

3  
3 ejem



**Universidad Nacional Autónoma de México**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN**

**"EVALUACION DE LA CALIDAD DEL ARROZ PALAY.  
VARIEDAD NAVOLATO A - 71 DURANTE SU  
ALMACENAMIENTO EN CUATRO INSTALACIONES  
INDUSTRIALES"**

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

**T E S I S**

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

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

**José Manuel Martín Carbajal González**

**Director de Tesis: Ing. Martín Manuel Trejo Burgeño**

**México, D. F.**

**1 9 8 4**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## **CONTENIDO**

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

## INDICE

	PAG.
I. GENERALIDADES	1
1. Forma de consumo del arroz .	1
2. Calidad y norma de calidad para la comercialización de arroz pulido .	1
3. Proceso a que es sometido el grano de arroz.	2
4. La necesidad de almacenar el arroz.	5
5. Alteraciones del grano de arroz palay durante el almacenamiento .	8
6. Tecnología del almacenamiento .	17
6.1 Métodos . ( manejo del grano )	17
6.2 Tipos de estructuras.	20
6.3 Material de construcción .	20
6.4 Condiciones asociadas al grano y al medio - ambiente .	23
6.5 Equipos . ( Instalaciones de almacenamiento )	26
7. La necesidad de cuantificar alteraciones del arroz almacenado .	26
II. OBJETIVOS	33
III. PLAN DE TRABAJO	34
1. Identificar los tipos de almacenes disponibles en las instalaciones industriales .	34
2. Recopilar información sobre la práctica del almacenamiento del arroz palay , en las instalaciones bajo estudio .	34

	PAG.
3. Evaluar las modificaciones , en atributos --- particulares de calidad del grano de arroz,-- que experimentan durante el almacenamiento.	34
IV. METODOLOGIA	36
1. Identificación de los tipos de almacenes.	36
1.1 Instalaciones seleccionadas.	36
1.2 Elaboración de los diagramas de la distribu-- ción de áreas en las instalaciones.	36
1.3 Identificación de las principales caracterís ticas constructivas y de equipamiento.	36
2. Recopilar información sobre la práctica del almacenamiento del arroz palay, en las insta laciones bajo estudio.	37
2.1 Determinación de las condiciones de temperatu ra y humedad del arroz palay almacenado.	37
2.2 Determinar algunas características de la -- práctica del almacenamiento industrial.	39
3. Evaluación de las modificaciones en atributos particulares de calidad del grano de arroz - que experimentan , durante el almacenamiento.	40
3.1 Recepción y registro de muestras en el labora torio.	40
3.2 Tratamiento de muestras.	41
3.3 Determinación de componentes físicos en el - arroz palay .	41
3.4 Metodología para la evaluación de la calidad molinera .	44

	PAG.
3.5 Metodología para la determinación de compo - nentes físicos en arroz pulido .	47
V. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS	50
1. Tipos de almacenes disponibles en las insta- laciones industriales.	50
1.1 Diagramas de distribución de áreas .	50
1.2 Tipos de almacenes, características construc- tivas y de equipamiento.	56
2. Recopilación de información sobre la práctica del almacenamiento del arroz palay.	61
2.1 Condiciones de temperatura y humedad del arroz palay almacenado .	61
2.2 Práctica del almacenamiento en la industria.	64
3. Evaluación de los cambios de atributos de - - - calidad del grano de arroz.	68
3.1 Determinación de componentes físicos en el - - arroz palay .	68
3.2 Evaluación de la calidad molinera .	75
3.3 Determinación de defectos y componentes Físi - cos en arroz pulido .	84
VI. CONCLUSIONES	96
VII. BIBLIOGRAFIA	99

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

NUMERO	CUADROS	PAG.
1	Especificaciones de grados de calidad para arroz pulido.	3
2	Precios oficiales de arroz pulido - según grado de calidad.	4
3	Productos y subproductos obtenidos durante la elaboración industrial de arroz.	7
4	Factores físicos ,químicos y biológicos que pueden afectar la calidad del arroz palay almacenado.	9
5	Insectos que mas comunmente proliferan en arroz palay almacenado.	15
6	Hongos que atacan el arroz almacenado.	16
7	Métodos de almacenamiento .	19
8	Características de las instalaciones de almacenamiento para cereales en México.	22
9	Claves utilizadas en los diagramas.	55
10	Características básicas de las instalaciones de almacenamiento estudiadas.	57
11	Características estructurales y de equipamiento de las instalaciones de almacenamiento.	58

		PAG.
12	Características de equipamiento de las instalaciones de almacenamiento.	59
13	Temperaturas de arroz palay tomadas en las instalaciones industriales.	62
14	Humedades de arroz palay almacenado en las instalaciones evaluadas.	63
15	Práctica de la aereación y sistema de control de temperatura y humedad del arroz en los almacénes evaluados.	65
16	Prácticas sanitarias y control de plagas durante el almacenamiento de arroz palay.	66
17	Componentes físicos en muestras de -- arroz palay almacenado en el molino 1.	69
18	Componentes físicos en muestras de -- arroz palay almacenado en el molino 2.	70
19	Componentes físicos en muestras de -- arroz palay almacenado en el molino 3.	71
20	Componentes físicos en muestras de -- arroz palay almacenado en el molino 4.	72
21	Concentración de arroz moreno en muestras de arroz palay almacenado en las instalaciones evaluadas.	73
22	Concentración de materias extrañas en muestras de arroz palay almacenado en las instalaciones evaluadas.	74
23	Calidad molinera de arroz palay almacenado molino 1 .	76

		PAG.
24	Calidad molinera de arroz palay almace_ nado molino 2 .	77
25	Calidad molinera de arroz palay almace_ nado molino 3.	78
26	Calidad molinera de arroz palay almace_ nado molino 4.	79
27	Variación de la calidad molinera del arroz palay almacenado.	80
28	Resultados de la inspección de arroz - pulido molino 1 .	85
29	Resultados de la inspección de arroz - pulido molino 2 .	86
30	Resultados de la inspección de arroz-- pulido molino 3 .	87
31	Resultados de la inspección de arroz - pulido molino 4 .	88
32	Evaluación de granos defectuosos en - arroz pulido molino 1 .	89
33	Evaluación de granos defectuosos en - arroz pulido molino 2 .	90
34	Evaluación de granos defectuosos en - arroz pulido molino 3 .	91
35	Evaluación de granos defectuosos en - arroz pulido molino 4 .	92
36	Calidad de arroz pulido obtenida en - los molinos evaluados .	93

NUMERO	FIGURAS	PAG.
1	Etapas básicas del sistema postcosecha arrocerero.	6
2	Bioxido de carbono producido por cereales a 38 <sup>o</sup> C de temperatura.	11
3	Curvas de equilibrio higroscópico para arroz palay .	12
4	Parámetros físicos para la multiplicación de los agentes biológicos .	14
5	Tipos de estructuras de almacenamiento.	21
6	Temperatura , humedad relativa y contenido de humedad para el almacenamiento sin riesgo, para el desarrollo de insectos y hongos, y para que disminuya la tasa de germinación .	25
7	Diagrama de flujo de una instalación de secado y almacenamiento .	27
8	Instalación de almacenamiento a la intemperie .	28
9	Instalación de almacenamiento horizontal .	29
10	Instalación de un almacén altamente mecanizado.	30
11	Puntos de toma de muestra en el almacén.	38
12	Metodología para la inspección de arroz palay.	42

	PAG.
13	Metodología para la evaluación de la - calidad molinera . 46
14	Metodología para la inspección de arroz pulido . 48
15	Diagrama de distribución de áreas en - molino 1 . 51
16	Diagrama de distribución de áreas en - molino 2. 52
17	Diagrama de distribución de áreas en - molino 3. 53
18	Diagrama de distribución de áreas en -- molino 4 . 54
19	Variación del rendimiento total en el - periodo de almacenamiento en los molinos evaluados. 81
20	Variación de arroz entero pulido en el- periodo de almacenamiento en los molinos evaluados. 82

## I. ANTECEDENTES

### 1. FORMA DE CONSUMO DEL ARROZ .

El grano de arroz , es un cereal cuyo consumo en la alimentación humana se hace en la mayor parte de los países bajo la forma de arroz pulido, (Primo y Barber, 1976) , y constituye principalmente una fuente de carbohidratos en la dieta . (Hernandez - Aragón , 1976 )

En el mercado se pueden encontrar para el consumo diferentes tipos de arroz modificado ó productos de arroz , como lo son el arroz blanco cocido , arroz de cocción rápida , harina de arroz , y golosinas : los cuales poseen características diferentes al arroz pulido. En México , donde el consumo de arroz es complementario , la forma de mayor consumo y comercialización es el arroz pulido.

### 2. CALIDAD Y NORMA DE CALIDAD PARA LA COMERCIALIZACION DE ARROZ PULIDO.

" La calidad de un alimento se define como el conjunto de atributos que identifican los lotes individuales del producto y determinan el grado de aceptación del mismo". (Barber-S. ,1979)

La calidad de los productos alimenticios se evalúa de diferentes maneras , según la importancia a los atributos que conceda la población y los comerciantes interesados. Generalmente la calidad se juzga por el aspecto ( que se basa en la uniformidad de tamaño y color , en la textura y en el contenido de materias extrañas) , pero en algunas ocasiones el color y el sabor , así como aspectos químicos sirven -- también para formar criterios de calidad .( Hall, 1972 )

En México , donde el producto principal de arroz es el comercio es el arroz pulido , debe satisfacer una norma oficialmente establecida para su comercialización (Diario Oficial de la Federación , 1983 ) , la cual establece cuatro grados de calidad , como lo indica el Cuadro 1 , y asociados a -- éstos un precio oficial , Cuadro 2 . (SECOFIN , 1983 )

Como se puede observar , cada grado de calidad está definido por diferentes valores para cada uno de los atributos que la norma reconoce , entre los que se destaca, el porcentaje de grano entero , quebrado , porcentaje de granillo , granos -- dañados o con defectos ; atributos que en este caso , son -- tomados como criterios de calidad.

### 3. PROCESO A QUE ES SOMETIDO EL GRANO DE ARROZ .

Quando el arroz cosechado , conocido como arroz palay o cáscara , se transforma para llegar al consumidor , debe -- someterse a un conjunto de procesos , denominado Sistema --

CUADRO 1. ESPECIFICACIONES DE GRADOS DE CALIDAD PARA ARROZ PULIDO.<sup>(1)</sup>

ESPECIFICACIONES <sup>(2)</sup>	GRADOS DE CALIDAD						
	México Extra		México 1		México 2		México 3
	Benef.	Emp.	Benef.	Emp.	Benef.	Emp.	Benef.
Grano entero,%(Mínimo)	95	92	85	82	75	71	55
Grano quebrado,%(Máximo)	4	7	13	15	20	24	40
Granillo,% (Máximo)	1	1	2	3	5	5	5
Granos dañados,%(Máximo)	0.5	0.5	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0
Grano palay,%(Máximo)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
Granos mal pulidos,% (Máximo)	2.0	2.0	2.0	2.0	3.5	3.5	3.5
Granos manchados,% (Máximo)	1.0	1.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0
Granos con cutícula roja,% (Máximo)	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0
Granos estrellados,% (Máximo) determinados a la sombra.	5.0	5.0	7.5	7.5	7.5	7.5	10.0
Granos yesosos,% (Máximo)	4.0	4.0	6.0	6.0	8.0	8.0	10.0

(1) DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION, 1983.

(2) Porcentaje en base a peso.

Benef. = Beneficio, a la salida del molino, al mayorista o empacador.

Emp. = Empacador, del mayorista al consumidor.

CUADRO 2. PRECIOS OFICIALES DE ARROZ PULIDO SEGUN GRADO DE CALIDAD.

GRADO	PRECIO OFICIAL <sup>(1)(2)</sup> (\$/TON)
México Extra	53606.00
México 1	49542.00
México 2	45479.00
México 3	37351.00

( 1 ) Dirección General de Precios, SECOFIN 1983.

( 2 ) Al mayoreo, por tonelada libre a bordo, molino envasado en sacos de 50kgs. bruto por neto.

Postcosecha , mostrado en la Figura 1 , ( De Datta , 1981 ) , con el fin de dar origen al arroz pulido o blanco , junto con algunos subproductos , Cuadro 3 .

La eficiencia técnica de éste proceso , se juzga en base a la cantidad de arroz pulido total , granos enteros y quebrados - granos sanos y defectuosos , y de materias extrañas ; obtenidos a partir de una cantidad determinada de arroz palay, - - aunque cabe señalar , que la eficiencia no sólo depende de los diferentes métodos empleados , sino también de la calidad del grano al inicio del proceso .

Dentro del conjunto de etapas del proceso , el almacenamiento presenta aspectos importantes , debido a que durante el mismo , son múltiples los factores que pueden interactuar y disminuir la calidad del grano y también de pérdidas materiales en ocasiones graves.

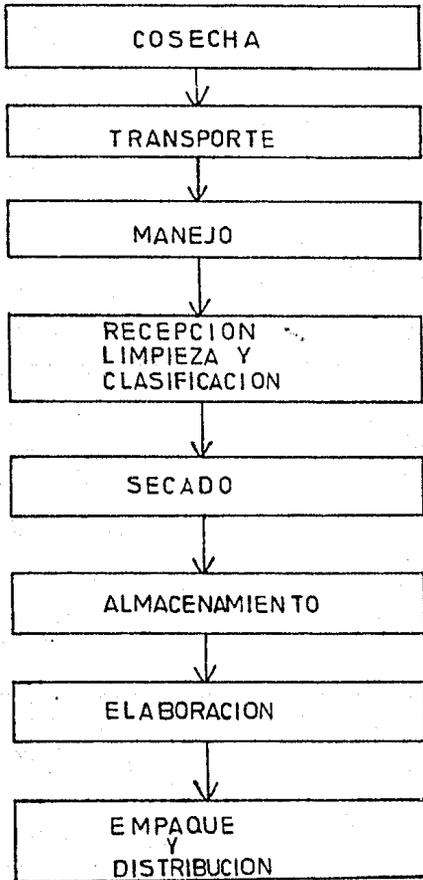
Cada una de las etapas del proceso debe realizarse en la forma y tiempo conveniente , ya que de lo contrario pueden verse afectados diversos atributos de calidad.

#### 4. LA NECESIDAD DE ALMACENAR EL ARROZ .

Es extremadamente raro que el arroz palay sea industrializado inmediatamente después de la cosecha ; normalmente la cosecha del arroz comprende un periodo corto, aproximadamente uno a tres meses . Es, pues necesario conservarlo entre estas dos etapas dentro del sistema postcosecha.

La capacidad de aprovechamiento industrial de los molinos -

FIGURA 1 . ETAPAS BASICAS DEL SISTEMA POSTCOSECHA ARROCERO.<sup>(1)</sup>



(1) De Datta,1981.

CUADRO 3 . PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS OBTENIDOS  
DURANTE LA ELABORACION INDUSTRIAL  
DE ARROZ.

PRODUCTO	( 1 ) %	( 2 ) %
Arroz pulido total	60-70	70
Arroz pulido entero	50-55	62
Arroz pulido quebrado	5-15	8
Cascarilla	16-21	22
Salvado	5-12	8
Germen	15-25	—

(1) Primo y Barber, 1976 .

(2) Esmay Et. Al. ,1979.

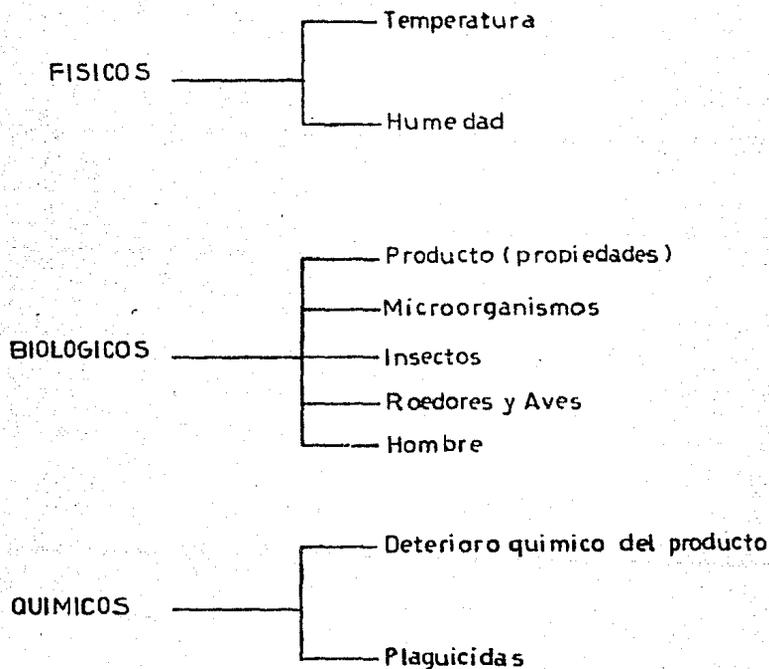
arroceros es limitada , y resulta imposible industrializar volúmenes muy superiores a la capacidad actual en el equipo, por lo que se hace necesario , almacenar el arroz mientras va siendo industrializado y según las necesidades y la capacidad de las instalaciones .(Ramirez , 1979 )

Estos aspectos , así como el hecho de que el arroz palay se conserve en mejores condiciones como tal, convierten su almacenamiento en una etapa importante e inevitable.

#### 5. ALTERACIONES DEL GRANO DE ARROZ PALAY DURANTE EL ALMACENAMIENTO.

Existen muchos factores , de tipo físico , químico , y biológico , Cuadro 4 , que durante el almacenamiento ya sea separados o en combinación , surten importantes efectos en la calidad del grano . (Pans , 1976 ) Dichos factores aunados al estado general de la instalación de almacenamiento, y a la práctica del mismo , pueden crear condiciones adecuadas para que la respiración del grano , propiedades higroscópicas del mismo , la proliferación de microorganismos , insectos, roedores y aves ; conduzcan a pérdidas materiales y de calidad que puedan llegar a ser de importancia económica y social. Una estimación (Duvan , 1978) , indica, que a nivel mundial, quizá se pierdan anualmente hasta 100 millones de toneladas métricas de cereal, como resultado de métodos inadecuados de

CUADRO 4 . FACTORES FISICOS,QUIMICOS Y BIOLÓGICOS QUE  
PUEDEN AFECTAR LA CALIDAD DEL ARROZ  
PALAY ALMACENADO.<sup>(1)</sup>



(1) Hall, 1971.

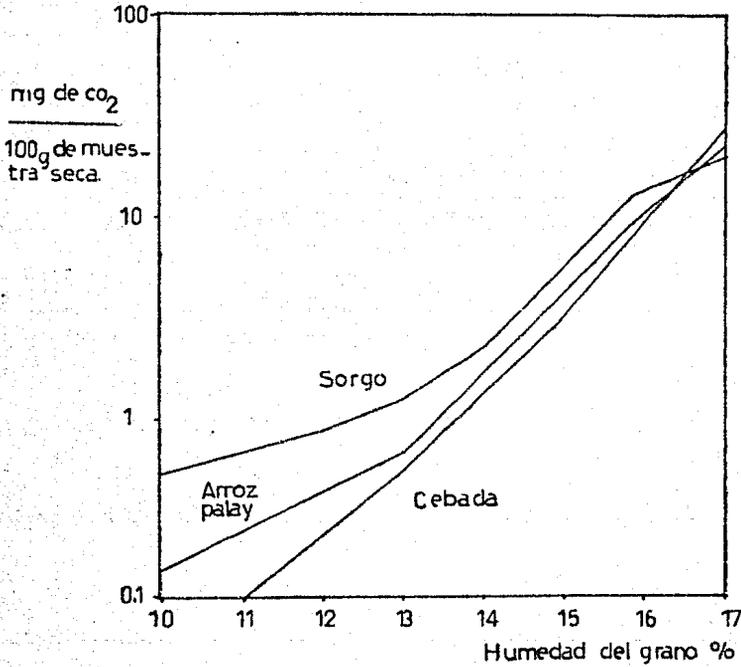
manejo y almacenamiento.

Uno de los factores que es determinante en la buena conservación del arroz, es el contenido de humedad del grano ; para reducir la respiración y obstaculizar la acción de los hongos y bacterias. Se ha visto que un aumento en el contenido de humedad , acelera la intensidad de respiración y por consiguiente un incremento en la temperatura del grano, producto del calor generado por la intensificación de la respiración , Figura 2 , por lo que es necesario mantener el grano en los almacenes , con un contenido de humedad máximo de hasta 14.5 % , pero es prudente mantenerlo en lo posible de 13.0 % a 13.5 % , ( Topolanski , 1975 ) evitando , con ésto, una elevación de temperatura en el grano , y una germinación del mismo , así como asegurando buenos resultados en su posterior elaboración industrial .

La humedad del ambiente y temperatura del aire son otros factores importantes en el almacenamiento , debido a que el grano tiende a un equilibrio , entre la humedad que contiene y el vapor de agua existente en el aire que lo rodea , siendo éste equilibrio función de la temperatura y humedad del aire , ( Angladette , 1976 ) . Cada grano tiene por lo tanto una curva de equilibrio característico , a veces denominada isoterma o curva de equilibrio higroscópico , mostrada en la Figura 3 , la cual presenta valores que deben considerarse solamente como indicativos, ya que varían según el tipo y variedad del grano . ( Hall , 1971 )

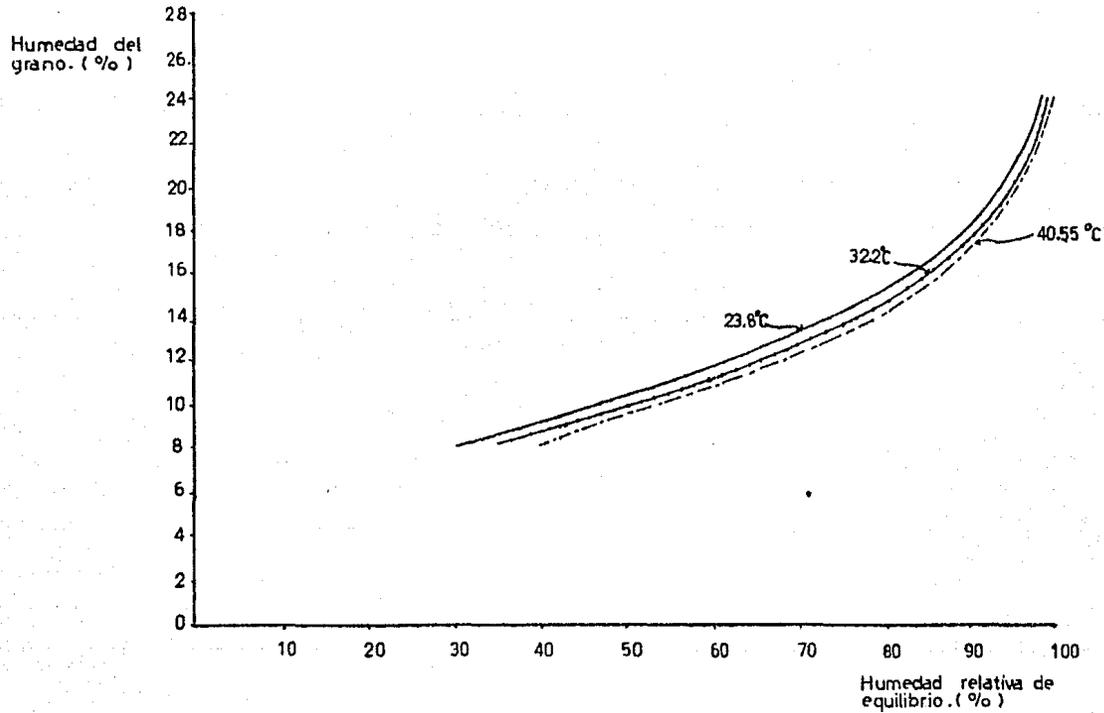
El arroz almacenado es la mejor y mas adecuada fuente de alimentación para insectos , roedores , aves y para la pro-

FIGURA 2 . BIOXIDO DE CARBONO PRODUCIDO POR CEREALES  
A 38°C DE TEMPERATURA. (1)



(1) Hall, 1971.

FIGURA 3 . CURVAS DE EQUILIBRIO HIGROSCOPICO PARA ARROZ PALAY. (1)



(1) Elaborada en base a datos de Wasserman y Calderwood, 1972.

liferación de hongos y microorganismos .

La actividad de éstos organismos y el daño que resulta de su actividad , está relacionado con la temperatura y humedad del grano , así como de las condiciones ambientales . La tasa de crecimiento de hongos , difiere según la temperatura, como se pone de manifiesto en la Figura 4 .

El desarrollo de los insectos se acelera también con la elevación de temperatura hasta unos 42 °C . Expuestos a éste nivel de temperatura durante un periodo largo , la mayoría de las especies de insectos mueren .

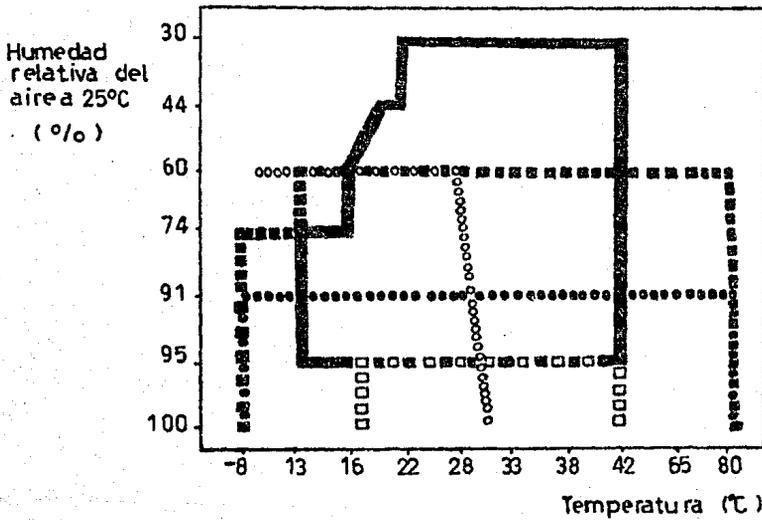
Las temperaturas inferiores a 15 °C , retardan la reproducción y el desarrollo de los insectos , y la mayoría de ellos mueren si la temperatura desciende a menos de 10 °C . Varios de los insectos , Cuadro 5 , son muy nocivos , debido a que viven en el interior del grano en estado de huevo , larva y pupa , en donde ocultos devoran principalmente el germen y endospermo , lo que repercute particularmente en el peso total del grano , reduciendo con esto su valor comercial . ( Pans , 1976)

Los hongos ya sea de campo y /o almacén , Cuadro 6 , pueden ocasionar daños ligeros o muy severos , reduciendo la calidad comercial del grano.

El arroz almacenado contiene una microflora diversa , la cual incluye esporas de mohos , que unicamente entran en actividad cuando la humedad relativa y temperatura son mayores de 70 % y 20 - 40 °C , respectivamente, ( Cotton, 1979).

El daño que éstos causan incluye la pérdida de la germina -

FIGURA 4. PARAMETROS FISICOS PARA LA MULTIPLICACION DE LOS AGENTES BIOLOGICOS.<sup>(1)</sup>



- Acaros
- Hongos
- Insectos
- Bacterias
- Germinación

(1) Hall, 1971.

CUADRO 5 . INSECTOS QUE MAS COMUNMENTE PROLIFERAN  
EN ARROZ PALAY ALMACENADO.<sup>(1)</sup>

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	TIPO DE PLAGA
Barreno menor	<u>Rhyzoperta dominica (F.)</u>	P
Gorgojo del arroz	<u>Sitophilus orysae (L.)</u>	P
Polilla de los granos	<u>Sitotroga cerealella (oliv.)</u>	P
Escarabajo del pan	<u>Tenebroides mauritanicos (L.)</u>	S
Escarabajo dentado	<u>Oryzaephilus surinamensis (L.)</u>	S

(1) Bulla, J. R. ,1978 .

(P) Primaria

(S) Secundaria

CUADRO 6 . HONGOS QUE ATACAN EL ARROZ ALMACENADO.<sup>(1)</sup>

CLASIFICACION	GENERO	ESPECIE
Hongos de campo	Fusarium Alternaria Curvularia Nigrospora Helminthosporium	
Hongos de almacen	Aspergillus Penicillium Rishopus Mucor	glacus flavus niger candus

(1) Hall, 1971.

ción ; la cual es importante cuando el grano se destina para semilla , manchado del grano y la aparición de aromas y sabores desagradables que vienen a reducir la calidad organoleptica , así como la posible producción de micotoxinas que disminuyen la calidad sanitaria del grano .

Respecto a los roedores y las aves , el problema que presentan durante el almacenamiento es considerable , la FAO , - ha estimado que en todo el mundo los roedores destruyen 12 millones de toneladas métricas de arroz por año , ( Pans , - 1976 ) .

Los roedores y las aves contaminan el arroz desde el campo - hasta el almacén , destruyendo el grano , depositando sus excrementos , orines , pelos , plumas , basura y sus esqueletos , contribuyendo al deterioro de éste , reduciendo la calidad y aumentando las pérdidas materiales del cereal .

## 6. TECNOLOGIA DEL ALMACENAMIENTO .

La tecnología del almacenamiento que tiene por objeto la conservación material y la calidad del grano almacenado , en niveles económicos aceptables , está integrada por una serie de factores entre los que se cuenta , los métodos , - el tipo de estructura , las condiciones asociadas al grano , el medio ambiente , y los equipos utilizados .

### 6.1 METODOS . ( Manejo del grano )

Existen varios métodos de almacenamiento , y la clasifi-

cación propuesta se muestra en el Cuadro 7 .

a) ALMACENAMIENTO EN SACOS .

Este método implica el uso de sacos, los cuales pueden ser de diversos materiales como yute , henequén , fibras locales o sintéticas . Es un método utilizado en centros ubicados en zonas de clima seco , pueden ser a la intemperie ó cubiertas de plástico , y en bodegas horizontales.

En lo que se refiere al costo , es barato referente a la construcción , pero los costos de mantenimiento , mano de obra, sacos para su manejo , es elevado debido a la depreciación de los sacos y al costo de la mano de obra para apilar y retirar los sacos . (Hall , 1971)

b) ALMACENAMIENTO A GRANEL .

El almacenamiento a granel , implica el uso de silos ó bodegas , horizontales ó verticales , de diferentes formas y capacidades. Es un método costoso en su construcción , pero costos más bajos en manejo ; en especial respecto a grandes cantidades.

Es un método que no utiliza sacos , y la mano de obra se sustituye con el equipo necesario de manipulación. Aquí es necesario una mayor experiencia técnica.

c) ALMACENAMIENTO EN OTRO TIPO DE RECIPIENTES .

Este tipo de almacenamiento implica el uso de recipientes -

CUADRO 7. METODOS DE ALMACENAMIENTO .

METODOS DE ALMACENAMIENTO	FORMA DE ALMACENAR
Almacenamiento en sacos	A la intemperie Bodegas horizontales
Almacenamiento a granel	Horizontal Vertical
Almacenamiento en otro tipo de recipientes	Barriles Vasijas Cestos

tes diferentes a los anteriores , como pueden ser latas , -  
barriles , cajas , cestas , y hoyos profundos . (Carl Lind  
blad , 1979 )

Aquí es importante citar el almacenamiento hermético , el-  
cual es un almacenamiento sin oxígeno ó anaerobio ; en - -  
donde los microorganismos e insectos no proliferan .

Es un método muy rústico usado en las pequeñas fincas y para  
pequeñas cantidades , carece de control de roedores e insec  
tos y las pérdidas materiales y de calidad son elevadas ;  
y los costos de producción son mínimos .

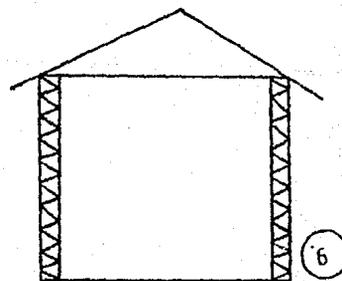
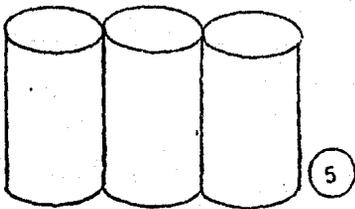
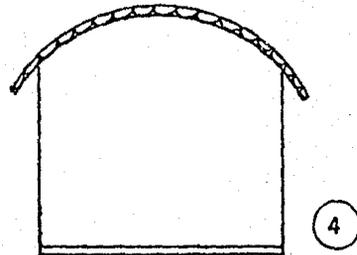
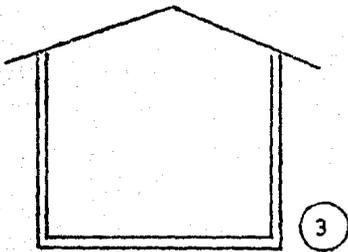
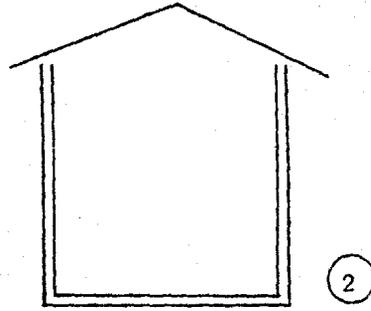
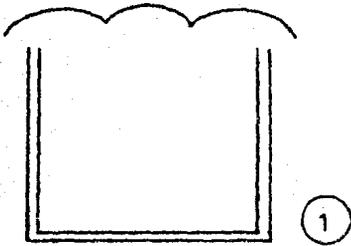
## 6.2 TIPOS DE ESTRUCTURAS.

El tipo de estructuras para el almacenamiento , a granal  
ó en sacos , puede ser horizontal ó vertical y construirse -  
para diferentes capacidades y de materiales diversos . Estas  
estructuras deben proteger el grano de factores como la ----  
humedad , temperatura , ataque de insectos , microorganismos  
 , roedores y aves ; garantizando la conservación de los gra-  
nos a corto y largo plazo . En la Figura 5 , se muestran las  
diferentes estructuras y algunas características en el - -  
Cuadro 8 .

## 6.3 MATERIAL DE CONSTRUCCION.

El material de construcción de silos y almacenes , es de-  
diferentes materiales , que van desde los materiales fibro-  
sos , (paja , bambú , etc. ) , madera , que se utilizan en las  
pequeñas fincas ; hasta los construidos con ladrillo , --

FIGURA 5 . TIPOS DE ESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO.<sup>(1)</sup>



(1) Bodega tipo red nacional.

(2) Bodega tipo dos aguas.

(3) Bodega tipo butler.

(4) Bodega tipo hangar.

(5) Silos verticales.

(6) Tipo tejabanés.

(1) Sañez P, 1981.

CUADRO 8 . CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO PARA CEREALES EN MEXICO.(1)

TIPO DE ESTRUCTURA	MATERIAL DE CONSTRUCCION	MECANIZACION	CAPACIDAD PROMEDIO	RECOMENDADO
Red nacional.	Construido con techo y paredes de concreto.	No mecanizado	5.000 Tnn.	Especial para almacenamiento de mercancía a granel.
Dos aguas	Construido con techo de lámina y paredes de mampostería.	No mecanizado	5.000 Ton.	Especial para almacenamiento en sacos.
Butler	Construido con techo de lámina y paredes de fierro.	Son mecanizados.	15.000 a 30.000 Ton.	Especial para almacenamiento a granel.
Hangar	Construido con techo de lámina y paredes de mampostería. Reforzado ó no reforzado.	No mecanizado.	10.000 a 15.000 Ton.	Reforzado: mercancía a granel. Sin reforzar: mercancía envasada.
Silos verticales	Construido de concreto armado ó metálico.	Totalmente mecanizado.	80.000 a 200.000 Ton.	Ideales para almacenamiento a granel.
Tejabanes	Estructuras descubiertas por los cuatro costados con techos de dos aguas; pilares de metal.	No mecanizado.	5.000 a 10.000 Ton.	Para almacenar mercancía envasada.

(1) Seañez P, 1981.

hormigón , cemento armado ; y los silos metálicos prefabricados que son utilizados en instalaciones mas modernas.

#### 6.4 CONDICIONES ASOCIADAS AL GRANO Y AL MEDIO AMBIENTE .

##### a) HUMEDAD DEL GRANO .

La humedad es un factor importante en la conservación del cereal ; la cantidad de agua libre es un factor decisivo en la velocidad con que se deteriora el arroz , por lo que, si se quiere mantener el grano en buenas condiciones , éste debe ser secado a un contenido de humedad de 13.0 a 13.5 % .

##### b) TEMPERATURA DEL GRANO .

La temperatura es otro factor decisivo para el desarrollo de todos los organismos , y su efecto guarda relación con la cantidad de humedad del ambiente .

La humedad relativa en la atmósfera disminuye a medida que sube la temperatura ; cuanto mas baja es la temperatura , mayor es la influencia retardadora sobre la intensidad de respiración .

Si la temperatura del grano excede  $66^{\circ}\text{C}$  , es seguro que se perjudique su poder germinativo . Temperaturas inferiores a  $15^{\circ}\text{C}$  retardan considerablemente la reproducción y el desarrollo de insectos , y la mayoría de ellos mueren si la temperatura desciende a menos de  $10^{\circ}\text{C}$  . (Hall , 1971)

La elevación de temperatura en los granos , por encima de la

que tenían al principio del almacenamiento es una buena -  
señal de deterioro .

c) IMPUREZAS .

Se sabe que la existencia de impurezas , polvo y otros-  
cuerpos extraños en el grano , aceleran el deterioro ; ya -  
que los granos si no se han limpiado tienen mayor tendencia  
a recalentarse que el grano limpio de igual contenido de -  
humedad .

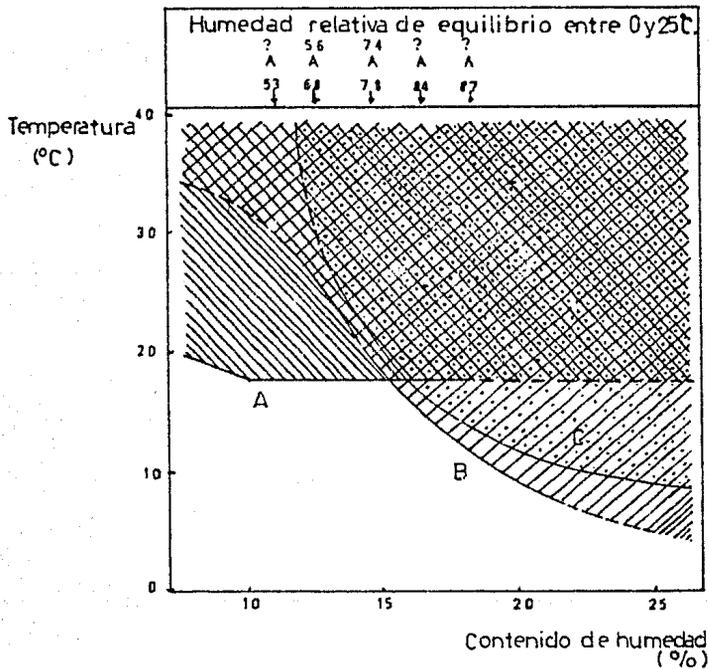
Las materias extrañas tienen mayores cantidades de esporas-  
de mohos y bacterias ; y los excrementos de insectos , jun-  
to con el polvo , aumentan el contenido de humedad . (Hall,-  
1971).

d) CONDICIONES ASOCIADAS AL MEDIO AMBIENTE .

Como se ha hecho notar , el desarrollo de microorganismos  
es afectado por la combinación de la temperatura y humedad;  
en general cuanto más elevada es la temperatura , más bajo-  
ha de ser el nivel de humedad si se quiere reducir el dete-  
rioro . Inversamente , cuanto más baja sea la temperatura ,  
más elevado es el nivel de humedad permisible sin riesgo .  
( Hall , 1971 )

En la Figura 6 , podemos observar la relación entre la - -  
temperatura , humedad relativa y contenido de humedad ; y la  
influencia que tienen tales factores en la germinación , el  
desarrollo de insectos y hongos . Se observa que por encima-

FIGURA 6 . TEMPERATURA , HUMEDAD RELATIVA Y CONTENIDO DE HUMEDAD PARA EL ALMACENAMIENTO SIN RIESGO, PARA EL DESARROLLO DE INSECTOS Y HONGOS, Y PARA QUE DISMINUYA LA TASA DE GERMINACION.<sup>1)</sup>



- Sin riesgo
- ▨ Calentamiento por insectos
- ▩ Disminución de la tasa de germinación
- ▧ Calentamiento por hongos
- A. Parámetros mínimos del desarrollo de insectos
- B. Parámetros mínimos de la germinación
- C. Parámetros de desarrollo de hongos

(1) Hall, 1971.

del 65% ó 70 % de humedad relativa , se desarrollan hongos, y con humedades relativas inferiores a 70% pueden desarrollarse los insectos ; por lo que es necesario almacenar el arroz a menos de 70% de humedad relativa y 15% de humedad del grano .

#### 6.5 EQUIPOS . ( Instalaciones de almacenamiento )

En la Figura 7 , se muestra el diagrama de flujo de una instalación de secado y almacenamiento , generalmente cuenta con una zona de recepción del producto, donde llega el arroz ya sea en sacos o a granel ; seguidamente una limpieza , en donde al grano le separan impurezas ( piedras, granos vanos, paja , polvo , y semillas extrañas).

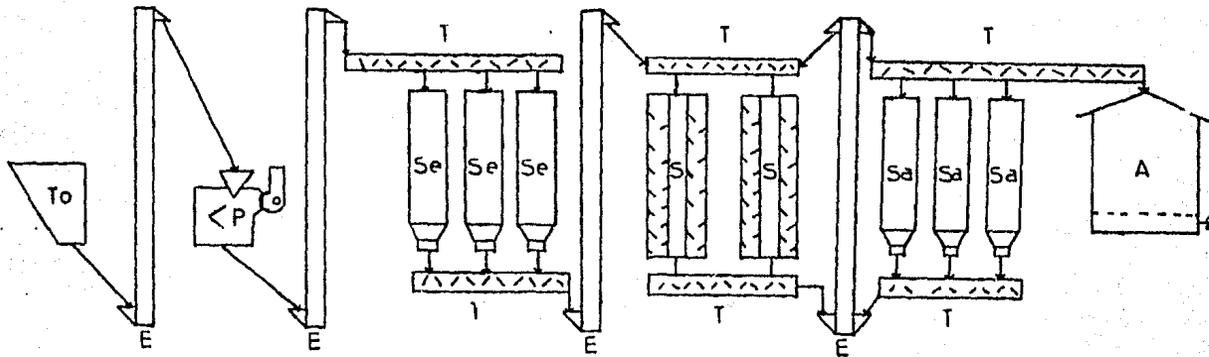
Una tercera zona de secado , donde se reduce la humedad del grano ; y una última etapa que es propiamente el almacenamiento .

En las Figuras 8 a 10 , se muestran diversas instalaciones de almacenamiento .

#### 7. LA NECESIDAD DE CUANTIFICAR ALTERACIONES DEL ARROZ ALMACENADO .

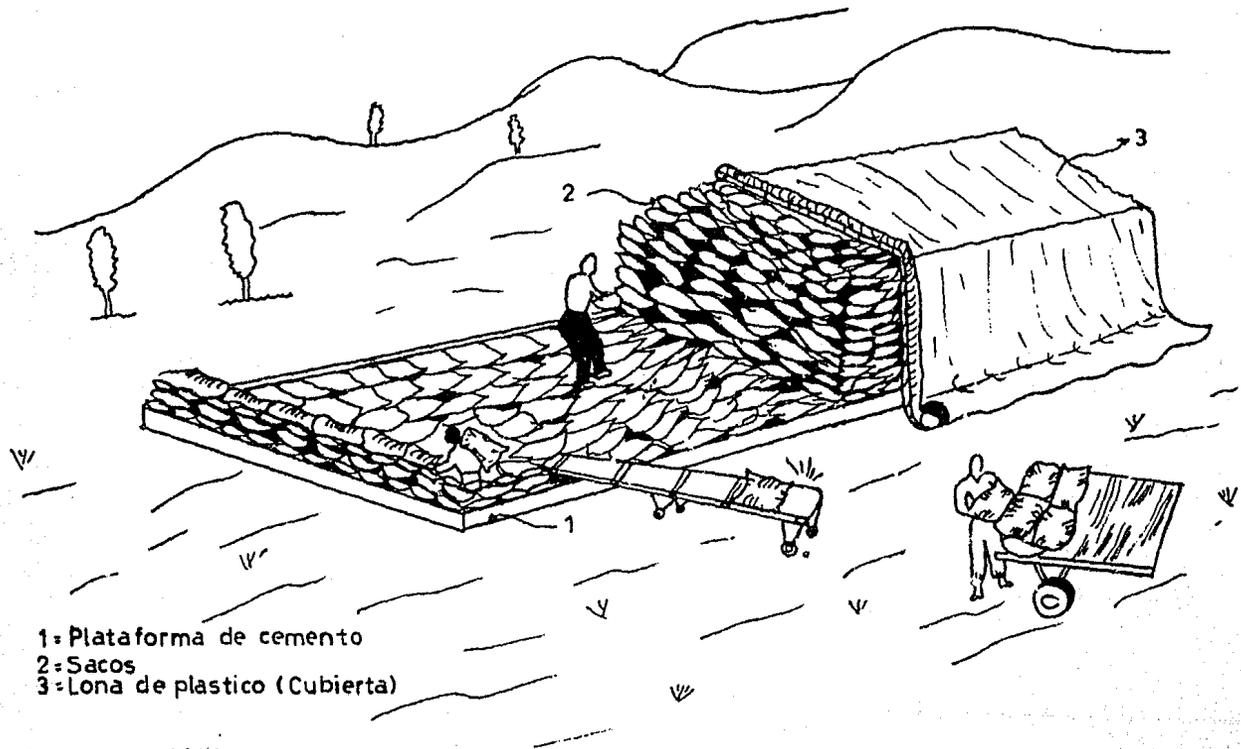
Para prolongar el tiempo de almacenamiento y conservar la calidad del arroz palay , es esencial el manejo cuidadoso -

FIGURA 7 . DIAGRAMA DE FLUJO DE UNA 'INSTALACION DE SECADO Y ALMACENAMIENTO.



- To = Tolva de recepción
- P = Prelimpia
- E = Elevadores
- S = Secadora
- Se= Silos de almacenamiento de espera.
- Sa= Silos de atemperado
- T = Transportadores
- A = Almacén

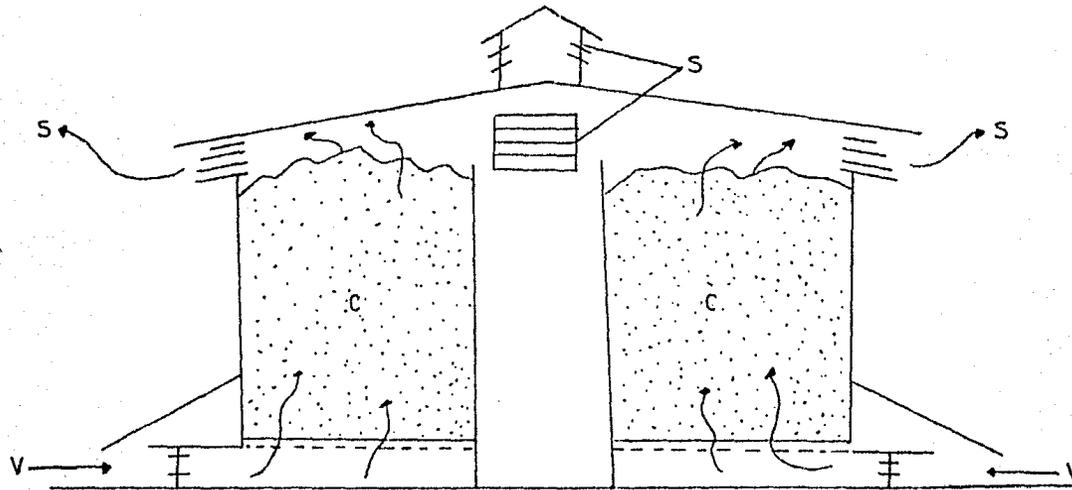
FIGURA 8 . INSTALACION DE ALMACENAMIENTO A LA INTEMPERIE<sup>(1)</sup>



- 1= Plataforma de cemento
- 2= Sacos
- 3= Lona de plastico (Cubierta)

(1) Meyer, 1981.

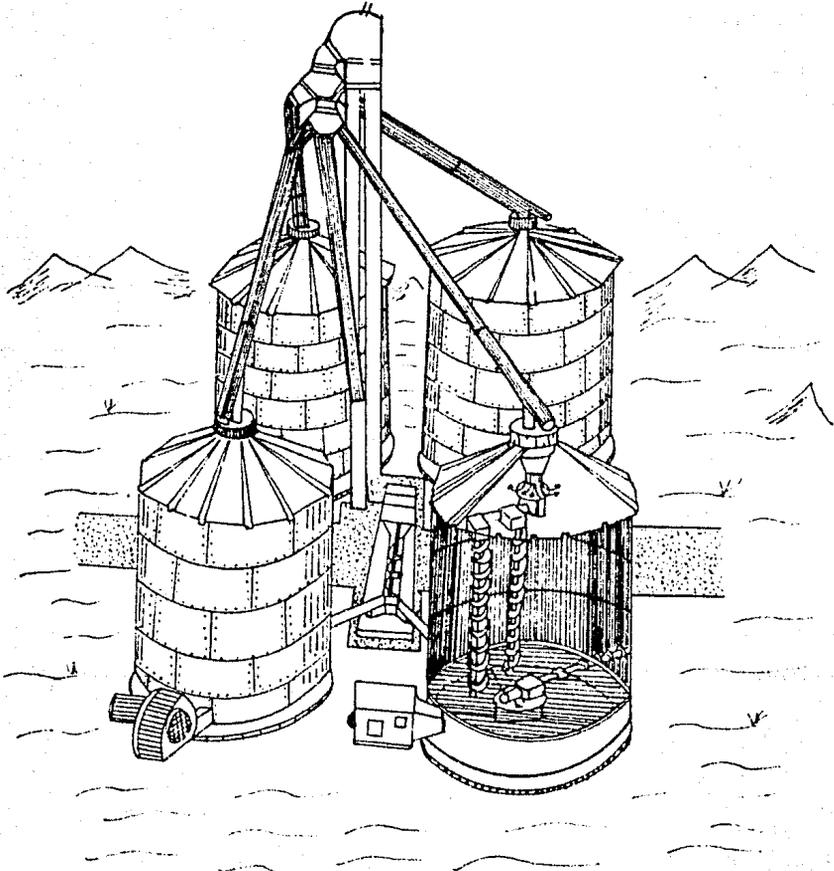
FIGURA 9 . INSTALACION DE ALMACENAMIENTO HORIZONTAL<sup>(1)</sup>



V = Ventiladores  
S = Salida de aire  
C = Carga de arroz

(1) Contin, 1979.

FIGURA 10 . INSTALACION DE UN ALMACEN ALTAMENTE MECANIZADO.<sup>(1)</sup>



(1) Meyer, 1981.

de las instalaciones y equipo de almacenamiento ; con éste fin debe inspeccionarse con frecuencia las instalaciones , para poder detectar a tiempo , el proceso de desarrollo de cualquier infestación que tenga influencia sobre el grano. ( Contin , 1979 ) . Lo que menos frecuentemente se evalúa , es la pérdida de calidad , también muy importante. Duvan ha estimado que a nivel mundial , se pierden anualmente , - - hasta 100 millones de toneladas métricas de cereal , debido al mal manejo y el uso de métodos inadecuados de almacenamiento .

Publicaciones recientes , ( Hall , 1981 ) indican que las pérdidas durante el almacenamiento para Arroz , Trigo , - - Centeno y Cebada son del 4.5 % y para Maíz y Sorgo del 6.0 % .

Apesar de lo señalado , en México , donde el arroz ocupa un lugar importante aunque no primordial en el consumo de la población ; se carece a la fecha de una evaluación hecha con precisión experimental , acerca de los tipos de instalaciones disponibles para almacenar el arroz palay , de las prácticas del almacenamiento y aún más del efecto que está teniendo sobre la conservación del grano . Disponer de datos objetivos y precisos , que indiquen cuales son los factores , si existen , que están conduciendo a pérdidas materiales o de calidad del arroz almacenado ; es un punto de partida recomendable para establecer estrategias de mejora técnica de dicho proceso .

Por lo anterior y considerando que el almacenamiento es -

una etapa importante post-cosecha , que es determinante en la conservación cualitativa y cuantitativa del arroz , - se hace necesario realizar una evaluación de la calidad - - durante el almacenamiento .

## II . OBJETIVOS

- 1.- Identificar los tipos de almacenes disponibles en las instalaciones industriales , objeto de éste estudio .
  
- 2.- Recopilar información sobre la práctica del almacenamiento del arroz palay en las instalaciones bajo estudio.
  
- 3.- Evaluar las modificaciones , en atributos particulares de calidad del grano de arroz , que experimentan durante el almacenamiento.

### III . PLAN DE TRABAJO

Para cubrir los objetivos señalados anteriormente se elaboró el siguiente plan de trabajo .

1. IDENTIFICAR LOS TIPOS DE ALMACENES DISPONIBLES EN LAS -  
INSTALACIONES INDUSTRIALES .
  - 1.1 Seleccionar las instalaciones .
  - 1.2 Elaborar diagramas de la distribución de áreas en las -  
instalaciones evaluadas.
  - 1.3 Identificar las principales características constructi -  
vas y de equipamiento en los almacenes.
  
2. RECOPIRAR INFORMACION SOBRE LA PRACTICA DEL ALMACENAMIEN  
TO DEL ARROZ PALAY , EN LAS INSTALACIONES BAJO ESTUDIO.
  - 2.1 Determinar las condiciones de temperatura y humedad del  
arroz palay almacenado.
  - 2.2 Determinar algunas características de la práctica del -  
almacenamiento industrial .
  
3. EVALUAR LAS MODIFICACIONES , EN ATRIBUTOS PARTICULARES -  
DE CALIDAD DEL GRANO DE ARROZ , QUE EXPERIMENTAN DURANTE  
EL ALMACENAMIENTO .

- 3.1 Recepción y registro de muestras .
- 3.2 Determinar los componentes físicos en el arroz palay.
- 3.3 Evaluar la calidad molinera .
- 3.5 Determinar los componentes físicos en arroz pulido .

#### IV . METODOLOGIA

### 1. IDENTIFICACION DE LOS TIPOS DE ALMACENES .

#### 1.1 Instalaciones seleccionadas .

Para el estudio se seleccionaron cuatro instalaciones - industriales , las cuales se consideraron representativas - de aquellas que almacenan arroz palay variedad Navolato - A 71 . Tres de éstas se localizan en Sinaloa y una en -- Campeche .

#### 1.2 Elaboración de los diagramas de la distribución de áreas en las instalaciones .

Para la elaboración de éstos diagramas se realizaron visitas , a los molinos en estudio , donde se recorrieron las - instalaciones observando y anotando la distribución de las - áreas que las constituyen .

#### 1.3 Identificación de las principales características cons - tructivas y de equipamiento.

Para reunir esta información se realizaron visitas a las instalaciones , y por medio de entrevistas con técnicos , se recopiló información sobre :

- a) Capacidad Instalada.
- b) Tiempo de uso del Almacén .

- c) Tipo de almacenamiento .
- d) Forma de almacenamiento.
- e) Material de construcción  
(pisos , paredes , techo .)
- f) Ventilación .
- g) Iluminación .
- h) Mecanización .  
( carga y descarga)
- i) Equipo de aereación .

2. RECOPIRAR INFORMACION SOBRE LA PRACTICA DEL ALMACENAMIENTO DEL ARROZ PALAY , EN LAS INSTALACIONES BAJO ESTUDIO.

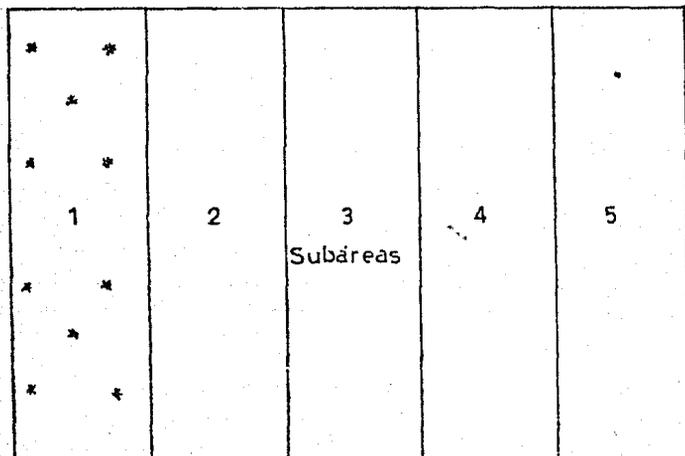
2.1 Determinación de las condiciones de temperatura y humedad del arroz palay almacenado.

a) Toma de muestra .

Para la toma de muestra se dividió el almacén en subáreas, con objeto de caracterizar con más precisión las muestras de laboratorio ; como se muestra en la Figura 11. En cada subárea se tomaron diez muestras primarias , las cuales se mezclaron para obtener una muestra correspondiente a cada una de éstas .

Con el fin de reducir el tamaño de la muestra y obtener la muestra para el laboratorio; se practicó el cuarteo , primeramente se extendió sobre una lona y se mezcló , pues se formaron cuatro montones , y mezclando dos diago -

FIGURA 11 . PUNTOS DE TOMA DE MUESTRA EN EL ALMACEN .



\* Toma de muestras primarias.

nalmente opuestos y eliminando los otros dos , posteriormente se extendieron los ya mezclados volviendo a formar cuatro montones , y así sucesivamente , hasta que el tamaño de la muestra fué de aproximadamente de un kilogramo .

Las muestras se colocaron en bolsas de plástico. El muestreo se realizó con ayuda de un toma-muestra cilíndrico de dos metros de longitud , de doble pared y de ranurado múltiple a través de toda la longitud del tubo , y con control de abertura .

La toma de muestra se hizo en intervalos de tiempo de un mes durante un periodo de tres meses .

b) Determinación de la temperatura de arroz palay almacenado.

Las muestras tomadas de las cinco subáreas en los almacenes , se les determinó la temperatura , mediante un termómetro de mercurio en el momento de la obtención de la muestra.

c) Determinación de humedad del arroz palay almacenado .

La humedad de las muestras fué registrada utilizando una determinadora rápida de humedad, modelo BURROWS DIGITAL 700.

2.2 Determinar algunas características de la práctica del almacenamiento industrial .

Se visitaron los almacenes y se investigó sobre el equipo para determinar la temperatura y humedad , y los progra -

mas para el control de estos parametros .

También se reunió información sobre los sistemas de limpieza , fumigación , control de roedores y aves , y sobre los sistemas y práctica de la aereación .

### 3. EVALUACION DE LAS MODIFICACIONES EN ATRIBUTOS PARTICULARES DE CALIDAD DEL GRANO DE ARROZ , QUE EXPERIMENTAN DURANTE-EL ALMACENAMIENTO .

Para evaluar la calidad del grano de arroz durante el -- almacenamiento , fué necesario realizar una inspección de -- componentes físicos en el arroz palay , así como la evalua -- ción de la calidad molinera y de componentes físicos en -- arroz pulido ; ya que la calidad , se ve reflejada en el -- rendimiento de arroz pulido y en los deféctos que presenta el grano ya pulido .

#### 3.1 Recepción y registro de muestras en el laboratorio .

Las muestras al llegar al laboratorio se desempacaron y se agruparon por molino , revisando el estado de la muestra. Las muestras ya revisadas y agrupadas, se les determino humedad , en una determinadora rápida .

Las muestras que presentaron humedad en exceso, se "OREARON". a la sombra y a temperatura ambiente , hasta reducir la -- humedad a 12 - 13 % . Posteriormente se registraron en una -- libreta de control , anotando lugar de procedencia, nombre -- del molino , fecha de muestreo , punto donde se tomo la mues-

tra , humedad y temperatura de la muestra .

### 3.2 Tratamiento de muestras .

Una vez obtenidas las muestras fué necesario conservarlas lo mejor posible , libre de insectos y desarrollo de microorganismos . El tratamiento de conservación consistió en la aplicación de fumigante , usando PHOSTOXIN , y la forma de realizar la fumigación fué :

En una cámara con cierre hermético se colocaron las muestras en sacos de manta , colocandolos de tal manera que se favoreciera la penetración del gas en la muestra .

Posteriormente se colocó el fumigante solido; el cual forma una atmósfera letal para microorganismos- insectos.

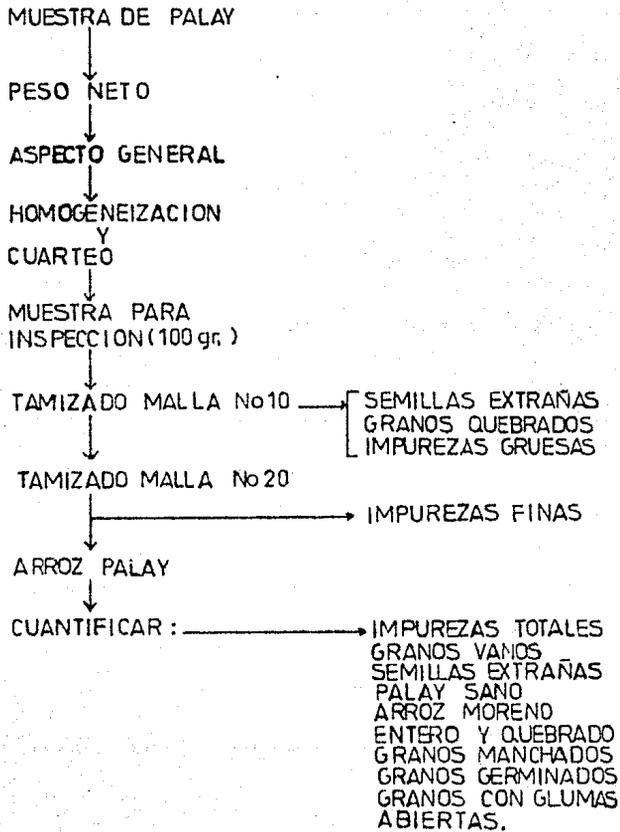
Una vez que las muestras fueron fumigadas , se almacenaron manteniendo las condiciones ambientales sin mucha variación . Para tener un mejor control del almacenamiento se colocó un higrómetro y un termómetro dentro del almacén del laboratorio , llevando una memoria escrita de humedad relativa y temperatura .

### 3.3 Determinación de componentes físicos en el arroz palay .

#### a) Procedimiento general .

La determinación de componentes físicos en el arroz palay, se realizó en cada una de las muestras recibidas y conservadas como se indica en los apartados anteriores , utilizando el procedimiento presentado en la Figura 12.

FIGURA 12. METODOLOGIA PARA LA INSPECCION DE ARROZ PALAY.



b) Aspecto general .

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

Se hace poniendo la muestra sobre una cartulina contrastante para su observación .

c) Homogeneización y cuarteo .

Consiste en un mezclado intenso , en un recipiente grande ; después de este mezclado se procede a cuartear, consistiendo éste , en extender la muestra sobre una cartulina y dividiendo en cuatro porciones , juntando dos porciones - - opuestas , y así sucesivamente hasta que las porciones completen aproximadamente 100 gr. separandose cada una para su inspección.

d) Muestra para inspección .

De cada una de las muestras que se separaron se pesaron 100 gr. , tomando por triplicado cada muestra.

e) Tamizado .

Esta operación sirve para separar impurezas pequeñas que atraviesen el tamiz No. 10 y 20 . Dichas impurezas consisten en semillas extrañas , granos quebrados y polvos finos. El equipo utilizado para el tamizado fué : Portable Sieve - Shaker Modelo R X 24 .W . S . Tyler, Inc.

Tiene un movimiento vibratorio regular que facilita el - -

tamizado de la muestra . El tiempo de tamizado fué de un minuto.

f) Aspiración .

El arroz palay se pasa por un separador neumático marca - H . T . Mc. Gill, Inc. Laboratorio Aspirator . La fracción que separa éste aspirador consiste en granos vanos, que una vez colectados se rectifican manualmente, para separar arroz palay que haya pasado.

g) Producto principal a la salida de la aspiración .

Este arroz palay se rectifica manualmente para separar - - cualquier impureza o material extraño de los ya mencionados, y además se separan granos de palay aparentemente sanos pero que tengan glumas abiertas, y también se separan granos de arroz - germinado .

Todas las rectificaciones se hacen sobre un tablero con fondo-azul y superficie de vidrio , para facilitar la identificación de las fracciones.

Una vez que el arroz palay es inspeccionado ,se juntan las --- tres muestras de arroz limpio , y se complementa a 300 gr. ; - se les determina humedad y se divide en tres partes, ( 100 gr.) para determinar su calidad molinera .

### 3.4 Metodología para la evaluación de la calidad molinera.

a) Procedimiento general.

La muestra de arroz palay limpio se sometió a un tratamiento de elaboración a nivel laboratorio bajo el procedimiento que-

se muestra en la Figura 13.

b) Descascarillado .

Se utilizó una descascarilladora modelo Mc. Gill Sheller - No. 580 , de rodillos que giran sobre ejes horizontales paralelos a velocidad diferencial , y con aspiración de la cascarrilla. La descascarilladora se ajustó para que el 90 % del arroz palay , aproximadamente fuese descascarillado; el tiempo de ésta operación fué de un minuto.

c) Blanqueo y grado de blanqueo .

El blanqueo del grano se realizó en un molino de muestras, Machine per Riserie-Essiccatoi , Modelo 1982 ,Colombini & C.S.N.C. , Abbiategrosso .

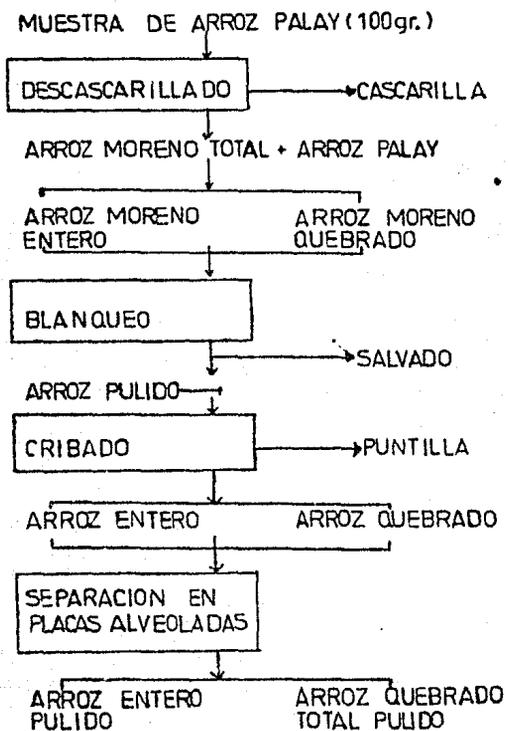
El tiempo de blanqueo se fijó sobre la base de aproximadamente 10 % de salvado eliminado , y el tiempo fué de 80segundos. El grado de blanqueo se realizó utilizando el reactivo de MAY-GRUNWALD (solución acuosa de azul de metileno y solución acuosa de eosina amarilla ). A dos gramos de arroz pulido ó blanco se le agregan 5 ml. del reactivo de M.G. agitando suavemente dos minutos , se decanta y se lava tres veces con 5ml. de alcohol metílico , se decanta y se pone a secar , luego se cuantifican por el área del grano coloreada en verde -azul(Color del salvado ).

d) Clasificación de arroz.

El arroz obtenido de la elaboración , se selecciono, clasificandolo por arroz entero y quebrado .

El arroz entero se separo del quebrado con ayuda de un cilin-

FIGURA 13. METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE LA CALIDAD MOLINERA.



dro con paredes alveoladas circulares de 5mm. de diámetro, y se rectificó manualmente .

El medio grano y granillo se separó con un cilindro alveolado de 3mm. de diámetro ; y la puntilla con un tamiz de 2mm. de diámetro.

### 3.5 Metodología para la determinación de componentes físicos en arroz pulido .

#### a) Procedimiento general .

Las tres muestras de arroz pulido ó blanco , que contenían cada una , arroz entero , medio grano , granillo y puntilla se sometieron a una separación de defectos bajo el procedimiento de la Figura 14 .

#### b) Inspección y separación de defectos .

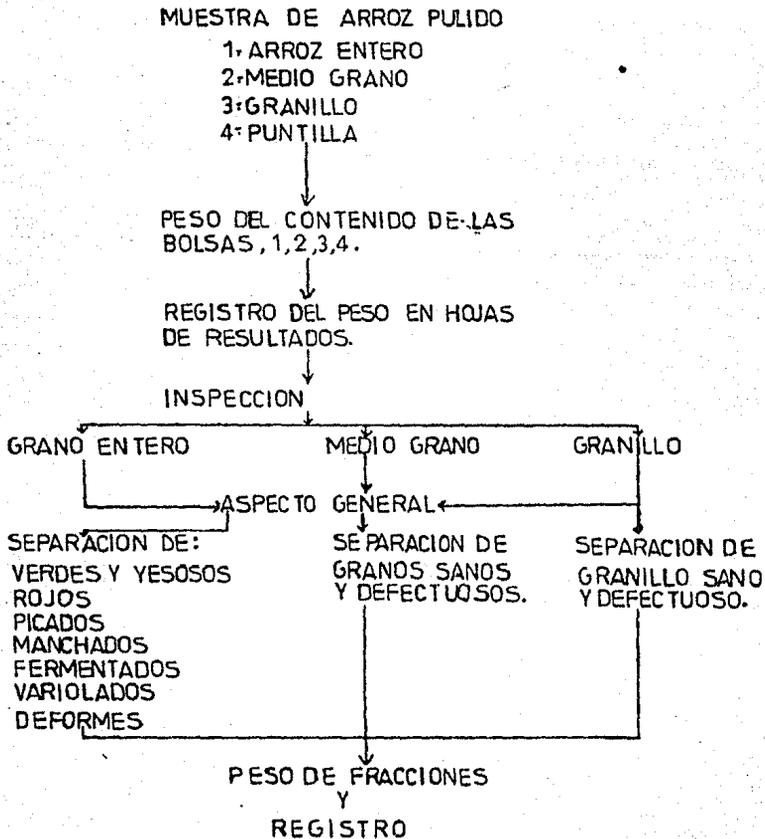
A las muestras se les observó su aspecto general , especialmente el color que presentaron después de la elaboración, y los defectos más evidentes.

Posteriormente se seleccionaron granos verdes y yesosos , rojos , picados , manchados , fermentados , variolados , deformes; haciéndose ésta determinación en arroz entero .

En muestras de medio grano y granillo , únicamente se separaron granos sanos y defectuosos.

La separación de éstos defectos se realizó manualmente , sobre tableros contruidos de vidrio con un marco de madera y fondo de papel azul.

FIGURA 14 METODOLOGIA PARA LA INSPECCION DE ARROZ PULIDO.



c) Peso de fracciones y registro .

Las fracciones de arroz obtenidas , con cada uno de los - defectos , se pesaron en balanza electronica METTLER INSTRUMENT Modelo PB 300. ; y los pesos se registraron en hojas de resultados.

## V. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

### 1. TIPOS DE ALMACENES DISPONIBLES EN LAS INSTALACIONES INDUSTRIALES.

#### 1.1 Diagramas de distribución de áreas .

La localización y diagramas de las instalaciones de almacenamiento , en los molinos evaluados experimentalmente se muestran en las Figuras 15 a 18 , y las claves en el Cuadro 9 .

El análisis de la distribución de áreas permite algunas observaciones de interés. No parece haber una distribución regular de las estructuras de almacenamiento dentro de los molinos, lo que puede ser el reflejo de un crecimiento poco planificado. Este crecimiento se ha realizado a través de la adición de nuevas estructuras, sin que se observe un modelo común ó que obedezca a lineamientos técnicos , en alguno de los cuatro molinos .

En general se observó , que las estructuras de almacenamiento se encuentran junto a las secadoras y retiradas una distancia considerable de la sección de elaboración ; en algunos molinos se observó que se requería transportar en camiones el grano a la sección de elaboración ; situación que puede contribuir al rompimiento del grano , reduciendo su calidad molinera , y al incremento de los costos de producción .

También se pudo ver que el porcentaje de la superficie

FIGURA 15. DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE AREAS EN MOLINO 1 .

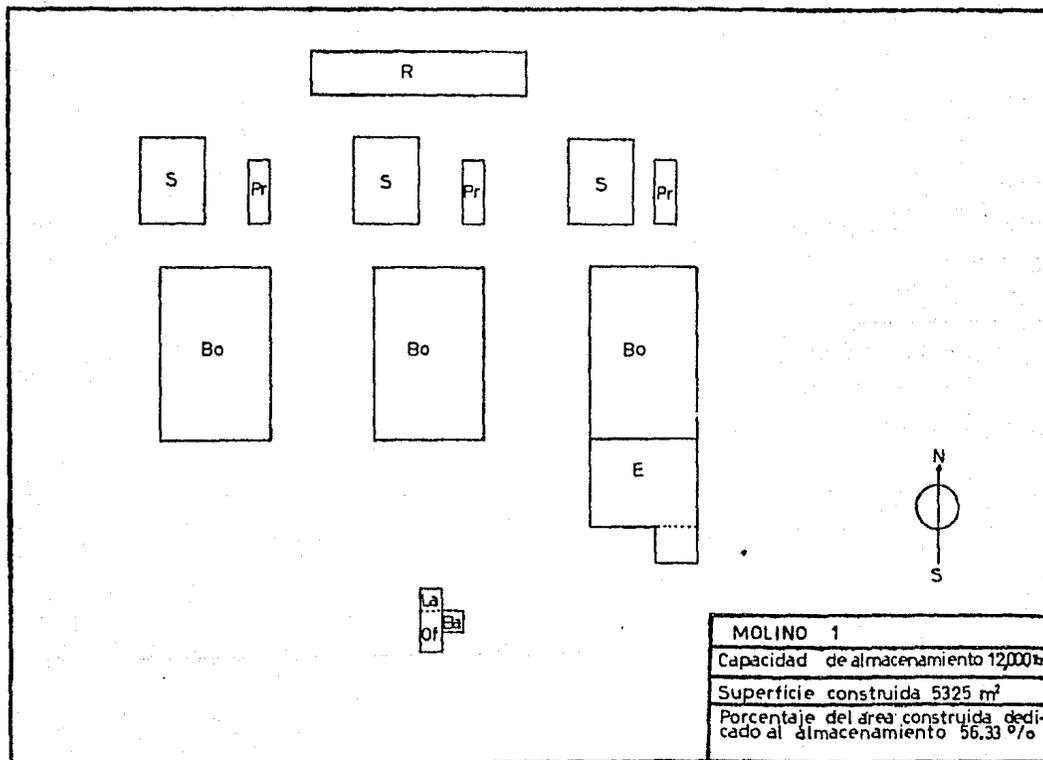


FIGURA 16 .DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE AREAS EN MOLINO 2 .

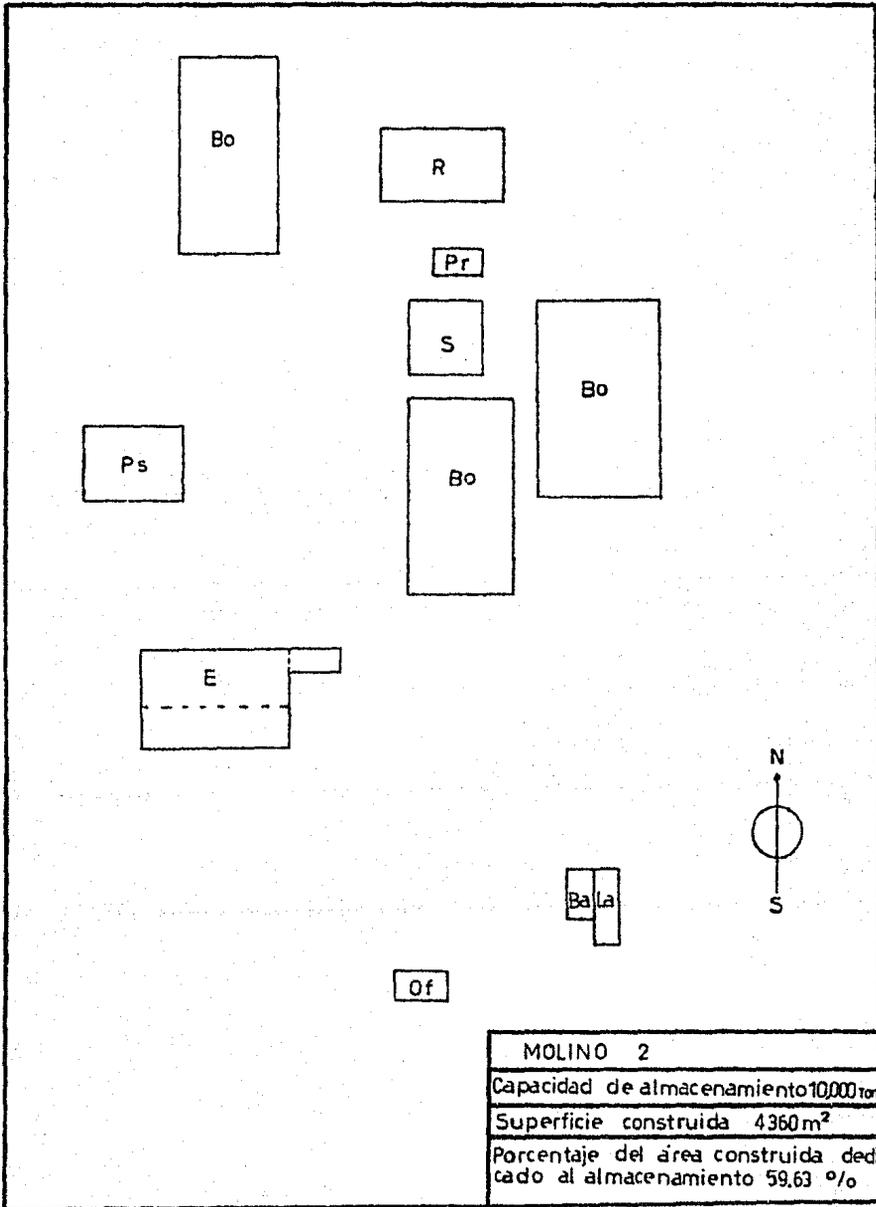


FIGURA 17 .DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE AREAS EN MOLINO 3 .

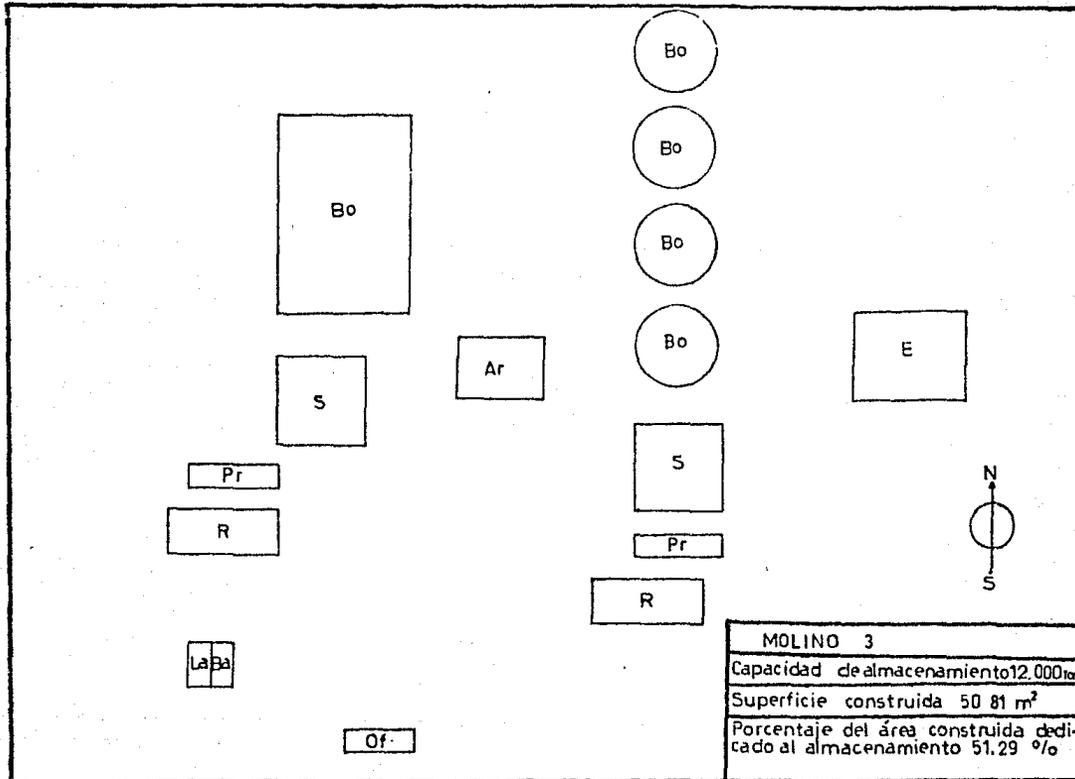
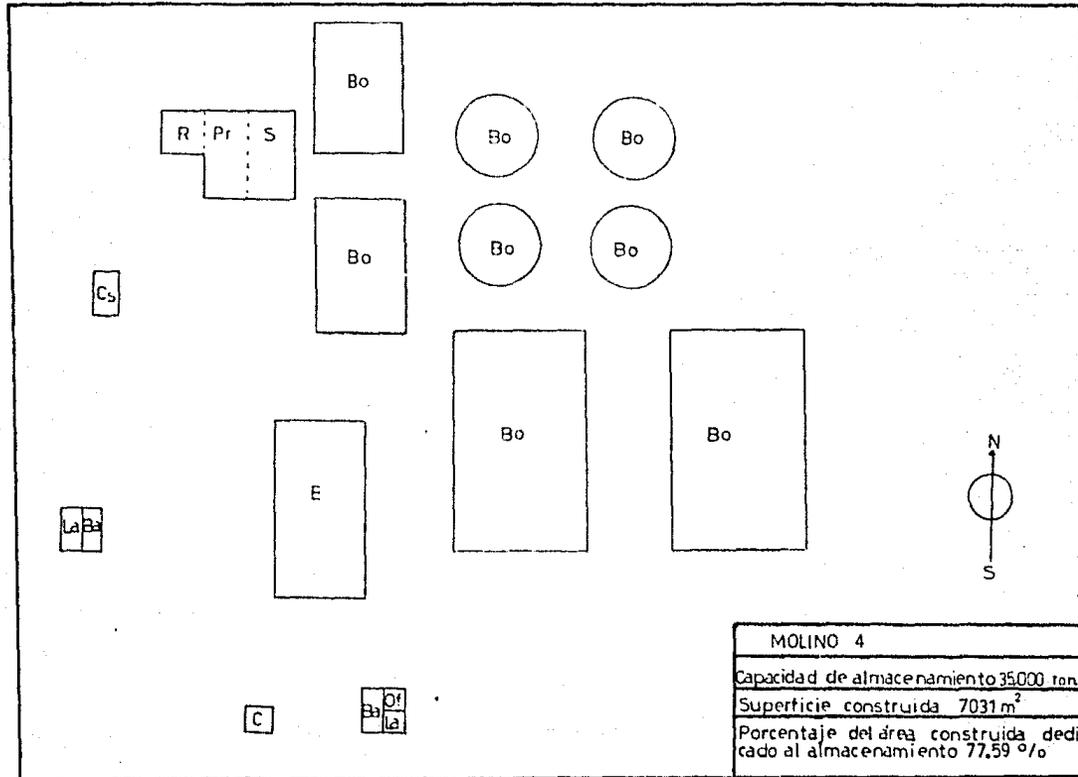


FIGURA 18 .DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE AREAS EN MOLINO 4 .



CUADRO 9 . CLAVES UTILIZADAS EN LOS DIAGRAMAS.

- Of = Oficina.
- La = Laboratorio.
- Ba = Báscula.
- C = Caseta de vigilancia.
- Cs = Cisterna.
- Ar = Almacén de repuestos.
- Ps = Planta de sancochado.
- Bo = Bodega de almacenamiento de arroz palay.
- E = Elaboración.
- S = Secado.
- Pr = Prelimpia.
- R = Recepción

construida dedicada al almacenamiento , es superior al 50.0% en tres molinos , y en el caso del molino 4 llegó al 77.59%, aspecto que viene a constatar la importancia que presentan las instalaciones de almacenamiento , dentro de los molinos-arroceros.

## 1.2 Tipos de almacenes , características constructivas y de equipamiento .

En el Cuadro 10, 11 , y 12 , se consigna la información obtenida de las características constructivas y de equipamiento básicas de las instalaciones de almacenamiento estudiadas .

La capacidad instalada de almacenamiento del arroz palay , - según datos recopilados es de , 10,000 Ton. para el molino-2; 12,000 Ton. con respecto al molino 1 y 3 , y 35,000 Ton.- para el molino 4 ; considerandose suficiente para cubrir la demanda de almacenamiento en éstos molinos .

Observaciones hechas al tipo y forma de almacenamiento utilizado , indican que el tipo de almacenamiento generalmente es horizontal ; aunque también se encontró el tipo vertical - - presentado en los molinos 3 y 4 .

La forma de almacenar el palay , normalmente en los cuatro - molinos evaluados se hace a granel .

Con relación al material de construcción de pisos , paredes y techos se encontró , que el techo de todas las instalaciones es de lámina metálica acanalada de dos aguas , los pisos de concreto y las paredes de ladrillo sin aplanar , -

CUADRO 10 . CARACTERISTICAS BASICAS DE LAS INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO ESTUDIADAS.

MOLINO	CAPACIDAD INSTALADA	TIEMPO DE USO DEL ALMACEN	TIPO DE ALMACENAMIENTO	FORMA DE ALMACENAR
1	12,000 Ton.	Enero / Agosto.	Horizontal.	Granel.
2	10,000 Ton.	Enero / Agosto.	Horizontal.	Granel.
3	12,000 Ton.	Enero / Agosto.	Horizontal Y Vertical.	Granel.
4	35,000 Ton.	Diciembre / Diciembre del año siguiente.	Horizontal Y Vertical (en construcción).	Granel.

CUADRO 11 . CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES Y DE EQUIPAMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO.

MOLINO	MATERIAL DE CONSTRUCCION			VENTILACION
	TECHO	PISO	PAREDES	
1	Lámina metálica acanalada dos aguas.	Cemento.	Ladrillo sin aplanar.	Entre pared y alero. En una de las cabeceras, por clarías laterales.
2	Lámina metálica acanalada dos aguas.	Cemento.	Ladrillo sin aplanar.	Entre pared y alero.
3	Lámina metálica acanalada dos aguas. Y de perfil conico.	Cemento y metal.	Ladrillo sin aplanar y metal.	Entre pared y alero.
4	Lámina metálica acanalada dos aguas.	Cemento y metal.	Ladrillo sin aplanar y metal.	Entre pared y alero.

Aplanar. (cubrir con una mezcla cemento\_arena los ladrillos, para dejar la superficie lisa.)

CUADRO 12. CARACTERISTICAS DE EQUIPAMIENTO DE LAS  
INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO.

MOLINO	ILUMINACION	AEREACION	TIPO DE MECANIZACION	
			CARGA	DESCARGA
1	Deficiente	Ductos semicirculares bajo el piso, hechos de tela de mosquitero. Ventiladores axiales.	Elevadores de cangilones y gusano elevado.	Gusano subterráneo, elevador de cangilones y gusano elevado.
2	Deficiente	Ductos semicirculares bajo el piso, hechos de tela de mosquitero. Ventiladores axiales.	Elevador de cangilones y gusano elevado.	Gusano subterráneo, elevador de cangilones y gusano elevado.
3	Deficiente	Ductos semicirculares bajo el piso, hechos de tela de mosquitero. Ventiladores axiales.	Elevador de cangilones y gusano elevado.	Gusano subterráneo, elevador de cangilones y gusano elevado.
4	Deficiente	Ductos semicirculares bajo el piso, hechos de tela de mosquitero. Ventiladores axiales.	Elevador de cangilones y gusano elevado.	Gusano subterráneo, elevador de cangilones y gusano elevado.

aunque en el molino 3 y 4 , los silos verticales tenían - - paredes de metal .

Es importante hacer notar , que debido a que los almacenes - presentaron paredes sin aplanar ; característica que hace - muy difícil una adecuada limpieza , ya que el polvo y los - huevecillos de de insectos y mohos se depositan dentro de - los espacios de entre los ladrillos .

Otro aspecto importante que se debe señalar , es con refe-- rencia al techo de lámina metálica. Este tipo de techo , - crea en algunas horas del día condiciones elevadas de tem- peratura y bajas humedades relativas , 40<sup>o</sup>C , 20 % respecti- vamente , y bajas temperaturas en la noche , lo que asociado con una bodega muy llena ; hace que el grano de la superfi - cie esté muy cercano del techo , lo que puede traer como - - consecuencia alteraciones en la calidad del grano , ya que - puede crear condiciones para el desarrollo de hongos e insec tos , y para provocar estrellamiento en los granos .

La información reunida sobre la ventilación indica que en las cuatro instalaciones , se tienen grandes claros de venti- lación , los cuales , no tienen posibilidades de cerrarse ó abrirse , según necesidades ; constituyendo un riesgo no só lo para pérdida ó ganancia de humedad , sino también para - el acceso de roedores y aves.

La disponibilidad de una iluminación adecuada en el almacén es importante , ya que ayuda a observar ó descubrir a tiem- po alguna infestación , acceso de roedores y aves , altera - ciones del propio grano ó deterioro de la instalación .La - información recopilada al respecto indica , que la ilumina -

ción en los almacenes evaluados es deficiente, debido a que contiene algunas lamparas de neón y láminas transparentes - colocadas en el techo, considerando que no son suficientes - para proporcionar la iluminación adecuada a los almacenes. El sistema de aereación presentado en los molinos, generalmente está constituido por ventiladores axiales y ductos - semicirculares bajo el piso; considerando que éstos sistemas no son suficientes para mantener el grano con una - - adecuada humedad.

Los resultados sobre la mecanización, revelan que los cuatro molinos son mecanizados en la carga y descarga del - palay, destacandose el hecho de que aunque mecanizada tanto la carga como la descarga, no lo es en un cien porciento - debido a la falta de lanzadoras (Sistema mecanico que lanza - el arroz a cualquier área del almacén) para la carga y de barredoras para la descarga, que ayuden a una mejor distribución de la masa de granos; aumentando la eficiencia de - éstas operaciones.

## 2. RECOPIACION DE INFORMACION SOBRE LA PRACTICA DEL ALMACENAMIENTO DEL ARROZ PALAY.

### 2.1 Condiciones de temperatura y humedad del arroz palay almacenado.

En los Cuadros 13 y 14, se encuentran los resultados de la determinación de temperatura y humedad del arroz palay - almacenado.

CUADRO 13. TEMPERATURAS DE ARROZ PALAY TOMADAS EN LAS INSTALACIONES INDUSTRIALES.

MOLINO	CONDICIONES INICIALES DE ALMACENAMIENTO.			TIEMPO DE ALMACENAMIENTO								
				UN MES			DOS MESES			TRES MESES		
	TEMPERATURA (°C)			TEMPERATURA (°C)			TEMPERATURA (°C)			TEMPERATURA (°C)		
	MIN.	MAX.	PROMEDIO	MIN.	MAX.	PROMEDIO	MIN.	MAX.	PROMEDIO	MIN.	MAX.	PROMEDIO
1	22.7	30.0	22.0	22.7	22.7	22.7	26.6	30.0	26.0	28.8	32.2	28.8
2	22.0	24.0	22.0	-	-	-	26.0	27.5	26.0	26.0	28.0	28.0
3	20.0	24.0	20.0	28.0	30.3	28.0	23.8	34.4	28.8	-	-	-
4	24.0	28.5	24.0	26.0	26.0	26.0	32.0	34.0	34.0	-	-	-

CUADRO 14. HUMEDADES DE ARROZ PALAY ALMACENADO EN LAS INSTALACIONES EVALUADAS.

MOLINO	CONDICIONES INICIALES DE ALMACENAMIENTO.	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO		
		UN MES	DOS MESES	TRES MESES
	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	12.1	15.8	12.16	11.8
2	13.7	13.75	—	11.5
3	14.1	13.7	12.77	12.3
4	13.7	13.8	12.7	12.0

La temperatura promedio con que almacenan el palay en los molinos evaluados , se encontró que va de 20.0°C a 24.0°C , y la humedad de almacenamiento de 12.1 % a 14.1 %.

Se observó que la temperatura tiende a elevarse a lo largo del periodo de almacenamiento , a valores promedio de 28.8°C a 34.0°C ; mientras que la humedad disminuye , registrandose valores de 11. 8 % a 12.3 % .

Esta situación es debida a las condiciones climáticas de la zona , y a la falta de una inspección periódica de los almacenes , que puedan detectar a tiempo aumentos de temperatura y , con una adecuada aereación reducir éstos incrementos , asegurando una mejor conservación del grano .

Los datos de humedad indican que la disminución que se presentó en los cuatro molinos , aunque pequeña , no deja de ser importante ya que puede tener un efecto en la calidad molinera , debido a que ésta disminuye conforme se empieza a descender del 13.0 % . ( Steffe Et, Al. ,1980.)

## 2.2 Práctica del almacenamiento en la industria .

Estos resultados se pueden observar en los Cuadros 15 y 16 .

Los datos recogidos indican que en ninguno de los molinos , hay un sistema instrumental permanente de medición y registro de temperatura y /o humedad del grano almacenado , y que únicamente la temperatura se detecta al " Tacto " , y la humedad con determinadora rápida de humedad; pero debe -----

CUADRO 15. PRACTICA DE LA AEREAION Y SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL ARROZ EN LOS ALMACENES EVALUADOS.

MOLINO	SISTEMA DE CONTROL DE HUMEDAD Y TEMPERATURA.	PRACTICA DE LA AEREAION.
1	No hay un sistema establecido de control de temperatura y humedad. Se toman muestras eventualmente, sin registrar la T. y H., en pocas ocasiones sólo se detecta la temperatura al "Tacto".	Se extrae aire durante las 24 horas, todo el tiempo que está el grano almacenado.
2	Se mide la humedad del grano en diferentes puntos de la bodega. La temperatura sólo se detecta al "Tacto".	Extracción las primeras 4 semanas, a partir del momento que se llena la bodega, durante las 24 horas. Posteriormente sólo cuando se detectan puntos calientes.
3	Sólo se detecta la temperatura al "Tacto".	Sólo las primeras semanas se aerea las 24 horas del día. Después es variable.
4	Se mide la humedad del grano en diferentes puntos de la bodega. No hay registros escritos.	La aereacion es muy fortuita.

CUADRO 16. PRACTICAS SANITARIAS Y CONTROL DE PLAGAS DURANTE EL ALMACNAMIENTO DE ARROZ PALAY.

MOLINO	LIMPIEZA	FUMIGACION	CONTROL DE ROEDORES	CONTROL DE AVES
1	Solo se barre el piso.	Se utilizan insecticidas. El insecticida es rociado sobre la superficie de la masa de granos, cuando se observan gorgojos o palomillas.	Uso de Venenos.(1)	No hay.
2	Solo se barre el piso.	Se utilizan insecticidas. El insecticida es rociado sobre la superficie de la masa de granos, cuando se observan gorgojos o palomillas.	Uso de Venenos.	No hay.
3	Solo se barre el piso.	Se utilizan insecticidas. El insecticida es rociado sobre la superficie de la masa de granos, cuando se observan gorgojos o palomillas.	Uso de Venenos.	No hay.
4	Solo se barre el piso.	Se utilizan insecticidas. El insecticida es rociado sobre la superficie de la masa de granos, cuando se observan gorgojos o palomillas.	Uso de Venenos.	No hay.

(1) El mas usado es el fluoracetato de sodio llamado 1080.

señalarse que éstos registros se realizan eventualmente y no se lleva un registro riguroso de ellos .

Esta situación pone de manifiesto una notable falta de atención en conocer periodicamente cual es la condición que -- tiene el grano almacenado , que permita detectar con oportunidad cambios en las condiciones del grano y poner en práctica los recursos técnicos disponibles en la instalación , -- para evitar alteraciones indeseables en la calidad y disminuir las mermas materiales.

Los resultados sobre sistemas de aereación revelan, como -- aspecto más importante , que la metodología no está establecida. Notable es la ausencia de higrógrafos que permitan -- conocer la hora adecuada para aerear , extrayendo el aire -- de la superficie del grano , con una humedad relativa baja , como 20 ó 30% y temperatura tan elevada como 43°C ; hecho -- que conduce a secado y calentamiento en el día y humidificación por la noche , cuando menos en las capas superiores.

La limpieza que comunmente se realiza en los almacénes se limita a barrer el piso , y en pocas ocasiones aplican insecticidas de efecto residual .

Para la fumigación ya con bodega llena se utilizan insecticidas de efecto residual y con aplicación superficial , -- pero la práctica de ésta es muy eventual y solo se realiza -- cuando se observan gorgojos ó palomillas .

Para el control de roedores se utilizan venenos de acción -- rápida , colocados sobre cebo en concentraciones suficientes para matar el animal con una sola dosis. Los venenos de uso -- corriente son el óxido arsenioso, fosfuro de zinc, y el más --

usado en las instalaciones evaluadas es el fluoracetato de sodio ó 1080 .

Con respecto a los sistemas para el control de aves en las instalaciones de almacenamiento , se observó que en ninguno de los cuatro molinos contaba con sistemas para limitar ó impedir el acceso de aves a la masa de arroz almacenado.

### 3. EVALUACION DE LOS CAMBIOS DE ATRIBUTOS DE CALIDAD DEL GRANO DE ARROZ .

#### 3.1 Determinación de componentes físicos en el arroz palay.

Los resultados obtenidos en la determinación de componentes físicos en arroz palay, se muestran en los Cuadros 17 a 22.

De los componentes físicos evaluados , los que más interesante información han producido son los siguientes .

Se observó que el porcentaje de arroz palay sano, no mostró una tendencia marcada a disminuir durante el periodo de almacenamiento; y se encontraron valores dentro de un rango que va de 90.90 % a 95.50 % , Cuadros 17 a 20 , considerando que éstos porcentajes son bajos, lo que repercute en la cantidad de arroz pulido que se obtiene en la posterior elaboración del grano.

Los valores de arroz moreno total presentados en los molinos van de 0.84 % a 2.81 % , Cuadro 21 , valores que son importantes , ya que éste arroz presenta mayor facilidad para

CUADRO 17. COMPONENTES FISICOS EN MUESTRAS DE ARROZ PALAY ALMACENADO EN EL MOLINO 1.<sup>(1)</sup>

COMPONENTE	CONDICIONES INICIALES DE ALMACENAMIENTO.	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO		
		UN MES	DOS MESES	TRES MESES
ARROZ PALAY SANO.	95.50	91.86	93.12	94.90
ARROZ MORENO ENTERO.	0.397	0.940	1.03	0.63
ARROZ MORENO QUEBRADO.	0.660	1.29	1.14	0.99
ARROZ CON GLUMAS ABIERTAS.	1.24	1.89	2.10	0.81
ARROZ GERMINADO.	0.00	0.00	0.00	0.00
IMPUREZAS.	0.536	0.88	0.62	0.49
SEMILLAS EXTRAÑAS.	0.043	0.19	0.33	0.19
GRANOS VANOS.	0.951	2.38	1.50	1.33
MATERIA EXTRAÑA TOTAL.	1.487	3.45	2.45	2.10
ARROZ PALAY TOTAL.	96.74	93.75	95.22	95.71
ARROZ TOTAL.	98.22	97.20	97.67	97.81

(1) % peso, base arroz palay.

CUADRO 18 . COMPONENTES FISICOS EN MUESTRAS DE ARROZ PALAY ALMACENADO  
EN EL MOLINO 2<sup>(1)</sup>

COMPONENTE	CONDICIONES INICIALES DE ALMACENAMIENTO .	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO		
		UN MES	DOS MESES	TRES MESES
ARROZ PALAY SANO.	94.98	90.83	90.90	94.58
ARROZ MORENO ENTERO.	0.356	1.07	1.20	1.18
ARROZ MORENO QUEBRADO.	0.523	1.45	1.56	1.55
ARROZ CON GUMAS ABIERTAS.	2.12	3.10	3.99	0.87
ARROZ GERMINADO.	0.00	0.00	0.00	0.00
IMPUREZAS.	0.145	0.64	0.52	0.60
SEMILLAS EXTRAÑAS.	0.261	0.04	0.00	0.02
GRANOS VANOS.	0.780	2.35	1.45	1.18
MATERIA EXTRAÑA TOTAL.	0.925	3.03	1.97	1.79
ARROZ PALAY TOTAL .	97.10	93.93	94.89	95.45
ARROZ TOTAL .	98.02	96.96	96.86	97.24

(1) % peso , base arroz palay .

CUADRO 19 . COMPONENTES FÍSICOS EN MUESTRAS DE ARROZ PALAY ALMACENADO  
EN EL MOLINO 3<sup>(1)</sup>

COMPONENTE	CONDICIONES INICIALES DE ALMACENAMIENTO.	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO		
		UN MES	DOS MESES	TRES MESES
ARROZ PALAY SAND.	94.19	93.24	94.73	-
ARROZ MORENO ENTERO.	0.448	0.65	0.32	-
ARROZ MORENO QUEBRADO.	0.603	1.16	0.97	-
ARROZ CON GLUMAS ABIERTAS.	1.10	2.80	0.89	-
ARROZ GERMINADO.	0.00	0.00	0.00	-
IMPUREZAS.	0.67	0.78	0.59	-
SEMILLAS EXTRAÑAS	0.296	0.14	0.19	-
GRANOS VANGS.	1.17	1.73	2.40	-
MATERIA EXTRAÑA TOTAL.	1.64	2.65	3.16	-
ARROZ PALAY TOTAL.	95.29	96.04	95.61	-
ARROZ TOTAL.	96.93	98.69	98.77	-

(1) % peso, base arroz palay.

CUADRO 20 . COMPONENTES FISICOS EN MUESTRAS DE ARROZ PALAY ALMACENADO EN EL MOLINO 4<sup>(1)</sup>

COMPONENTE	CONDICIONES INICIALES DE ALMACENAMIENTO.	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO		
		UN MES	DOS MESES	TRES MESES
ARROZ PALAY SANO.	94.42	93.92	92.60	93.09
ARROZ MORENO ENTERO.	0.339	0.32	0.31	0.20
ARROZ MORENO QUEBRADO.	0.826	0.79	0.93	0.62
ARROZ CON GLUMAS ABIERTAS.	1.39	1.76	2.19	1.58
ARROZ GERMINADO.	0.00	0.00	0.00	0.00
IMPUREZAS.	0.673	0.95	0.87	0.76
SEMILLAS EXTRAÑAS.	0.191	0.00	0.19	0.23
GRANOS VANOS.	1.83	1.88	2.34	3.34
MATERIA EXTRAÑA TOTAL.	2.50	2.84	3.41	4.34
ARROZ PALAY TOTAL.	95.81	95.69	94.79	94.67
ARROZ TOTAL.	98.31	98.53	98.03	99.01

(1) % peso, base arroz palay.

CUADRO 21. CONCENTRACION DE ARROZ MORENO EN MUESTRAS DE ARROZ PALAY ALMACENADO EN LAS INSTALACIONES EVALUADAS.(1)

COMPONENTE	MOLINO															
	1				2				3				4			
	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO															
	0	UN MES	DOS MESES	TRES MESES	0	UN MES	DOS MESES	TRES MESES	0	UN MES	DOS MESES	TRES MESES	0	UN MES	DOS MESES	TRES MESES
ARROZ MORENO ENTERO	0.40	0.98	1.05	0.65	0.36	1.11	1.22	1.20	0.46	0.66	0.33	-	0.34	0.33	0.32	0.20
ARROZ MORENO QUEBRADO	0.67	1.34	1.19	1.01	0.53	1.51	1.59	1.58	0.62	1.18	1.00	-	0.84	0.81	0.96	0.64
ARROZ MORENO TOTAL	1.07	2.32	2.24	1.66	0.89	2.62	2.81	2.78	1.08	1.84	1.33	-	1.18	1.14	1.18	0.84

(1) % peso, base arroz total.

0 - inicio del almacenamiento.

CUADRO 22. CONCENTRACION DE MATERIAS EXTRAÑAS EN MUESTRAS DE ARROZ PALAY ALMACENADO EN LAS INSTALACIONES EVALUADAS.<sup>(1)</sup>

COMPONENTE	MOLINO															
	1				2				3				4			
	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO															
	0	UN MES	DOS MESES	TRES MESES	0	UN MES	DOS MESES	TRES MESES	0	UN MES	DOS MESES	TRES MESES	0	UN MES	DOS MESES	TRES MESES
SEMILLAS EXTRAÑAS	2.80	5.50	13.46	9.04	0.10	1.32	0.00	1.11	2.0	5.28	6.01	-	7.64	0.00	5.57	5.29
GRANOS VANOS	64.25	68.98	61.22	63.33	84.32	77.55	73.60	65.92	71.34	65.28	75.94	-	73.20	66.19	68.62	76.95
IMPUREZAS	36.21	25.50	25.30	23.33	15.67	21.12	26.39	33.51	28.47	29.43	18.67	-	26.92	33.45	25.51	17.51
TOTAL	100.0	99.98	99.98	95.70	100.0	99.99	99.99	100.5	100.0	99.99	100.6	-	107.7	99.64	99.70	99.70

(1) %o peso, base materia extraña total.

0 - inicio del almacenamiento.

ser atacado por insectos , representando un problema en el almacén . Este componente no presentó una tendencia clara durante el tiempo que se almacenó el arroz .

Otras observaciones , muestran que no se encontró arroz palay germinado a lo largo del almacenamiento; lo que puede ser una señal de que la humedad no llegó a valores que favoreciera la germinación .

El porcentaje de materia extraña total , en los cuatro molinos fué de 0.925 % a 4.34 % , porcentajes que se pueden considerar altos ; destacandose que dicha materia extraña , está constituida en más del 60 % por granos vanos , Cuadro 22 , los cuales presentan problemas en el almacén , ya que dificultan la distribución del aire durante la aereación del grano.

La materia extraña total , solamente en el molino 3 y 4 , presentó una tendencia al aumento , Tablas 19 y 20 , éste aumento , fué para el molino 3 de 1.64% a 3.16 % , y en el molino 4 , de 2.5 % a 4.34 % .

Es de importancia destacar que los anteriores componentes son de gran importancia , ya que de ellos depende en gran parte la buena ó mala calidad del arroz palay en los almacenes.

### 3.2 Evaluación de la calidad molinera .

En los Cuadros 23 a 27 se muestran los resultados correspondientes a la evaluación de la calidad molinera .

En general se observó que el rendimiento total de arroz---

CUADRO 23 . CALIDAD MOLINERA DE ARROZ PALAY ALMACENADO MOLINO 1.<sup>(1)</sup>

COMPONENTE	CONDICIONES INICIALES DE ALMACENAMIENTO	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO		
		UN MES	DOS MESES	TRES MESES
RENDIMIENTO TOTAL	69,60	69,57	68,18	68,12
ARROZ PULIDO ENTERO	52,57	51,40	51,58	50,90
ARROZ PULIDO QUEBRADO	16,99	16,97	16,34	16,89
CASCARILLA	21,49	21,51	21,72	21,64
SALVADO	8,80	8,81	9,92	9,96

(1) % peso, base arroz palay .

CUADRO 24 .CALIDAD MOLINERA DE ARROZ PALAY ALMACENADO MOLINO 2. <sup>(1)</sup>

COMPONENTE	CONDICIONES INICIALES DE ALMACENAMIENTO.	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO		
		UN MES	DOS MESES	TRES MESES
RENDIMIENTO TOTAL	69.01	68.58	67.45	67.35
ARROZ PULIDO ENTERO	59.60	59.26	57.74	57.37
ARROZ PULIDO QUEBRADO	7.80	7.81	9.58	8.80
CASCARILLA	22.20	22.24	22.60	22.95
SALVADO	9.10	9.57	9.63	9.84

(1) % peso, base arroz palay.

CUADRO 25. CALIDAD MOLINERA DE ARROZ PALAY ALMACENADO MOLINO 3.<sup>(1)</sup>

COMPONENTE	CONDICIONES INICIALES DE ALMACENAMIENTO.	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO		
		UN MES	DOS MESES	TRES MESES
RENDIMIENTO TOTAL	69.69	69.66	67.89	-
ARROZ PULIDO ENTERO	52.60	52.09	50.06	-
ARROZ PULIDO QUEBRADO	17.07	17.10	17.09	-
CASCARILLA	21.10	21.33	22.16	-
SALVADO	8.20	8.79	10.15	-

(1) % peso, base arroz palay.

CUADRO 26 . CALIDAD MOLINERA DE ARROZ PALAY ALMACENADO MOLINO 4. (1)

COMPONENTE	CONDICIONES INICIALES DE ALMACENAMIENTO	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO		
		UN MES	DOS MESES	TRES MESES
RENDIMIENTO TOTAL	68.80	68.49	66.60	65.95
ARROZ PULIDO ENTERO	32.40	32.28	32.25	32.13
ARROZ PULIDO QUEBRADO	33.20	35.99	33.16	33.17
CASCARILLA	23.63	-	23.85	23.99
SALVADO	990	-	997	993

(1) % peso , base arroz palay.

CUADRO 27. VARIACION DE LA CALIDAD MOLINERA DEL ARROZ PALAY ALMACENADO<sup>(1)</sup>

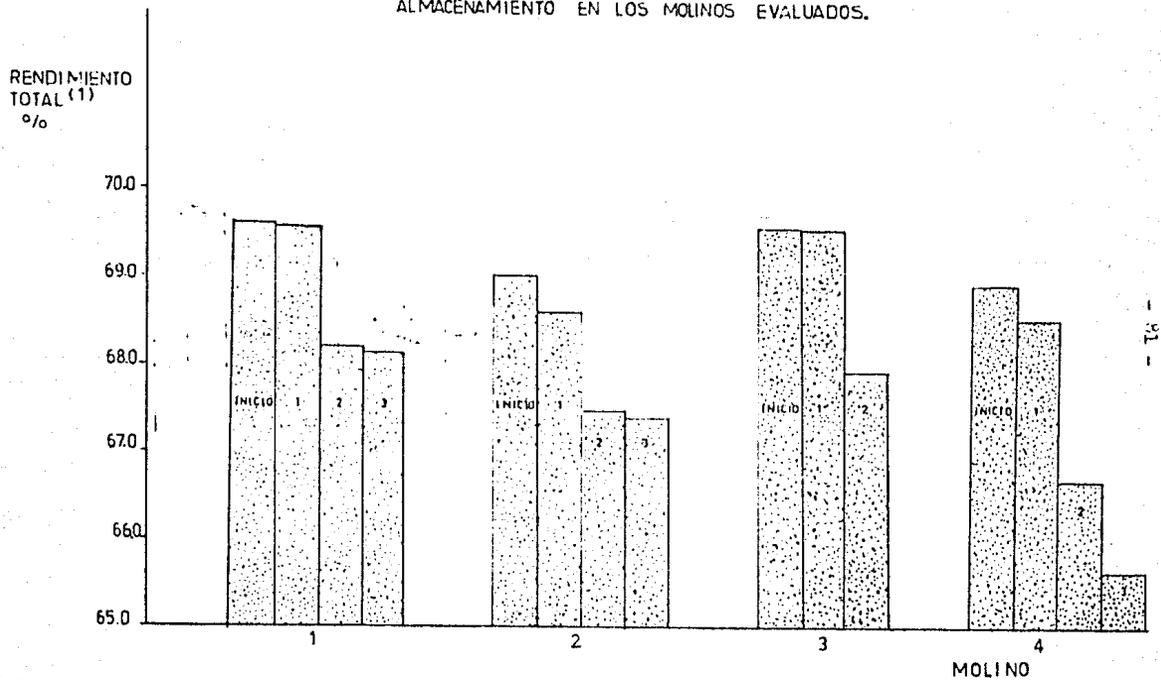
COMPONENTE	MOLINO			
	1	2	3	4
RENDIMIENTO TOTAL	- 1.48	- 1.66	- 1.80	- 2.85
CASCARILLA	+ 0.15	+ 0.75	+ 1.06	+ 0.36
SALVADO	+ 1.16	+ 0.74	+ 1.93	+ 0.03

(1) % peso, base arroz palay.

- disminución.

+ aumento.

FIGURA 19. VARIACION DEL RENDIMIENTO TOTAL EN EL PERIODO DE ALMACENAMIENTO EN LOS MOLINOS EVALUADOS.

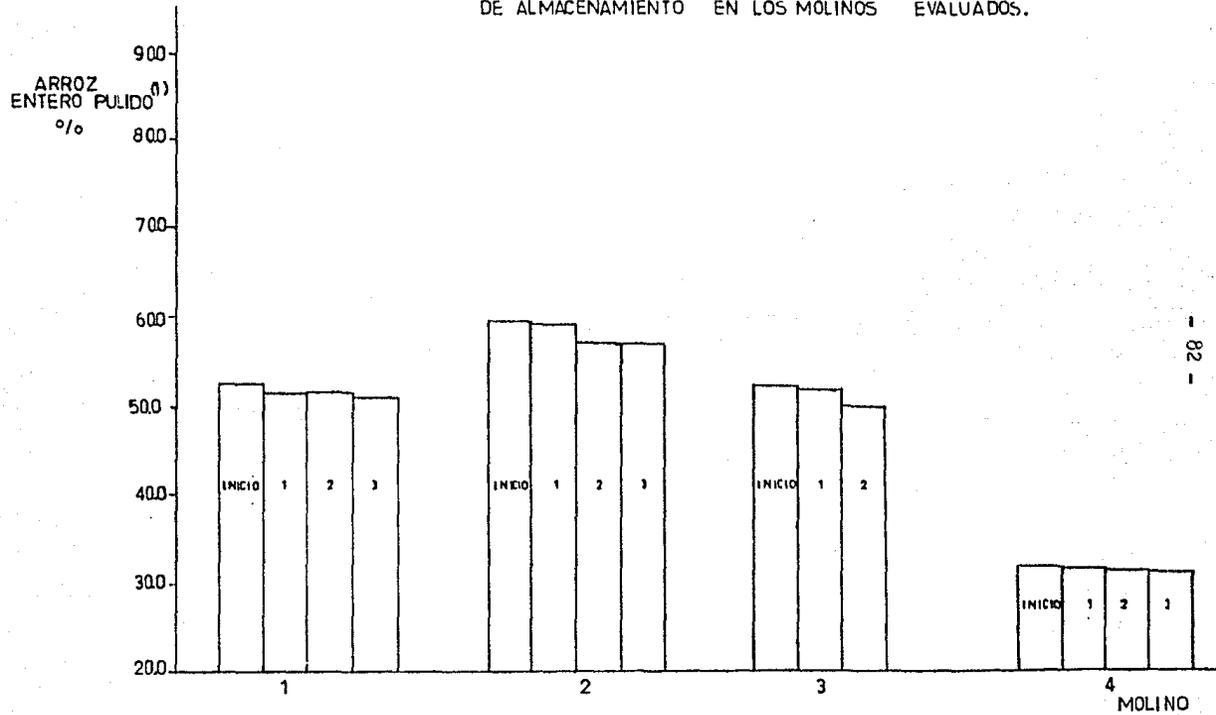


(1) % base, arroz palay.

1, 2, 3 - Fechas de muestreo.

Inicio - Inicio del almacenamiento.

FIGURA 20. VARIACION DE ARROZ ENTERO PULIDO EN EL PERIODO DE ALMACENAMIENTO EN LOS MOLINOS EVALUADOS.



(1) % peso, base arroz pelay.  
 1, 2, 3 - Fecha de muestreo.  
 Inicio - Inicio del almacenamiento.

elaborado, experimentó una disminución, Cuadro 27 y Figura - 19 , que según molino fué de 1.48 % (molino 1 ) , a 2.85 % - (molino 4) , durante un periodo de almacenamiento de tres -- meses . Esta disminución de rendimiento total ha mostrado -- estar asociado a un incremento en la proporción de cascari -- lla y salvado . La cascari lla se incrementa entre 0.15 % - (molino 1 ) a 1.06 % (molino 3 ) ; y el salvado entre 0.03 % (molino 4 ) a 1.93 % (molino 3 ) . Incrementos que pueden ser debidos a un ataque de insectos , ya que éstos viven en el -- interior del grano en estado de huevo , larva y pupa , -- alimentandose del endospermo ; lo que se refleja como un -- incremento de cascari lla y salvado ; otro de los factores -- que contribuyen al aumento de salvado , es debido a los -- altos porcentajes de arroz quebrado , ya que éstos , al so -- meterse al blanqueo exponen una mayor superficie de con -- tacto .

Cabe hacer notar que ésta disminución del rendimiento to -- tal está representando pérdidas materiales del cereal , -- ademas de las pérdidas económicas que representa .

Cuando la disminución del rendimiento corresponde a 1.48% , la pérdida suma 1102.30 \$/Tonelada , y si se considera -- el valor de 2.85% de disminución del rendimiento , para el -- molino 4 , la pérdida corresponde a 2055.10 \$ / Tonelada; -- basando éstos calculos a un precio promedio de arroz pu -- lido de \$ 76.00/Kg.

Con respecto a la cantidad de arroz pulido entero obtenido, en base a arroz palay , se encontró que en el molino 2 , se está obteniendo un rendimiento de grano entero de 57.37%, --

ya en el tercer mes de almacenado el palay . Mientras que en el molino 1 y 2 , el porcentaje obtenido en el tercer mes de almacenado es de 50.90 % y 50.06 % , respectivamente; y como se observa en la Figura 20 , el molino 4 presenta un rendimiento de enteros desde el inicio del almacenamiento muy reducido, encontrandose un valor de 32.13% , causado posiblemente , por el control inadecuado de las condiciones de cosecha y secado previo al almacenamiento .

El estar obteniendo bajos porcentajes de arroz entero , como en el caso del molino 4 , es de importancia en la economía de la industria arrocera , debido a que el valor del arroz entero pulido es superior al grano quebrado . También es importante para la disponibilidad de arroz pulido , destinado al consumo humano directo , en virtud de que parte del grano quebrado se destina para la industria cervecera ó de harinas. Se puede decir que la calidad molinera que presentó el arroz palay en el molino 4 , no es buena , ya que se considera con buena calidad molinera todo aquel arroz que proporcione , porcentajes mayores del 70.C % de arroz entero pulido , en base al rendimiento total . ( Nava F., 1970 ) Y en éste molino el porcentaje de arroz entero pulido fué de 48.71 % en el tercer mes de estar almacenado , Cuadro 36 .

### 3.3 Determinación de defectos y componentes físicos en arroz pulido .

Los resultados obtenidos de la evaluación de defectos y componentes físicos en arroz pulido , se muestran en los Cuadros 28 a 36 .

CUADRO 28. RESULTADOS DE LA INSPECCION DE ARROZ PULIDO MOLINO 1. <sup>(1)</sup>

COMPONENTE	CONDICIONES INICIALES DE ALMACENAMIENTO.	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO		
		UN MES	DOS MESES	TRES MESES
ARROZ ENTERO SANO.	44.35	47.29	47.70	46.29
ARROZ ENTERO DEFECTUOSO.	8.22	352	4.83	503
MEDIO GRANO SANO.	6.25	7.25	3.56	4.94
MEDIO GRANO DEFECTUOSO.	0.78	0.78	0.73	0.59
GRANILLO SANO.	6.77	7.60	7.69	6.37
GRANILLO DEFECTUOSO.	1.90	1.60	1.53	1.45
MEDIO GRANO TOTAL	7.03	8.03	4.29	5.53
GRANILLO TOTAL.	8.67	9.20	9.22	7.82
PUNTILLA.	0.87	0.87	0.87	1.82
ARROZ QUEBRADO TOTAL.	16.99	16.97	16.34	16.89
ARROZ ENTERO TOTAL	52.57	51.40	51.68	50.90

(1) % peso , base arroz palay.

CUADRO 29. RESULTADOS DE LA INSPECCION DE ARROZ PULIDO MOLINO 2.<sup>(1)</sup>

COMPONENTE	CONDICIONES INICIALES DE ALMACENAMIENTO.	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO		
		UN MES	DOS MESES	TRES MESES
ARROZ ENTERO SANO.	53.72	53.73	51.22	52.49
ARROZ ENTERO DEFECTUOSO.	5.88	5.52	6.52	4.85
MEDIO GRANO SANO	2.27	2.73	4.24	4.83
MEDIO GRANO DEFECTUOSO.	0.61	0.43	0.83	0.45
GRANILLO SANO.	3.37	3.86	3.27	3.98
GRANILLO DEFECTUOSO.	0.68	0.83	0.93	0.99
MEDIO GRANO TOTAL	2.88	3.16	5.07	5.28
GRANILLO TOTAL.	3.97	4.69	4.20	4.97
PUNTILLA.	0.40	0.32	0.30	0.46
ARROZ QUEBRADO TOTAL.	7.80	7.81	9.58	8.80
ARROZ ENTERO TOTAL.	59.60	59.26	57.74	57.35

(1) % peso, base arroz palay.

CUADRO 30. RESULTADOS DE LA INSPECCION DE ARROZ PULIDO MOLINO. 3<sup>(1)</sup>

COMPONENTE	CONDICIONES INICIALES DE ALMACENAMIENTO.	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO		
		UN MES	DOS MESES	TRES MESES
ARROZ ENTERO SANO.	45.90	45.29	45.06	-
ARROZ ENTERO DEFECTUOSO.	6.70	6.79	4.99	-
MEDIO GRANO SANO.	4.10	3.12	4.37	-
MEDIO GRANO DEFECTUOSO.	1.10	1.16	0.78	-
GRANILLO SANO.	8.20	8.70	7.23	-
GRANILLO DEFECTUOSO.	2.0	2.26	1.28	-
MEDIO GRANO TOTAL.	5.21	4.28	5.15	-
GRANILLO TOTAL.	10.2	10.96	8.51	-
PUNTILLA	1.67	2.33	1.96	-
ARROZ QUEBRADO TOTAL.	17.07	17.60	17.09	-
ARROZ ENTERO TOTAL.	5260	5209	5006	-

(1) % peso , base arroz palay .

CUADRO 31 . RESULTADOS DE LA INSPECCION DE ARROZ PULIDO MOLINO 4<sup>(1)</sup>

COMPONENTE	CONDICIONES INICIALES DE ALMACENAMIENTO.	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO		
		UN MES	DOS MESES	TRES MESES
ARROZ ENTERO SANO.	28.49	28.47	27.88	28.28
ARROZ ENTERO DEFECTUOSO.	3.71	3.86	4.37	3.91
MEDIO GRANO SANO	10.20	11.11	6.87	10.13
MEDIO GRANO DEFECTUOSO.	1.37	1.43	0.87	1.40
GRANILLO SANO.	16.20	16.25	17.21	13.62
GRANILLO DEFECTUOSO.	1.73	2.21	2.66	2.26
MEDIO GRANO TOTAL	11.57	12.54	7.74	11.53
GRANILLO TOTAL.	17.96	18.46	19.87	15.88
PUNTILLA.	3.70	4.99	5.61	5.75
ARROZ QUEBRADO TOTAL.	33.20	35.99	33.23	33.17
ARROZ ENTERO TOTAL	32.40	32.28	32.25	32.23

(1) % peso, base arroz palay.

CUADRO 32 . EVALUACION DE GRANOS DEFECTUOSOS EN ARROZ PULIDO MOLINO 1 .

COMPONENTE	CONDICIONES INICIALES DE ALMACENAMIENTO.	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO					
		UN MES		DOS MESES		TRES MESES	
		Pp	Pr	Pp	Pr	Pp	Pr
DEFECTOS PRECOSECHA							
VERDES Y YESOSOS	4.20	1.56	2.23	2.67	3.91	3.22	4.72
ROJOS	0.80	0.63	0.89	0.61	0.88	0.55	0.80
DEFORMES	0.43	0.56	0.80	0.40	0.59	0.75	0.67
DEFECTOS POSTCOSECHA							
PICADOS	1.56	0.23	0.32	0.34	0.49	0.22	0.32
MANCHADOS	1.09	0.48	0.69	0.36	0.97	0.53	0.68
FERMENTADOS	0.00	0.01	0.02	0.05	0.07	0.13	0.19
VARIOLADOS	0.10	0.03	0.05	0.10	0.15	0.02	0.03
TOTAL DE DEFECTOS PRECOSECHA	5.43	2.75	3.93	3.68	5.38	4.23	6.19
TOTAL DE DEFECTOS POSTCOSECHA	2.78	0.77	1.09	1.15	1.68	0.81	1.09
TOTAL DE DEFECTOS	8.22	3.52	5.03	4.83	7.07	5.05	7.29

Pp - % peso , base arroz palay .

Pr - % peso , base rendimiento total .

CUADRO 33. EVALUACION DE GRANOS DEFECTUOSOS EN ARROZ PULIDO MOLINO 2.

COMPONENTE	CONDICIONES INICIALES DE ALMACENAMIENTO.	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO					
		UN MES		DOS MESES		TRES MESES	
		Pp	Pr	Pp	Pr	Pp	Pr
DEFECTOS PRECOSECHA							
VERDES Y YESOSOS	3.40	3.47	4.72	4.36	6.46	2.97	4.39
ROJOS	0.46	0.26	0.38	0.38	0.39	0.15	0.22
DEFORMES.	0.69	0.64	0.92	0.38	0.55	0.50	0.74
DEFECTOS POSTCOSECHA							
PICADOS.	0.42	0.45	0.65	0.36	0.52	0.30	0.45
MANCHADOS	0.81	0.65	0.95	0.86	1.26	0.80	1.18
FERMENTADOS.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VARIOLADOS.	0.08	0.06	0.07	0.10	0.14	0.11	0.17
TOTAL DE DEFECTOS PRECOSECHA.	4.55	4.36	6.03	5.11	7.56	3.63	5.37
TOTAL DE DEFECTOS POSTCOSECHA.	1.32	1.16	1.68	1.31	1.93	1.22	1.80
TOTAL DE DEFECTOS	5.88	5.52	7.71	6.52	9.50	4.85	7.17

Pp \_ % peso base arroz palay.

Pr \_ % peso, base rendimiento total.

CUADRO 34 . EVALUACION DE GRANOS DEFECTUOSOS EN ARROZ PULIDO MOLINO 3 .

COMPONENTE	CONDICIONES INICIALES DE ALMACENAMIENTO.	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO					
		UN MES		DOS MESES		TRES MESES	
		Pp	Pr	Pp	Pr	Pp	Pr
DEFECTOS PRECOSECHA							
VERDES Y YESOSOS.	4.41	5.32	7.64	2.79	4.11	-	-
ROJOS.	0.97	0.46	0.66	0.38	0.56	-	-
DEFORMES.	0.48	0.33	0.47	0.76	1.12	-	-
DEFECTOS POSTCOSECHA							
PICADOS.	0.38	0.26	0.38	0.23	0.33	-	-
MANCHADOS.	0.39	0.32	0.46	0.77	1.14	-	-
FERMENTADOS.	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	-	-
VARIOLADOS.	0.04	0.09	0.13	0.03	0.04	-	-
TOTAL DE DEFECTOS PRECOSECHA.	5.86	6.11	8.77	3.68	5.79	-	-
TOTAL DE DEFECTOS POSTCOSECHA.	0.82	0.68	0.98	0.90	1.55	-	-
TOTAL DE DEFECTOS	6.70	6.79	9.75	4.99	7.34	-	-

Pp .%peso, base arroz palay.

Pr .%peso, base rendimiento total.

CUADRO 35. EVALUACION DE GRANOS DEFECTUOSOS EN ARROZ PULIDO MOLINO 4 .

COMPONENTE	CONDICIONES INICIALES DE ALMACENAMIENTO.	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO					
		UN MES		DOS MESES		TRES MESES	
		Pp	Pr	Pp	Pr	Pp	Pr
DEFECTOS PRECOSECHA							
VERDES Y YESOSOS	1.50	2.66	3.88	2.76	4.12	2.01	3.39
ROJOS	0.35	0.08	0.11	0.37	0.43	0.09	0.12
DEFORMES	0.15	0.41	0.60	0.69	0.80	0.86	1.30
DEFECTOS POSTCOSECHA							
PICADOS	0.15	0.25	0.36	0.18	0.26	0.21	0.30
MANCHADOS	0.35	0.23	0.33	0.21	0.31	0.36	0.54
FERMENTADOS	0.01	0.08	0.12	0.01	0.02	0.07	0.09
VARIOLADOS	0.17	0.14	0.21	0.23	0.33	0.09	0.13
TOTAL DE DEFECTOS PRECOSECHA	3.01	3.15	4.60	3.82	5.58	2.96	4.82
TOTAL DE DEFECTOS POSTCOSECHA	0.70	0.71	0.97	0.64	0.92	0.73	1.08
TOTAL DE DEFECTOS	3.71	3.88	5.57	4.38	6.51	3.91	5.90

Pp - % peso, base arroz palay.

Pr - % peso base rendimiento total.

CUADRO 36 . CALIDAD DEL ARROZ PULIDO OBTENIDA EN LOS MOLINOS EVALUADOS.

COMPONENTE	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	MOLINO			
		1	2	3	4
GRANO ENTERO (1)	0 (inicio)	75.53	86.36	75.47	47.09
	1 Meses	73.88	86.41	74.77	47.13
	2 ..	75.79	85.60	73.73	48.42
	3 ..	74.72	85.18	-	48.71
GRANO QUEBRADO.	0 (inicio)	24.41	11.30	24.49	48.25
	1 Meses	24.35	11.38	24.54	47.13
	2 ..	23.96	14.23	25.17	49.78
	3 ..	24.79	13.05	-	50.29
GRANILLO	0 (inicio)	12.45	5.75	14.63	26.10
	1 Meses	13.22	6.83	15.73	26.95
	2 ..	13.52	5.22	12.53	29.83
	3 ..	11.47	7.37	-	24.07
GRANOS DAÑADOS.	0 (inicio)	3.94	1.88	1.14	0.95
	1 Meses	1.06	1.67	0.97	0.18
	2 ..	1.61	1.92	1.51	0.90
	3 ..	0.98	1.80	-	0.97
GRANOS MANCHADOS	0 (inicio)	0.00	0.00	0.00	0.01
	1 Meses	0.02	0.00	0.00	0.12
	2 ..	0.07	0.00	0.03	0.02
	3 ..	0.19	0.00	-	0.09
GRANOS ROJOS	0 (inicio)	1.14	0.50	1.39	0.50
	1 Meses	0.89	0.38	0.66	0.11
	2 ..	0.88	0.39	0.55	0.43
	3 ..	0.80	0.22	-	0.12
GRANOS YESOSOS	0 (inicio)	6.03	4.92	6.32	2.18
	1 Meses	2.23	4.72	7.64	3.88
	2 ..	3.91	5.46	4.11	4.12
	3 ..	4.72	4.39	-	3.3.9
CALIDAD	TRES MESES	MEXICO 2	MEXICO 1	MEXICO 2	FUERA DE NORMA

(1) %/o peso, base rendimiento total.

Granos dañados.(picados,manchados,veriolados).

Manchados.(fermentados).

Los Cuadros 28 a 31 , muestran resultados importantes , se observa que del total de arroz entero que se obtiene en los molinos , el 52.49 % corresponde al arroz sano , en el molino 2 ; y en los molinos 1 y 3 se encontraron valores de 46.29 % y 45.06 % , respectivamente, y el molino 4 presentó un porcentaje muy bajo , 28.28 % .

Los porcentajes obtenidos de granillo mostraron ser muy elevados en el molino 4 , presentando valores de 15.88 % a 19.84 % ; y en el molino 2 , valores bajos , 3.97 % a 4.97%. De la evaluación de defectos físicos presentes en el arroz pulido entero , se observó , que el porcentaje de éstos , varía dentro de un rango de 5.03 % a 9.75 % en los cuatro molinos, Cuadros 32 a 35 . Y de éstos defectos , los que predominan son los granos verdes y yesosos , siguiendo los granos dañados , donde se incluyen granos picados , manchados y variolados ; y unicamente en el molino 1, se observaron granos fermentados . Generalmente se observó que éstos defectos no presentaron una tendencia a incrementarse durante el periodo de almacenamiento .

De la comparación de los atributos de calidad del arroz pulido que presenta la norma oficial , Cuadro 1 , con los valores obtenidos en el arroz pulido evaluado , Cuadro 36 , se detectó que ninguno de los molinos esta obteniendo de origen es decir a la salida del blanqueo , arroz pulido con un grado de calidad MEXICO EXTRA (mejor calidad ) , en lo que concierne a los atributos % de grano entero , % de grano quebrado , % de granillo ; lo que viene a reflejar que el arroz palay en los almacenes no presenta una alta calidad . Aquí es importante aclarar que , aunque en los molinos la-

calidad obtenida nunca supera el grado México extra , debe-  
decirse que el arroz obtenido es sometido a una clasifica --  
ción por tamaño , antes de salir al mercado con lo que ---  
al menos en % de enteros , se puede hacer que cumpla la -  
norma de calidad para arroz super extra.

## VI . CONCLUSIONES

- Las instalaciones de almacenamiento evaluadas no presentan un modelo común , y la construcción , no obedece a lineamientos técnicos .
- La superficie destinada al almacenamiento , en los molinos evaluados , es superior al 50 % del total de la superficie construida , presentando una capacidad instalada suficiente para cubrir las necesidades de almacenamiento .
- La forma de almacenar el arroz palay en los cuatro molinos evaluados se hace en bodegas de tipo horizontal y en dos de los molinos utilizan también el tipo vertical ; almacenando el arroz a granel .
- Las características constructivas y de equipamiento de los almacenes , no son suficientes ni adecuadas , para asegurar un buen almacenamiento del grano de arroz .
- En los molinos evaluados , se observó que la realización de prácticas como aereación , control de plagas , prácticas sanitarias , no se realizan adecuadamente , lo que puede estar contribuyendo al deterioro de la calidad del arroz en los almacenes .

- En los molinos evaluados no existe un programa permanente de inspección de los almacenes , que permitan detectar -- alteraciones indeseables en el grano y de las instalaciones.
- La humedad promedio de almacenamiento en los molinos es de 13.5 % ; pero ésta no permanece constante a lo largo del almacenamiento.
- La temperatura durante el almacenamiento presentó un incremento ; mientras que la humedad disminuyo ; situación que puede estar contribuyendo a la obtención de bajos rendimientos de arroz pulido entero.
- Las cantidades detectadas de materia extraña y granos vanos , puede estar contribuyendo a la mala calidad del -- arroz palay .
- De la evaluación de atributos de calidad del arroz palay -- se detecto que el rendimiento total de arroz elaborado -- experimentó una disminución a lo largo del periodo de -- almacenamiento y asociado a ésta disminución , un incremento en la proporción de cascarilla y salvado ; resultado de las deficientes prácticas del almacenamiento .
- De los molinos evaluados , el molino 4 presentó una calidad molinera baja , debido a los bajos porcentajes de -- granos enteros obtenidos .

- En éste estudio no se detecto algún incremento de los defectos físicos ( verdes y yesosos, rojos ,deformes, picados, fermentados, variolados ) en arroz blanco, durante el periodo de almacenamiento.
  
- La calidad del arroz pulido obtenido de los almacenes -- evaluados presentó un grado de calidad inferior al grado MEXICO EXTRA.
  
- En los molinos arroceros las pérdidas económicas debidas a la disminución en rendimiento total , estan representando una pérdida promedio de 1578.7 \$/Tonelada .

## VII . BIBLIOGRAFIA

- 1.- ANGLADETTE ,A. (1969). " El arroz " . Colección Agri - cultura Tropical . Editorial Blume .Barcelona España.
- 2.- BULLA , L. A. Et.AL.(1978). "Insects and Microorganisms- in Stored grain and their Control in *Advancos in Cereal Sciand*". Tech. Vol II. Editorial Pomeranz AA. CC.
- 3.- BARBER ,S . ( 1979 ) ."La Calidad del grano de arroz en los programas de mejora vegetal ". Trabajo presentado - en el simposio de Tecnología de arroz .Cd. de México , Mayo .
- 4.- BARBER ,S. ,JAYME- SALAZAR ,A. , TREJO BURGENO,M.(1980). "Almacenamiento del arroz palay y subproductos en México Subproyecto 3 , del Proyecto "Diagnóstico Experimental- de la Molinería del arroz palay en México".UNAM -FESC - No publicado.
- 5.- CARL-LINDBLAD-LAUREL ,D. (1979). "Almacenamiento del gra no.Manejo Secado-Silos , Control de Insectos y Roedores" Editorial Concepto, S.A. México.

- 6.- CONTIN , A .(1979)."Cultivo del arroz ". Manual de producción .Escuela de Agricultura de la Universidad de Filipinas , con la colaboración del Instituto Internacional para la Investigación del Arroz.E.A.U.F.Edito - rial Limusa , México .
- 7.- COTTON ,T.R.(1979). "Silos y graneros plagas y desinsec - tación " . Oikos-Tau . S. A. Ediciones Barcelona España.
- 8.- DE DATTA G. S. K. (1981)."Principles and Practices of - Rice Production " . A.W. Ley Interscience Publication - John Wiley and Soces. New York.
- 9.- DUVAN , G.J. (1978 )." Importancia económica del alma - cenamiento de arroz ". No.296 , Vol. 27 sep/oct. - - Colombia.
- 10.- ESMAY , Et. Al. (1979). " Rice Postproduction Technology in the Tropics". The University Press of Hawai Honolulu.
- 11.- HALL , D. W. (1971) . "Manipulación y almacenamiento - de granos alimenticios en las zonas tropicales y subtro - picales ". Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación . Roma.
- 12.- HERNANDEZ, A. Et. Al. (1976 ). " La calidad del arroz". INIA . No. 29 , junio.

- 13.- MEYER , R.M. Et. Al. (1981 ) . " Elaboración de productos agrícolas ". S.E.P. Manual para educación Agropecuaria . Editorial Trillas, México.
- 14.- NAVA , F.J. Y DELGADO , L.L. ( 1970 ) . " Evaluación de la calidad del arroz en México ". Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas , SAG.
- 15.- PANS. (1976 ) . " Centre for Overseas Pest Research.- " Control de las plagas del arroz ". Editorial Agropecuaria , Hemisferio Sur , S.R.L. Montevideo Uruguay.
- 16.- PRIMO-YUFERA , E . Y BARBER, S. ( 1976 ) . " Química y Tecnología del arroz " . Rev. Investigación y Ciencia - No. 2 Nov. Edición en Español.
- 17.- RAMIREZ , G.M. (1979 ) . " Almacenamiento y Conservación de granos y semillas ". Editorial CECSA .México
- 18.- ROJO , S.G. (1983 ) . " Evaluación Experimental del Secado de Arroz en el Estado de Campeche y Veracruz". Tesis Profesional , FESC-UNAM. México .
- 19.- SEÑES , P.P. (1981) . " Principios sobre Manejo Almacenamiento y Conservación de granos " . Tesis Profesional ENCEB- IPN. México.
- 20.- STEFFE , F. J. , SINGH ,R.P. , AND MILLER G.E. (1980). "Harvest , Drying and Storage of Rough Rice . Inrice : Production and Utilization . Avi. Publishing Company- Inc. West Port, Connecticut. B.H. Luh.

- 21.- TOPOLANSKI , E . (1975 ) . " El Arroz su cultivo y producción " . Editorial Hemisferio Sur . Buenos Aires.
  
- 22.- WASERMAN , T . Y CALDERWOOD , D.C. (1973 ). " Roug Rice Drying . Capitulo 5 , en " Rice Chemistry and Technology " . Editado por D. F. Houston - The American - Association of Cereal Chemistes . St. Paul , Minn.