aspirador. Se jun taron los pesados por un lado y los ligeros por otro y se pe saron en una balanza digital.

#### 2.4.1.3 SALVADO

La muestra se mezcló manualmente y se pesaron 3 - porciones de 100 g cada una, cada porción se sometió a un cribado haciendola pasar por las mallas 10, 20, 40 y 60 durante 5 minutos en un vibrador CENCO-MEIZER, colocando la escala en el número 6.

Las fracciones que se obtuvieron fueron las reteni das en las mallas 10, 20, 40 y 60 (R-10, R-20, R-40 y R-60), todas la fracciones se pesaron en una balanza digital.

La fracción R-20 se pasó por el ciclón aspirador donde se obtuvieron 2 fracciones, una ligera (L-R-20) y una pesada (P-R-20), se pesaron ambas fracciones.

#### 2.4.2 EVALUACION MICROSCOPICA

##### 2.4.2.1 CASCARILLA

La fracción P-20 se mezcló en forma manual y se to mó una porción representativa que se colocó en una charola de papel blanco y se observó al microscopio con el objetivo 1X y el ocular 10 X.

Los componentes físicos de la muestra se identi ficaron y cuantificaron, la cuantificación se hizo en base a lo siguiente:

Cuando fue posible los componentes se separaron y se pesaron, cuando esto no se pudo llevar a cabo se les asignó una calificación con escala de 1 a 4.

La calificación de 4 correspondió al componente que estuvo en mayor cantidad, el 3 al que le siguió en importancia y así sucesivamente. Cuando hubo una cantidad mínima de un componente se le calificó con 0.5.

El cuadro 3 muestra las abreviaturas usadas en los componentes físicos.

#### 2.4.2.2 SALVADILLO

Las fracciones obtenidas en el tamizado (R-20, R-40 R-60 y P-60), así como los ligeros y pesados de R-20 se observaron al microscopio con las mismas condiciones que en el caso de la cascarilla, la preparación de la muestra se realizó en la misma forma que en el caso anterior.

#### 2.4.2.3 SALVADO

Antes de pasar a la observación microscópica se observó la textura de cada fracción, la que fue clasificada como fibrosa, granulosa o harinosa:

- Fibrosa: Cuando predominó la cascarilla en la muestra.
- Granulosa: Cuando predominó el grano de arroz, entero o quebrado.
- Harinosa: Cuando el tamaño de partícula es reducido y no se detectan a simple vista los componentes.

Se observaron las fracciones y se cuantificaron los componentes físicos bajo las mismas condiciones que en los casos anteriores, la preparación de la muestra fue igual que la de cascarilla.

CUADRO 3. CLAVES PARA LOS COMPONENTES FISICOS EN LAS  
OBSERVACIONES MICROSCOPICAS.

COMPONENTE FISICO	CLAVES
ARROZ ENTERO SEMIELABORADO	AE
ARROZ PALAY	Ap
BARBA	B
CASCARILLA DE ARROZ	C
GERMEN	Ge
GRANILLO	Gr
MATERIA EXTRAÑA (Insectos, piedras, paja, telarañas, etc.)	Me
PUNTILLA	P
RAQUILLA	Ro
SALVADO	S
SALVADO AGLOMERADO	Sa
SEMILLAS EXTRAÑAS	Se

NOTA: Se considera arroz entero semielaborado al grano que ha recibido parte del blanqueo, pero no se ha elaborado totalmente.

## 2.5 ANALISIS QUIMICOS

Al salvado se le realizó el análisis bromatológico que comprende las siguientes determinaciones: humedad, proteína cruda (P.C.), extracto etéreo (E.E.), fibra cruda (F.C.), ceniza y extracto libre de nitrógeno (ELN).

### 2.5.1 HUMEDAD (Método indirecto), AOAC, 1975; MORFIN, 1982.

La humedad de la muestra se extrae por evaporación a una temperatura de 100-105 °C hasta peso constante, considerándose la pérdida de peso como agua.

#### Material:

Cajas de aluminio con tapadera para humedad.

Estufa con corriente de aire forzado

Espátula de acero inoxidable

Pinzas para crisol

Desecador con gel de sílice

#### Procedimiento:

1. Lavar las cajas de aluminio perfectamente con agua y jabón
2. Enjuagarlas con agua destilada y posteriormente con éter.
3. Secarlas en la estufa a 100-105°C hasta peso constante, 1 a 2 horas aproximadamente, colocando la tapa en la base de la caja.
4. Enfriarlas en desecador para evitar la hidratación.
5. Pesarlas en balanza analítica.
6. Pesar dentro de la caja de 1 a 1.5 gramos de muestra.
7. Secar en la estufa a 100-105°C hasta peso constante, aproximadamente 4 horas, colocando la tapa en la base de la caja.
8. Sacar las cajas, taparlas y colocarlas en un desecador pa

ra enfriar.

9. Pesarlas rápidamente en la balanza analítica.

Nota: Usar pinzas en todas las manipulaciones.

Cálculos:

$$\frac{\text{gramos de agua}}{\text{gramos de muestra}} \times 100 = \% \text{ Humedad.}$$

2.5.2 PROTEINA CRUDA (Método macrokjeldahl). AOAC, 1975;  
Morfín, 1982.

El principio básico de este método es la conversión del nitrógeno de las sustancias nitrogenadas en amonio, hirviéndolas en ácido sulfúrico concentrado (digestión) en presencia de un catalizador (mezcla catalizadora), compuesto que se emplea para incrementar el punto de ebullición.

El material orgánico se oxida a dióxido de carbono y agua; el ácido sulfúrico se convierte a dióxido de azufre y el nitrógeno se fija en forma de sulfato de amonio, este se diluye con agua y se neutraliza con hidróxido de sodio. El amonio presente se desprende y a la vez se destila y se recibe en una solución de ácido bórico que luego es titulada con un ácido estandarizado.

En esta forma indirecta conocemos el contenido de nitrógeno, el cual multiplicado por un factor proteína nos da el contenido de proteína cruda de la muestra.

Material:

Aparato de digestión y destilación macrokjeldahl

Matraces Kjeldahl de 800 ml  
Matraces Erlenmeyer de 500 ml  
Bureta de 50 ml.

Reactivos:

Solución indicadora (0.1 % de rojo de metilo y 0.2 % de verde de bromocresol en alcohol de 95 %).  
Solución valorada de ácido clorhídrico cercana al 0.1 N  
Solución de hidróxido de sodio al 40 %.  
Solución de ácido bórico al 4 %  
Acido sulfúrico concentrado grado reactivo  
Mezcla catalizadora (93 g de sulfato de sodio anhidro y 7 g de sulfato de cobre fino cristalizado).  
Granallas de zinc o piedras de ebullición.

Procedimiento:

1. Pesar por diferencia de 1 a 1.5 gramos (g) de muestra en un papel copia.
2. Introducir la muestra con el papel en un matraz Kjeldahl de 800 ml.
3. Adicionar 10 g de mezcla catalizadora.
4. Adicionar 25 ml de ácido sulfúrico concentrado.
5. Colocar el matraz con su contenido en la parrilla del digestor, calentar y poner a funcionar el digestor.
6. Cuando la solución adquiere la coloración verde transparente suspender el calentamiento y dejar enfriar.
7. Adicionar lentamente y por las paredes del matraz de Kjeldahl 250 ml de agua destilada antes de que el residuo digerido se solidifique.
8. Por otro lado, colocar 65 ml de ácido bórico con 2 gotas de solución indicadora en un matraz Erlenmeyer de 500 ml

y colocarlo bajo el refrigerante del destilador con el tubo y colector ligeramente sumergido dentro de la solución de ácido bórico.

9. Inmediatamente después adicionar lentamente por las paredes del matraz, manteniendo éste inclinado, 110 ml de solución de hidróxido de sodio al 40 % de tal manera que se formen dos capas.

10. Adicionar al contenido del matraz Kjeldahl aproximadamente 20 granallas de zinc o piedras de ebullición previamente tratadas con NaOH.

11. Conectar el matraz Kjeldahl al refrigerante del destilador, tapar perfectamente, iniciar el calentamiento.

12. Destilar aproximadamente unas 2 terceras partes del contenido del matraz Kjeldahl o hasta que se hayan recolectado 250 ml en el matraz Erlenmeyer.

13. Retirar el matraz Erlenmeyer antes de apagar la fuente de calor para evitar el sifoneo.

14. Titular el amoniaco recolectado con solución valorada de ácido clorhídrico 0.1 N o cercana a ésta.

Cálculos:

$$\% \text{ de Nitrógeno total} = \frac{\text{ml HCl} \times \text{Norm. del HCl} \times 0.014}{\text{gramos de muestra}} \times 100$$

El factor de proteína para el arroz es de 5.95 por lo que:

$$\% \text{ de proteína cruda} = \% \text{ de nitrógeno total} \times 5.95$$

### 2.5.3 EXTRACTO ETereo (Método Soxhlet) AOAC 1975; MORFIN 1972.

La determinación de grasa cruda de un alimento se lleva a cabo por extracción continua con éter anhidro o éter de petróleo de una muestra previa y cuidadosamente desecada. La grasa o aceite obtenido consiste en glicéridos de ácidos grasos, ácidos grasos libres, colesterol, lecitina, clorofila aceites volátiles, resinas, vitaminas liposolubles.

#### Material:

Aparato de Soxhlet

Parrilla con placa

Balanza analítica

Desecador

Pinzas cortas de crisol

Cartucho (de celulosa, papel filtro, porcelana o asbesto).

Algodón (previamente desengrasado)

#### Reactivos:

Eter de petróleo o éter etílico anhidro.

#### Procedimiento:

1. Pesar en la balanza analítica el cartucho limpio y seco (secado en la estufa a 100°C), anotar el peso exacto.
2. Deposite dentro del cartucho de 5 a 10 g de muestra seca y anotar el peso.
3. Deposite dentro del cartucho, un algodón previamente desengrasado con éter.
4. Poner a peso constante el matraz.
5. Coloque el cartucho que contiene la muestra dentro del extractor del aparato.

6. Añada suficiente éter.
7. Monte el aparato.
8. Inicie el calentamiento hasta que se obtenga un goteo continuo (dos o tres gotas por segundo).
9. Continuar el calentamiento hasta que la extracción sea completa (aproximadamente de 4 a 8 horas) según la cantidad de lípidos que se crea tenga la muestra.
10. Una vez terminada la extracción parar el calentamiento.
11. Separe el matraz, el extractor y el condensador y retirar el cartucho con unas pinzas para crisol, quitar el algodón si no fue previamente pesado.
12. Poner el cartucho a secar a temperatura ambiente durante 5 minutos y después llevarlo a la estufa a 100°C durante una hora o hasta peso constante.
13. Pasar el cartucho al desecador y esperar a que adquiriera la temperatura ambiente.
14. Pesarse y anotar el peso exacto.

Calculos:

$$\% \text{ Grasa cruda (o extracto etéreo)} = \frac{(C \text{ Mi}) - (C \text{ Mg})}{(C \text{ Mi}) - C} \times 100$$

Donde:

C : Peso del cartucho

C Mg : Peso del cartucho con la muestra desengrasada

C Mi : Peso del cartucho con la muestra sin desengrasar

#### 2.5.4 FIBRA CRUDA (Método oficial) AOAC, 1975; MORFIN, 1982.

El método se fundamenta en la digestión ácida y posteriormente alcalina del material seco y desengrasado. Se asume que la materia orgánica del material no digerido es la fibra cruda.

##### Material:

Digestor de fibra cruda

Vasos Berzelius de 600 ml

Filtros: lino y papel Whatman No. 40

Equipo para filtrar con vacío

Crisoles de porcelana

Espátula de acero inoxidable

##### Reactivos:

Solución de ácido sulfúrico 0.255 N

Solución de hidróxido de sodio 0.313 N

Solución indicadora de fenolftaleína

La concentración de las soluciones debe ser comprobada exactamente por titulación.

##### Procedimiento:

1. Transferir el residuo de la determinación de extracto etéreo en la siguiente forma:
  - a) Pesar el cartucho de celulosa con su contenido.
  - b) Vaciar su contenido en un vaso Berzelius de 600 ml.
  - c) Pesar el cartucho de celulosa vacío.
2. Adicionar 200 ml de solución de ácido sulfúrico 0.255 N hirviendo.
3. Inmediatamente después conectar el vaso al digestor de fibra cruda con las parrillas previamente calentadas.

4. Hervir vigorosamente durante 30 minutos exactamente, agitando cada tiempo determinado.
5. Retirar el vaso.
6. Filtrar con vacío a través de filtro de lino.
7. Lavar no menos de tres veces con agua hirviendo enjuagando previamente el vaso.
8. Desprender la muestra del filtro con 200 ml de solución hirviendo de NaOH 0.313 N con la ayuda de una pipeta, transfiriéndola al vaso original.
9. Hervir nuevamente durante 30 minutos exactos.
10. Retirar el vaso.
11. Filtrar en papel filtro previamente pesado.
12. Lavar con agua hirviendo enjuagando previamente el vaso hasta que el agua de lavado no de reacción alcalina con fenolftaleína.
13. Desprender la muestra con el papel filtro con ayuda de una espátula y transferirlo a un crisol a peso constante.
14. Secar a 100-105°C durante toda la noche.
15. Enfriar en un desecador y pesar.
16. Incinerar a 550- 600 °C durante 2 horas.
17. Enfriar en desecador y pesar.

Cálculos:

$$\% \text{ Fibra cruda} = \frac{\text{gramos de fibra}}{\text{gramos de muestra}} \times 100$$

### 2.5.5 CENIZA ACAC, 1975; MORFIN, 1982.

El método se basa en la eliminación de la materia orgánica de un material por medio de la incineración a 600°C. El residuo restante se considera que son las cenizas y la pérdida de peso es la materia orgánica.

#### Material:

Crisoles de porcelana a peso constante.  
Mufla de incineración.  
Triángulo de porcelana.  
Mechero  
Desecador  
Pinzas largas para crisol  
Tripié.

#### Procedimiento:

1. Pesar exactamente alrededor de 1 g de muestra en un crisol de porcelana a peso constante.
2. Quemar en el mechero sobre el triángulo de porcelana el crisol con su contenido, hasta la suspensión de gases. (El crisol debe colocarse inclinado).
3. Incinerar en la mufla a 550-600°C durante 2 horas o hasta que las cenizas queden blancas.
4. Enfriar en el desecador.
5. Pesar.

#### Cálculos:

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{\text{Peso de las cenizas}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

## 2.5.6 EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO

Se determina por diferencia después de que se han completado los análisis de ceniza, fibra cruda, extracto etéreo y proteína cruda.

$$\% \text{ ELN (en base seca)} = 100 - (\% \text{ ceniza} + \% \text{ fibra cruda} + \% \text{ extracto etéreo} + \% \text{ proteína cruda})$$

#### IV RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

##### 1 LOCALIZACION DE LOS SUBPRODUCTOS EN LOS DIAGRAMAS DE FLUJO

Los nueve molinos evaluados descascarillan con rodillos de goma y en la separación de cascarilla se utilizan diferentes equipos, cuadro 1.1; la mayor parte de los molinos - que separan la cascarilla en cribas con aspiración obtienen - salvadillo.

El blanqueo en los molinos evaluados se lleva a cabo en tres formas:

- a) En un paso por fricción.
- b) En 4 pasos por abrasión.
- c) En 2 pasos, el primero por abrasión y el segundo por fricción.

Los molinos se pueden representar con 4 diagramas de flujo típicos:

DIAGRAMA 1. Representa los molinos "A", "B", "C" y el primer lote de "D", el blanqueo se lleva a cabo en un paso en una blanqueadora de fricción vertical. La separación de cascarilla varía en cada molino.

DIAGRAMA 2. Representa a los molinos "E" y al tercer lote de "D", en estos el blanqueo se realiza en dos pasos, el primero en una blanqueadora abrasiva vertical y el segundo en una blanqueadora de fricción vertical.

DIAGRAMA 3. Representa a los molinos "F" y "G", el

blanqueo se realiza en 4 pasos en blanqueadoras abrasivas ver ticales, los salvados de los 4 pasos se mezclan y esta mezcla se hace pasar a través de una criba donde se separa el arroz entero semielaborado y el quebrado. El molino "F" retorna la fracción retenida en la criba al tercer paso.

DIAGRAMA 4. Representa a los molinos "H" e "I", el blanqueo se lleva a cabo en 4 pasos en blanqueadoras abrasivas verticales, los salvados que se obtienen en los 4 pasos de blanqueo se mezclan para formar el salvado comercial. La separación de la cascarilla es diferente en cada molino.

CUADRO 1.1 CARACTERISTICAS DE LOS MOLINOS EVALUADOS

MOLINO	DIAGRAMA	DESCASCARILLADOR	SEPARACION DE CASCARILLA	FORMA DE BLANQUEO	PASOS DE BLANQUEO	OBSERVACIONES
A	1	Rodillos	Aspiración	Fricción	1	
B	1	"	Criba-Aspiración	Fricción	1	Se produce salvadillo .
C	1	"	Descascarillador-separador	Fricción	1	
D	1	"	Criba-Aspiración	Fricción	1	A partir del tercer lote se trabajó con dos pasos en el --- blanqueo
	2			Fricción-abrasión	2	
E	2	"	Descascarillador-separador	Fricción-abrasión	2	
F	3	"	Criba-Aspiración	Abrasión	4	Se produce salvadillo .
G	3	"	Criba-Asp.	Abrasión	4	El primer lote se elaboró en 3 pasos.
H	4	"	"	Abrasión	4	El primer lote trabajó con variedad Navolato y el segundo con la variedad Sinaloa . Se produce salvadillo
I	4	"	"	Abrasión	4	Se produce salvadillo

## CLAVES EN LOS DIAGRAMAS DE FLUJO

## a) EQUIPO

FL Prelimpia  
D Descascarillador  
DS Descascarillador - separador de cascarilla  
CA Criba - aspiradora de cascarilla  
SP Separadora de palay  
B Blanqueadora  
CN Ciclón  
CP Criba separadora de puntilla  
CA Cilindros alveolados  
CS Cribas en serie  
T Tolva

## b) PRODUCTOS INTERMEDIOS Y FINALES

ABE Arroz blanco entero  
AB Arroz elaborado  
AD Arroz descascarillado  
AP Arroz palay  
C Cascarilla  
G Granillo  
IF Impurezas finas  
IG Impurezas gruesas  
IL Impurezas ligeras  
M Mezcla de arroz palay, arroz descascarillado, cascarilla  
MA Mezcla de arroz palay y descascarillado  
P Puntilla  
S Salvado  
SD Salvadillo

DIAGRAMA 1

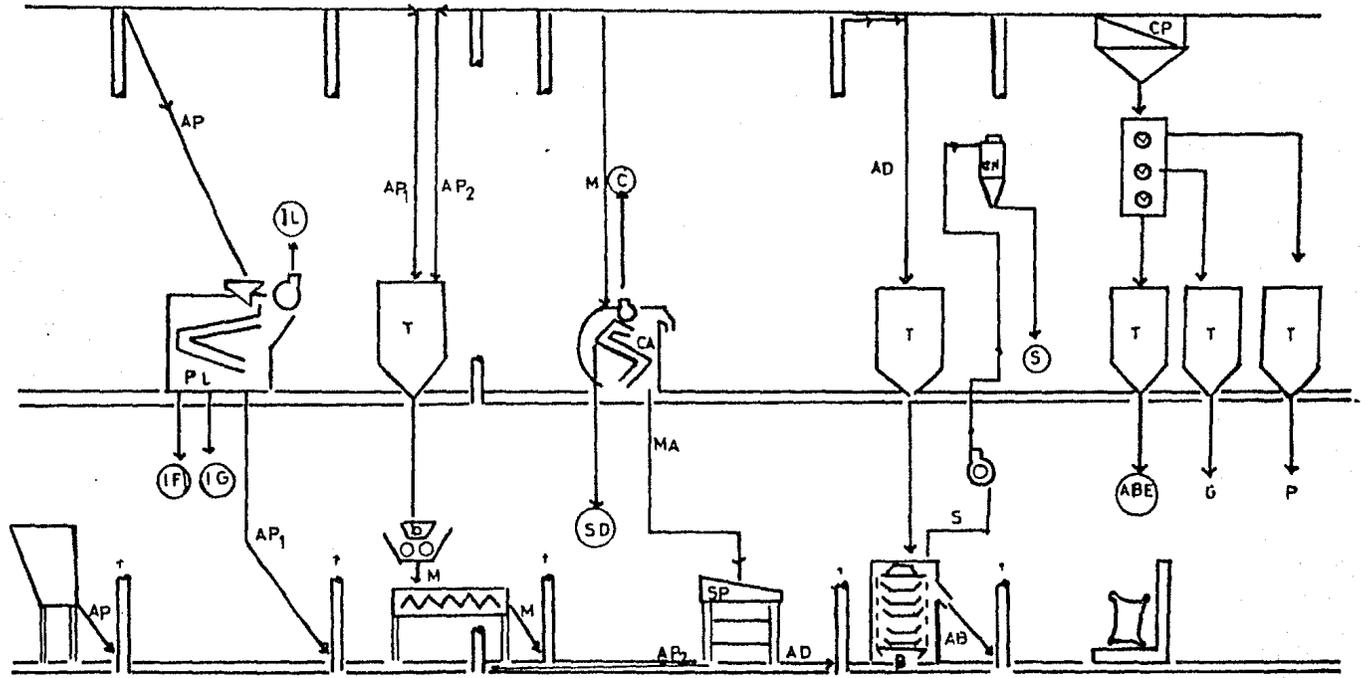


DIAGRAMA 2

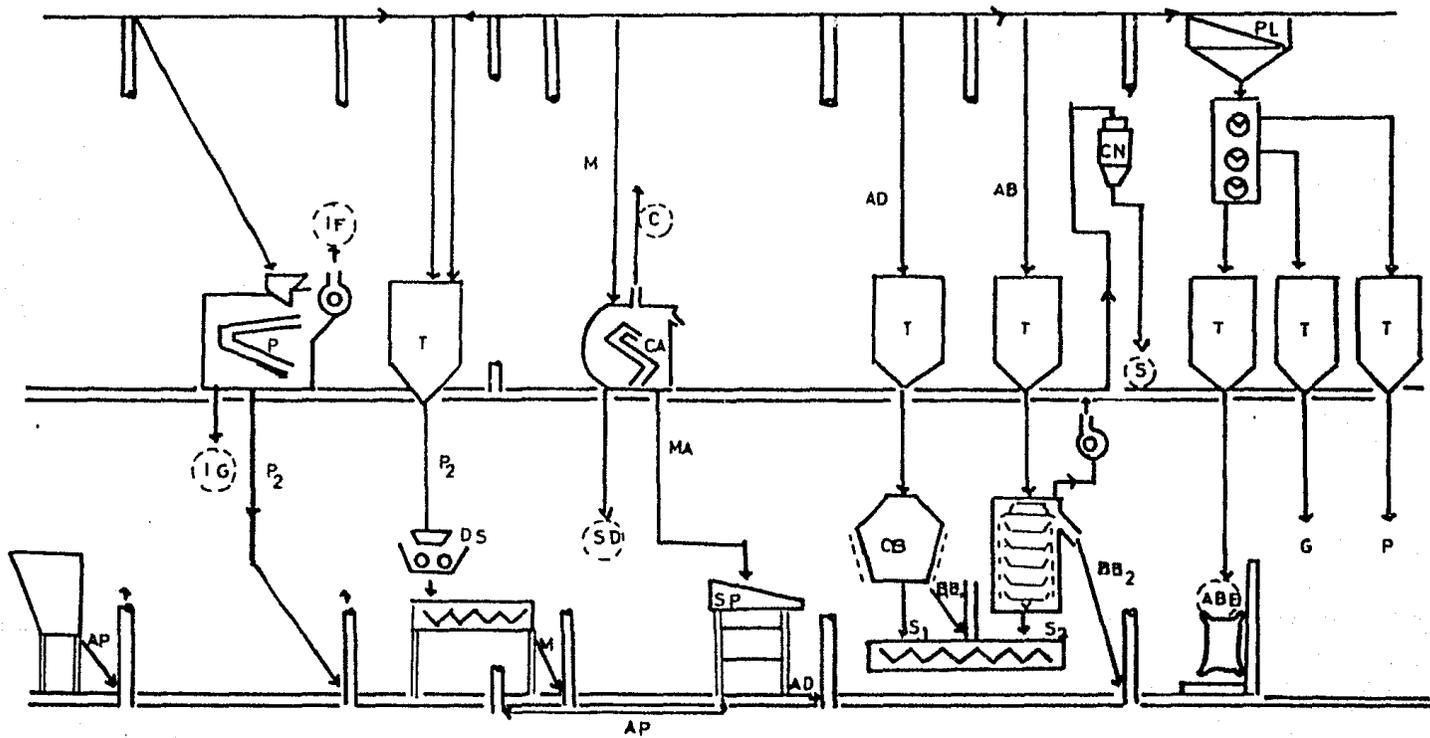
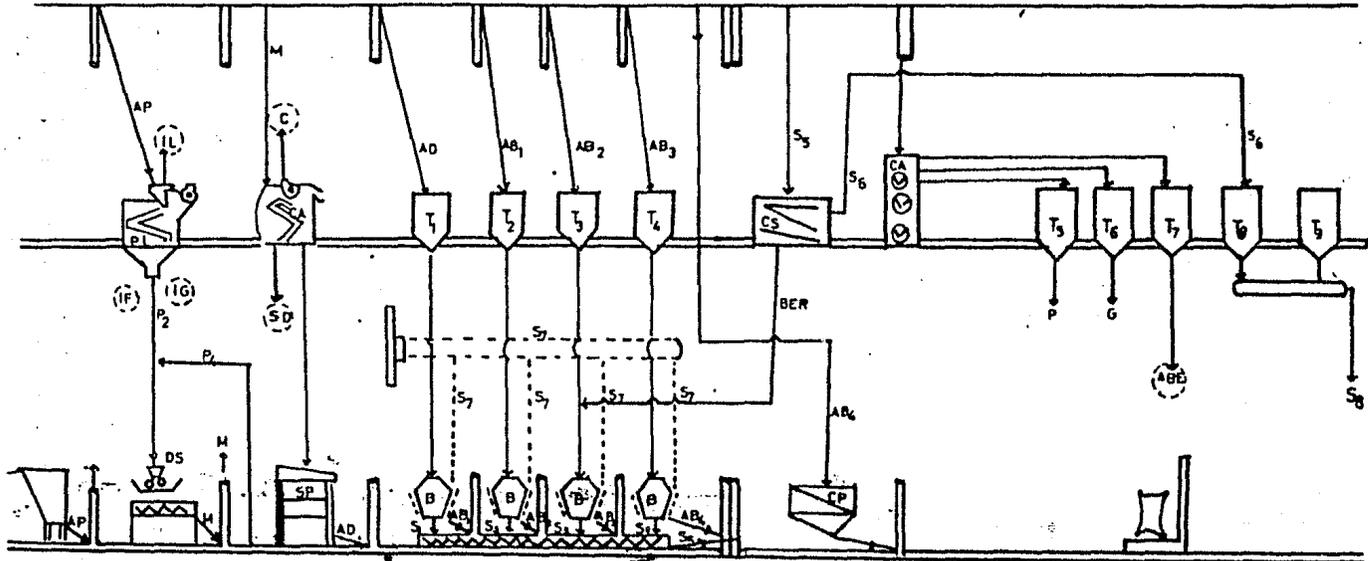


DIAGRAMA 3





## 2 COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADO

### 2.1 COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADO EN MOLINOS REPRESENTADOS POR EL DIAGRAMA 1

Bajo este diagrama se representan los molinos que + blanquean en un paso por fricción.

Los molinos "A", "B", "C" y "D" (primer lote) tienen diferentes prácticas para el salvado comercial, el molino "C" mezcla el salvado con cascarrilla molida y el resto de los molinos venden el salvado tal como se obtiene.

El análisis granulométrico de los salvados obtenidos en las blanqueadoras mostró en todos los casos que la cantidad de material acumulado en R-10 es insignificante, menor al -- 0.07 %. Tabla 2.1.

La cantidad acumulada en la malla 20 fue menor al - 25 % en todos los casos a excepción del molino "A", donde es mayor al 30 %, esto se debe a que la malla de las blanqueadoras tiene una abertura mayor que en los demás molinos o a que el grano de arroz tiene otras características molineras que dan mayor porcentaje de quebrado. El retenido en la malla 20 esta formado principalmente por granillo, tablas 2.2 a 2.6.

El germen entero se localizó entre las mallas 20 y 40 en todos los molinos, incluyendo a los representados en los diagramas 2, 3 y 4.

El análisis granulométrico del salvado comercial del molino "C" tuvo un comportamiento similar al salvado obtenido en la blanqueadora del mismo molino, tabla 2.4.

TABLA 2.1 COMPOSICION GRANULOMETRICA DE SALVADOS OBTENIDOS EN UN PASO POR FRICCION, EN PORCENTAJE CON RELACION AL TOTAL DE LA MUESTRA .

NUMERO DE TAMIZ Y ABERTURA .

MOLINO	R-10 1.68 mm	R-20 0.84 mm	R-40 0.42 mm	R-60 0.25 mm	P-60
A	0.061	32.90	46.766	16.871	3.403
B	0.064	23.57	40.640	29.35	6.377
C	0.017	15.822	35.643	41.032	7.486
D ( Lote 1 )	0.035	16.874	55.157	24.387	3.547

NOTA : En los molinos "A" , "B" y "C" se analizaron dos lotes , en el molino "D" se analizó el lote que trabajó con este blanqueo .

TABLA 2.2 COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "A"

FRACCION	ABERTURA (mm)	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES			
				1	2	3	4
R - 10	1.68	0.044 - 0.086	0.061				Sa
R - 20	0.84	31.460 - 38.795	32.900	Se, Ge, S	C		Gr
R - 40	0.42	31.957 - 53.909	46.766		Ge	S, C, P	
R - 60	0.25	13.564 - 22.464	16.871	No se distinguen los componentes			
P - 60		0.919 - 6.346	3.403	" "	" "	" "	" "

NOTA : Las muestras analizadas fueron 2 .

TABLA 2.3 COMPOSICION GRANULOMETRICA EN EL SALVADO DEL MOLINO "B"

FRACCION	ABERTURA (mm)	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES			
				1	2	3	4
R - 10	1.68	0.01 - 0.118	0.064				Sa
R - 20	0.84	23.54 - 23.60	23.57	P,S	C	Ge	Gr
R - 40	0.42	32.60 - 48.68	40.64		P,Ge	C	S
R - 60	0.25	23.85 - 34.85	29.35	No se distinguen los componentes			
P - 60		3.75 - 9.003	6.377	" "	" "	" "	" "

NOTA : Los lotes analizados fueron 2 .

TABLA 2.4 COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "C"

## SALVADO OBTENIDO EN EL BLANQUEO

FRACCION	ABERTURA (mm)	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES			
				1	2	3	4
R - 10	1.68	0.013 - 0.02	0.017				Sa
R - 20	0.84	12.88 - 18.57	15.822	C	Ge		Gr
R - 40	0.42	23.500 - 47.35	35.643		S,P	C,Ge	
R - 60	0.25	33.600 - 47.96	41.032	No se distinguen los componentes			
P - 60		6.17 - 8.71	7.486	" "	"	"	"

## SALVADO COMERCIAL

FRACCION	ABERTURA (mm)	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES			
				1	2	3	4
R - 10	1.68	-	0.07				Gr
R - 20	0.84	-	15.16	C	Ge		Gr
R - 40	0.42	-	23.76	P,C		S	Ge
R - 60	0.25	-	46.07	No se distinguen los componentes			
P - 60		-	14.95	" "	"	"	"

NOTA : Las muestras de salvado obtenido en la blanqueadora fueron 2 , en el caso del --- salvado comercial fué una .

TABLA 2.5 COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "D"

## SALVADO OBTENIDO EN UN PASO POR FRICCION

FRACCION	ABERTURA (mm)	X (%)	OBSERVACIONES				% AE
			1	2	3	4	
R - 10	1.68	0.034				Sa	0.03
R - 20	0.84	16.873	Se,C	Ge		Gr	
R - 40	0.42	55.157	P	S,Ge			
R - 60	0.25	24.387	No se distinguen los componentes				
P - 60		3.546	No se distinguen los componentes				

## SALVADO OBTENIDO EN DOS PASOS (ABRASION - FRICCION)

## SALVADO DEL SEGUNDO PASO (BLANQUEO POR FRICCION)

FRACCION	ABERTURA (mm)	X (%)	OBSERVACIONES				% AE
			1	2	3	4	
R - 10	1.68	0.034	Sa				-
R - 20	0.84	20.606		C,Ge		Gr	
R - 40	0.42	26.452		C,P,Ge		S	
R - 60	0.25	46.818	No se distinguen los componentes				
P - 60		6.070	" "	" "	" "	" "	

NOTA : Se analizó un lote en cada caso .

TABLA 2.6 CLASIFICACION NEUMATICA DE LA FRACCION RETENIDA EN LA MALLA 20 EN

MOLINOS QUE BLANQUEAN EN UN PASO POR FRICCION

- LIGEROS -

MOLINO	TIPO DE SALVADO	INTERVALO (g)	X (g)	OBSERVACIONES			
				1	2	3	4
A	Salida de blanqueo	1.57 - 2.68	2.125		S,Ge		C
B	" " "	9.30 - 10.29	9.795	P,Ge			C
C	" " "	1.16 - 2.414	1.785	P		C	Ge
	Comercial	-	1.626	P,P1	C		Ge
D (Lote 1 )	Salida de blanqueo	-	1.244	P,S		Ge	

- PESADOS -

MOLINO	TIPO DE SALVADO	INTERVALO (g)	X (g)	OBSERVACIONES			
				1	2	3	4
A	Salida de blanqueo	26.80 - 36.62	31.71	Se,C			Gr
B	" " "	12.31 - 13.67	12.99	Ge			Gr
C	" " "	9.98 - 17.126	13.554		Ge		Gr
	Comercial	-	12.492	Ge			Gr
D (Lote 1 )	Salida de blanqueo	-	14.941	Ge	Se		Gr

## 2.2 COMPOSICION GRANULOMETRICA DE SALVADOS EN MOLINOS REPRESENTADOS POR EL DIAGRAMA 2

Este tipo de molinos blanquean en dos pasos, por --  
abrasión primero y por fricción después.

El comportamiento del análisis granulométrico de los salvados del primer y segundo paso en los molinos "D", lote 3, y "E" fue similar al de los molinos representados por el diagrama 1, esto es, en la malla 10 se retuvo menos del 0.09 % y entre las mallas 40 y 60 se acumuló mas del 70 % del mate--  
rial, tablas 2.7 a 2.9.

El análisis granulométrico entre el blanqueo en un paso y el blanqueo en 2 pasos se diferencia en que en el primer caso alrededor del 40 % del salvado se acumuló en la ma--  
lla 40 y en el blanqueo en 2 pasos dicha cantidad se encuen--  
tra en la malla 60.

TABLA 2.7 COMPOSICION GRANULOMETRICA DE SALVADOS OBTENIDOS CON BLANQUEO EN DOS PASOS , POR ABRASION - FRICCION .

% DE FRACCION POR 100 g. DE MUESTRA .

NUMERO DE TAMIZ Y ABERTURA

MOLINO	No. PASO	R-10 1.68 mm	R-20 0.84 mm	R-40 0.42 mm	R-60 0.25 mm	P-60
D (Lote 3)	2 (Fricción)	0.034	20.626	26.452	46.818	6.07
E	1 (Abrasión)	0.047	13.027	26.16	43.236	17.533
	2 (Fricción)	0.091	14.64	32.13	41.706	11.433

NOTA : El número de lotes analizados en todos los casos fué uno .  
El lote 3 del molino D fué incompleto .

72  
 TABLA 2.8 COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "E"

SALVADO OBTENIDO EN EL PRIMER PASO

FRACCION	ABERTURA (mm)	X (%)	OBSERVACIONES				% AE
			1	2	3	4	
R - 10	1.68	0.047	Me				0.03
R - 20	0.84	13.927	Pi	Ge, C		Gr	0.024
R - 40	0.42	26.16	Ge	C	S		
R - 60	0.25	43.236	No se distinguen los componentes				
P - 60		17.633	" "	" "	" "	" "	

SALVADO OBTENIDO EN EL SEGUNDO PASO

FRACCION	ABERTURA (mm)	X (%)	OBSERVACIONES				
			1	2	3	4	
R - 10	1.68	0.091	S				
R - 20	0.84	14.64	C	S, Se	Ge	Gr	
R - 40	0.42	32.13	C, P		Ge	S	
R - 60	0.25	41.707	No se distinguen los componentes				
P - 60		11.434	" "	" "	" "	" "	

NOTA : Se analizó una muestra en cada caso .

FABLA 2.9 CLASIFICACION NEUMATICA DE LA FRACCION DE SALVADO RETENIDA EN LA MALLA 20 EN MOLINOS CON BLANQUEO EN DOS PASOS POR ABRASION - FRICCION .

- LIGEROS -

MOLINO	ETAPA	X (g)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
D	Segundo paso (Fricción)	3.527		C,Ge		Gr
E	Primer paso (Abrasión)	3.114	Gr			C
	Segundo paso (Fricción)	3.85	C	S,P		Ge

- PESADOS -

MOLINO	ETAPA	X (g)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
D	Segundo paso (Fricción)	14.941	Ge	Se		Gr
E	Primer paso (Abrasión)	10.149	Pi	Ge	Gr	
	Segundo paso (Fricción)	9.996	Se,S		Ge	Gr

## 2.3 COMPOSICION GRANULOMETRICA DE SALVADOS EN MOLINOS REPRESENTADOS POR EL DIAGRAMA 3.

Este tipo de molinos blanquean en 4 pasos por abrasión, el salvado proveniente de los 4 pasos se mezcla y posteriormente se criba.

El salvado comercial del molino "G" fue el salvado cribado y en el molino "F" es una mezcla de cascarilla con el salvado cribado.

### 2.3.1 MOLINO "F"

Los salvados de blanqueo, salvados del primer al -- cuarto paso, acumularon en la malla 10 entre 8 y 0.5 % de material, la mayor cantidad se encontró en el primer paso donde más del 6 % fue arroz entero semielaborado, tablas 2.10 a -- 2.12. En los demás pasos de blanqueo se encontró también -- arroz entero semielaborado, pero en una cantidad menor a 0.5%.

El salvado del cuarto paso de blanqueo acumuló en -- la malla 20 casi el 50 % del material, este dato es mayor a -- comparación de los demás salvados en la misma malla, como el componente principal de la malla 20 es granillo, este comportamiento se atribuyó a que durante el blanqueo en este paso -- se rompe una cantidad importante de grano.

Los salvados de blanqueo se distribuyeron en cantidades similares entre las mallas 20, 40 y 60, con aproximadamente 30 % en cada una.

El salvado mezcla de los 4 pasos tuvo un comporta--

miento similar a los salvados de blanqueo en las mallas 20, 40 y 60, en este salvado se encontró arroz entero semielaborado en una cantidad menor al 1 %. Después de cribar el salvado mezcla la cantidad retenida en las mallas 10 y 20 disminuyó, en la malla 20 quedó aproximadamente una tercera parte del material inicial, 10 %. Tabla 2.12.

Los comportamientos del salvado comercial y del salvado de aspiración son similares al de los salvados de blanqueo y salida de criba respectivamente. Tabla 2.13.

Se observó en el salvado del segundo y tercer paso de blanqueo una cantidad mayor de germen entero, tanto en el molino "F" como en el "G". Tabla 2.11, 2.14, 2.16 y 2.19.

### 2.3.2 MOLINO "G"

El análisis granulométrico de los salvados de blanqueo del molino "G" tuvo un comportamiento similar a los salvados respectivos del molino "F". Tablas 2.15 a 2.19.

El molino "G" a diferencia del molino "F", presentó un porcentaje mayor de arroz entero semielaborado en la malla 20, sobre todo en el primer y cuarto paso de blanqueo, 5 % - para el primero y 1 % para el último. Esta situación se atribuye a que las mallas de las blanqueadoras se encuentran en mal estado o no tienen una abertura adecuada para el tipo de grano que se recibe en este molino.

El salvado mezcla de los 4 pasos de blanqueo presentó un porcentaje mayor de arroz entero semielaborado en las mallas 10 y 20, 1 % y 3 % respectivamente; a comparación del

molino "F", debido a que dos pasos de blanqueo contribuyeron con dicho componente en el molino "G". Tabla 2.17.

Al cribar el salvado mezcla se eliminó totalmente el arroz entero semielaborado y en la malla 20 quedó aproximadamente una tercera parte del material inicial, 13 %. Tabla 2.17.

El salvado de aspiración tiene un comportamiento similar al salvado cribado. Tabla 2.18.

TABLA 2.10 COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "F"  
EN PORCENTAJE CON RELACION AL TOTAL DE LA MUESTRA .

NUMERO DE TAMIZ Y ABERTURA

ETAPA	R-10 1.68 mm	R-20 0.64 mm	R-40 0.42 mm	R-60 0.25 mm	P-60	N <sup>1</sup>
PASO 1	8.575	35.764	16.437	26.973	12.257	2
PASO 2	0.468	15.555	30.069	44.346	9.564	2
PASO 3	1.06	36.835	30.410	28.401	3.294	2
PASO 4	0.504	45.606	30.396	21.376	2.119	2
MEZCLA 4 PASOS	0.648	34.342	26.396	36.865	1.75	3
SALIDA DE CRIBA	0.165	10.781	41.246	43.726	4.083	3
ASPIRACION	0.095	7.517	39.095	49.159	4.135	2
COMERCIAL	0.784	22.189	34.58	35.701	6.746	3

1 : Número de muestras .

TABLA 2.11  
COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "F"

SALVADO DEL PRIMER PASO

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES				
			1	2	3	4	%AE
R - 10	8.52 - 8.59	8.56				Gr	6.7
R - 20	21.97 - 49.56	35.76	Se, C, S	Ae, Ge		Gr	
R - 40	12.49 - 20.32	16.40	Ge, P		S	C	
R - 60	19.04 - 34.88	26.96	No se distinguen los componentes				
P - 60	9.97 - 14.30	5.52	" "	"	"	"	"

N = 2

SALVADO DEL SEGUNDO PASO

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES				
			1	2	3	4	%AE
R - 10	0.09 - 0.84	0.47				Gr	0.19
R - 20	14.34 - 16.77	15.55	Se, C	Ge		Gr	
R - 40	24.83 - 35.51	30.07		P	Ge, C	S	
R - 60	37.35 - 51.34	44.35	No se distinguen los componentes				
P - 60	9.39 - 9.73	9.57	" "	"	"	"	"

N = 2

SALVADO DEL TERCER PASO

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES				
			1	2	3	4	%AE
R - 10	0 - 2.12	1.06				Se	-
R - 20	30.05 - 43.62	36.83	Se, C	Ge		Gr	
R - 40	23.93 - 36.88	30.41	C, S	P	Ge		
R - 60	26.89 - 29.91	28.40	No se distinguen los componentes				
P - 60	2.53 - 4.06	3.06	" "	"	"	"	"

N = 2

TABLA 2.12

COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "F"

SALVADO DEL CUARTO PASO

FRACCION	INTERVALO	X	OBSERVACIONES				
			1	2	3	4	%AE
R - 10	0.19 - 0.82	0.50				Gr	0.28
R - 20	42.56 - 48.65	45.61	Se, Ce			Gr	0.33
R - 40	20.66 - 40.13	30.40			Ge, P, S		
R - 60	16.92 - 25.83	21.38	No se distinguen los componentes				
P - 60	0.20 - 4.04	2.12	" "	" "	" "	" "	" "

N = 2

SALVADO MEZCLA DE 4 PASOS

FRACCION	INTERVALO	X	OBSERVACIONES				
			1	2	3	4	%AE
R - 10	0.19 - 1.27	0.65				Gr	0.61
R - 20	26.67 - 46.70	34.34	Ge, C			Gr	
R - 40	24.81 - 27.63	26.40		C, S	Ge, P		
R - 60	27.48 - 41.46	36.87	No se distinguen los componentes				
P - 60	0.75 - 2.67	1.75	" "	" "	" "	" "	" "

N = 3

SALVADO SALIDA DE CRIBA

FRACCION	INTERVALO	X	OBSERVACIONES				
			1	2	3	4	%AE
R - 10	0.01 - 0.32	0.17				Gr	0.04
R - 20	3.84 - 20.98	10.78	C	Ge		Gr	0.06
R - 40	28.42 - 63.84	41.25	S	P, C	Ge		
R - 60	29.93 - 57.67	43.73	No se distinguen los componentes				
P - 60	2.07 - 6.39	4.08	" "	" "	" "	" "	" "

N = 3

NOTA : N es el número de muestras analizadas.

TABLA 2.13

## COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADO DEL MOLINO "P"

SALVADO DE ASPIRACION

FRACCION	INTERVALO(%)	X (%)	OBSERVACIONES				
			1	2	3	4	% AE
R - 10	0 - 0.19	0.10	C	S			
R - 20	4.76 - 10.27	7.52	Se		Ge, C	Gr	
R - 40	30.42 - 47.77	39.10		P		Ge	
R - 60	40.61 - 57.71	49.15	No se distinguen los componentes				
P - 60	1.60 - 6.67	4.14	"	"	"	"	"

N = 2

SALVADO COMERCIAL

FRACCION	INTERVALO(%)	X (%)	OBSERVACIONES				
			1	2	3	4	% AE
R - 10	0.16 - 1.80	0.78				Gr	0.62
R - 20	14.76 - 28.20	22.19		Ge, C		Gr	0.18
R - 40	27.78 - 39.62	34.58	C, P			Ge	
R - 60	25.51 - 47.28	35.70	No se distinguen los componentes				
P - 60	4.90 - 8.38	6.75	"	"	"	"	"

N = 3

NOTA: N es el número de muestras analizadas.  
% de fracción por 100 g de muestra.

TABLA 2.14 CLASIFICACION NEUMATICA DE LA FRACCION DE SALVADO RETENIDA EN LA MALLA 20 EN EL MOLINO "F" .

- LIGEROS -

ETAPA	INTERVALO (g)	X (g)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
Primer paso	1.389 - 9.65	5.519	S	Ge		C
Segundo paso	0.728 - 6.186	3.452	P	C	Ge,S	
Tercer paso	1.196 - 3.274	2.235	P	S		C,Ge
Cuarto paso	1.171 - 2.166	1.668	Se,Ge	P		C
Mezcla 4 pasos	2.272 - 8.756	5.026	P	C	Ge	
Salida de criba	2.025 - 4.88	3.451	S	P,C	Ge	
Aspiración	1.453 - 3.581	2.517	S	Ge		C
Comercial	5.402 - 7.373	6.523	P	Ge		C

- PESADOS -

ETAPA	INTERVALO (g)	X (g)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
Primer paso	20.57 - 39.55	30.06	Se,Ge	AE		Gr
Segundo paso	7.696 - 15.18	11.438	Se	Ge		Gr
Tercer paso	27.416 - 39.80	33.608	Se	Ge		Gr
Cuarto paso	39.40 - 46.242	42.821	Se,Ge			Gr
Mezcla 4 pasos	16.316 - 42.37	28.278	Ge,C			Gr
Salida de criba	0.776 - 15.59	6.537		Ge		Gr
Aspiracion	1.08 - 6.392	3.736	Se	C,Ge		Gr
Comercial	6.457 - 19.84	13.859		Ge		Gr

TABLA 2.15 COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "G"  
EN PORCENTAJE CON RELACION AL TOTAL DE LA MUESTRA .

NUMERO DE TAMIZ Y ABERTURA

ETAPA	R-10 1.68 mm	R-20 0.84 mm	R-40 0.42 mm	R-60 0.25 mm	P-60	N <sup>a</sup>
PASO 1	2.634	29.988	16.957	45.665	4.757	2
PASO 2	0.006	26.347	25.32	46.386	1.941	2
PASO 3	0.284	36.295	37.675	24.061	1.685	2
PASO 4	1.379	43.118	30.836	24.667	0	2
MEZCLA 4 PASOS	2.477	34.187	16.678	40.073	6.585	1
SALIDA DE CRIBA <sup>b</sup>	0.041	13.013	37.123	42.418	7.408	3
ASPIRACION	0.131	1.81	36.955	49.939	11.165	2

a : Número de muestras .

b : Salvado comercial .

TABLA 2.16

COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "G"

SALVADO DEL PRIMER PASO

FRACCION	INTERVALO(%)	X(%)	1	2	3	4	% AE
R - 10	0.90 - 4.37	2.63				Gr	1.6
R - 20	29.62 - 30.36	29.99		Ge		Gr	5.57
R - 40	16.20 - 17.71	16.96		C.r	Ge	S	
R - 60	43.39 - 47.94	45.66	No se distinguen los componentes				
P - 60	3.10 - 6.42	4.76	"	"	"	"	"

N 2

SALVADO DEL SEGUNDO PASO

FRACCION	INTERVALO(%)	X(%)	1	2	3	4	% AE
R - 10	0 - 0.01	0.007				Sn	
R - 20	23.13 - 29.57	26.35	C	Ge		Gr	0.13
R - 40	23.47 - 27.17	25.32		P		Ge, S	
R - 60	40.16 - 52.61	46.37	No se distinguen los componentes				
P - 60	0.79 - 3.09	1.94	"	"	"	"	"

N 2

SALVADO DEL TERCER PASO

FRACCION	INTERVALO(%)	X(%)	1	2	3	4	% AE
R - 10	0.23 - 0.34	0.28	gr			S	-
R - 20	36.03 - 36.55	36.29	Ge			Gr	0.15
R - 40	32.99 - 42.36	37.67		P	S, Ge		
R - 60	21.37 - 26.75	24.06	No se distinguen los componentes				
P - 60	0 - 3.37	1.69	"	"	"	"	"

N 2

TABLA 2.17

COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "G"

SALVADO DEL CUARTO PASO

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES				
			1	2	3	4	% AE
R - 10	0.74 - 2.05	1.38	Gr				0.4
R - 20	26.40 - 60.78	43.12	C, S, Ge			Gr	1.34
R - 40	29.40 - 32.95	30.84		Ge		S, P	
R - 60	7.77 - 42.11	24.67	No se distinguen los componentes				
P - 60	0	0					

N = 2

SALVADO MEZCLA DE LOS CUATRO PASOS

FRACCION	X (%)	OBSERVACIONES				
		1	2	3	4	% AE
R - 10	2.48	Gr, Ap				1.21
R - 20	34.19	Ge			Gr	3.46
R - 40	16.68		P, S, C		Ge	
R - 60	40.07	No se distinguen los componentes				
P - 60	6.59	" "	" "	" "	" "	" "

N = 1

SALVADO CRIBADO (COMERCIAL)

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES				
			1	2	3	4	% AE
R - 10	0 - 0.12	0.04	Sa				-
R - 20	9.24 - 16.06	13.01	Se,	Ge		Gr	
R - 40	24.64 - 51.00	37.12	C	P	S	Ge	
R - 60	32.51 - 48.80	42.42	No se distinguen los componentes				
P - 60	3.23 - 10.49	7.41	" "	" "	" "	" "	" "

N = 3

TABLA 2.18  
COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "C"

SALVADO DE ASPIRACION

FRACCION	INTERVALO	$\lambda$ (%)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
R - 10	0.07- 0.19	0.13	Sa			
R - 20	1.01- 2.61	1.81	S	Gr	Ge	C
R - 40	30.76-43.15	36.96	C			S
R - 60	43.30-56.58	49.94	No se distinguen los componentes			
P - 60	10.87-11.47	11.17	" "	" "	" "	" "

N = 2

NOTA: N es el número de muestras analizadas.  
% de fracción por 100 g de muestra.

TABLA 2.19 CLASIFICACION NEUMATICA DE LA FRACCION DE SALVADO RETENIDA EN LA MALLA 20 EN EL MOLINO "G" .

- LIGEROS -

ETAPA	INTERVALO (g)	X (g)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
Primer paso	2.800 - 6.152	4.476		P	C	Ge
Segundo paso	3.39 - 6.36	4.875		P,C		Ge
Tercer paso	0.73 - 5.86	3.295	Se	C,P,Ge,S		
Cuarto paso	2.12 - 3.06	2.59	P		S,C	
Mezcla 4 pasos	-	5.94		P	C	Ge
Salida de criba <sup>a</sup>	0.923 - 2.25	1.798	S	C		Ge
Aspiración	-	0.68	S,P		Ge	C

- PESADOS -

ETAPA	INTERVALO (g)	X (g)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
Primer paso	22.76 - 26.311	24.49	Ge		Gr	
Segundo paso	18.87 - 23.01	20.945		Ge		Gr
Tercer paso	28.75 - 33.92	31.335	Ge			Gr
Cuarto paso	22.03 - 53.22	37.63				Gr
Mezcla 4 pasos	-	27.349	Ge			Gr
Salida de criba <sup>a</sup>	5.72 - 14.25	9.92	Se		Ge	Gr
Aspiración	-	0.166		Ge		Gr

a : Salvado comercial .

## 2.4 COMPOSICION GRANULOMETRICA DE SALVADOS EN MOLINOS REPRESENTADOS POR EL DIAGRAMA 4

Este tipo de molinos blanquean en 4 pasos por abrasión, el salvado proveniente de las blanqueadoras se mezcla y esta mezcla es el salvado comercial. El molino "H" utiliza yeso en el tercer paso como ayuda a la elaboración.

### 2.4.1 MOLINO "H"

La malla 10 de los salvados de blanqueo y del salvado mezcla retuvo una cantidad menor al 0.5 %, a diferencia de los molinos "F" y "G" que también blanquean en 4 pasos por abrasión, los salvados del molino "H" no presentaron arroz en tero semielaborado en ninguna malla. Tablas 2.20 a 2.23.

El material acumulado en la malla 20, de los salvados de blanqueo, se incremento el doble del segundo al tercer paso, de 12 a 23 %, y del tercer al cuarto paso, de 23 a 59 %. Como el componente físico principal de la malla 20 es el granillo se considera que en el tercer y cuarto paso de blanqueo se rompe una cantidad importante de grano; esta situación es más marcada en el cuarto paso donde se acumuló un 60 % en la malla 20.

El análisis granulométrico del salvado mezcla de los cuatro pasos de blanqueo, en la malla 20, mostró que el salvado del cuarto paso no contribuye en este con una cantidad importante, ya que la cantidad acumulada en R-20 es mas cerca a un promedio entre los tres primeros pasos, 16 %.

En los molinos "H" e "I" se observó que en el salvado del segundo paso de blanqueo había una cantidad mayor de -

germen entero a comparación del resto de los pasos de blanqueo. Tabla 2.23 y 2.27.

#### 2.4.2 MOLINO "I"

El molino "I" es el tercer molino donde se encontró arroz entero semielaborado, la mayor cantidad de este componente físico, 1 %, se localizó en la malla 10 del primer paso de blanqueo, tablas 2.24 a 2.27.

La cantidad acumulada en la malla 20 en todos los salvados, fue más alta a comparación de la acumulada en los demás molinos, alrededor del 50 %, esta cantidad tan alta se atribuye a daños en las mallas que ocasiona que un porcentaje alto de granillo pase al salvado. Esta situación se refleja en el análisis químico como una disminución del contenido de extracto etéreo, proteína cruda y ceniza, como se observará más adelante.

El salvado comercial de este molino, salvado mezcla de los cuatro pasos de blanqueo, tiene alrededor de 1 % de arroz entero semielaborado y un 40 % de granillo. Tabla 2.26.

El análisis granulométrico del salvado de aspiración tuvo un comportamiento similar a los salvados respectivos de los molinos "F" y "G", la malla 20 acumuló un porcentaje bajo de material, 7 %. Tabla 2.26.

TABLA 2.20 COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "H"  
EN PORCENTAJE CON RELACION AL TOTAL DE LA MUESTRA .

NUMERO DE TAMIZ Y ABERTURA

ETAPA	R-10 1.68 mm	R-20 0.84 mm	R-40 0.42 mm	R-60 0.25 mm	P-60	N <sup>a</sup>
PASO 1	0	12.664	25.312	55.078	6.946	1
PASO 2	0.013	12.84	44.202	40.731	2.214	1
PASO 3	0.132	23.186	57.322	19.36	0	1
PASO 4	0.542	59.633	34.306	4.82	0.699	1
MEZCLA 4 PASOS <sup>b</sup>	0.025	16.31	37.95	42.905	2.81	2

a : Número de muestras .

b : Salvado comercial .

TABLA 2.21

COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "H"

SALVADO DEL PRIMER PASO

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES				
			1	2	3	4	%AE
R - 10	-	-					-
R - 20	-	12.66		Gr	G	Ge	
R - 40	-	25.31	P, Ge	C	S		
R - 60	-	55.08	No se distinguen los componentes				
P - 60	-	6.95	" "	"	"	"	"

N = 1

SALVADO DEL SEGUNDO PASO

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
R - 10	-	0.01	S			
R - 20	-	12.84	C	Gr		Ge
R - 40	-	44.20		P	Ge	S
R - 60	-	40.73	No se distinguen los componentes			
P - 60	-	2.21	" "	"	"	"

N = 1

SALVADO DEL TERCER PASO

FRACCION	INTERVALO	X (%)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
R - 10	-	0.13	Gr, S			
R - 20	-	23.19	S	C	Ge	Gr
R - 40	-	57.32	Ge, P		S	
R - 60	-	19.36	No se distinguen los componentes			
P - 60	-	0	" "	"	"	"

N = 1

TABLA 2.22  
COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "H"  
SALVADO DEL CUARTO PASO

FRACCION	INTERVALO (%)	X (n)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
R - 10	-	0.54	Sa			
R - 20	-	59.63	Ge,C			Gr
R - 40	-	34.31	Ge,P			S
R - 60	-	4.82	No se distinguen los componentes			
F - 60	-	0.70	"	"	"	"

N = 1

SALVADO COMERCIAL

FRACCION	INTERVALO (%)	X (n)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
R - 10	0 - 0.05	0.03	Gr			
R - 20	14.28 - 18.34	16.31		Ge,C		Gr
R - 40	28.37 - 47.52	37.95	Ge,C	P	S	
R - 60	36.78 - 49.05	42.92	No se distinguen los componentes			
F - 60	1.42 - 4.2	2.81	"	"	"	"

N = 2

NOTA: N es el número de muestras analizadas.  
% de fracción por 100 g de muestra.

TABLA 2.23 CLASIFICACION NEUMATICA DE LA FRACCION DE SALVADO RETENIDA EN LA MALLA 20 EN EL MOLINO "H" .

- LIGEROS -

ETAPA	INTERVALO (g)	X (g)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
Primer paso	-	4.85	P		Ge,C	
Segundo paso	-	5.33	C			Ge
Tercer paso	-	5.49	S,P		Ge,C	
Cuarto paso	-	-	No se separó			
Mezcla 4 pasos <sup>a</sup>	2.39 - 5.326	3.858	P		Ge,C	

- PESADOS -

ETAPA	INTERVALO (g)	X (g)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
Primer paso	-	7.523		Gr	Ge	
Segundo paso	-	7.44	Gr			Ge
Tercer paso	-	10.543	C	Ge	Gr	
Cuarto paso	-	-	No se separó			
Mezcla 4 pasos <sup>a</sup>	8.19 - 15.04	11.615	C	Ge		Gr

<sup>a</sup> : Salvado comercial .

TABLA 2.24 COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "I"  
EN PORCENTAJE CON RELACION AL TOTAL DE LA MUESTRA .

NUMERO DE TAMIZ Y ABERTURA

ETAPA	R-10 1.68 mm	R-20 0.84 mm	R-40 0.42 mm	R-60 0.25 mm	P-60	N <sup>a</sup>
PASO 1	1.581	31.612	31.161	28.167	7.479	2
PASO 2	0.72	44.909	25.635	25.979	2.758	2
PASO 3	0.388	52.217	21.463	23.826	2.106	2
PASO 4	0.223	57.226	27.247	15.176	0.128	2
ASPIRACION	0.141	7.341	40.512	45.081	6.925	1
MEZCLA 4 PASOS <sup>b</sup>	1.823	40.127	25.50	27.88	4.67	3

a : Número de muestras .

b : Salvado comercial .

TABLA 2.25  
COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADO DEL MOLINO "I"

SALVADO DEL PRIMER PASO

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES				
			1	2	3	4	% AE
R - 10	0.16 - 3.00	1.58				Gr	1.05
R - 20	26.67 - 36.55	31.61	Se, Ge	C		Gr	
R - 40	25.22 - 37.10	31.16			S, C, P	Ge	
R - 60	17.72 - 38.61	28.17	No se distinguen los componentes				
P - 60	5.62 - 9.33	7.48	" "	"	"	"	"

N = 2

SALVADO DEL SEGUNDO PASO

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES				
			1	2	3	4	% AE
R - 10	0.46 - 1.39	0.72				Gr	0.16
R - 20	30.19 - 59.63	44.91	Ge, C			Gr	0.25
R - 40	19.31 - 31.96	25.64	P, C		S	Ge	
R - 60	17.35 - 34.61	25.80	No se distinguen los componentes				
P - 60	2.32 - 3.20	2.76	" "	"	"	"	"

N = 2

SALVADO DEL TERCER PASO

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES				
			1	2	3	4	% AE
R - 10	0.33 - 0.45	0.39	Gr				0.17
R - 20	47.76 - 56.67	52.22	Se, C			Gr	
R - 40	16.89 - 26.04	21.46	C		P, S	Ge	
R - 60	22.81 - 24.85	23.83	No se distinguen los componentes				
P - 60	1.15 - 3.06	2.11	" "	"	"	"	"

N = 2

TABLA 2.26  
COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADO DEL MOLINO "I"

SALVADO DEL CUARTO PASO

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES				
			1	2	3	4	%AE
R - 10	0.15 - 0.29	0.22	S,Gr				0.04
R - 20	57.16 - 57.28	57.23	Se			Gr	0.33
R - 40	23.85 - 30.65	27.25	C	Ge,S	P		
R < 60	11.90 - 18.46	15.18	No se distinguen los componentes				
P - 60	0 - 0.26	0.13	" "	" "	" "	" "	" "

N = 2

SALVADO DE ASPIRACION

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES				
			1	2	3	4	%AE
R - 10	-	0.14	S,Me				-
R - 20	-	7.34	Ge			Gr	
R - 40	-	40.51	P	Ge		S,C	
R - 60	-	45.08	No se distinguen los componentes				
P - 60	-	6.93	" "	" "	" "	" "	" "

N = 1

SALVADO MEZCLA DE CUATRO PASOS (COMERCIAL)

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES				
			1	2	3	4	%AE
R - 10	0.10 - 4.32	1.82				Gr	1.02
R - 20	31.46 - 46.95	40.13	Se			Gr	0.37
R - 40	21.19 - 29.83	25.51	S		P,C	Ge	
R - 60	25.24 - 29.83	27.89	No se distinguen los componentes				
P - 60	2.31 - 7.12	4.68	" "	" "	" "	" "	" "

N = 3

NOTA: N es el número de muestras analizadas.  
% de fracción por 100 g de muestra.

TABLA 2.27 CLASIFICACION NEUMATICA DE LA FRACCION DE SALVADO RETENIDA EN LA MALLA 20 EN EL MOLINO "I" .

- LIGEROS -

ETAPA	INTERVALO (g)	X (g)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
Primer paso	2.206 - 3.739	2.983	Se, Ge			C
Segundo paso	2.149 - 4.17	3.16	P		Ge	C
Tercer paso	1.589 - 2.329	1.959	Ge		P	C
Cuarto paso	0.633 - 4.846	2.735	Ge	S	P	
Mezcla 4 pasos <sup>a</sup>	2.81 - 4.616	3.64	Ge	P		C
Aspiración	-	3.77		Ge		C

- PESADOS -

ETAPA	INTERVALO (g)	X (g)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
Primer paso	31.969 - 23.813	27.891				Gr
Segundo paso	27.544 - 55.69	41.617	Ge			Gr
Tercer paso	45.05 - 52.83	48.94	Se			Gr
Cuarto paso	49.536 - 55.49	52.513	Se			Gr
Mezcla 4 pasos <sup>a</sup>	27.031 - 41.41	35.58				Gr
Aspiración	-	2.05		C		Gr

a : Salvado comercial .

### 3 COMPOSICION QUIMICA DE SALVADOS POR MOLINOS

#### 3.1 COMPOSICION QUIMICA DE SALVADOS EN MOLINOS REPRESENTADOS POR EL DIAGRAMA 1 (BLANQUEO EN UN PASO POR FRICCION)

La composición química en los salvados de blanqueadoras, en los molinos "A", "B" y "C", mostró que el porcentaje de proteína cruda es similar en todos los casos, alrededor de 13 %. Tablas 3.1, 3.2, 3.3, 3.4.

El contenido de extracto etéreo en los molinos "A" y "B" tiene un porcentaje cercano al 15 %, a diferencia del salvado en los molinos "C" y "D", cuyo porcentaje es mayor a 20 %.

En el caso de fibra cruda y ceniza no observaron un comportamiento definido, el molino "B" tiene los porcentajes más altos de fibra cruda, 12 %, y ceniza, 10 %. El menor porcentaje de fibra cruda, 6 %, se obtuvo en el molino "C", para el salvado de blanqueadora; el menor porcentaje de ceniza, 8 % en el molino "A", lo que se atribuye a que cada molino trabaja con una variedad distinta.

El valor más alto de extracto libre de nitrógeno se obtuvo en el molino "A", que como se vió en la tabla 2.1 el salvado de este molino mostró el porcentaje más alto de granillo, entre los molinos que siguen el diagrama 1, tanto el porcentaje de extracto libre de nitrógeno como el de granillo es tán relacionados entre sí.

TABLA 3.1 COMPOSICION QUIMICA DE SALVADOS OBTENIDOS EN UN PASO POR FRICCION

% MATERIA SECA .

COMPONENTE/MOLINO	HUMEDAD	P.C. <sup>a</sup>	E.E. <sup>b</sup>	F.C. <sup>c</sup>	CENIZA	ELN <sup>d</sup>
A	10.11	12.69	15.20	8.81	7.95	55.34
B	9.28	11.66	15.37	12.36	10.29	50.32
C	9.12	13.39	20.53	6.21	9.48	50.39
D (Lote 1)	8.76	13.94	21.94	-	10.50	-

a) Proteína cruda . El factor que se utilizó fue 5.95 .

b) Extracto etéreo .

c) Fibra cruda .

d) Extracto libre de nitrógeno .

NOTA : El número de lotes analizados en los molinos "A","B" y "C" fueron tres , en el molino "D" fue uno .

TABLA 3.2 COMPOSICION QUIMICA DEL SALVADO EN LOS MOLINOS "A" Y "B" .

MOLINO "A"

COMPONENTE <sup>a</sup>	INTERVALO (%)	X (%)
HUMEDAD	9.88 - 10.34	10.11
PROTEINA CRUDA ( N x 5.95 )	12.87 - 13.22	12.69
EXTRACTO ETereo	12.83 - 18.42	15.20
FIBRA CRUDA	-	8.81
CENIZA	7.99 - 8.34	7.95
E.L.N.	-	55.34

MOLINO "B"

COMPONENTE <sup>a</sup>	INTERVALO (%)	X (%)
HUMEDAD	8.06 - 10.5	9.28
PROTEINA CRUDA ( N x 5.95 )	11.36 - 11.68	11.66
EXTRACTO ETereo	14.75 - 15.62	15.37
FIBRA CRUDA	-	12.31
CENIZA	9.24 - 11.09	10.29
E.L.N.	-	50.32

a : Los porcentajes estan dados en base seca .

NOTA : Se analizaron 2 lotes en los molinos "A" y "B" .

TABLA 3.3 COMPOSICION QUIMICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "C" .

## SALVALO DE BLANQUEADORA

COMPONENTE <sup>a</sup>	INTERVALO (%)	X (%)
HUMEDAD	8.98 - 9.25	9.12
PROTEINA CRUDA ( N x 5.95 )	13.20 - 13.58	13.39
EXTRACTO ETereo	19.33 - 21.73	20.53
FIBRA CRUDA	5.57 - 6.85	6.21
CENIZA	8.88 - 10.08	9.48
E.L.N.	48.14 - 52.64	50.39

N = 2

## SALVADO COMERCIAL

COMPONENTE <sup>a</sup>	INTERVALO (%)	X (%)
HUMEDAD	-	9.68
PROTEINA CRUDA ( N x 5.95 )	-	11.67
EXTRACTO ETereo	-	13.61
FIBRA CRUDA	-	14.31
CENIZA	-	11.78
E.L.N.	-	48.63

N = 1

a : Los porcentajes estan dados en base seca .

NOTA : N es el número de muestras analizadas .

TABLA 3.4 COMPOSICION QUIMICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "D"

## SALVADO DE BLANQUEADORA (Blanqueo en un paso por fricción)

COMPONENTE <sup>a</sup>	INTERVALO (%)	X (%)
HUMEDAD	-	8.76
PROTEINA CRUDA ( N x 5.95 )	-	13.94
EXTRACTO ETereo	-	21.94
CENIZA	-	10.50

N = 1

## SALVADO DE SEGUNDO PASO (Blanqueo en 2 pasos, abrasión-fricción)

COMPONENTE <sup>a</sup>	INTERVALO (%)	X (%)
HUMEDAD	-	9.77
PROTEINA CRUDA ( N x 5.95 )	-	12.51
EXTRACTO ETereo	-	16.75
CENIZA	-	10.29

N = 1

a : Los porcentajes estan dados en base seca .

NOTA : N es el número de muestras analizadas .

### 3.2 COMPOSICION QUIMICA DE SALVADOS EN MOLINOS REPRESENTADOS POR EL DIAGRAMA 2 (BLANQUEO EN 2 PASOS. ABRASION-FRICCION)

El salvado obtenido a la salida de las blanqueadoras por fricción, segundo paso de blanqueo, presentó un contenido alto de extracto etéreo, 17 %. El porcentaje mayor de ceniza, 10 %, se obtuvo en el segundo paso del molino "D". Tablas 3.4 a 3.6.

En relación a los salvados obtenidos en el primer y segundo paso en el molino "E", los porcentajes de proteína cruda, extracto etéreo y ceniza son mayores en el segundo paso, - pero la diferencia más marcada se tuvo en el extracto etéreo e con una variación de 12 a 17 %.

El extracto libre de nitrógeno disminuyó del primer al segundo paso de 56 a 51 %.

TABLA 3.5 COMPOSICION QUIMICA DEL SALVADO OBTENIDO CON BLANQUEO EN 2 PASOS ,  
POR ABRASION Y FRICCION .

% MATERIA SECA .

COMPONENTE/MOLINO	No PASO	HUMEDAD	P.C. <sup>a</sup>	E.E. <sup>b</sup>	F.C. <sup>c</sup>	CENIZA	ELN <sup>d</sup>
D (Lote 3)	2 (Fricción)	9.77	12.51	16.75	-	10.29	-
E	1 (Abrasión)	7.41	14.13	12.29	9.67	7.79	56.12
	2 (Fricción)	4.47	15.77	17.24	7.08	8.60	51.31

- a) Proteína cruda . El factor utilizado fue 5.95 .  
 b) Extracto estereo .  
 c) Fibra cruda .  
 d) Extracto libre de nitrógeno .

NOTA : Se analizó una muestra en todos los casos .

TABLA 3.6 COMPOSICION QUIMICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "E"

## SALVADO DEL PRIMER PASO (Blanqueo por abrasión)

COMPONENTE <sup>a</sup>	INTERVALO (%)	X (%)
HUMEDAD	-	7.411
PROTEINA CRUDA ( N x 5.95 )	-	14.13
EXTRACTO ETereo	-	12.29
FIBRA CRUDA	-	9.67
CENIZA	-	7.79
E.L.N.	-	56.12

N = 1

## SALVADO DEL SEGUNDO PASO (Blanqueo por fricción)

COMPONENTE <sup>a</sup>	INTERVALO (%)	X (%)
HUMEDAD	-	7.47
PROTEINA CRUDA ( N x 5.95 )	-	15.77
EXTRACTO ETereo	-	17.24
FIBRA CRUDA	-	7.08
CENIZA	-	8.60
E.L.N.	-	51.31

N = 1

<sup>a</sup> : Los porcentajes estan dados en base seca .

NOTA : N es el número de muestras analizadas .

### 3.3 COMPOSICION QUIMICA DE SALVADOS EN MOLINOS REPRESENTADOS POR EL DIAGRAMA 3 (BLANQUEO EN 4 PASOS POR ABRASION).

#### 3.3.1 MOLINO "F"

La composición química de los salvados de blanqueadoras mostró que la cantidad de ceniza disminuía del segundo al cuarto paso, de 9 a 5 %; la misma tendencia se encontró en el extracto etéreo, de 20 a 8 %; y fibra cruda, de 6 a 2 %. - Dentro del proceso de blanqueo los porcentajes mayores de ceniza, 9 %; extracto etéreo, 20 %; y proteína, 15 %, se presentaron en el segundo paso. Tablas 3.7, 3.8, 3.9.

En el grupo anterior de salvados los porcentajes de extracto libre de nitrógeno se incrementaron del segundo al cuarto paso de 49 a 69 %, esta situación esta ligada al aumento de retenidos en la malla 20, principalmente granillo y puntila.

El cribado industrial, en una malla de 0.84 mm, de la mezcla de salvados de los 4 pasos de blanqueo originó que se incrementaran los porcentajes de proteína cruda, de 13 a 14 %; extracto etéreo, de 15 a 19 %; fibra cruda, de 6 a 7 %; y ceniza de 7 a 9 %. El extracto libre de nitrógeno disminuyó de 55 a 47 %, esto se debe a que el salvado que sale de la criba se le ha quitado una parte importante de granillo. -- Tabla 3.9.

Se encontró que el salvado de aspiración, en comparación con los salvados de proceso, tuvo los porcentajes más altos de ceniza, 10 %; extracto etéreo, 18%; proteína cruda, 14 % y fibra cruda, 9 %. Tabla 3.10.

El molino "F" no vende el salvado tal como se obtiene en el proceso, salvado cribado, sino que a este lo mezcla con cascarilla, lo que ocasiona que la composición química en el salvado comercial disminuya principalmente el contenido de extracto etéreo, de 19 a 14 %; y se incrementa el contenido de fibra cruda, de 7 a 14 %; y ceniza, de 9 a 11 %, a comparación del salvado cribado. Tabla 3.10.

### 3.3.2 MOLINO "G"

Los salvados de este molino tuvieron un comportamiento similar en el análisis químico a los salvados respectivos del molino "F". En los salvados de blanqueo los porcentajes más altos de ceniza, 9 %; extracto etéreo, 17 %; proteína cruda, 14.5 %; se localizaron en el segundo paso. Tablas 3.11 a 3.14.

Al igual que en el molino anterior, el cribado industrial originó un incremento de los porcentajes de extracto etéreo, de 14 a 18 %; y ceniza, de 7 a 9 %. El salvado que se comercializa en este molino es el salvado cribado y por lo tanto es un salvado con un porcentaje alto de extracto etéreo.

TABLA 3.7 COMPOSICION QUIMICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "F"

## % MATERIA SECA .

ETAPA	HUMEDAD	P.C. <sup>a</sup>	E.E. <sup>b</sup>	F.C. <sup>c</sup>	CENIZA	ELN <sup>d</sup>	N <sup>e</sup>
PASO 1	10.76	12.67	11.18	12.14	9.17	54.84	2
PASO 2	10.41	14.76	20.51	6.56	9.16	49.11	2
PASO 3	10.61	13.71	13.12	5.09	7.05	61.03	2
PASO 4	11.23	13.42	8.98	2.99	5.56	69.05	2
MEZCLA 4 PASOS	10.24	13.90	16.03	6.09	7.30	56.68	3
SALIDA CRIBA	9.34	14.47	19.81	7.58	9.31	48.83	3
ASPIRACION	8.65	14.22	17.71	9.28	10.12	48.67	2
COMERCIAL	10.16	12.87	14.67	14.42	11.18	46.86	3

- a) Proteína cruda . El factor utilizado fue 5.95 .  
 b) Extracto etéreo .  
 c) Fibra cruda .  
 d) Extracto libre de nitrógeno .  
 e) Número de muestras .

TABLA 3.8  
COMPOSICION QUIMICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "F"  
SALVADO DEL PRIMER PASO

DETERMINACION <sup>a</sup>	INTERVALO	X (%)
HUMEDAD	9.67 - 11.84	10.76
PROTEINA CRUDA <sup>b</sup>	10.76 - 13.46	12.67
EXTRACTO ETereo	8.18 - 13.19	11.18
FIBRA CRUDA	-	12.14
CENIZA	8.20 - 9.33	9.17
E.L.N. <sup>c</sup>	-	52.42

N = 2

SALVADO DEL SEGUNDO PASO

DETERMINACION <sup>a</sup>	INTERVALO	X (%)
HUMEDAD	9.76 - 11.05	10.41
PROTEINA CRUDA <sup>b</sup>	14.60 - 15.12	14.76
EXTRACTO ETereo	20.10 - 21.13	20.51
FIBRA CRUDA	-	6.56
CENIZA	8.90 - 9.63	9.16
E.L.N. <sup>c</sup>	-	49.11

N = 2

SALVADO DEL TERCER PASO

DETERMINACION <sup>a</sup>	INTERVALO	X (%)
HUMEDAD	10.03 - 11.19	10.61
PROTEINA CRUDA <sup>b</sup>	13.49 - 14.13	13.71
EXTRACTO ETereo	12.54 - 13.89	13.12
FIBRA CRUDA	-	5.09
CENIZA	6.91 - 7.20	7.05
E.L.N. <sup>c</sup>	-	61.03

N = 2

TABLA 3.9  
 COMPOSICION QUIMICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "F"  
SALVADO DEL CUARTO PASO

DETERMINACION <sup>a</sup>	INTERVALO	X (%)
HUMEDAD	10.47 - 11.98	11.23
PROTEINA CRUDA <sup>b</sup>	12.26 - 14.49	13.42
EXTRACTO ETereo	8.69 - 9.20	8.98
FIBRA CRUDA	-	2.99
CENIZA	5.00 - 6.07	5.56
E.L.N. <sup>c</sup>	-	69.05

N = 2

SALVADO MEZCLA DE CUATRO PASOS

DETERMINACION <sup>a</sup>	INTERVALO	X (%)
HUMEDAD	9.41 - 11.61	10.24
PROTEINA CRUDA <sup>b</sup>	12.80 - 14.35	13.90
EXTRACTO ETereo	12.05 - 19.00	16.03
FIBRA CRUDA	-	6.09
CENIZA	6.36 - 7.80	7.30
E.L.N. <sup>c</sup>	-	56.68

N = 3

SALVADO DE SALIDA DE CRIBA

DETERMINACION <sup>a</sup>	INTERVALO	X (%)
HUMEDAD	8.76 - 10.14	9.34
PROTEINA CRUDA <sup>b</sup>	14.05 - 14.31	14.47
EXTRACTO ETereo	16.16 - 22.71	19.81
FIBRA CRUDA	7.02 - 7.82	7.58
CENIZA	7.91 - 10.53	9.31
E.L.N. <sup>c</sup>	45.62 - 49.96	48.83

N = 3

TABLA 3.10  
COMPOSICION QUIMICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "F"

SALVADO DE ASPIRACION

DETERMINACION <sup>a</sup>	INTERVALO	X (%)
HUMEDAD	8.60 - 8.70	8.65
PROTEINA CRUDA <sup>b</sup>	13.90 - 14.54	14.22
EXTRACTO ETereo	15.22 - 20.20	17.71
FIBRA CRUDA	8.55 - 10.00	9.28
CENIZA	9.75 - 10.49	10.12
E.L.N. <sup>c</sup>	46.96 - 50.39	48.67

N = 2

SALVADO COMERCIAL

DETERMINACION <sup>a</sup>	INTERVALO	X (%)
HUMEDAD	9.39 - 10.77	10.16
PROTEINA CRUDA <sup>b</sup>	12.38 - 13.12	12.87
EXTRACTO ETereo	13.64 - 15.36	14.67
FIBRA CRUDA	13.56 - 15.27	14.67
CENIZA	11.55 - 10.64	11.18
E.L.N. <sup>c</sup>	46.61 - 47.16	46.85

N = 3

NOTA: N es el número de muestras analizadas.

a : Los porcentajes están dados en base seca.

b : % Nitrógeno por el factor 5.95.

c : Extracto libre de nitrógeno.

TABLA 3.11 COMPOSICION QUIMICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "G"

% MATERIA SECA .

ETAPA	HUMEDAD	P.C. <sup>a</sup>	E.E. <sup>b</sup>	GENIZA	N <sup>c</sup>
PASO 1	9.87	12.33	16.43	9.22	2
PASO 2	9.52	14.5	17.76	7.71	2
PASO 3	10.55	14.11	15.47	6.59	2
PASO 4	10.91	13.12	12.08	6.16	2
MEZCLA 4 PASOS	9.48	12.89	14.74	7.7	1
SALIDA CRIBA <sup>d</sup>	9.46	14.34	18.24	9.22	3
ASPIRACION	9.15	13.67	16.82	10.85	2

a) Proteína cruda . El factor utilizado fue 5.95 .

b) Extracto etéreo .

c) Número de Muestras .

d) Salvado comercial .

TABLA 3.12  
 COMPOSICION QUIMICA DEL SALVADO DEL MOLINO "G"  
 SALVADO DEL PRIMER PASO

DETERMINACION <sup>a</sup>	INTERVALO	X (%)
HUMEDAD	9.43 - 10.31	9.87
PROTEINA CRUDA <sup>b</sup>	12.47 - 12.59	12.53
EXTRACTO ETereo	14.7 - 18.16	16.43
CENIZA	9.21 - 99.23	9.22

N = 2

SALVADO DEL SEGUNDO PASO

DETERMINACION <sup>a</sup>	INTERVALO	X (%)
HUMEDAD	9.40 - 9.63	9.52
PROTEINA CRUDA <sup>b</sup>	14.11 - 14.84	14.50
EXTRACTO ETereo	16.75 - 18.77	17.76
CENIZA	7.24 - 8.17	7.71

N = 2

SALVADO DEL TERCER PASO

DETERMINACION <sup>a</sup>	INTERVALO	X (%)
HUMEDAD	10.20 - 10.90	10.55
PROTEINA CRUDA <sup>b</sup>	14.08 - 14.14	14.11
EXTRACTO ETereo	14.74 - 16.19	15.47
CENIZA	6.41 - 6.77	6.59

N = 2

NOTA: N es el número de muestras analizadas.

a : Los porcentajes están dados en base seca.

b : % de nitrógeno por el factor 5.95

...

TABLA 3.13

## COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL SALVADO DEL MOLINO "G"

SALVADO DEL CUARTO PASEO

DETERMINACION <sup>a</sup>	INTERVALO	X (%)
HUMEDAD	9.56 - 12.26	10.91
PROTEÍNA CRUDA <sup>b</sup>	12.96 - 13.27	13.12
EXTRACTO ESTEREO	7.69 - 13.46	12.08
CENIZA	4.58 - 7.73	6.16

N = 2

SALVADO MEZCLA DE CUATRO PASOS

DETERMINACION <sup>a</sup>	INTERVALO	X (%)
HUMEDAD	-	9.48
PROTEÍNA CRUDA <sup>b</sup>	-	12.89
EXTRACTO ESTEREO	-	14.74
CENIZA	-	7.7

N = 1

SALVADO DE SALIDA DE CRIBA

DETERMINACION <sup>a</sup>	INTERVALO	Y (%)
HUMEDAD	2.42 - 10.68	9.46
PROTEÍNA CRUDA <sup>b</sup>	14.01 - 14.54	14.34
EXTRACTO ESTEREO	12.54 - 22.68	18.24
PIERA CRUDA	-	8.62
CENIZA	8.96 - 9.59	9.22
C.L.N. <sup>c</sup>	-	45.16

N = 1

NOTA: N es el número de muestras analizadas.  
El salvado comercial es el salvado de salida de criba.

- a : Los porcentajes están dados en base seca.
- b : % de nitrógeno por el factor 5.95.
- c : Extracto libre de nitrógeno.

TABLA 3.14  
 COMPOSICION QUIMICA DEL SALVADO DEL MOLINO "G"

SALVADO DE ASPIRACION

DETERMINACION <sup>a</sup>	INTERVALO	X (%)
HUMEDAD	8.18 - 10.11	9.15
PROTEINA CRUDA <sup>b</sup>	13.20 - 14.13	13.67
EXTRACTO ETereo	16.29 - 17.34	16.82
CENIZA	10.80 - 10.90	10.85

N = 2

NOTA: N es el número de muestras analizadas.

a: Los porcentajes están dados en base seca.

b: % de nitrógeno por el factor 5.95.

### 3.4 COMPOSICION QUIMICA DE LOS SALVADOS EN MOLINOS REPRESENTADOS POR EL DIAGRAMA 4. (BLANQUEO EN 4 PASOS POR ABRASION Y MEZCLA DE LOS SALVADOS).

#### 3.4.1 MOLINO "H"

Los salvados de blanqueadoras de este molino tuvieron un comportamiento similar, en la composición química, a los salvados de blanqueadoras de los molinos "F" y "G"; del segundo al cuarto paso de blanqueo las cantidades de extracto etéreo y fibra cruda disminuyeron, el primero de 20 a 13 % y la segunda de 7 a 2 %, el extracto libre de nitrógeno incrementó de 47 a 63 %. Tablas 3.15, 3.16, 3.17.

La mezcla de salvados de los 4 pasos de blanqueo -- tiene el porcentaje más alto de ceniza, 11 %, a comparación de los molinos anteriores, lo que se atribuye a que en este molino se tiene como práctica adicionar yeso como ayuda al -- blanqueo.

#### 3.4.2 MOLINO "I"

El comportamiento químico de los salvados de blanqueo es similar a los salvados respectivos de los molinos "F", "G" y "H", del segundo al cuarto paso disminuyó la proteína cruda, de 12 a 10 %; y el extracto etéreo, de 13 a 7 %. Es de notar que los porcentajes de proteína cruda, extracto etéreo y ceniza en el molino "H" son los más bajos que se obtuvieron entre los salvados obtenidos en molinos que blanquean en la misma forma. Tablas 3.18, 3.19, 3.20.

Dentro del proceso los porcentajes más altos de proteína cruda, 12 %, y extracto etéreo, 13 %, se encontraron en el salvado del segundo paso de blanqueo.

TABLA 3.15 COMPOSICION QUIMICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "H"

‡ MATERIA SECA .

ETAPA	HUMEDAD	P.C. <sup>a</sup>	E.E. <sup>b</sup>	F.C. <sup>c</sup>	CENIZA	ELN <sup>d</sup>	N <sup>e</sup>
PASO 1	8.88	13.49	18.83	10.40	9.70	47.58	1
PASO 2	9.37	15.15	20.37	6.9	9.15	48.43	1
PASO 3	10.00	14.57	17.37	4.61	9.67	53.78	1
PASO 4	10.61	13.98	13.08	1.97	7.28	63.69	1
MEZCLA 4 PASOS <sup>f</sup>	9.22	12.98	16.96	9.97	11.6	48.50	2

- a) Proteína cruda . El factor utilizado fue 5.95 .  
 b) Extracto etéreo .  
 c) Fibra cruda .  
 d) Extracto libre de nitrógeno .  
 e) Número de muestras .  
 f) Salvado comercial .

TABLA 3.16

COMPOSICION QUIMICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "H"

SALVADO DEL PRIMER PASO

DETERMINACION <sup>a</sup>	X (%)
HUMEDAD	8.88
PROTEINA CRUDA <sup>b</sup>	13.49
EXTRACTO ETereo	18.83
PIERA CRUDA	10.40
CENIZA	9.70
E.L.N. <sup>c</sup>	47.58

N = 1

SALVADO DEL SEGUNDO PASO

DETERMINACION <sup>a</sup>	X (%)
HUMEDAD	9.37
PROTEINA CRUDA <sup>b</sup>	15.15
EXTRACTO ETereo	20.37
PIERA CRUDA	6.90
CENIZA	9.15
E.L.N. <sup>c</sup>	48.43

N = 1

SALVADO DEL TERCER PASO

DETERMINACION <sup>a</sup>	X (%)
HUMEDAD	10.00
PROTEINA CRUDA <sup>b</sup>	14.57
EXTRACTO ETereo	17.37
PIERA CRUDA	4.61
CENIZA	9.67
E.L.N. <sup>c</sup>	43.78

N = 1

...

TABLA 3.17  
COMPOSICION QUIMICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "H"  
SALVADO DEL CUARTO PASO

DETERMINACION <sup>a</sup>	X (%)
HUMEDAD	10.61
PROTEINA CRUDA <sup>b</sup>	13.98
EXTRACTO ESTEREO	13.08
FIBRA CRUDA	1.97
CENIZA	7.28
E.L.N. <sup>c</sup>	53.08

N = 1

SALVADO MEZCLA DE CUATRO PASOS

DETERMINACION <sup>a</sup>	INTERVALO	X (%)
HUMEDAD	8.82 - 9.62	9.22
PROTEINA CRUDA <sup>b</sup>	12.02 -13.94	12.98
EXTRACTO ESTEREO	16.33 -17.58	16.96
FIBRA CRUDA	-	9.97
CENIZA	9.94 -13.27	11.60
E.L.N. <sup>c</sup>	-	48.50

N = 2

NOTA: N es el número de muestras analizadas.

a : % dados en base seca.

b : % de nitrógeno por el factor 5.95.

c : Extracto libre de nitrógeno.

TABLA 3.18 COMPOSICION QUIMICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "I"

% MATERIA SECA .

ETAPA	HUMEDAD	P.C. <sup>a</sup>	E.E. <sup>b</sup>	CENIZA	N <sup>c</sup>
PASO 1	10.29	12.12	11.26	6.16	2
PASO 2	10.08	12.22	13.07	5.73	2
PASO 3	10.58	11.46	11.84	4.64	2
PASO 4	10.06	10.78	7.16	3.81	2
MEZCLA 4 PASOS <sup>d</sup>	9.52	12.50	10.35	6.12	1
ASPIRACION	8.76	12.72	17.95	9.32	3

- a) Proteína cruda . El factor utilizado fue 5.95 .  
 b) Extracto etéreo .  
 c) Número de muestras .  
 d) Salvado comercial .

TABLA 3.19  
COMPOSICION QUIMICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "I"

SALVADO DEL PRIMER PASO

DETERMINACION <sup>a</sup>	INTERVALO (%)	X (%)
HUMEDAD	10.01 - 10.56	10.29
PROTEINA CRUDA <sup>b</sup>	11.68 - 12.56	12.12
EXTRACTO ETereo	11.11 - 11.40	11.26
CENIZA	5.46 - 6.85	6.16

N = 2

SALVADO DEL SEGUNDO PASO

DETERMINACION <sup>a</sup>	INTERVALO (%)	X (%)
HUMEDAD	9.87 - 10.29	10.08
PROTEINA CRUDA <sup>b</sup>	11.48 - 12.22	11.85
EXTRACTO ETereo	10.87 - 15.27	13.07
CENIZA	4.55 - 4.73	4.64

N = 2

SALVADO DEL TERCER PASO

DETERMINACION <sup>a</sup>	INTERVALO (%)	X (%)
HUMEDAD	10.57 - 10.58	10.58
PROTEINA CRUDA <sup>b</sup>	11.08 - 11.83	11.46
EXTRACTO ETereo	11.32 - 12.36	11.84
CENIZA	4.55 - 4.73	4.64

N = 2

NOTA: N es el número de muestras analizadas.

a: Los porcentajes están dados en base seca.

b: % de nitrógeno por el factor: 5.95.

TABLA 3.20

COMPOSICION QUIMICA DEL SALVADO EN EL MOLINO "I"

SALVADO DEL CUARTO PASO

DETERMINACION <sup>a</sup>	INTERVALO (%)	X (%)
HUMEDAD	10.02 - 10.10	10.06
PROTEINA CRUDA <sup>b</sup>	10.75 - 10.81	10.78
EXTRACTO ETereo	6.90 - 7.41	7.16
CENIZA	3.58 - 4.03	3.81

N = 2

SALVADO MEZCLA DE CUATRO PASOS

DETERMINACION <sup>a</sup>	INTERVALO (%)	X (%)
HUMEDAD	9.00 - 9.91	9.46
PROTEINA CRUDA <sup>b</sup>	10.25 - 14.54	12.50
EXTRACTO ETereo	7.21 - 12.31	10.35
CENIZA	5.10 - 6.94	6.12

N = 3

SALVADO DE ASPIRACION

DETERMINACION <sup>a</sup>	INTERVALO (%)	X (%)
HUMEDAD	-	8.76
PROTEINA CRUDA <sup>b</sup>	-	12.72
EXTRACTO ETereo	-	17.95
CENIZA	-	9.32

N = 1

NOTA: N es el número de muestras analizadas.

El salvado comercial es la mezcla de los cuatro pasos de blanqueo.

a : Los porcentajes están dados en base seca.

b : Porcentajes de nitrógeno por el factor 5.95.

#### 4 OBSERVACIONES GENERALES EN LAS FRACCIONES DEL SALVADO

El análisis granulométrico por sí solo no proporciona información del tipo de componentes físicos que se encuentran en una muestra, por lo que es importante la observación microscópica de las fracciones, ya que ésta aporta elementos para identificar los componentes físicos de los subproductos e indirectamente el estado en que se encuentra el equipo.

La fracción retenida en la malla 10 se relacionó con la cantidad acumulada, ya que cuando fue menor de 0.1 g el componente físico principal fue salvado aglomerado, cuando la fracción retenida fue mayor de dicha cantidad el componente físico principal fue arroz entero semielaborado. Cuadros 4.1, 4.2, 4.3.

El componente físico principal en la fracción retenida en la malla 20 fue granillo, algunas veces se encontró acompañado de arroz entero semielaborado.

La fracción retenida en la malla 40 mostró que predominaban tres componentes físicos, germen entero, cascarilla y salvado; el componente físico que predomina está en función de la forma de blanqueo, fricción o abrasión. En ambos casos en esta malla se retiene la mayor cantidad de germen entero, aunque siempre acompañado de puntilla.

CUADRO 4.1 CARACTERISTICAS DE LAS FRACCIONES DEL SALVADO DE ARROZ COMERCIAL EN MOLINOS CON BLANQUEO EN UN PASO POR FRICCIÓN

FRACCION	COMPONENTES FISICOS		TEXTURA	OBSERVACIONES
	GENERALES	CARACTERISTICOS		
R - 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Salvado aglomerado</li> <li>- Insectos de campo .</li> </ul>	SALVADO AGLOMERADO	GRANULOSA	
R - 20	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Granillo</li> <li>- Semillas extrañas</li> <li>- Cascarilla</li> <li>- Germen</li> <li>- Salvado</li> <li>- Piedra</li> </ul>	GRANILLO	GRANULOSA	
R - 40	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puntilla</li> <li>- Salvado</li> <li>- Germen</li> <li>- Cascarilla</li> </ul>	CASCARILLA	FIBROSA	
R - 60 P - 60	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Salvado</li> <li>- Germen triturado</li> <li>- Endospermo</li> <li>- Cascarilla triturada</li> <li>- Piedra</li> </ul>		HARINOSA	No se distingue que componente predomina.

NOTA : Las fracciones fueron obtenidas por tamizado del salvado en las mallas 10 , 20, 40 y 60 .

CUADRO 4.2 CARACTERISTICAS DE LAS FRACCIONES DEL SALVADO MEZCLA DE 4 PASOS DE BLANQUEO POR ABRASION

FRACCION	COMPONENTES FISICOS		TEXTURA	OBSERVACIONES
	GENERALES	CARACTERISTICOS		
R - 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Salvado aglomera- do</li> <li>- Granillo</li> <li>- Materia extraña (piedras, insectos)</li> <li>- Arroz entero semie- laborado</li> <li>- Arroz palay</li> </ul>	GRANILLO	GRANULOSA	En general se encuentra - salvado cuando la fracción es menor de 0.1 g , cuan- do es mayor de esa canti- dad se encuentra granillo y hasta grano entero semie- laborado .
R - 20	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Granillo</li> <li>- Germen</li> <li>- Cascarilla</li> <li>- Arroz entero semie- laborado</li> </ul>	GRANILLO	GRANULOSA	Si se encuentra arroz ente- ro en R-10 , es muy proba- ble encontrar este compo- nente en un porcentaje re- lativamente alto .
R - 40	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Germen</li> <li>- Cascarilla</li> <li>- Salvado</li> <li>- Puntilla</li> </ul>	GERMEN	FIBROSA	El salvado sigue en impor- tancia por su cantidad al germen .
R - 60 P - 60	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Salvado</li> <li>- Germen triturado</li> <li>- Endospermo</li> <li>- Cascarilla tritu- rada</li> <li>- Piedra</li> </ul>		HARINOSA	No se distingue que compo- nente físico predomina .

NOTA : Las fracciones fueron obtenidas por tamizado del salvado en las mallas 10,20,  
40 y 60 .

CUADRO 4.3 CARACTERISTICAS DE LAS FRACCIONES DEL SALVADO COMERCIAL DE ARROZ

FRACCION	COMPONENTES FISICOS		TEXTURA	OBSERVACIONES
	GENERALES	CARACTERISTICOS		
R - 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Salvado aglomerado</li> <li>- Medio grano</li> <li>- Granillo</li> <li>- Arroz entero semielaborado</li> <li>- Insectos</li> <li>- Arroz palay</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-ARROZ ENTERO SEMIELABORADO</li> <li>-SALVADO AGLOMERADO</li> </ul>	GRANULOSA	En general se encuentra salvado cuando la fracción es menor de 0.1 g , cuando es mayor de esa cantidad se encuentra granillo y arroz entero semielaborado .
R - 20	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Granillo</li> <li>- Medio grano</li> <li>- Arroz entero semielaborado</li> <li>- Germen</li> <li>- Semillas extrañas</li> <li>- Cascarilla</li> </ul>	-GRANILLO	GRANULOSA	Si en R-10 se encuentra arroz entero semielaborado es probable que en esta fracción se encuentre este componente en un porcentaje relativamente alto .
R - 40	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Germen</li> <li>- Puntilla</li> <li>- Cascarilla</li> <li>- Salvado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-GERMEN</li> <li>-CASCARILLA</li> <li>-SALVADO</li> </ul>	FIBROSA	Según la forma de blanqueo predomina el germen o la cascarilla y el salvado .
R - 60 P - 60	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Salvado</li> <li>- Germen triturado</li> <li>- Endospermo</li> <li>- Cascarilla triturada</li> <li>- Piedra</li> </ul>		HARINOSA	No se distingue que componente predomina .

NOTA : Estas observaciones corresponden tanto a molinos que blanquean por fricción en un paso como a molinos que blanquean por abrasión en 4 pasos .

## 5 COMPOSICION GRANULOMETRICA GENERAL DEL SALVADO

### 5.1 COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADO OBTENIDO EN EL BLANQUEO EN UN PASO POR FRICCIÓN

En este salvado una cantidad mayor al 60 % se localiza entre las mallas 40 y 60, en la malla 40 la cantidad retenida es mayor al 40 %. Tabla 5.1.

### 5.2 COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADO OBTENIDO POR BLANQUEO EN 4 PASOS POR ABRASION.

#### 5.2.1 SALVADO DE BLANQUEADORAS

Los salvados de blanqueadoras de 3 de los 4 molinos que blanquean por pasos, molinos "F", "G" e "I", tuvieron una proporción mayor al 25 % de granillo, además en esos molinos en el salvado del primer paso de blanqueo se encontró arroz entero semielaborado, un promedio de 4 %. Ambas situaciones se atribuyen a que las mallas de las blanqueadoras están deterioradas y/o el arroz es de un tamaño y espesor menor tal que atraviesa esa malla. Tablas 5.2, 5.3.

Los salvados de blanqueo de los molinos "F", "G", "H" e "I", tuvieron un comportamiento similar en la malla 20, la cantidad retenida en dicha malla se incrementó del segundo al cuarto paso de blanqueo, de 26 a 50 %.

El salvado del cuarto paso de blanqueo presentó un porcentaje alto de granillo, 50 %, lo que es atribuible a dos razones: - La blanqueadora en este paso está muy ajustada y rompe el grano.

- El grado de elaboración en este paso es pequeño por lo que la proporción de finos en relación al grano quebrado es menor.

### 5.2.2 SALVADO MEZCLA

Este salvado se distribuyó en una proporción de 30 % en las mallas 20, 40 y 60. El salvado mezcla de 3 de los 4 molinos que blanquean en cuatro pasos presentó más de 1 % de arroz entero semielaborado. Tabla 5.4.

### 5.2.3 SALVADO CRIBADO

El cribado industrial eliminó al arroz entero semielaborado y alrededor del 70 % del granillo del salvado mezcla, ya que la cantidad retenida en la malla 20 disminuyó de 30 % en el salvado mezcla a 10 % en el salvado cribado. Tabla 5.4.

### 5.2.4 SALVADO DE ASPIRACION

El análisis granulométrico de este salvado es similar al del salvado cribado. La cantidad acumulada en la malla 20 es menor al 10 %. Tabla 5.5.

### 5.2.5 COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADO COMERCIAL

La distribución granulométrica del salvado comercial conduce a afirmar que el salvado se vende con arroz entero semielaborado y un porcentaje alto de granillo, ya que en la malla 10 se acumuló un promedio de 0.5 % de material y en la malla 20, 25 %. Cuadro 4.3, tabla 5.6.

Sin embargo esta afirmación no es del todo válida para un molino específico ya que cada molino tiene diferentes prácticas para con el salvado.

TABLA 5.1 COMPOSICION GRANULOMETRICA MEDIA DE SALVADOS OBTENIDOS CON BLANQUEO EN UN PASO POR FRICCION .

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)
R - 10	0.01 - 0.12	0.047
R - 20	12.88 - 38.795	23.72
R - 40	23.725 - 55.157	41.933
R - 60	13.564 - 48.616	28.776
P - 60	0.979 - 8.826	5.524

NOTA : Los datos reportados provienen de 7 lotes distribuidos en 4 molinos .

TABLA 5.2 COMPOSICION GRANULOMETRICA MEDIA DE SALVADOS OBTENIDOS EN EL PRIMER Y SEGUNDO PASOS DE BLANQUEO POR ABRASION

## PRIMER PASO

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	%AE
R - 10	0 - 8.594	3.661	2.45
R - 20	12.664 - 49.56	29.637	1.39
R - 40	12.492 - 37.099	22.061	
R - 60	17.722 - 55.078	36.675	
P - 60	3.098 - 14.299	7.966	

## SEGUNDO PASO

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	% AE
R - 10	0 - 1.393	0.343	0.09
R - 20	12.84 - 59.625	26.653	0.28
R - 40	19.314 - 44.202	29.457	
R - 60	17.347 - 52.61	39.158	
P - 60	0.792 - 9.72	4.289	

NOTA : Los datos utilizados fueron de 7 lotes distribuidos en 4 molinos .

TABLA 5.3 COMPOSICION GRANULOMETRICA MEDIA DE SALVADOS OBTENIDOS EN EL TERCER Y CUARTO PASOS DE BLANQUEO POR ABRASION .

TERCER PASO

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	% AE
R - 10	0 - 2.120	0.514	0
R - 20	20.186 - 56.671	39.125	0
R - 40	16.887 - 57.322	33.774	
R - 60	19.360 - 29.914	24.563	
P - 60	0 - 4.056	2.024	

CUARTO PASO

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	% AE
R - 10	0.151 - 2.048	0.678	0.18
R - 20	26.40 - 60.784	49.983	0.5
R - 40	20.661 - 40.13	30.054	
R - 60	4.82 - 42.108	18.123	
P - 60	0 - 4.036	1.161	

NOTA : Los datos reportados provienen de 7 lotes distribuidos en 4 molinos .

TABLA 5.4 COMPOSICION GRANULOMETRICA MEDIA DE LOS SALVADOS MEZCLA DE LOS 4 PASOS DE BLANQUEO Y A LA SALIDA DE LA CRIBA .

SALVADO MEZCLA DE 4 PASOS DE BLANQUEO

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	% AE
R - 10	0 - 4.32	1.103	0.71
R - 20	14.280 - 46.95	32.246	0.96
R - 40	16.68 - 47.52	27.588	
R - 60	26.95 - 49.05	35.575	
P - 60	0.75 - 7.12	3.498	

SALVADO DE SALIDA DE CRIBA

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	% AE
R - 10	0 - 0.037	0.105	0
R - 20	3.84 - 20.981	11.886	
R - 40	24.636 - 63.839	39.205	
R - 60	29.929 - 57.672	43.117	
P - 60	2.068 - 10.487	5.75	

NOTA : Los datos utilizados para el salvado mezcla de 4 pasos fueron de 9 lotes - distribuidos en 4 molinos . En el salvado de salida de criba las muestras utilizadas fueron 6 , distribuidas en 2 molinos .

TABLA 5.5 COMPOSICION GRANULOMETRICA MEDIA DE LOS SALVADOS DE ASPIRACION

FRACCION	INTERVALO (%)	X(%)
R - 10	0 - 0.189	0.118
R - 20	1.005 - 10.270	5.199
R - 40	30.420 - 47.769	38.522
R - 60	40.608 - 57.71	48.655
P - 60	1.600 - 11.468	7.506

NOTA : Este tipo de salvado solo se obtuvo en molinos con blanqueo en 4 pasos por abrasión . Los datos fueron tomados de 5 lotes distribuidos en 3 molinos .

TABLA 5.6 COMPOSICION GRANULOMETRICA MEDIA DE LOS SALVADOS COMERCIALES DE ARROZ .

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	% AE
R - 10	0 - 4.32	0.489	0.4
R - 20	14.28 - 46.95	23.88	
R - 40	21.19 - 55.157	35.919	
R - 60	13.564 - 49.05	33.831	
P - 60	0.98 - 14.95	5.889	

NOTA : Los datos reportados fueron tomados de 16 lotes distribuidos en 7 molinos . Estos lotes corresponden tanto a molinos que blanquean por fricción en un - paso como a molinos que blanquean por abrasión en 4 pasos .

## 6 COMPOSICION QUIMICA GENERAL DE SALVADO

### 6.1 SALVADOS OBTENIDOS POR BLANQUEO EN UN PASO POR FRICCION

Los contenidos de extracto etéreo, 17 %; ceniza, 9% y fibra cruda, 8 %, de este tipo de salvado son altos en relación al salvado mezcla, y son similares a los obtenidos en el segundo paso de blanqueo en molinos por abrasión. La proteína cruda se mantiene relativamente constante con un porcentaje medio de 13 %. Tabla 6.1.

### 6.2 COMPOSICION QUIMICA DEL SALVADO OBTENIDO EN 4 PASOS DE BLANQUEO POR ABRASION

#### 6.2.1 SALVADO DE BLANQUEADORAS

Los salvados de blanqueo tuvieron una disminución del primer al cuarto paso en fibra cruda, de 11 a 3 %; ceniza, de 9 a 6 %; y extracto etéreo, de 19 a 11 %; el porcentaje más alto de extracto etéreo, 19 %, se obtuvo en el segundo paso de blanqueo. Tablas 6.2, 6.3.

Los porcentajes de proteína cruda se pueden considerar constantes durante el proceso, ya que su variación fue pequeña en relación a los demás componentes, de 13 a 14 %.

El extracto libre de nitrógeno aumentó del segundo al cuarto paso de blanqueo, de 50 a 65 %, esta variación está relacionada con el incremento de material en la malla 20 en cada paso de blanqueo.

### 6.2.2 SALVADO MEZCLA

Este salvado presentó un porcentaje menor de extracto etéreo, 14 %, y fibra cruda, 8 %; a comparación del salvado obtenido por blanqueo por fricción. Tabla 6.4.

### 6.2.3 SALVADO CRIBADO

El cribado industrial elimina gran parte del granillo de la muestra, por este motivo el contenido de extracto libre de nitrógeno disminuyó de 52 % en el salvado mezcla al 47 % en el salvado cribado, con el consecuente incremento en la cantidad de los demás componentes. Tabla 6.4. El porcentaje de extracto etéreo, 19 %, y proteína son altos en relación al salvado mezcla y del salvado obtenido por fricción.

### 6.2.4 SALVADO DE ASPIRACION

Este tipo de salvado presentó el valor más alto de ceniza, 10 %; y porcentajes altos de extracto etéreo, 17 %; en relación a los salvados del proceso. Tabla 6.5.

### 6.2.5 SALVADO COMERCIAL

La composición química de los salvados comerciales no se puede generalizar ya que intervienen las diferentes prácticas en los molinos como es la forma de blanqueo, cribado de salvado y adulterado; además de otros factores como es la variedad del grano de arroz. Tabla 6.6.

TABLA 6.1 COMPOSICION QUIMICA MEDIA DE SALVADOS OBTENIDOS CON BLANQUEO EN UN PASO POR FRICCION , EN PORCENTAJE DE MATERIA SECA .

COMPONENTE	INTERVALO (%)	X (%)
HUMEDAD	8.06 - 10.50	9.40
PROTEINA CRUDA ( N x 5.95 )	11.36 - 13.94	12.83
EXTRACTO ETereo	12.83 - 21.94	17.80
FIBRA CRUDA	5.57 - 12.25	8.40
CENIZA	7.99 - 11.09	9.44
ELN <sup>a</sup>	48.14 - 56.90	51.54

a) Extracto libre de nitrógeno .

NOTA : Los datos se reportaron a partir de 7 lotes distribuidos en 4 molinos .

TABLA 6.2 COMPOSICION QUIMICA MEDIA DE SALVADOS OBTENIDOS EN EL PRIMER Y SEGUNDO PASOS DE BLANQUEO POR ABRASION , EN PORCENTAJE DE MATERIA SECA .

## PRIMER PASO

COMPONENTE	INTERVALO (%)	X (%)
HUMEDAD	8.88 - 11.84	10.10
PROTEINA CRUDA ( N x 5.95 )	10.76 - 13.49	13.03
EXTRACTO ETereo	8.18 - 18.83	14.32
FIBRA CRUDA	10.40 - 11.60	11.54
CENIZA	5.46 - 9.70	8.68
ELN <sup>a</sup>	47.58 - 52.42	52.43

## SEGUNDO PASO

COMPONENTE	INTERVALO (%)	X (%)
HUMEDAD	9.37 - 11.05	9.91
PROTEINA CRUDA ( N x 5.95 )	11.48 - 15.15	14.60
EXTRACTO ETereo	16.75 - 21.13	19.49
FIBRA CRUDA	7.66 - 6.90	7.05
CENIZA	4.94 - 9.63	8.10
ELN <sup>a</sup>	48.43 - 49.22	50.76

a) Extracto libre de nitrógeno .

NOTA : Los datos se reportaron a partir de 7 lotes distribuidos en 4 molinos .

TABLA 6.3 COMPOSICION QUIMICA MEDIA DE SALVADOS OBTENIDOS EN EL TERCER Y CUARTO PASOS DE BLANQUEO POR ABRASION , EN PORCENTAJE DE MATERIA SECA .

TERCER PASO

COMPONENTE	INTERVALO (%)	X (%)
HUMEDAD	10.00 - 11.19	10.50
PROTEINA CRUDA ( N x 5.95 )	11.08 - 14.57	13.85
EXTRACTO ETereo	11.32 - 17.37	14.61
FIBRA CRUDA	4.61 - 5.09	5.04
CENIZA	4.55 - 9.67	6.87
ELN <sup>a</sup>	53.71 - 61.04	59.63

CUARTO PASO

COMPONENTE	INTERVALO (%)	X (%)
HUMEDAD	9.56 - 12.20	10.71
PROTEINA CRUDA ( N x 5.95 )	10.75 - 14.49	14.09
EXTRACTO ETereo	6.90 - 13.08	11.52
FIBRA CRUDA	1.97 - 2.98	2.76
CENIZA	3.58 - 7.73	6.09
ELN <sup>a</sup>	48.87 - 68.84	65.54

a) Extracto libre de nitrógeno .

NOTA : Los datos se reportaron a partir de 7 lotes distribuidos en 4 molinos .

TABLA 6.4 COMPOSICION QUIMICA MEDIA DE SALVADOS OBTENIDOS DE LA MEZCLA DE 4 PASOS DE BLANQUEO Y A LA SALIDA DE LA CRIBA , EN PORCENTAJE DE -- MATERIA SECA .

SALVADO MEZCLA DE 4 PASOS DE BLANQUEO

COMPONENTE	INTERVALO (%)	X (%)
HUMEDAD	8.82 - 11.61	9.69
PROTEINA CRUDA ( N x 5.95 )	10.25 - 14.54	13.53
EXTRACTO ETereo	7.21 - 19.00	14.86
FIBRA CRUDA	5.98 - 9.97	8.41
CENIZA	5.10 - 13.27	8.28
ELN <sup>a</sup>	48.57 - 55.68	54.92

SALVADO DE SALIDA DE CRIBA

COMPONENTE	INTERVALO (%)	X (%)
HUMEDAD	8.76 - 10.68	9.40
PROTEINA CRUDA ( N x 5.95 )	14.01 - 14.44	14.71
EXTRACTO ETereo	12.54 - 22.71	19.40
FIBRA CRUDA	7.02 - 7.82	8.06
CENIZA	7.91 - 10.53	9.46
ELN <sup>a</sup>	45.62 - 49.62	48.37

a) Extracto libre de nitrógeno .

NOTA : Los datos para el salvado mezcla de 4 pasos de blanqueo se reportaron a partir de 9 lotes distribuidos en 4 molinos . Los datos para el salvado salida de criba se reportaron a partir de 6 lotes distribuidos en 2 molinos .

TABLA 6.5 COMPOSICION QUIMICA MEDIA DE SALVADOS DE ASPIRACION , EN PORCENTAJE DE MATERIA SECA .

COMPONENTE	INTERVALO (%)	X (%)
HUMEDAD	8.18 - 10.11	8.87
PROTEINA CRUDA ( N x 5.95 )	12.72 - 14.54	13.80
EXTRACTO ETEREEO	15.22 - 20.20	17.52
FIBRA CRUDA	8.55 - 10.00	9.34
CENIZA	9.32 - 10.90	10.32
ELN <sup>a</sup>	46.96 - 50.39	49.02

a) Extracto libre de nitrógeno .

NOTA : Este tipo de salvado solo se obtuvo en molinos con blanqueo en 4 pasos por abrasión . Los datos se reportaron a partir de 5 lotes distribuidos en 3 - molinos .

TABLA 6.6 COMPOSICION QUIMICA MEDIA DE LOS SALVADOS COMERCIALES DE ARROZ ,  
EN PORCENTAJE DE MATERIA SECA .

COMPONENTE	INTERVALO (%)	X (%)
HUMEDAD	8.06 - 10.77	9.59
PROTEINA CRUDA ( N x 5.95 )	10.25 - 14.58	13.15
EXTRACTO ETereo	7.21 - 22.68	15.73
FIBRA CRUDA	8.62 - 14.31	12.63
GENIZA	5.10 - 13.27	9.83
ELN <sup>a</sup>	45.16 - 49.72	48.66

a) Extracto libre de nitrógeno .

NOTA : Los datos se reportaron a partir de 16 muestras distribuidas en 7 molinos .  
Estas muestras corresponden tanto a molinos que blanquean por fricción como  
a molinos que blanquean por abrasión .

## 7 ANALISIS GRANULOMETRICO DE CASCARILLA Y SALVADILLO

### 7.1 CASCARILLA

El análisis granulométrico de este subproducto, en todos los molinos evaluados, mostró que el 95 % de la muestra esta constituida por cascarilla y estructuras asociadas como raquilla y barba. Se encontró en mínima cantidad materia - extraña como paja gruesa, paja delgada, piedras e insectos de campo. Tablas 7.1, 7.2, 7.3.

### 7.2 SALVADILLO

En los molinos que obtienen salvadillo, molinos "B", "F", "G" e "I", se observó que el 70 % del salvadillo se acumuló entre las mallas 20 y 40. Todas las fracciones están - constituidas por cascarilla o alguna estructura común a ésta. Tablas 7.4, 7.5, 7.6.

Se encontró granillo en los salvadillos de los molinos "H" e "I", en este último la cantidad de granillo es - mayor que en el primero, además germen y salvado pero en una proporción muy baja.

TABLA 7.1 COMPOSICION GRANULOMETRICA DE LA CASCARILLA DE ARROZ EN LOS MOLINOS "A" , "B" Y "C" , EN PORCENTAJE CON RELACION AL TOTAL DE LA MUESTRA

## MOLINO "A"

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
R - 20	93.657 - 93.99	93.824	Ro			C
P - 20	6.008 - 6.343	6.176	S, B, Ro			C

N<sup>a</sup> = 2

## MOLINO "B"

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
R - 20	-	99.004				C
P - 20	-	0.996				C

N<sup>a</sup> = 1

## MOLINO "C"

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
R - 20	-	96.383				C
P - 20	-	3.617				C

N<sup>a</sup> = 1

a) N es el número de lotes analizados .

TABLA 7.2 COMPOSICION GRANULOMETRICA DE LA CASCARILLA DE ARROZ EN LOS MOLINOS "D", "G" Y "F" , EN PORCENTAJE CON RELACION AL TOTAL DE LA MUESTRA

## MOLINO "D"

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
R - 20	96.123 - 97.888	97.006				C
P - 20	2.112 - 3.877	2.995	Ro,Ge	E,S		C

N = 2

## MOLINO "G"

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
R - 20	93.847 - 94.773	94.31				C
P - 20	5.227 - 6.153	5.69				C

N = 2

## MOLINO "F"

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
R - 20	94.224 - 96.53	95.381	Ro			C
P - 20	3.462 - 5.772	4.617	P,Ro			C

N = 2

NOTA : N es el número de lotes analizado .

TABLA 7.3 COMPOSICION GRANULOMETRICA DE LA CASCARILLA DE ARROZ EN LOS MOLINOS "H" E "I" , EN PORCENTAJE CON RELACION AL TOTAL DE LA MUESTRA

## MOLINO "H"

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
R - 20	61.596 - 96.056	78.826		Gv		C
P - 20	3.944 - 38.404	21.174				C

N<sup>a</sup> = 2

## MOLINO "I"

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
R - 20	96.334 - 97.536	96.935		S,B		C
P - 20	2.464 - 3.666	3.065				C

N<sup>a</sup> = 2

a) N es el número de lotes analizados .

NOTA : LA Clave Gv quiere decir granos vanos .

TABLA 7.4 COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADILLO DE ARROZ EN LOS MOLINOS "B" Y "F" , EN PORCENTAJE CON RELACION AL TOTAL DE LA MUESTRA

## MOLINO "B"

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
R - 20	30.876 - 44.571	36.8	Ro, P			C
R - 40	32.592 - 41.708	37.64	Ro			C
R - 60	11.281 - 15.273	13.536	P			C
P - 60	7.574 - 16.449	12.023				B, C

$N^a = 3$

## MOLINO "F"

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
R - 20	33.914 - 39.963	36.053	Se	Ro		C
R - 40	39.587 - 45.478	42.40	P, Ro			C
R - 60	12.211 - 18.695	14.893	P1, P			C
P - 60	5.013 - 9.612	6.654				B

$N^a = 5$

a ) N es el número de muestras analizadas .

TABLA 7.5

COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL SALVADILLO DE ARROZ EN LOS MOLINOS "H" E "I" , EN PORCENTAJE CON RELACION AL TOTAL DE LA MUESTRA

MOLINO "H"

FRACCIONES	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
R - 20	30.215 - 30.742	30.479	Gr	Ro		C
R - 40	34.129 - 35.077	37.82	Ro,S			C
R - 60	12.098 - 17.836	15.078	P	S		C
P - 60	17.294 - 22.62	17.957	C			S,B

N<sup>a</sup> = 2

MOLINO "I"

FRACCION	INTERVALO (%)	X (%)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
R - 20	-	26.486		Gr	Ro	C
R - 40	-	44.254	P, Ro			C
R - 60	-	15.301		P		C
P - 60	-	13.958	C	E	B	

N<sup>a</sup> = 1

a ) N es el número demuestras analizadas .

NOTA : En todos los salvadillos se encontró insectos de campo ( chapulines ) , en la malla 20 .

TABLA 7.6 CLASIFICACION NEUMATICA DE LA FRACCION DE SALVADILLO RETENIDA EN LA MALLA 20 .

- LIGEROS -

MOLINO	INTERVALO (g)	X (g)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
B	18.476 - 31.391	23.74	P			C
F	20.760 - 26.71	24.32		Ro		C
H	2.858 - 19.090	10.97		Ro		C
I	6.147 - 11.47	8.81	Gr	Ro		C

- PESADOS -

MOLINO	INTERVALO (g)	X (g)	OBSERVACIONES			
			1	2	3	4
B	5.899 - 12.34	9.832	C		Ro, P	
F	8.400 - 13.01	11.165	Se		Ro	
H	9.061 - 26.774	17.92		C	Gr	Ro
I	14.070 - 16.947	15.508	C	Gr, Ro		

## V CONCLUSIONES

- 1) El blanqueo del arroz en México se lleva a cabo en tres formas:
- a) Blanqueo en un paso por fricción
  - b) Blanqueo en 4 pasos por abrasión
  - c) Blanqueo en 2 pasos por abrasión primero y fricción después.

Por lo que en cada molino existen diferentes tipos - de salvados con características químicas y granulométricas distintas.

2) En 4 de los 9 molinos evaluados se obtiene salvadillo.

3) El cribado industrial del salvado se realiza en 2 de los nueve molinos evaluados.

4) El salvado comercial no siempre es salvado de - blanqueadoras, ya que en 3 de los 9 molinos el salvado tiene alguna modificación como es el cribado y la adición de cascarilla y/o salvadillo.

5) 3 de los 4 molinos que blanquean en 4 pasos por abrasión presentaron un promedio de 2 % de arroz entero semielaborado en el salvado mezcla de 4 pasos de blanqueo. El -- salvado del primer paso de blanqueo contribuyó con la cantidad más alta de arroz entero semielaborado, 5 %, al salvado - mezcla.

6) Los salvados comerciales evaluados presentaron entre 14 y 47 % de granillo, los contenidos altos de este --

componente físico son mermas a la elaboración de arroz.

7) En el salvado comercial de 4 molinos se encontró menos de 20 % de granillo, en otros 2 alrededor de 40 %, por lo que el granillo es común a todos los salvados.

8) El germen entero se localizó entre las mallas - 20 y 40, en esta última malla se encuentra la mayor cantidad de este componente físico. En ambos casos el germen siempre está acompañado de puntilla.

9) Los salvados obtenidos en el blanqueo en 4 pasos por abrasión tuvieron el mayor porcentaje de extracto etéreo en el segundo paso y menor en el cuarto. Los porcentajes de ceniza y fibra cruda van disminuyendo del primer al cuarto paso, la proteína cruda no presenta mucha variación por lo que se considera constante durante el proceso de elaboración del arroz.

10) El salvado cribado presentó un contenido alto de extracto etéreo, alrededor de 19 %; y proteína cruda, 15 % en relación al salvado mezcla de 4 pasos de blanqueo, esto es debido a que el cribado elimina el arroz entero y dos terceras partes de granillo del salvado, por lo que el cribado es importante para la utilización del salvado en la extracción de aceite, sobre todo en aquellos molinos que obtienen porcentajes altos de granillo.

11) El salvado de aspiración presentó los porcentajes más altos de extracto etéreo, 17 %; fibra cruda, 9 %; y ceniza, 10 %; de todo el proceso de elaboración. Esto es - debido a que el salvado de aspiración se obtiene por una clasificación neumática involuntaria, por lo que va a estar cong

tituído por partículas ligeras como el germen, la cascarilla y el salvado.

12) Con los resultados obtenidos no se puede precisar si el tipo de blanqueo altera la composición del salvado, ya que se presentaron variaciones de diversos orígenes en el proceso de molino a molino además de las distintas calidades de la materia prima.

13) El estudio de la composición química de los salvados en cada molino, en las condiciones que se realizó la evaluación, indica que no todos son aptos para la extracción - de aceite y solo es redituable en aquellos molinos donde el subproducto es obtenido con alto contenido de extracto etéreo.

14) El salvadilo evaluado esta constituído principalmente por cascarilla en trozos, raquilla y barba.

## VI RECOMENDACIONES

1) El uso y la estabilización del salvado en un molino determinado, se debe respaldar por el conocimiento de la composición física y química, ya que estas son muy variables de un molino a otro.

2) Es necesario hacer un estudio más completo durante una cosecha, por lo menos en un molino, con varios lotes - para establecer rangos de variación confiables en la composición química, sobre todo extracto etéreo para optimizar el uso del salvado.

3) Es necesario hacer un estudio microscópico más detallado donde se cuantifiquen las diferentes estructuras y se establezcan correlaciones con los análisis químicos por malla y cantidad acumulada, ya que un estudio de este tipo contribuiría en la utilización del salvado como materia prima para cualquier uso.

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

- 1.- ANGLADETTE, A. (1969). "El Arroz". Colección Agricultura Tropical. Ed. Blume. Barcelona, España.
- 2.- ADAIR, C.R. (1972) "Production and Utilization of Rice"- cap. 1 en "Rice: Chemistry and Technology" editado por D.F. Houston. American Association of Cereal - Chemistry. St. Paul, Minnesota Inc. USA.
- 3.- AOAC OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF THE ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1975), editado por W. Horwitz y H. Reynolds, 12a. ed., publicado por Association of Official Analytical Methods. Washington D.C. USA.
- 4.- BARBER, S. ; BENEDITO DE BARBER, C. (1974) "Basic and Applied Research needs for Optimizing Utilization of Rice Bran as Food and Feed", Status Report en "Rice Bran Utilization: Food & Feed" vol. IV editado por el Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos., Valencia, España.
- 5.- BARBER, S. ; BENEDITO DE BARBER, C. (1980) "Rice Bran Chemistry and Technology" cap. 24 en "Rice: Production and Utilization" AVI Publishing Co. Inc. Westport, Connecticut USA.
- 6.- BARBER, S.; BOTY, J.; PLAJA, S.; TORTOSA, E. (1972) "Problemas que se plantean en el establecimiento de la Tipificación de los Subproductos del Arroz" Agroquímica y Tecnología de Alimentos, vol. 12 # 1. Valencia, España.

- 7.- BEAGLE, E. (1978) "Rice Husk. Conversion to Energy" FAO Agricultural Services. Bulletin # 31. Roma, Italia.
- 8.- BEAGLE, E. (1974) "Basic and Applied Research needs for Optimizing Utilization of Rice Husk" Status Report en "Rice Husk Utilization" vol. 1, editado por el Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. Valencia, España en 1977.
- 9.- DELGADO, S.M. (1982) "Evaluación Experimental de la Elaboración Industrial del Arroz (*Oryza sativa*) en el Estado de Morelos" Tesis Ing. Alimentos. FES-C UNAM.
- 10.- ESMAY, M.; SOEMANGAT; ERIYATNO; PHILLIPS, A. (1979) "Rice Postproduction in the Tropics" East-West Center by University Press of Honolulu, Hawaii.
- 11.- GALBIATI, A.; GARIBOLDI, F. (1956) "Situazione, Orientamenti, Possibilità di Sviluppo Dell'Industria Risiera" Il Riso. Anno 5 # 4 Roma, Italia.
- 12.- HERNANDEZ, A.L. (1976) "La investigación del Arroz en México" Rev. INIA junio # 29. México, D.F.
- 13.- HOUSTON, D.F. (1972) "Rice Bran and Polish" cap. 11 en "Rice: Chemistry and Technology" American Association of Cereal Chemistry editado por D.F. Houston. St. Paul Minnesota Inc. USA.
- 14.- INIP Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias -- (1982) "Análisis Químico Bromatológico de Algunas Fuentes de Energía" Hojas Informativas. México, D.F.
- 15.- INN Instituto Nacional de nutrición (1978) "Tablas del -

- 24.- SPANDARO, J.J.; MATTHEWS, J.J.; WADSWORTH, J.I. (1980) - "Milling" cap. 10 en "Rice: Production and Utilization" editado por B.S. Luh. AVI Publishing Co. Inc. Westport, Connecticut USA.
- 25.- SPP Secretaría de Programación y Presupuesto. (1981) "Serie Productos Básicos I. Alimentos" 2a. ed. septiembre. México, D.F.
- 26.- TEJADA, H.I. (1980) "Análisis Bromatológico de Alimentos Empleados como Ingredientes en Nutrición Animal" - Rev. Tecnología Pecuaria, México # 38, INIP, SARH.
- 27.- TORTOSA, E. (1979) "El Salvado de Arroz y su Valor Potencial para la Alimentación Animal" Rev. Agroquímica y Tecnología de alimentos, vol. 18 # 4. Valencia - España.
- 28.- WASSERMAN, T.; CALDERWOOD, D. (1972) "Rough Rice Drying" cap. 5 en "Rice Chemistry and Technology" editado por D.F. Houston. American Association of Cereal Chemistry Inc. St. Paul, Minnesota USA.
- 29.- WITTE, G.C. Jr. (1972) "Conventional Rice Milling in the United States" cap. 7 en "Rice Chemistry and Technology" American Association of Cereal Chemistry Inc. editado por D.F. Houston. St. Paul, Minnesota USA.

Valor Nutritivo de los Alimentos" México, D.F.

- 16.- IIRRI International Research Rice Institute (1968) "Recolección y Trilla" Reporter vol. 4 cap. 17 en "Cultivo del Arroz" Escuela de Agricultura Universidad de Filipinas. Ed. Limusa México, D.F. 1979.
- 17.- JULIANO, O.B. (1980) "Properties of the Rice Caryopsis" cap. 10 en "Rice: Production and Utilization" editado por Luh, B. AVI Publishing Co. Inc. Westport, Connecticut USA.
- 18.- JULIANO, O.B. (1972) "The Rice Caryopsis and its Composition" cap. 2 en "Rice Chemistry and Technology" editado por D.F. Houston. American Association of Cereal Chemistry. Inc. St. Paul, Minnesota USA.
- 19.- KENT, N.L. (1971) "Tecnología de Cereales" Ed. Acribia Zaragoza, España.
- 20.- LU, J.J; TE-TZU, CH. (1980) "Rice in its temporal and - Spatial Perspectives" cap. 1 en "Rice: Production and Utilization. AVI Publishing Co. Inc. Westport, Connecticut USA. editado por Luh, B.S.
- 21.- MORFIN, L. (1982) "Manual de Bromatología" FES-C UNAM.
- 22.- PRIMO, Y.; BARBER, S.; TORTOSA, E.; CAMACHO. (1970) -- "Composición Química del Arroz. V. Subproductos obtenidos en las diferentes etapas del Diagrama de - elaboración" Rev. Agroquímica y tecnología de Alimentos. vol. 10 # 2. junio. Valencia, España.
- 23.- PRIMO, Y. (1979) "Química Agrícola" vol. III Ed. Alhambra Madrid, España.