



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores "CUAUTITLAN"

Evaluación Experimental del Almacenamiento de Arroz Palay Variedad Morelos A-70

T E S I S

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

Angel Bulmaro Cuatepotzo Anzures

Director de Tesis: Ing. Martín Manuel Trojo Burguero

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México

1985



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

1.- ANTECEDENTES

2.- OBJETIVOS

3.- METODOLOGIA

4.- RESULTADOS Y DISCUSION

5.- CONCLUSIONES

6.- BIBLIOGRAFIA

I N D I C E G E N E R A L

	PAG.
1.- ANTECEDENTES.....	1
1.1.- LA NECESIDAD DE ALMACENAR EL ARROZ PALAY.....	2
1.2.- ALTERACIONES DEL ARROZ PALAY DURANTE EL ALMACENAMIENTO.....	2
1.2.(1).- Pérdidas de peso.....	2
1.2.(2).- Pérdidas de calidad.....	4
1.3.- FACTORES QUE CONTRIBUYEN AL DETERIORO DE LOS -- CEREALES ALMACENADOS.....	9
1.3.(1).- Factores físicos y químicos.....	11
a).- Humedad.....	11
b).- Temperatura.....	17
c).- Concentración de oxígeno.....	21
1.3.(2).- Factores biológicos.....	21
a).- Roedores.....	21
b).- Insectos.....	22
c).- Microorganismos.....	25
1.3.(3).- Factores técnicos.....	26
a).- Métodos e instalaciones de almacenamiento.	26
b).- Manejo del arroz palay.....	26

	PAG.
o).- Estructuras para el almacenamiento.....	30
d).- Transporte del arroz palay durante el almacenamiento.....	33
e).- Características constructivas y de equipamiento.....	34
f).- Prácticas generales durante el almacenamiento.....	36
1.4.- TECNOLOGIA DEL ALMACENAMIENTO EN MEXICO.....	41
2.- OBJETIVOS.....	43
3.- METODOLOGIA.....	44
3.1.- TIPOS Y CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO.....	44
3.1.(1).- Instalaciones estudiadas.....	44
3.1.(2).- Características de las instalaciones.....	44
3.2.- IDENTIFICACION DE LAS PRACTICAS Y CONDICIONES DE OPERACION DEL ALMACENAMIENTO.....	46
3.2.(1).- Prácticas de almacenamiento.....	46
3.2.(2).- Condiciones de operación.....	46
3.3.- EVALUACION DE LA VARIACION DE LA CALIDAD DEL -- ARROZ PALAY.....	46
3.3.(1).- Fechas de muestreo.....	46
3.3.(2).- Métodos de muestreo.....	48

	PAG.
3.3.(3).- Evaluación experimental de la calidad del - arroz palay.....	50
a).- Contenido de humedad del grano.....	50
b).- Aspecto general.....	50
c).- Determinación de componentes físicos en - el arroz palay.....	50
4.- RESULTADOS.....	56
4.1.- TIPOS Y CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO.....	56
4.1.(1).- Tipos de almacenes.....	56
4.1.(2).- Formas de manejo del grano.....	56
4.1.(3).- Características de los almacenes.....	56
4.2.- IDENTIFICACION DE LAS PRACTICAS Y CONDICIONES - DE ALMACENAMIENTO FRECUENTEMENTE UTILIZADAS....	60
4.2.(1).- Tiempo de almacenamiento.....	60
4.2.(2).- Prácticas sanitarias.....	60
4.2.(3).- Inspección del grano almacenado.....	61
4.2.(4).- Temperatura y humedad relativa del aire....	61
4.2.(5).- Humedad y temperatura del grano almacenado.	62
4.3.- VARIACION DE LA CALIDAD DEL ARROZ PALAY ALMACE- GENADO.....	67

	PAG.
4.3.(1).- Componentes físicos en el arroz palay.....	67
4.3.(2).- Componentes físicos en las muestras de ---- arroz pulido.....	76
4.4.- CALIDAD MOLINERA.....	81
5.- CONCLUSIONES.....	87
5.1.- TIPOS Y CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES -- UTILIZADAS EN MEXICO PARA ALMACENAR EL ARROZ PA LAY VARIEDAD MORELOS A-70.....	87
5.1.(1).- Tipos de almacenes.....	87
5.1.(2).- Características constructivas y de equipa- miento.....	87
5.1.(3).- Consecuencias del tipo de almacenes y las - características constructivas y de equipa- miento, sobre la conservación de granos.....	88
5.2.- IDENTIFICACION DE LAS PRACTICAS Y CONDICIONES - MAS FRECUENTEMENTE EMPLEADAS EN EL ALMACENAMIE TO DEL ARROZ PALAY VARIEDAD MORELOS A-70.....	90
5.2.(1).- Tiempo de almacenamiento.....	90
5.2.(2).- Contenido de humedad del arroz palay almace nado.....	90
5.2.(3).- Temperatura del arroz palay almacenado.....	91
5.2.(4).- Inspección del grano almacenado.....	91
5.2.(5).- Prácticas sanitarias preventivas.....	91

	PAG.
5.2.(6).- Aereación.....	92
5.2.(7).- Consecuencias.....	92
5.3.- EVALUACION EXPERIMENTAL DE LA VARIACION DE LA - CALIDAD DEL ARROZ PALAY ALMACENADO.....	93
5.3.(1).- Componentes físicos del arroz palay almace- nado.....	93
5.3.(2).- Calidad molinera del arroz palay almacenado.	93
5.3.(3).- Consecuencias.....	93
6.- BIBLIOGRAFIA.....	95

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	PAG.
C-1.- ATRIBUTOS DE CALIDAD DEL ARROZ.....	6
C-2.- ESPECIFICACIONES DE GRADOS DE CALIDAD PARA ---- ARROZ PULIDO.....	7
C-3.- FACTORES QUE AFECTAN CON MAYOR FRECUENCIA A LOS GRANOS ALMACENADOS.....	10
F-1.- Temperatura, humedad relativa y contenido de hu- medad, para el almacenamiento sin riesgo, para el desarrollo de insectos, hongos y para que dismi- nuya la tasa de germinación.....	12
F-2.- Parámetros generales de temperatura y humedad - relativa, de la multiplicación de agentes biólo- gicos.....	13
F-3.- Deterioro de los granos ocasionado por la dife- rencia de temperatura, el movimiento de humedad y desarrollo localizado de hongos e insectos...	16
F-4.- Movimiento de la humedad en el interior de un - granero por efecto de la diferencia de tempera- tura del aire externo y la del producto.....	18

C-4.- Comparación de las ventajas y los inconvenientes del manejo y almacenamiento de cereales ensacados y a granel.....	27
F-5.- ALMACENES HORIZONTALES PLANOS TIPO "BODEGA"....	31
F-6.- ALMACENES VERTICALES TIPO "SILO".....	32
F-7.- SISTEMAS DE AERACION TIPICO'	37
F-8.- Curva de equilibrio entre el contenido de humedad del arroz palay y la humedad relativa del aire.....	39
C-5.- Características de construcción de los almacenes de arroz palay.....	45
C-6.- Identificación de practicas y condiciones de operación en el almacenamiento de arroz palay ..	47
F-9.- Métodos de muestreo para granos almacenados....	49
F-10.- Diagrama de flujo para la inspección de arroz palay.....	53
F-11.- Diagrama de flujo para determinar la calidad molinera.....	55

C-7.- Características de construcción de los almace-- nes estudiados.....	57
T-1.- HUMEDAD DEL ARROZ PALAY ALMACENADO.....	63
F-12.- Influencia de las condiciones de almacenamien-- to sobre el desarrollo de insectos,microorga-- nismos y germinación.....	66
T-3.- Componentes físicos del arroz palay almacenado en la instalación I.....	69
T-4.- Componentes físicos del arroz palay almacenado en la instalación II.....	70
T-5.- Componentes físicos del arroz palay almacenado en la instalación III.....	71
T-6.- Contenido total de materia extraña en arroz pa lay almacenado en la instalación I.....	72
T-7.- Contenido total de materia extraña en arroz pa lay almacenado en la instalación II.....	73
T-8.- Contenido total de materia extraña en arroz pa lay almacenado en la instalación III.....	74
T-9.- Variación de la materia extraña total por efec	

to de los granos vanos.....	75
T-10.- Componentes físicos del arroz blanco obtenido en los almacenes del molino I.....	77
T-11.- Componentes físicos del arroz blanco obtenido en los almacenes del molino II.....	78
T-12.- Componentes físicos del arroz blanco obtenido en los almacenes del molino III.....	79
T-13.- Tabla de granos dañados, de arroz pulido obte- nido en los almacenes estudiados.....	80
T-14.- RENDIMIENTO TOTAL DE ARROZ PULIDO.....	82
T-15.- RENDIMIENTO DE ARROZ PULIDO ENTERO.....	83
T-16.- RENDIMIENTO DE ARROZ PULIDO QUEBRADO.....	84
T-17.- Relación de arroz entero y arroz quebrado en base al rendimiento total de arroz obtenido en las instalaciones estudiadas.....	85

1.- ANTECEDENTES

1.1.- LA NECESIDAD DE ALMACENAR EL ARROZ PALAY

El sector arrocero en México ocupa un lugar importante, aunque no primordial, dentro de la economía nacional. Dicho sector proporciona el tercer cereal en importancia entre los de consumo humano directo en México, después del maíz y trigo.

Como todo sector productor de granos alimenticios básicos, conviene conocer oportunamente, el estado que guarda a fin de diseñar las estrategias que garanticen la producción y abasto de los volúmenes, calidades y precios convenientes a la economía del país.

En un sector como el arrocero, que comprende la producción en el campo, la industrialización y el comercio, los factores que pueden afectar la disponibilidad, calidad y precios del grano para el consumo último, son muchos y muy variados.

Entre el momento de la cosecha y el consumo final del grano, éste se somete a numerosos procesos -transporte, secado, almacenamiento y elaboración- para adecuarlo al consumo

humano. El grano suele almacenarse períodos largos -meses- ya que se cosecha en períodos relativamente breves -uno a dos meses- y el mercado debe abastecerse regularmente a lo largo del año.

Sin embargo y dependiendo de las circunstancias, éste período de almacenamiento representa un peligro potencial para su conservación, debido a los múltiples factores que intervienen y que pueden afectar su calidad y disminuir su cantidad.

1.2.- ALTERACIONES DEL ARROZ PALAY DURANTE EL ALMACENAMIENTO.

Desde el punto de vista general las alteraciones sufridas por cualquier cereal durante el almacenamiento pueden dividirse en dos: pérdidas de peso y pérdidas de calidad (Hall, 1972).

1.2.(1).- Pérdidas de peso.

Las pérdidas de peso pueden ser causadas por el consumo directo, que de los granos hacen las plagas como roedores, insectos y aves. También la pérdida de peso puede suceder por evaporación de la humedad del grano al medio am---

biente.

Este intercambio de humedad del grano con el medio ambiente puede ser causa no sólo de pérdidas si no también de ganancia, de acuerdo a la temperatura y humedad relativa del aire y humedad del grano, como se explicará en el apartado 1.3.(3).

Estos tipos de pérdidas de peso pueden encontrarse en cualquier almacén de granos en general, no obstante las estimaciones disponibles son poco precisas y la metodología es escasa y de implementación práctica difícil. Sin embargo los datos publicados son realmente alarmantes como los que reporta la F.A.O. la cual predice pérdidas anuales, de alimentos almacenados en el mundo, del orden del 30% mientras que tan sólo para América Latina éstas pérdidas alcanzan un 50% (Hall, 1972).

En México las estimaciones de pérdidas de cereales se ubican en 3% anual para almacenes industriales como CONASUPO, ANDSA y COPLAMAR mientras que a nivel rural pueden ascender, tales pérdidas, a un 30% anual. Para algunos cereales más específicamente como el arroz palay, frijol de soya y -

frijol se han estimado pérdidas del 8% anual en los mismos almacenes industriales (Moreno,1983).

Es posible que los valores reales sean mayores pero - los aquí presentados ya son lo suficientemente importantes como para justificar la adopción de medidas de seguridad - para la conservación de arroz palay y los gastos que de es- tas se deriven.

1.2.(2).- Pérdidas de calidad.

La calidad de un alimento está definida (Barber,1975) como:"El conjunto de atributos que identifican los lotes - individuales y determinan el grado de aceptación del mismo". Sin embargo definir o establecer la calidad del arroz pa- lay, de una manera universal resulta una tarea complicada, - dadas las diversas variedades de grano, formas de consumo, u- tilización industrial, idiosincrasia de los consumidores - que marcan diferencias de aceptación de país a país y en - ocasiones de región a región (Barber,1975;Schroeder y Cal- derwood,1972).

No obstante las dificultades, Barber y Benedito de Bar- ber,1975 en un intento por estandarizar tanto métodos como

las medidas de los atributos del arroz en general han dividido la calidad en cuatro grandes grupos de atributos ----

(Cuadro 1):

I.- Atributos de composición.

II.- Atributos de proceso.

III.- Atributos sensoriales.

IV.- Atributos de salud pública.

Para efectos de evaluación del almacenamiento de cereales, los componentes del grupo I y IV son muy importantes como se analizará en el apartado 1.3.

Otras clasificaciones han sido propuestas por Webb,-- 1970; Webb y Stermer, 1972.

Durante el almacenamiento, la calidad del arroz palay puede verse seriamente afectada por la influencia de factores físicos y/o biológicos, que alteran los atributos del arroz palay y por consiguiente del arroz elaborado (Ver apartado 1.3).

En México la comercialización del arroz elaborado está basada en una clasificación de calidad oficialmente establecida, que además de dar importancia a un contenido de

CUADRO 1.- ATRIBUTOS DE CALIDAD DEL ARROZ. (a)

<p>GRUPO I.- COMPOSICION</p> <p>1).- COMPONENTES FISICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> -MATERIA EXTRAÑA -PUREZA VARIETAL -MEDIANOS -GRANOS DEFECTUOSOS -GRANOS ENTEROS SIN DEFECTOS <p>2).- CONSTITUYENTES QUIMICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> -HUMEDAD -AMILOSA -PROTEINA 	<p>GRUPO II.- SENSORIALES</p> <p>1).- ASPECTO</p> <ul style="list-style-type: none"> -TAMAÑO -FORMA -TEXTURA VISUAL -COLOR Y CRISTALINIDAD <p>2).- OLOR Y SABOR</p> <p>3).- TEXTURA</p> <ul style="list-style-type: none"> -DUREZA -CREMOSIDAD -ADHERENCIA -HUMEDAD -DISGREGABILIDAD
<p>GRUPO III.- PROCESO</p> <p>1).- MOLIENDA</p> <p>2).- COCCION</p> <p>3).- MODIFICACION (TRATAMIENTO FISICO O QUIMICO)</p> <p>4).- PRODUCTOS DE ARROZ</p> <p>5).- CONSERVACION</p>	<p>GRUPO IV.- SALUD PUBLICA</p> <p>1).- VALOR NUTRITIVO</p> <p>2).- NIVEL SANITARIO (INSECTOS, MICROORGANISMOS, ETC.)</p>

(a) Según: Barber y Benedito de Barber, 1975.

**CUADRO 2.- ESPECIFICACIONES DE GRADOS DE CALIDAD
PARA ARROZ PULIDO (a)**

ESPECIFICACIONES	MEXICO EXTRA		MEXICO 1		MEXICO 2		MEXICO 3	
	BENEF	EMP	BENEF	EMP	BENEF	EMP	BENEF	EMP
GRANO ENTERO (MINIMO)	95	92	85	82	75	71	55	
GRANO QUEBRADO (MAXIMO)	4	7	13	15	20	24	40	
GRANILLO (MAXIMO)	1	1	2	3	5	5	5	
GRANOS DANADOS (MAXIMO)	0.5	0.5	1	1	2	2	2	
GRANO PALAY (MAXIMO)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	
GRANO MAL PULIDO (MAXIMO)	2	2	2	2	3.5	3.5	3.5	
GRANO MANCHADO (MAXIMO)	1	1	2	2	3	3	3	
GRANO CON CUTICULA ROJA (MAXIMO)	1	1	1	1	2	2	2	
GRANOS ESTRELLADOS (DETERMINADOS A LA SOMBRA) (MAXIMO)	5	5	7.5	7.5	7.5	7.5	10	
GRANOS YESOSOS (MAXIMO)	4	4	6	6	8	8	10	

BENEF. A la salida del molino, al mayorista empacador

EMP. Del mayorista al empacador.

(a) Norma Oficial, Dirección General de Normas, 1982

humedad de 13% se exige un valor mínimo de granos quebrados y granos defectuosos, en base a lo cual se establecen cuatro grados de calidad (Cuadro 2). Entre los granos defectuosos que reconoce la normativa mexicana se encuentran:

-Granos dañados. Granos enteros o fragmentos dañados por insectos, microorganismos o cualquier otra causa reconociéndose por estar picados, variolados y/o fermentados.

-Granos mal pulidos. Aquellos granos que presentan restos de cutícula.

-Granos manchados. Granos dañados por humedad y temperatura. Este daño en muchas ocasiones se conoce como granos fermentados.

-Granos con cutícula roja. Granos con franja roja de igual longitud a la del grano.

-Granos estrellados. Granos con fisuras.

-Granos yesosos. Granos con color blanco opaco.

Dentro de los defectos adquiridos por el arroz palay durante el almacenamiento pueden mencionarse:

a).- Granos dañados por calor.

- b).- Alteración del contenido de humedad.
- c).- Desarrollo de sabores y olores desagradables.
- d).- Granos manchados.
- e).- Aumento de materia extraña.
- f).- Aumento del contenido de granos defectuosos.

Es importante tener en observación estos defectos durante el almacenamiento pues pueden limitar la comercialización del arroz elaborado a categorías secundarias, según la normativa mexicana del arroz.

1.3.- FACTORES QUE CONTRIBUYEN AL DETERIORO DE LOS - CEREALES ALMACENADOS.

El grano en el almacén puede considerarse como un eco sistema complejo que incluye además del grano a otras enti dades biológicas, desgraciadamente habituales, como: insectos, microorganismos, roedores y menos frecuentemente las aves.

Los factores que con mayor frecuencia se encuentran asociados a los almacenes de cereales se presentan en el Cuadro 3.

**CUADRO 3.- FACTORES QUE AFECTAN CON MAYOR FRECUENCIA A
LOS GRANOS ALMACENADOS**

I.- FACTORES FISICOS Y QUIMICOS

- a).- HUMEDAD
- b).- TEMPERATURA
- c).- CONCENTRACION DE OXIGENO
- d).- MATERIA EXTRAÑA

II.- FACTORES BIOLÓGICOS

- a).- ROEDORES
- b).- INSECTOS
- c).- MICROORGANISMOS
- d).- PRODUCTO
- e).- AVES

III.- FACTORES TÉCNICOS

- a).- MÉTODOS E INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO
- b).- MANEJO DEL ARROZ PALAY (SACOS Y GRANEL)
- c).- ESTRUCTURALES
- d).- MECANIZACIÓN
- e).- CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE EQUIPO
- f).- PRÁCTICAS GENERALES DE ALMACENAMIENTO

1.3.(1).- Factores físicos y químicos.

Estos factores son muy comunes y de gran importancia en el almacenamiento de granos, exigiendo un análisis y tratamiento especial, sobre todo cuando el almacenamiento es prolongado.

a).- Humedad.

La humedad ha sido considerada por Geddes, 1952 como el factor más importante dentro del almacenamiento de cereales puesto que representa, junto con la temperatura, el origen común a muchos fenómenos perjudiciales para el grano - (Ver Figura 1 y 2).

En la figura 1 se podrá observar la dependencia que tienen los diferentes fenómenos con los valores de humedad y temperatura del grano, así mismo se puede deducir las condiciones para un almacenamiento sin riesgo, teniendo como límite máximo, la combinación de valores de humedad de 14% y temperatura de 18 °C máximas.

Cabe aclarar que en la zona que indica la figura 1 una disminución de la tasa de germinación, son condiciones que afectan en forma negativa el poder germinativo del gra

FIGURA 1.- Temperatura, humedad relativa y contenido de -
 humedad para el almacenamiento sin riesgo para
 el desarrollo de insectos, hongos y para que --
 (a)
 disminuya la tasa de germinación.

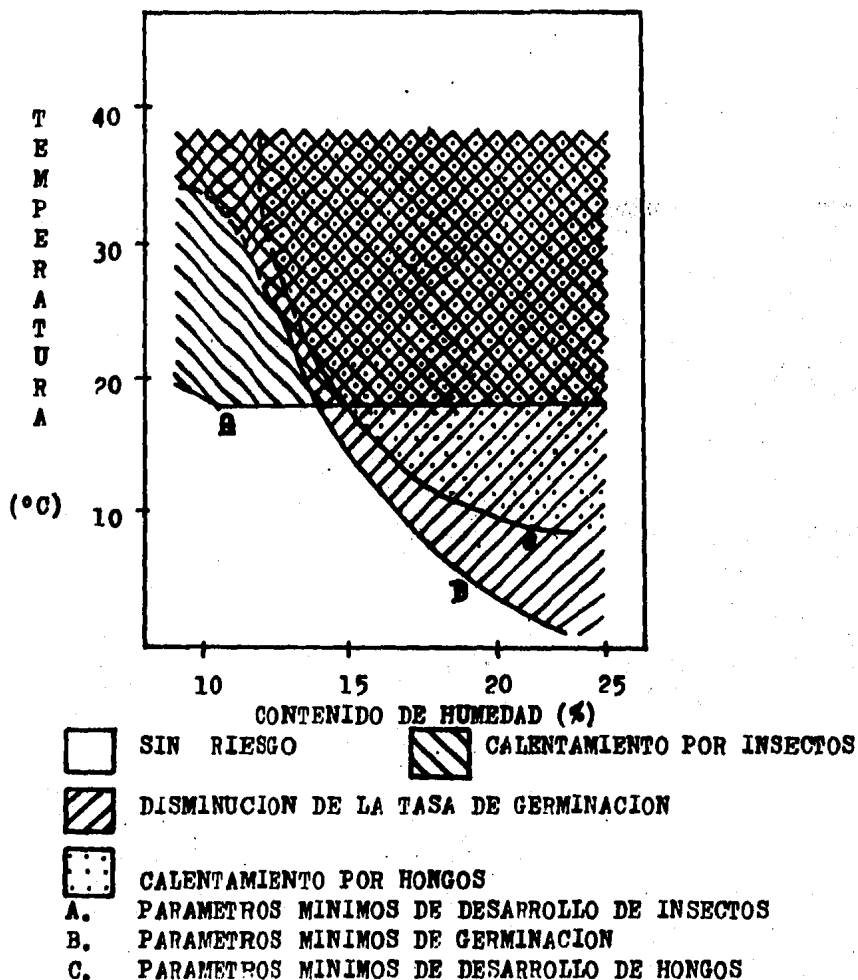
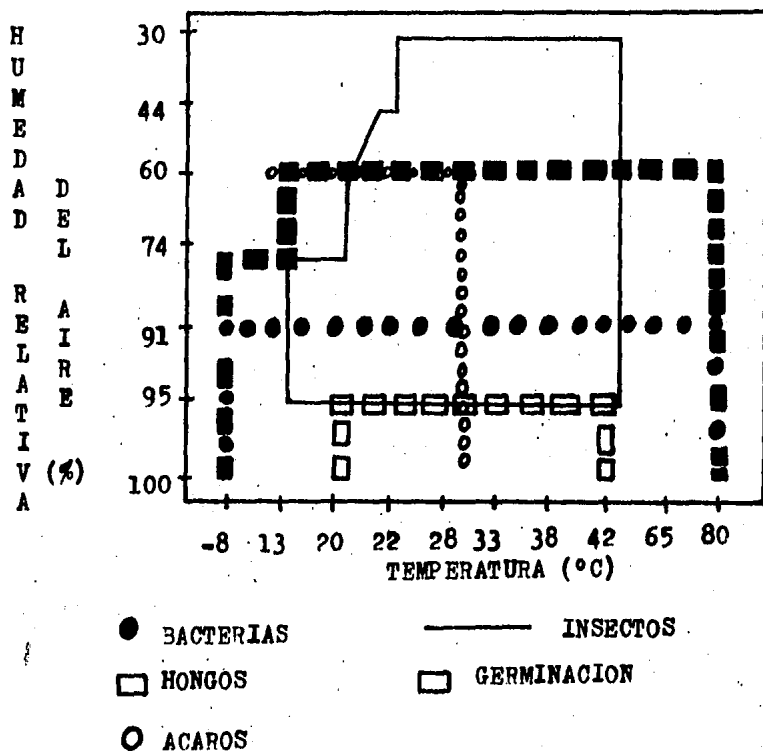


FIGURA 2.- Parámetros generales de temperatura y humedad relativa, de la multiplicación de agentes biológicos. (a)



(a) Hall, 1972

no, característica que debe conservarse cuando el grano es destinado para semilla.

En cuanto al contenido de humedad máximo recomendado para almacenar el arroz palay es de 12 a 13% con lo que se evita el desarrollo de hongos y la germinación principalmente (Esmay, 1969). Sin embargo un contenido de humedad muy bajo -menos del 12%- constituye pérdidas materiales del arroz según la normativa oficial.

No obstante, guardar el grano con la humedad considerada como conveniente para el almacenamiento, no garantiza la conservación del grano puesto que tal contenido de humedad puede variar, no sólo por el contacto que tiene el grano con el aire (Ver apartado 1.3.(3)) si no también por:

- Actividad de plagas, principalmente insectos.
- Presencia de materia extraña, principalmente semillas de maleza y residuos de plantas (hojas y tallos).
- Presencia de granos quebrados.
- Estado de conservación del almacén y materiales de construcción.
- Diferencias de temperatura entre el aire interno y -

externo del almacén.

El principal efecto de la actividad de plagas dentro del almacén es la producción de focos de calor (Figura 3) y como consecuencia de esto se produce una migración de la humedad mediante la convección natural del aire, que sufre el fenómeno de absorción-desorción dentro del almacén (Ver Figura 4).

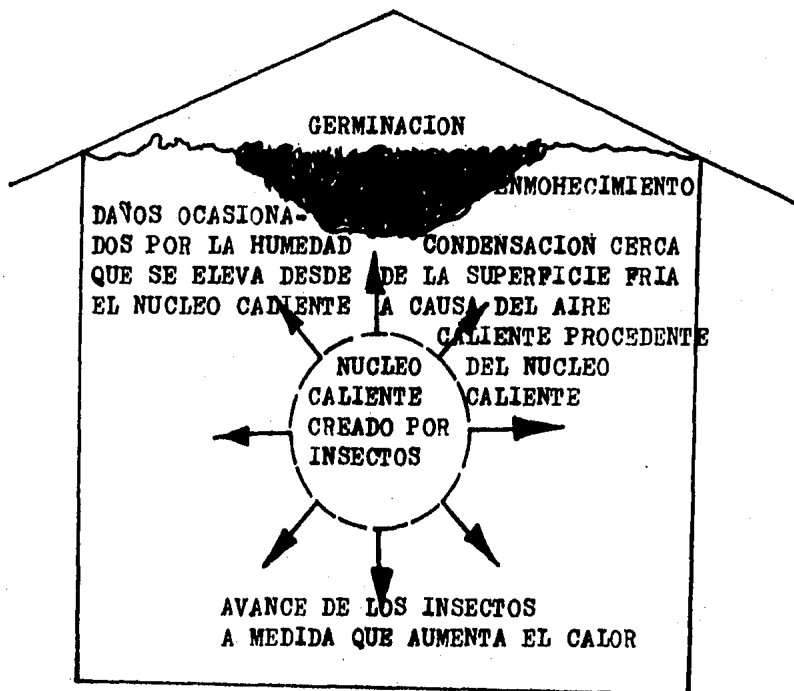
El contenido de humedad también se puede alterar por la presencia de materiales con alto contenido de humedad -- como hojas, tallos y semillas de maleza. Estos materiales -- tienden a equilibrar su contenido de humedad con el del -- grano, aumentando el de éste último.

El efecto de los granos quebrados se debe principalmente a su mayor higroscopía, comparada con la del grano sano, de manera que en las prácticas de aereación, éste tipo de grano puede absorber mayor humedad.

También la humedad puede alterarse si la construcción presenta goteras o rendijas por donde el agua de lluvia -- pueda transminarse.

Por último la convección natural del aire interno de

FIGURA 3.- Deterioro de los granos ocasionado por la diferencia de temperatura, el movimiento de humedad y desarrollo localizado de hongos e insectos.(a)



(a) Hall, 1972

el almacén, motivado por la diferencia de temperatura con el exterior, implicando un transporte de la humedad de manera similar a la mostrada en la Figura 4. En éste caso la humedad relativa del aire interno varía continuamente, dependiendo de la temperatura de cada punto del local, de forma que en lugares ^{calientes} absorbe humedad y la condensa en sitios templados, creando condiciones apropiadas para el desarrollo de plagas y estas a su vez producen calentamiento del grano (Hall, 1972).

Por lo tanto una buena práctica para conservar el grano consiste en controlar tanto la humedad, como los factores que la alteran.

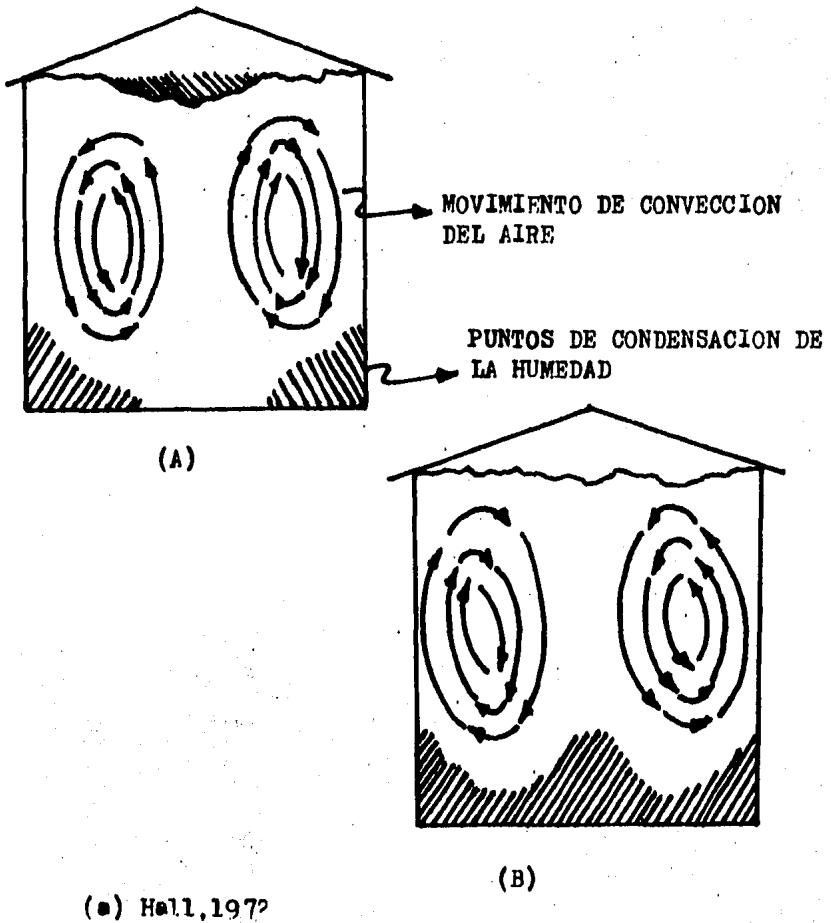
b).- Temperatura.

La temperatura se encuentra íntimamente ligada al contenido de humedad del grano, puesto que la tasa de desarrollo depende del nivel de temperatura y humedad. La temperatura afecta notablemente la actividad de los insectos y los demás agentes biológicos según se observa en las Figuras 1 y 2. De ésta se deduce que la temperatura de 20 °C en el grano, es suficiente para disminuir la actividad de los

FIGURA 4.- Movimiento de la humedad en el interior de un granero, por efecto de la diferencia de temperatura del aire exterior y la del producto.

A).- ARRIBA. Temperatura del aire exterior es inferior a la del grano.

B).- ABAJO. Temperatura del aire exterior es superior a la del grano. (a)



insectos, mientras que para los hongos, la temperatura necesaria para evitar su desarrollo es de 10 °C y la reducción de la tasa de germinación se logra mediante una relación inversa de los parámetros considerados.

En el almacén, el calentamiento del grano puede suceder por:

- Diferencias pronunciadas de temperatura del aire interno con el externo.
- Actividad de insectos y hongos.
- Respiración del grano.
- Radiación y convección (Sólo tiene importancia en las capas más externas del grano).

En cualquiera de los casos resulta difícil la eliminación natural, de cualquier remanente de calor en la masa del grano, dado su baja conductividad térmica como queda descrito por la siguiente ecuación (Wratten et. al., 1969):

$$k = 0.2068 + 0.0037M$$

Donde:

k = Conductividad térmica en Kcal/m² Hr °C

M = Contenido de humedad en %b.s.

En ésta ecuación se podrá observar que por muy alta - que se suponga el contenido de humedad, el valor del término "k" siempre será pequeño (Esmay, 1969). Por lo mismo se puede considerar al grano como un material aislante si comparamos su conductividad térmica con la del hierro colado (26.8 Kcal/m² Hr °C) y la de la lana de algodón (0.024 --- Kcal/m² Hr °C) (Perry y Chilton, 1973)

Cabe aclarar que la conductividad descrita por la ecuación anterior se refiere al grano individual y que su conductividad térmica es 3 a 5 veces menor que la del grano a granel, debido al aire intergranular, contenido en éste último (Barber et.al., 1985).

Por ello es importante introducir y mantener el grano en la bodega a una temperatura tan baja como consideraciones prácticas y económicas lo permitan (20 °C o menos) para evitar transporte de humedad y actividad de plagas (Ver Figuras 1 y 2).

c).- Concentración de oxígeno.

La respiración del grano y otros agentes biológicos - pueden disminuir la concentración de oxígeno dentro del al macén.

La reducción de la concentración de oxígeno ayuda a - disminuir u obstaculizar el desarrollo normal de insectos, hongos y el del propio grano, pero para esto es necesario - una absoluta hermeticidad del local.

1.3.(2).- Factores biológicos.

Estos factores se encuentran íntimamente ligados a -- los factores físicos y químicos, por lo que es de gran ayuda el control de los últimos para controlar a los primeros.

a).- Roedores.

Las características de los daños ocasionados por los roedores adquieren dos modalidades; pérdidas de producto por consumo y pérdidas del valor nutritivo y/o comercial por - contaminación (Hall, 1972; Cotton, 1979; Laudani y Chilton, --- 1970).

Se ha estimado que los alimentos almacenados en el --

mundo presentan un 20% de pérdidas por concepto del consumo de roedores (Serrano,1981).

En México, cuando un lote presenta excretos de roedores la normativa mexicana típica que el lote no debe destinarse al consumo humano (Dirección General de Normas,1982).

Los estudios relativos a México informan que son tres las especies que merecen importancia económica; rata migratoria (Rattus norvegicus), rata casera (Rattus rattus) y ratón (Mus musculus). (García,1981).

Los daños ocasionados y el comportamiento de estas tres especies son semejantes, por lo que su control es el mismo, considerado como una práctica de almacenamiento (Ver apartado 1.3.(3)f).

Aún cuando la población de roedores al principio del almacenamiento sea pequeña, debe ponerse la atención que merece, sobre todo considerando que el índice de proliferación de los roedores es muy alto.

b).- Insectos

De las aproximadamente un millón de especies conocidas en el mundo sólo 90 - 100 son responsables de daños a

los alimentos (Webb y Stermer,1972) y de estas sólo 20 tienen importancia en México (Gonzalez,1982).Las especies frecuentemente encontradas,infestando los almacenes de arroz palay son: Gorgojo del arroz (Sitophilus oryzae L.) ,Gorgojo del granero (Sitophilus granaria L.),palomilla (Sitotroga cerealella) y gorgojo (Rhyzoperta dominicana) (Cogburn, 1980).

Las condiciones climáticas y de humedad relativa del aire de cada región contribuyen a la incidencia de los insectos,aunque de acuerdo con el producto y volúmenes,los encontraremos donde teóricamente no deberían existir,motivado por su gran poder de adaptación (Gonzalez,1982;Cogburn,1972;Webb y Stermer,1972).

Quizas el arroz palay sea uno de los cereales que más resistencia presenta al ataque de los insectos gracias a la protección que le brinda la cáscarilla,aunque existen especies que pueden franquear está barrera como es el caso de Sitotroga cerealella y Rhyzoperta dominicana o algunas otras más que saben explotar bastante bien pequeñas fisuras en la cáscarilla (Cogburn,1972).

En el almacenamiento de cereales, especialmente para los insectos, se hace necesaria una inspección periódica y constante durante el tiempo que dure la operación ya que por lo general la infestación por insectos es difícil de detectar cuando el grano se introduce a la bodega debido principalmente a que ésta se encuentra en sus primeras fases, esto es en forma de huevecillos que son invisibles al ojo humano (Cotton, 1979). Existen también, insectos que se desarrollan dentro del grano, por lo que su presencia sólo podrá observarse cuando en estado adulto emerge y para entonces el problema de infestación, habrá tomado cuerpo, resultando difícil su control.

De acuerdo con sus costumbres, los insectos se dividen en (Coburn, 1972; Columbo y Lúscas, 1970):

- I.- Los que se desarrollan en el interior del grano, causando pérdidas materiales y daños al producto por calentamiento.
- II.- Los que se desarrollan fuera del grano, alimentándose preferentemente de las zonas más externas del grano causando menores pérdidas materiales y provo-

cando problemas de calentamiento,

También los insectos son responsables del depósito de sustancias pigmentadas en el grano, siendo éste hecho motivo de reducción de la clasificación comercial del grano y aún la prohibición del uso para el consumo humano (Cogburn, 1972; Columbic y Laudani, 1970).

c).- Microorganismos.

Los microorganismos más importantes en éste caso son los hongos y en especial los del género Aspergillus y Penicillium (Columbic y Laudani, 1970).

Estos hongos se han dividido, en base a sus requerimientos de humedad en: hongos de campo y en hongos de almacén. Los primeros requieren de un contenido de humedad de 18 - 20% (Chrstence, 1940), por lo que al llegar al almacén mueren o esporulan. Los segundos requieren de un contenido de humedad cerca del 14% para sobrevivir, lo cual puede encontrarse en un almacén.

Los daños causados por la actividad de los hongos son la generación de calor, producción de sustancias pigmentadas, producción de olores y sabores desagradables y produc-

ción de sustancias tóxicas.

1.3.(3).- Factores técnicos.

1.3.(3)a.- Métodos e instalaciones de almacenamiento.

El almacenamiento de arroz palay se llevó a cabo a -- dos diferentes niveles: a) a nivel rural o de autoconsumo y b) a nivel comercial. En cada caso los volúmenes maneja-- dos condicionan el uso de cierta tecnología. En el primer -- caso, como es de esperarse, los recursos técnicos disponibles suelen ser menores, en tanto que en la actividad comercial frecuentemente dispone de mayores recursos técnicos para -- proteger el grano del ataque de plagas y la influencia del medio ambiente.

1.3.(3)b.- Manejo del arroz palay.

Existen dos formas de hacerlo, desde el punto de vista comercial: en sacos y a granel presentando cada una sus -- ventajas y desventajas (Cuadro 4). La elección del método -- depende de muchos factores dentro de los que se pueden men-- cionar los volúmenes manejados, recursos económicos y obje-- tivos perseguidos (en grano para semilla es común el uso --

CUADRO 4.- Comparación de las ventajas y los inconvenientes del manejo y almacenamiento de cereales ensacados y a granel. (a)

Aspectos del almacenamiento	Ensacados	A granel
Costo	Menos gastos generales, puesto que son más los tipos de edificios los que se pueden utilizar o convertir. Costos más altos de mantenimiento (mano de obra y sacos) para el mantenimiento, salvo en pequeñas cantidades.	Costos más altos de capital para convertir los edificios y construcciones existentes, o para la construcción de tolvas o silos especiales y proveerlos de maquinaria para el manejo. Costo más bajo del manejo, en especial respecto a grandes cantidades; no se necesitan sacos.
Supervisión.	Los aspectos elementales, en especial la higiene reclaman atención constante.	Los aspectos elementales reclaman menos atención constante si inicialmente, el grano se encontraba en buen estado. De todos modos se necesita una mayor experiencia técnica.
Versatilidad	Más versátil, en especial para productos básicos distintos, puesto que es más fácil mantener separadas las distintas consignaciones.	Menos versátil; no es fácil separar productos básicos o consignaciones diferentes si no se cuenta con instalaciones muy complicadas.

Aspectos del
almacenamiento

Ensayados

A granel

CALIDAD

Migración de
la humedad

Generalmente no es problema, salvo --- cuando se tiene -- las pilas cubier-- tas con un toldo - protector de plás-- tico.

Es más común y reclama la instalación de equi-- po de ventilación a pre-- sión o instalaciones pa-- ra el cambio de silo o tolva a otro.

Contenido de
humedad.

Los cambios super-- ficiales pueden -- ser extensos y se hace difícil el se-- cado en el almacén. No es probable que en la mayoría de - las situaciones, -- cause problemas si el grano estaba ini-- cialmente seco y - en estado sano.

Los cambios superficia-- les son menos extensos y el secado en el alma-- cén es relativamente fá-- cil, si las tolvas se -- han proyectado para su ventilación en el pro-- pio lugar. La extracción para el secado a máqui-- na será también más fá-- cil y menos costosa.

Infestación
por roedores

Es muy probable -- que constituya un problema serio.

No es probable que cons-- tituya ningún problema serio.

Lucha contra
roedores.

Muy difícil y cos-- tosa.

No es probable que se - haga necesaria, pero pe-- drá llevarse a cabo - más fácilmente.

Aspectos del almacenamiento	En sacados	A granel
Infestación por insectos	La reinfestación se produce con <u>ma</u> yor prontitud y, por lo general, es <u>más</u> extensa. Es -- probable que to-- das las plagas de insectos causen - dificultades.	La reinfestación es menos probable si -- los silos o tolvas - están bien proyecta-- das y debidamente -- cuidadas. Probablemen-- te las infestaciones por las distintas -- clases de polilla -- sean menos extensas y la infestación por Sitotroga de produ-- cirá decididamente - en proporciones rela-- tivamente desdeña--- bles.
Lucha contra insectos	Más difícil y <u>com</u> tosa.	Generalmente más fa-- cil y menos costosa en todas sus fases; en potencia, más efi-- ciente, en especial - si los silos o tol-- vas están devidamen-- te pertrechadas.
Derrames	Pérdidas más ele-- vadas, en especial si hay roedores - presentes.	Menos pérdidas si se les maneja bien.

(a) Jameison y Jobber, 1970

de sacos).

1.3.(3)c.- Estructuras para el almacenamiento.

Las estructuras para el almacenamiento de cereales -- pueden ser muy diversas, sin embargo las que se han utilizado con mayor frecuencia son; las de tipo almacén plano horisontal, comunmente llamadas bodegas dado que su longitud supera bastante a su altura (Figura 5) y la de tipo vertical o silo, en las que su altura supera bastante a su díametro que forma su base (Figura 6).

En el caso de la bodega se puede encontrar diferentes diseños, principalmente en el techo de manera que puede haber de dos aguas, parabólicos, semiparabólicos y circulares entre otros más.

Las ventajas que ofrecen las bodegas son el uso de diversos materiales de construcción, diseños de mecanización y aereación sencillos, permite además la clasificación de - diferentes lotes, facilita el traslado de un lote de una - sección a otra en caso de calentamiento del grano y por último, las tareas de inspección y muestreo son fáciles de e-jecutar. Dentro de sus desventajas se pueden encontrar la -

FIGURA 5.- ALMACEN HORIZONTAL PLANO TIPO "BODEGA".

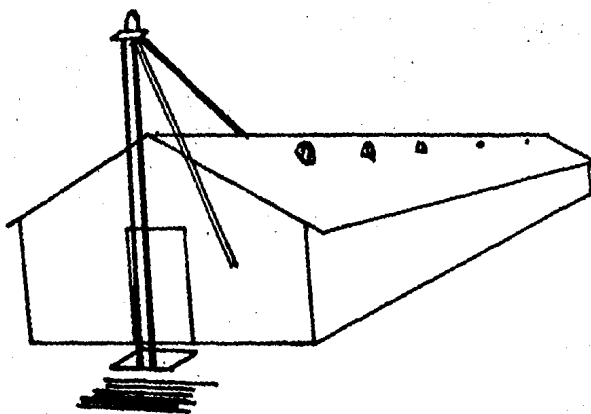
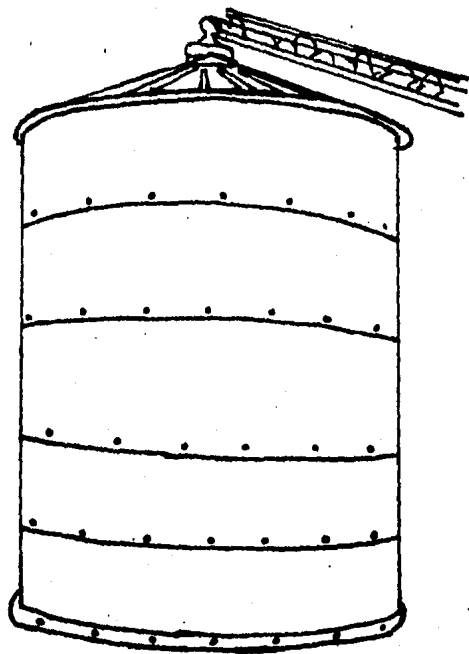


FIGURA 6.- ALMACEN VERTICAL TIPO "SILO"



necesidad de extensas áreas de piso, exige mucho manteni-
miento, posibilidad alta de acceso de plagas y de interac-
ción con el medio ambiente.

En el caso de los silos la mayoría, son de tipo circu-
lar y la variedad de materiales de construcción se reduce
respecto al caso anterior. Sin embargo ofrece más protec-
ción contra el ataque de plagas y la interacción con el me-
dio ambiente debido a su hermeticidad alta.

Las desventajas son exigencia de alta potencia para -
las prácticas de aereación y en el caso de calentamiento -
el traslado se dificulta, además no es fácil la inspección
y el muestreo. El calentamiento se puede controlar y la ins-
pección facilitar mediante el uso de sistemas de aereación
y termosondas respectivamente.

1.3.(3)d.- Transporte del arroz palay durante el alma- cenamiento.

Principalmente, el transporte, está determinado por el
método usado para manejar el grano, de manera que puede ser
mecanizado, semimecanizado o completamente manual.

El sistema mecanizado suele ser propio de un almacena-

miento a granel en tanto que el manual lo es del almacenamiento es sacos.

En el caso de la mecanización, hay un gran ahorro del tiempo utilizado en el transporte, sin embargo puede causar graves daños mecánicos al grano.

En el caso del transporte manual, este tiempo es mayor y requiere de mucha mano de obra, aunque los daños mecánicos disminuyen notablemente. No obstante, para volúmenes pequeños es lo más recomendado desde el punto de vista económico.

1.3.(3)e.- Características constructivas y de equipamiento.

Estas características pueden variar dependiendo de la forma de como se maneje el grano -en sacos o a granel- --- pues en el primer caso cualquier construcción puede ser útil para guardar el grano, en tanto que el manejo a granel exige construcciones más sofisticadas.

Sin embargo en cualquier caso se busca que la construcción proteja al grano de interacciones con el medio ambiente -temperatura y humedad del aire- y el acceso de plagas, para lo cual debe considerarse:

-Piso. Generalmente debe estar impermeabilizado o ha -
de ser de construcción elevada o bien el nivel
de sus aguas fráticas ha de ser muy bajo (Jame
ison y Jobber, 1970). En algunas ocasiones se pue
de utilizar capas de diferentes materiales como
metales, aislantes y/o impermeabilizantes deriva
dos del petróleo y concreto.

-Paredes y techo. Los materiales más comunes son ferro
cemento, lámina acanalada y mampostería en combi
nación con aislantes.

-Equipamiento. El arroz almacenado debe inspeccionarse
con cierta regularidad para determinar si hay -
cambios en el color del grano o cualquier otro
indicio de deterioro. Por lo tanto el equipo bá
sico que se necesita para el manejo de los almá
cenes de arroz palay es: I) una termosonda (ter
mómetro de resistencia de semiconductores) para
medir la temperatura de parte interna de la pi
la, II) un termómetro para grano tipo inserción
para determinar la temperatura en la periferia

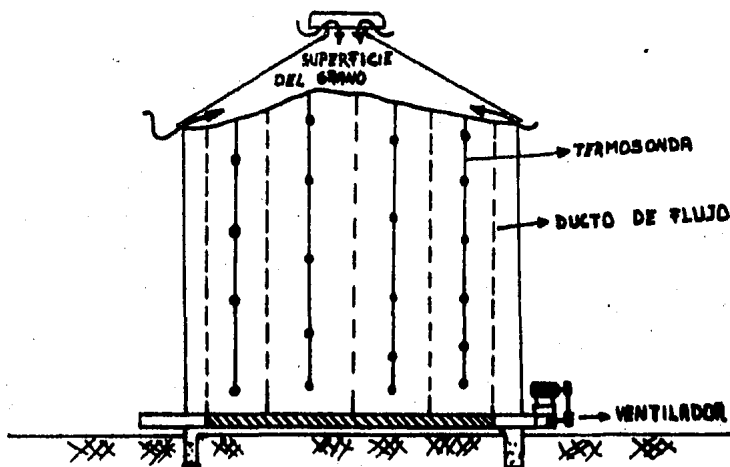
de los montones del grano, III) un higrómetro para la determinación de la humedad relativa del aire, IV) un medidor -- portátil de humedad para la determinación rápida del contenido de humedad del arroz y V) un equipo para la aereación (Ver figura 7), (Jameison y Jobber, 1970).

1.3.(3)f.- Prácticas generales durante el almacenamiento.

Para prolongar el tiempo de almacenamiento del arroz palé es esencial el manejo adecuado de las instalaciones y el equipo de almacenamiento. Con este fin deben tomarse -- regularmente medidas de: I) temperatura del grano, II) humedad del grano, III) humedad relativa del aire y temperatura del aire que se utiliza en la aereación. Por lo general la temperatura del grano es una buena indicación de las condiciones de almacenamiento de ahí que se recomienda inspeccionar periódicamente para detectar posibles infestaciones. Las altas temperaturas fomentan el desarrollo de insectos y la combinación de altas temperaturas y humedad estimula el desarrollo de microorganismos (Ver figuras 1 y 2)

Ademas de estas medidas, debe prestarse atención al --

FIGURA 7.- Sistema de aereación típico y de equipamiento
comunmente usados en el almacenamiento de gra-
nos.



Silo con termosondas y aereación. Las termosondas
están conectadas a dos terminales eléctricas, que a su
vez se controlan desde un panel de control.

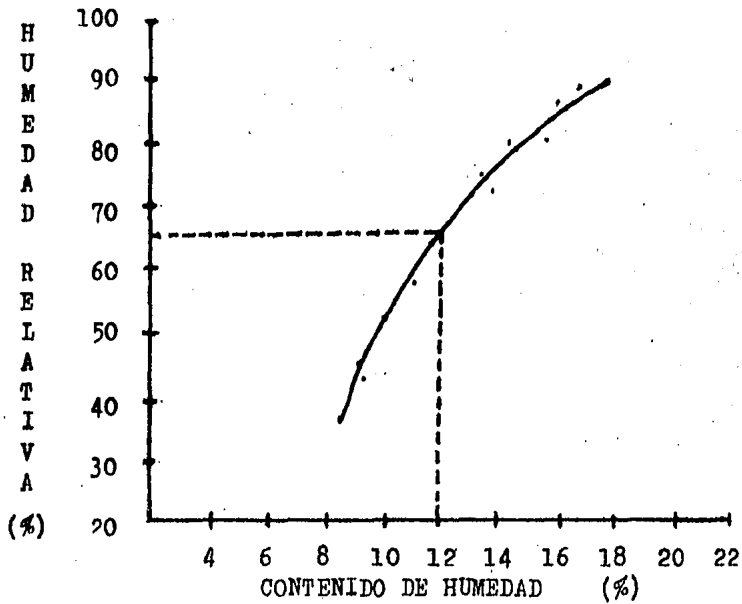
buen orden y limpieza de los locales y adecuados procedimientos de inspección y muestreo.

Dentro de las prácticas de almacenamiento resalta la importancia de la aereación, la cual constituye un método correctivo contra el calentamiento del grano y cuyos objetivos son (Hall, 1972):

- Disminuir y homogenizar la temperatura del grano.
- Reducir en un pequeño porcentaje el contenido de humedad del grano.
- Disipar olores y gases tóxicos de la fumigación.

Se recomienda un especial cuidado al practicar la aereación pues puede ser causa de la alteración del contenido de humedad del grano a niveles inconvenientes, ya sea disminuyéndolo o incrementándolo. En la Figura 8 se puede observar la relación de la humedad del aire y la del grano a 25 °C y 1 atm. Esta relación conocida como curva de equilibrio, establece que a una temperatura especificada, el grano alcanza un contenido de humedad mayor o menor, conforme mayor o menor sea la humedad relativa del aire, por ejemplo para mantener el contenido de humedad del grano a 12% es necesario utilizar aire, en la aereación, con humedad relati

FIGURA 8.- Curva de equilibrio entre el contenido de humedad del arroz palay y la humedad relativa del aire. (a)



(a) Hall, 1972

va de 63 - 64%.

La aereación, en la práctica tiene otros problemas que han de vigilarse como contenidos altos de materia extraña, particularmente las de dimensiones menores al grano, dificultan dicha práctica.

Otras prácticas fundamentales del almacenamiento son:

- Limpieza y sanidad de planta.
- Eliminar restos de cereales viejos.
- Mantenimiento de la construcción.
- Programas de lucha contra insectos y roedores (Uso de cebos, trampas, insecticidas, etc.,).
- Inspección del almacén.
- Eliminar zonas de vegetación arbustosa, contigua al almacén.
- Evitar herramienta y equipo amontonado.

Otras prácticas menos comunes incluyen el uso de atmósferas de composición modificada, uso de aire refrigerado y otras más. Sin embargo, en su mayoría, estas prácticas dependen de las limitaciones o alcances económicos de cada empresa y la calidad que exige el mercado arrocero.

1.4.- TECNOLOGIA DEL ALMACENAMIENTO EN MEXICO.

Prácticamente se tiene poca información precisa como para definir la situación tecnologica nacional del sector arrocero, aún cuando existen opiniones aisladas que explican cualitativamente algunos aspectos técnicos de ésta industria.

Por lo tanto tal situación impide reconocer el nivel tecnologico y en consecuencia dificulta el diseño de alternativas de desarrollo para la industrialización del arroz palay.

Esta falta de información motiva el desarrollo de un proyecto sobre la industrialización del arroz palay en México, puesto en marcha en 1981 por el "Laboratorio de Tecnología de Cereales" de la Facultad de Estudios Superiores - Cuautitlan (UNAM), en colaboración con el Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos de España, la Camará Nacional de la Industria y la Transformación y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, ambos de México.

Dentro de éste programa, el presente trabajo está dirigido a la evaluación del nivel tecnologico del almacena---

niento del arroz palay en el Estado de Morelos.

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

- 2.1.- Identificación del tipo y características más relevantes de las instalaciones utilizadas en México para almacenar el arroz palay variedad MORELOS A-70.

- 2.2.- Identificación de las prácticas y condiciones más frecuentemente empleadas en el almacenamiento del arroz palay variedad MORELOS A-70.

- 2.3.- Evaluación experimental de la variación de la calidad del arroz palay variedad MORELOS A-70 durante el almacenamiento.

3.- METODOLOGIA

3.1.- TIPOS Y CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO.

3.1.(1).- Instalaciones estudiadas.

La variedad MORELOS A-70 se cultiva e industrializa en los Estados de Morelos, Puebla y Guerrero. Existen 9 instalaciones industriales en estos Estados: 5 en Morelos, 3 en Puebla y uno en Guerrero. Se seleccionaron 3 instalaciones representativas del conjunto, las cuales se encuentran ubicadas en Cuautla, Mor., Puente de Ixtla, Mor. y Emiliano Zapata, Mor.

3.1.(2).- Características de las instalaciones.

La identificación de las instalaciones se llevó a cabo a pie de molino procurando cubrir los aspectos más importantes (Cuadro 5) que permitiera conocer, de manera general, los recursos que se tienen para la conservación del arroz palay.

CUADRO 5.- CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION DE LOS ALMACENES DE ARROZ PALAY.

1.- MANEJO DEL ARROZ PALAY

1.1. A GRANEL

1.2. EN SACOS

2.- TRANSPORTE MECANICO

2.1. SI

2.2. NO

3.- AERACION

3.1. SI

3.2. NO

4.- MATERIAL DE CONSTRUCCION

4.1. PISO

4.2. TECHO

4.3. PAREDES

3.2.- IDENTIFICACION DE LAS PRACTICAS Y CONDICIONES DE OPERACION DEL ALMACENAMIENTO.

3.2.(1).-Prácticas de almacenamiento.

La información al respecto fué obtenida a pie de molí no mediante la observación directa y entrevistas con el -- personal técnico que labora en cada instalacion (Ver Cua-- dro 6)

3.2.(2).- Condiciones de operación.

También se obtuvieron a pie de molino con el auxilio del equipo de medición apropiado, para evaluar cada paráme-- tro considerado (Cuadro 6).

3.3.- EVALUACION DE LA VARIACION DE LA CALIDAD DEL -- ARROZ PALAY.

3.3.(1).- Fechas de muestreo.

Las fechas de muestreo quedaron distribuidas a lo lar-- go del período de almacenamiento de la manera siguiente:

FECHA 1 = Marzo 1°

FECHA 2 = Abril 15

FECHA 3 = Junio 3

**CUADRO 6.- IDENTIFICACION DE PRACTICAS Y CONDICIONES DE -
OPERACION EN EL ALMACENAMIENTO DE ARROZ PALAY.**

1.- PRACTICAS DE ALMACENAMIENTO.

1.1. PRACTICAS SANITARIAS.

1.2. TIEMPO DE ALMACENAMIENTO.

1.3. METODOS DE AERACION.

1.4. PRACTICAS DE FUMIGACION.

2.- CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO.

2.1. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL GRANO.

2.2. TEMPERATURA DEL GRANO.

**2.3. HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA DEL AIRE
EN LAS BODEGAS.**

3.3.(2).- Métodos de muestreo.

Para el efecto se utilizó un muestreador de alveólos el cual consiste de un tubo metálico de doble pared y longitud de 1.5mts., punta aguda en un extremo y en el otro un control de abertura para las ranuras contenidas a lo largo del cuerpo (Ver Figura 9a).

Para la toma de muestra en granos a granel, el almacén fué dividido en secciones cuyo número estuvo determinado - por el volumen del mismo. De cada almacén se tomaron 5 muestras -por fecha- (Ver Figura 9b), mismas que se homogeneizaron, se pesaron (1.5 Kg.) se empacaron en bolsas de plástico y se identificaron con: nombre del molino, fecha de muestreo y local. Finalmente se enviaron al "Laboratorio de Tecnología de Cereales" de F.E.S. Cuautitlan, para su evaluación.

En caso del almacenamiento en sacos se procuro muestrear como mínimo un 10% de cada local.

FIGURA 9.- METODOS DE MUESTREO PARA GRANOS ALMACENADOS A GRANEL.



FIGURA 9a.- MUESTREADOR DE ALVEOLOS

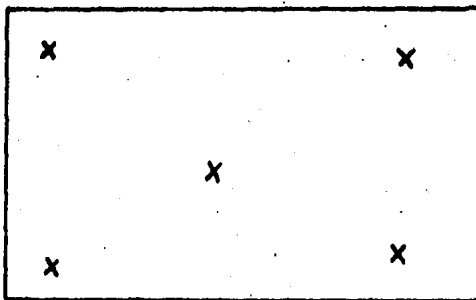


FIGURA 9b.- PUNTOS DE MUESTREO EN UN ALMACEN

3.3.(3).- EVALUACION EXPERIMENTAL DE LA CALIDAD DEL ARROZ PALAY.

3.3.(3)a.- Contenido de humedad del grano.

Se utilizó una determinadora de humedad "DIGITAL MOISTURE COMPUTER 700 BURROW" ajustandose con el método oficial "AACC METHOD 44-16".

3.3.(3)b.- Aspecto general.

El aspecto general de una muestra de arroz palay es el conjunto de observaciones sobre la impresión organoléptica de la misma, siendo un dato que permite tener un indicio cualitativo de la composición física y defectos de la muestra tales como olor, contenido de materia extraña, presencia de plagas, granos germinados, entre otros.

3.3.(3)c.-Determinación de componentes físicos en el arroz palay.

I.- Preparación de la muestra.

La preparación de la muestra se llevó a cabo mediante tres pasos:

-HOMOGENEIZACION. Esto se realizó para tener muestras

con proporciones constantes de sus elementos constitutivos, llevándose a cabo mediante un mezclado exhaustivo en un recipiente de volumen mayor al de la muestra.

- CUARTEO. Consiste en la división sucesiva de la muestra homogenizada en cuatro partes iguales hasta obtener el tamaño de muestra deseado.
- PESO. Se pesaron tres porciones de cada muestra de 100 g. cada una, en una balanza "OHANUS" de laboratorio con capacidad de 200 g.

II.- Componentes físicos evaluados.

Esta evaluación se llevó a cabo mediante tres pasos:

- TAMIZADO. Esta operación se llevó a cabo en un equipo de tamizado "PORTABLE SIEVE SHAKER MODEL Rx 24 - W.S. TYLER INCORPORATED" sirviendo para separar impurezas que atraviesan malla No. 10 y No. 20 rectificando manualmente las fracciones separadas.
- ASPIRADO. Sirve para eliminar principalmente granos vanos y cualquier impureza ligera. Se utilizó un separador neumático "H.T. Mc. GILL INC. LABORATORIO AS

PIRATOR". En éste caso fué necesario también una rectificación manual.

- SEPARACION MANUAL. El arroz palay aspirado se inspecciona manualmente para separar sus componentes físicos como materia extraña, granos vanos, arroz palay sano, arroz descascarillado, arroz con glumas abiertes y arroz germinado (Figura 10). La operación se realizó sobre un fondo contrastante, que en éste caso fué una superficie de fondo azul y cubierta de vidrio. Una vez terminada la inspección, se pesaron 300 g. de arroz palay limpio (sin materia extraña y granos vanos), se determinó humedad y se protegieron contra el medio ambiente hasta el momento de su elaboración.

III.- Determinación de la calidad molinera.

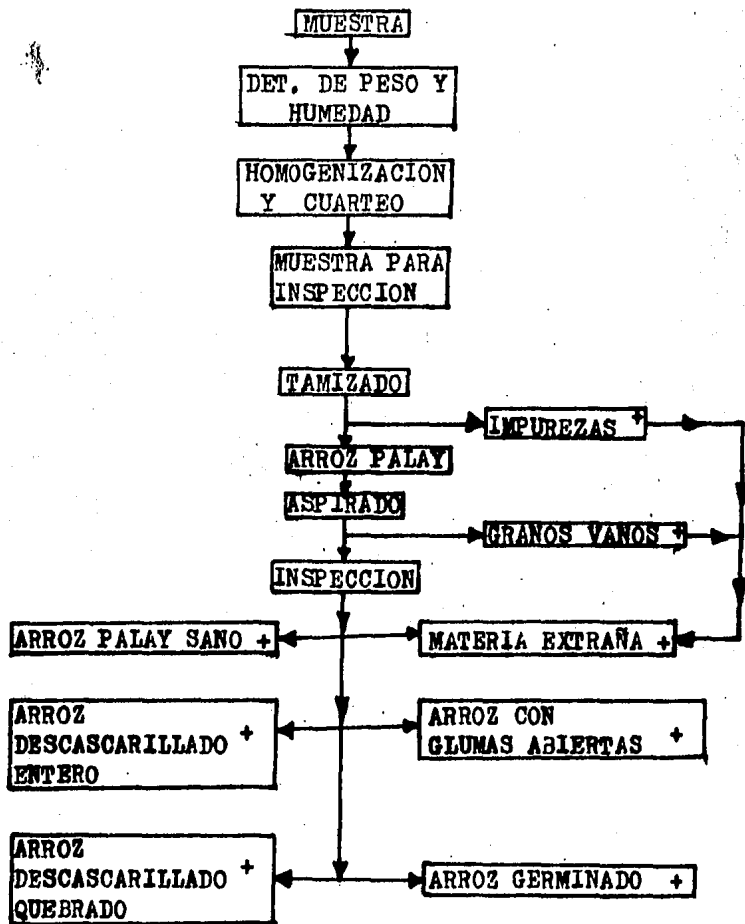
- DETERMINACION DE HUMEDAD.

Idem 3.3.(3)a

- DESCASCARILLADO.

Se utilizó una descascarilladora "Mc. GILL SHELLER No. 580" de rodillos paralelos que giran sobre sus

FIGURA 10.- DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA INSPECCION DE ARROZ PALAY.



+ CUANTIFICAR

ejes horizontales, a velocidades diferenciales y con aspiración de cáscarilla.

- BLANQUEO DEL GRANO. Para ésta operación se utilizó - un molino de laboratorio del tipo "PETITTE RIZERIE MOD. G 150/R POUR ECHANTILLONS".
- CLASIFICACION DEL ARROZ ENTERO Y QUEBRADO. La separación, de las fracciones, se logró mediante el uso de una placa alvéolada de 4 y 5 mm. de diámetro de alvéolo. Las fracciones separadas fueron arroz entero, quebrado y granillo.

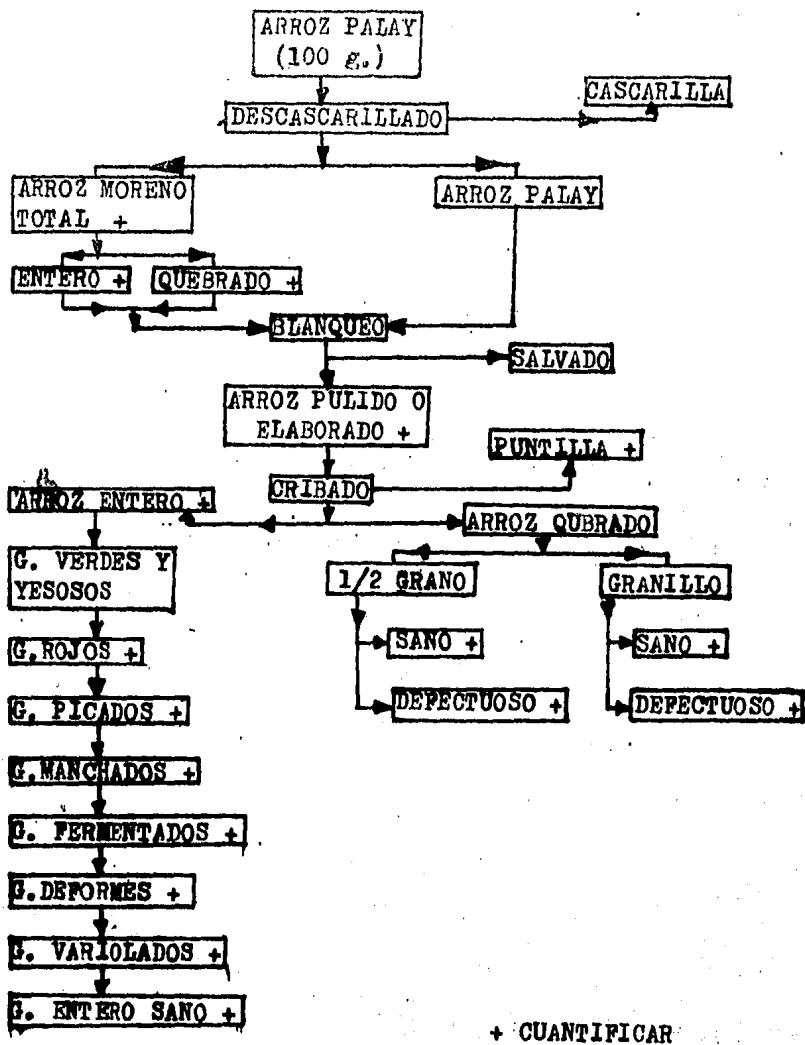
IV.- Determinación de granos defectuosos en el arroz elaborado.

La evaluación fué manual y el equipo utilizado es el mismo que en el inciso II.

Para el arroz entero se evaluaron por separado cada una de las fracciones defectuosas, en tanto que para las fracciones quebradas, sólo se dividieron en granos sanos y granos defectuosos.

La figura 11 muestra el diagrama de flujo seguido para evaluar la calidad molinera y defectos del arroz elaborado.

FIGURA 11.- DIAGRAMA DE FLUJO PARA DETERMINAR CALIDAD MOLINERA



4.- R E S U L T A D O S

4.1.- TIPOS Y CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO.

4.1(1).- Tipos de almacenes.

Todos los almacenes de los tres Estados -Morelos,Puebla y Guerrero- son horizontales tipo bodega (Ver Figura - 5).Las capacidades de almacenamiento varía de 500 a 3000 - toneladas.

4.1.(2).- Formas de manejo del grano.

De los nueve almacenes que trabajan la variedad MORELOS A-70,6 de ellos manejan el arroz palay en sacos y a --granel en igual proporción,2 de ellos lo manejan a granel y sólo uno lo almacena en sacos exclusivamente.

4.1.(3).- Características de los almacenes.

Las características constructivas y de equipamiento - de las instalaciones evaluadas indican (Cuadro 7) como aspecto más relevante:

a).- Materiales de construcción.

-Piso.El material utilizado está de acuerdo con las -

CUADRO 7.- CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION DE LOS ALMACENES ESTUDIADOS

MOLINO	MANEJO DEL ARROZ PALAY	MECANIZACION	AEREACION	MATERIAL DE CONSTRUCCION		
				PISO	TECHO	PAREDES
I	SACOS Y GRANEL	NO SI	SI	CEMENTO	LAMINA ACANALA- DA	TABIQUE
II	SACOS Y GRANEL	NO NO	OCASIONAL- MENTE	CEMENTO	TABIQUE LAMINA ACANALA- DA Y L. DE ASBESTO	TABIQUE
III	GRANEL	SI	NO	CEMENTO	LAMINA ACANA- LADA	TABIQUE

recomendaciones y usan el concreto en todos los casos pero sin impermeabilizantes. En ningún caso se observa humidificación del piso por transferencia de agua de los mantos fráticos.

- **TECHO.** En todos los casos se distingue el uso de lámina metálica. Este material es recomendable sólo -- cuando el nivel del grano es bajo y existe ventilación natural sobre el nivel del grano. Esta característica no se observa en ninguno de los casos estudiados.

- **PAREDES.** El tabique es el material utilizado en todos los casos, observándose sin embargo que el terminado de las paredes, en muchos casos, no es alisado o eplanado, de manera que se pueden pronosticar dificultades en las prácticas preventivas, del control de plagas.

b).- Mecanización.

La mecanización, en la mayoría de los casos es muy parecida tanto en el equipo como en el diseño del sistema --

siendo muy común el uso de tornillos sin fin y elevadores - de cangilones.

Cabe aclarar que en todos los casos se usa cierta cantidad de mano de obra para alimentar los sistemas de transporte, por lo que el sistema es semimecanizado.

En el caso del almacenamiento en sacos, la mecanización se reduce al uso de carretillas.

e).- Aereación.

No todas las instalaciones cuentan con un sistema de aereación. Hay instalaciones que cuentan con bodegas con aereación y con bodegas sin ella. Aún más, en una de las instalaciones evaluadas se tiene el equipo de aereación y no se usa.

En las bodegas donde se cuenta con la aereación no existe, en ningún caso, un manejo automatizado, el manejo es totalmente arrendado y/o parado manualmente. El procedimiento de aereación varía según la instalación, en una de ellas se aerea 2 días y se deja 15 días sin hacerlo, en las otras no hay procedimiento establecido. En general faltan bases técnicas en la práctica de la aereación.

4.2.- IDENTIFICACION DE LAS PRACTICAS Y CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO MAS FRECUENTEMENTE UTILIZADAS.

4.2.(1).- Tiempo de almacenamiento.

El tiempo de almacenamiento del arroz palay variedad MORELOS A-70 en los Estados de Morelos, Puebla y Guerrero - varía entre uno y 6 meses. El tiempo medio de almacenamiento de la mayor parte del grano es de aproximadamente 4 meses. Las instalaciones de almacenamiento se usan desde aproximadamente el mes de julio, cuando se empiezan a recibir las primeras partidas, hasta el mes de mayo del año siguiente, cuando se sacan las últimas partidas.

4.2.(2).- Prácticas sanitarias.

Las prácticas sanitarias que se llevan a cabo se reducen a dos: Limpieza y tratamiento con insecticidas.

- LIMPIA. Esta práctica se puede calificar como superficial, ya que sólo se trata de una limpia con escoba sin utilizar sistemas de aspiración que es lo más recomendable para limpiar lugares inaccesibles como grietas, rugosidades y esquinas que representan un depósito adecuado para insectos y sus fases de -

crecimiento así como de esporas de microorganismos.

- TRATAMIENTO CON INSECTICIDAS. El tratamiento con insecticidas no cuenta con un procedimiento claramente establecido, practicándose únicamente cuando por casualidad se detecta infestación de insectos y su aplicación es superficial mediante aspersión con -- bomba manual. El uso de fumigantes, que en éste caso es lo más recomendable, no tiene aplicación en ningún caso, debido a la falta de hermeticidad de las bodegas.

4.2.(3).- Inspección del grano almacenado.

Es notable la falta de instrumentación adecuada para lograr una inspección correcta del arroz palay almacenado. La inspección se llevó a cabo esporádicamente y los procedimientos para lograrlo son artesanales y no técnicos, aún más los datos obtenidos así jamás se registran, para un posterior análisis.

4.2.(4).- Temperatura y humedad relativa del aire.

Para todos los caso se encontró que en promedio se --

tienen temperaturas de 30 a 40 °C, alejándose bastante de - la recomendada para el almacenamiento de granos -20°C- en tanto que la humedad relativa del aire interno registra va riaciones desde 60% hasta 30%. En todos los casos las condici ones del aire no son las más adecuadas.

4.2.(5).- Humedad y temperatura del grano almacenado.

4.2.(5)a.- Humedad.

Los resultados promedios obtenidos para el parámetro de la humedad del grano, en las tres instalaciones estudiadas, se encuentran en la Tabla 1. En ésta se podrá observar que en general el contenido de humedad del grano es bajo - si se compara con el valor recomendado -12% a 13%- y en el caso III la situación es más extrema representando grandes pérdidas materiales.

Podrá apreciarse que los valores extremos -máximos y mínimos- se encuentran alejados entre sí, para todos los ca sos, especialmente para el caso I, fecha 1. La falta de homo- geneización del contenido de humedad del grano puede deber se a los fenómenos que motivan el transporte de la humedad

TABLA 1.- HUMEDAD DEL ARROZ PALA Y ALMACENADO (% b.h.)									
MOLINO	FECHA DE MUESTREO								
	1			2			3		
	MIN	MAX	MED	MIN	MAX	MED	MIN	MAX	MED
I	9.3	14.8	11.88	10.3	11.5	11.0	10.2	12.3	11.14
II	---	---	11.0	11.2	12.3	11.5	11.4	12.2	11.7
III	---	---	---	9.4	9.9	9.6	9.5	10.5	10.0

(63)

de un lugar a otro del almacén (Ver apartado 1.3.1.).

El contenido de humedad no es óptimo para el desarrollo de microorganismos, pero sí para el crecimiento de insectos.

4.2.(5)b.- Temperatura.

Los datos de temperatura promedio, para las instalaciones evaluadas, se encuentran contenidos en la tabla 2. Se observa que la temperatura es alta desde el inicio de la operación, siendo mucho más crítica para la instalación II y - III.

Para analizar las consecuencias de la falta de control de estos parámetros -temperatura y humedad- se puede tomar, para cada instalación, un par de valores: Temperatura y Contenido de Humedad, y situarlos en la Figura 1, por ejemplo:

FECHA 1

INSTALACION I

CONTENIDO DE HUMEDAD 11.8% (abscisa)

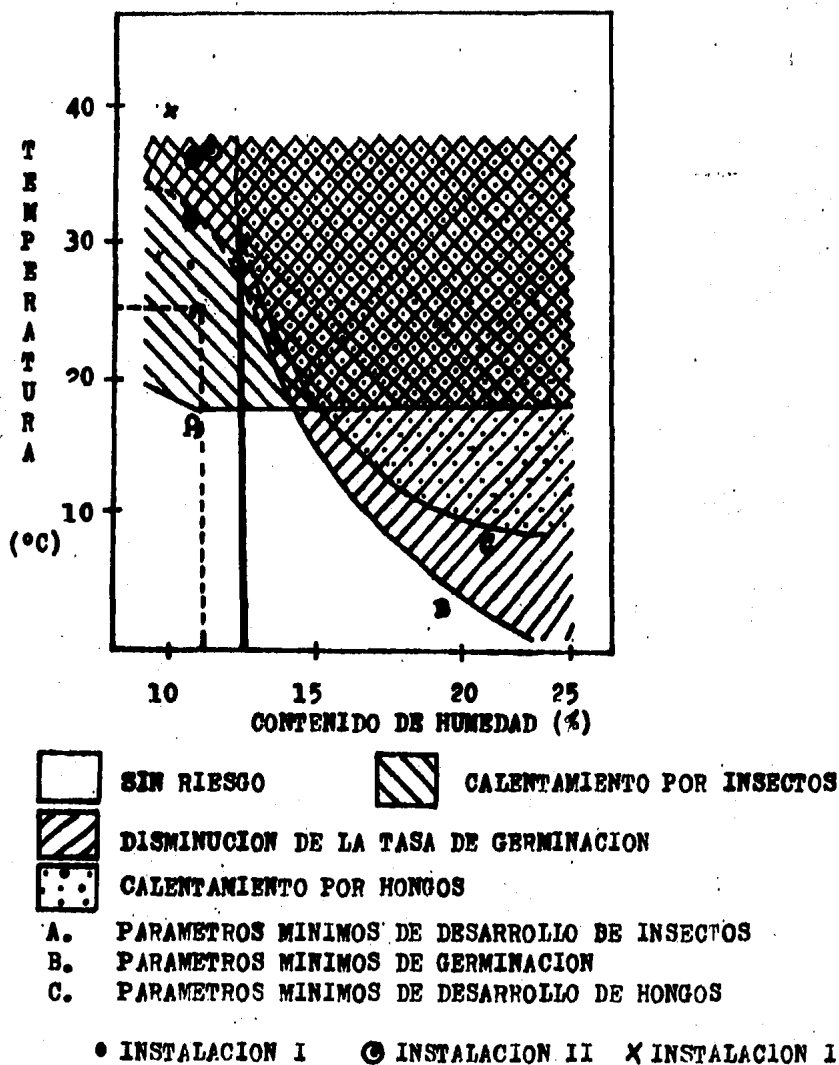
TEMPERATURA 26.3 °C (ordenada)

Haciendo lo mismo para los demás valores observamos -- que (Figura 12):

TABLA 2.- TEMPERATURA DEL ARROZ PALAY ALMACENADO (°C)									
MOLINO	FECHA DE MUESTREO								
	1			2			3		
	MAX	MIN	MED	MAX	MIN	MED	MAX	MIN	MED
I	30	24	26.3	28	25	26.2	31	28	29.2
II	--	--	33	38	35	37	38	38	38
III	--	--	--	--	--	--	40	41	40.3

(59)

FIGURA 12.- Influencia de las condiciones de almacenamiento sobre el desarrollo de insectos, microorganismos y germinación



a).- Las condiciones presentadas por la instalación I son exclusivas para el crecimiento de insectos en tanto -- que la instalación II presenta condiciones propias para el crecimiento de insectos y pérdidas del poder germinativo -- del grano. Por último, en la instalación III sólo puede disminuir el poder germinativo, sin embargo el calor generado sea efecto de una intensa actividad de insectos. En ningún caso se alcanza un contenido de humedad suficiente para el crecimiento de hongos, como se podrá observar, por la línea gruesa en la Figura 12.

b).- Además de las consecuencias que se han citado, el calentamiento del grano puede ocasionar daños secundarios -- al grano por calentamiento, que se reflejarán en la pérdida de la blancura y pérdida de resistencia a la molienda.

4.3.- VARIACION DE LA CALIDAD DEL ARROZ PALAY ALMACENADO.

4.3.(1).- Componentes físicos en el arroz palay.

La determinación de los componentes físicos en las -- muestras de arroz palay produjo los resultados contenidos

en las tablas 3-8. La observación de estos datos indica como aspecto más importante un incremento en el contenido de materia extraña y a la vez una disminución del contenido de arroz palay sano, en todas las instalaciones estudiadas.

El aumento registrado por la materia extraña es ocasionado por un aumento en el contenido de granos vanos según se observa en las tablas 6-8, permaneciendo constante las demás fracciones, durante el tiempo que dura el almacenamiento (Tablas 3-5).

Es importante resaltar el hecho de que las alteraciones experimentadas en las tres fracciones discutidas, se registran en el transcurso de la segunda a la tercera fecha estando asociadas, las alteraciones, a las mayores temperaturas del grano entre esas fechas, es decir donde se supone que se da el crecimiento de insectos.

En la tabla 9 se podrá observar como existe una relación entre la disminución del arroz palay y el aumento registrado por la fracción de granos vanos, excepción hecha por la instalación III en la que la relación anterior no se cumple, sin embargo presenta un aumento de granos vanos.

**TABLA 3.-COMPONENTES FISICOS DEL ARROZ PALAY ALMACENADO
EN LA INSTALACION I (%)**

COMPONENTE	FECHA DE MUESTREO		
	1	2	3
ARROZ PALAY SANO	94.63	94.56	93.72
ARROZ PALAY CON GLUMAS ABIERTAS	0.86	1.64	1.39
ARROZ PALAY GERMINADO	0.24	0.30	0.26
ARROZ MORENO ENTERO	0.17	0.17	0.22
ARROZ MORENO QUEBRADO	0.18	0.21	0.26
ARROZ TOTAL	96.08	96.88	95.85
MATERIA EXTRANA TOTAL	3.47	2.92	4.34

TABLA 4.- COMPONENTES FISICOS DEL ARROZ PALAY ALMACENADO EN LA INSTALACION II (%)

COMPONENTE	FECHA DE MUESTREO		
	1	2	3
ARROZ PALAY SANO	94.76	94.67	92.81
ARROZ PALAY CON GLUMAS ABIERTAS	0.73	1.15	0.93
ARROZ PALAY GERMINADO	0.47	0.40	0.24
ARROZ MORENO ENTERO	0.15	0.23	0.14
ARROZ MORENO QUEBRADO	0.20	0.32	0.28
ARROZ TOTAL	96.31	96.77	94.40
MATERIA EXTRAÑA TOTAL	3.03	3.11	5.09

TABLA 5.- COMPONENTES FISICOS DEL ARROZ PALAY ALMACENADO
 EN LA INSTALACION III (*)

COMPONENTE	FECHA	DE	MUESTREO
	1	2	3
ARROZ PALAY SANO	---	93.89	93.79
ARROZ PALAY CON GLOMAS ABIERTAS	---	1.98	1.60
ARROZ PALAY GERMINADO	---	0.66	0.67
ARROZ MORENO ENTERO	---	0.26	0.26
ARROZ MORENO QUEBRADO	---	0.39	0.26
ARROZ TOTAL	---	97.18	96.58
MATERIA EXTRAÑA TOTAL	---	2.70	3.57

TABLA 6.- CONTENIDO TOTAL DE MATERIA EXTRAÑA EN ARROZ PALAY, ALMACENADO EN LA INSTALACION I (%)

COMPONENTE	FECHA DE MUESTREO		
	1	2	3
IMPUREZAS	0.87	0.55	0.70
GRANOS VANOS	2.60	2.37	3.64
MATERIA EXTRAÑA TOTAL	3.47	2.92	4.34

**TABLA 7.- CONTENIDO TOTAL DE MATERIA EXTRAÑA EN ARROZ
PALAY, ALMACENADO EN LA INSTALACION II (%)**

COMPONENTES	FECHA DE MUESTREO		
	1	2	3
IMPUERAZAS	0.56	0.59	0.64
GRANOS VANOS	2.47	2.52	4.45
MATERIA EXTRAÑA TOTAL	3.03	3.11	5.09

**TABLA 8.- CONTENIDO TOTAL DE MATERIA EXTRAÑA EN ARROZ
PALAY, ALMACENADO EN LA INSTALACION III (%)**

COMPONENTE	FECHA DE MUESTREO		
	1	2	3
IMPUREZAS	---	0.55	0.41
GRANOS VANOS	---	2.15	3.16
MATERIA EXTRAÑA TOTAL	---	2.70	3.57

TABLA 9. - VARIACION DE LA MATERIA EXTRAÑA TOTAL POR EFECTO DE LOS GRANOS VANOS.

COMPONENTE	I N S T A L A C I O N								
	I			II			III		
	1	3		1	3		2	3	
ARROZ PALAY SANO	94.63	93.72	-0.91	94.76	92.81	-1.85	93.89	93.79	-0.10
MATERIA EXTRAÑA TOTAL	3.47	4.34	+0.87	3.03	5.09	+2.06	2.70	3.57	+0.87
GRANOS VANOS	2.60	3.64	+1.04	2.47	4.45	+1.98	2.15	3.16	+1.01

4.3.(2).- Componentes físicos en las muestras de arroz pulido.

La cuantificación de componentes físicos en muestras de arroz pulido produjo los resultados contenidos en las tablas 10-12. En estas se podrá observar que la variación más notable es la presentada por la fracción de granos verdes y yesosos, permaneciendo constantes, dentro de un rango limitado, los valores de las demás fracciones.

Además de la fracción de granos verdes y yesosos, la fracción de granos dañados -según la normativa mexicana- que comprende a los granos picados, manchados, fermentados y variolados es muy alta. La tabla 13 presenta los valores en porcentaje de granos dañados y verdes y yesosos, tomando como base la fracción de granos enteros, únicamente. Se observará que la calidad del arroz pulido -comparada con la que exige la normativa mexicana- en las tres instalaciones evaluadas, sale fuera de las categorías establecidas para la comercialización, y en el mejor de los casos la categoría -alcensada es la mínima o sea la MEXICO 3.

**TABLA 10.- COMPONENTES FISICOS DEL ARROZ BLANCO OBTENIDO
EN LOS ALMACENES DEL MOLINO I (%)**

COMPONENTE	FECHA DE MUESTREO		
	1	2	3
G. VERDES Y YESOSOS	5.27	4.09	2.96
GRANOS ROJOS	0.00	0.00	0.00
GRANOS PICADOS	0.22	0.22	0.12
GRANOS MANCHADOS	0.08	0.23	0.01
GRANOS FERMENTADOS	0.01	0.01	0.09
GRANOS DEFORMES	2.11	2.46	1.05
GRANOS VARIOLADOS	0.23	0.19	0.24
GRANO DEFECTUOSO TOTAL	7.92	7.20	4.47
GRANO ENTERO SANO	34.05	30.75	32.96
GRANO ENTERO PULIDO TOTAL	41.97	37.95	37.43

**TABLA 11.- COMPONENTES FISICOS DEL ARROZ BLANCO OBTENIDO
EN LOS ALMACENES DEL MOLINO II (%)**

COMPONENTE	FECHA DE MUESTREO		
	1	2	3
G. VERDES Y YESOSOS	6.38	5.19	3.87
GRANOS ROJOS	0.00	0.00	0.00
GRANOS PICADOS	0.20	0.19	0.08
GRANOS MANCHADOS	0.05	0.06	0.62
GRANOS FERMENTADOS	0.04	0.19	0.11
GRANOS DEFORMES	0.65	1.63	0.80
GRANOS VARIOLADOS	0.22	0.38	0.21
GRANO DEFECTUOSO TOTAL	7.54	7.64	5.69
GRANO ENTERO SANO	33.83	30.78	29.62
GRANO PULIDO ENTERO TOTAL	41.37	38.42	35.31

**TABLA 12.- COMPONENTES FISICOS DEL ARROZ BLANCO OBTENIDO
EN LOS ALMACENES DEL MOLINO III (%)**

COMPONENTE	FECHA DE MUESTREO		
	1	2	3
G. VERDES Y YESOSOS	---	4.25	3.53
GRANOS ROJOS	---	0.00	0.00
GRANOS PICADOS	---	0.13	0.09
GRANOS MANCHADOS	---	0.13	0.40
GRANOS FERMENTADOS	---	0.06	0.17
GRANOS DEFORMES	---	1.50	0.84
GRANOS VARIOLADOS	---	0.22	0.10
GRANO DEFECTUOSO TOTAL	---	6.29	5.13
GRANO ENTERO SANO	---	27.78	22.14
GRANO PULIDO ENTERO TOTAL	---	34.07	27.27

TABLA 13.- TABLA DE GRANOS DAÑADOS DE ARROZ PULIDO, OBTENIDO EN LOS ALMACENES ESTUDIADOS.

MOLINO	GRANOS DAÑADOS (%)			GRANOS VERDES Y YESOSOS (%)		
	FECHA DE MUESTREO			FECHA DE MUESTREO		
	1	2	3	1	2	3
I	1.28	1.71	1.22	12.58	10.77	7.90
II	1.23	2.13	2.88	15.42	13.50	10.96
III	----	1.58	2.78	----	12.47	12.97

4.4.- CALIDAD MOLINERA.

Los principales productos obtenidos de la elaboración del arroz palay son: arroz pulido (producto principal), salvado y cáscarilla.

La cáscarilla constituye un 20% aproximadamente del arroz palay, mientras que las fracciones de salvado y arroz pulido, dependen principalmente de la elaboración.

Los datos del rendimiento de arroz pulido total en las muestras colectadas, en las diferentes fechas y molinos se presentan en las Tablas 14-16.

El rendimiento total de arroz pulido es bastante bajo en todos los casos y se observa una tendencia a disminuir a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento.

En la Tabla 17 se presenta el porcentaje de arroz entero y arroz quebrado, tomando como base el rendimiento total de arroz pulido. Comparando estos datos con los que la normativa mexicana exige, en estos parámetros, se podrá observar que en ningún caso se cumplen, siendo más crítica la situación para la instalación III en el que la fracción de granos quebrados llega a superar, en valor, a la fracción de grano entero.

TABLA 14.- RENDIMIENTO TOTAL DE ARROZ PULIDO (%)

MOLINO	FECHA DE MUESTREO			
	1	2	3	△
I	66.81	65.41	64.46	-2.35
II	66.71	65.46	64.04	-2.67
III	-----	65.22	64.58	-0.64

TABLA 15.- RENDIMIENTO DE ARROZ PULIDO ENTERO (%)

MOLINO	FECHA DE MUESTREO			
	1	2	3	△
I	41.97	37.95	37.43	-4.54
II	41.37	38.42	35.31	-6.06
III	-----	34.07	27.27	-6.80

TABLA 16.- RENDIMIENTO DE ARROZ PULIDO QUEBRADO (%)


MOLINO	FECHA DE MUESTREO			
	1	2	3	
I	22.22	27.32	26.25	+4.03
II	24.40	27.01	28.08	+3.68
III	-----	28.88	36.67	+7.79

TABLA 17.- RELACION DE ARROZ ENTERO Y ARROZ QUEBRADO, EN BASE AL RENDIMIENTO TOTAL DE ARROZ, OBTENIDO EN LAS INSTALACIONES ESTUDIADAS.

MOLINO	ARROZ ENTERO (%)			ARROZ QUEBRADO (%)		
	FECHA DE MUESTREO			FECHA DE MUESTREO		
	1	2	3	1	2	3
I	62.81	58.01	58.06	33.25	41.76	40.70
II	62.01	58.69	55.13	38.57	41.26	43.84
III	-----	52.23	42.22	-----	44.28	56.78

Basandose en el contenido de humedad se podrá observar una relación que parece indicar que a medida que tal contenido de humedad disminuye, en el almacenamiento, la resistencia, del grano a la molienda es menor.

5.- C O N C L U S I O N E S

5.1.- TIPO Y CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES UTILIZADAS EN MÉXICO PARA ALMACENAR EL ARROZ PALAY VARIEDAD MORELOS A-70.

5.1.(1).- Tipos de almacenes.

El almacenamiento de arroz palay variedad MORELOS --- A-70, en los Estados de Morelos, Puebla y Guerrero, se hace - en almacenes horizontales o planos llamados bodegas.

5.1.(2).- Características constructivas y de equipamiento.

Algunas de las características constructivas y de equipamiento más relevantes, de las instalaciones evaluadas son:

- a).- Piso de cemento.
- b).- Paredes de tabique, generalmente de superficie rugosa.
- c).- Techo de lámina metálica acanalada.
- d).- Excepto en dos instalaciones, en las demás se carece de equipo para la aereación.
- e).- Existe una marcada ausencia de termosondas, que -

permitan conocer el estado que guarda el grano -
almacenado.

**5.1.(3).- Consecuencias del tipo de almacenes y las -
características constructivas y de equipami-
ento, sobre la conservación de la calidad --
del grano.**

Las principales consecuencias de ello son:

- a).- Los pisos de cemento no presentan consecuencias graves, una vez que están de acuerdo a lo recomendado. En la práctica no se encontró daños al grano motivado por el uso de éste material.
- b).- La superficie rugosa de las paredes en combinación con la ausencia de un sistema de aspiración para la limpieza permite que principalmente, los insectos tengan un depósito seguro, durante el -- tiempo de inactividad del almacén. En esta forma se tiene una infestación segura para el próximo - ciclo de almacenamiento.
- c).- Los techos laminados son recomendados para permitir la reflexión de los rayos solares y no su - absorción. Sin embargo, la conducción es una carac

terística propia de los metales y por esto es necesario el uso de materiales aislantes o en su defecto una ventilación natural, en combinación con dichos techos de lámina. En este caso el uso exclusivo de lámina metálica, antes de ofrecer alguna ventaja tiene desventaja pues la conducción del calor es tan alta que produce temperaturas, dentro del almacén, muy alejadas de las recomendadas. Esta transferencia, aunada a la actividad de insectos, aumenta la temperatura a 38 °C y 40 °C en el transcurso de tres meses de almacenamiento permitiendo que se desarrollen fenómenos que afectan la disponibilidad del grano así como su calidad, para consumo humano y su calidad molienda.

d).- La falta de equipo como de método de aereación es un defecto presentado por las instalaciones estudiadas. Este equipo representa una herramienta indispensable para controlar y mantener las condiciones de almacenamiento en un rango donde

se dificulte el desarrollo de agentes biológicos tales como los microorganismos, insectos y el mismo grano.

e).- La falta de termosondas impide detectar problemas de infestación y desarrollo de plagas cuya actividad se manifiesta mediante un aumento de temperatura.

5.2.- IDENTIFICACION DE LAS PRACTICAS Y CONDICIONES MAS FRECUENTEMENTE EMPLEADAS EN EL ALMACENAMIENTO DEL ARROZ PALAY VARIEDAD MORELOS A-70.

5.2.(1).- Tiempo de almacenamiento.

En todos los casos el promedio de almacenamiento es seis meses.

5.2.(2).- Contenido de humedad del arroz palay almacenado.

El contenido de humedad del arroz palay es en general bajo, respecto a la humedad recomendada para la elaboración -12 a 13%. En situación extrema se ubica el molino III con humedades menores a 10%. En el molino I se observa además heterogeneidad en el contenido de humedad del grano, lo ---

indica movimientos internos, de la humedad del grano.

5.2.(3).- Temperatura del arroz palay almacenado.

La temperatura del arroz palay almacenado es en general alta, mayor de 26°C sobre todo en el molino II cuya temperatura es mayor a 35 °C y el molino III cuyo valor es mayor a 40 °C.

5.2.(4).- Inspección del grano almacenado.

Se carece de procedimientos establecidos para realizar inspecciones periódicas del grano almacenado, además de no registrar la condición que guarda el grano cuando llega a inspeccionarse. También se carece de equipo apropiado para llevar a cabo tal actividad.

5.2.(5).- Prácticas sanitarias preventivas.

Hay prácticas sanitarias muy limitadas e insuficientes. Las bodegas antes de recibir el grano sólo se barren y no hay tratamientos regulares con insecticidas de acción residual. No hay limpieza a fondo de la instalación con aspiradoras industriales y la falta de hermeticidad de las -

fumigación --

tan con aerea
rece de bases

de almacena---
s posible pro
los almacenes
nto materia--
rmarse que la
ónicas y/o --

5.3.- EVALUACION EXPERIMENTAL DE LA VARIACION DE LA CALIDAD DEL ARROZ PALAY ALMACENADO.

5.3.(1).- Componentes físicos del arroz palay almacenado.

El contenido de granos sanos disminuyó entre 0.1% (molino III) y 1.95% (molino II). La cantidad de materia extraña total se incrementó entre 0.87% (molino I y III) y 2.06% (molino II) y la de granos vanos entre 1.01% (molino III) y 1.98% (molino II).

El contenido de granos verdes y yesosos disminuyó entre 0.72% (molino III) y 2.51% (molino II).

5.3.(2).- Calidad molinera del arroz palay almacenado

La variación más notable en este atributo lo fué la variación del rendimiento total de arroz elaborado que disminuyó entre 0.67% (molino III) y 2.67% (molino II). El rendimiento de arroz quebrado se incrementó entre 7.79% (molino III) y 3.68% (molino II).

5.3.(3).- Consecuencias.

El hecho de que se incremente la cantidad de materia

extraña en forma de granos vanos y la disminución de la --
cantidad de granos sanos, al igual que la de granos verdes
y yesosos, aunado a las condiciones de almacenamiento registr
trades, indican a los insectos como presuntos responsables
de los daños causados al arroz pelay almacenado.

Las pérdidas materiales que se tienen por el decrement
to del rendimiento total de arroz elaborado y a su vez, un
incremento del arroz quebrado, implican una disminución de
la calidad del producto con respecto a la normativa mexican
na y por consiguiente pérdidas económicas considerables.

Bajo esta situación, tales pérdidas materiales vienen
a ser un motivo de gran importancia como para iniciar el -
balance entre la pérdida que se tiene por la falta de con-
trol, en los almacenes y la inversión económica que se ten-
dría al adquirir métodos y equipos necesarios para mejorar
el control y la operación del almacenamiento del arroz pa-
lay variedad MORELOS A-70 en los Estados de Morelos, Puebla
y Guerrero.

6.- BIBLIOGRAFIA

1).- Barber, S. (1979)

"LA CALIDAD DEL GRANO DE ARROZ EN LOS PROGRAMAS DE
MEJORA VEGETAL"

Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos
19(3) (ESPAÑA)

2).- Barber, S., Trejo-Burgeño, M.M., Jayme-Salazar, A., y Ye-
pes-Izquierdo, C. (1985).

"Tecnología postcosecha del arroz, con especial re-
ferencia a México."

Consejo Superior de Investigación Científica.

Universidad Nacional Autónoma de México. (MADRID)

3).- Barber, S. y Benedito de Bareber, C. (1975)

"Quality criteria of rice for post-harveste utili-
zation." Presentado al X Congreso Internacional de
Nutricion Kyoto, Japon, 3-9 Agosto. Citado en Barber, S.
(1979). "La calidad del grano de arroz en los progra-
mas de mejora vegetal." Revista Agroquímica y Tecnolo-
gía de Alimentos 19(3) (ESPAÑA)

4.- Cogburn, R.R. (1980)

"INSECT PEST OF STORED RICE" Capitulo VI en "RICE:
PRODUCTION AND UTILIZATION" editado por Sor S. Luh
Ph. D.

AVI Publishing company inc. (EEUU)

5.- Cotton, R.T. (1979)

"Silos y graneros plagas y desintestación"

Oikos-Tan, S.A. ediciones (ESPAÑA)

6.- Christensen, C.M. (1940)

"Invasion by fungi of rice stored at moisture contents
of 13.5 to 15.5%"

Phytopatology 56:1162(1940)

7.- Dirección General de Normas, (1982)

"Norma Oficial Mexicana" NOM-FF-35-1982

PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS PARA USO
HUMANO-CEREALES-ARROZ PULIDO (*Oryza sativa*). Especi-
ficaciones.

Secretaria de Comercio y Fomento Industrial.. (MEXICO)

8.- Esmay, R., Soemanwat, E., Eriyanto, L. y Philips, A. (1979)

"Rice postproduction technology in the tropics."

Published for the east-west center by the university
press of Hanaii Honolulu.

9.- Geddes, W. F. (1952)

"FACTOR INFLUENCING KEEPIN QUALITY OF GRAIN IN STORAGE"

Brewer dig. (27)(7); 89(T)(1952). Citado en "ROUGH RICE -

STORAGE" Capitulo 6 Schroeder, W. H. y Calderwood, L. D.

en "Rice chemistry and tecnologia" editado por D. F.

Houston, The American Association of Cereal Chemist"

St. Paul (MINNESOTA)

10.- Gonzalez H. (1982)

"Control químico de insectos de almacén"

Gaceta CENICCANDSA año 1 ene-feb 1982 num. 4 y 5

Vol. 1 (MEXICO)

11.- Hall, D. W. (1972)

"Manipulación y almacenamiento de granos alimenticios

en las zonas tropicales y subtropicales."

Cuadernos de fomento agropecuario P.A.O. (ROMA)

12.- Mc Parlane J.A. (1970)

"Legumbres secas" capitulo 8 en "Manejo de los alimentos, conservación de su calidad" Vol. 2 Tecnicas de conservación.

Jameison, M. y Jobber, P. Ed. pax-México (MEXICO)

13.- Mendoza, M.E. (1981)

"M,ricidas" en Gaceta CENICCANDSA año 1 nov-dic 1981
núm. 2 y 3 Vol.1 (MEXICO)

14.- Moreno, E.M. (1983)

"Cursos de actualización sobre consumo de granos y semillas en alimentos. Hongos de granos almacenados su importancia y combate".

Programa Universitario de Alimentos

(UNAM) (MEXICO)

15.- Perry, R.H. y Chilton, C.H. (1973)

"Datos fundamentales" en Manual del ingeniero químico. Quinta edición (Segunda en español)

Ed. Mc Graw Hill (MEXICO)

- 16.- Schroeder, H.W. y Calderwood, D.L. (1972)
"ROUGH RICE STORAGE" Capitulo VI en "Rice chemistry
and technology" ed. por D.F. Houston .
The American Association of Cereal Chemist". (MINNESOTA)
- 17.- Serrano, L.J. (1981)
"LA RATA CONTRA EL HOMBRE" en Gaceta CENICCANDSA.
año 1 'nov-dic 1981 núm. 2 y 3 Vol. 1 (MEXICO)
- 18.- Webb, B.D. (1970)
"QUALITY AND GRADES OF RICE" Capitulo 5 en "Rice;
Production and utilization" Ed. B.S.Luh.AVI:
Publishing Company INC. (EEUU)
- 19.- Webb, B.D. y Sterner, R.A. (1972)
"CRITERIA OF QUALITY" Capitulo VIII en "Rice: Chemis-
try and technology" editado por D.F. Houston.
The American Association of Cereal Chemists,
St. Paul (MINNESOTA)
- 20.- Wretten, F.T. (1969)
"Physical and termal properties of rough rice"
Transaction of the American Society of Agricultura
engineeers 12(6); 801-803