

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES CUAUTITLAN

Evaluación experimental del secado y
almacenamiento del arroz palay en el
estado de morelos

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
(Tecnología de Alimentos)

P R E S E N T A

Raúl Díaz Zepeda

DIRECTOR DE TESIS: ING. ARMANDO JAYME S.

1980



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INTEGRANTES DEL JURADO

Presidente: I.Q.B. Armando Jayme Salazar

Secretario: I.B.Q. Jaime Flores Minútti

V o c a l : I.Q. Martín M. Trejo Burgueño

1er. Suplente: Q.I. Ma. Virginia Fernández

2do. Suplente: Q.F.B. Dora Luz Villagómez Z.

- C O N T E N I D O -

- 1).- R E S U M E N
- 2).- I N T R O D U C C I O N
- 3).- M A T E R I A L E S Y M E T O D O S
- 4).- R E S U L T A D O S
- 5).- A N A L I S I S D E R E S U L T A D O S
- 6).- O B S E R V A C I O N E S
- 7).- C O N C L U S I O N E S
- 8).- B I B L I O G R A F I A .

1).- RESUMEN

R E S U M E N

Para la evaluación del Secado y Almacenamiento del arroz palay se consideró necesario el estudio de las siguientes -- etapas: Recepción, Secado (con energía solar, mecánico y combinado), Atemperdo, Almacenamiento, y la Evaluación de la Calidad Molinera.

En recepción se determinó: Temperatura y humedad del -- grano, % de granos verdes, germinados y vanos. En el secado-- al sol: temperatura y humedad del grano, temperatura ambien-- te y % de humedad relativa. En el secado mecánico (utilizan-- do aire caliente): temperatura y humedad del grano, tempera-- tura del aire de secado (en cada secador). En el atemperado: temperatura y humedad del grano, temperatura ambiente y % de humedad relativa. Durante el almacenamiento: las mismas de -- terminaciones que en atemperado, y para evaluar la calidad -- molinera de los lotes analizados (16 que recibieron un día -- de asoleo, 11 que recibieron dos días de asoleo, 2 que reci-- bieron tres días de asoleo, 5 secados de forma mecánica, de-- los cuales dos recibieron dos pasos por los secadores y tres solo uno y que el secado final fué al sol), se consideró im-- portante las siguientes determinaciones: Peso después del --

descarlo, cantidad en peso y en % de granos rotos durante el descascarado y pulido, cantidad en peso y en % de grano entero total después del proceso.

Se vió que no existe un procedimiento y un conocimiento bien definido del Secado y Almacenamiento del arroz palay; y que cualquier procedimiento de secado puede ser eficiente, - si las condiciones que se fijan son rigurosamente controladas, además de contar siempre con materia prima de buena calidad (arroz palay).

2).- INTRODUCCION

INTRODUCCION

Se ha visto, que en la producción de alimentos uno de los aspectos más importantes es su conservación. Uno de los métodos de conservación más eficientes es el SECADO, el cual puede ser considerado no solo como un medio de conservación sino además en ciertos cereales, puede ser un medio de acondicionarlo para su proceso.

De los cereales básicos cultivados en México, uno de los de mayor importancia es el arroz ¹; del cual se cultivan 10 variedades comerciales por medio de tres sistemas de siembra: 2 bajo riego (siembra directa y transplante) y uno de temporal (secano).

Dichas variedades están distribuidas en 15 entidades, ocupando su cultivo una superficie aproximada de 170000 has. (1975-77), de las cuales, el 40% fueron por siembra directa y riego, el 10% con riego y transplante, y 50% bajo condiciones de temporal. Tales variedades cultivadas, varían en sus características botánicas, agronómicas, culinarias y tecnológicas. (Cuadros 1 y 2).

(1) Nombre científico: *Oryza Sativa*.

De las características señaladas en los cuadros anteriores, una de las que más influyen en la calidad del arroz son las Agronomicas; encontrándose entre ellas la cosecha, la cual tiene especial importancia.

El tiempo de cosecha afecta la calidad y la cantidad del arroz, al secado, al almacenamiento y al procedimiento de molienda usado. El criterio utilizado para determinar el tiempo óptimo de cosecha incluye, la madurez en relación al color de la panfcula, edad del arroz al ser cosechado y su contenido de humedad. (1)

Para cosechar el arroz es seguido cualquiera de los procedimientos siguientes:

- a).- Cosechado Combinado (mecánico), el cual es usado en los países más desarrollados, y en las grandes extensiones cultivadas; empleándose para ello, poca pero especializada mano de obra.
- b).- Cosechado manual, para lo cual se requiere mucha mano de obra y usándose por lo general en los países poco desarrollados y en las pequeñas superficies cultivadas. En el Cuadro 3 es mostrada la humedad a que debe ser cosechado el - -

APARTIR DE
ESTA PAG.

FALLA DE
ORIGEN.

arroz, siendo necesario un Secado adicional. El arroz al ser cosechado recibe el nombre de arroz palay (arroz con cascara).

Existen dos formas de secar el palay (y en general todos los cereales):

1).- Secado con energía solar, para lo cual una vez trillado el arroz, es extendido en pisos de concreto o suelos compactos, formando capas de 2.5 cm., de espesor en promedio, ó menos y siendo ocasionalmente movido o rastrillado. Tal forma de secar, tiene ventaja principal al ser más "económico", como desventaja el ser más tardado y el estar sujeto a la variación de las condiciones climatológicas.

2).- Secado artificial, para lo cual es necesario el uso de Secadores mecánicos; requiriéndose en éste caso de mayores recursos técnicos. Esta forma de secar el palay resulta más eficiente y rápida. (2)

Dependiendo del tipo de secador empleado, son usados dos Sistemas: a) Secado intermitente, y b) Secado Continuo. Siendo tal secado de forma directa en el cual el grano está en contacto directo con el aire de secado; y en forma indirecta, el cual ocurre por el calor transferido de las pare -

des del secador.

Dos de los tipos más comunes de secadores usados en el sistema continuo, se muestran en las figuras 1 y 2. (3).

El secado continuo en secadores de columna sin mezclado apreciable, es el más sencillo; aquí el arroz no es homogenizado completamente, por lo cual no se considera uniforme el secado; teniendo así el palay, mayores probabilidades de un calentamiento brusco. En los secadores de columna con baffles, hay una homogenización completa del palay al ir descendiendo, lo cual hace que se tenga un secado más uniforme y menos riesgos de calentamiento excesivo de palay.

La temperatura del aire de secado y el número de pasos por el secador afecta el rendimiento de grano entero y el tiempo total de secado (4,5, 6 y 7). La relación de estos cuatro factores, pueden ser representados en un diagrama único, el cual sirve como una guía operativa para el secado del palay. Para ejemplificar lo anterior, la figura 3 presenta resultados obtenidos experimentalmente cuando el arroz "Variedad Colusa" fué secado desde 24% a 13% de humedad. (3)

El palay usualmente es secado en etapas con aire caliente, consistiendo cada etapa de un paso por el secador(). --

Generalmente entre cada paso, el palay es almacenado en Silos o en Bodegas, con la finalidad de llevarlo a un estado de equilibrio llamado "Atemperado", para lo cual, en algunos lugares se acostumbra a enfriarlo antes. Las finalidades del atemperado son:

- 1) Acortar el tiempo total de secado
- 2) Ayudar a prevenir el rompimiento del grano durante el pulido.

Durante el Atemperado la concentración de humedad se homogeniza en el grano, viéndose así favorecida la eliminación de la humedad durante el siguiente paso. El valor de migración de humedad en el grano es favorecida por el aumento de la Temperatura; siendo así, más rápido el proceso de atemperado.

Después de haber sido cosechado y secado el palay, generalmente es almacenado en silos o en bodegas. Los silos pueden estar localizados en el campo donde el arroz fué producido, o donde es realizado el secado generalmente (molino), -- siendo éste el más común. El período de almacenamiento depende sobre todo, de las condiciones del mercado y del contenido de humedad del grano.

El almacenamiento de granos en general es relativamente simple; ya que debe ser llevado a un contenido de humedad bajo, que nos permita mantenerlo estable, reduciendo a un mínimo su respiración y el posible desarrollo de microorganismos; además, debe ser puesto en una estructura (silo o bodega), - que mantenga un medio ambiente apropiado, y que evite la entrada de insectos y de otros animales, y por último, el grano debe tener movimiento periódico para mantenerlo en condiciones adecuadas. En algunos granos se recomienda para su almacenamiento una humedad de 11 a 14% (Cuadro 3). (9)

El comportamiento de los granos durante el almacenamiento es afectado por el contenido de humedad, la temperatura, - condiciones generales del grano, oxígeno suministrado, tiempo de almacenamiento y la presencia de mohos e insectos; de los cuales el más importante es el contenido de humedad. Los factores antes mencionados alteran la calidad del palay; dañando la semilla, calentándola, obscureciéndola (manchado) - y generando olores desagradables (mohoso); viéndose disminuida la capacidad germinativa significativamente. Todo esto es causado por la actividad de los microorganismos durante el -

período de almacenamiento principalmente.

El origen de los hongos causantes de la deterioración -- proviene de dos fuentes: del campo, los cuales invaden el -- grano durante la maduración, y que durante el almacenamiento mueren rápidamente o gradualmente dependiendo de la humedad -- de la temperatura y de la competencia de otros hongos, espe -- cialmente los que se desarrollan durante el almacenamiento. -- Los hongos del almacenamiento son ampliamente los responsa -- bles de la deterioración durante dicho período; y son gene -- ralmente especies del género *Aspergillus* y *Penicillium*. Aun -- que también pueden desarrollarse algunos *Rhizopus* y *Mucor* -- (9).

Los materiales comunmente usados en la construcción de -- silos o bodegas son la madera, acero y concreto; éste último -- usado cuando son construidos almacenes mayores de 60 pies -- (18.28 m).

Los factores que controlan la deterioración e infestación -- en el almacenamiento son: el contenido de humedad, y la tem -- peratura; dependiendo ésta última de la temperatura atmosfé -- rica y pudiendo ser controlada por ventilación.

Cuando un grano es almacenado a una humedad mayor de --

13%, por períodos cortos, debe ser aereado ó movido periódicamente para evitar calentamiento excesivo. La aereación o ventilación es con aire frío, para lo cual se recomienda un flujo de $1/20 \text{ cfm}^2$ por bushel; no siendo necesario el movimiento, y llegando a conservarse el palay por períodos hasta de 5 a 8 meses.

En adición al almacenamiento, los transportadores de grano dan facilidad para dividirlo, secarlo y fumigarlo; tal facilidad de manejo, debe estar relacionada con la capacidad de almacenamiento, entre otras cosas.

Durante el secado y el almacenamiento del palay ocurren cambios muy notorios e importantes. Al aumentarse la temperatura y la humedad hay una biotransformación de fracciones proteicas y un aumento de los compuestos no nitrogenados; habiendo además, un incremento en los ácidos grasos libres; -- también por el aumento de la humedad del almacenamiento puede haber cambios en las propiedades tecnológicas por daños estructurales en los tejidos del grano (10,11,12 y 13).

Uno de los mayores problemas económicos de la Industria arrocerá es sin lugar a dudas el quebrado del arroz durante el pulido. Estudios muy recientes (14), demuestran que mu---
(2) Pies cúbicos por minuto.

chas de las roturas observadas después del pulido se deben a estrellamiento y quebrado del arroz en el campo, lo cual es debido principalmente a la variación de las condiciones ambientales (humedad relativa y temperatura).

Son varios los factores que influyen en el rompimiento del arroz durante el pulido y pueden clasificarse como:

1).- Esfuerzos mecánicos, desarrollados durante el pulido y otras maniobras.

2).- Propiedades de la semilla:

a) Propiedades específicas de la variedad

b) De la "historia" de la semilla previa a la molienda.

Es esfuerzo mecánico va a depender del equipo usado en las operaciones, así como de su manejo.

Las características de la variedad del arroz, tales como facilidad de eliminarle el salvado, "yesosidad", tamaño y dureza, son factores que tienen una influencia mayor en el quebrado.

Pocos estudios han sido realizados con respecto a la influencia en el quebrado del arroz durante el pulido, que tiene la "historia" previa al pulido del grano; lo cual incluye: madurez del grano al cosecharse (15), método de secado em---

pleado (16), condiciones climáticas durante su crecimiento - (17), contenido de humedad al cosecharse (15), y otros.

No obstante, hay una creencia en la Industria que defectos en la semilla tales como roturas, estrellamiento, "yesosidad", infestación por insectos ó inmadurez de la semilla - son los factores que más influyen en el rompimiento del -- arroz.

En la figura 4, se muestran las tendencias de las pérdidas relacionadas con el contenido de humedad en algunos de los estados por los que pasa el arroz palay durante su procesamiento.

Lo antes mencionado, nos ayuda a fundamentar y a ubicar nuestro trabajo, el cual plantea como OBJETIVO PRINCIPAL, -- evaluar experimentalmente los tipos y condiciones de secado y almacenamiento a que se somete el arroz palay en el Estado de Morelos y sus efectos sobre la calidad.

Cuadro 1. Zonas, Estados Productores y Sistemas de Cultivo en México
1976

ZONAS	ESTADOS	SISTEMAS DE CULTIVO
a).-Noroeste	1) Sinaloa	S D R
	2) Nayarit	S D R v t
b).-Pacífico Centro	3) Jalisco	S D R y t
	4) Colima	S D R y t
	5) Michoacán	S D R y t
	6) Guerrero	S D R y t
c).-Zona Central	7) Morelos	R T
	8) Puebla	R T
	9) México	R T
d).-Sureste	10) Veracruz	S D R, R T y t
	11) Oaxaca	S D R y t
	12) Chiapas	S D R y t
	13) Tabasco	t
	14) Campeche	t
	15) Quintana Roo	t

SDR-Siembra Directa y Riego; RT-Riego y Transplante; t-Temporal (secano)

FUENTES: Trabajo presentado en la reunión sobre Pruebas Internacionales de Arroz para América Latina.-CIAT, Cali, Colombia, Agosto, 1975.

Cuadro 2. Principales Características Agronómicas e Industriales de 10 Variedades de Arroz Liberadas entre 1968 y 1975.*

Variedad	Características Agronómicas				Rendimiento en Kg/Ha(3)	Calidad Molinera(4)
	Sistemas de Cultivo (1)	Días a madurez	Altura en Cm	Resistencia a enfermedades(2)		
Sinaloa A68	RSD	140	70	MS	6,500	48.0
Navolato A71	RSD	130	70	MS	6,100	56.0
Joachín A74	RSD	135	70	MS	6,000	52.0
Juchitán A74	RSD	135	70	S	6,500	65.0
Piedras Negras A74	RSD	135	70	MS	6,200	55.0
Bamboá A75	RSD	140	80	MS	7,000	65.0
Morelos A70	RT	150	145	MR	7,500	52.0
Zapaca A70	RT	150	140	MS	7,000	50.0
Grijalva A71	t	130	100	MR	4,000	64.0
Macuspana A75	t	135	110	MR	4,500	60.0

1).-RSD=Riego Siembra Directa;RT=Riego Transplante;t=Temporal(secano)

2).-Resistencia a P.Oryzae

3).-A nivel Experimental

4).-Calidad Molinera % de granos enteros Pulidos Sobre Palay

* Fuente: referencia (1)

Cuadro 3

Contenido de Humedad Durante La Cosecha y para asegurar el Almacenamiento, % en Base Humeda.

Cereal	Máximo durante la Cosecha	Optimo en la Cosecha para Minimizar Pérdidas	Usual en la Cosecha	Requerida Para un Almacenamiento Seguro	
				por 1 año	por 5 años
Cebada	31	27-29	10-16	13	11
Maíz	35	28-32	14-30	13	10-11
Avena	32	15-20	10-18	14	11
Arroz	30	25-27	16-25	12-14	10-12
Centeno	25	16-20	12-18	13	11
Sorgo	35	30-35	10-20	12-13	10-11
Trigo	38	18-20	9-17	13-14	11-12

FUENTES: C.W.Hall (1957); D.W.Hall (1970)
Matz (1969); Sinha (1973)

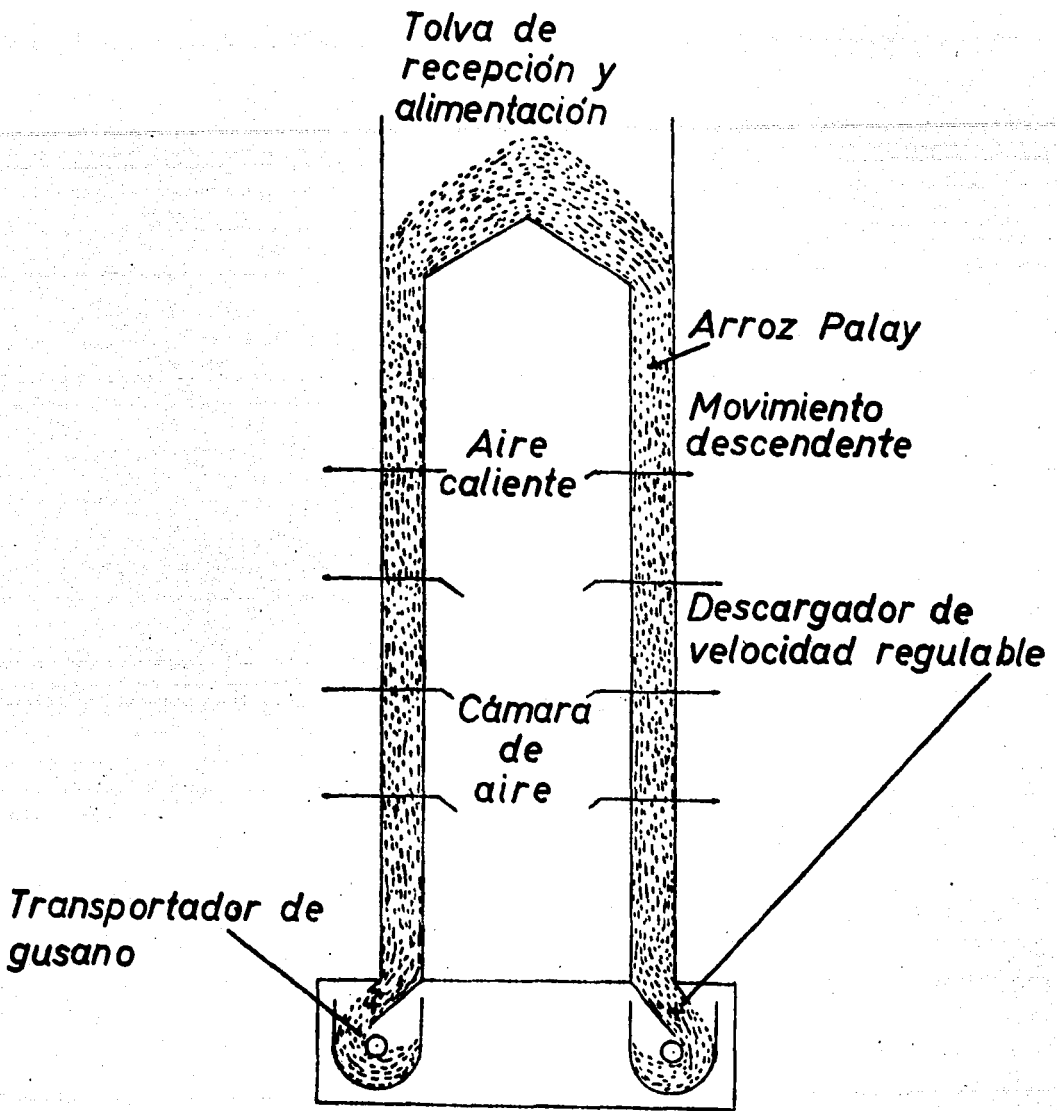


Figura 1. Secador de columna sin mezclado *

* Fuente: referencia (3)

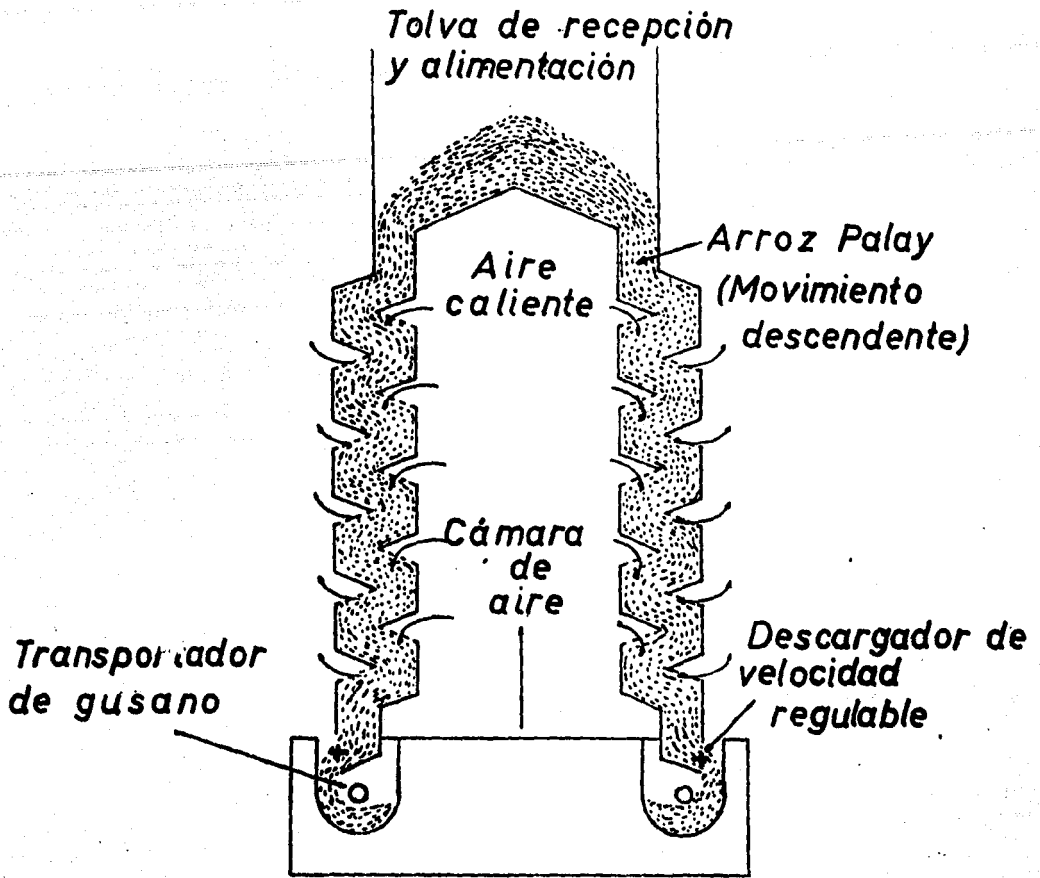


Figura 2. Secador de columna y baffles con mezclado*

* Fuente: referencia (3)

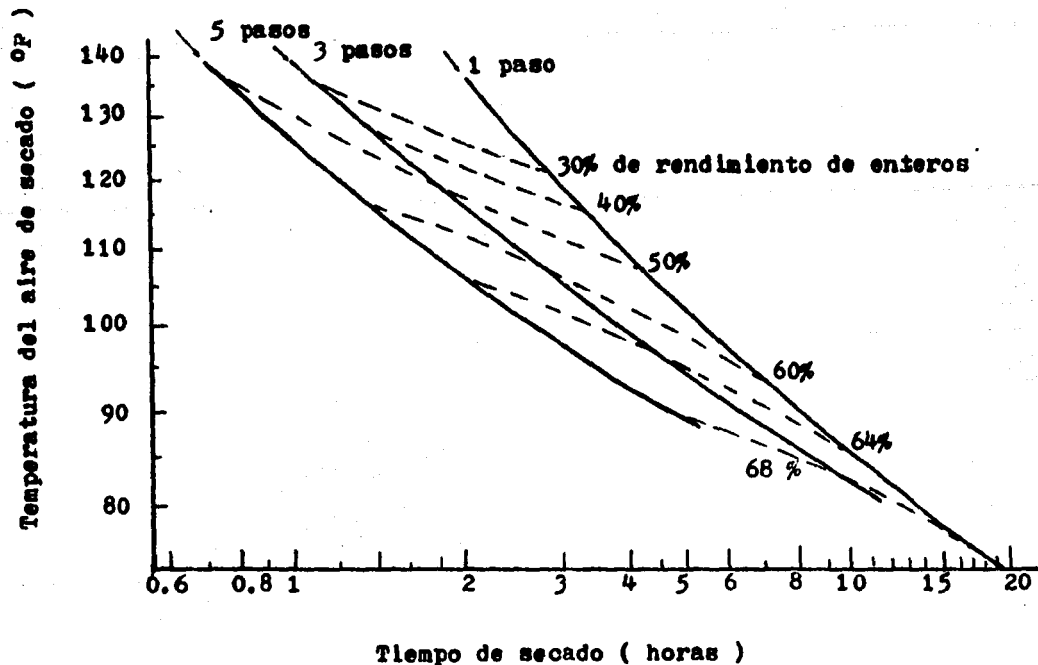


Figura 3. Efecto de la temperatura del aire de secado y del número de pasos sobre el rendimiento de enteros y la capacidad de la secadora, (tiempo total de secado).*

* Fuente: referencia (3).

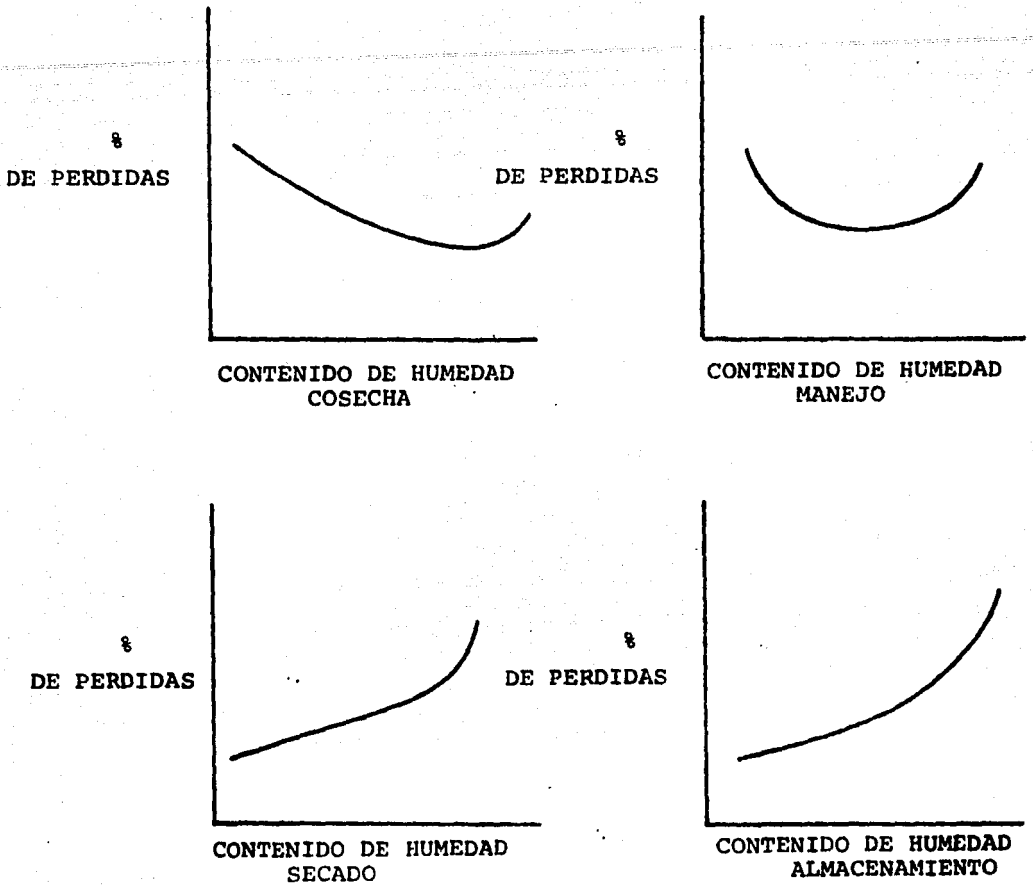


Figura 4. Pérdidas que sufre el Palay en algunas etapas, en función a su contenido de humedad.*

* Fuente: referencia (9)

3).- MATERIALES
Y
METODOS.

MATERIALES Y METODOS

La parte referente al secado y almacenamiento de arroz-palay variedad Morelos A70, se realizó en el molino de arroz de la Asociación Agrícola Local "San Vicente" ubicado en Emiliiano Zapata Mor., complementando ésto con observaciones hechas en los molinos de Jojutla y Cocoyoc en el mismo Estado; para ello fué necesario un tiempo aproximado de tres meses-- (de Julio a Septiembre de 1979).

La evaluación de las muestras tomadas de los lotes analizados se efectuó en el Laboratorio de arroz del Instituto Nacional de Investigaciones Agronomicas (INIA) de la SARH, y el Laboratorio de la Sección de Alimentos de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales - C (UNAM).

El molino ocupa una superficie total de 25000 m², la cual está repartida en las siguientes areas: administrativa, recepción, limpieza del palay, secado mecánico, secado con energía solar, de aereación, almacenamiento de palay de arroz blanco (pulido) empaque y mantenimiento.

En la figura 5 se muestra la ubicación de cada una de las áreas incluyendo algunas de sus características; además nos muestra el sistema de transporte mecánico para el arroz-

instalado en dicho molino; el cual está compuesto por transportadores elevados, colocados en la parte superior de las bodegas, de bandas transportadoras colocadas de forma subterránea, y elevadores de cangilones.

De acuerdo a los sistemas de secado usados en el citado molino, fueron analizados 16 lotes que recibieron un día de asoleo, 11 que recibieron dos días, 2 que recibieron tres días y 5 que fueron secados mecánicamente (utilizando aire caliente), de los cuales 3 sólo recibieron un paso por los secadores y su secado final fué al sol, y 2 recibieron dos pasos por los secadores; además, en cada caso se corrieron un mínimo de tres lotes como pruebas preliminares. En la figura 6 se muestra el diagrama de experimentación que se llevó a cabo.

EQUIPO

A) En Recepción

- Bascula Toledo. Capacidad 30000 Kg.
- Basculas y Balanzas Gallo Cap. 5 Kg. de doble platillo con pesas adicionales.
- Determinador de Humedad para granos. Super-Matic. A/S foss Electric.

- Bascula Toledo. Capacidad 1 Ton.
- Muestreador para sacos. 40 cm. de largo.

b) En secado Mecánico

- 3 secadores de capacidad diferente. Maquinaria Morros. Fabricado por REMOS, S. A., México 11-2-73 Con sus respectivos quemadores y ventiladores.
- Elevadores de Cangilones
- Limpiador neumático
- Transportadores de gusano

c) En secado con el sol

- Diablos con capacidad de 4 a 5 sacos
- 1 Peine de madera. Largo: 81 cm., Ancho: 13.50 cm., de cada diente; 32 anchura de los dientes; 4 cm; separación entre dientes: 11,2 cm. largo de cabo de soporte 1.55 m.
- Juntador de madera. Largo: 81 cm., ancho: 28.5 cm., - Soporte: 1.5 m.
- Area de azoleo (12000 m²)

c) Usando en las determinaciones

- Wet & Dry Buld Thermometer

- Higroméetro-Termómetro de Carátula. Garigo.
- Termómetro de Carátula.
- Super-Matic A/S Foss Electric Hillerol Danmarx
- Básculas y Balanzas el Gallo, doble platillo. Cap. --
5 Kg.
- Termobalanza CENCO
- Balanza Granataria. Triple Beam Balance
Modelo 700. capacidad 2610 grs.
- Muestreador para grano en silos. 1.4 m. de largo

d) En la Evaluación de la calidad molinera

- Moistur Tester. Seedburo Equipment Co. 618 w Jackson-
Blup Chicago ill. Steinlite. Electronic Tester.
- Mc Gill Sheller y Mc Miller I
- Triple Beam Balance. Capacity 2610 grs.
- Saranda 12/64 c.

Para la determinación de la temperatura en la recepción (antes del secado con energía solar), se tomó una temperatura promedio de por lo menos diez sacos, realizando el muestreo de la parte céntrica. Para la determinación de la humedad del grano, se tomó una muestra de por lo menos doce sacos, se homogenizó y después se hizo la determinación.

Para las restantes determinaciones en dicha etapa, se hizo un muestreo aleatorio; después de ser extendido en la "plaza" respectiva; tomándose tres muestras del centro y tres en cada extremo en distribución aleatoria, tomando de ahí una sola muestra para las determinaciones.

La figura 7 muestra el procedimiento seguido en el primer secado al sol. Cada operador transporta de forma semimanual (en diablos) 40 a 45 sacos hacia el lugar correspondiente de asoleo (figura 8); después de que son distribuidos a lo largo de la plaza y son descocidos, el palay es extendido (figura 9).

Una vez extendido el palay, se procede a limpiarlo, para lo cual se usa normalmente un peine de madera en una primera limpieza, eliminándose así el material extraño de mayor tamaño (figura 10), y una escoba de varas largas, con la cual mediante un barrido es eliminado el material extraño de menor tamaño.

Ya limpio el palay, es distribuido homogéneamente en toda la "plaza" usando para ello el peine de madera al cual antes se le adaptó un hilo entre los dientes (separaciones).

Después del tiempo señalado en el diagrama, el palay es "surcado", formándose de 8 a 9 surcos (de 52 Cm. de anchura, de 7.5 Cm. de espesor, y con una separación entre ellos de 70 - Cm. aproximadamente), utilizando para ello un "juntador" de madera (figura 11).

Al transcurrir el tiempo señalado en el diagrama, el palay es homogenizado por volteo con el "juntador"; generalmente tal operación se realiza de 2 a 3 veces con intervalos de treinta minutos.

Después de tal operación, el palay es nuevamente extendido (con el pie), para que después de un cierto tiempo, la capa de palay sea nivelada nuevamente usándose para ello los mismos utensilios.

La recolección consiste en poner nuevamente el palay en sacos, siendo necesario para llevar a cabo tal operación más de dos personas (figura 12); y de forma simultánea, los sacos son transportados (en diablos) hacia el lugar de reposo.

En las operaciones para realizar el secado mecánico (fig. 13), se empieza por el transporte semimanual de los sacos hacia el lugar de limpieza para lo cual el palay es pasado primero por las sarandas, en donde le es eliminado el material extraño - - - - -

de mayor tamaño (figura 14), para que de inmediato sea pasado por el separador neumático, eliminándose aquí el material extraño de menor tamaño con algunos granos vanos (no está definido un tiempo de esta operación, ya que la alimentación no es proporcional a la capacidad). Continuamente el palay es transportado mecánicamente hacia el silo o directamente al primer secador, el cual tiene una capacidad aproximada de 9.8 Tons., y necesitando para su llenado aproximadamente 70' si el flujo de alimentación es continuo. Una vez lleno, el ventilador y el quemador son puestos a funcionar hasta llegar a 60°C máximo, permaneciendo así por lo menos 30'. Transcurrido el tiempo señalado, se empieza a descargar, pasando así el palay hacia el segundo secador, y abriéndose la válvula de alimentación a la primera. El segundo secador tiene una capacidad aproximada de 7.6 Tons., y si el flujo de alimentación es continuo son necesarios 50' para su llenado. Una vez llena, la alimentación es parada y se ponen a funcionar su quemador y su ventilador hasta llegar a 55°C máximo, y permaneciendo así por lo menos 15' antes de que empiece a descargar el palay hacia el tercer secador. El cual tiene la misma capacidad que la anterior y, por consiguiente requiere-

el mismo tiempo para su llenado; cuando se ha llenado tanto el quemador como el ventilador son puestos a funcionar (antes se para el flujo de alimentación), hasta llegar a 50°C - máximo permaneciendo por lo menos 15' a ésta temperatura, antes de que el palay se empiece a descargar y pasar a las celdas en donde permanece de 12 a 24 hrs., antes de que reciba el segundo paso ó el secado final.

La figura 15, muestra las operaciones por las que pasa el palay al recibir un segundo o tercer secado al sol, y los lotes que antes recibieron un primer paso en secadores, para lo cual no se realiza limpieza y no hay repetición de operaciones. Difiere únicamente del procedimiento del primer secado al sol, en la homogenización por volteo la cual sólo se realiza una vez, y en que aquí, se lleva a cabo un movimiento del palay, lo cual consiste en darle dos pasadas con el peine de madera (una a lo largo y otra a lo ancho de la plaza) a intervalos de 30'. Para la determinación de la humedad del grano durante el primer secado al sol, el muestreo fué igual al realizado en la recepción; excepto para determinar la temperatura del grano, para lo cual se tomó una sola muestra del centro de la plaza. Las condiciones ambientales fueron tomadas después de que los aparatos eran puestos durante

3' a 20 Cm. por encima de la capa de palay.

En lotes que recibieron 2 y 3 días de asoleo, así como los que eran puestos a secar al sol después de haber recibido un primer paso por los secadores, el muestreo se realizó en forma "cruzada" siguiendo las diagonales de la plaza, después de mezclar tales muestras se tomó una sola y se determinó la humedad y la temperatura del grano; para la determinación de las condiciones ambientales, se siguió el mismo procedimiento que el anterior.

En el secado mecánico (utilizando aire caliente), el muestreo para las determinaciones al grano se realizó en el conducto de descarga de cada secador; la temperatura del aire de secado se determinó del termómetro de carátula (de 0 a 250°C) adaptado en la parte inferior de la columna de cada secador.

Para determinar las condiciones del grano (calidad del palay) previas al secado, se muestreaba conforme pasaba a la primera secadora (cada 5'), hasta que se llenaba; tomándose de ahí una muestra para el análisis.

Para el análisis de cada uno de los lotes durante el estemperado y almacenamiento, el muestreo se hizo de la forma

siguiente. Con un calador para sacos se tomaron 3 muestras de cada saco (mínimo de seis) de la parte superior, media e inferior, de la cual una vez homogenizada se tomaba de ahí una pequeña muestra para determinar la temperatura y la humedad al grano. Para los lotes que fueron atemperados o almacenados a granel, con un muestreador para grano en silos, se tomó una muestra de la parte céntrica del lote, ésta era homogenizada y de ahí se tomaba una muestra para el análisis.

Para la determinación de las condiciones ambientales durante tales períodos, los aparatos permanecían por lo menos 10' antes de tomar las lecturas.

En los períodos de atemperado, las condiciones ambientales de las bodegas se determinaban 3 veces por día, y la temperatura y humedad del grano sólo una; ya durante el almacenamiento, se hizo lo mismo durante los tres primeros días, después ya sólo se determinaban cada tercer día.

Cabe señalar, que los lotes que recibían un primer día de asoleo o un primer paso por los secadores, su humedad era reducida hasta 18% en promedio; en un segundo paso por los secadores ó en un segundo día de exposición al sol, la humedad en el palay se reducía hasta 12% en promedio y los lotes-

que recibían un tercer día de asoleo su humedad era reducida hasta 9.18% en promedio.

Las muestras de cada lote analizado, para la evaluación de la calidad molinera, fueron tomadas mediante un procedimiento de muestreo parecido al que se hacía para el análisis durante el atemperado y almacenamiento, y puestas en bolsas de polietileno, sellándose completamente. La figura 16, muestra el procedimiento seguido en la evaluación de la calidad molinera para cada una de las muestras de los lotes analizados.

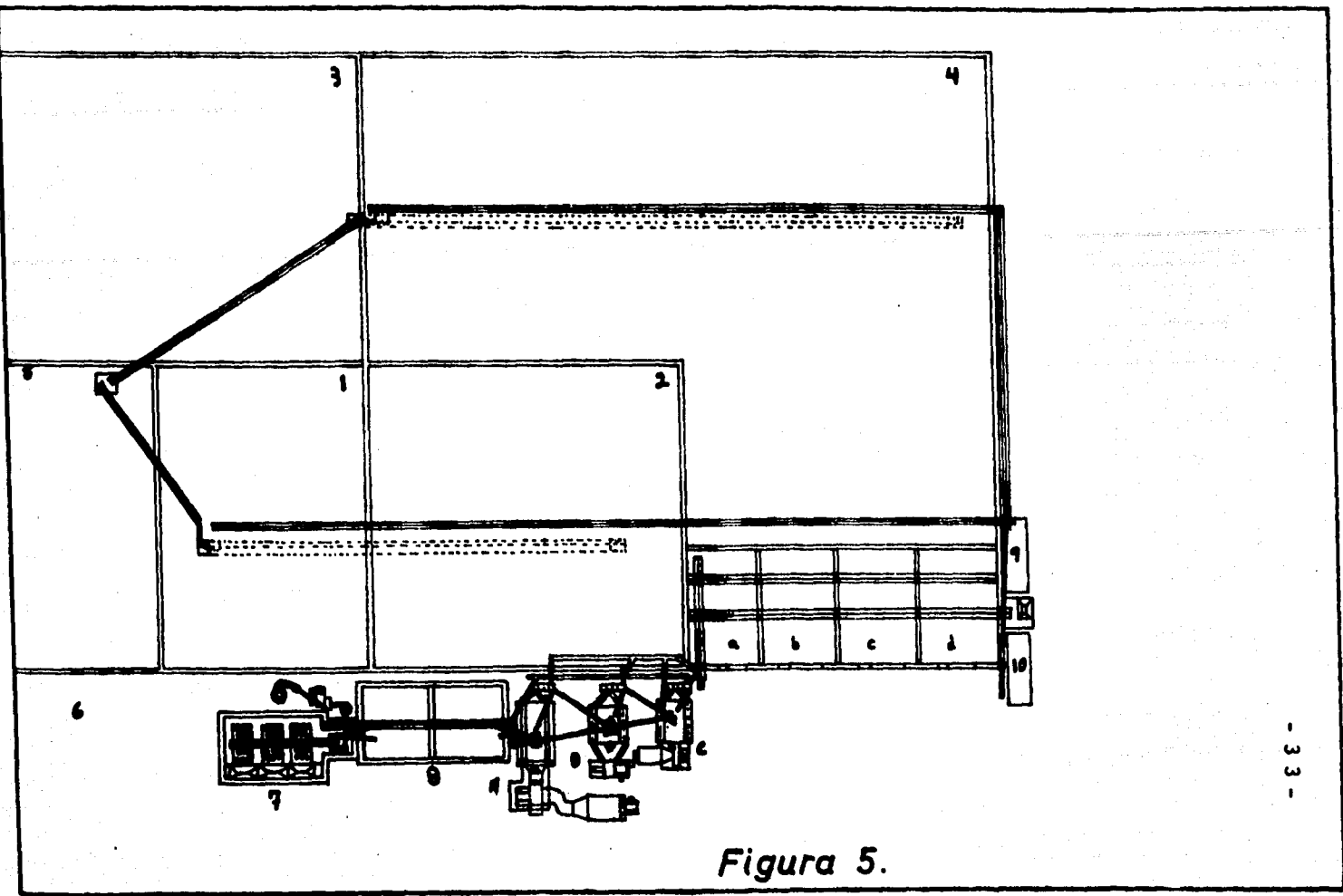


Figura 5.

CLAVES DE LA FIGURA 5:

- 1,2,3 y 4 = Bodegas de Almacenamiento del Palay
- 5 = Area de Blanqueo
- 6 = Area de Recepción del Arroz Palay.
- 7 = Area de Limpieza Mecánica del Palay
- 8 = Tolva de Retención del Palay
- 9 y 10 = Tanques de Combustible (Diesel)
- A, B, C = Secadores Mecánicos de Palay; cada uno con su --
respectivo quemador y ventilador.
- a,b,c y d = Celdas de Aereación del Palay
- Las líneas discontinuas representan las Bandas transporta-
doras del Arroz Palay.
- Las líneas continuas representan los Gusanos Transportado-
res de Palay y otros subproductos.
- Los elevadores de Cangilones están colocados antes de las-
bandas y de los Gusanos Transportadores y de cada Secador.

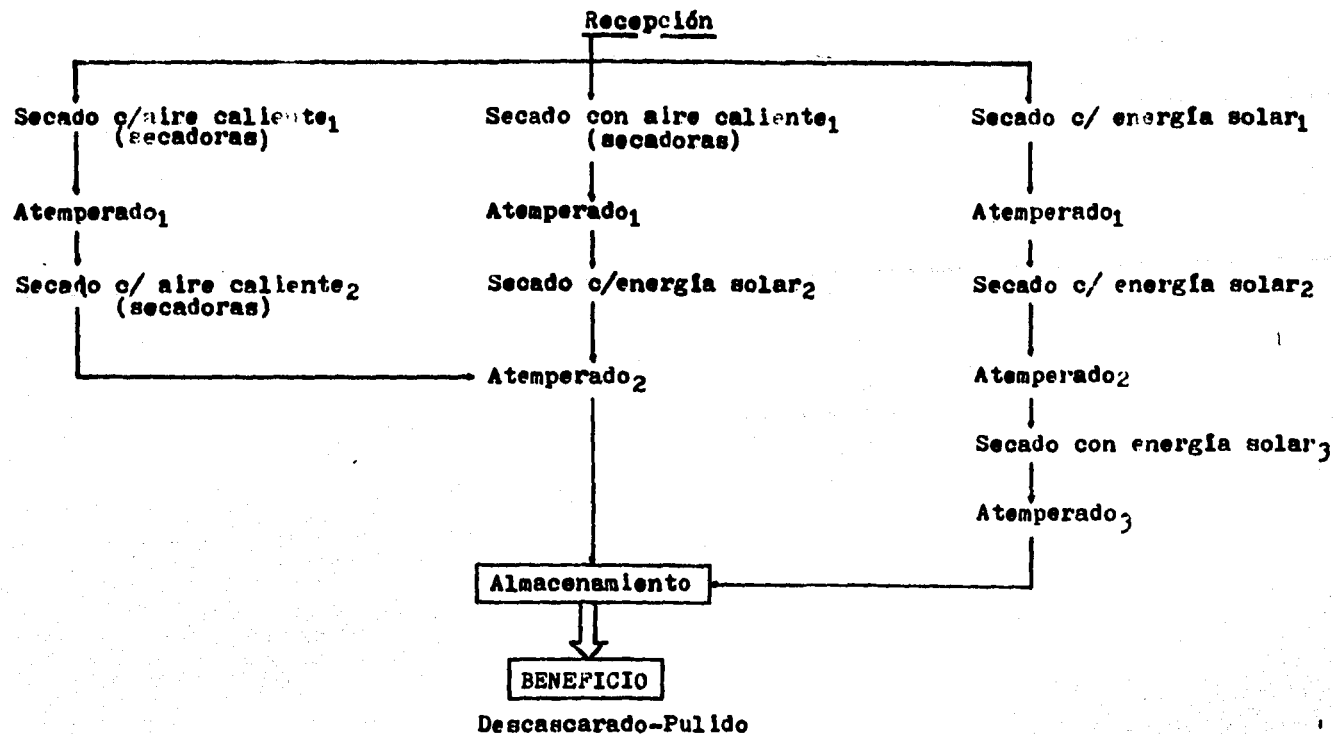
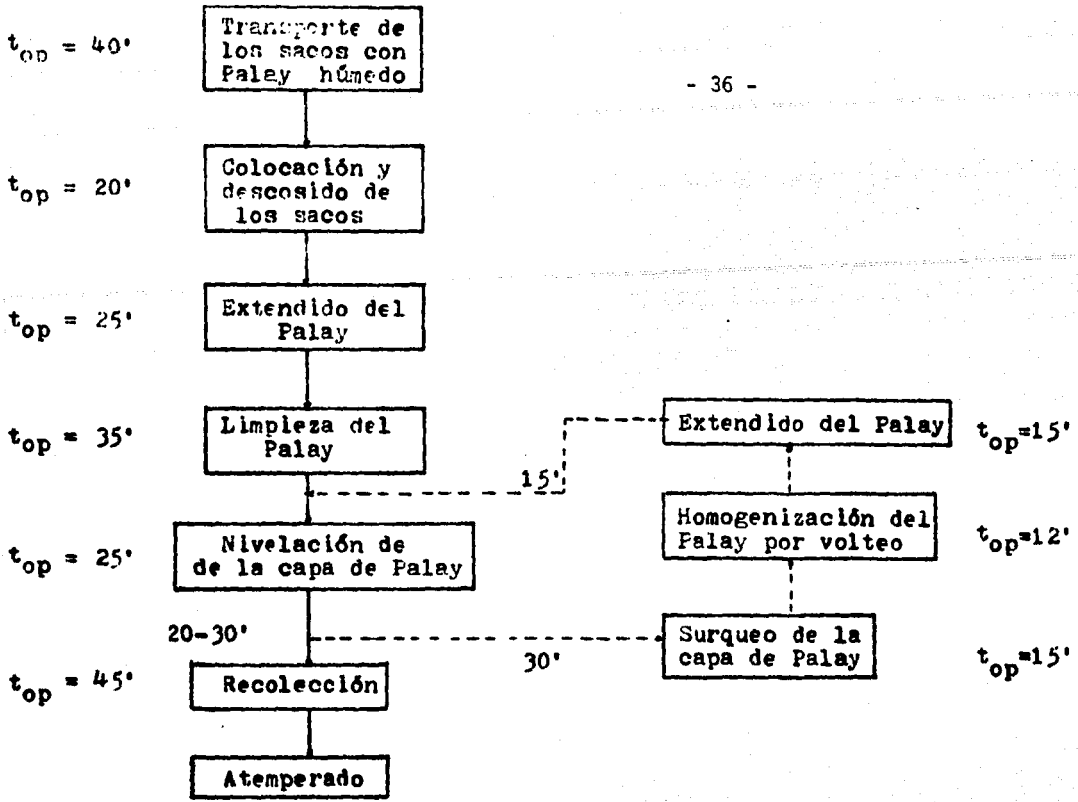


Figura 6. Diagrama general de experimentación.



t_{op} : tiempo de operación

Figura 7. Diagrama de flujo para lotes que reciben un primer secado con energía solar

Figura 8. Forma de transportar el palay hacia el Asoleadero.





**Figura 9. Colocación y extendido del palay en la plaza co --
rrespondiente durante el secado con energía solar.**



Figura 10. Forma de limpiar el palay cuando es secado con --
energfa solar.



**Figura 11. Surqueo y volteo del palay para favorecer el seca
do con energia solar.**



**Figura 12. Forma de recolectar el palay después del secado -
con energía solar.**

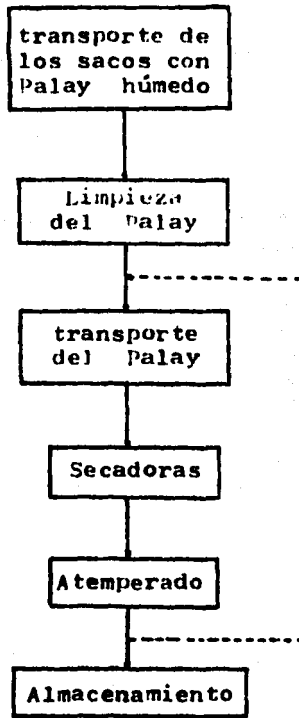


Figura 13. Diagrama de bloques para el secado mecánico (aire caliente)

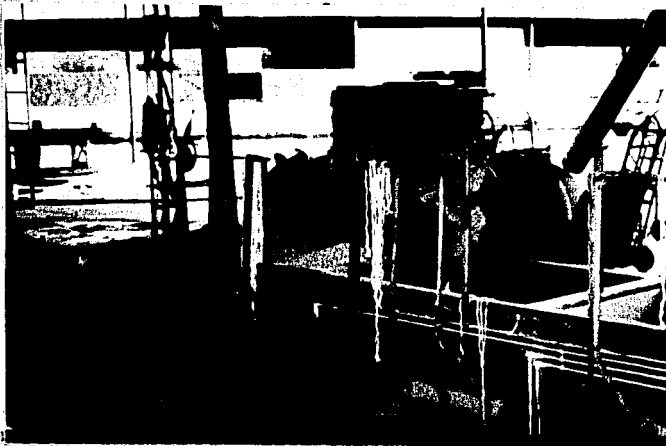


Figura 14. Mecanismo de limpieza mecánica del palay antes de recibir el primer paso por los secadores.

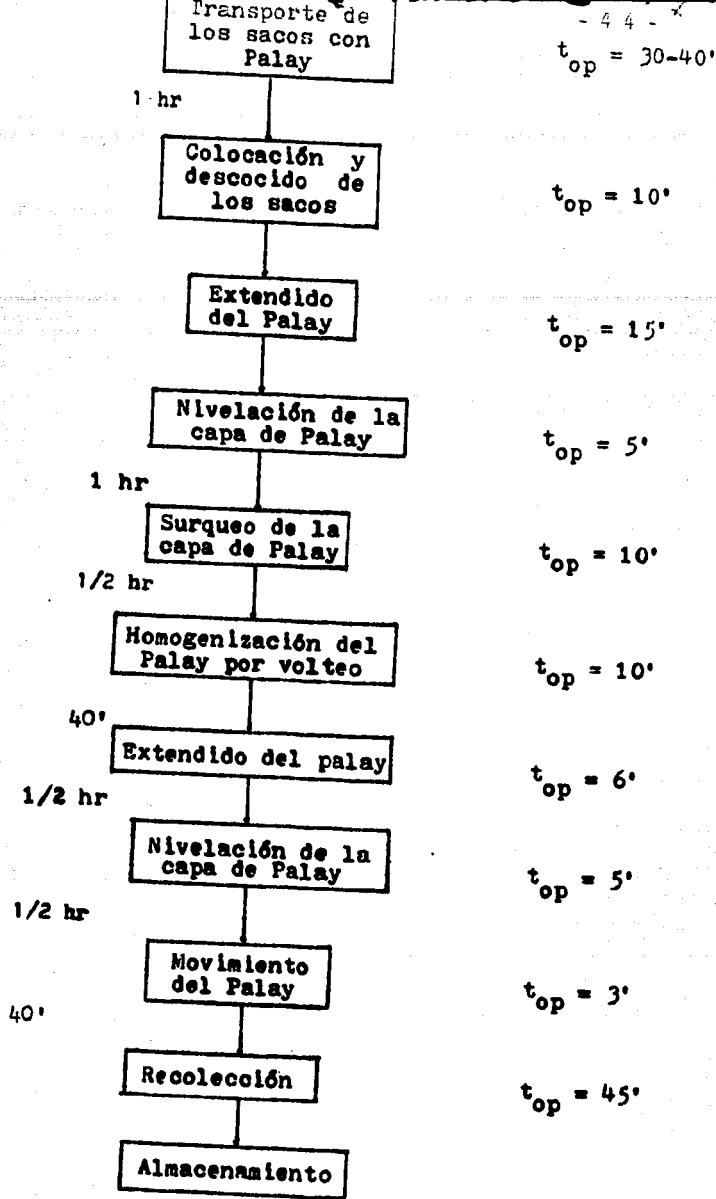
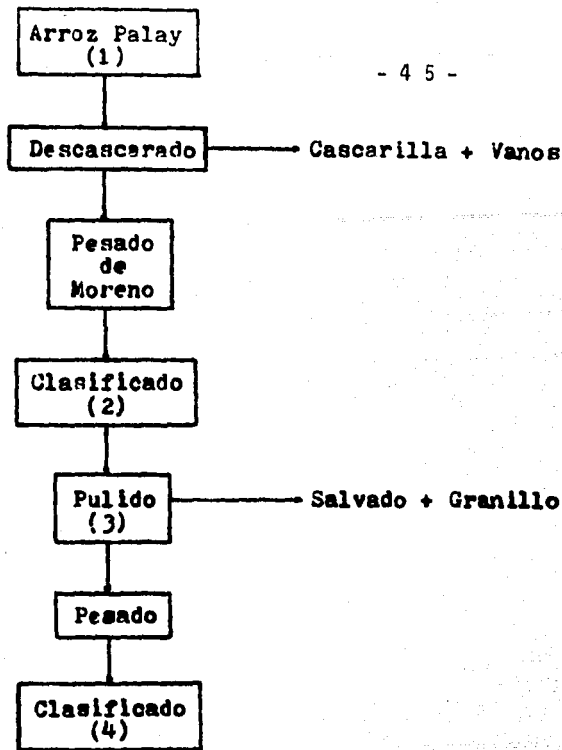


Figura 15. Diagrama de flujo para un segundo y tercer secado al sol; y para lotes que han recibido un primer paso en las secadoras.



- (1) Base: 200g de Palay
- (2) Separación de grano entero y quebrado, para sacar peso por separado
- (3) Pulido de arros moreno total. $t=70$ segundos
- (4) Separación de grano entero y quebrado, para sacar peso por separado

Figura 16 Procedimiento de evaluación de la calidad molinera

4).- RESULTADOS

RESULTADOS.

Los tiempos determinados para cada una de las etapas por las que pasaron los lotes analizados hasta antes de su evaluación de la calidad molinera se indican en el Cuadro 3; no tándose que hay variación marcada de lote a lote y en cada una de las etapas del proceso de secado.

La calidad del palay en el molino es determinada durante la recepción; para lo cual, el Cuadro 4 muestra como se determinó y los resultados que se obtuvieron. Como se puede notar, la calidad del palay es muy variada debido principalmente a que proviene de campos diferentes, y a que el tiempo de cosecha no es el mismo.

Para justificar lo último diremos que los 3 primeros lotes que fueron secados al sol por dos días, provienen del mismo campo y sin embargo no contienen humedad inicial debido a que fueron cosechados con un día de diferencia.

Por lo que se refiere a los resultados que se obtuvieron en el análisis de los lotes que fueron secados por el sol, el Cuadro 5 muestra tanto las determinaciones que se consideraron necesarias para su evaluación, así como los resultados respectivos; observándose algunas variaciones, debi

do principalmente a que las condiciones climáticas son susceptibles a cambios repentinos (cuadro 6), repercutiendo directamente en el palay.

El Cuadro 7 muestra las determinaciones realizadas y -- los resultados obtenidos para los lotes que fueron secados -- de forma combinada (secados por el sol), notándose de antemano la inexistencia de un orden y un control sobre la fijación de las condiciones de secado en cada uno de los secadores (3), lo cual se refleja directamente en el grano (calentamiento excesivo).

El secado por el sol, va a depender como ya se dijo, de la estabilidad de las condiciones ambientales; viéndose innecesario (en ocasiones) el secado de esta forma (cuadro 7) ya que en los tiempos señalados (cuadro 3), se le baja al palay una cantidad de humedad que puede resultar incosteable, además de que el contenido de humedad final en el palay no es -- uniforme, lo cual ocasiona modificaciones en el proceso de -- pulido. El Cuadro 8 muestra las determinaciones y los resultados obtenidos, para los dos lotes que recibieron dos pasos por los secadores mecánicos; notándose, que conforme va pasando el palay del secador 1 al secador 3, la humedad que le

es eliminada va disminuyendo, y por consiguiente, la temperatura reflejada por el grano aumenta.

Como es indicado, en el primer secador se elimina la mayor cantidad de humedad al palay; tanto en el primero como en el segundo paso, resultando en ocasiones, innecesario el paso del palay por el tercer secador durante el segundo paso.

Los resultados obtenidos del proceso de evaluación de la calidad molinera, para cada una de las muestras de los lotes analizados, y bajo unas mismas condiciones de proceso, están señalados en el Cuadro 9; notándose que durante el descascarado, el quebrado total de grano en todo el proceso ocurre en mayor proporción para todas las muestras; y que el porcentaje total de grano entero varía de lote a lote debido a la variación en las condiciones de secado, al método de secado, y a la calidad del palay.

Para asimilar bien los resultados, es necesario analizar los resultados que se obtuvieron en cada una de las etapas por las que pasó el palay y relacionarlos directamente con su calidad molinera (Cuadros 3, 4, 5, 6, 7 y 8).

Lote (1)	Duración del primer secado. (hrs.)	t del primer Atemperado. (hrs.)	Duración del segundo Secado. (hrs.)	t del segundo Atemperado (hrs.)	Duración del tercer Secado. (hrs.)	tiempo de Almacenamiento (días)
1 _{2s}	9	72	7			32
2 _{2s}	9	86	7.25			28
3 _{2s}	8	52	6.00			27
4 _{2s}	9	134	-			27
5 _{2s}	7.50	133	-			27
6 _{2s}	8	15	6.00			21
7 _{2s}	9	15	6.00			19
8 _{2s}	9.30	15	6.00			19
9 _{2s}	9	183	6.00			12
1 _{3s}	8	53	6.50	48	6.50	19
2 _{3s}	8.25	53	5.50	15	5.50	12
1 _{ms}	2.50	20	6.30			12
2 _{ms}	2.50	53	5.75			10
3 _{ms}	2,50	44	4.00			9
1 _{mm}	2.50	20	2.50			7
2 _{mm}	2.50	92	2.50			2

Cuadro 3. Relación de tiempo de secado v Almacenamiento de los lotes Analisados.

(1) Subíndices: 2s=lotés que recibieron dos días de asoleo; 3s=lotés que recibieron tres días de asoleo; ms=lotés secados de forma combinada (mecánico-asoleo); mm=lotés que recibieron dos pasos por los Secadores mecánicos.

Lote	Humedad del Palay (%)	Temperatura del Palay °C *	Granos Verdes. (%) *	Granos Vados. (%) *	Granos Germinados. (%) *
1 ^{2s}	28.6	31.1	-	-	-
2 ^{2s}	28.0	29.4	-	-	-
3 ^{2s}	29.2	34.4	-	-	-
4 ^{2s}	28.6	31.6	10	2.4	.4
5 ^{2s}	28.6	31.5	9.9	2.4	.35
6 ^{2s}	26.9	33.8	3.6	4.6	2.60
7 ^{2s}	26.0	33.8	4.8	7.0	0
8 ^{2s}	24.0	21.1	3.0	8.0	0
9 ^{2s}	27.0	24.4	5.6	8.0	0
1 ^{3s}	31.2	30.55	8.2	2.4	.3
2 ^{3s}	27.3	31.66	7.6	8.6	.8
1 ^{MS}	31.4	-	-	-	-
2 ^{MS}	21.2	-	-	-	-
3 ^{MS}	22.4	-	4.4	8.0	.8
1 ^{MM}	25.8	-	3.6	3.0	1.0
2 ^{MM}	27.7	-	5.2	3.0	.4

* Porcentaje en base al Palay.

Cuadro 4. Resultados de las determinaciones en la Recepción del Arroz Palay.

Lote	Humedad del palay después del primer secado. %	Temperatura del palay durante el 1º secado.		Humedad del palay después del segundo secado. %	Temperatura del palay en el segundo secado. (°C)		Humedad del palay después del tercer secado. (%)	Temperatura del palay en el secado 3º	
		Mín.	Máx.		Mín.	Máx.		Mín.	Máx.
1 ^{2s}	16.7	24.7	38.8	11.8	26.7	43.8			
2 ^{2s}	15.4	27.4	41.1	10.2	29.4	43.8			
3 ^{2s}	17.25	31.6	41.6	11.4	25.5	42.2			
4 ^{2s}	17.00	30.6	37.7	12.2	-	-			
5 ^{2s}	17.10	30.55	37.6	12.1	-	-			
6 ^{2s}	20.4	33.8	34.4	11.5	30.83	42.2			
7 ^{2s}	18.00	23.3	38.8	11.3	26.6	42.7			
8 ^{2s}	16.4	21.1	30.4	11.8	30.5	43.3			
9 ^{2s}	17.60	24.4	37.7	13.0	26.6	42.2			
1 ^{3s}	22.2	28.3	41.6	12.7	29.4	35.0	9.4	26.1	45.
2 ^{3s}	20.0	27.2	38.8	13.0	30.5	45.0	9.8	29.4	42.7

Cuadro 5. Resultado de las determinaciones hechas al palay durante el secado con energía solar.

Lote	% de H.R. durante el primer Secado		T°C ambiente durante el primer secado		% de H.R. durante el segundo Secado		T°C ambiente durante el segundo Secado.		% de H.R. durante el tercer Secado.		T°C ambiente durante el tercer Secado.	
	Máx.	Mín.	Mín.	Máx.	Máx.	Mín.	Mín.	Máx.	Máx.	Mín.	Mín.	Máx.
1 ^{2s}	70	23	18.5	34	44	22	27	36				
2 ^{2s}	50	21	26.0	37	49	24	28	35				
3 ^{2s}	68	32	23,5	34	62	21	21	35.5				
4 ^{2s}	70	21	18.5	34	-	-	-	-				
5 ^{2s}	58	21	23.5	34	-	-	-	-				
6 ^{2s}	71	31	19.5	30	32	24	29	34				
7 ^{2s}	72	24	18	34	30	22	29	36				
8 ^{2s}	84	22	16	36	34	21	32	36.5				
9 ^{2s}	75	21	16	33	35	22	30	35.5				
1 ^{3s}	79	22	17	36	36	31	29	30.5	58	22	21	36
2 ^{3s}	78	22	18	34.5	33	21	31	36	37	22	29	35.5

Cuadro 6. Resultados de las Condiciones Ambientales determinadas durante el secado con energía solar de los citados lotes.

Determinaciones	Lote 1			Lote 2			Lote 3		
% de Humedad inicial del Palay.	31.4			21.2			22.4		
% de Humedad del Palay después del primer paso x Secadores. (1)	S-1	S-2	S-3	S-1	S-2	S-3	S-1	S-2	S-3
	25.38	22.8	21.5	17.63	16.8	16.7	20.5	17.37	16
T°C del palay después del Paso uno (1)	32.7	33.47	39.1	32.6	28.7	29.1	35.4	40.55	41.9
T°C del aire de Secado durante el paso 1 x Secadores. (1)	58.8	59.5	70	50	37.3	58	58	55	79
% de Hum. del Palay desp. del secado Sol	12.5			12.0			13.7		
T°C del palay durante el secado al sol	27.7 - 40.5			32.7 - 46.6			26.1 - 32.2		
% de H.R. durante el secado al sol.	36 - 23			32.0 - 20.0			36.0 - 41.0		
T°C Ambiente durante el secado al sol	30 - 35			30.5 - 38.0			31.5 - 27.5		

S-1 = Secador No. 1 S-2 = Secador No. 2 S-3 = Secador No. 3

Cuadro 7. Resultado de las determinaciones ambientales y al palay durante el secado combinado (Mecánico-Asoleo)

(1) Valores promedio

Determinaciones	Lote 1			Lote 2		
% de Hum. inicial del palay.	25.8			27.7		
% de Hum. del palay después del paso 1 por los secadores. (1)	s-1	s-2	s-3	s-1	s-2	s-3
	21.45	19.8	18.1	23.53	20.8	18.9
T°C del palay después del primer paso por los secadores.	33.8	37.08	41.3	34.86	39.16	40.7
T°C del aire de secado durante el primer paso por los secadores. (1)	56.5	58	60	58.75	57.0	62.3
% de Hum. del palay después del paso 2 por los Secadores. (1)	13.82	12.85	-	14.67	12.87	11.35
T°C del palay después del segundo paso por los secadores. (1)	39.6	41.94	-	40.97	45.1	50.1
T°C del aire de secado durante el segundo paso por los secadores. (1)	55.25	56.5	-	53.7	54	60

(1) Valores Promedio.

Cuadro 8. Resultados de las determinaciones al palay y de las condiciones de secado (secado Mecánico)

				gramos	gramos	%	gramos	%	gramos	%
1 _{2s}	155.50	35.34	17.67	143.5	7.52	3.76	42.86	21.43	100.64	50.32
2 _{2s}	155.90	40.98	20.49	143.9	7.72	3.86	48.70	34.35	95.20	47.60
3 _{2s}	156.15	40.73	20.36	143.6	11.34	5.67	52.07	26.03	91.53	45.76
4 _{2s}	154.10	53.98	26.99	140.3	10.58	5.29	64.56	32.28	75.74	37.87
5 _{2s}	154.2	52.21	26.10	141.5	9.67	4.83	61.88	30.94	79.62	39.81
6 _{2s}	152.65	52.19	26.09	137.6	12.69	6.34	64.88	32.44	72.72	36.36
7 _{2s}	155.55	48.68	24.34	141.9	9.82	4.91	58.50	29.25	83.40	41.70
8 _{2s}	149.70	46.35	23.17	138.8	7.18	3.59	53.53	26.76	85.27	42.63
9 _{2s}	154.90	46.21	23.10	140.1	10.15	5.07	56.36	28.18	83.74	41.87
1 _{3s}	158.40	35.74	17.87	140.5	12.42	6.21	48.16	24.08	92.34	46.17
2 _{3s}	154.00	53.10	26.55	139.8	13.23	6.61	66.33	33.16	73.47	36.73
1 _{ms}	155.80	48.50	24.25	138.4	10.28	5.14	58.78	29.39	79.62	39.81
2 _{ms}	156.20	55.32	27.66	140.3	11.09	5.54	66.41	33.20	73.84	36.92
3 _{ms}	156.20	44.82	24.41	137.3	20.04	10.02	64.86	32.43	72.44	36.22
1 _{mm}	158.20	39.68	19.84	141.1	20.26	10.13	59.94	29.97	91.16	40.78
2 _{mm}	156.00	56.26	28.13	140.0	11.77	5.88	68.03	34.01	71.97	35.98

Ver Cálculos, Pág. 57

Cuadro 9. Resultados del Proceso de Pulido

CALCULOS

- % de grano quebrado en el descascarado. = $\frac{\text{Peso de grano quebrado en el desc.}}{\text{Peso de palay}} \times 100$

- % de grano blanco entero = $\frac{\text{Peso de grano blanco entero}}{\text{Peso de palay}} \times 100$

- % de grano blanco quebrado. = $\frac{\text{Peso de grano blanco quebrado}}{\text{Peso de palay}} \times 100$

- Peso de grano quebrado durante el pulido. = $\frac{\text{Peso de grano quebrado total.}}{\text{peso de grano quebrado en el descascarado.}}$

- % de grano quebrado en el blanqueo = $\frac{\text{Peso de grano quebrado en el blanqueo}}{\text{Peso de palay}} \times 100$

- Arroz Moreno (corrección)

$$\text{Arroz Moreno} = \text{Arroz Blanco} - \text{Salvado}$$

$$\text{Arroz Blanco} = 100 - \% \text{ de Salvado}$$

$$\text{Peso de Arroz Moreno quebrado} = \frac{\text{Arroz Blanco} \times \text{Peso de Arroz Mor. Obt.}}{100}$$

5).- ANALISIS DE
RESULTADOS.

ANALISIS DE RESULTADOS.

Durante el presente trabajo, cuyo objetivo fue evaluar el secado y el almacenamiento del arroz palay en el Estado de Morelos, se observó que los factores mencionados en la bibliografía (8, 14, 16, 17), tales como:

- la madurez del grano durante la cosecha
- condiciones climatológicas durante su desarrollo
- el contenido de humedad durante la cosecha
- el método de secado
- las condiciones ambientales durante el secado al sol
- la eliminación de humedad excesiva al palay durante el secado.
- tiempo de atemperado
- las condiciones de almacenamiento
- los esfuerzos mecánicos a los que está expuesto el arroz durante el manejo y pulido;

tienen una relación directa con el rendimiento de grano entero durante el pulido.

En el cuadro 10 se muestra la cantidad de humedad eliminada al palay en cada uno de los secados a los que fué sometido, la velocidad de eliminación de humedad en cada secado y su

relación con el rendimiento total de grano entero durante el pulido; observándose una relación más directa durante el segundo y tercer secado. Es importante hacer notar que los coeficientes de algunos lotes que tienen un % de grano enteromenor no coinciden, debiéndose esto a que el tiempo de secado no es igual (cuadro 3), pero si se tomara como base un -- mismo tiempo de secado, los lotes que tienen un rendimiento de grano entero menor, su respectivo coeficiente sería mayor principalmente en el segundo y tercer secado; independientemente del sistema.

En los cuadros 4 y 3, se muestra la calidad del palay y el tiempo para cada una de las etapas durante el proceso de secado, respectivamente y su repercusión en la calidad molinera (Cuadro 9).

La figura 16 muestra una gráfica representativa del % de humedad del grano eliminada v. s. el tiempo de secado para un lote que recibió tres secados al sol; lo cual nos indica la hora del día en que le es eliminada la mayor cantidad de humedad al palay durante cada uno de los secados, y como disminuye la velocidad de eliminación de humedad del primer al tercer secado; y lo que es más importante, cómo se expone

al palay a la variación en las condiciones ambientales durante el secado, lo cual nos ayuda a darnos cuenta de la importancia de un movimiento más frecuente del palay durante el secado al sol y en qué momento puede ser dañado en mayor proporción, repercutiendo esto, directamente en el rendimiento total de grano entero durante el proceso de pulido.

Es necesario tener en cuenta que los coeficientes de secado normalmente disminuyen del primer al tercer secado. En el primer secado al sol se presenta un coeficiente menor debido a que el tiempo de secado es mayor (2 a 2.5 hrs. más).

Resulta lógico que la eliminación disminuye del primer al tercer secado (ya sea mecánico o al sol), ya que el grado de dificultad aumenta, debido a que la humedad en el grano va siendo menor y tendiendo a encontrarse sólo en las partes más internas del grano.

Como podemos ver, los lotes que dieron un porcentaje menor de grano entero durante el proceso de pulido presentan coeficientes de secado más elevados principalmente durante el segundo y tercer secado; indicando ésto, que a tales lotes se les eliminó una cantidad más elevada de agua durante-

el secado respectivo; pudiendo implicar esto que la velocidad de secado fue mayor.

Hay que hacer notar que los lotes que durante el secado por el sol, estuvieron expuestos durante mayor tiempo a la temperatura ambiente más elevada y al % de H. R. más bajo obtuvieron un porcentaje menor de grano entero durante el pulido, independientemente de otras características (cuadros 5 y 6).

Con lo que respecta a los resultados de atemperado y almacenamiento del palay (cuadro 3) y su relación con el % de grano entero durante el proceso de pulido (cuadro 9), vemos que el tiempo de atemperado aparentemente no influye en la calidad molinera, ya que tales tiempos son muy excesivos; -- con lo que respecta a la influencia de las condiciones del almacenamiento sobre la calidad molinera, no se presenta mucha relación, debido a que el tiempo de almacenamiento del palay es relativamente corto, aunque las condiciones de las bodegas no sean adecuadas.

Esto indica, que las condiciones ambientales de las bodegas de almacenamiento no son controladas (temperatura y % de H.R.), ya que se registraban altas y bajas durante el día.

Lote	(1) Coeficiente del Secado 1	(2) % de Hum. Eli- minada en el secado 1	(1) Coeficiente del Secado 2.	(2) % de Hum. Eli- minada en el secado 2	(1) Coeficiente del Secado 3.	(2) % de Hum. E- liminada en el secado 3	(3) Rendimiento bruto en te- ro. (%)
1 2s	1.32	11.4	.62	4.35			50.32
2 2s	1.40	12.6	.67	4.80			47.60
3 2s	1.49	11.95	.93	5.60			45.76
4 2s	1.28	11.60	-	-			37.87
5 2s	1.54	11.55	-	-			39.81
6 2s	.81	6.50	1.48	8.90			36.36
7 2s	.88	8.00	1.20	7.20			41.70
8 2s	.82	7.60	.76	4.60			42.53
9 2s	1.04	9.40	.76	4.60			41.87
1 3s	1.12	9.00	.96	6.30	.76	5.00	46.17
2 3s	.89	7.30	1.27	7.00	.58	3.20	36.73
1 MA	3.96	9.90	.82	5.10			39.81
2 MA	1.80	4.50	1.008	5.80			36.92
3 MA	2.56	6.40	.378	1.50			36.22
1 MM	3.08	7.90	1.18	2.95			40.58
2 MM	3.50	8.75	2.42	6.05			35.98

Cuadro 10. Datos Adicionales de algunos factores y su influencia en la Calidad Molinera.

(1) Velocidad de Secado = $\frac{\% \text{ de humedad eliminada}}{\text{Tiempo total de Secado}}$

(2) % de humedad inicial del palay - % de humedad después del secado

(3) Rendimiento en Base a 200 gramos de palay.

DE HUMEDAD
DEL PALAY.

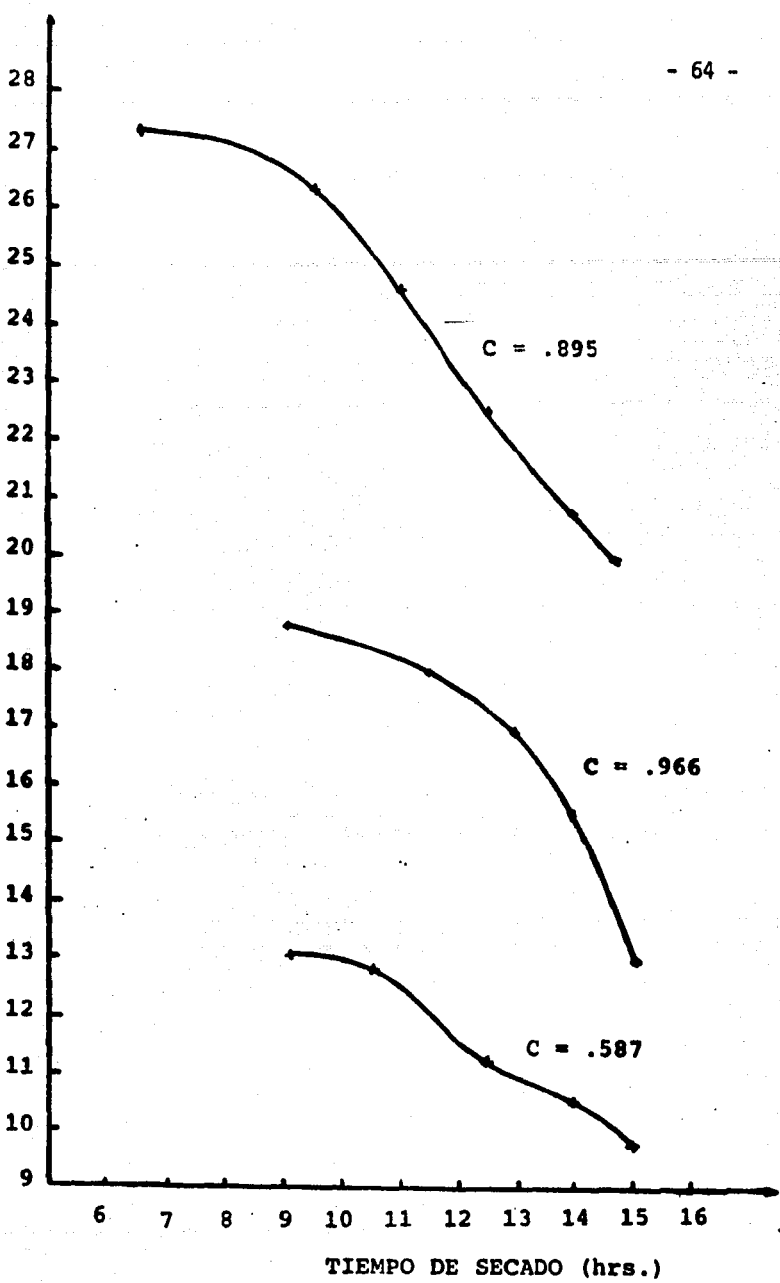


Figura 17.

C = COEFICIENTE DE SECADO.

6).- OBSERVACIONES

OBSERVACIONES.

Además de las determinaciones realizadas en cada una de las etapas del secado del palay, que nos sirvieron para su evaluación en función de la calidad molinera, conjuntamente se hicieron algunas observaciones en cada una de las etapas nombradas, sobre algunos otros factores que pueden repercutir en la calidad y en el rendimiento de grano entero, y que no fué posible su evaluación experimental. Algunas de las más importantes son:

- 1.- El tiempo excesivo que permanece el palay en sacos entre la cosecha y el secado (48-72 Hrs.), provoca cambios como germinación, desarrollo de hongos (mohos), y un calentamiento intenso lo cual provoca el manchado del grano.
- 2.- El palay cosechado "inmaduro", no presentaba problemas de germinación y de calentamiento excesivo; pero su calidad es pobre y puede resultar desagradable al consumidor.
- 3.- Cuando el palay presentaba una humedad elevada, y una mayor cantidad de material extraño (paja, hierbas, etc) la germinación se desarrollaba en un tiempo más corto, lo cual provoca que la temperatura se eleve rápidamente.

- 4.- El palay que presentaba temperaturas de 35 a 38°C antes del secado, tenfa un crecimiento de hongos más evidente, lo cual se notaba por el desarrollo de un micelio "blanquisco".
- 5.- Cuando el palay presentaba temperatura arriba de 50°C el crecimiento de hongos era menor, pero el manchado era -- más abundante.
- 6.- El palay que se recibe para proceso, debido a que proviene de campos diferentes, presenta un contenido de humedad muy variado impidiendo así que el proceso de secado sea uniforme, ocasionando variaciones en los rendimientos.
- 7.- Se observó que durante el asoleo, la forma de trabajar el palay varfa mucho de operador a operador, repercutiendo esto, en la no uniformidad en el secado.

7).- CONCLUSIONES

CONCLUSIONES.

De los resultados obtenidos en cada una de las etapas - realizadas para evaluar el secado y almacenamiento del arroz palay en función de su calidad molinera, se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1.- El no poder controlar las condiciones ambientales (temperatura y % de H. R.) durante el secado al sol, y el uso inadecuado de las condiciones del aire de secado en el sistema mecánico, causa estrellamiento del grano en proporción notable; siendo aún más pronunciado tal efecto, en las etapas finales del secado, o conforme el contenido de humedad en el grano va disminuyendo.
- 2.- La eliminación de humedad en exceso y la velocidad de secado del palay, causa daños por estrellamiento y disminuye la resistencia a los esfuerzos mecánicos durante el pulido, repercutiendo notablemente en el rendimiento total de grano entero.
- 3.- Por lo general el secado del palay resulta ineficiente, debido a que previamente no son fijadas las condiciones del proceso, por el desconocimiento de las características del palay, y de su importancia.

- 4.- A un grano de mala calidad (cantidad excesiva de granos vanos, verdes y un contenido de humedad elevado), reduce notoriamente la capacidad de manejo, y eleva los costos.
- 5.- Un tiempo prolongado de atemperado resulta inadecuado, ya que de acuerdo a los resultados obtenidos, no se observa una relación directa con el rendimiento de grano entero; un tiempo promedio de 24 hrs. resulta más que suficiente para que el atemperado se lleve a cabo.
- 6.- Las características iniciales del palay se ven alteradas, por las condiciones de almacenamiento, ya que los almacenes con que se cuenta, no permiten llevar a cabo un control adecuado de la temperatura y de humedad relativa ambiente durante dicho período; lo cual en tiempos prolongados pueden dañarlo significativamente, ocasionando pérdidas cuantiosas.
- 7.- De acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación de la calidad molinera, no podemos determinar que método de secado resulta ser más adecuado, aunque aparentemente los lotes secados con energía solar dan un rendimiento de grano entero mayor; debido a que las condicio

nes de secado en el sistema mecánico no son adecuadas, ya que las temperaturas del aire de secado a veces son demasiado altas y en ocasiones demasiado bajas lo cual causa daños muy notorios al grano; reflejándose significativamente en el porcentaje de grano quebrado obtenido principalmente durante el descascarado. De antemano se puede concluir que cualquier procedimiento de secado puede ser adecuado, siempre y cuando las condiciones de secado sean estrictamente controladas; aunque si se presentan diferencias en la eficiencia.

8.- De acuerdo a las observaciones que se hicieron sobre factores tales como la germinación, el crecimiento de hongos, el calentamiento excesivo del palay antes del secado y su relación con la calidad y rendimiento de grano entero, podemos decir que su influencia es muy marcada; ya que, los lotes analizados que presentaron en mayor proporción tales alteraciones, mostraron una calidad y un rendimiento menor de grano entero.

9.- Por las observaciones hechas podemos decir, que la realización de un secado ineficiente es consecuencia de la ca

rencia de un procedimiento de secado estandarizado y la falta de un conocimiento profundo del "fenómeno".

- 10.- El secado por el sol está limitado por el hecho que es factible sólo bajo condiciones climatológicas con "altas" temperaturas, "baja" humedad relativa y la ausencia de lluvias durante el período de secado.

8).- BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- (1) Hernández, Aragón Leonardo. El arroz, su cultivo y mejoramiento genético en México. Trabajo presentado en la reunión sobre Pruebas Internacionales de Arroz para América Latina. CIAT, Cali, Colombia, Agosto, 1976.
- (2) Angladette, A. Rice Drying. Principles and Techniques- Informal Working Bull. 23, Agr.Eng. Branch, Farm Products Processing, Land and Water Develop. Div., Food and Agricultura Organization of the U.N., Rome, 73 pp - (1963).
- (3) A review trough 1958. Research on Conditioning and Storage of rough and milled rice. A review through 1958 -- Agricultural Research Service. United States Departament of Agriculture.
- (4) Thomson, J.H., A.H., Ramage, W.D., and others 1955. Drying Characteristics of Western Rice-Colusa 1600 Variety. Rice Jour. 58(11): 14,16,18-19,52.
- (5) Wasserman, T., Brown. A.H., Houston, D.F., and Ferrel, R.E. 1956. Drying Characteristics of Wester Rice- Caloro Variety. 1. Equal Moisture Removal and Constant Drying sir temperature in all Passes. Rice Jour. 59 (30) - 12-16.
- (6) Brown, H.A., Houston, D.F., and Ferrel, R.E. 1956 Drying Characteristics of Wester Rice-Caloro Variety. II.- Varying Air temperature and Amount of Moisture Removed in Each Pass. Rice Jour. 59(4): 41-45.

- (7) Ferrel, R.E., Brown, A.H., and Smith, C.R.
1957 Comercial Drying of Wester Rice. Cereal Sci. To -
dat 2(9): 251-254.
- (8) Wasserman, T., Ferrel, R.E., Houston, D.F., Breitwieser
E., and Smith, G.S. Tempering Western Rice. Rice Journal
67(2): 16 (1964).
- (9) Brooker, D.B.; Bakker Arkema, F.W., and Hall, C.W. - --
(1974). "Drying Cereal Grains". The AVI Publishing Co.-
INC. Westport, Conn U.S.A.
- (10) J. Maltheus, and Spadaro J.J. Rice Breakage During Com-
bine Harvesting. Rice J. 62(7-8): 1975.
- (11) Baldi, G.; Fassati, G.; Ranchino, F.; Fantone, G. EC. Sto-
rage of Rice: Changes in Proteins, Protein Fractions --
and Amino Acid Compositions. RISO 1977.26(3); 253-265.
- (12) Shcherbakov, V.G.; Davidenko, E.K.; Prudenikova, T.N. -
Changes in the lipid complex of rice Grains During ---
Drying. Pishchervaya Tekhnologiya. 1974 No. 2 48-51.
- (13) Beloglazova, L.K.; Prudnikova, T.N.; Fedrova, S. A.; --
Scherbacov, V.G. Changes in the Protein Complex of rice
Grain during storage under different moisture conditions
Pischchervaya Tekhnologiya, 1976. No. 6. 17-20.
- (14) Mattews, J.; Abadie, T.J., Deobald, H.J.; and Frecman -
C. Relation between head rice yields and defective ker-
nels in rough rice. Rice J. 73(10): 6-12(1970).

- (15) Mc Neal, X. When to harvest rice for best milling quality and germination. University of Arkansas Collage of - Agriculture, Agricultural Experiments Station Bulletin. 50. (1950).
- (16) Biwas, D., Wratten, Ft., Faulkner, M.D., and Miller M.F. Effects of high temperature and Moisture for precondi - tioning rice for Milling. Rice J. 72(4): 31-35(1969).
- (17) Mc Donald, D.J. Suncracking in rice, some factors in - fluencing its development and the effects of creaking - on milling quality of the grain. M.S. Thesis, Univ. of - Sydney, Australia 1968.
- (18) R. Dennis, Stipe and Miller M.F. Effects of steaming, - Drying and Tempering Conditions on Mill yields of roug - rice, Rice J. 58(7). 1975.
- (19) Wasserman, T., Ferrel, R.E., Kautman, V.F., Smith, G.S., Kester, E.B.; and Leathers, J.G. Improvemonts in Comer - cial drying of Western Rice.1. Mixing Type dryer-Lousia - na State University desing. Rice J.61(4): 30;61(5):40 - (1958).
- (20) Schultz, E.F., Jr., Pominiski., and Wasserman, T. Sour - ces of Variability in Laboratory Milling Yields of long grain rice-drying Experiments. Cereal Cham.43;284(1966)
- (21) Kester, E.B., Lukens, H.C., Ferrel, R.E., Mohammad, A., - and Fintrock, D.C. Influence of Maturity on Properties - of Western rices. Cereal Chem. 40:323(1963).

- (22) Wasserman, Theodore. Drying and Storing the Expanding -
Philippine Rice. Crop. Rice J.73(6):8(1970).
- (23) E. Treybal Robert. Mass Transfer Operations. McGraw. --
Hill. Second Edition.
- (24) Scheroeder, H.W., and Rosberg, D.W. Infrared Irving of-
rough rice.1. Long-grain type. Rexoro and Bluebonnet-50
Rice J. 63(12):3(1960).
- (25) Louvier, F.J., and Calderwood, D.L. Drying and handling
rough rice at commercial dryers. Rice J.71(5):12(1958).
- (26) Calderwood,D.L. Use of aeration to aid rice drying. --
Trans. ASAE 9(6): 893 (1966), and Rice J. 69(6):22 - --
(1966).
- (27) Christensen,C.M., Storage of Cereal Grains and Their --
Products. American Association of Cereal Chemists. Mi-
nnesota 1974.