



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN**

**“ EVALUACION EXPERIMENTAL DE LA ELABORACION  
INDUSTRIAL DEL ARROZ (Oryza sativa) EN EL  
ESTADO DE MORELOS ”**

**T E S I S**

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

**MANUEL DELGADO SALAZAR**

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO**

**1992**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

**"EVALUACION EXPERIMENTAL DE LA ELABORACION INDUSTRIAL  
DEL ARROZ (Oryza Sativa) EN EL ESTADO DE MORELOS".**

- I. ANTECEDENTES**
- II. OBJETIVOS**
- III. PLAN DE TRABAJO**
- IV. METODOLOGIA**
- V. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS**
- IV. CONCLUSIONES**
- BIBLIOGRAFIA**

## I. ANTECEDENTES

El grano de arroz (Oryza sativa), a diferencia de - - otros cereales, se consume principalmente como grano entero -- desprovisto de cascarilla, cubiertas externas (salvado) y germen, Figura 1 (Primo-Yúfera y Barber, 1978), conociéndose el - producto blanco, usual del comercio, como arroz pulido (Anónimo, 1981) o' arroz elaborado (Anónimo, 1974).

Para obtener el arroz pulido, el grano cosechado, denominado arroz palay o arroz cáscara (Anónimo, 1966, Anónimo, 1974), después que ha sido transportado del campo al molino, - secado a una humedad conveniente para su almacenamiento y procesamiento, se somete al proceso de elaboración industrial conocido impropiamente como molienda (Primo-Yúfera y Barber, - 1978). Este conjunto de etapas conforman lo que se conoce como sistema postcosecha o postproducción, Figura 2 (De Datta, - 1981).

Los productos de elaboración más usuales en el comercio mexicano (Trejo-Burgueño et al, 1980), se consignan en el cuadro 1. El producto principal, arroz pulido, se comercializa en base a una normativa oficialmente establecida (Anónimo, 1981), que clasifica el arroz pulido en 4 grados de calidad, - fijándose periódicamente un precio oficial a cada uno de los -

FIGURA I. ESTRUCTURA ANATOMICA BASICA DEL GRANO DE ARROZ

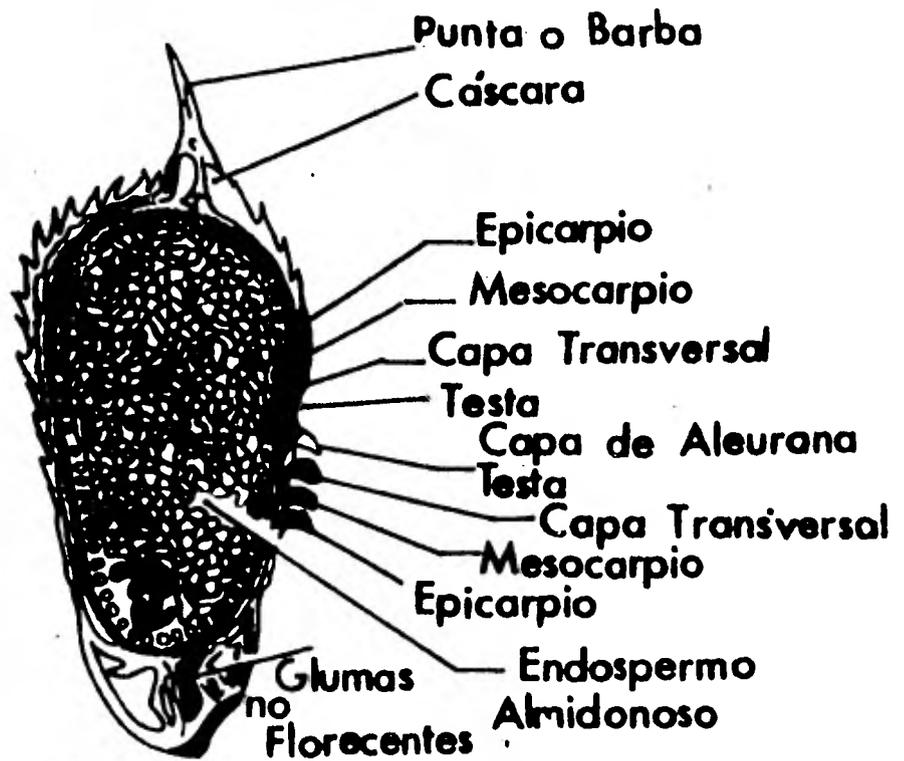
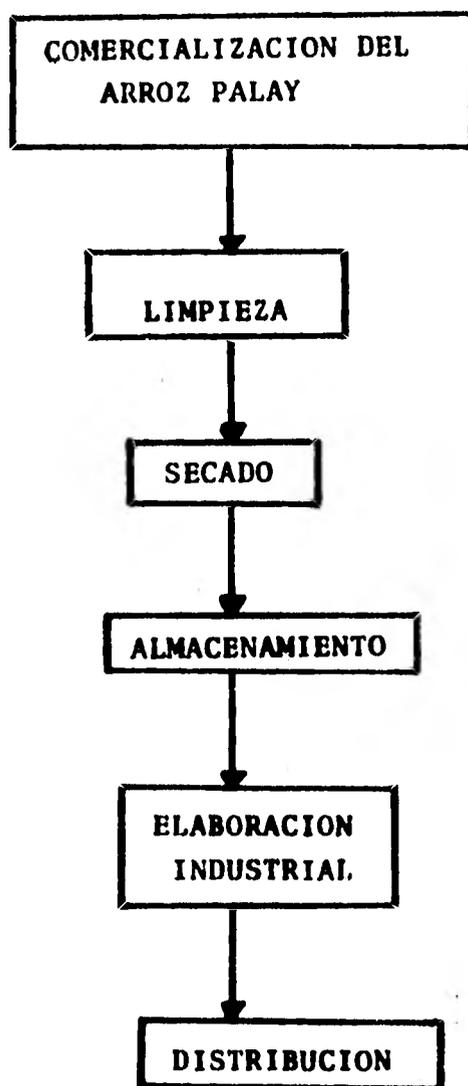


FIGURA 2. SECUENCIA DE ETAPAS DEL SISTEMA POSTCOSECHA ARROCERO. (a)



(a) De Datta, 1981.

**CUADRO 1.- PRODUCTOS OBTENIDOS DURANTE LA ELABORACION  
INDUSTRIAL DEL GRANO DE ARROZ<sup>(a)</sup>**

**1.- ARROZ PULIDO.**

**1.A. ENTERO**

**1.B. MEDIO GRANO**

**1.C. GRANILLO**

**2.- CASCARILLA.**

**3.- SALVADO.**

**4.- SALVADILLO.**

**(a) Trejo-Burgueño et al, 1981**

CUADRO No. 2

ESPECIFICACIONES OFICIALES MEXICANAS DE GRADOS DE CALIDAD PARA ARROZ PULIDO <sup>(a)</sup>

ESPECIFICACIONES <sup>(b)</sup>	Grados de Calidad			
	México Extra	México 1	México 2	México 3
Grano Entero % (Mínimo)	95	85	75	55
Grano Quebrado % (Máximo)	4	13	20	40
Granillo % (Máximo)	1	2	5	5
Granos dañados % (Máximo)	0.5	1.0	2.0	2.0
Granos pelay % (Máximo)	0.1	0.1	0.2	0.2
Granos mal pulidos % (Máximo)	2.0	2.0	3.5	3.5
Granos manchados % (Máximo)	1.0	2.0	3.0	3.0
Granos con Cutícula roja % (Máximo)	1.0	1.0	2.0	3.0
Granos estrellados % (máximo) (determinados a la sombra)	5.0	7.5	7.5	10.0
Granos yesosos % (Máximo)	4.0	6.0	8.0	10.0

(a) Anónimo, 1981.

(b) Los porcentajes mencionados en el cuadro son en base a peso.

grados de calidad (Anónimo, 1975), como se indica en el cuadro 2. La calidad contemplada por la normativa incluye como atributos el % de granos quebrados, granos con defectos (dañados, yesosos, rojos), materia extraña (semillas perjudiciales) y especificaciones organolépticas. Satisfechos los niveles de los últimos atributos, la rentabilidad de la agro-industria arrocera es afectada por la distribución porcentual de los productos y, de manera notable, por la proporción de granos enteros-obtenidos, como puede verse en los datos presentados en el Cuadro 3. Pero alcanzar los más altos rendimientos de arroz pulido entero no solo supone una mejor rentabilidad para la industria arrocera, sino también, para el país, la posibilidad de poder incrementar la disponibilidad de arroz pulido (Esmay et al, 1979), Cuadro 4. Así, un sector arrocero eficiente supone el alcanzar los más altos niveles de recuperación de arroz pulido total y arroz pulido entero, niveles determinados por la potencialidad propia de las variedades usadas y de la tecnología disponible, además de alcanzar las especificaciones que la normativa toma en cuenta y las que el consumidor reconoce y -- aprecia.

Sin embargo, alcanzar estos objetivos no es una tarea fácil; a lo largo de todo el sistema postcosecha el frágil grano de arroz puede experimentar mermas de calidad y peso, las que en algunos países ya han sido evaluadas, Figura 3 y Cuadro 5.

**CUADRO No. 3.- ESTRUCTURA DE INGRESOS EN LA COMERCIALIZACION DE ARROZ  
PULIDO Y SUBPRODUCTOS EN FUNCION DE DIFERENTES RENDI -  
MIENTOS DE GRANO ENTERO.**

<b>PRODUCTO CASO</b>	<b>SUPER EXTRA (Kg.)</b>	<b>INGRESO VENTA DE SUPER EXTRA (MILLONES DE PESOS )</b>	<b>MEDIO GRANO Y GRANILLO (Kg.)</b>	<b>INGRESOS VENTA DE MEDIO GRANO Y GRANILLO (MILLONES DE - PESOS)</b>	<b>INGRESOS VENTAS DE SUBPRODUCTOS (MILLONES DE - PESOS)</b>	<b>INGRESO TOTAL (MILLONES DE - PESOS)</b>
1	580	11.89	100	0.80	0.50	13.190
2	530	10.86	150	1.20	0.50	12.565
3	500	10.25	180	1.44	0.50	12.190
4	460	9.43	220	1.76	0.50	11.690
5	420	8.61	260	2.08	0.50	11.190

**BASE: 1,000 TON. DE ARROZ PALAY SECO Y LIMPIO**  
**RENDIMIENTOS: CASCARILLA (20%): 200 TON.**  
**SALVADO (10%): 100 TON.**  
**MERMAS ( 2%): 20 TON.**  
**ARROZ PULIDO TOTAL (68%): 680 TON.**

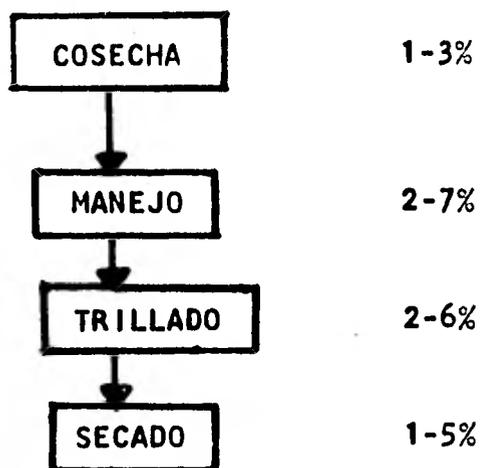
**PRECIOS DE VENTA (1981)**  
**CASCARILLA: 500\$/TON.**  
**SALVADO: 4,000 \$/TON.**  
**MEDIO GRANO Y GRANILLO: 8,000 \$/TON.**  
**ARROZ SUPER EXTRA: 20,500 \$/TON.**

CUADRO No. 4.- RENDIMIENTO TOTAL DE ARROZ PULIDO  
EN FUNCION DEL RENDIMIENTO DE ARROZ  
(a)  
QUEBRADO

RENDIMIENTO DE ARROZ PULIDO TOTAL (%)	RENDIMIENTO DE ARROZ QUEBRADO (%)
56.62	12.25
57.92	12.05
59.12	9.75
61.67	6.08
61.40	0.25
61.10	6.42
60.27	7.72

(a) Esmay et al, 1979.

FIGURA No. 3. NIVELES DE PERDIDAS EXPERIMENTADAS EN LA COSECHA  
Y EN LAS ETAPAS DEL SISTEMA POSTCOSECHA ARROCERO <sup>(a)</sup>



(a) Esmay et al, 1979.

CUADRO No. 5.- PERDIDAS ESTIMADAS DE ARROZ EN EL SURESTE  
(a)  
ASIATICO

ETAPA	PERDIDAS %
COSECHA	1-3
MANIPULACION	2-7
TRILLA	2-6
SECADO	1-5
ALMACENAMIENTO	2-6
ELABORACION	2-10

(a) Barber et al, 1980.

Como ha sido citado, cada una de las etapas postcosecha puede mermar, cuando las condiciones son propicias a niveles graves, la calidad y el peso del grano de arroz que ya ha sido producido en el campo. Los factores en cada una de las etapas son múltiples, y deberán reconocerse todas cuando se desea evaluar objetivamente el funcionamiento del sector arrocero.

Así el grano debe madurar uniformemente y cosecharse a un contenido de humedad de al menos 20%.

La trilla debe hacerse con un ajuste adecuado de la máquina. El proceso de secado ha de practicarse en tiempo conveniente, antes de que el grano pueda verse deteriorado por -- respiración, germinación y/o la actividad microbiológica y con un proceso tal que la remoción de humedad sea gradual, buscando que los gradientes de temperatura y humedad resultantes sean - mínimos. El contenido final de humedad para almacenamiento debe ser de 13-14 % base húmeda (Esmay et al, 1979). Durante el almacenamiento el grano debe ser protegido de hongos, insectos y condiciones ambientales adversas a su adecuada conservación- (Barber et al, 1979 B). Durante la elaboración industrial, el tipo de maquinaria utilizada, el sistema de elaboración, la -- condición de la maquinaria y la forma de operarla pueden afectar, también el rendimiento y calidad de productos obtenidos - (Esmay et al, 1979; Spadaro et al, 1980; Barber et al, 1979 C).

Como puede desprenderse, de la información presentada, el sistema arrocero está constituido por diversas fases necesarias a efecto de poder disponer durante todo el año, del producto principal, el arroz pulido.

Durante cada una de las fases, son múltiples las variables que pueden afectar los rendimientos y calidad del producto.

Estas características de los sistemas postcosecha hacen recomendable la evaluación integral de dichos sistemas (Trejo-Burgueño, M.M. y Jayme-Salazar, A, 1982). La recolección y, en su caso, obtención experimental de datos en todos los componentes o fases del Sistema Arrocero, es punto de partida obligado a fin de tomar decisiones encaminadas a la mejor técnicas del Sistema, acciones necesarias para incrementar, donde esto se requiere la disponibilidad y calidad del arroz pulido.

La Sección de Alimentos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán ha iniciado, con la asesoría técnica del Laboratorio de Cereales y Proteaginosas del Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos de Valencia, España, y el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y la Cámara Nacional de la Industria de Transformación, una evaluación o diagnóstico experimental del Sistema Postcosecha Arrocero Mexicano.

Dentro del Proyecto, la evaluación de la tecnología de elaboración industrial es uno de los componentes del sistema, que actualmente se estudian. El presente trabajo es una contribución preliminar al estudio de la tecnología de elaboración industrial del arroz en México y está específicamente enfocado a la evaluación en la agroindustria arrocera del Estado de Morelos.

La elaboración industrial del grano de arroz incluye una serie de operaciones, las que suscintamente pueden quedar descritas mediante el diagrama de bloques presentado en la Figura No. 4. El desarrollo de los procesos de elaboración en el mundo, muestra amplios límites en los niveles técnicos de la molinería, mismos que pueden quedar caracterizados en función del diseño y construcción de los equipos utilizados y la variedad y secuencia de operaciones que conforman el diagrama de elaboración (Esmay et al, 1979). Sin embargo, aún considerando las diversas modalidades de diseño y construcción de los equipos, así como el número y secuencia de operaciones, el proceso de elaboración industrial del arroz palay consta, esencialmente de las etapas indicadas en la Figura No. 5.

## LIMPIEZA

El grano de arroz tal como se recibe del campo, y aún ya cuando está seco y almacenado, contiene diferentes tipos y-

FIGURA No. 4.- DIAGRAMA DE BLOQUES SIMPLIFICADO DE LA ELABORACION INDUSTRIAL DE GRANO DE ARROZ

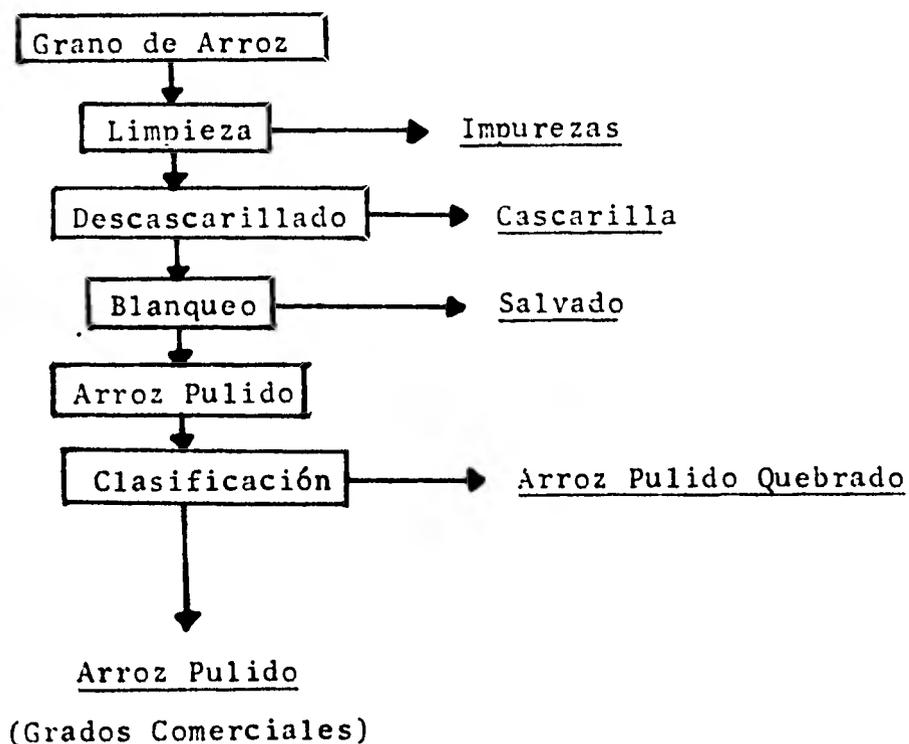
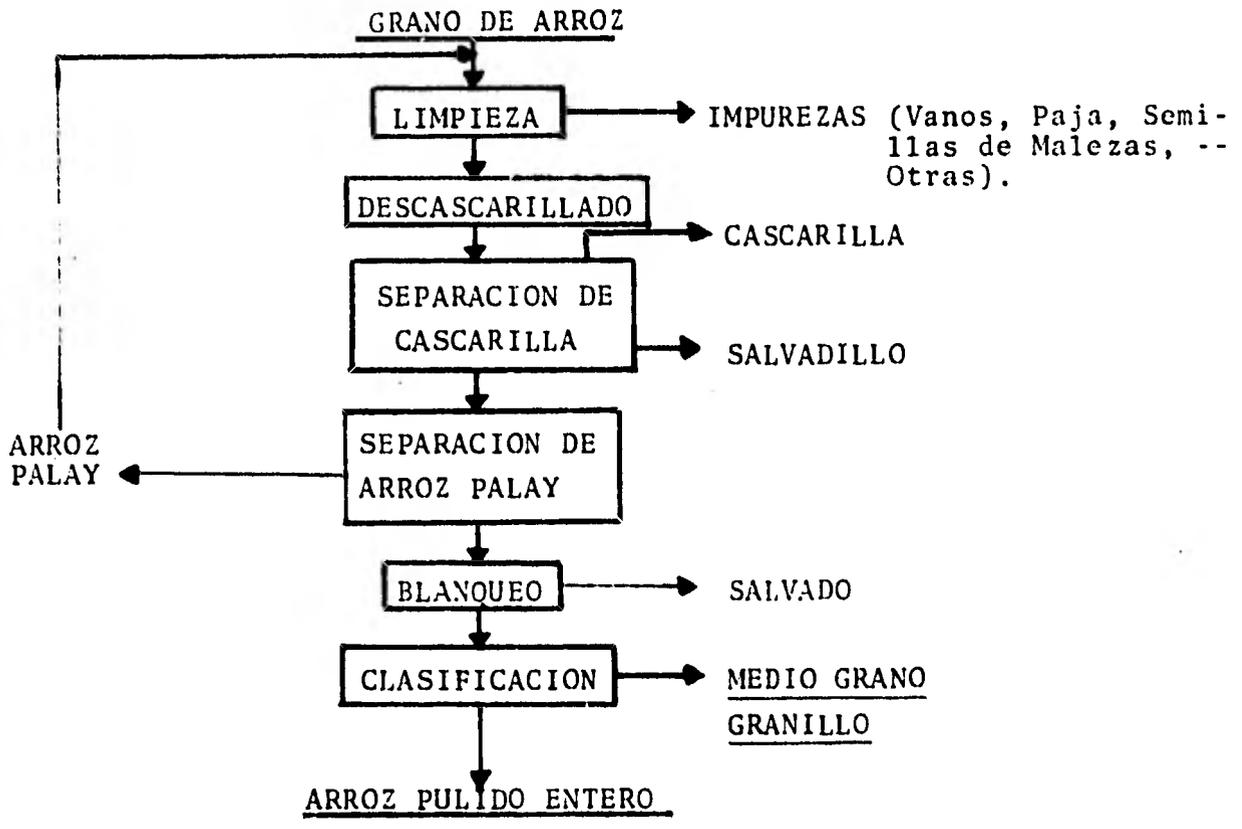


FIGURA No. 5.- DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE ELABORACION INDUSTRIAL DEL ARROZ PALAY



cantidades de impurezas, las que han de eliminarse a fin de - proteger el equipo de elaboración (Esmay et al, 1979) y mejorar la calidad del producto final (Spadaro et al, 1980). Por otra parte, un lote de arroz con un porcentaje determinado de impurezas disminuye, en la misma proporción la capacidad y eficiencia del siguiente equipo en el proceso que es la descascarrilladora. Las impurezas más ligeras que el grano pueden ser separadas por aspiración, las que presentan dimensiones menores o mayores que el grano pueden separarse por cribado y las impurezas de igual tamaño que el grano, pero más pesadas pueden separarse mediante mesas densimétricas. (Esmay et al, 1979).

Las impurezas metálicas pueden separarse mediante imanes. Las impurezas, como semillas de malezas u otras, que no pueden separarse mediante los equipos utilizados en la etapa de limpieza pueden, en algunos casos, separarse en las etapas subsiguientes del diagrama de elaboración (Esmay et al, 1979). Los equipos utilizados para llevar a cabo esta operación son de variados diseños, siendo algunos de ellos la separadora - abierta de doble criba, la criba autolimpiable, el aspirador-cribador de acción sencilla, el aspirador-cribador de acción - doble, limpiador de cilindro sencillo y aspirador de cilindro - doble (Esmay et al, 1979; Spadaro et al, 1980; Araullo et al, 1979).

## DESCASCARILLADO

El primer paso en la elaboración, propiamente dicha, del arroz palay es el descascarillado (Spadaro et al, 1980).

Los tipos de descascarilladoras disponibles, son la de discos, la de rodillos de caucho y la de correa de caucho (Borasio y Gariboldi, 1979).

## SEPARACION DE CASCARILLA

El producto de la descascaradora es una mezcla de arroz moreno, entero y quebrado, arroz palay y cascarilla, la que ha de separarse, en ésta operación.

Durante el descascarillado, y por efecto de la fricción del grano contra los elementos descascarilladores pueden producirse cantidades variables de partículas finas, que cuando se obtienen por separado se conocen como salvadillo (Trejo-Burgueño et al, 1980). Para la separación de cascarilla y salvadillo se utiliza una cribadora-aspiradora (Anónima, 1981), también llamada despajadora (Trejo Burgueño, 1981).

## SEPARACION DE PALAY

La salida de la separadora de cascarilla y salvadillo

está constituida por arroz moreno (entero y quebrado), y arroz palay. Puesto que la normativa establece niveles muy bajos de arroz palay en el producto final y además la cascarilla puede disminuir la calidad del salvado, el palay debe separarse en este paso a fin de que a los equipos de blanqueo se alimente solo arroz moreno. La maquinaria utilizada para llevar a cabo esta operación son las separadoras de compartimento (Borasio y Gariboldi, 1979) y la criba vibratoria inclinada (Esmay et al, 1979; Borasio y Gariboldi, 1979). El palay separado puede recircularse a la tolva de alimentación de la descascarilladora o a una tolva separada que alimente a una descascarilladora -- utilizada en descascarillar solo el palay separado por las mesas separadoras de palay.

## BLANQUEO

Separado el arroz moreno, ha de someterse al proceso de remoción de salvado y germen, mismo que se conoce como blanqueo y las máquinas utilizadas, por extensión, blanqueadoras (Trejo-Burgueño, 1982). Las blanqueadoras utilizadas pueden ser de Cono abrasivo vertical, Horizontal abrasiva, horizontal de fricción (Barber et al, 1980), y vertical abrasiva (Anónimo, 1982). El blanqueo del grano puede llevarse a cabo en una o varias etapas. Complementario a la operación de blanqueo puede practicarse el molido, abrillantado, cepillado o perlado -- (Barber et al, 1980 C). El objetivo de esta operación es sepa

rar del grano de arroz pulido, polvillo de salvado adherido y - darle un aspecto más brillante al grano. Las pulidoras más -- utilizadas son la de cono vertical y la de tambor (Barber et - al, 1980 C).

En el blanqueo del grano se obtiene como subproducto- el salvado.

#### CLASIFICACION

El producto a la salida de la blanqueadora o de la pu- lidora, en los casos donde esta operación se practica, está -- constituido por arroz pulido entero y quebrado.

El grano quebrado puede variar en tamaño. La primera separación tiene por objeto separar los quebrados más pequeños llamados puntilla o cabezuela. Esta separación suele hacerse- en cribas hechas de placa perforada (Borasio y Gariboldi), lla- madas plansifters o "Tongoleles" (Trejo-Burgueño, 1982).

La segunda separación para obtener el arroz entero, - el arroz quebrado o medio grano y el granillo, puede hacerse - en el separador cilíndrico alveolado o en el separador de dis- cos Carter (Barber et al, 1979; Spadaro et al, 1980).

Señalados, aunque brevemente, los equipos disponibles-

para la elaboración industrial del arroz, es oportuno apuntar, por otra parte, que en la elaboración son múltiples los factores que pueden afectar el rendimiento y la calidad de los productos obtenidos, Figura 6. El primer factor que durante la elaboración del grano puede afectar la calidad y el rendimiento del producto a obtener es la condición del grano que ha de elaborarse (Matthews et al, 1980). La condición o calidad del lote está determinada por la variedad y las condiciones a que ha sido expuesto el grano en la secuencia campo-molino o "Historia del grano" (Matthews et al, 1970; Spadaro et al, 1980). Durante la elaboración los factores que más pueden afectar, sobre todo, el rendimiento de enteros, y otros atributos no menos importantes de calidad, son el diseño y construcción de la maquinaria utilizada, el contenido de humedad del grano al momento de elaborarlo, la temperatura y humedad relativa del aire, la temperatura del grano, el tiempo de elaboración, el grado de elaboración, el empleo de aditivos, el ajuste de la maquinaria y el grado de conservación o mantenimiento de la misma (Spadaro et al, 1979).

Como ha podido observarse, a partir del análisis de la información reunida, la elaboración industrial constituye un elemento importante en el Sistema Postcosecha Arrocerero, importancia derivada del hecho de constituir el penúltimo eslabón en la secuencia campo-consumidor del grano de arroz, donde ha de conservarse la calidad que se ha logrado producir y con-

servar en el grano que ha de elaborarse.

En este mismo sentido debe hacerse mención especial -  
de la multiplicidad de factores que durante la elaboración ---  
pueden afectar, sobre todo, el rendimiento de arroz entero.

FIGURA 6.- FACTORES QUE PUEDEN AFECTAR EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL GRANO DE ARROZ DURANTE LA ELABORACION INDUSTRIAL<sup>(a)</sup>

- 1.- Calidad del Grano
  - 1.A. Variedad (Endógena).
  - 1.A. Adquirida (Exógena).
- 2.- Tipo de Maquinaria
- 3.- Número y Secuencia de Operaciones
- 4.- Condición y Ajuste de la Maquinaria
- 5.- Condiciones Ambientales.

(a) Trejo-Burgueño, 1982.

## II. OBJETIVOS

1. Reunir información sobre la capacidad de elaboración industrial del grano de arroz en el Estado de Morelos.
2. Elaborar y describir los diagramas de elaboración industrial actualmente en uso.
3. Identificar y describir los equipos utilizados en las principales operaciones de elaboración industrial.
4. Identificar las prácticas industriales de elaboración que puedan tener un efecto sobre la calidad y rendimiento de productos y subproductos.
5. Evaluar en base a la calidad y rendimiento de los productos y subproductos obtenidos, en las principales operaciones de la elaboración, el funcionamiento de los molinos seleccionados.

### III. PLAN DE TRABAJO

Para alcanzar los objetivos anteriormente establecidos se procedió conforme al siguiente plan de trabajo.

1. Información sobre capacidad de elaboración industrial del grano de arroz en el Estado de Morelos
2. Elaboración y descripción de los Diagramas de Elaboración Industrial actualmente en uso.
3. Identificación y descripción de los equipos utilizados en las principales operaciones de elaboración industrial.
4. Identificación de las prácticas industriales de elaboración que pueden tener un efecto sobre la calidad y rendimiento de productos y subproductos.
5. Evaluación en base a la calidad y rendimiento de los productos y subproductos obtenidos en las principales operaciones de elaboración, del funcionamiento de los molinos seleccionados.

#### IV. METODOLOGIA

##### 1. Capacidad de Elaboración Industrial del Grano de Arroz en el Estado de Morelos

Para reunir esta información se realizaron visitas a los molinos arroceros del Estado de Morelos. Se constató la capacidad de elaboración mediante entrevista con administradores y técnicos y a través del levantamiento de la información de los equipos instalados y de la elaboración del diagrama correspondiente. A efecto de complementar más la información se reunieron datos sobre la localización geográfica de los molinos y se extendió la investigación a los Estados de Puebla y Guerrero en virtud de que procesan la misma variedad.

##### 2. Diagramas de Elaboración Industrial del Grano de Arroz.

Los diagramas de Elaboración Industrial del grano de arroz se elaboraron a partir de la información obtenida, a pie de molino, sobre equipos, secuencia de equipos y flujo del grano a través de la instalación.

### 3. Equipo Utilizados en La Elaboración Industrial.

Las características más relevantes de los equipos - - utilizados en la elaboración industrial del grano de arroz, -- que pudiesen tener un efecto sobre rendimiento y calidad de productos, se obtuvieron a pie de molino mediante entrevista con los técnicos de los molinos y por observación directa.

### 4. Prácticas Industriales de Elaboración.

Esta información se obtuvo a pie de molino mediante - entrevista a los técnicos en los diferentes molinos visitados.

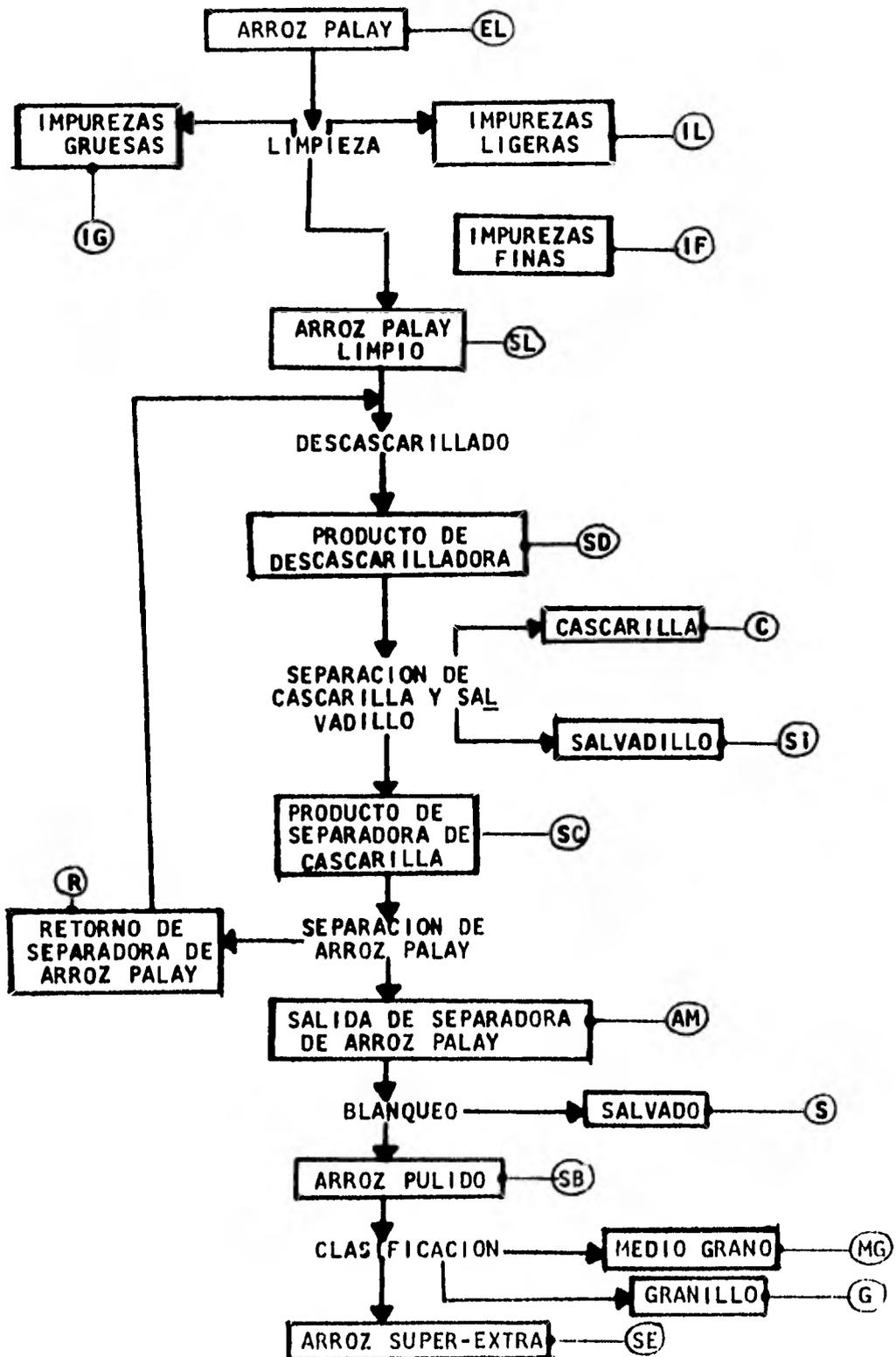
Los datos a obtener fueron % de humedad del grano en el momento de la elaboración, criterios para ajuste de descascarilladoras, mesas separadoras de palay y blanqueadoras.

### 5. Evaluación del Funcionamiento de Los Molinos Seleccionados

#### 5.1 Toma de Muestras

En cada uno de los molinos seleccionados para la evaluación, se realizó un muestreo a fin de coleccionar muestras representativas en los diferentes puntos de evaluación. Los puntos donde se coleccionaron muestras se indican en la Fig. 1, y -- las claves de las muestras coleccionadas se consignan en el cua--

FIGURA 7. PUNTOS DE TOMA DE MUESTRA EN EL  
 DIAGRAMA DE ELABORACION  
 INDUSTRIAL



CUADRO 6. CLAVE Y DESCRIPCION DE LAS MUESTRAS COLECTADAS  
 EN LOS DIFERENTES PUNTOS DEL DIAGRAMA DE  
 ELABORACION INDUSTRIAL

CLAVE	DESCRIPCION DEL ORIGEN DE LA MUESTRA
EL	Arroz Palay a la entrada de la limpiadora
IL	Impurezas menos densas que el arroz palay, separadas por aspiración en la limpiadora.
IF	Impurezas más pequeñas que el arroz palay, separadas por cribado.
IG	Impurezas de mayores dimensiones que el arroz palay separadas por cribado.
SL	Arroz palay a la salidad de la limpiadora
SD	Arroz palay saliendo de la descascarilladora
C	Cascarilla separada por aspiración
Si	Salvadillo separado por cribado
SC	Arroz moreno y palay a la salida de la separadora de cascarilla
R	Arroz palay retornado a las descascarilladoras
AM	Arroz moreno saliendo de la separadora de palay
S	Salvado
SB	Arroz pulido saliendo de la blanqueadora
SE	Arroz pulido super-extra
ME	Medio grano
G	Granillo

dro 6. El muestreo se llevó a cabo cuando el molino se encontraba en condiciones "estables" de funcionamiento, tomándose submuestras cada 10 minutos durante 1 hora en cada punto. Las muestras se mezclaron y se efectuó un cuarteo hasta llegar a una muestra de laboratorio de aproximadamente 1.0 Kg. Las muestras se colectaron en bolsas de polietileno y se enviaron al laboratorio.

## 5.2 Evaluación de las Muestras

A cada una de las muestras colectadas se le evaluaron aquellos atributos asociados al funcionamiento del equipo correspondiente, además de determinar algunas propiedades básicas del grano de interés para calcular eficiencia y grado de elaboración.

Estas últimas propiedades se indican en el cuadro 7, mientras que las primeras se ilustran en los cuadros 8 y 9.

El procedimiento general de evaluación de los componentes físicos de las muestras analizadas se muestra en las Figuras 8 a 16.

CUADRO 7. PROPIEDADES BASICAS DEL GRANO DE ARROZ DE INTERES PARA EL  
CALCULO DE EFICIENCIAS DE ELABORACION INDUSTRIAL

1. Peso de 1000 Granos de Arroz Palay
2. Peso de 1000 Granos de Arroz Moreno
3. Peso de 1000 Granos de Arroz a la Salida de cada Etapa  
de Blanqueo.

CUADRO 8. CLAVES DE LOS ATRIBUTOS DE COMPOSICION FISICA  
EVALUADOS EN LAS MUESTRAS COLECTADAS

CLAVE	ATRIBUTO
AP	Arroz Palay
GV	Granos Vanos
I	Impurezas
AM	Arroz Moreno
GG	Granos Germinados
AQ	Arroz Quebrado Total
MG	Medio Grano
G	Granillo
AE	Arroz Entero
g	German

CUADRO 9. ATRIBUTOS DE COMPOSICION FISICA EVALUADOS EN MUESTRAS DE ARROZ COLECTADAS EN LOS DIFERENTES PUNTOS DEL DIAGRAMA DE ELABORACION

MUESTRA	ATRIBUTOS A EVALUAR
EL	AP, GV, I, GG, AQ
SL	AP, Gv, I, GG, AQ, AM
SD	AP, GV, I AM, AQ
C	MG, G, Q
SC	AP, GV, AM; AQ, I
R	AP, GV, AM, I, AQ
AM	AP, AM, AQ, I
S	Q, G, MG
SB	AE, G, Mg, AQ, I
SE	AE, G, MG, AQ, I, AP
ME	MG, G, I, AE
G	MG, G, I, AE

FIGURA 8. METODOLOGIA PARA LA INSEPECCION DE LAS MUESTRAS "EL" Y "SI"

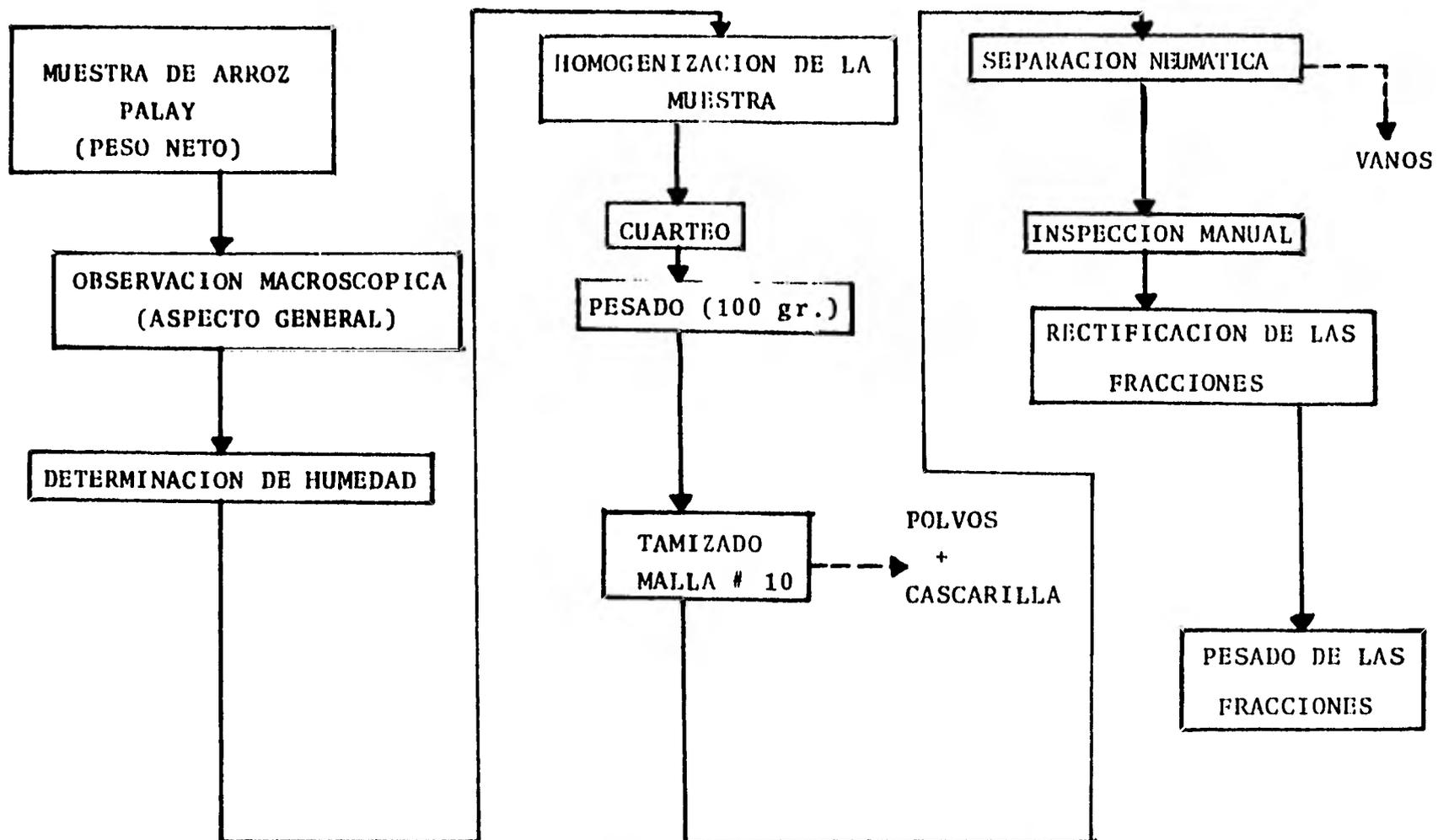


FIGURA 9. METODOLOGIA PARA LA INSPECCION DE LA MUESTRA "SD"

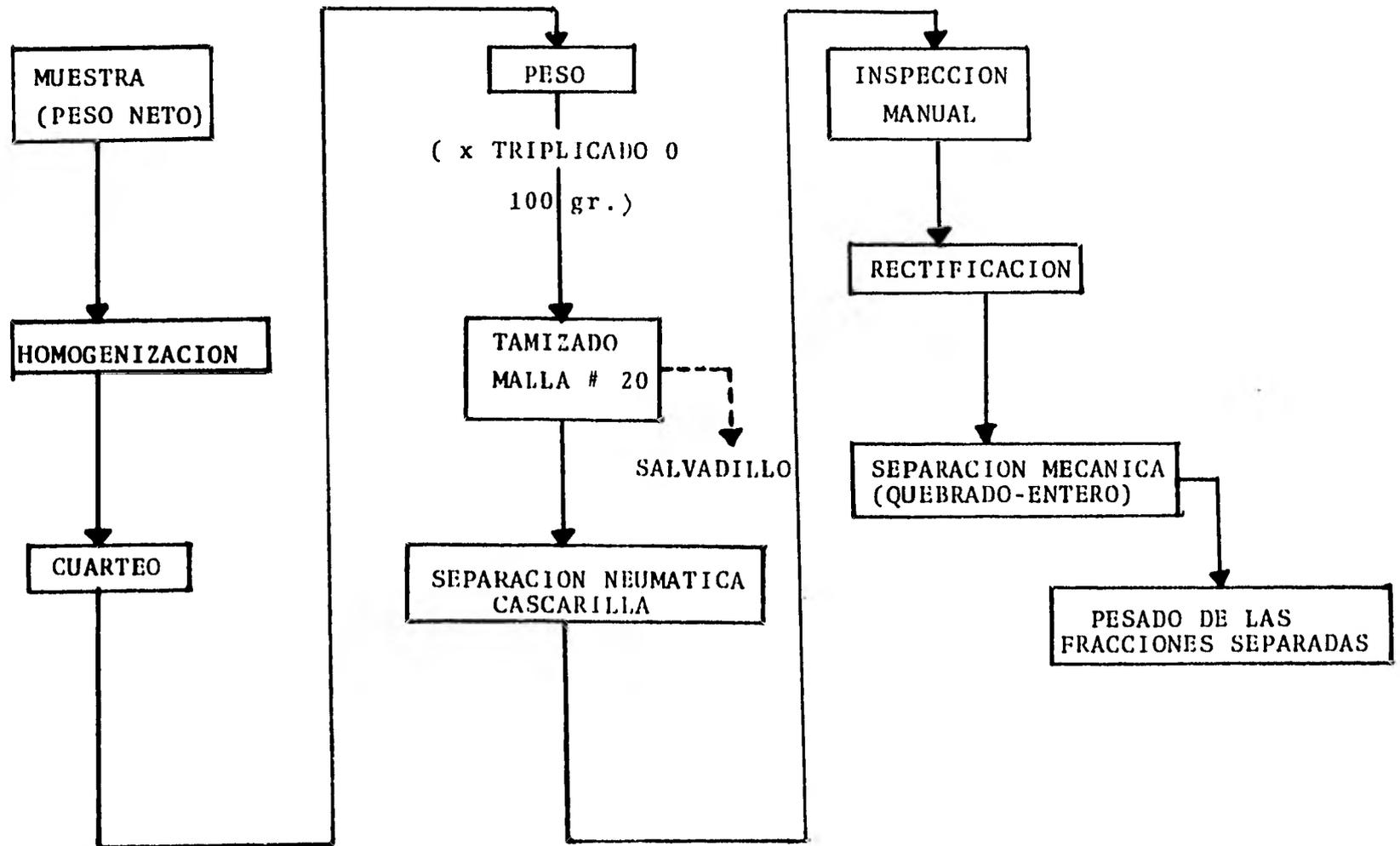


FIGURA 10. METODOLOGIA PARA LA INSPECCION DE LA MUESTRA "SC"

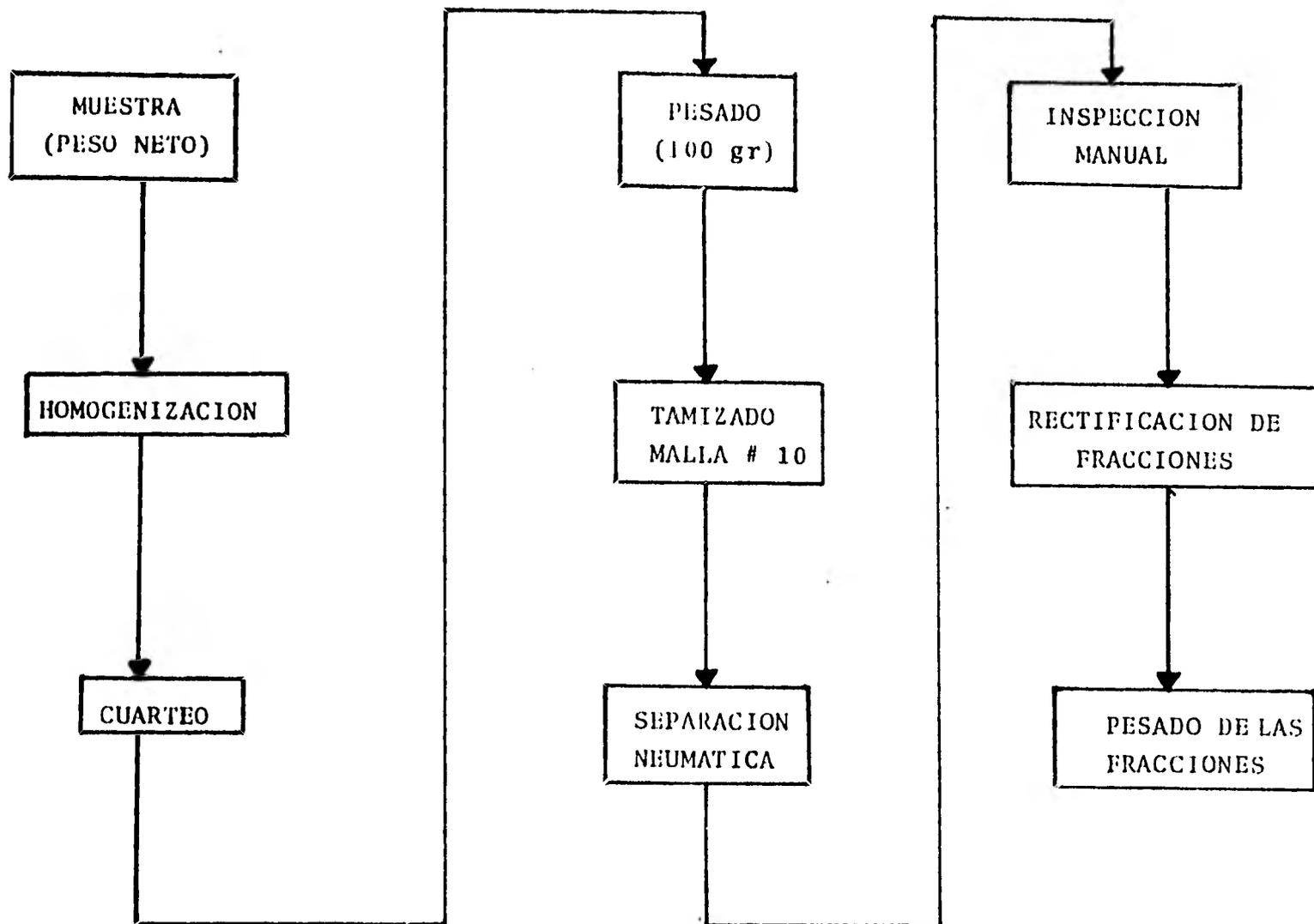


FIGURA 11. METODOLOGIA PARA LA INSPECCION DE LA MUESTRA "R"

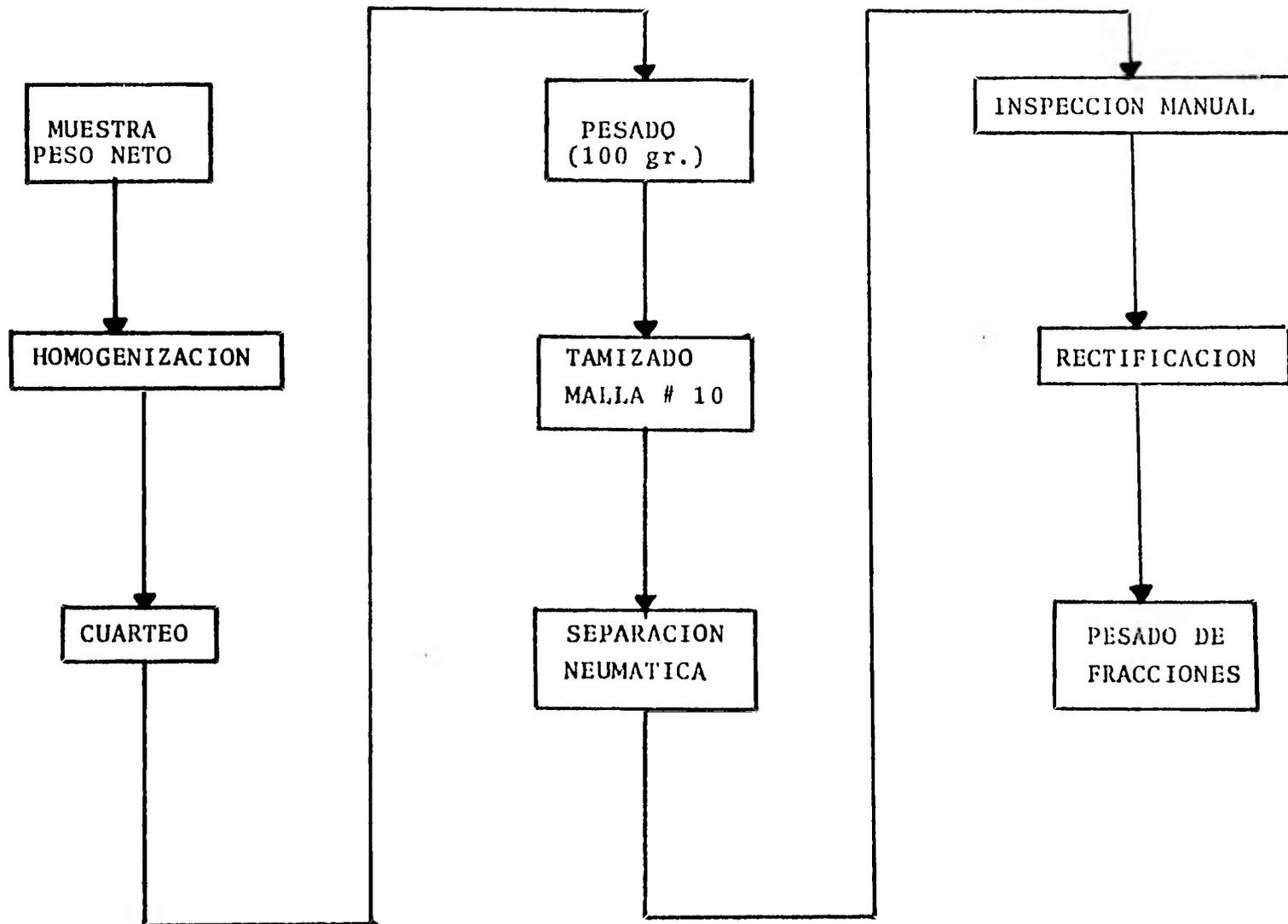
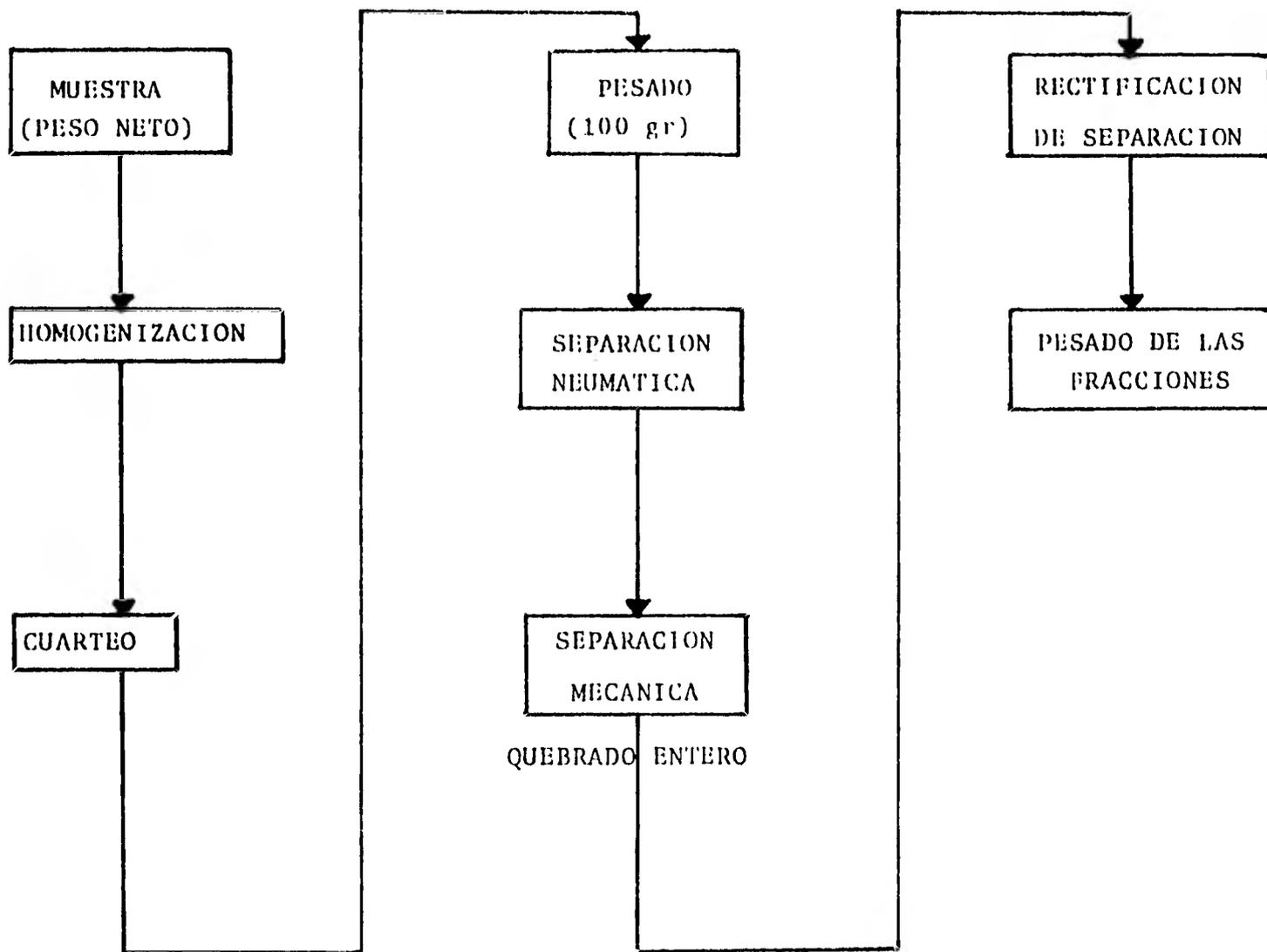


FIGURA 12. METODOLOGIA PARA LA INSPECCION DE LA MUESTRA "AM"



/ FIGURA 13. METODOLOGIA PARA LA INESPECCION DE LAS MUESTRAS "SB" Y "SE"

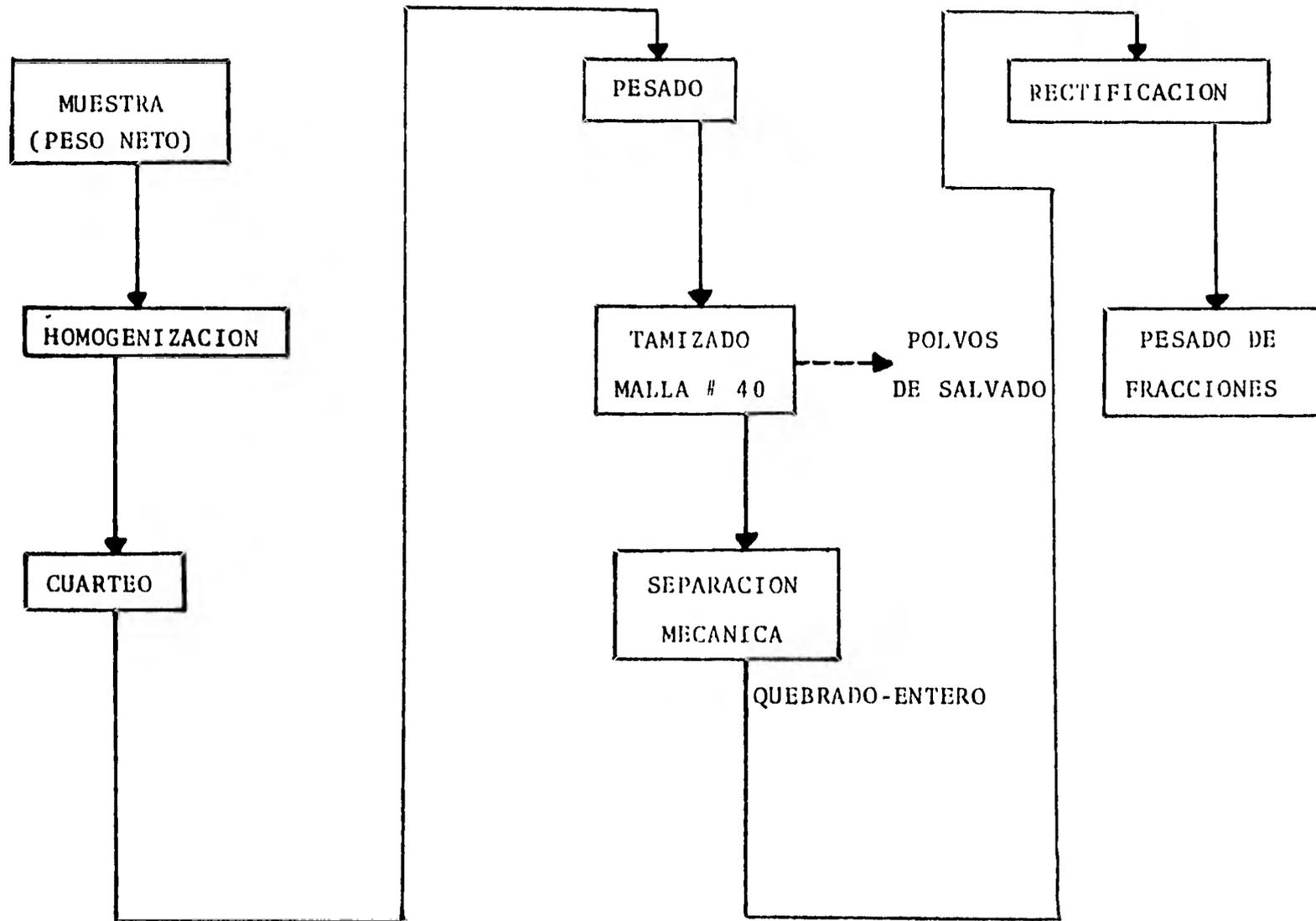


FIGURA 14. METODOLOGIA PARA LA INSPECCION DE LA MUESTRA "S"

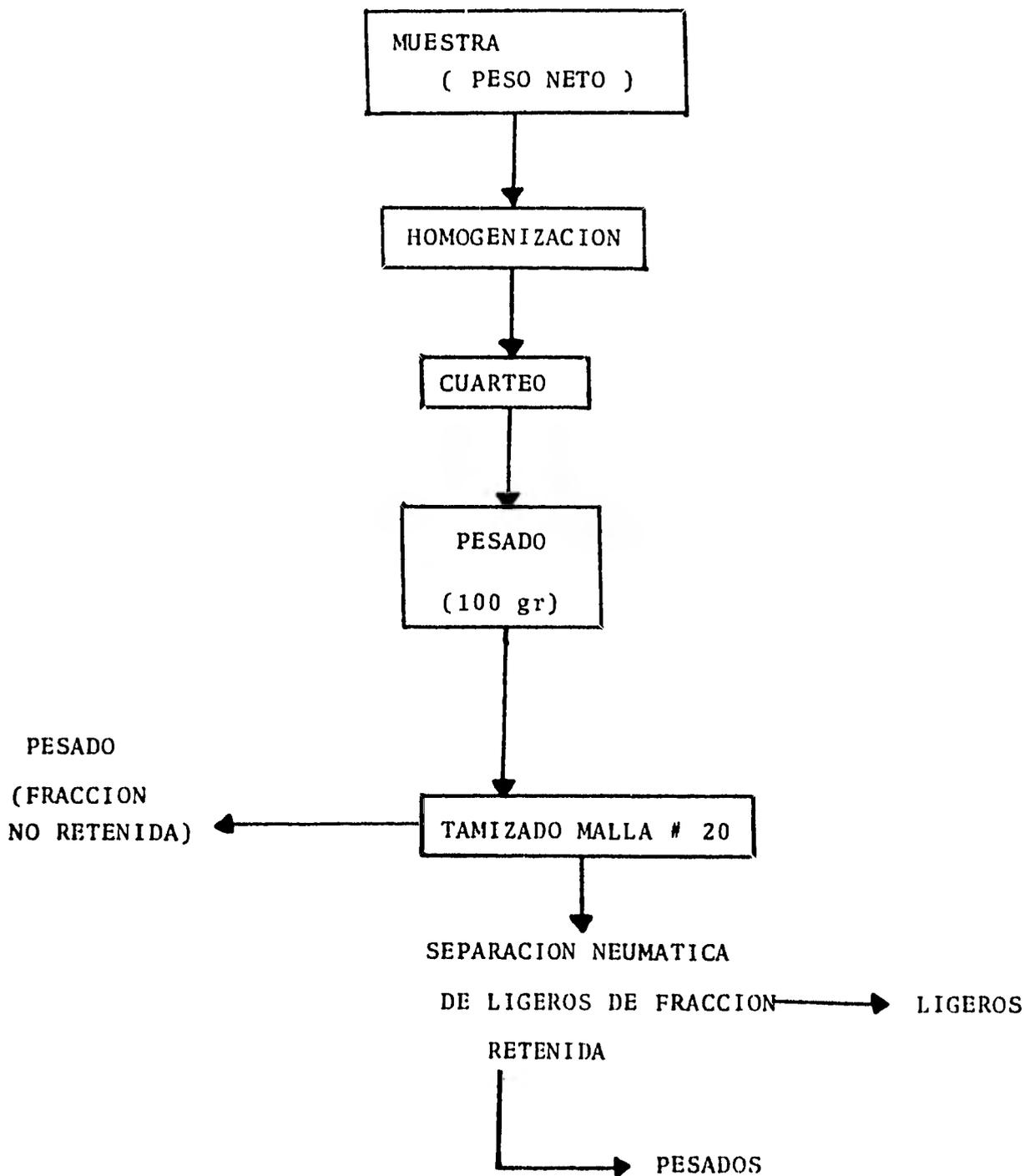


FIGURA 15. METODOLOGIA PARA LA INSPECCION DE LAS MUESTRAS "MG" Y "G"

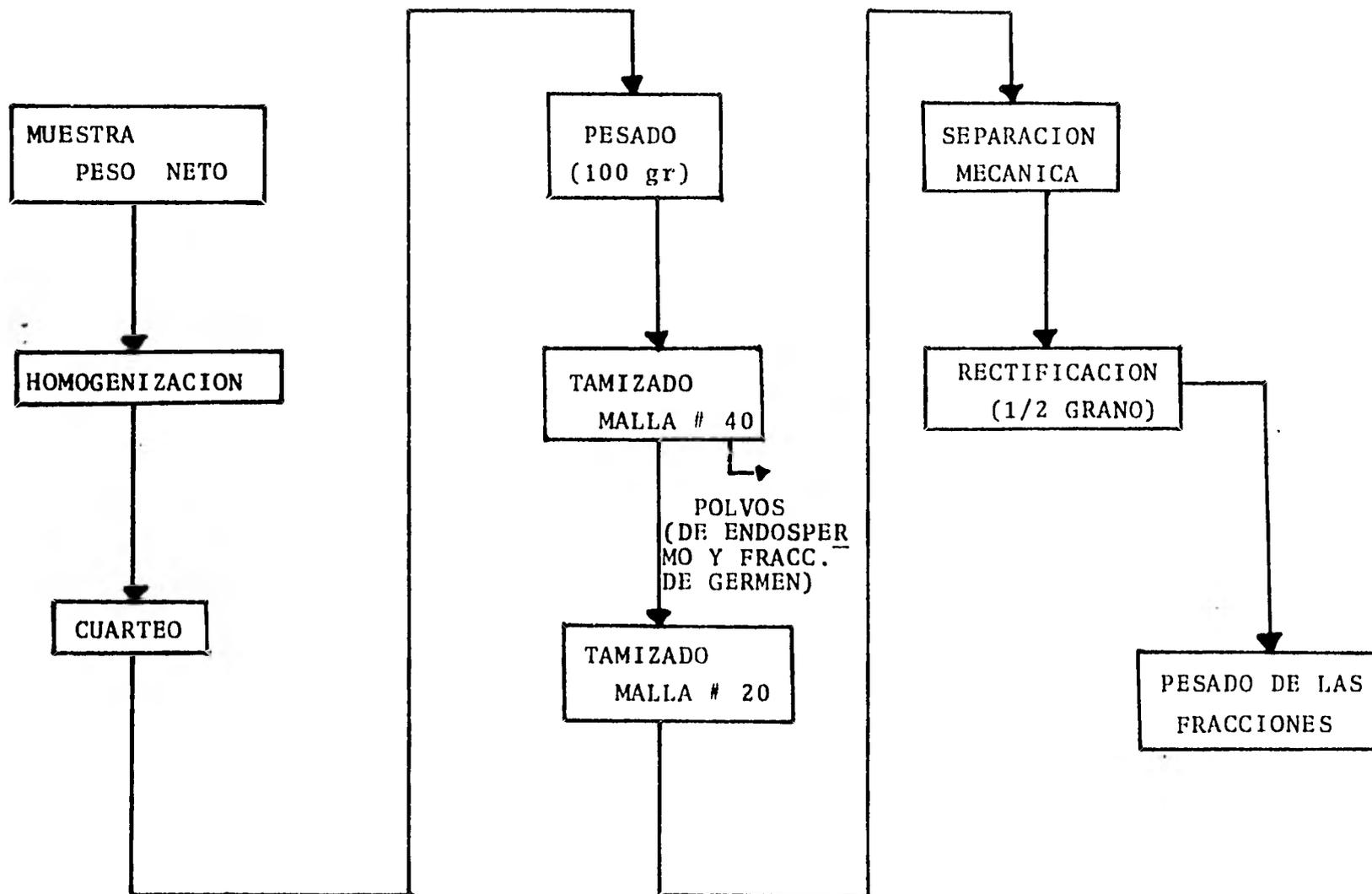
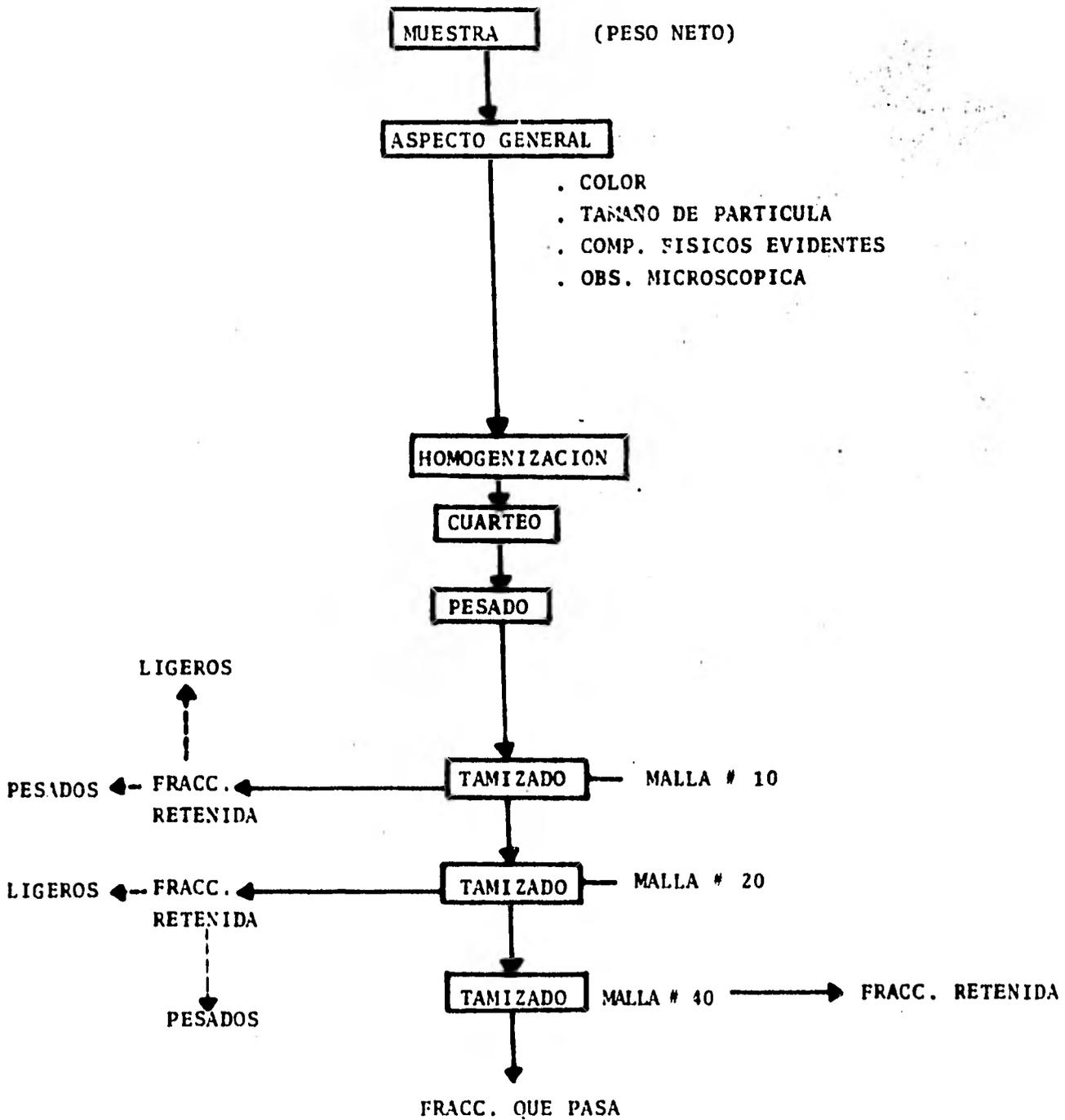


FIGURA 16. METODOLOGIA PARA LA INSPECCION DE LAS MUESTRAS "C"



### 5.3 Cálculo

#### 5.3.A Porcentaje de cascarilla

El porcentaje de cascarilla se calculó en base a arroz palay, utilizando el peso de 1000 gramos de arroz palay y arroz moreno conforme a la siguiente ecuación:

$$\% C = \frac{P - AM}{P} \times 100 \text{ en donde}$$

% C = Porcentaje de cascarilla

P = Peso de 1000 granos de arroz palay, g.

AM. = Peso de 1000 granos de arroz moreno g.

#### 5.3.B Grado de Elaboración

Se calculó como un porcentaje de salvado retirado en base a arroz palay, según la ecuación siguiente:

$$\% E = \frac{NE - E}{NE} \times 100, \text{ en donde}$$

% E = Porcentaje de elaboración

NE = Peso de 1000 granos de arroz no elaborado o semielaborado, entrando a la blanqueadora, g.

E = Peso de 1000 granos de arroz elaborado o semielaborado, saliendo de la blanqueadora, g.

### 5.3.C % De los Componentes Físicos en las Muestras Inspeccionadas

Todas las muestras inspeccionadas se trabajaron con 100 gramos, de manera que el peso de cada componente expresa directamente el % del mismo en la muestra

### 5.3.D Capacidad de Elaboración Industrial

La capacidad de elaboración industrial por día se calculo multiplicando por 20 la capacidad horaria mientras que la capacidad por mes se calculó multiplicando por 25 la capacidad diaria.

## V. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

La capacidad actual de elaboración industrial de arroz en los Estados de Morelos, Puebla, Guerrero, y Estado de México es muy superior a los volúmenes de arroz palay que se han venido produciendo en los últimos años, Cuadro 10.

Calculando la capacidad utilizada en base a la disponibilidad de materia prima dentro del Estado, se obtienen los datos mostrados en el Cuadro 11. Esta situación de la planta industrial arrocera, aunado a otros factores, ha conducido a que haya transferencia de arroz entre los estados, habiéndose detectado los movimientos consignados en el Cuadro 12. Estas transferencias no tendrían, mayor significación cuando la planta industrial arrocera origen del arroz, tuviera un alto porcentaje de su capacidad instalada operando, pero no es este el caso, -- estando motivadas tales transferencias por una demanda deformada de la industria que a conducido, a su vez, a que no se observe una normativa en la comercialización del palay que sea punto de partida para el establecimiento del mercado lícito e instrumento de mejora del sector arrocero.

La elaboración industrial del grano de arroz muestra un alto grado de estandarización en cuanto al tipo de equipos, -- actualmente en uso, Cuadro 13. El Sistema de Elaboración co --

CUADRO 10.- CAPACIDAD DE ELABORACION INDUSTRIAL DE ARROZ EN MORELOS, PUEBLA, GUERRERO Y ESTADO DE MEXICO

ESTADO	No.de Molinos	Molino (Clave)	Capacidad de Elaboración (Ton./24 Hrs.)	Capacidad de Elaboración (Ton./Mes)	Capacidad de Elaboración Estatal (Ton./Mes)	Producción Estatal de Arroz (1981) (Ton.)
Morelos	5	A	80	2,000	9,000	30,408
		B	100	2,500		
		C	60	1,500		
		D	45	1,125		
		E	75	1,875		
Puebla	3	F	45	1,125	4,125	4,593
		I	45	1,125		
		J	75	1,875		
Guerrero	2	K	50	1,250	2,500	8,280
L	50	1,250				
México	1	M	150	3,750	3,750	566

(1) Anónimo, 1981

CUADRO 11. % DE LA CAPACIDAD DE ELABORACION INDUSTRIAL UTILIZADA EN MORELOS, PUEBLA, GUERRERO Y ESTADO DE MEXICO

ESTADO	CAPACIDAD DE ELABORACION TON./AÑO <sup>(1)</sup>	% CAPACIDAD DE ELABORACION UTILIZADA <sup>(2)</sup>
MORELOS	90,000	33.78
PUEBLA	41,000	11.13
GUERRERO	25,000	33.12
MEXICO	37,500	15.09

(1) Considerando 10 meses por año.

(2) % Capacidad de elaboración Utilizada =  $\frac{\text{Capacidad de elaboración (Ton/año)}}{\text{Producción Total de Arroz Palay (Ton)}} \times 100$

CUADRO 12. TRANSFERENCIAS DE ARROZ PALAY ENTRE ESTADOS  
DE LA ZONA ARROCERA CENTRAL DE MEXICO

ORIGEN DEL ARROZ PALAY	ESTADO RECEPTOR
GUERRERO	PUEBLA
MICHOACAN	ESTADO DE MEXICO
MICHOACAN	PUEBLA
GUERRERO	MORELOS
ESTADO DE MEXICO	MORELOS
VERACRUZ	ESTADO DE MEXICO
MORELOS	PUEBLA
PUEBLA	MORELOS

**CUADRO 13.- EQUIPOS UTILIZADOS EN LA ELABORACION INDUSTRIAL DEL ARROZ EN EL  
ESTADO DE MORELOS, PUEBLA, GUERRERO Y ESTADO DE MEXICO.**

OPERACION	EQUIPO	PRODUCTO Y/O SUBPRODUCTOS
LIMPIEZA	ZARANDA SEPARADORA	- IMPUREZAS LIVIANAS
	TIPO ASPIRADORA	- IMPUREZAS DE MAYORES DIMENSIONES QUE EL GRANO DE ARROZ - IMPUREZAS DE MENORES DIMENSIONES QUE EL GRANO DE ARROZ - ARROZ PALAY LIMPIO
DESCASCARILLADO	DESCASCARILLADORA DE RODILLOS DE CAUCHO (1)(2)	ARROZ PALAY Y ARROZ MORENO Y CASCARILLA
SEPARACION DE CASCARILLA	SEPARADORA DE CASCARILLA (3)	- CASCARILLA - SALVADILLO - ARROZ PALAY Y ARROZ MORENO
SEPARACION DE ARROZ PALAY	SEPARADOR DE COMPARTIMENTOS (1)	- ARROZ MORENO
	(2)	
BLANQUEADO	BLANQUEADORA DE CONO (2)	- SALVADO
	BLANQUEADORA VERTIJET (3)	- ARROZ PULIDO
CLASIFICACION DE ARROZ PULIDO	-ZARANDA CLASIFICADORA (1)	- PUNTILLA O CABEZUELA - GRANILLO
	VIBRATORIA	- MEDIO GRANO
	CILINDRO ALVEOLADO	- ARROZ ENTERO

(1) Borasio y Gariboldi, 1979

(2) Anónimo, 1974

(3) Anónimo, 1980

rresponden al conocido como Sistema Convencional o Europeo - (Anónimo, 1972). En maquinaria de limpieza las diferencias -- son en cuanto a la antigüedad del equipo o la marca, siendo el tipo empleado el de zaranda separador tipo aspiradora (Borasio y Gariboldi, 1979).

Las descascarilladoras son de rodillos de caucho (Borasio y Gariboldi, 1974), excepción de un molino que además de estas cuenta con una de discos. Esto más que como un nivel -- técnico distinto puede considerarse como un hecho atípico. Las separadoras de cascarilla son con aspiración y cribado de tal manera que se obtiene además de cascarilla salvadillo como sub producto. La separación del palay no descascarillado se lleva a cabo mediante mesas densimétricas de compartimentos del tipo Europeo. En el Blanqueo es donde se tienen las mayores diferencias en relación al tipo de maquinaria utilizada, así, se utilizan las blanqueadoras de cono vertical abrasivo y en dos molinos se usan blanqueadoras cilíndricas verticales con aspiración. Además de estas diferencias, el blanqueo empleando conos se hace en 2, 3 ó 4 pasos, mientras que con la blanqueadora cilíndrica vertical se realiza en un solo paso. Para la -- clasificación del arroz elaborado se utilizan en la mayoría de los casos zarandas clasificadoras vibratorias y cilindros alveolados y en dos molinos se sustituyen estos últimos por clasificadores de discos.

Además de estas variaciones en el tipo de equipos utilizados, se puede observar una diferencia en relación al número de equipos instalados en cada una de las etapas del Diagrama de Elaboración, Cuadro 14.

De acuerdo a la disposición o arreglo de las operaciones del Diagrama de elaboración, menores son las variaciones - que se observan, presentandose en la Figura 17 y 18, y Cuadros 15 y 16 dos Diagramas Típicos de la Molinería en la región.

Notable es la ausencia de básculas de paso al inicio del proceso, ya que un solo molino cuenta con este equipo. Lo mismo puede decirse de la utilización de máquinas separadoras de piedras en la cual la ausencia es total y aunque esto puede conducir a daños importantes a descascarilladoras y blanqueadoras no se puede constatar el efecto que esto está teniendo en la práctica, más que en un sólo molino que al instalar un nuevo tipo de blanqueadora era dañada por la presencia de piedras.

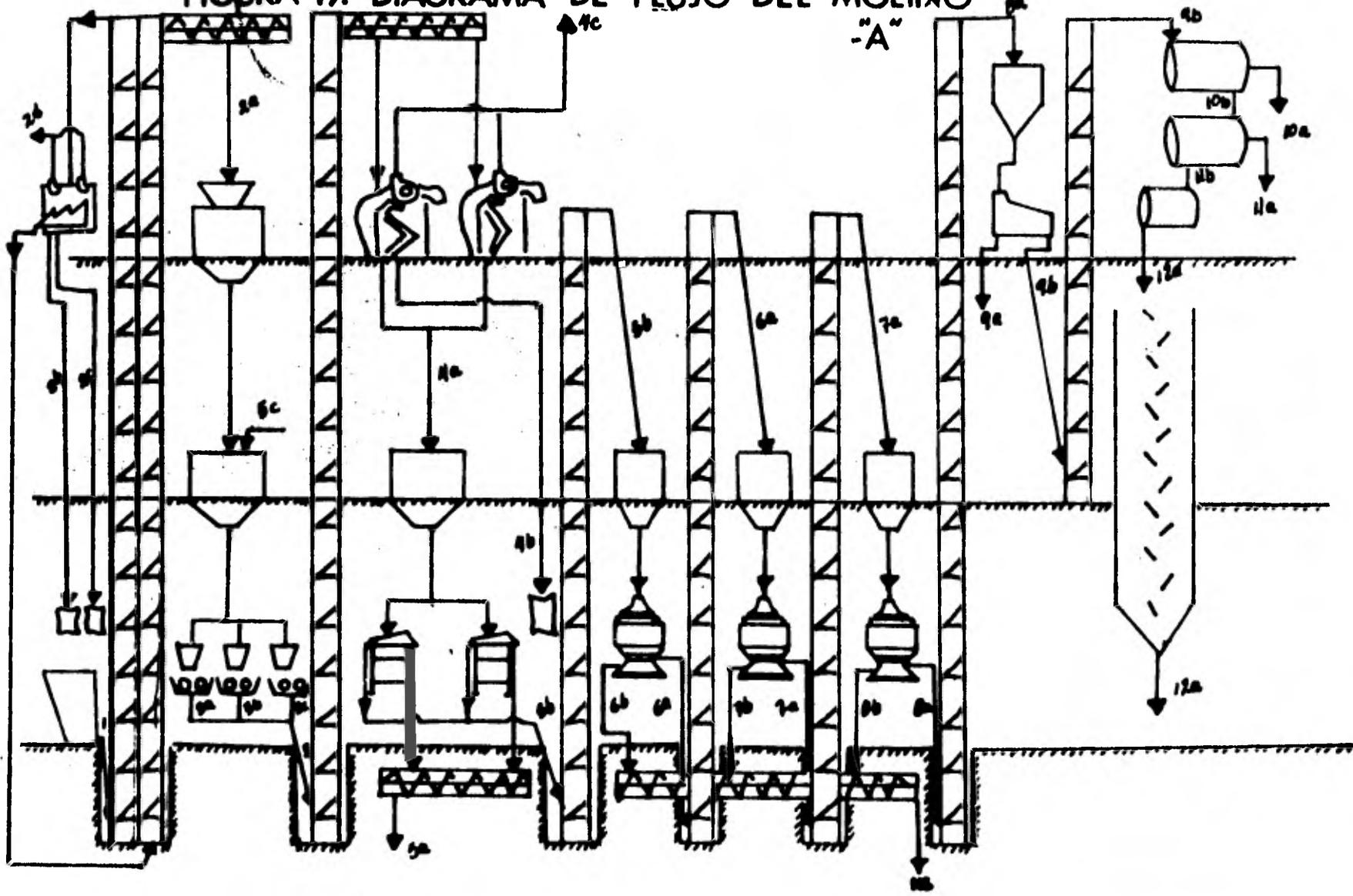
Las prácticas industriales de elaboración que más puede tener un efecto sobre los rendimientos de arroz elaborado, - y que, aunque preliminarmente, pudieron identificarse son las indicadas en el cuadro 17. En el caso de la humedad del arroz palay durante la elaboración es notable el poco uso que se hace de la determinadora de humedad y aún en algunos casos más importante el poco mantenimiento que se le dá a este equipo. -

**CUADRO 14.- NUMERO DE EQUIPOS EN LAS DIFERENTES OPERACIONES DE LA ELABORACION INDUSTRIAL  
DEL ARROZ EN MOLINOS DEL ESTADO DE MORELOS Y PUEBLA**

MOLINO	LIMPIADORA	DESCASCARILLADORA	SEPARADORA DE CASCARILLA	SEPARADORA DE PALAY	BLANQUEADORA	CLASIFICADOR
A	(1)	(3)	(2)	(2)	(3) Cono	(5) Cilindro Alveolado
B	(1)	(4)	(2)	(3)	(2) Vertijet	(3) Cilindro Alveolado
C	(1)	(2)	(1)	(1)	(1) Vertijet	(2) Cilindro Alveolado
D	(1)	(3) (2) Rodillos (1) Discos	(2)	(2)	(5) (4) Blanqueadoras de Cono (1) Pulidora de Cono	(2) Cilindro Alveolado
E	(1)	(4)	(2)	(2)	(4) (3) Blanqueadoras de Cono (1) Pulidora de Cono	(2) Cilindro Alveolado Separador de Discos
F	(1)	(3)	(2)	(2)	(3) Blanqueadoras de Cono	(3) Separador de Discos

FIGURA 17. DIAGRAMA DE FLUJO DEL MOLINO-

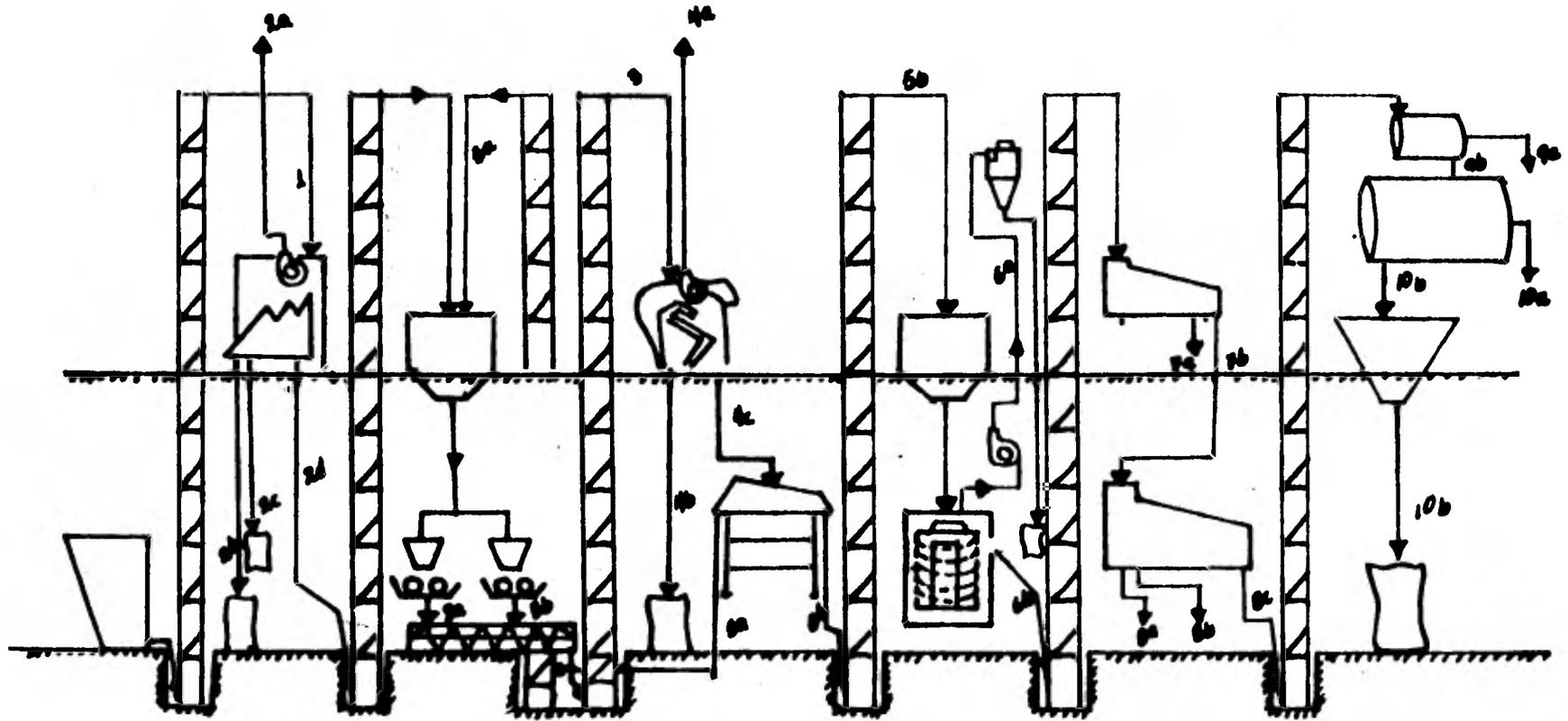
"A"



CUADRO 15. DESCRIPCION DE LOS FLUJOS DEL DIAGRAMA  
DEL MOLINO "A"

- |  |  |
|--|--|
| (1) Arroz Palay de Almacen.                        | (6a) Arroz a la salida del primer paso de blanqueo   |
| (2a) Arroz Palay Limpio                            | (6b) Salvado del primer paso                         |
| (2b) Impurezas grandes                             | (7a) Arroz a la salida del segundo paso del blanqueo |
| (2c) Impurezas pequeñas                            | (7b) Salvado del segundo paso                        |
| (2d) Impurezas ligeras                             | (8a) Arroz a la salida del tercer paso de blanqueo   |
| (3a) Salida descascarilladora "A"                  | (8b) Salvado del tercer paso                         |
| (3b) Salida descascarilladora "B"                  | MS Mezcla de Salvados                                |
| (3c) Salida descascarilladora "C"                  | (9a) Arroz Pulido                                    |
| (3d) Mezcla de salida de descascarilladora         | (10a) Cabezuela y Granillo                           |
| (4a) Arroz a la salida de separadora de cascarilla | (10b) Arroz Pulido entrando el segundo clasificador  |
| (4b) Salvadillo                                    | (11a) Arroz medio grano                              |
| (4c) Cascarilla                                    | (11b) Arroz Pulido entrando al tercer clasificador   |
| (5a) Retorno de Arroz Palay                        | (12a) Arroz pulido super-extra                       |
| (5b) Salida de Arroz Moreno                        | (12b) 3/4 y 1/2 grano.                               |
| (5c) Retorno de Arroz Palay                        |  |

FIGURA 18. DIAGRAMA DE FLUJO DEL MOLINO "C."



CUADRO 16. DESCRIPCION DE LOS FLUJOS DEL DIAGRAMA  
DEL MOLINO "C"

- (1) Arroz Palay de Almacen
- (2a) Impurezas Ligeras
- (2b) Impurezas Grandes
- (2c) Impurezas Pequeñas
- (2d) Arroz Palay Limpio
- (3a) Salida de Descascarilladora "A"
- (3b) Salida de Descascarilladora "B"
- (3) Salida de Descascarilladoras (Mezcla)
- (4a) Cascarilla
- (4b) Salvadillo
- (4c) Arroz entrando a mesa reparadora de Arroz Palay
- (5a) Retorno de Arroz Palay
- (5b) Arroz Moreno Saliendo de mesa separadora
- (6a) Salvado
- (6b) Arroz Pulido
- (7a) Puntilla
- (7b) Arroz Pulido
- (8a) Granillo
- (8b) Medio Grano
- (8c) Arroz Pulido
- (9a) Granillo
- (9b) Arroz Pulido entrando a segundo clasificador
- (10a) Medio grano
- (10b) Arroz Pulido Super-Extra.

CUADRO 17.- PRACTICAS INDUSTRIALES DE ELABORACION EN MOLINOS  
DE LOS ESTADOS DE MORELOS, PUEBLA Y ESTADO DE MEXICO

% HUMEDAD DEL  
ARROZ PALAY

AJUSTE DE  
DESCASCARILLADORA

AJUSTE DE ELABORACION

El % deseado por el práctico molinero es del 12% - aunque se presentan notables desviaciones, pues se encontró que hay quien preferiere hasta con 10% - Poco se usan las determinadoras de humedad.

En todos los casos a dejar un 10% de arroz sin descascarillar.  
Este porcentaje se estima por apreciación visual.

Ajuste con un porcentaje de blanqueo tal en cada etapa, que permita el flujo equilibrado del grano del arroz a través de las blanqueadoras sin que se descarguen.  
El grado de elaboración es fijado por apreciación visual.

La humedad de elaboración del grano varía notablemente con la época de elaboración y con las condiciones a que se almacenó el grano. Al inicio de la campaña de elaboración, la humedad del grano es del orden de 12 - 13%, mientras que en los últimos meses la humedad puede ser tan baja como 11% en algunos molinos. Variable en alto grado es también la opinión de los prácticos molineros, pues hay quien desea poder elaborar 10% de humedad del grano. Para la determinación del porcentaje de granos descascarillados el método es la subjetiva apreciación visual con todos los riesgos que puede llevar consigo.

Las muestras del arroz palay, tomadas al inicio del proceso de elaboración-entrada de la prelimpia-mostraron valores muy variables en % de impurezas y en dos casos tan altos como 4.7 y 5.1%, siendo los granos vanos la impureza que se encuentra con el más alto porcentaje, Cuadro 18. La eficiencia de separación de las máquinas limpiadoras muestra, en general, valores bajos, Cuadro 19. La mayoría de ellas son máquinas muy antiguas y en ningún caso se pudo ver más de una máquina, que pudiesen trabajar en serie. En no pocas ocasiones la única máquina dispuesta en el diagrama se trabaja sobrecargada lo cual también puede estar contribuyendo a la baja eficiencia de operación. A pesar de trabajar en estas condiciones la etapa de limpieza, no parece ser un problema relevante en la elaboración, cuando menos no lo es para llegar a afectar la composición del producto de la elaboración, el arroz pulido, como se-

CUADRO 19. EFICIENCIA DE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS LIMPIADORAS

MOLINO	LOTE No.	IMPUREZAS		EFICIENCIA DE SEPARACION DE IMPUREZAS (1)	GRANOS ENTRADA	VANOS SALIDA	EFICIENCIA DE SEPARACION DE GRANOS VANOS (3)	IMPUREZAS		EFIC. DE SEPARACION DE IMPUREZAS Y DE VANOS (2)
		ENTRADA %	SALIDA %					ENTRADA %	SALIDA %	
A	1	0.26	0.16	38.46	1.82	1.11	39.01	2.08	1.27	38.94
	2	0.77	0.26	66.23	-	-	-	-	-	-
	3	0.73	0.23	68.49	-	-	-	-	-	-
	4	0.45	0.32	28.88	-	-	-	-	-	-
	6	0.62	0.23	62.90	-	-	-	-	-	-
B	1	0.18	0.07	61.11	-	-	-	-	-	-
C	Unica	1.00	0.25	75.00	2.76	1.52	44.92	3.76	1.77	52.92
D	Unica	0.40	0.40	0.00	3.00	1.50	50.00	3.40	1.90	44.11
G	Unica	0.22	0.08	63.63	1.15	0.98	14.78	1.37	1.06	22.62
H	Unica	1.14	0.84	26.31	-	-	-	-	-	-

(1)  $\frac{I_e - I_s}{I_e} \times 100$  ;  $I_e$  = Impurezas a la entrada:  $I_s$  = Impurezas a la salida.

(2)  $\frac{V_e - V_s}{V_e} \times 100$ ;  $V_e$  = Vanos a la entrada:  $V_s$  = Vanos a la salida.

(3)  $\frac{(I_e + V_e) - (I_s + V_s)}{I_e + V_e} \times 100$

muestra en el Cuadro 31. Con relación a los otros efectos negativos, que sobre el proceso de elaboración pudiese tener el estar procesando un arroz con un contenido importante de impurezas, que son la obstrucción y daño a equipo y la reducción de la capacidad efectiva de elaboración, no se pudieron coleccionar evidencias suficientes que permitan elaborar un juicio.

La operación de las máquinas descascarilladoras muestra como aspecto relevante el hecho de que estén más ajustadas que lo que el práctico molinero y las recomendaciones de estudios en la materia sugieren, Cuadro 20. Así de 35 muestras estudiadas el 62.85% mostraron más de 90% de granos descascarillados, cuando el práctico molinero está intentando descascarillar un 90% máximo de granos.

En este mismo sentido, el 25.71% de las muestras analizadas mostró más de 95% de granos descascarillados, lo cual ya representa un ajuste poco recomendable por los mayores riesgos de rompimiento de granos. También puede observarse el otro extremo de operación de las descascarilladoras. El 25.71% de las muestras evaluadas mostraron menos de 85% de granos descascarillados lo cual conduce a una disminución de la capacidad real de elaboración.

Asimismo, cada descascarilladora dentro de un molino parece presentar un comportamiento típico. En el molino A, la

CUADRO 20. EFICIENCIA DE OPERACION DE MAQUINAS  
DESCASCARILLADORAS.

MOLINO LOTE	NO. DE DESCASCARILLADORA	% GRANOS NO DESCASCARILLADOS	% GRANOS QUEBRADOS	% DE GRANOS ABRADIDOS
A	1	3.45	6.38	-
	2	4.26	6.19	71.69
	3	15.26	5.50	-
	1	8.68	12.46	-
	2	15.60	4.30	24.58
	3	5.92	7.03	-
	1	22.09	10.25	-
	2	20.57	6.87	26.41
	3	8.29	7.65	-
	1	2.09	6.64	-
	2	20.50	9.98	-
	3	8.74	6.87	45.89
5	1	7.83	5.74	71.41
	2	24.33	8.01	-
	3	11.76	4.99	-
6	1	6.08	6.30	-
	2	26.67	7.90	-
	3	8.15	5.25	40.41
1	1	12.13	6.60	-
	2	21.79	3.69	-
	3	3.69	6.76	69.55
	4	1.55	6.07	-
B	1	7.58	5.62	-
	2	5.98	4.30	-
	3	5.52	4.96	-
	4	4.59	5.07	-

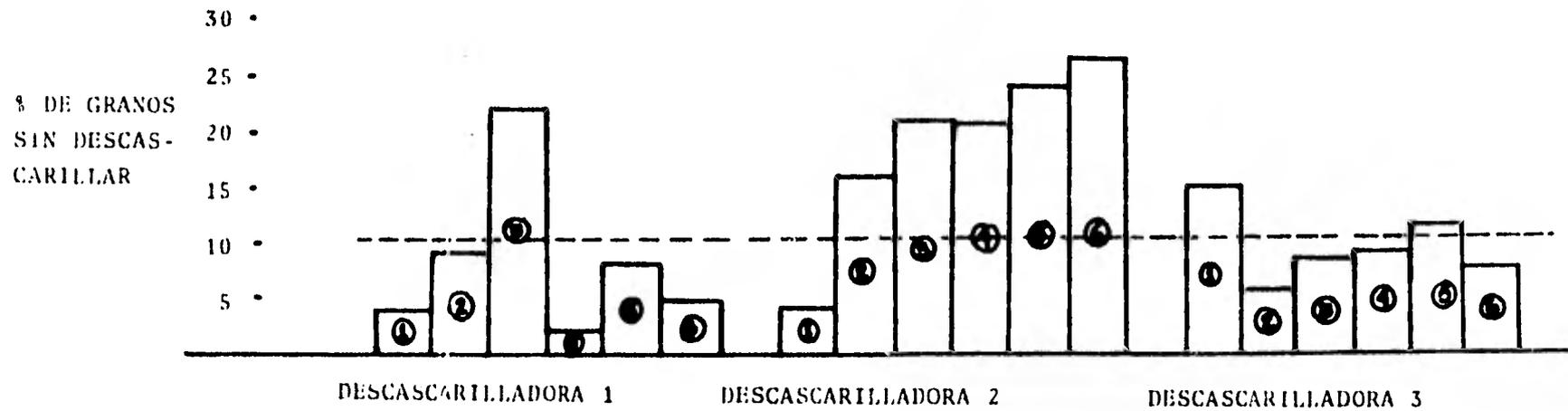
MOLINO	LOTE	NO. DE DESCASCARILLADORA	% GRANOS NO DESCASCARILLADOS	% GRANOS QUEBRADOS	% DE GRANOS ABRADIDOS
C	1	1	2.79	6.58	-
		2	2.93	6.87	65.25
		1	2.00	4.00	-
D	1	2	24.20	2.00	-
		3	10.00	7.00	69.43
G	1	1	5.07	8.05	71.41
		1	7.98	10.70	-
H	1	2	6.08	9.07	-
		3	9.15	9.82	-

descascarilladora 1, de 6 días de muestreo, en 5 descascarilló más del 90%, mientras que la descascarilladora 2, del mismo molino, en el mismo número de días, ha descascarillado menos del 85% de grano. Estos resultados muestran el comportamiento para las diferentes descascarilladoras dentro de un mismo molino, Figura 19. Aunque no se tienen datos suficientes para comparar la operación de las descascarilladoras de un molino a otro, los datos preliminares parecen situar a molinos donde en términos generales el ajuste de las descascarilladoras es cuidadoso y otros donde esto no lo es tanto. Otra observación interesante es el comportamiento de las descascarilladoras de un mismo molino en días distintos, Figura 20 y 21. En este caso pudo observarse que en un día hubo un desigual ajuste y el otro todas las máquinas estaban muy apretadas, probablemente motivado por incrementar la producción de arroz elaborado.

La separación de cascarilla en las máquinas respectivas muestra, en general, valores aceptables.

La excepción fué el molino B donde se estaban trabajando las máquinas sobrecargadas y los ventiladores estaban fallando, Cuadro 21. Este mismo comportamiento no se observa en el caso de la separación de granos vanos, donde las eficiencias de separación son notablemente bajas lo cual viene a reflejarse en la composición de los retornos, Cuadro 22, los que muestran niveles considerables de granos vanos, cantidades que inu

FIGURA 19. EFICIENCIA DE DESCASCARILLADO EN DIFERENTES LOTES Y DESCASCARILLADORAS DEL MOLINO "A"



----- Línea de ajuste de las descascarilladoras

○ lote

FIGURA 20. EFICIENCIA DE DESCASCARILLADO EN DIFERENTES LOTES Y DESCASCARILLADORAS DEL MOLINO "B"

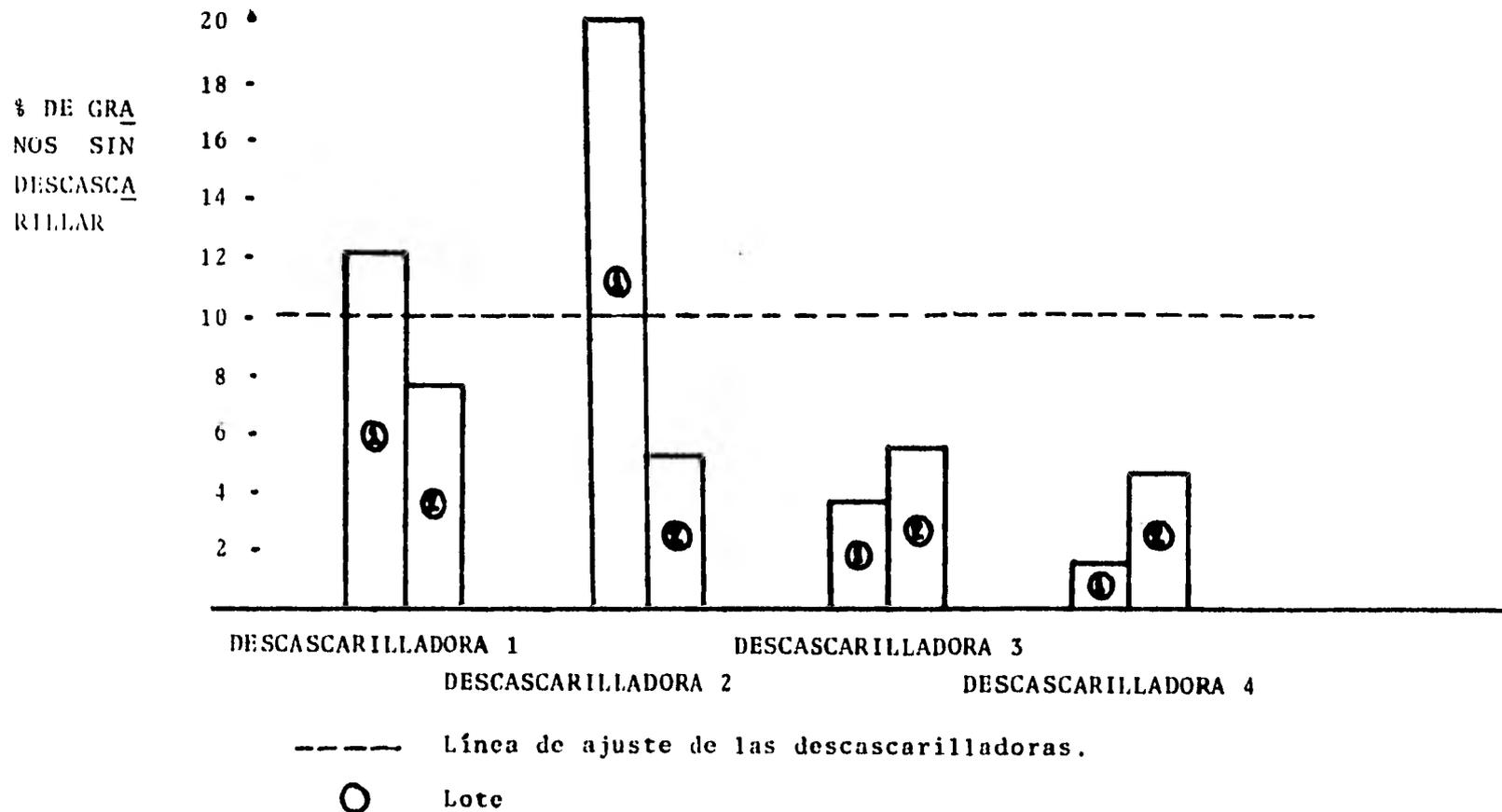
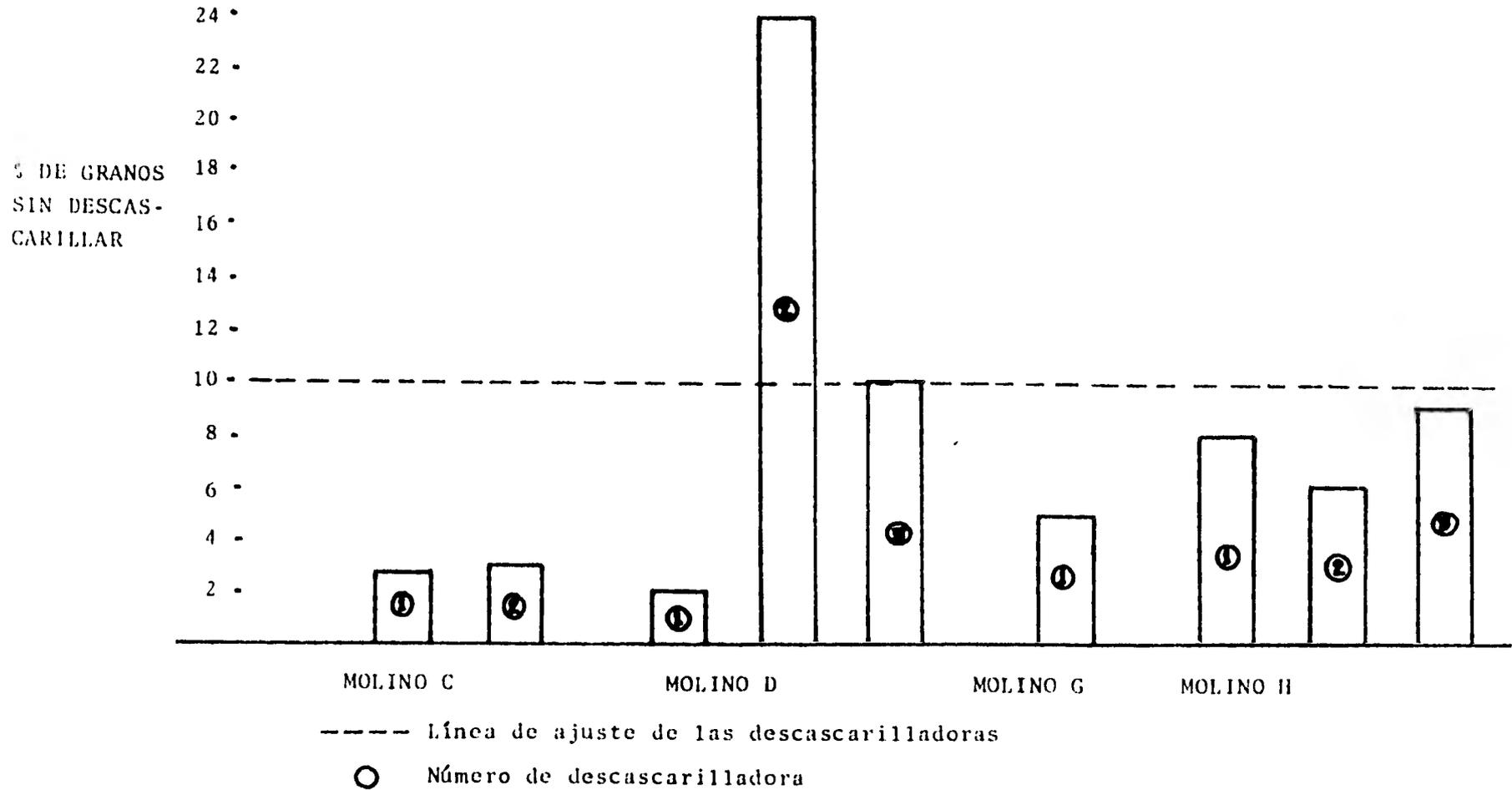


FIGURA 21. EFICIENCIA DE DESCASCARILLADO EN DIFERENTES DESCASCARILLADORAS DE LOS MOLINOS C, D, G y H.



CUADRO 21. EFICIENCIA DE OPERACION DE SEPARADORAS  
DE CASCARILLA

MOLINO	LOTE NUM.	SEPARA DORA DE CASCA. NO.	CASCARILLA		EFICIENCIA DE SEPARACION DE CASCARILLA <sup>(1)</sup>	VANOS		EFICIENCIA DE SEPARACION DE VANOS <sup>(2)</sup>
			ENTRADA	SALIDA		ENTRADA	SALIDA	
1	1		-	-	-	-	-	-
	2		-	-	-	-	-	-
2	1		24.53	0.830	96.613	2.280	1.296	43.157
	2		24.53	0.986	95.980	2.280	1.633	31.978
3	1		24.766	0.576	97.674	1.673	1.138	31.978
	2		24.766	0.181	99.269	1.673	2.538	-
4	1		34.650	0.760	97.80	3.473	2.980	14.195
	2		34.650	2.680	92.265	3.473	4.830	-
5	1		28.824	0.392	98.640	2.556	0.737	71.165
	2		28.824	0.895	96.894	2.556	2.117	17.175
6	1		24.850	0.366	98.527	1.940	0.471	75.721
	2		24.850	0.955	96.156	1.940	0.920	52.577
1	1		17.77	2.50	85.931	1.471	-	-
	2		17.77	0.90	94.935	1.471	0.493	66.485
2	1		19.82	3.63	81.685	7.211	3.448	52.184
	2		19.82	5.85	70.484	7.211	5.045	30.037
C	1	1	21.97	1.773	91.929	3.105	1.773	42.89
G	1	1	14.33	0.762	94.68	1.150	1.087	5.478

MOLINO	LOTE NUM.	SEPARADO RA DE -- CASCARI- LLA NO.	CASCARILLA		EFICIENCIA DE SEPARA- CION DE -- CASCARILLA	CASCARILLA		EFICIENCIA DE SEPARACION DE VANOS.
			ENTRADA %	SALIDA %		ENTRADA %	SALIDA %	
		1	15.67	1.54	90.172	-	-	-
H	1	2	26.33	2.99	88.644	-	-	-
		3	26.67	2.75	88.381	-	-	-

(1)  $\frac{C_e - C_s}{C_s} \times 100$  ;  $C_e$  cascarilla a la entrada.  $C_s$  cascarilla a la salida

(2)  $\frac{V_e - V_s}{V_e} \times 100$  ;  $V_e$  vanos a la entrada,  $V_s$  vanos a la salida

CUADRO 22. COMPOSICION FISICA DE RETORNOS DE MESAS SEPARADORAS DE ARROZ PALAY.

MOLINO	LOTE	MESA NUM.	ARROZ PALAY (%)	ARROZ MORENO (%)	ARROZ QUEBRADO (%)	GRANOS VANOS (%)	IMPUREZAS (%)	CASCARILLA (%)	
A	1	1	78.960	2.670	0.333	9.71	-	7.116	
		2	72.456	1.450	0.490	19.89	-	5.336	
	2	1	87.590	1.730	0.382	6.420	0.2025	2.757	
		2	85.130	1.436	0.326	6.646	0.0366	5.286	
	3	1	90.34	2.857	0.467	3.540	0.555	2.172	
		2	88.71	2.070	0.345	4.370	0.3175	-	
	4	1	84.873	3.083	0.523	7.283	-	3.190	
		2	81.986	1.906	0.386	6.613	-	4.243	
	5	1	86.480	3.990	0.293	6.136	0.165	2.22	
		2	89.235	1.970	0.264	5.745	0.0782	2.122	
	6	1	81.970	10.35	0.455	4.26	-	2.422	
		2	68.130	24.63	0.608	3.519	-	2.518	
	B	1	1	58.30	31.160	0.666	6.526	-	2.70
			2	52.35	33.216	0.690	9.796	-	3.35
			3	66.45	4.693	0.300	16.970	-	10.67
		2	1	31.200	26.20	0.775	18.840	0.14	22.045
			2	39.350	9.635	0.255	24.40	0.030	25.140
			3	18.96	38.170	0.385	20.95	0.100	20.285
C		1	1	50.65	37.940	0.952	4.403	0.076	1.773
D		1	1	73.30	20.9	2.7			2.15
			2	74.70	19.0	1.1			3.4
G	1	1	41.68	49.29	0.815	4.322	0.682	1.127	

---

MOLINO	LOTE	MESA NUM.	ARROZ PALAY ( $\text{\$}$ )	ARROZ MORENO ( $\text{\$}$ )	ARROZ QUEBRADO ( $\text{\$}$ )	GRANOS VANOS ( $\text{\$}$ )	IMPUREZAS ( $\text{\$}$ )	CASCARILLA ( $\text{\$}$ )
		1						
H.	1	2	80.98	6.00			0.120	12.80
		3						

---

tilmente se están manejando ante la ausencia de una más eficiente separación en la prelimpia o en la separadora de cascarilla. Otro aspecto importante en la operación de las mesas separadoras de arroz palay es el % de arroz moreno retornado. En este sentido, los molinos A y H muestran una atención en mantener el % de arroz moreno retornado a niveles bajos, lo que es altamente deseable, mientras que los otros molinos, cuando menos para las muestras analizadas, muestran niveles altos de arroz moreno retornado.

La composición del arroz moreno a la salida de las separadoras de palay muestra en general un bajo porcentaje de impurezas y de arroz palay, Cuadro 23, que serían los componentes físicos objetables en este producto intermedio.

Estos comportamientos de separación de arroz moreno para el blanqueo y de arroz palay para el descascarillado en cada uno de los molinos estudiados queda expresada cuantitativamente en el Cuadro 24. Un aspecto importante es que, aunque no se cuantificó, la mayoría del arroz moreno retornado, corresponde a granos con defectos aparentemente de tipo microbiológico o entomológico.

El proceso y grado de blanqueo del grano muestra dos aspectos importantes. Por una parte, el grado de blanqueo, medido por el % de salvado retirado, en base a palay, muestra-

CUADRO 23. COMPOSICION FISICA DE SALIDAS DE  
MESAS SEPARADORAS DE ARROZ PALAY

MOLINO	LOTE	NUM. MESA	ARROZ PALAY (%)	ARROZ MORENO (%)	ARROZ QUEBRADO (%)	IMPUREZAS (%)	
A	1	1	0.030	89.05	10.220	0.1166	
		2	0.030	91.22	8.226	0.0233	
	2	1	0.095	83.84	15.720	0.0832	
		2	0.237	86.53	13.720	0.1050	
	3	1	0.045	84.35	15.540	0.0225	
		2	0.0325	85.50	14.140	0.0920	
	4	1	0.1150	87.01	12.677	0.150	
		2	0.055	87.76	11.725	0.195	
	5	1	0.040	87.98	11.787	0.060	
		2	0.035	89.657	10.235	0.047	
	6	1	0.023	89.00	10.850	0.075	
		2	0.030	90.05	9.850	0.060	
	B	1	1	0.073	90.39	8.850	0.216
			2	0.040	88.26	11.080	0.530
			3	0.083	89.88	8.843	0.273
		2	1	0.156	91.167	8.427	0.307
			2	0.030	90.710	8.720	0.672
			3	0.01	88.88	10.53	0.476
C	1	1	0.056	89,790	9.583	0.346	
D	1	1	0.293	91.140	8.200	0.03	
		2	0.360	92.820	6.27	0.035	
G	1	1	0.0566	87,240	11.640	0.055	

MOLINO	LOTE	NUM. MESA	ARROZ PALAY (%)	ARROZ MORENO (%)	ARROZ QUEBRADO (%)	IMPUREZAS (%)
		1	-	-	-	-
H	1	2	0.11	70.16	28.92	12.82
		3	-	-	-	-

CUADRO 24. EFICIENCIA DE OPERACION DE MESAS SEPARADORAS  
DE ARROZ PALAY

MOLINO	LOTE NO.	MESA NO.	ARROZ PALAY RETORNADO (%) (1)	ARROZ MORENO SEPARADO (%) (2)
A	1	1	99.96	96.97
		2	99.95	98.04
	2	1	99.89	97.87
		2	99.72	
	3	1	99.95	96.67
		2	99.96	97.57
	4	1	99.86	96.382
		2	99.93	97.69
	5	1	99.95	95.70
		2	99.96	97.76
	6	1	99.97	88.664
		2	99.95	74.736
B	1	1	99.87	67.946
		2	99.92	65.870
		3	99.87	94.94
	2	1	99.50	72.920
		2	100.	90.216
		3	100.0	61.216

MOLINO	LOTE NO.	MESA NO.	ARROZ PALAY RETORNADO (%)	ARROZ MORENO SEPARADO (%)
C	1	1	100.0	60.86
D	1	1	99.600	97.62
		2	100	78.70
G	1	1	100	49.32

(1)  $\frac{P_r - P_s}{P_r} \times 100$ ;  $P_r$  = Palay en retorno;  $P_s$  = Palay en salida.

(2)  $\frac{M_s - M_r}{M_s} \times 100$ ;  $M_s$  = Moreno a la salida;  $M_r$  = Moreno en retorno.

notables diferencias de molino a molino, y además el % de salvado retirado en cada etapa de blanqueo muestra un comportamiento muy irregular, Cuadro 25 y 26, y Figuras 22 y 23. Los valores porcentuales, aparentemente bajos, y de salvado retirado aunque de utilidad para la comparación presentan desviaciones respecto al % de salvado obtenido en la práctica industrial donde además del salvado van incorporados fragmentos de grano y en ocasiones cascarilla. Otro factor que hace que el valor obtenido, a través del método utilizado de pesar 1000 granos, sea menor, es que sólo se pesan granos enteros, los cuales tienden a tener un menor grado de elaboración que los arrocillos quebrados.

La determinación del porcentaje de granos quebrados en las etapas del diagrama de elaboración permitió obtener algunos datos interesantes, Cuadros 27, 28, 29 y Figuras 24 y 25 y 26.

La etapa donde más se rompe el grano es durante el blanqueo, en el cual no se observa una regularidad a una tendencia clara en los porcentajes quebrados en cada etapa. Aunque menores los porcentajes de quebrados en la descascarilladora, no dejan de ser importantes. Notable es el incremento en quebrados que se experimenta entre la salida de la descascarilladora y la salida de la mesa separadora de palay, pues en 50% de las muestras estudiadas dicho incremento fué superior -

**CUADRO 25 PESO DE 1000 GRANOS DE ARROZ PALAY, ARROZ MORENO  
Y ARROZ PULIDO,**

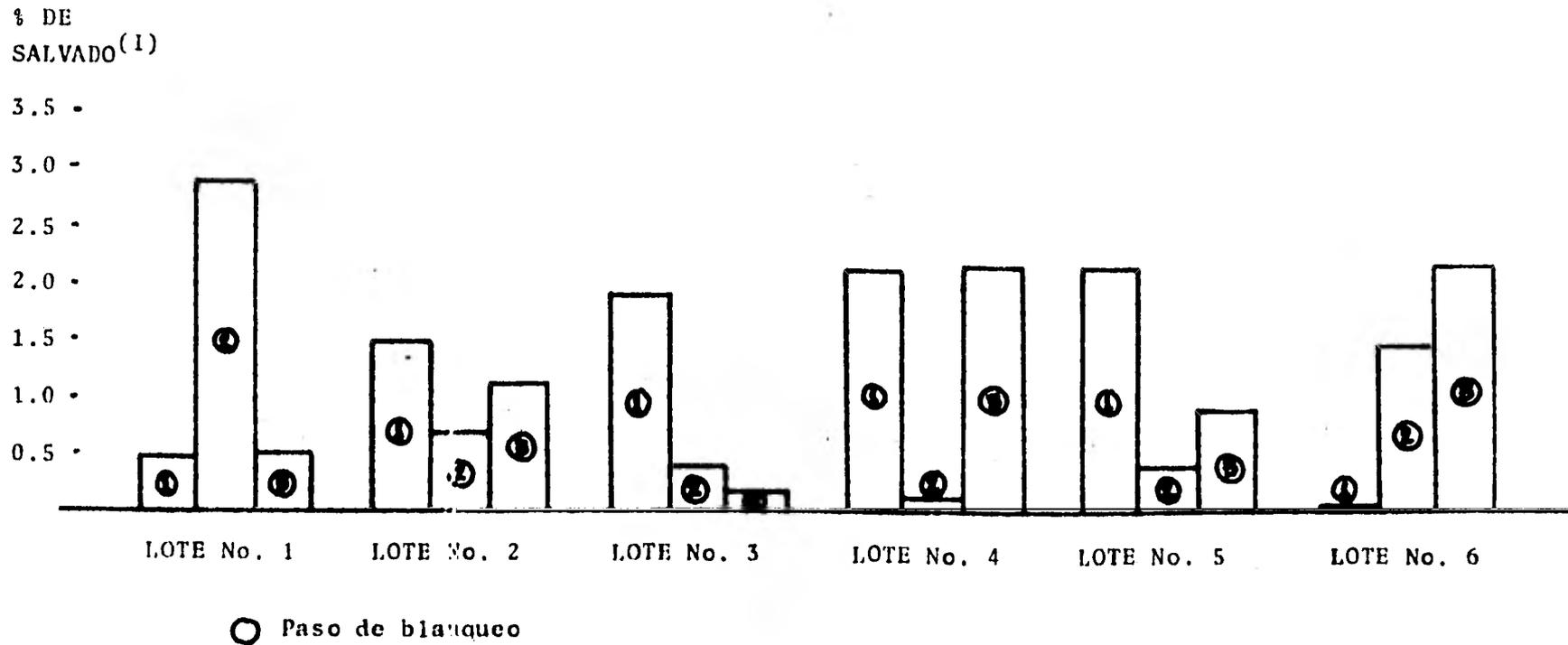
MOLINO	LOTE	PESO 10 <sup>3</sup> GRANOS DE ARROZ PALAY (gr.)	PESO 10 <sup>3</sup> GRANOS DE ARROZ MORENO (gr.)	PESO 10 <sup>3</sup> GRANOS DE ARROZ 1er. BLANQUEO (gr.)	PESO 10 <sup>3</sup> GRANOS DE ARROZ 2o. BLANQUEO (gr.)	PESO 10 <sup>3</sup> GRANOS DE ARROZ 3er. BLANQUEO. ( gr.)	PESO 10 <sup>3</sup> GRANOS DE ARROZ 4o. BLANQUEO (gr)
A	1	39.32	31.70	31.52	30.39	30.20	-
	2	34.94	27.75	27.23	26.99	26.59	-
	3	38.25	30.19	29.46	29.32	29.25	-
	4	37.30	29.74	28.95	28.91	28.10	-
	5	38.26	29.89	28.93	28.77	28.42	-
	6	37.29	29.85	29.83	29.28	28.47	-
B	1	38.53	30.00	28.89	-	-	-
	2	39.21	30.39	29.56	-	-	-
C	UNICA	36.32	28.47	27.43	-	-	-
D	UNICA	39.53	32.39	31.51	31.00	30.41	29.86
H	UNICA	22.17	17.18	16.66	16.25	16.10	15.93

CUADRO 26. % DE SALVADO SEPARADO EN LOS DIFERENTES PASOS DE BLANQUEO(1)

MOLINO	LOTE No.	1o. PASO	2o. PASO	3o. PASO	4o. PASO	TOTAL
A	1	0.46	2.87	0.48	-	3.81
	2	1.48	0.68	1.14	-	3.30
	3	1.90	0.36	0.18	-	2.44
	4	2.11	0.11	2.17	-	
	5	2.51	0.42	0.91	-	3.84
	6	0.05	1.47	2.17	-	3.69
B	1	2.88	-	-	-	2.88
	2	2.12	-	-	-	2.12
C	UNICA	2.86	-	-	-	2.86
D	UNICA	2.22	1.29	1.49	1.39	6.39
H	UNICA	2.34	1.84	0.68	0.77	5.63

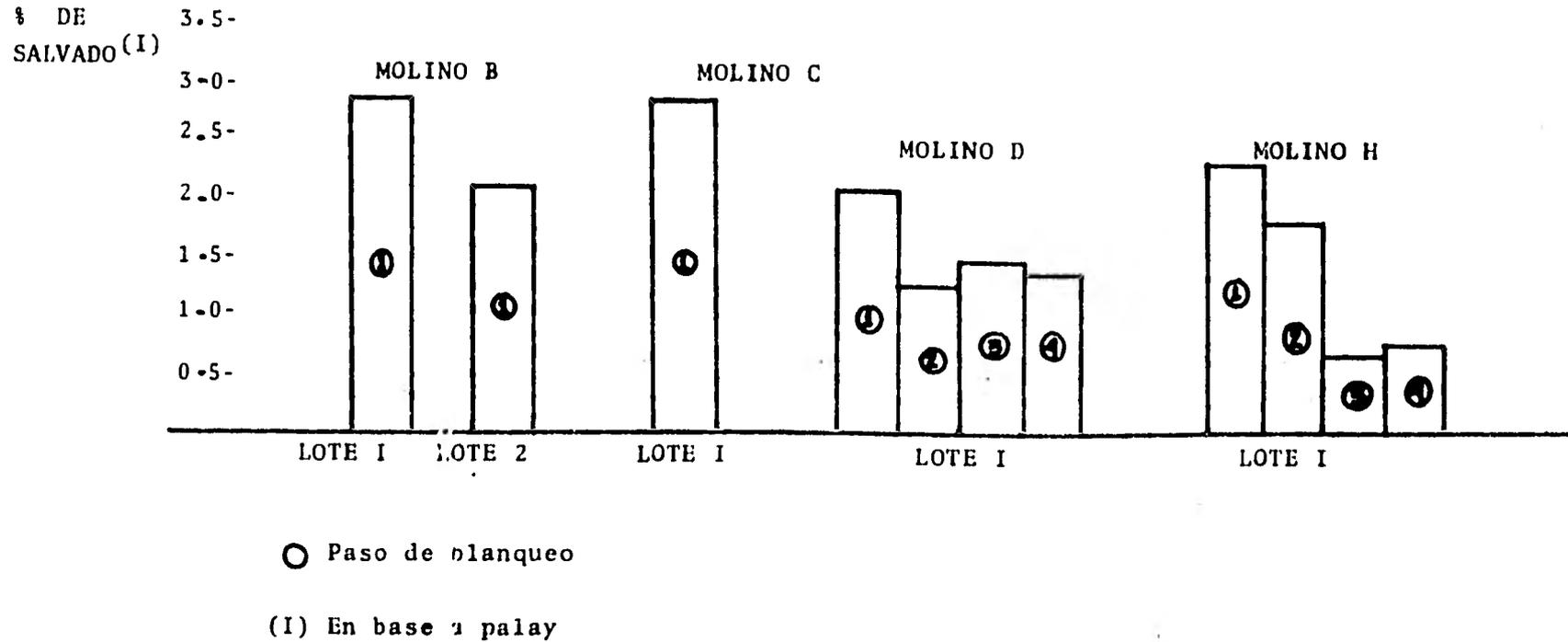
(1) En base a Arroz Palay.

FIGURA 22. % DE SALVADO SEPARADO EN LOS DIFERENTES PASOS DE BLANQUEO DEL MOLINO "A"



(1) En base a arroz palay

FIGURA 23. % DE SALVADO SEPARADO EN LOS DIFERENTES PASOS DE BLANQUEO EN LOS MOLINOS B, C, D y H.



CUADRO 27. % ARROZ QUEBRADO<sup>(1)</sup> EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL DIAGRAMA DE ELABORACION

MOLINO	LOTE	ENTRADA PRELIM PIA %	SALIDA PRELIM PIA %	PROMEDIO SALIDA DESCASCA RILLADO- RAS	PROMEDIO SALIDA SEPARADO RAS DE - CASCARILLA	PROMEDIO SALIDA MESAS PA DDY	PROMEDIO RETORNOS MESAS PA DDY	ENTRADA 1er. PA SO BLAN QUEO	SALIDA 1er. PA SO BLAN QUEO	SALIDA 2o. PASO BLANQUEO	SALIDA 3o. PA SO BLAN QUEO	SALIDA 4o. PA SO BLAN QUEO	SALIDA PULIDORA.
A	1	0.27	0.23	6.02	-	7.19	0.50	7.89	10.69	14.69	22.37	-	-
	2	0.19	0.18	7.93	9.07	11.48	0.42	11.99	16.56	17.55	19.42	-	-
	3	0.16	0.22	8.25	7.95	11.57	0.49	9.25	14.97	16.50	19.70	-	-
	4	0.05	0.17	7.83	7.20	9.52	0.55	10.17	14.73	15.84	18.16	-	-
	5	0.06	0.20	6.24	7.18	8.57	0.34	10.07	13.85	14.98	16.92	-	-
	6	0.22	0.17	6.48	7.54	8.07	0.64	9.96	17.17	18.56	-	-	-
B	1	-	-	5.78	5.12	8.13	0.67	7.83	33.87	-	-	-	-
	2	0.05	0.09	4.98	-	7.96	0.57	7.10	33.11	-	-	-	-
C	UNICA	0.34	0.19	6.72	6.82	7.43	1.16	7.47	25.04	-	-	-	-
D	UNICA	0.00	0.00	4.00	-	5.64	1.58	5.65	16.71	24.05	24.68	26.83	22.60
G	UNICA	0.49	0.18	8.05	14.99	9.31	0.97	9.31	20.45	-	-	-	-
H	UNICA	1.00	1.08	9.86	9.43	1.72	-	11.72	23.58	24.49	25.06	-	-

(1) Arroz quebrado. gramos  
Arroz Palay. gramos

**CUADRO 28. INCREMENTO DE GRANO QUEBRADO ENTRE LAS DIFERENTES OPERACIONES  
DEL DIAGRAMA DE ELABORACION**

MOLINO	LOTE	SALIDA PRELIM PIA.	SALIDA DESCAS CARILLADORA.	SALIDA MESA SEPA- RADORA DE PALAY ENTRADA PRIMER - PASO B.	SALIDA DE 1er. PASO DE BLANQUEO	SALIDA DE 2o. PASO DE BLAN-- QUEO	SALIDA DE 3er. PASO DE BLAN-- QUEO	TOTAL DE PA SOS DE BLANQUEO	TOTAL DE ETAPAS DE ELABORA - CION
A	1	-0.04	5.79	1.87	2.80	4.00	7.68	14.48	22.14
	2	-0.01	7.75	4.06	4.57	0.99	1.87	7.43	19.24
	3	0.06	8.03	1.0	5.72	1.53	3.20	10.45	19.54
	4	0.12	7.66	2.34	4.56	1.11	2.32	7.99	18.11
	5	0.14	6.04	3.83	3.78	1.05	1.94	6.77	16.78
	6	-0.05	6.31	3.84	7.21	1.39	-	8.60	18.75
B	1	-	5.78	2.05	26.04	-	-	26.04	33.87
	2	0.04	4.89	2.12	26.01	-	-	26.01	33.06
C	UNICA	-0.15	6.53	0.75	17.57	-	-	17.57	24.85
D	UNICA	0.00	4.00	1.65	11.06	7.34	0.63 + 2.15	21.18	26.83
H	UNICA	0.08	8.78	1.86	11.86	0.91	0.57	13.34	24.06

CUADRO 29. % DE GRANO QUEBRADO EN DIFERENTES ETAPAS DEL DIAGRAMA DE ELABORACION (1)

MOLINO	LOTE	% QUEBRADO EN DESCASCARILLADO	% QUEBRADO ENTRE SALIDA DE DESCASCARILLADORA Y ENTRADA A PRIMER PASO DE BLANQUEO.	% QUEBRADO DURANTE LA OPERACION DEL BLANQUEO
A	1	26.15	8.44	65.40
	2	40.28	21.10	38.61
	3	41.09	5.11	53.48
	4	42.29	12.92	44.12
	5	35.99	22.82	40.34
	6	33.65	20.48	45.86
B	1	17.06	6.05	76.88
	2	14.79	6.41	78.67
C	UNICA	26.27	3.01	70.70
D	UNICA	14.90	6.15	78.94
H	UNICA	36.49	7.73	55.44

(1) Expresado como % respecto al quebrado total.

FIGURA 24. % DE GRANO QUEBRADO EN DIFERENTES ETAPAS DE DIAGRAMA DE ELABORACION DEL MOLINO "A"

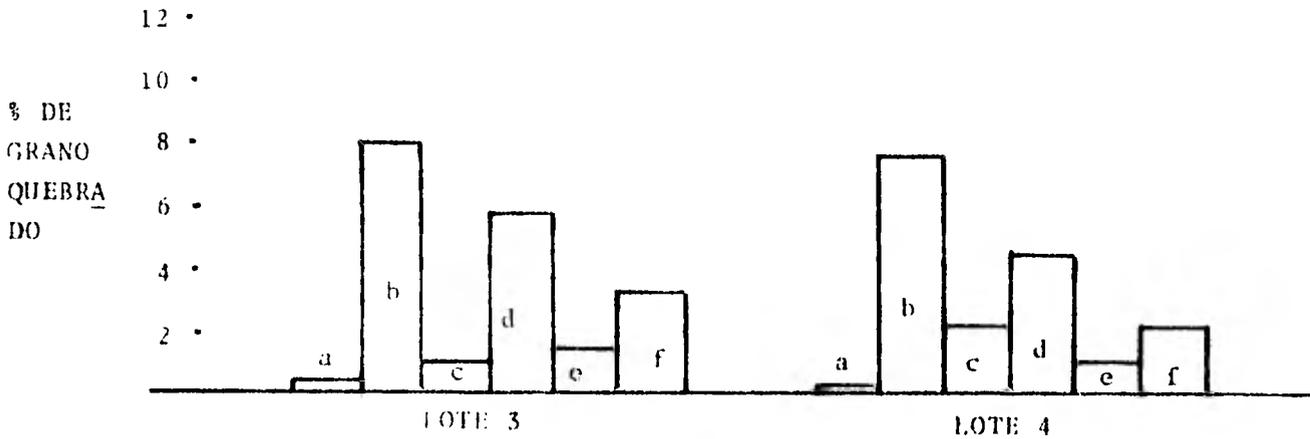
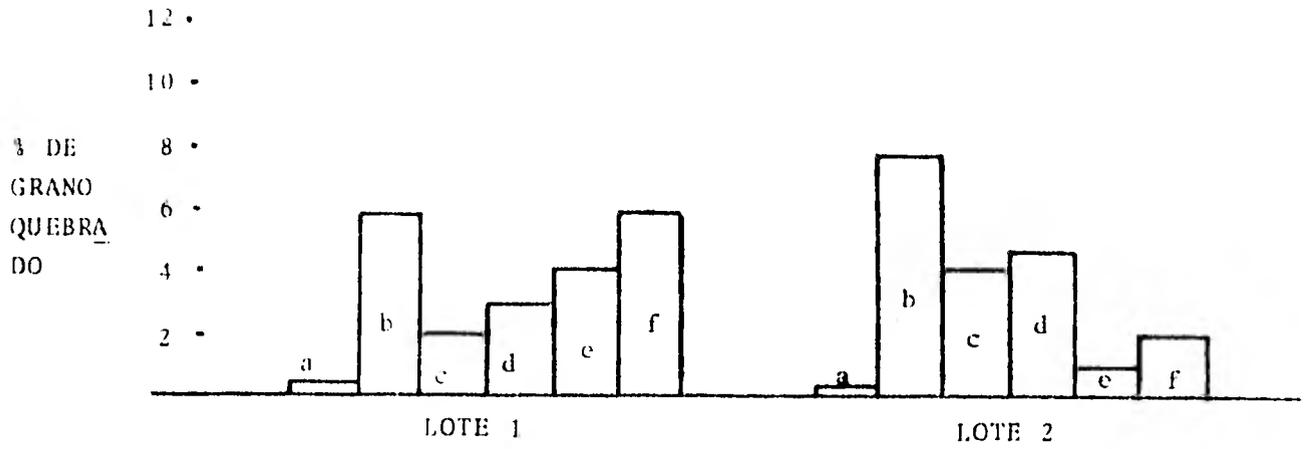
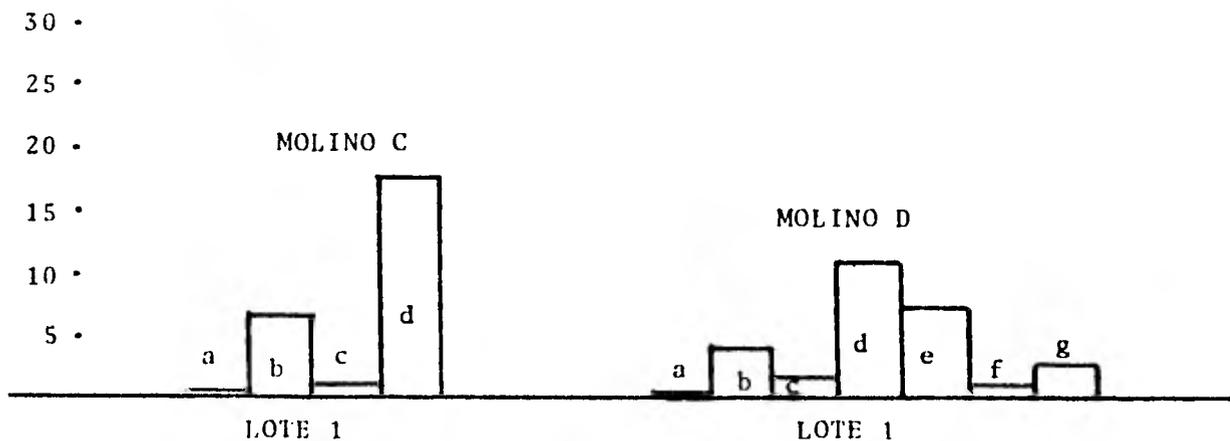
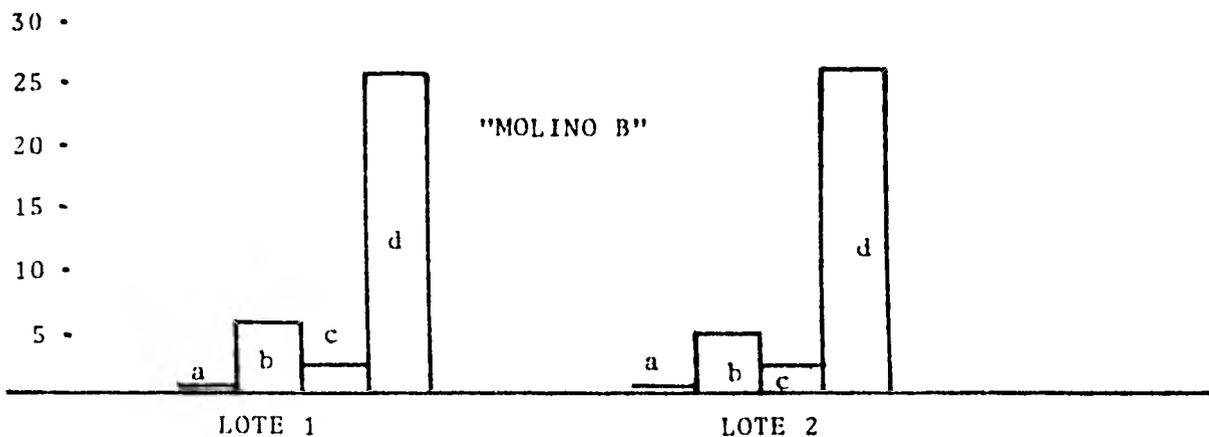


FIGURA 25. % DE GRANO QUEBRADO EN DIFERENTES ETAPAS DE DIAGRAMA DE ELABORACION DEL MOLINO B, C, D y H.



- a entrada prelimpia
- b salida descascarilladora
- c entrada 1er. paso de blanqueo
- d salida 1o. paso de blanqueo
- e salida 2o. paso de blanqueo
- f salida 3o. paso de blanqueo
- g salida 4o. paso de blanqueo

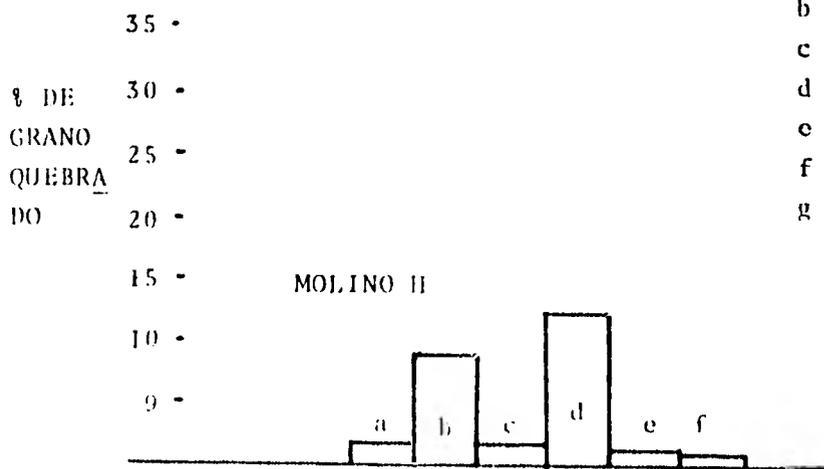
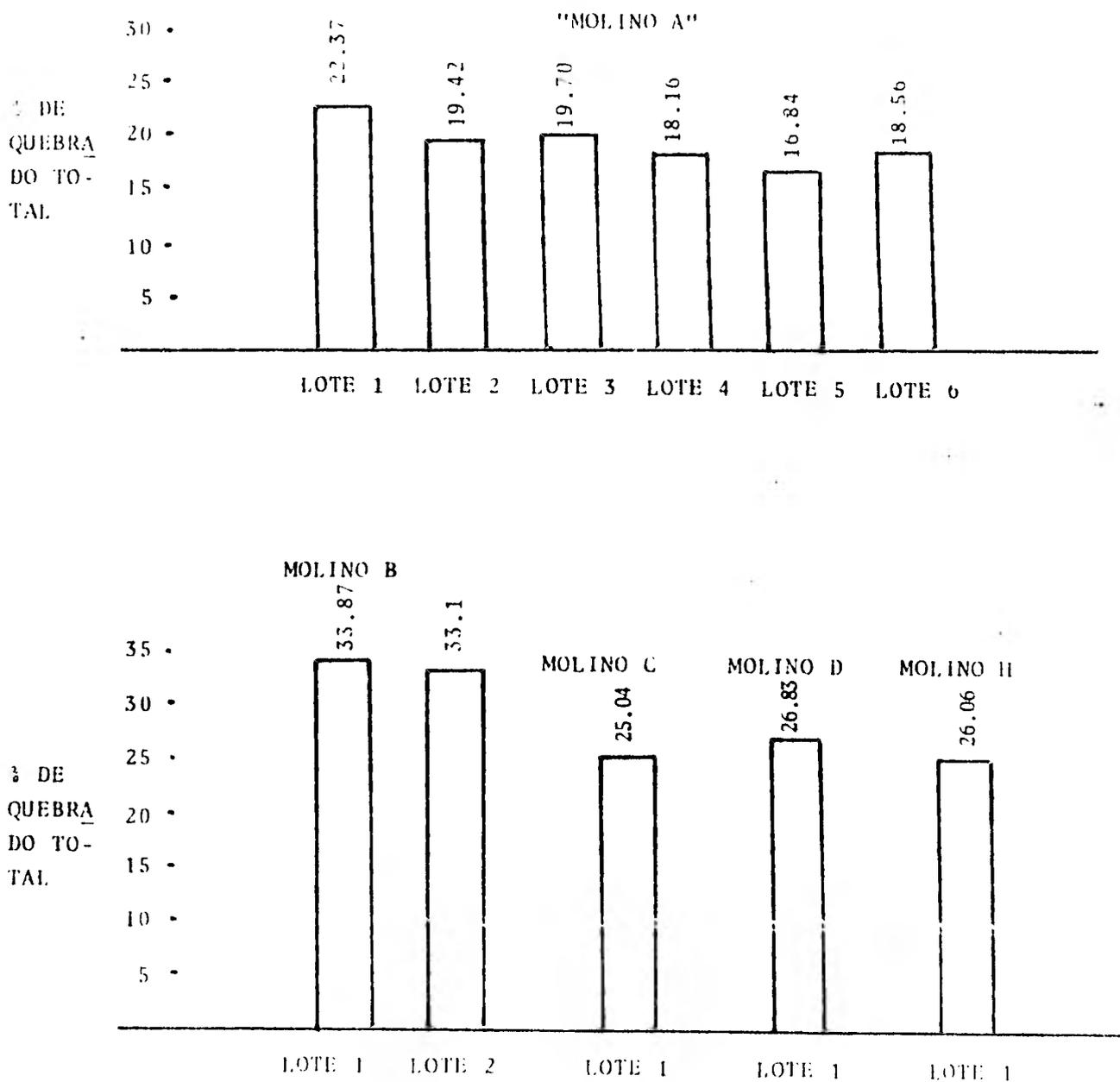


FIGURA 26. % DE QUEBRADO TOTAL EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL DIAGRAMA DE ELABORACION DE LOS MOLINOS A, B, C, D Y H



al 2%. Entre esos puntos del diagrama de elaboración se ubi-- can la separadora de cascarilla, la separadora de arroz palay y el sistema de transporte los cuales pueden estar contribuyendo, en diferente grado, a promover este incremento en el por - centaje de quebrados.

La comparación de los porcentajes de granos quebrados, obtenidos a la salida del último paso de blanqueo, Cuadro 30, - permite detectar diferencias relevantes entre los diferentes - molinos estudiados.

La composición física del arroz que se estaba empacando en los molinos estudiados mostró ausencia de impurezas y -- arroz palay, y un porcentaje superior en granos quebrados al - que la normativa establece, Cuadro 31 y Figura 27.

El medio grano presentó, como componente importante, - en las muestras evaluadas, alrededor de 50% de granillo, y ya - presenta cantidades pequeñas de impurezas, Cuadro 32, mientras que el granillo muestra porcentaje ya, en algunos casos, más - elevados de impurezas y alrededor del 25% de medio grano, Cuadro 33.

La determinación de componentes físicos de la cascarilla mostró concentraciones relativamente bajas, de 0.20 a - - 2.98%, de arroz palay, arroz moreno entero y quebrado. Además

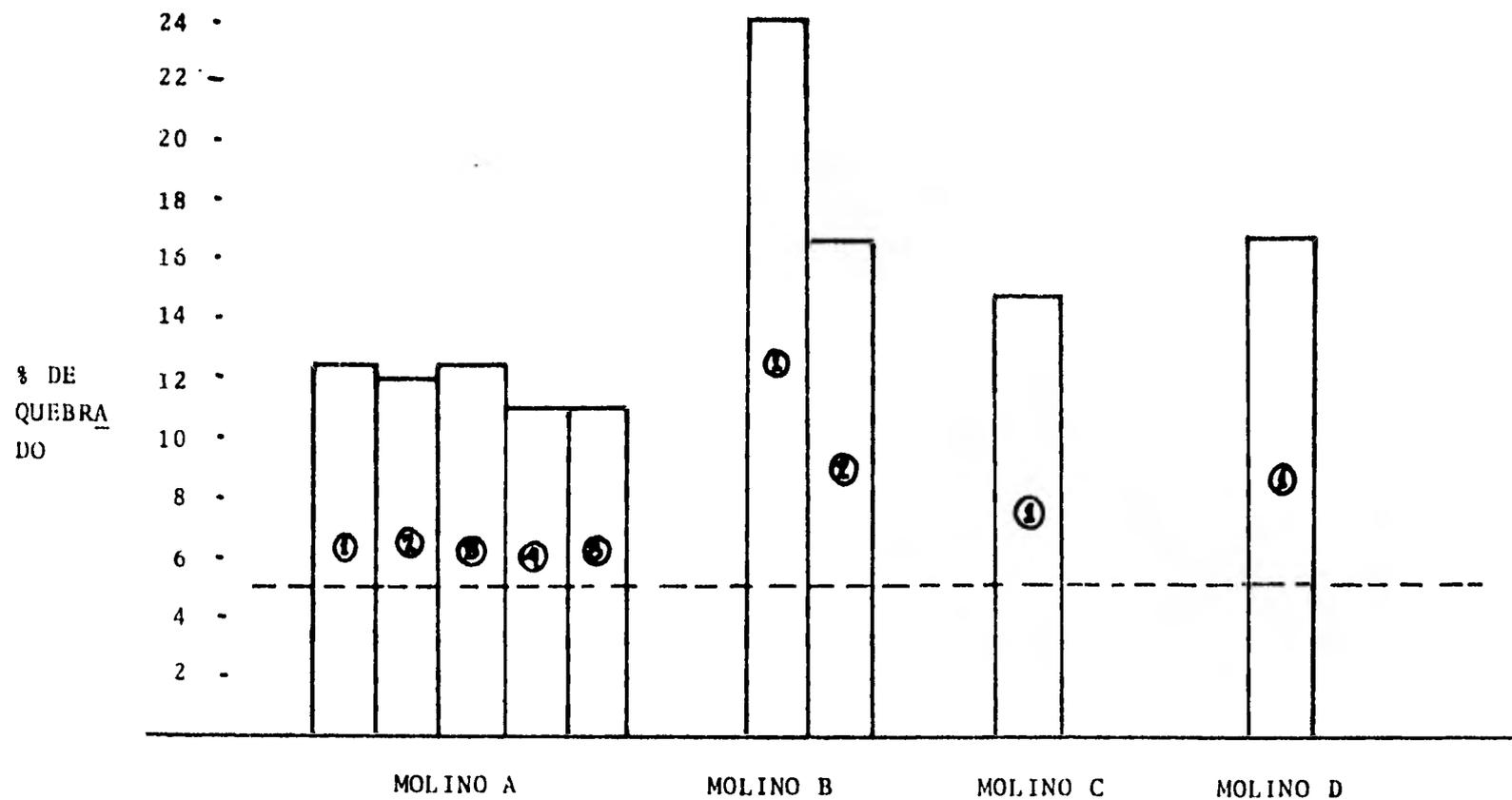
**CUADRO 30. PORCENTAJES Y TIPOS DE QUEBRADOS  
A LA SALIDA DEL ULTIMO PASO DE  
BLANQUEO EN DIFERENTES MOLINOS**

<b>MOLINO</b>	<b>LOTE</b>	<b>% GRANO ENTERO</b>	<b>% MEDIO GRANO</b>	<b>% GRANILLO</b>	<b>% CABEZUELAS</b>	<b>% IMP.</b>	<b>QUEBRADO TOTAL</b>
<b>A</b>	<b>1</b>	<b>69.24</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>30.76</b>
	<b>2</b>	<b>73.15</b>	<b>15.78</b>	<b>9.09</b>	<b>1.45</b>	<b>0.07</b>	<b>26.32</b>
	<b>3</b>	<b>73.60</b>	<b>14.76</b>	<b>10.63</b>	<b>0.94</b>	<b>0.04</b>	<b>26.33</b>
	<b>4</b>	<b>74.65</b>	<b>11.93</b>	<b>12.05</b>	<b>1.11</b>	<b>0.04</b>	<b>25.09</b>
	<b>5</b>	<b>76.36</b>	<b>12.27</b>	<b>10.03</b>	<b>0.88</b>	<b>0.03</b>	<b>23.18</b>
	<b>6</b>	<b>77.58</b>	<b>10.69</b>	<b>10.80</b>	<b>0.87</b>	<b>0.03</b>	<b>22.36</b>
<b>B</b>	<b>1</b>	<b>54.20</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.14</b>	<b>45.59</b>
	<b>2</b>	<b>55.72</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.06</b>	<b>43.98</b>
<b>C</b>	<b>UNICA</b>	<b>66.22</b>	<b>17.90</b>	<b>15.43</b>	<b>-</b>	<b>0.15</b>	<b>33.33</b>
<b>D</b>	<b>UNICA</b>	<b>64.95</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>34.70</b>

CUADRO 31. COMPOSICION FISICA DE ARROZ PULIDO  
SUPER EXTRA.

MOLINO	LOTE NO.	ARROZ ENTERO %	QUEBRADO TOTAL %	ARROZ PALAY %	IMPUREZAS %
A	1	87.19	12.61	0.23	0.00
	2	-	-	-	-
	3	87.49	11.99	0.02	0.01
	4	85.66	12.40	0.00	0.01
	5	86.24	11.17	0.00	0.01
	6	88.66	11.07	0.00	0.01
B	1	70.74	24.01	0.00	0.00
	2	82.81	16.91	0.00	0.00
C	1	84.99	14.88	0.00	0.00
D	1	81.72	16.85	0.08	0.00

FIGURA 27. % TOTAL DE GRANO QUEBRADO EN ARROZ PULIDO SUPER EXTRA  
PROCEDENTE DE DIFERENTES MOLINOS



----- % quebrado máximo establecido en la normativa

○ número de lote

CUADRO 32. COMPOSICION FISICA DE ARROZ PULIDO  
MEDIO GRANO.

MOLINO	LOTE No.	ARROZ ENTERO %	MEDIO GRANO %	GRANILLO %	PUNTILLA %	QUEBRADO TOTAL %	ARROZ PALAY %	IMPUREZAS %
A	1	0.00	52.62	46.97	-	99.59	0.00	0.32
	2	-	-	-	-	-	-	-
	3	0.16	49.60	49.50	0.71	99.81	0.00	0.01
	4	0.04	46.10	51.90	1.25	99.25	0.00	0.01
	5	0.20	50.71	49.12	0.00	99.83	0.00	0.02
	6	0.93	45.52	52.10	1.42	99.04	0.00	0.01
B	1	0.00	47.61	50.62	0.63	98.86	0.00	0.17
	2	-	-	-	-	-	-	-
C	1	0.00	55.20	44.13	-	99.33	0.00	0.01

CUADRO 33. COMPOSICION FISICA DE GRANILLO,

MOLINO	LOTE No.	ARROZ ENTERO	MEDIO GRANO	GRANILLO	PUNTILLA	QUEBRADO TOTAL	ARROZ PALAY	IMPUREZAS
A	3	0.28	23.60	59.67	16.04	99.31	0.00	0.59
	4	0.70	27.00	49.90	22.75	99.65	0.00	0.45
	5	0.40	25.02	56.02	17.59	98.63	0.00	0.43
	6	0.41	23.50	61.75	13.49	98.74	0.00	0.22
B	1	0.00	10.04	83.13	5.67	98.84	0.00	0.00
	2	-	-	-	-	-	-	-
C	1	0.93	28.35	56.43	13.84	98.62	0.00	0.173
D	1	0.00	26.29	73.39	-	99.69	0.00	0.01
G	1	0.12	21.47	66.16	10.94	98.57	0.00	0.18

de la cascarilla con grados diferentes de integridad, es notable la presencia de granos vanos y en menor cantidad polvo, -- Cuadro 34 y 35. En el análisis granulométrico del salvado se encontró hasta 8.24% de puntilla y/o granillo y, en una fracción separada por aspiración cantidades apreciables de germen con un grado aparentemente alto de pureza, Cuadros 36 y 37.

El balance de materiales en el proceso de elaboración de los Molinos A, B, C y D, presentado en las Figuras 28 a 31, ilustra las diferencias, significativas, que hay en rendimiento de granos blancos enteros, en proporciones de medio grano y granillo y en porcentaje de salvado obtenido, entre los diferentes molinos.

CUADRO 34. COMPOSICION GRANULOMETRICAS DE CASCARILLA

MOLINO	LOTE	RETENIDO MALLA #10			RETENIDO MALLA #20			RETENIDO MALLA #40	PASA MALLA #40
		LIGEROS	PESADOS	TOTAL	LIGEROS	PESADOS	TOTAL		
A	3	50.32	2.90	53.22	43.06	0.75	43.81	1.16	0.68
	4	61.38	1.06	62.44	33.44	0.36	33.80	1.56	1.00
	5	53.00	1.38	54.38	42.40	0.74	43.14	1.18	0.96
	6	50.20	2.98	53.18	36.14	0.26	36.40	1.96	1.76
B	2	58.58	0.20	58.78	36.69	0.18	36.87	1.56	1.12
D	1	58.68	0.48	59.16	33.28	0.10	33.38	1.04	0.62

CUADRO 35. DESCRIPCION DE LAS REACCIONES DE CASCARILLA RETENIDAS EN DIFERENTES TANICES.

MOLINO	RETENIDO MALLA # 10		RETENIDO MALLA # 20		RETENIDO MALLA #40	PASA MALLA # 40
	LIGEROS	PESADOS	LIGEROS	PESADOS		
A	. vanos	. palay	. pajas	. 1/2 grano	. Barbillas	. Basura
	. Paja	. grano entero	. Fracciones de cascari	. Puntilla	. Fracc.muy finas de cascarilla	. Tierra
	. Pajilla	. 1/2 grano	lla que - equivalen el 50% de la cubierta total del grano.			. fracc.más pequeñas de barbillas.
	. Fracc.de cascari-lla equi-valente al 70-80 % de la cubierta total.	. Grani- llo.				
B	. Paja	. Palay	. Paja	. Puntilla	. Fracc.muy finas de cascarilla	. Barbillas del grano
	. Vanos					
	. Fracc.de cascarilla equivalentes al 70-80% de la cubierta total.	. 1/2 grano	. Fracc.de cascarilla equivalentes al 50% del total de la cubierta.			
D	. Cascarilla	. Palay Quebrado (1/2 grano)	. Cascarilla equivalente al 50% del total de cu- bierta	. Puntilla	. Barbillas Fracc. muy finas de - cascarilla	. Polvos
						. Tierra
						. Fracc.más pequeñas de barbi-llas.

CUADRO 36. COMPOSICION GRANULOMETRICA DE SALVADO

MOLINO	LOTE	SALIDA 1er. BLANQUEADORA		SALIDA 2a. BLANQUEADORA		SALIDA 3a. BLANQUEADORA		SALIDA MEZCLA									
		R-20	P-20	R-20	P-20	R-80	P-80	LIGEROS PESADOS TOTAL		LIGEROS PESADOS TOTAL							
	2			9.54	89.29			11.85	88.14			18.08	80.66			13.79	85.98
A	3	4.49	4.57	9.06	90.36	3.65	5.07	8.82	90.84	4.81	10.00	14.81	83.76	4.04	6.76	10.80	88.59
	4	5.62	5.81	11.43	88.08	5.38	7.23	12.61	86.64	5.16	11.59	16.75	82.30	4.05	8.24	12.29	87.20
	5	5.43	5.23	10.66	88.90	5.27	6.29	11.56	87.92	6.06	11.92	17.98	82.33	4.31	7.45	11.76	87.39
	6	4.30	5.19	9.49	90.03	3.75	6.98	10.88	88.78	2.75	10.30	13.51	85.59	4.0	4.94	9.19	90.34
F	1													3.78	2.11	6.08	93.49
G	1													1.43	2.70	4.25	95.41

CUADRO 37. NATURALEZA FISICA DE FRACCIONES DE SALVADO DE DIFERENTES PASOS DE BLANQUEO, OBTENIDAS POR TAMIZADO A TRAVEZ DE 20 Y ASPIRACION.

	SALVADO SALIDA 1a. BLANQUEADORA R#20	SALVADO SALIDA 2a. BLANQUEADORA R#20	SALVADO SALIDA 3a. BLANQUEADORA R#20	SALVADO SALIDA MEZCLA R#20
	.fracciones muy pequeñas de cas carilla	.fracciones muy pequeñas de cas carilla	.fracciones muy pequeñas de cas carilla	. germen . fracciones
Ligeros	. Germen	. Germen	. Germen	
	. Pajilla			
	. grano entero	. Granillo	. Grano entero	. 1/2 grano
PESADOS	. granillo	. Grano entero	. 1/2 grano Granillo	. Granillo
	. Medio grano			

FIGURA 28. BALANCE DE MATERIALES EN EL PROCESO DE ELABORACION DEL MOLINO "A"

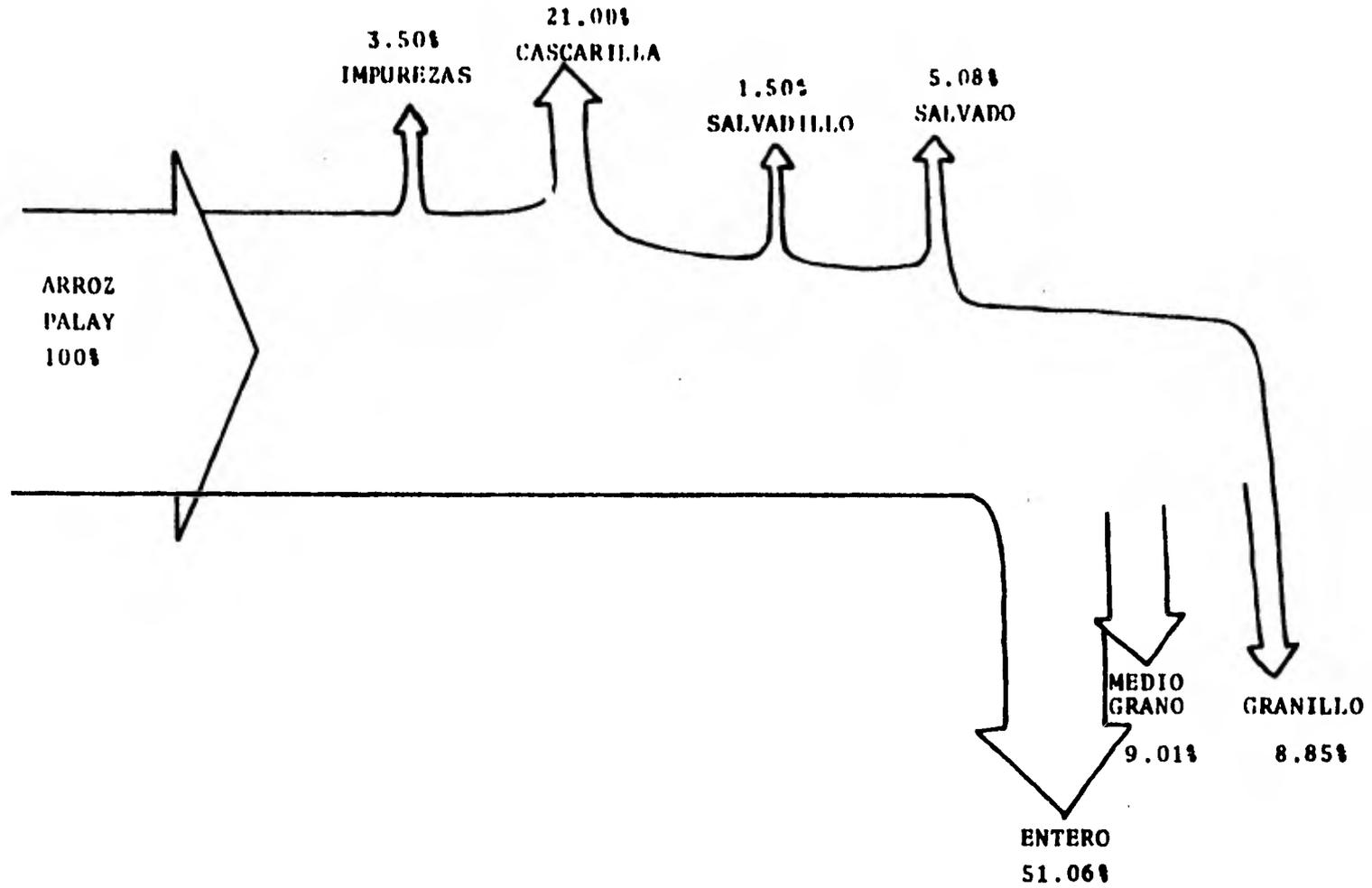


FIGURA 29. BALANCE DE MATERIALES EN EL PROCESO DE ELABORACION DEL MOLINO "B".

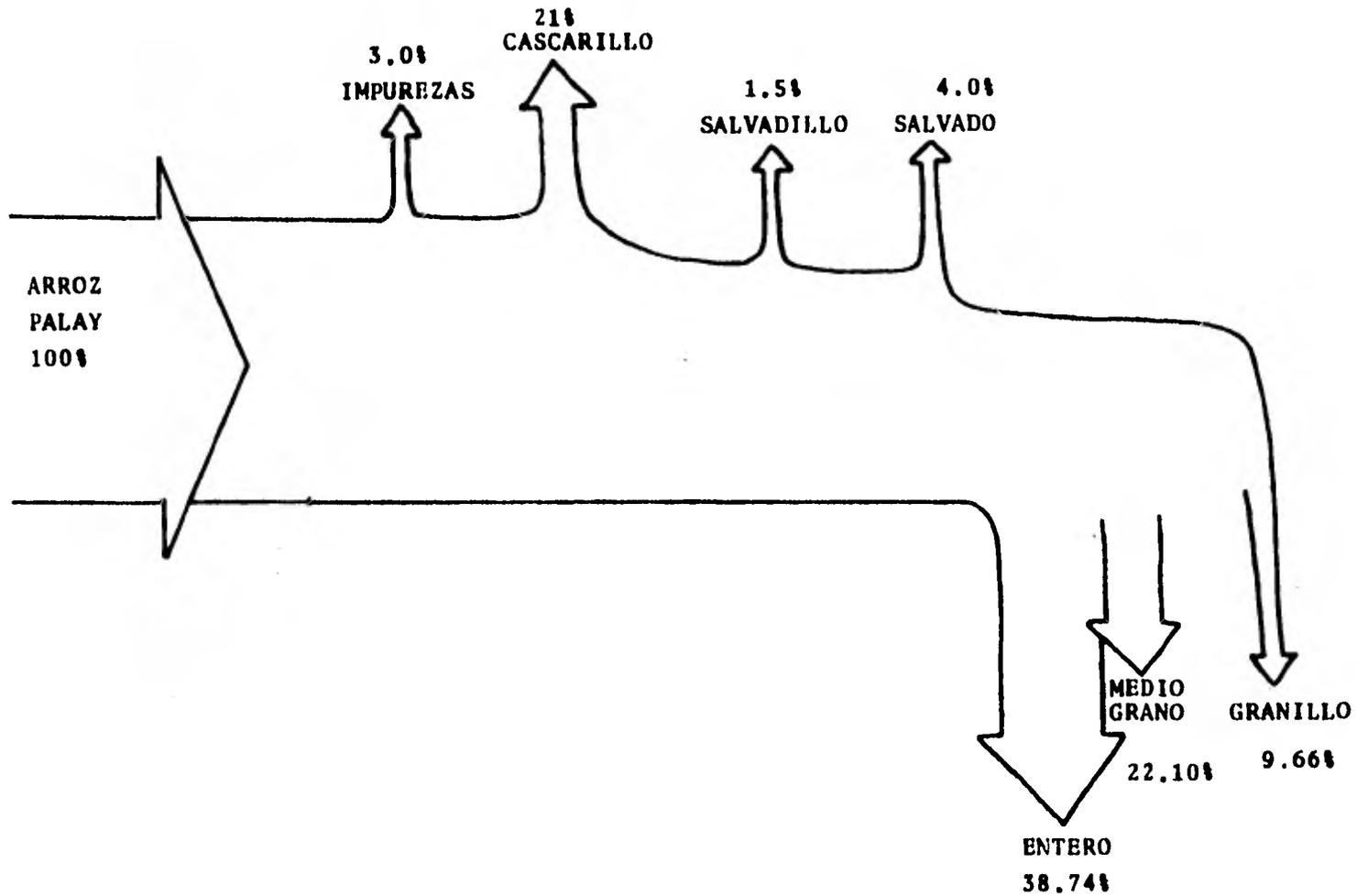


FIGURA 30. BALANCE DE MATERIALES EN EL PROCESO DE ELABORACION DEL MOLINO "C"

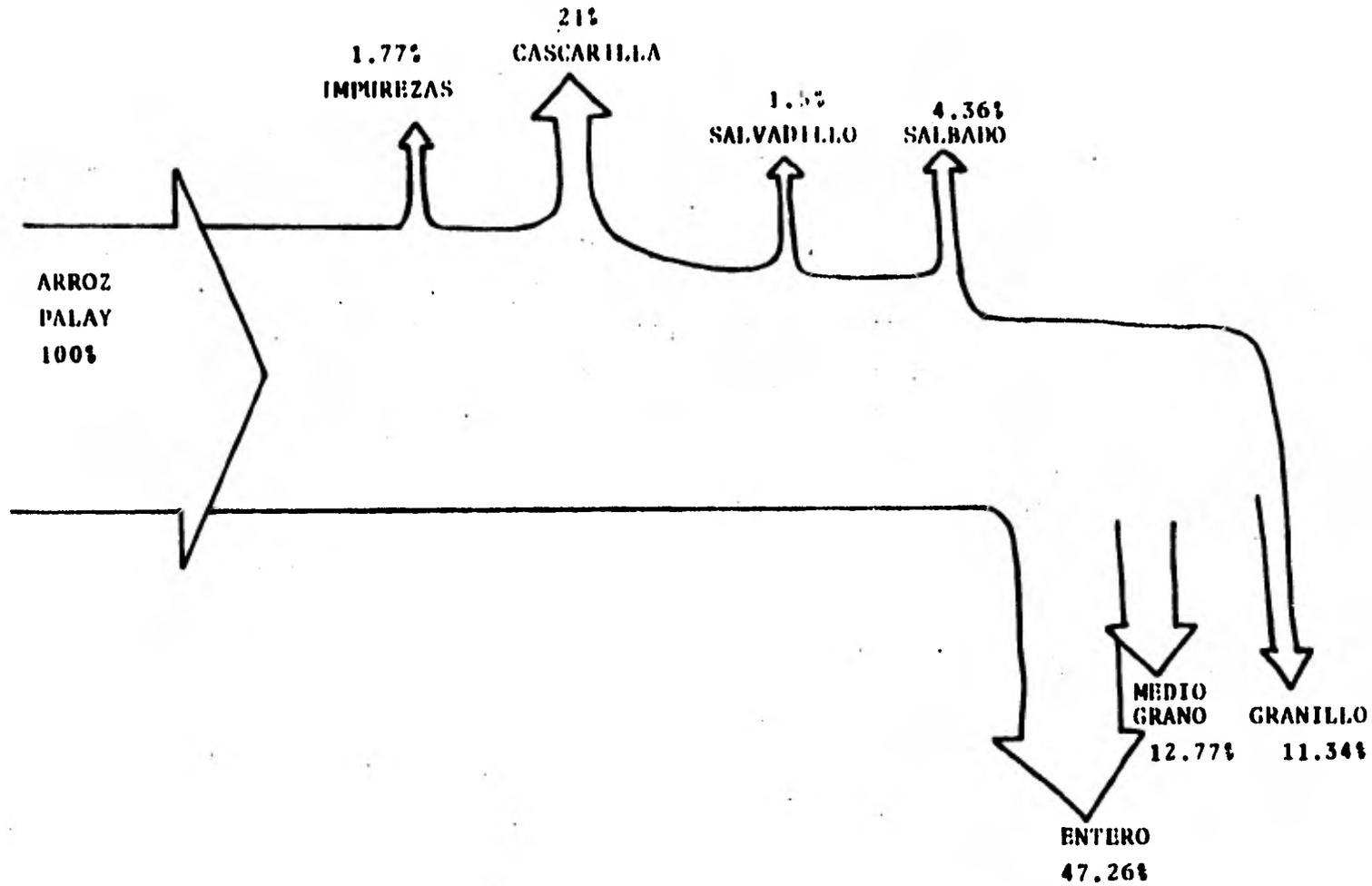
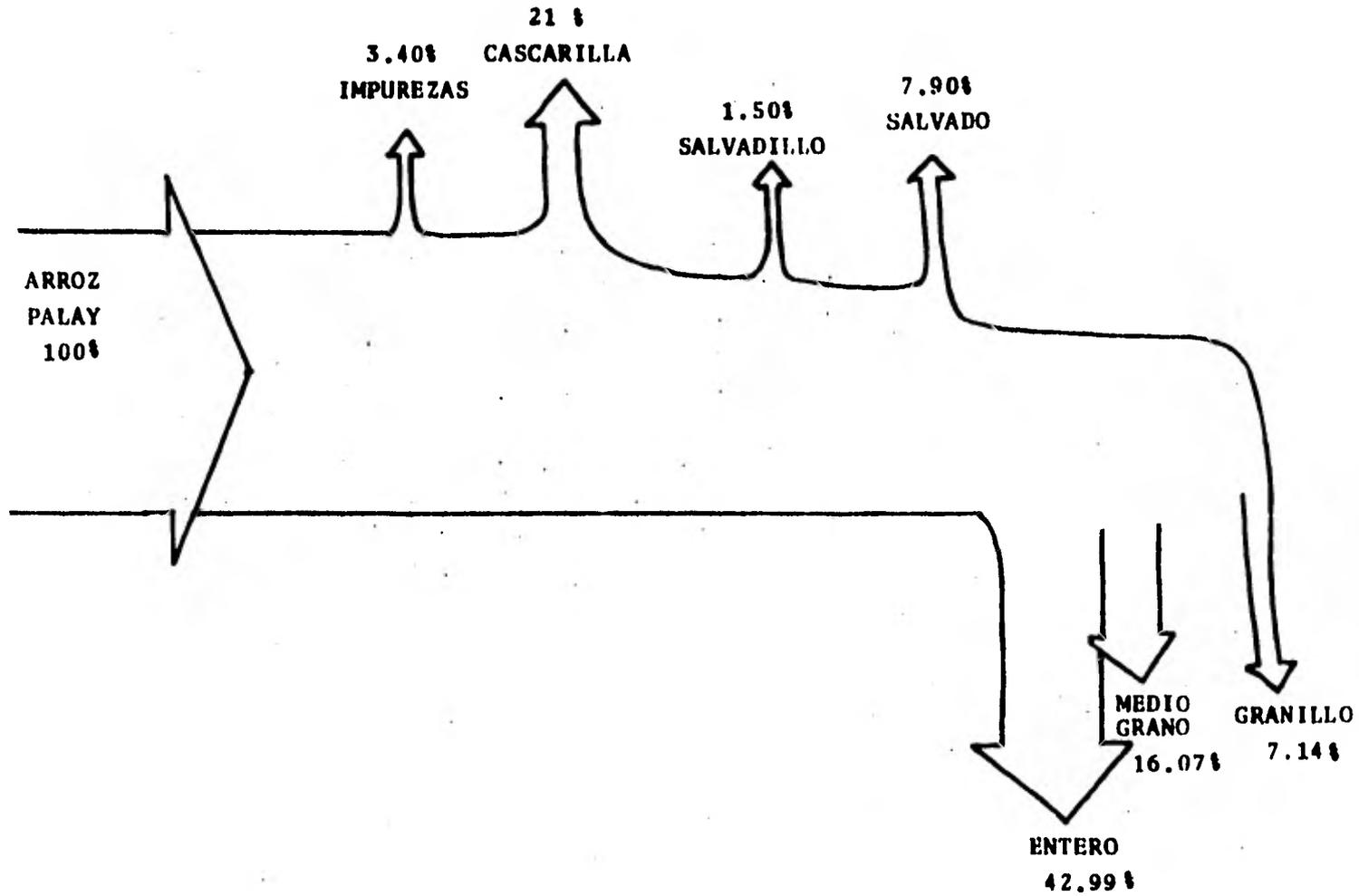


FIGURA 31. BALANCE DE MATERIALES EN EL PROCESO DE ELABORACION DEL MOLINO "D"



## VI. CONCLUSIONES.

1. La capacidad de elaboración industrial instalada en los Estados de Morelos, Puebla, Guerrero y Estado de México es superior en más del 60% a la disponibilidad de materia prima en la región.
2. Los diagramas de elaboración, de los molinos de la región, muestran un alto grado de estandarización en relación al número y secuencia de operaciones.
3. Los equipos utilizados en las diferentes operaciones del diagrama de elaboración son similares en relación a su nivel técnico o principio de funcionamiento, y a su antigüedad, mayor a los 10 años en la mayoría de los casos. Las pocas diferencias observadas fueron en la maquinaria de blanqueo donde en dos de los molinos se tienen blanqueadoras verticales de fricción en lugar de la de cono abrasivo, en la clasificación donde un molino utiliza clasificadores de disco en serie con clasificadores cilíndricos alveolados y en descascarillado donde un molino utiliza, además de las descascarilladoras de rodillos de caucho, una descascarilladora de discos.
4. Las prácticas industriales de elaboración, en % de granos descascarillados, % de humedad del grano, composición física del grano retornado en las mesas separadoras de arroz palay, y grado de blanqueo

muestran desviaciones importantes, que pueden estar afectando el rendimiento de arroces blancos enteros obtenidos.

5. La evaluación del funcionamiento de los molinos indica, como aspectos relevantes, una atención no suficiente al ajuste de descascarilladoras y mesas separadoras de arroz palay, un grado de blanqueo muy irregular entre los arroces elaborados de los diferentes molinos y un incremento en granos quebrados entre la salida de la descascarilladora y la salida de la mesa separadora de palay.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Anónimo. (1966). " Norma oficial de calidad para arroz con cáscara". D.G.N.- F119 - 1966. Secretaría de Industria y Comercio. Dirección General de Normas. México.
- 2.- Anónimo. (1974) "Terminología del Arroz," Terminology - Bulletin No. 26. FAO. Roma.
- 3.- Anónimo. (1975). "Acuerdo por el cual se fijan los precios máximos de venta de arroz pulido". Secretaría de Industria y Comercio. Diario Oficial. Viernes 14 de Febrero. México.
- 4.- Anónimo. (1981). "Anteproyecto de Norma de Calidad Mexicana para la comercialización del Arroz Pulido (Oryza Sativa)". Secretaría de Comercio. Dirección General de Normas Comerciales.
- 5.- Anónimo. (1982). "Blanqueadora Vertijet". Refaccionaria de Molinos, S.A. México.
- 6.- Araullo, E.V., De Padua, D.B. y Graham, M. (Editores). (1976)". Rice Post-Harvest Technology". International Developuent Research Centre. Ottawa, Canada.
- 7.- Barber, S., Jayme-Salazar, A., y Trejo Burgueño, M.M. - (1980A). "Almacenamiento del Arroz Palay y Subproductos en México". Subproyecto 3 del Proyecto "Diagnóstico Experimental de la Molinería del Arroz Palay en México". UNAM-FESC/CSIC-IATA. No publicado.

- 8.- Barber, S., Jayme Salazar, A., y Trejo Burgueño, M.M. (1980B). "Evaluación de la Calidad del Grano de Arroz en los Puntos Críticos de la Secuencia Campo/Consumidor". Subproyecto 4 del Proyecto "Diagnóstico Experimental de la Molinería del Arroz Palay en México". - UNAM-FESC/CSIC-IATA. No publicado.
- 9.- Barber, S., Jayme Salazar, A., y Trejo Burgueño, M.M. (1980C). "Tecnología Actual y Perspectivas de Desarrollo Tecnológico de la Industria Molinera de México". Subproyecto 5 del Proyecto "Diagnóstico Experimental de la Molinería del Arroz Palay en México". UNAM-FESC/CSIC-IATA. No publicado.
- 10.- Boraño, L. y Gariboldi, F. (1979). "Glosario Ilustrado de máquinas para la elaboración del Arroz". Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO No.37. Roma.
- 11.- Trejo Burgueño, M.M., y Jayme Salazar, A. (1982)"A propósito de autosuficiencia alimentaria". Nuestra Facultad Epoca II, Enero-Febrero. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM. México.
- 12.- Esmay, M., Soemangat, Eriyatno, y Phillips, A. (1979).- "Rice Postproduction Technology in the Tropics". The University Press of Hawai. Honolulu.
- 13.- Matthews, J., Abadie, T.J. Dedoald, H.J., y Freeman, C.C. (1970)."Relation Between Head Rice Yields and Defective Kernels in Rough Rice".Rice Journal 73(10) 6-12.

- 14.- Primo - Yúfera, E., y Barber, S. (1978). "Química y Tecnología del Arroz". En Alimentación y Agricultura". - Editado por Scientific American. Editorial Labor, S.A.
- 15.- Spadaro, J.J., Matthews, J., y Wadsworth., J.I. (1980). " Milling," En "Rice: Production and Utilization". Editado por B.H. Luh. The AVI Publishing Co. Inc. Westport, Conn.
- 16.- Trejo Burgueño, M. M., (1982) "Comunicación Personal". México.
- 17.- De Datta, S.K. (1981). " Principles and Practices of Rice Production". John Wiley and Sons, Inc. New York.
- 18.- Trejo Burgueño, M.M., Jayme Salazar, A., Villagómez-Zavala, D.L. 'Yepez-Izquierdo, C. y Díaz-Zepeda, R.(1980). "El Arroz en México". Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM. Sección de Alimentos.