

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**SECAMIENTO DE PAPA PRECOCIDA UTILIZANDO ENERGIA
SOLAR EN EL VALLE DE QUETZALTENANGO.**

TESIS:

**Presentada a la Honorable Junta Directiva
de la
Facultad de Agronomía de la
Universidad de San Carlos de Guatemala**

Por:

MARCO ANTONIO SANTISTEBAN BENAVENTE

En el acto de su investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de:

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

DIGITALIZADO

Guatemala, Febrero de 1983.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DL
01
T(746)

RECTOR

Dr. Eduardo Meyer

JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano:	Dr.	Antonio Sandoval S.
Secretario:	Ing. Agr.	Carlos René Fernández.
Vocal Primero:	Ing. Agr.	Oscar Leiva Ruano.
Vocal Segundo:	Ing. Agr.	Gustavo Méndez.
Vocal Tercero:	Ing. Agr.	Fernando Vargas N.
Vocal Cuarto:	MEPU.	Leonel E. Durán
Vocal Quinto:	P. Agr.	Roberto Morales M.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

Decano:	Dr.	Antonio Sandoval S.
Examinador:	Ing. Agr.	Gustavo Méndez
Examinador:	Ing. Agr.	Fredy Hernández Ola.
Examinador:	Ing. Agr.	César Castañeda
Secretario. a.i.	Ing. Agr.	Negli R. Gallardo.

Guatemala 27 de Enero de 1983

Señor Decano
Facultad de Agronomía
Dr. Antonio Sandoval S.
Su despacho.

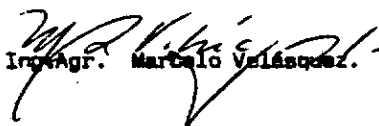
Señor Decano:

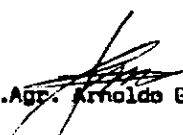
Nos es grato informarle, que en cumplimiento a la designación que se nos hiciera, hemos asesorado el trabajo de investigación realizado por el Prof. Marco Antonio Santisteban Benavente que ha culminado en la tesis titulada "SECAMIENTO DE PAPA PRECOCIDA UTILIZANDO ENERGIA SOLAR EN EL VALLE DE QUETZALTENANGO", el cual hemos encontrado satisfactorio y en nuestra opinión llena los requisitos para su aceptación como tal.

Por lo indicado antes, remitimos a usted la tesis mencionada con la seguridad de que la misma constituye un valioso aporte a la agricultura nacional, por lo que nos permitimos recomendar su aprobación e impresión.

Atentamente.

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"


Ing. Agr. Marcelo Velásquez.

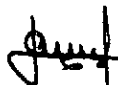

Ing. Agr. Arnoldo García S.

Guatemala, 1 de Febrero de 1983

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR.

En cumplimiento con lo establecido en las normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tendo el agrado de presentar a su consideración el trabajo de tesis titulado: "SECAMIENTO DE PAPA PRECOCIDA UTILIZANDO ENERGIA SOLAR EN EL VALLE DE QUEZALTENANGO". Como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente.



MARCO ANTONIO SANTISTEBAN BENAVENTE.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI FAMILIA

A MI ESPOSA

A MI HIJA

A MIS AMIGOS.

A MIS MAESTROS

AL CENTRO UNIVERSITARIO CIUDAD VIEJA

AGRADECIMIENTO

A las personas y entidades que colaboraron en la realización del presente trabajo.

A los Ingenieros Agrónomos. Marcelo Velásques y Arnoldo García Soto, por la asesoría, revisión, corrección y valiosa orientación en la ejecución del presente trabajo.

Los datos fueron recabados con la utilización de recursos del Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola I.C.T.A. Siendo los resultados propiedad de dicho Instituto, publicándose con la debida autorización.

I N D I C E

	Página
1. INTRODUCCION	1
1.1 HIPOTESIS	1
1.2. OBJETIVOS	2
2. REVISION DE LITERATURA	2
2.1 Importancia del cultivo de la papa en Guatemala	2
2.2 Valor nutritivo de la papa	3
2.3 Composición química	3
2.4 Clasificación de los tubérculos de papa	4
2.5 Comercialización	4
2.6 Industrialización de la papa.	5
2.7 Sistemas de conservación en fresco.	5
2.8 Antecedentes experimentales en la utilización de la energía solar para la desecación de frutas y plantas medicinales.	6
2.9 Sistemas utilizados en el desecamiento de papa	7
2.10 Antecedentes experimentales en la desecación de papas utilizando energía solar	7
3. MATERIALES Y METODOS	9
3.1 UBICACION	9
3.2 VARIEDAD	9
3.3 SISTEMA DE SECAMIENTO.	9
3.4 TECNICA EXPERIMENTAL.	10
3.5. TRATAMIENTOS EVALUADOS.	11
3.6. OBSERVACIONES CUALITATIVAS.	12
3.7. OBSERVACIONES CUANTITATIVAS.	12
3.8. M A N E J O D E L M A T E R I A L EXPERIMENTAL.	12
3.9. PROCEDIMIENTO UTILIZADO	13
3.10. DIAGRAMA DE TRABAJO SEGUIDO	15

4.	RESULTADOS Y DISCUSION	16
5.	CONCLUSIONES	19
6.	RECOMENDACIONES	21
7.	BIBLIOGRAFIA	23
8.	APENDICE.	

LISTA DE CUADROS

1.	Pérdida de peso por manejo del tubérculo de papa	25
2,3,4	Peso del producto deshidratado a los 2,5 y 8 días después de montado el ensayo	26
5,6,7	Porcentaje de evaporación de agua.	27
8,9,10	Datos transformados a $\text{arcoseno} \sqrt{b/o}$	28
11,12,		
13	Análisis de varianza de los datos transformados a $\text{Arcoseno} \sqrt{b/o}$	29
14,15,		
16	Prueba de Medias (Tukey)	30
17	Datos Climatológicos	31
18	Diferencias en promedio de los datos climatológicos de los tres períodos en estudio.	31
19.	Duración e intensidad de la luz.	32
20.	Temperatura promedio dentro del secador solar.	32
21.	Análisis de calidad	33
22.	Resultados de la prueba organoléptica.	33

23.	Calificación de los tratamientos en base a la escala cualitativa.	34
24.	Cantidad en libras de papa deshidratada.	34
25.	Costo de construcción del secador solar.	35

LISTA DE FIGURAS

1.	Velocidad máxima del viento	37
2.	Velocidad media del viento	37
3.	Húmedad relativa	38
4.	Temperatura ambiental	39
5.	Precipitación pluvial	40
6.	Secador solar rústico	41
7.	Equipo utilizado en la preparación de los tratamientos	42
8.	Pérdida de peso del material expuesto a la radiación solar	43
9.	Producto deshidratado	44
10.	Duración de la luz	45
11.	Intensidad de la luz	46
12.	Temperatura promedio dentro del secador solar.	47

RESUMEN

Los agricultores del altiplano que se dedican a la siembra de papa, venden los tubérculos de buena calidad en los mercados urbanos, utilizando para su alimentación los tubérculos pequeños y lastimados que les es difícil comercializar, lo que provoca un consumo de papa unicamente en tiempo de cosecha. Esto se considera debido a la carencia de sistemas de procesamiento y conservación de la papa.

El uso de secadores rústicos de madera que utilizan la energía proporcionada por la irradiación solar sería una alternativa de solución al problema.

El objetivo general de este trabajo se baso en desarrollar un sistema de secamiento sencillo y práctico para que el agricultor del área pueda deshidratar papa y posteriormente utilizarla en su alimentación. Así como determinar el tamaño de corte más adecuado para mejorar la eficiencia del proceso .

El ensayo se realizó en la Estación Experimental Labor Ovalle, Olinstepeque, Quetzaltenango, la cual se encuentra a 2407 m.s.n.m., utilizando el diseño de bloques al azar, con 10 tratamientos y cuatro repeticiones.

Los datos de peso se tomaron a los 2,5 y 8 días después de montado el ensayo, expresandose este en gramos. Luego se determinó el porcentaje de agua evaporada, transformándose los datos a $\text{Arcoseno}\sqrt{o/o.}$, de donde se efectuaron los análisis de varianza y prueba de medias correspondientes.

Aunque todos los tratamientos respondieron satisfactoriamente a la deshidratación, se obtuvieron mejores resultados con los de menor grosor, los cuales al realizar el análisis de calidad mantuvieron sus características Bioquímicas, lo que se considera debido a que las temperaturas que se registran dentro del

secador solar no sobrepasan los 50°C.

Dentro de los mejores tratamientos, según la prueba de Tukey, el que mejor alternativa presenta para el agricultor en cuanto a la facilidad de manejo es la papalina.

El costo del secador solar por año es de Q.2.75, al cual se le asume una durabilidad de 5 años, concluyéndose que el uso de este es una buena alternativa de manejo post-cosecha para el agricultor, ya que con 14. 7 horas luz, equivalente a 0.52 calorías, se logra deshidratar el producto en un 75o/o., lo que proporciona las condiciones para una buena conservación de la papa.

1. INTRODUCCION

El cultivo de la papa es importante en la producción agrícola en el altiplano del país. En algunas comunidades el cultivo tiene importancia socioeconómica después del maíz y el trigo.

Los mayores volúmenes de producción se obtienen en los meses de mayo a julio, de los cuales el tubérculo de buena calidad son destinados a los mercados urbanos y el resto de la producción es utilizada por los pequeños agricultores del área rural los que consumen papa únicamente durante el tiempo de cosechas, utilizando los tubérculos de inferior calidad.

Actualmente estos agricultores carecen de un sistema sencillo y práctico de procesamiento y conservación de la papa para su consumo posterior como complemento en su dieta alimenticia.

La papa es un tubérculo rico en carbohidratos, proteínas y calorías, considerándose superior al trigo y el arroz, lo cual contribuiría a solucionar en parte los problemas nutricionales y alimenticios del área rural.

El presente trabajo se realizó en el valle de Quetzaltenango y pretende evaluar un procedimiento de secamiento de papa precocida, mediante el funcionamiento de un secador que utiliza irradiación solar, construido con materiales rústicos fácilmente adquiribles por el agricultor, así también se pretende determinar el grosor de corte en el tubérculo de papa y tiempo para la deshidratación.

1.2. HIPOTESIS:

- 1.2.1. Con el uso del secador solar rústico, la deshidratación de la papa precocida no será efectiva, dándose el secamiento en un bajo porcentaje.
- 1.2.2. De los diferentes tratamientos a evaluar en el tubérculo de papa, el grosor no influirá en la calidad

del producto obtenido y tiempo de secamiento.

1.3. OBJETIVOS

- 1.3.1. Desarrollar un sistema de secamiento sencillo y práctico, para que el agricultor del área rural pueda deshidratar papa pudiendo utilizarla posteriormente en su alimentación.
- 1.3.2. Con la papa precocida evaluar diferentes grosores de corte y tiempo de respuesta en días a la desecación, determinando cual de los tratamientos es el más indicado para la deshidratación.
- 1.3.3. Dar alternativas de manejo post-cosecha a los agricultores, mermando de esta forma pérdidas en la producción.

2. REVISION DE LITERATURA.

2.1. Importancia del cultivo de la papa en Guatemala:

La papa, es un cultivo que tiene gran potencial de rendimiento para contribuir a solucionar problemas de escasez de alimentos a corto plazo, con mayores ventajas y rentabilidad sobre otros productos agrícolas tradicionales, debido a que su productividad por unidad de superficie, en terminos de calorías y proteínas es más elevado que el arroz y el trigo. (5).

Por su alto valor nutritivo, la papa es usada en la dieta humana en más de 100 países en el mundo y es considerada como cultivo estratégico en los países en desarrollo. (5).

En los países centroamericanos su consumo es aún mínimo ya que es un producto considerado no básico; por el contrario los alimentos indispensables son el maíz y el frijol.

Lo anterior se debe al desconocimiento del potencial que tiene la papa en su aspecto nutricional, así como en sus diversas formas de preparación. (6, 8).

En Guatemala por existir condiciones excelentes de clima y suelo para su producción el cultivo de la papa ha adquirido importancia ya que de la producción de 10,000 hectáreas cultivadas, 35o/o es exportada a países de Centro América, 35o/o se utiliza en forma fresca, 10o/o como semilla, 4o/o en industrialización y 16o/o de pérdida calculada en base a ataque de plagas, enfermedades y mal almacenamiento. (5, 11).

El 90o/o de cultivadores de papa del país son pequeños agricultores, los cuales siembran entre 0.1 y 2. hectáreas. Un 8o/o cultiva 2.5 hectáreas y el 2o/o restante cultivan de 5 hectáreas en adelante constituyéndose éstos de grupos organizados o cooperativas. (11).

2.2. Valor nutritivo de la papa.

La papa tiene un alto valor nutritivo, siendo rica en vitaminas, aminoácidos y minerales. Tiene menos calorías que el arroz, queso y otros productos. (6).

El valor biológico de sus proteínas es un tanto inferior a la de la carne, pero superior a la del trigo, avenas y verduras.

Posee los carbohidratos necesarios para una dieta adecuada y la tercera parte de la vitamina C que un adulto debe tomar diariamente. Además posee hierro, tiamina y un bajo contenido de sodio y total ausencia de grasas. (6).

2.3. Composición Química.

Esta puede variar dependiendo del clima, fertilización

variedad y almacenaje.

Expresando la composición química en base a 100 gramos de peso se tiene:

Agua	77.4
Sólidos	22.6
Proteína	2.7
Grasas	0.1
Carbohidratos tot	17.4
Fibra cruda	0.6
cenizas	0.9
Hierro. (Mg/100 g)	0.8
Calcio (")	14.7
Fosfatos (")	89.0
Vitaminas C. (")	21.4
Niacina. (")	1.4
Tiamina. (")	52.6
Riboflavina (mg/100 mg)	33.7

2.4. Clasificación de los tubérculos de papa.

Luego de realizada la cosecha, los tubérculos se clasifican en distintas categorías. (8).

De primera	Mayores de 60 grs.
De segunda	40 a 60 grs.
De tercera	20 a 40 grs.
Rechazo	Menores de 20 grs. deformes. Tubérculos lastimados Tubérculos podridos. deformes.

2.5. Comercialización.

La producción de papa en el país, plantea

frecuentemente problemas en su fase de comercialización, lo que se evidencia en los mercados por fluctuaciones de los precios, algunas veces tan altos que restringen el consumo principalmente en los sectores populares, otros meses los precios bajan llegando por debajo del límite del costo, por lo que los productores se ven obligados a vender con pérdidas, situación inconveniente si se considera que la mayoría de productores son minifundistas del altiplano. (5, 11).

En épocas de cosecha (mayo - octubre) la oferta supera en mucho a la demanda, provocando saturación en el mercado, lo cual evidencia la caída de los precios. (1, 8, 11).

2.6. Industrialización de la papa.

Aparte del uso para consumo humano, la papa se puede utilizar en diversas formas, tales como la fabricación de harinas y almidones. (2, 6).

Como harina puede ser utilizada en la industria panadera ya que tiene la propiedad de retener la frescura del pan, inpartiéndole un sabor agradable y mejorando las cualidades del tostado.*

Como almidón industrial puede ser utilizada en la alimentación, tientes, caramelos, glucosas, dextrosa, textiles papeles, colas, detergentes, fósforos, fotografías, engrudos, alcohol etílico del cual se pueden elaborar cauchos sintéticos, disolventes para transformaciones químicas en farmacia, perfumería, explosivos, bebidas, acetonas y butanol. (6).

2.7. Sistemas de Conservación en fresco.

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ha realizado distintos trabajos de almacenamiento rústico de papa con el fin de preservar el producto y poderlo utilizar

*Velásquez, M. Entrevista personal.

posteriormente para consumo alimenticio o como semilla, ofreciendo a los productores de papa sistemas sencillos de almacenamiento que les permita conservar los tubérculos por más tiempo. (11, 17).

Los principales sistemas de almacenamiento experimentados son:

Almacenamiento rústico para papa de consumo (silos).
(Almacenamiento rústico para semilla (Bodegas).
Almacenamiento de semilla en Jabas (Cajas germinadoras).

En Panamá existe un sistema sofisticado de almacenamiento de papa para consumo y semilla, utilizando refrigeradas bodegas de gran capacidad. Este sistema solamente es funcional a agricultores asociados en cooperativas, ya que por su alto costo de inversión no es aplicable a pequeños agricultores (15).

2.8. Antecedentes experimentales en la utilización de la energía solar para la desecación de frutas y plantas medicinales.

El Instituto de ciencia y Tecnología Agrícola, ha efectuado estudios preliminares en el valle de Quetzaltenango, desecando manzana con irradiación solar, obteniendo resultados satisfactorios. (16).

El Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, ha efectuado pruebas de secamiento de bananos, utilizando la energía solar por medio de un secador de circulación natural. Encontrándose que por medio de la radiación solar es posible desecar los bananos y conservarlos a temperatura ambiente durante varios meses (12).

La estación experimental ICADA, ubicada en San Juan Ostuncalco Quetzaltenango, ha desarrollado proyectos sobre secamiento de productos agrícolas. Logrando resultados de aplicación práctica en el secado de platanos y plantas medicinales. (4).

El Centro Internacional de la Papa, evaluó ensayos en diferentes lugares del Perú, con la finalidad de desecar melocotones, platanos, yuca y otros productos agrícolas cultivados en la zona obteniendo resultados satisfactorios. (3).

2.9. Sistemas utilizados en el desecamiento de papa.

Con deshidratadores de bandeja de corriente de aire, se ha evaluado el desecamiento de papa aplicando por cuatro horas temperaturas de 68°C ; logrando deshidratar el producto en un 94o/o. (18).

Con secadores de rodos es posible la deshidratación de papa trabajando con velocidades de 6 RPM a una presión de 50 a 55 PSI. La aplicación de aire caliente por secadores de rodillos da productos deshidratados altamente aceptables ya sea para utilizarse en forma de harina o de puré (19).

El sistema de secado de papas en rodajas o cubos utilizando el sistema de leofilización atmosférica (operando entre 5°C y 10°C) desprovisto de rocío, nuestra otra posibilidad de deshidratación de la papa en ambientes naturales de baja temperatura. (1,2).

El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá ha desecado patatas de la variedad Loman, utilizando cloruro de calcio o hidróxido de sodio como compuesto deshidratante. (19)

2.10. Antecedentes experimentales en la desecación de papas

utilizando energía solar.

El fin primordial de utilizar la radiación solar es evitar el uso de equipos sofisticados difícilmente adaptables a los agricultores, ya que su alto costo y complicado manejo es una de las principales limitantes para su uso. (1, 12).

Estudios realizados por el Centro Internacional de la Papa expone que agricultores de los Andes, han empleado durante siglos el sol, para deshidratar la papa como un medio para lograr su duración en el almacenamiento, denominado el producto obtenido CHUÑO. (2).

Investigadores del CIP en Lima Perú han trabajado con el uso de secadores que utilizan la energía solar para la deshidratación de tubérculos de papa obteniendo productos desecados altamente aceptables. (1, 2, 3,).

Con el uso del deshidratador solar o caja negra, los agricultores peruanos tradicionales, utilizan la papa mala calidad, desecandola y utilizandola en su alimentación (1, 2, 3).

El uso de superficies de aluminio pulidas o sin pulir, las superficies cuadradas en forma de V o semi esféricas para incrementar el atrapamiento de la radiación solar y el cajón negro y cuadrado de 1 metro por lado y 20 centímetros de altura provisto de ventilación es otro de los metodos utilizados por el CIP para deshidratación de papas. (1, 2, 3,

Para deshidratar papa, son necesarias algunas condiciones especiales, pero los vientos predominantes y la luz solar en cualquier parte del mundo puede convertirse en fuente de energía para la deshidratación. (2, 3, 12,).

3. MATERIALES Y METODOS.

- 3.1. UBICACION: El ensayo se realizó en la estación experimental Labor Ovalle, Olinstepeque, Quetzaltenango, la cual se encuentra a una altura de 2,407 metros sobre el nivel del mar, con Longitud de $14^{\circ} 52' 12''$ y Latitud en $91^{\circ} 30' 52''$. Con promedios anuales de temperatura máxima de 21.6°C y mínima de 5.15°C .

Para información del clima predominante durante el período en estudio, se presenta las gráficas de velocidad del viento, humedad relativa, temperatura ambiental y precipitación. (figuras 1,2,3,4,5).

- 3.2. VARIEDAD: La variedad de papa utilizada fué Loman por ser la de mayor aceptabilidad por el consumidor y agricultor del altiplano occidental (9).

Siendo las características del tubérculo las siguientes (14).

Tubérculos alargados con extremos terminados regularmente en punta.

Color interno amarillo crema.

Color externo amarillo crema.

Ojos superficiales.

- 3.3. SISTEMAS DE SECAMIENTO: Se utilizó un sistema no convencional de energía, montando secadores de madera contruídos con materiales rústicos de fácil adquisición por el agricultor, teniendo las siguientes dimensiones. (figura 6)

1.30 metros de largo.

0.60 " " ancho

0.20 " " alto.

0.50 " " elevación del suelo.

Estando protegido con una tapadera de plástico

Transparente y en su interior cedazo para sostener el producto a deshidratar.

3.4. TECNICA EXPERIMENTAL.

3.4.1 La parcela experimental fue de 200 gramos.

3.4.2 La cantidad útil a analizar fue de 200 gramos por parcela.

3.4.3 El diseño utilizado fué de Bloques al azar con diez tratamientos y cuatro repeticiones, siendo su modelo estadístico el siguiente. (10)

$$Y_{ij} = M + B_j + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor del carácter estudiado de la i-ésima observación en la j-ésima repetición.

M = Media general del carácter.

B_j = Efecto de la j-ésima repetición.

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

E_{ij} = Efectos aleatorios asociados a la ij-ésima observación.

$i = 1, 2, 3, \dots, t$: t = Número de tratamientos.

$j = 1, 2, 3, \dots, r$: r = Número de repeticiones

3.4.4 Los datos expresados en porcentaje, se les realizó transformaciones Arcoseno o/o. (13).

La prueba medias utilizada fue la sugerida por Tukey. (15).

Donde:

$$W = q \quad Sx.$$

Sx = Error estandar de la media

$$Sx = \frac{S^2}{n}$$

S^2 = Cuadrado medio o varianza del error experimental.

n = Número de observaciones, repeticiones o valores para calcular las medias.

q = Valor tabular o valor de t modificado.

3.5. TRATAMIENTOS EVALUADOS. Los tubérculos fueron cortados con un grosor y ancho definido, siendo el largo irregular dependiendo del tamaño de los tuberculos. Los tratamientos fueron los siguientes:

- 1= 2x2 milímetros
- 2= 2x4 milímetros.
- 3= 2x6 milímetros.
- 4= 4x4 milímetros.
- 5= 4x6 milímetros.
- 6= 4x8 milímetros.
- 7= 8x8 milímetros
- 8= Triturado.
- 9= Papalina.
- 10= Tiras.

3.6. OBSERVACIONES CUALITATIVAS. Para poder hacer diferencias de aspecto y calidad de las muestras desecadas se utilizó la escala siguiente:

1= Excelente: Material claro, sin manchas buen aspecto visual.

2= Bueno: Material claro, 10o/o manchas, buen aspecto visual.

3= Regular: Material medio claro, 50o/o de manchas, regular aspecto visual.

4= Malo: Material parduzco, 80o/o manchas, mal aspecto visual.

5= Desechable: Material totalmente obscuro.

3.7. OBSERVACIONES CUANTITATIVAS.

1= Peso de los tratamientos a los dos, cinco y ocho días después de iniciado el experimento.

2= Porcentaje de agua evaporada de los tratamientos, a los dos cinco y ocho días.

3.8. MANEJO DEL MATERIAL EXPERIMENTAL.

3.8.1 Equipo utilizado:

cuchillos de cocina.

Rallador de verdura.

Tablas de madera.

Leña.

Nylon plástico.

cedazo.

Secadores de madera rústicos.

Balanza de dos decimas de exactitud.

Termómetro de inmersión marca Fisher.

3.9 PROCEDIMIENTO UTILIZADO.

- 3.9.1 Preparación del material. Se pesaron cuarenta libras de papa fresca, utilizando diez libras para montar cada ensayo, precociéndolas por un período de 50 minutos con el fin de evitar empardiamiento a la hora de pelar y rodajar el tubérculo de papa.

Luego se procedió a pelar la papa manualmente, utilizando los cortes a distinto grosor. Según el tratamiento.

Con rallador de verdura, se obtuvieron las papalinas y las tiras. Con un machacador de cocina se trituro la papa, obteniendo un total de diez tratamientos, los cuales previo sorteo se replicaron cuatro veces, pasando un total de docientos gramos por cada tratamiento. (figura 7).

- 3.9.2 Secamiento: Se colocaron los tratamientos en los secadores solares, el día 9 de agosto de 1982 a las 16:00 horas.

Al iniciar el ensayo se tomó la temperatura dentro del secador, utilizando un termómetro de inmersión; la temperatura fué tomada diariamente durante el tiempo que estuvo expuesto el ensayo a la irradiación solar a las ocho diez, catorce y diesiseis horas, secando las posteriormente promedios totales a las temperaturas obtenidas.

Los tratamientos se pesaron a los dos, cinco y ocho días después de montado el ensayo a las diez de la mañana, expresando este peso en gramos.

Con el peso de los tratamientos expresado en gramos se determinó la cantidad de agua evaporada, expresando el resultado en porcentaje, llegando a determinarlo por la formula siguiente:

$$o/oHE = \frac{Ph - Ps}{Ph} \times 100.$$

Donde:

o/oHE= Porcentaje de agua evaporada.

Ph = Peso húmedo

Ps = Peso seco.

3.9.3. Selección y evaluación del producto desecado.

3.9.3.1. Selección: Los mejores tratamientos reportados por la prueba de medias (Tukey) se combinaron con los datos obtenidos en la calificación cualitativa, recomendando al agricultor el de mejor aspecto y el más práctico en cuanto a su manejo y preparación.

3.9.3.2. Evaluación: Con el tratamiento seleccionado se elaboró una sopa, la cual contenía harina de papa, sal, cebolla y tomate.

Efectuandose una prueba organoléptica posteriormente con un número de 20 agricultores con el fin de evaluar la aceptación del producto deshidratado en la alimentación.

3.9.4. Análisis de calidad: Tres de los mejores tratamientos reportados por el análisis estadístico, se enviaron al laboratorio de Química Agrícola del INCAP determinando los siguientes parámetros:

Rehidratación del producto desecado.

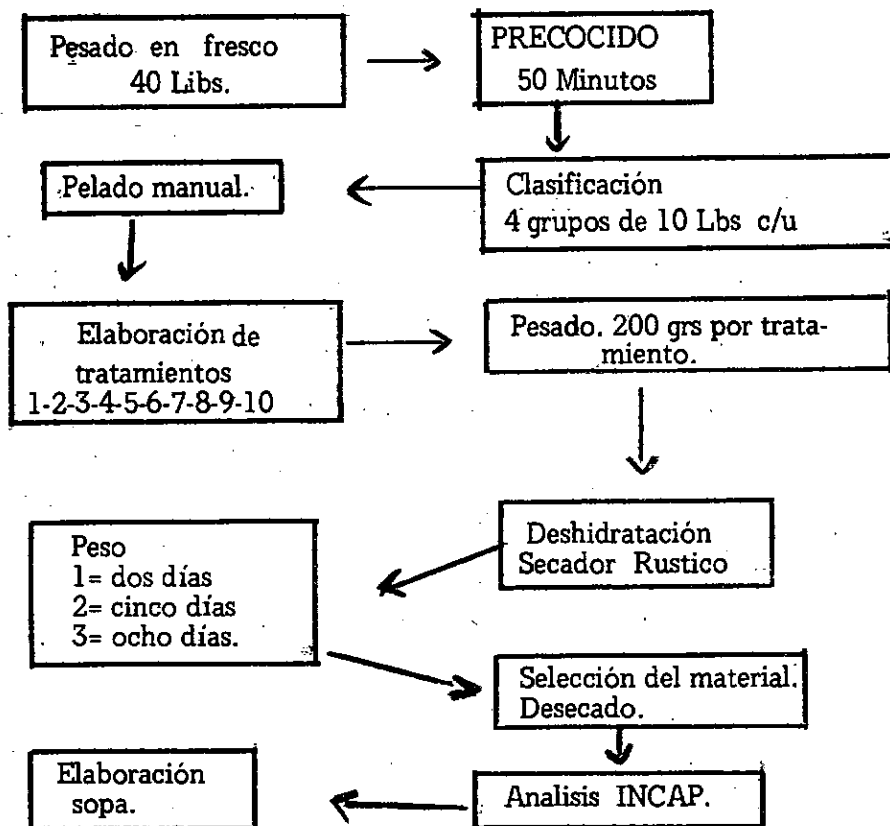
Solubilidad del producto desecado.

o/o de humedad final del producto desecado.

o/o de proteína del producto desecado.

3.95. Determinación de costos. Se determino el gasto a que se incurre al construir un secador solar, tiempo que se invierte, la capacidad del mismo en materia precocida y la cantidad final obtenida del producto desecado.

3.10 DIAGRAMA DE TRABAJO SEGUIDO.



4. RESULTADOS Y DISCUSION

En la preparación del material, los resultados obtenidos previo al secamiento, (cuadro 1) reportan una disminución en peso del 3.52o/o por precocimiento, 6.83o/o por pelado del tubérculo de papa y un 20o/o que se asume como pérdida al rodajar y cortar el material previo a su desecación. Esto nos indica que por cada libra de tubérculo de papa que se tenga en fresco se tiene una pérdida por manejo de 14.76o/o.

En el secamiento, al observar el peso de los tratamientos a los dos días después de montado-el ensayo (cuadro 2), se tiene que de la muestra original de 200 gramos por tratamiento el peso disminuye en promedio a 48.78 gramos, manifestando los tratamientos 5, 2, 9 y 10 medias de 46.13, 46.63, 46.93 y 47.03 gramos respectivamente, el tratamiento número 8 es el que presenta la menor reducción en cuanto a peso, manifestando una media de 53 gramos.

Los datos de peso tomados el 5o. y 8o. día (cuadro 3, 4) manifiestan una tendencia de los tratamientos a mantener un peso constante, deduciéndose que la mayor pérdida de peso en los tratamientos se tiene en los dos primeros días (figura 8).

Lo anterior se comprueba con los datos de evaporación de agua expresados en porcentaje (cuadro 5, 6, 7) en donde las medias de los datos a los 2, 5 y 8 días reportan un promedio de evaporación del 75.54o/o, 76.47o/o, y 76.24o/o manifestandose la mayor pérdida a los dos días después de montado el ensayo, tiempo a partir del cual la respuesta de los tratamientos a la deshidratación por energía solar se estabiliza.

A los datos del porcentaje de evaporación de agua se les realizó la transformación a Arcoseno $\sqrt{6}$ o/o. (cuadros 8, 9, 10), con la finalidad de obtener una mejor interpretación de los datos y una mayor exactitud de los mismos; al realizar el análisis de varianza del porcentaje de agua evaporada a los 2, 5 y 8 días de montado el ensayo (cuadros 11, 12 y 13) se encuentran diferencias altamente

significativas al 0.01o/o, entre tratamientos, por lo que al realizar la prueba de medias de Tukey se reportan tres grupos estadísticamente iguales (cuadros 14, 15 y 16). sobresaliendo el tratamiento número 2, el cual a los dos días de estar expuesto a la radiación, manifiesta condiciones aceptables de secamiento, siendo sus dimensiones de 2x4 milímetros, seguido por los tratamientos 9, 10 y 5 los cuales se pueden considerar en comportamiento y respuesta a la deshidratación estadísticamente iguales (figura 9).

Los datos climatológicos ambientales reportados, indican que las condiciones de clima se mantuvieron con poca variación durante la realización del ensayo (cuadro 17). Variando la temperatura ambiental máxima en promedio 1.13°C. La velocidad máxima del viento 10. 15k/h y la humedad relativa a las 7 a.m. 6.95o/o durante los tres períodos de evaluación, siendo estos reportados a los dos, cinco y ocho días después de montado el ensayo. (cuadro 18).

La radiación e intensidad de la luz alcanzada en los dos primeros días fue de 14.7 horas luz equivalente a 0.52 calorías (cuadro 19), siendo estas las necesarias para lograr una evaporación promedio de agua en los tratamientos del 75.59o/o (figura 10 y 11).

Considerandose innecesario mantener los tratamientos en el secador solar por más tiempo, ya que la radiación e intensidad de la luz expresada a los 5 y 8 días (cuadro 19), no influye en el desecado, ya que aunque hay aumento de horas luz y calorías en proporciones de 48.60 y 1.91 respectivamente no se registra una mayor deshidratación en los tratamientos evaluados.

Las temperaturas promedios reportadas dentro del secador solar (cuadro 20), muestran que las mayores temperaturas en promedio se obtienen a las 10. a.m. Siendo de 37°C (figura 12), observándose una disminución en horas de la tarde, debido a la alta nubosidad manifestada durante el periodo de conducción del ensayo.

Los análisis de calidad reportan qué con las temperaturas que

se obtienen dentro del secador solar, el contenido de proteína no es afectado, por lo que el producto desecado mantiene sus características Bioquímicas, teniendo además una adecuada capacidad de rehidratación y solubilidad, manifestando también condiciones adecuadas para almacenamiento ya que su porcentaje de humedad se encuentra abajo del 10o/o. (cuadro 21).

La prueba organoléptica realizada con 20 agricultores (cuadro 22), manifiesta una aceptabilidad del 90o/o del producto (sopa) elaborado con el tratamiento número 9 (papalina).

El tratamiento 9 fue seleccionado en base a lo reportado por Tukey, a la calificación cualitativa (cuadro 23) y a su facilidad de manejo y elaboración que representa para el agricultor.

Para la obtención del tratamiento seleccionado, con un rayador de verdura el agricultor, puede rodajar 5.23 libras de papa precocida, cantidad con la cual puede llenar el secador solar y obtener a los dos días 1.07 libras de producto deshidratado, siendo esta la cantidad máxima que puede desecar el secador utilizado en el ensayo (cuadro 24).

El costo de construcción del secador solar utilizado es de 13.75 quetzales (cuadro 25), al cual se le asume una duración de 5 años, teniendo así un costo por año de 2.75 quetzales, costo que puede ser reducido si el agricultor utiliza materiales al alcance de su mano, utilizando un día para construirlo.

En 21 días invirtiendo dos horas diarias, se puede llegar a deshidratar 52.30 libras de papa fresca, obteniéndose 10.70 libras de papa desecada o sean 4857.80 gramos.

Con 40 gramos de producto desecado y molido, agregado a 1000 mililitros de agua se puede elaborar una sopa para tres personas, por lo que con las 10.75 libras de papa desecada, se tiene la posibilidad de que el agricultor utilice en su alimentación sopa de papa cada tres días durante todo el año.

5. CONCLUSIONES

- 1- El uso del secador solar es eficiente en cuanto a la deshidratación de la papa ya que se logra obtener una evaporación en promedio del 75.54o/o de agua en un tiempo de 14.2 horas luz equivalente a 0.52 calorías, manteniendo el producto desecado condiciones aceptables para su almacenamiento y uso en la alimentación dada que las características nutritivas de la papa se mantienen puesto que las temperaturas que se registran dentro del secador solar no sobrepasan los 50°C.
- 2- Todos los tratamientos responden a la deshidratación, obteniendo mejores resultados los grosores más pequeños en cuanto a calidad, coloración, apariencia y tiempo de secado, sobresaliendo dentro de estos la papalina por la facilidad de manejo que representa para uso del agricultor.
- 3- El uso del secador solar es una buena alternativa de manejo post-cosecha para el agricultor, ya que con este, el agricultor puede deshidratar la papa que no comercializa, conservarla por más tiempo y utilizarla en su alimentación.

6. RECOMENDACIONES

- 1- Es conveniente evaluar este tipo de secadores modificando sus dimensiones, con el fin de obtener mayor capacidad de deshidratación.
- 2- Se recomienda determinar las características más adecuadas de almacenamiento del producto deshidratado y el tiempo de conservación del mismo.
- 3- Se recomienda hacer estudios con el producto desecado para determinar otros posibles usos en la industria o alimentación.

7. BIBLIOGRAFIA

- 1 -CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. Los agricultores ayudan a los científicos a cambiar los objetivos de la investigación. Circular 9 (4): 1-3. 1981.
- 2-_____ .Con energía solar secan la papa noche y día. Circula 9 (8); 1-3. 1981.
- 3-_____ .Tecnología del secador solar. Circular 6 (4): 1-5. 1978.
- 4-CENTRO MESOAMERICANO DE ESTUDIOS SOBRE TECNOLOGIA APLICADA. Energía solar. RED, Guatemala. 2(3): 3. 1980.
- 5- CHRISTIANSEN, J.A. La papa; producción de semilla mejorada. 2a ed. Guatemala, I.C.T.A., 1980.
- 6-_____ .MACHUCA, R. La papa; su utilización. Guatemala, I.C.T.A., 1981. 50 p.
- 7- GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. Situación del mercado de la papa. Informe Económico. 16 (3): 8-15, 1969.
- 8-_____ . INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. Curso sobre tecnología del cultivo de la papa y técnicas de producción de semilla. 1o. Memorias. Quetzaltenango, Guatemala, I.C.T.A., 1980. 197 p.
- 9-_____ . Condiciones agro-socioeconómicas de tres áreas paperas de Quetzaltenango. Informe de un sondeo. Socioeconomía rural región I Guatemala, 1979. 21 p.
- 10- OSTLE, B. Estadística aplicada. Diseños de investigaciones experimentales. México, Limusa, 1981.

- 11- OVALLE, S.W. Evaluación de la efectividad de dos inhibidores de la brotación en papa almacenada para consumo en el valle de Olintepeque, Quetzaltenango. Tesis Ing. Agr., Guatemala, Universidad de San Carlos, Fac. de Agronomía, 1982. 70 p.
- 12- PERES, R.M. Proyecto de fuentes no convencionales de energía, Guatemala, USAC, Fac. de Ing. 1981. 16 p.
- 13- REYES, C.P., Bioestadística Aplicada, México, ITESM, 1981. 285 p.
- 14- ROSALES, M.G. Preferencia a nivel de consumidor entre dos variedades comerciales de papa (*solanum tuberosum*) y una variedad experimental. Tesis Ing. Agr., Guatemala, Universidad de San Carlos, Fac. Agronomía, 1982. 40 p.
- 15- ROSSKAMP, R. LEPPACK, E. Almacenamiento de papas en Panamá, Eschborn, Alemania, Sociedad Alemana de la Cooperación Técnica, 1978. 74 p.
- 16- SANTIZO, F.L., Proyecto factibilidad, investigación y desarrollo de tecnología para frutales en la región I. Guatemala, 1981, 66 p.
- 17- SEMINARIO INTERNACIONAL sobre almacenamiento rústico de papa lo. Guatemala 18-23 noviembre 1979. Resumen. Guatemala, I.C.T.A. 1979. 70 p.
- 18- SOLIS, O. y GARCIA, S. rendimiento y tiempo de deshidratación de papa variedad Loman. Guatemala, DIGESA, 1972. 12 p.
- 19- WALLACE, S. Caracterización químico biológico de variedades de papa y estudios sobre la utilización de sistemas simples y compuestos preparados de ellos. Tesis Mag. S.C. Guatemala, INCAP/Universidad de San Carlos de Guatemala, Fac. de Ciencias Químicas y Farmacia 1978. 87 p.

8. A P E N D I C E

CUADROS

CUADRO 1

PERDIDA POR LIBRA DE PAPA, EN EL MANEJO DEL TUBERCULO PREVIO A LA DESECACION.

PESO INICIAL	ACTIVIDAD	PERDIDA	o/o
454 gramos= 100o/o	Precocido	16 grs.	3.52
	Pelado	31 grs.	6.83
	Rodajado	20 grs.	4.41
TOTAL		47 grs.	14.76.

DATOS SIN TRANSFORMACION
PESO DEL PRODUCTO DESHIDRATADO A LOS DOS, CINCO Y
OCHO DIAS DESPUES DE MONTADO EL ENSAYO, EXPRESADO
EN GRAMOS

CUADRO 2

DOS DIAS.

TRAT.	I	II	III	IV	$\bar{X}$
1	49.4	49.7	47.2	48.7	48.75
2	49.1	45.3	45.7	46.4	46.63
3	50.0	46.9	53.0	47.4	49.33
4	51.7	52.5	50.2	44.9	49.83
5	46.0	46.2	45.0	47.3	46.13
6	48.6	51.2	47.6	48.0	48.83
7	54.0	50.4	52.0	49.1	51.38
8	54.4	54.9	51.2	51.4	53.00
9	47.5	46.4	44.6	49.2	46.93
10	48.6	49.5	45.6	44.4	47.03
X					48.78

CUADRO 3

CINCO DIAS.

TRAT.	I	II	III	IV	$\bar{X}$
1	49.0	48.5	46.5	47.9	47.98
2	48.8	44.6	45.0	45.4	45.95
3	48.6	45.4	52.0	46.9	48.23
4	50.2	50.8	44.3	43.2	47.13
5	42.2	44.3	43.5	45.7	43.94
6	46.5	49.1	44.5	45.8	46.49
7	48.5	45.9	47.5	45.1	46.75
8	52.9	53.3	50.1	50.5	51.70
9	47.1	45.5	44.1	48.4	46.28
10	48.1	49.0	45.5	44.3	46.73
X					47.12

CUADRO 4

OCHO DIAS.

TRAT.	I	II	III	IV	$\bar{X}$
1	48.3	49.6	46.9	49.1	48.48
2	48.4	45.1	44.8	46.6	46.23
3	50.3	46.7	51.0	46.8	48.70
4	50.0	51.8	48.2	43.5	48.38
5	44.1	45.2	44.9	45.8	45.00
6	46.7	50.2	45.0	45.9	46.95
7	48.2	46.4	46.9	44.8	46.58
8	52.4	54.3	49.5	49.8	51.50
9	47.2	46.5	43.4	48.6	46.43
10	48.5	50.0	44.8	44.7	47.00
X					47.53

**PORCENTAJE DE EVAPORACION DE AGUA
A LOS DOS, CINCO Y OCHO DIAS DESPUES DE MONTADO EL ENSAYO**

CUADRO 5

DOS DIAS

TRAT	I	II	III	IV	X
1	75.30	74.15	76.40	75.65	75.63
2	75.45	77.35	77.15	76.80	76.69
3	75.00	76.55	73.50	76.30	75.34
4	75.15	73.75	74.90	77.55	75.09
5	77.00	73.90	77.50	76.35	76.19
6	75.70	74.45	76.20	76.00	75.59
7	73.00	74.80	74.00	75.45	74.31
8	72.80	72.55	74.25	74.30	73.48
9	76.25	76.80	77.70	75.40	76.54
10	75.70	75.25	77.20	77.80	76.49
X					75.54

CUADRO 6

CINCO DIAS

TRAT.	I	II	III	IV	X
1	76.50	75.75	76.75	76.05	76.01
2	76.60	77.70	77.50	77.30	77.03
3	75.70	77.30	74.00	76.55	75.89
4	74.90	74.60	77.85	78.40	76.44
5	78.90	77.85	78.23	78.23	78.30
6	76.75	75.45	77.73	77.10	76.76
7	75.75	77.05	76.25	77.45	76.63
8	73.55	73.35	74.95	74.75	74.15
9	76.45	77.25	77.95	75.80	76.86
10	75.95	75.50	77.25	77.85	76.64
X					76.47

CUADRO 7

OCHO DIAS

TRAT	I	II	III	IV	X
1	75.85	75.20	76.55	75.45	75.76
2	75.80	77.45	77.60	76.70	76.89
3	74.85	76.65	74.50	76.60	75.75
4	75.00	74.10	75.90	78.25	75.81
5	77.95	77.40	77.55	77.10	77.50
6	76.65	74.90	77.50	77.05	76.53
7	75.90	76.80	76.55	77.60	76.71
8	73.80	72.85	75.25	75.10	74.25
9	76.40	76.75	78.30	75.70	76.79
10	75.75	75.00	77.60	77.65	76.50
X					76.24

DATOS TRANSFORMADOS
TRANSFORMACION DEL PORCENTAJE DE AGUA EVAPORADA
A ARCOSENOS $\sqrt{0}$ A LOS DOS, CINCO Y OCHO DIAS
DESPUES DE MONTADO EL ENSAYO.

CUADRO 8

DOS DIAS.

TRAT	I	II	III	IV	$\bar{X}$
1	60.21	60.10	60.94	60.43	60.42
2	60.63	61.58	61.44	61.21	61.22
3	60.00	61.04	59.02	60.87	60.23
4	59.44	59.18	59.93	61.55	60.03
5	61.34	59.28	61.68	60.90	60.80
6	60.47	59.83	60.80	60.67	60.44
7	58.69	59.87	59.34	60.30	59.55
8	58.56	58.40	59.51	59.54	59.00
9	60.83	61.21	61.82	60.27	61.03
10	60.47	60.27	61.48	61.89	61.00

CUADRO 9

CINCO DIAS.

TRAT	I	I	III	IV	$\bar{X}$
1	60.33	60.30	61.17	60.70	60.68
2	60.40	61.82	61.68	60.55	61.36
3	60.45	61.55	59.34	61.04	60.60
4	59.93	59.74	61.92	62.31	60.98
5	62.65	61.92	62.19	62.19	62.24
6	61.17	60.30	61.84	61.41	61.18
7	60.50	61.38	60.83	61.65	61.09
8	59.05	58.92	59.97	59.83	59.44
9	60.97	61.51	61.99	60.53	61.25
10	60.63	60.33	61.51	61.92	61.10

CUADRO 10

OCHO DIAS.

TRAT	I	II	III	IV	$\bar{X}$
1	60.57	60.13	61.04	60.30	60.51
2	60.53	61.65	61.75	61.14	61.27
3	59.90	61.10	59.67	61.07	60.44
4	60.00	59.41	60.60	62.20	60.55
5	61.99	61.61	61.72	61.41	61.68
6	61.10	59.93	61.68	61.38	61.02
7	60.50	61.21	61.04	61.75	61.13
8	59.21	58.60	60.17	60.06	59.51
9	60.93	61.17	62.24	60.47	61.21
10	60.50	60.00	61.75	61.79	61.01

ANALISIS DE VARIANZA
DE LOS DATOS TRANSFORMADOS A ARCOSENO o/o A LOS
DOS, CINCO Y OCHO DIAS DESPUES DE MONTADO EL
ENSAYO.

CUADRO 11

DOS DIAS

FUENTE DE VARIACION	G.L	S.C	C.M	F.c	F. t		Sig.
					0.05	0.01	
Tratamientos	9	17.70	1.97	4.16	2.25	3.15	--
Repeticiones	3	3.92	1.31	2.79	2.96	4.60	n.s
Error	27	12.76	0.47				
Total	39	34.38					

C.V. = 1.14

CUADRO 12

CINCO DIAS.

FUENTES DE VARIACION	G.L	S.C.	C.M	F.c	F. t		Sig.
					0.05	0.01	
Tratamiento	9	17.87	1.99	4.42	2.25	3.15	--
Repeticiones	3	3.57	1.19	2.64	2.96	4.60	--
Error	27	12.22	0.45				
Total	39	33.60					

C.V. = 1.10

CUADRO 13

OCHO DIAS.

FUENTES DE VARIACION	G.L	S.C.	C.M.	F.c	F. t		Sig.
					0.05	0.01	
Tratamientos	9	13.16	1.46	3.40	2.25	3.15	--
Repeticiones	3	4.36	1.45	3.37	2.96	4.60	--
Error	27	11.61	0.43				
Total	39	29.13					

C.V. = 1.08

PRUEBA DE TUKEY

DE LOS DATOS EXPRESADOS EN PORCENTAJE Y TRANSFORMADOS A ARCOSENO o/o A LOS DOS, CINCO Y OCHO DIAS DESPUES DE MONTADO EL ENSAYO.

CUADRO 14

DOS DIAS.

Tratamiento	MEDIA			
2	61.22	a		
9	61.03	a	b	
10	61.00	a	b	c
5	60.80	a	b	c
6	60.44	a	b	c
1	60.42	a	b	c
3	60.23	a	b	c
4	60.03	a	b	c
7	59.55	—	b	c
8	59.00	—	—	c

W= 1.61

a un nivel de significancia del 0.05o/o.

CUADRO 15

CINCO DIAS.

Tratamiento	MEDIA			
5	62.24	a		
2	61.27	a		
9	61.25	a	b	
6	61.18	a	b	
10	61.10	a	b	
7	61.09	a	b	
4	60.98	a	b	c
1	60.68	a	b	c
3	60.60	—	b	c
8	59.44	—	—	c

W = 1.63

a un nivel de significancia del 0.05 o/o.

CUADRO 16

OCHO DIAS.

Tratamiento	MEDIA			
5	61.68	a		
2	61.27	a	b	
9	61.20	a	b	c
7	61.13	a	b	c
6	61.02	a	b	c
10	61.01	a	b	c
4	60.55	a	b	c
1	60.51	a	b	c
3	60.44	a	b	c
8	59.51	a	b	c

W= 1.60

a un nivel de significancia del 0.5o/o.

CUADRO 17
DÍAS CLIMATOLÓGICOS

REPORTADOS DEL 9 AL 17 DE AGOSTO DE 1982.

Día	Temperatura °C		Velocidad viento		Humedad relativa o/o			Precipitación
	Máxima	Mínima	Max.k/h	Med.k/h	7 a.m	1 p.m	6 p.m	
9	22	3.2	20	7.5	97	46	88	
10	21.5	3.4	23	9.5	97	51	71	
11	20.2	8.0	20	8.6	95	63	77	
12	21.6	11.6	20	8.6	91	86	100	
13	23	9.9	22	9.7	98	85	98	
14	20.6	13.2	20	10.7	81	85	79	
15	23	7.2	11	6.0	95	60	91	
16	18.8	8.0	11	5.4	92	72	90	19.6
17	20	11.8	11.5	4.7	100	82	86	9.5

CUADRO 18

DIFERENCIAS REPORTADAS EN PROMEDIO DE LOS DATOS CLIMATOLÓGICOS A LOS DOS, CINCO Y OCHO DÍAS DESPUÉS DE MONTADO EL ENSAYO.

FENÓMENO CLIMATOLÓGICO	DÍAS TRASCURRIDOS			VARIACIÓN PROMEDIO DE LOS TRES PERÍODOS DE ESTUDIO
	2	5	8	
Temperatura Máxima °C.	21.6	21.73	20.60	1.13 °C
Velocidad del viento. Máxima k/h.	21.	20.67	11.17	10.16 k/h
Humedad Relativa: 7 a.m.	96.33	90	95.67	6.95 o/o
1 p.m.	53.33	85.33	71.33	50 o/o

CUADRO 19
DATOS CLIMATOLOGICOS
DURACION E INTENSIDAD DE LA LUZ, NECESARIAS PARA DESHIDRATAR LOS
TRATAMIENTOS EVALUADOS EN UN PORCENTAJE DEL 75o/o.

DIA	HORAS LUZ	TOTAL	CALORIAS	TOTAL
9	0.8 Horas		0.1	
10	10.8 "		0.27	
11	3.1 "		0.15	
14.7 Hrs				0.52 Cal.
11	5.1 Horas		0.14	
12	7.3 "		0.30	
13	7.4 "		0.37	
14	3.4 "		0.17	
23.2 Hrs.				0.98 Cal.
14	3.9 Horas		0.11	
15	10.5 "		0.36	
16	6.8 "		0.26	
17	4.2 "		0.20	
25.40 Hrs.				0.93 Cal.

CUADRO 20
TEMPERATURA PROMEDIO DENTRO DEL SECADOR SOLAR TOMADA
DIARIAMENTE A LAS 8, 10, 14 y 16 HORAS. EXPRESADA EN GRADOS
CENTIGRADOS.

HORAS DE LEC- TURA.	TEMPERATURAS °C.				
	I	II	III	IV	X
8 A.M	22.7	23.81	24.23	24.90	23.91
10 A.M	35.64	39.95	39.54	35.56	37.67
2 P.M	29.4	33.48	30.75	31.00	31.16
4 P.M	23.90	25.53	24.42	24.67	24.63

CUADRO 21
ANÁLISIS DE CALIDAD DEL PRODUCTO DESHIDRATADO, REPORTADO POR
"INCAP". TOMANDO COMO BASE 100 GRAMOS DE MUESTRA.

Tratamiento	Rehidratación	Solubilidad	o/o Proteína	o/o Humedad
2	361.682	5.586	8.9	9.22
9	391.332	2.696	7.5	8.97
5	320.732	6.973	8.6	8.15

CUADRO 22
RESULTADOS DE LA PRUEBA ORGANOLEPTICA.

AGRICULTORES EVALUADOS	RESPUESTA A LA PRUEBA	o/o DE ACEPTABILIDAD
"20"	AFIRMATIVA	90 o/o
	NEGATIVA	0 o/o
	INDIFERENTE	10 o/o

CUADRO 23
CALIFICACION CUALITATIVA.

TRATAMIENTO	CALIFICACION
1	2
2	2
3	2
4	2
5	2
6	3
7	3
8	4
9	2
10	3

CUADRO 24
CANTIDAD DE LIBRAS DE PAPA DESHIDRATADA,
OBTENIDA POR SECADOR

PAPA PRECOCIDA	CANTIDAD DE PAPA PELADA Y RODAJADA	PAPA DESHIDRA- TADA.
5.23 Libras	4.41 libras	1.07 libras
	2000 gramos	487.84 Grs.

FIGURAS

CUADRO 25

COSTOS DE CONSTRUCCION DEL SECADOR SOLAR

MATERIAL	DIAMETRO	PRECIO
2 tablas	8 pulgadas ancho 42 pulgadas largo	Q. 2.00
2 tablas	11 pulgadas ancho 52 pulgadas largo	Q. 2.00
4 reglas	22 pulgadas largo 3 ancho 2 grosor	Q. 1.00
2 reglas	1/2 pulgada grueso 4 ancho 12 largo	Q. 0.60
Plástico grueso	1 1/2 yarda	Q. 1.35
Maya metálica	1 yarda	Q. 1.20
Pintura negra	1/4 galón	Q. 2.00
Clavos	1 libra	Q. 0.40
		Q.10.55
1 Jornal		Q. 3.20
T o t a l		Q.13.75.

FIGURA No. 1
VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO.

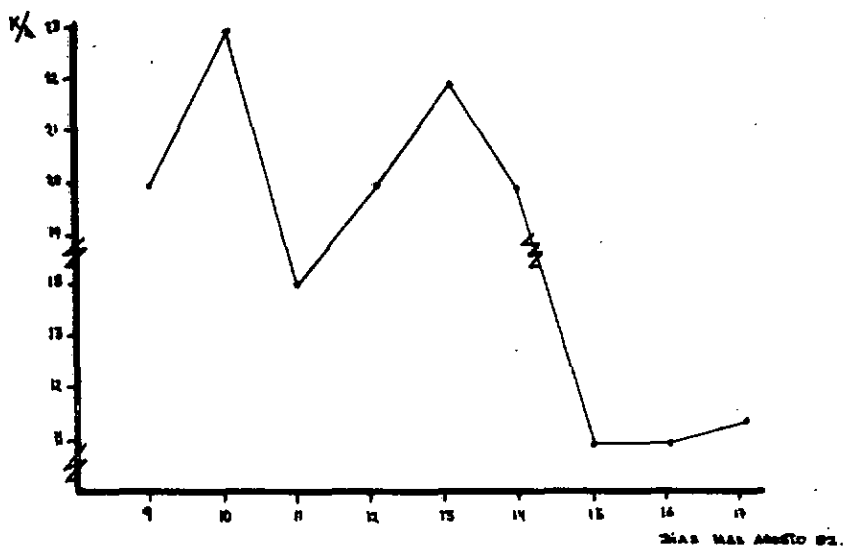
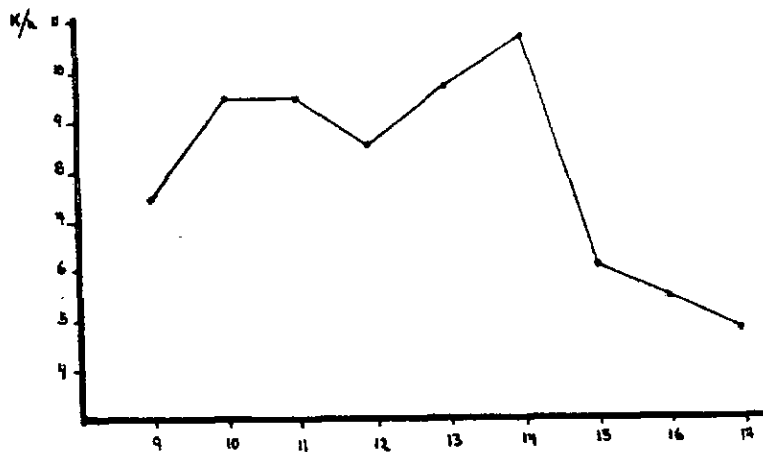


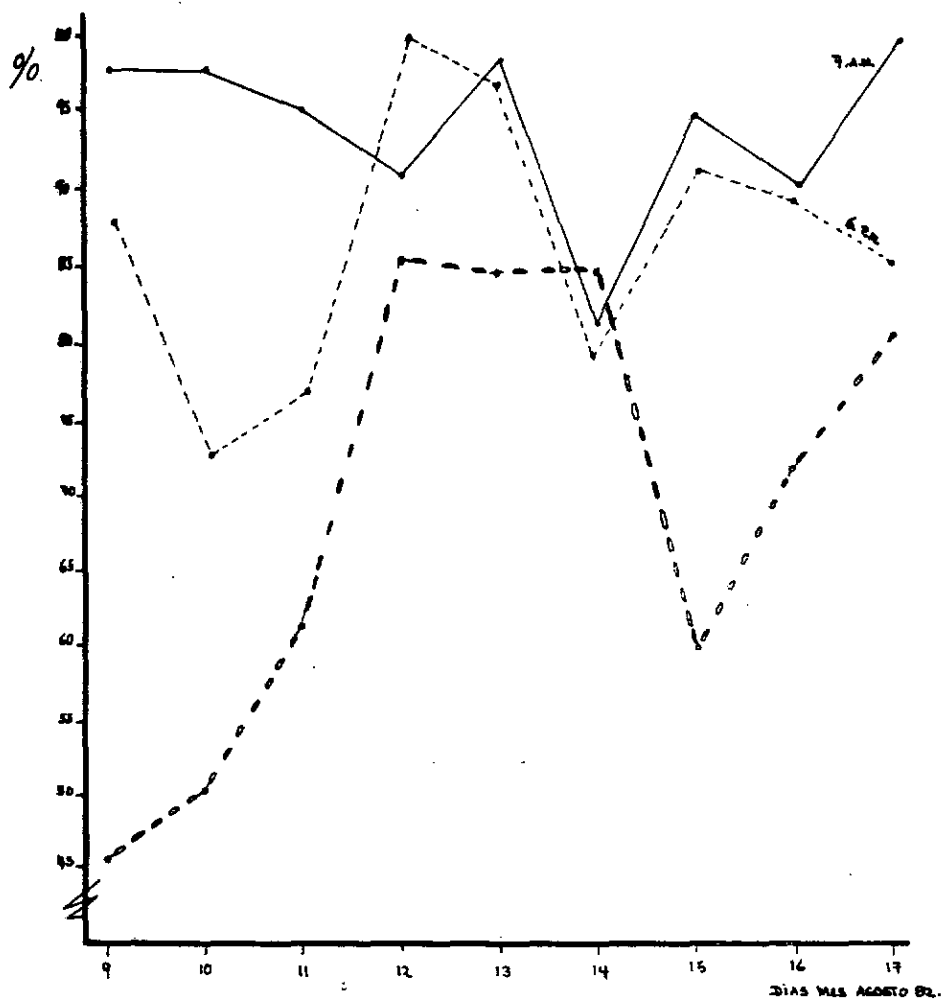
FIGURA No. 2
VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO.



FUENTE: INSMETEM.
ESTACIÓN: LABOR: OYAL.

FIGURA No. 3

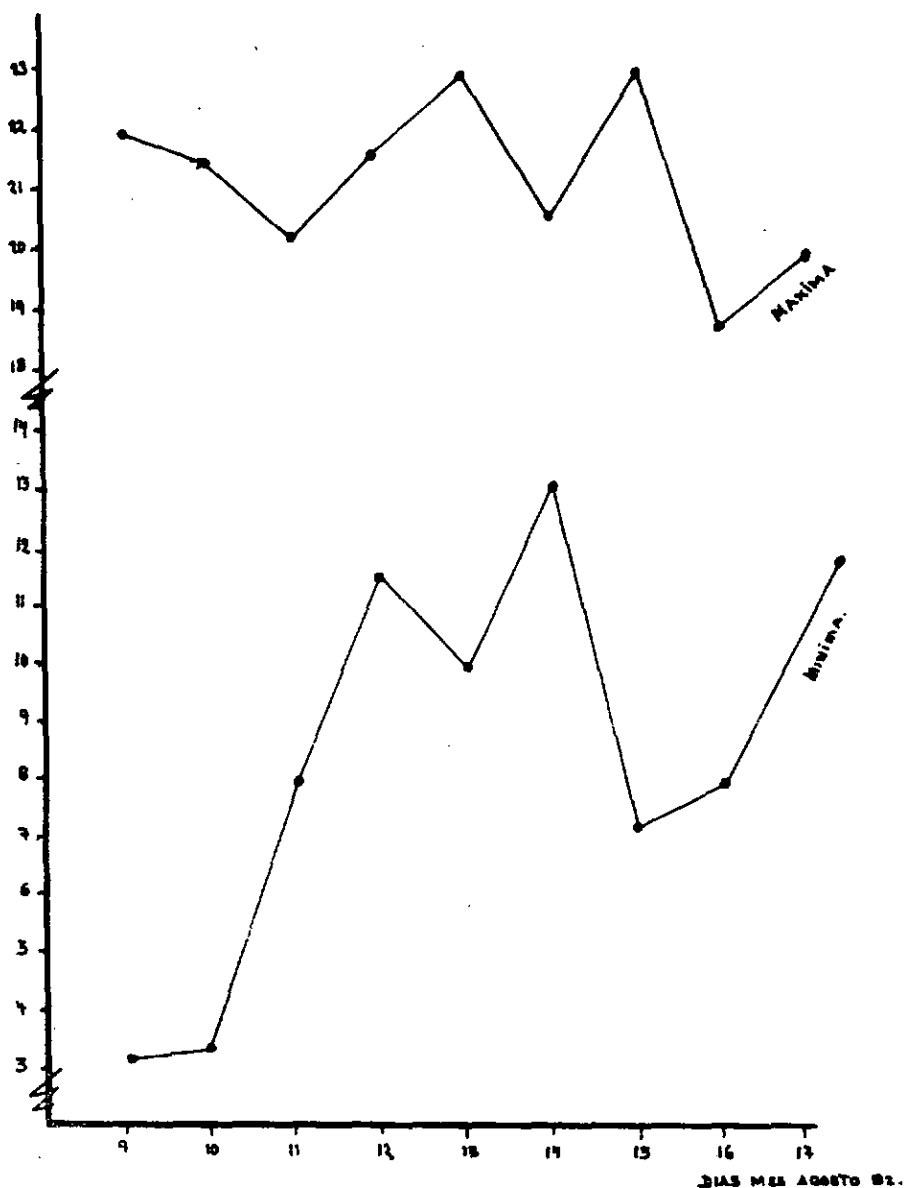
HUMEDAD RELATIVA. ■



FUENTE: INSTRUMENTAL

ESTACIÓN: LARON OUMIZ.

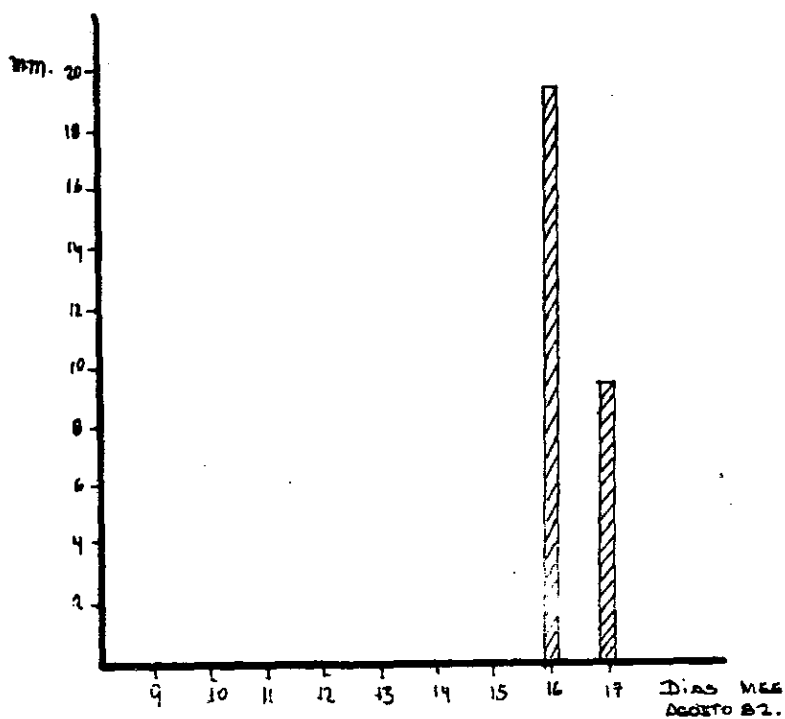
FIGURA No. 4
TEMPERATURA AMBIENTAL.



FUENTE: INSIVUMEN.
ESTACIÓN: LAKE OUEL.

Figura: 5

Precipitación pluvial:



Fuente: INSIVUMEH

Estación Labor Ovalle.

FIGURA No: 6

SECADOR SOLAR RUSTICO.

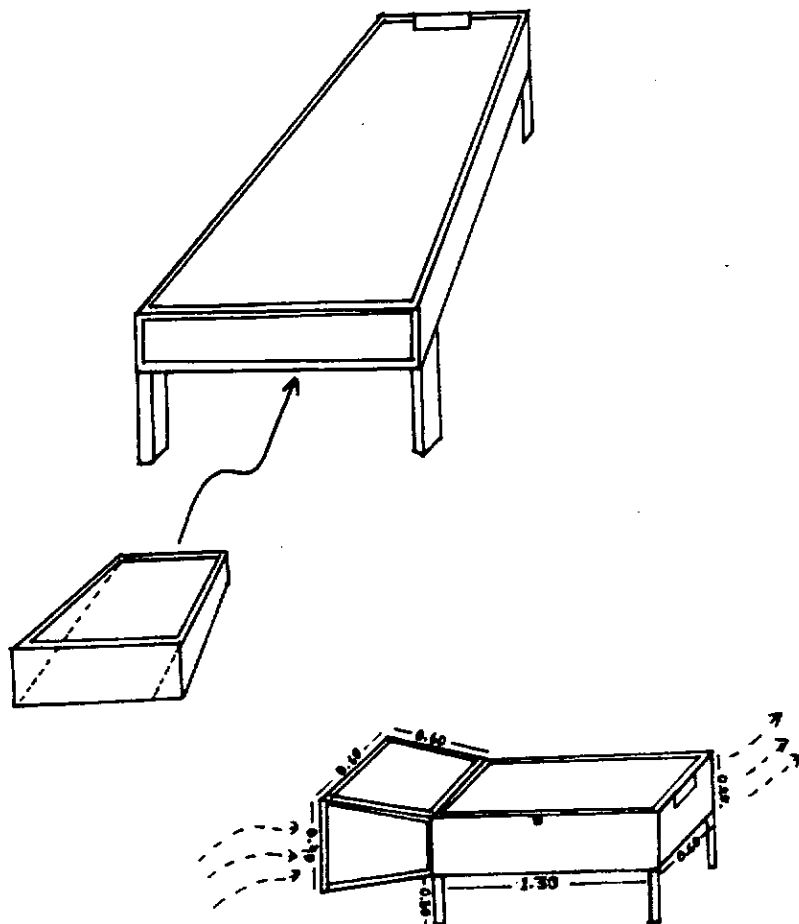
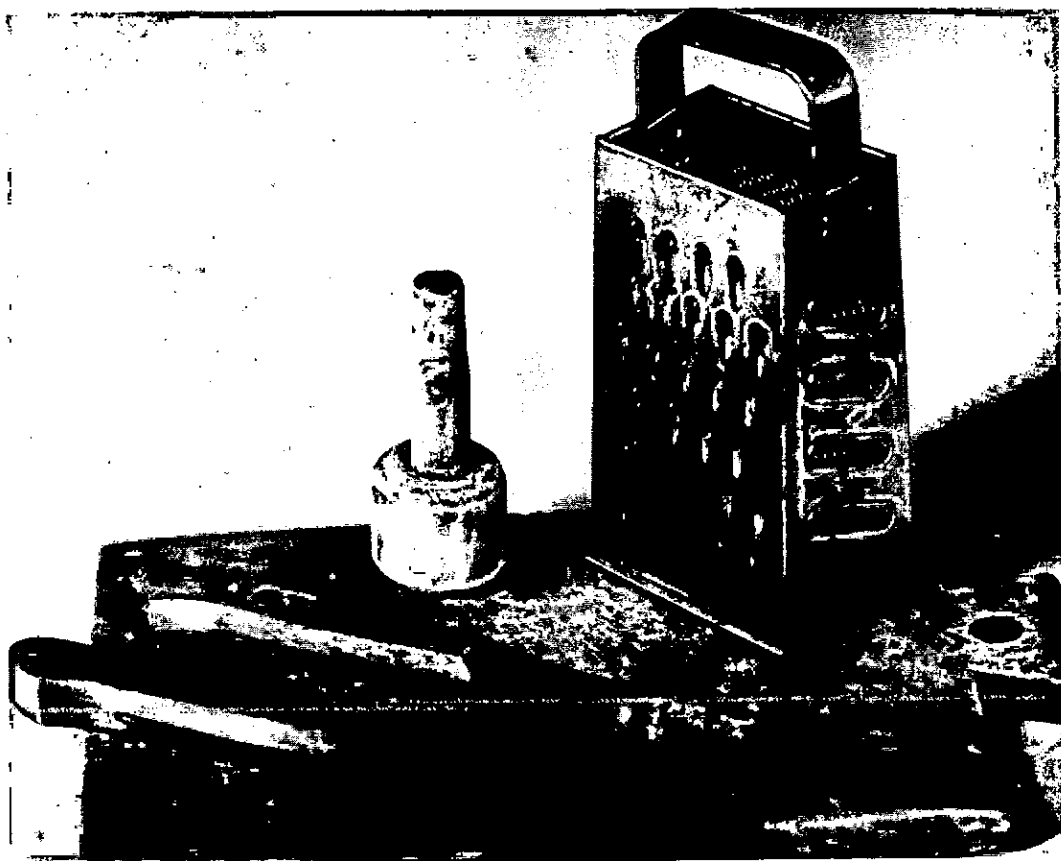


FIGURA No. 7



Equípo utilizado para la fabricación de los tratamientos.

FIGURA No: 8

PERDIDA DE PESO. DEL MATERIAL.
EXPUESTO A LA RADIACIÓN SOLAR.

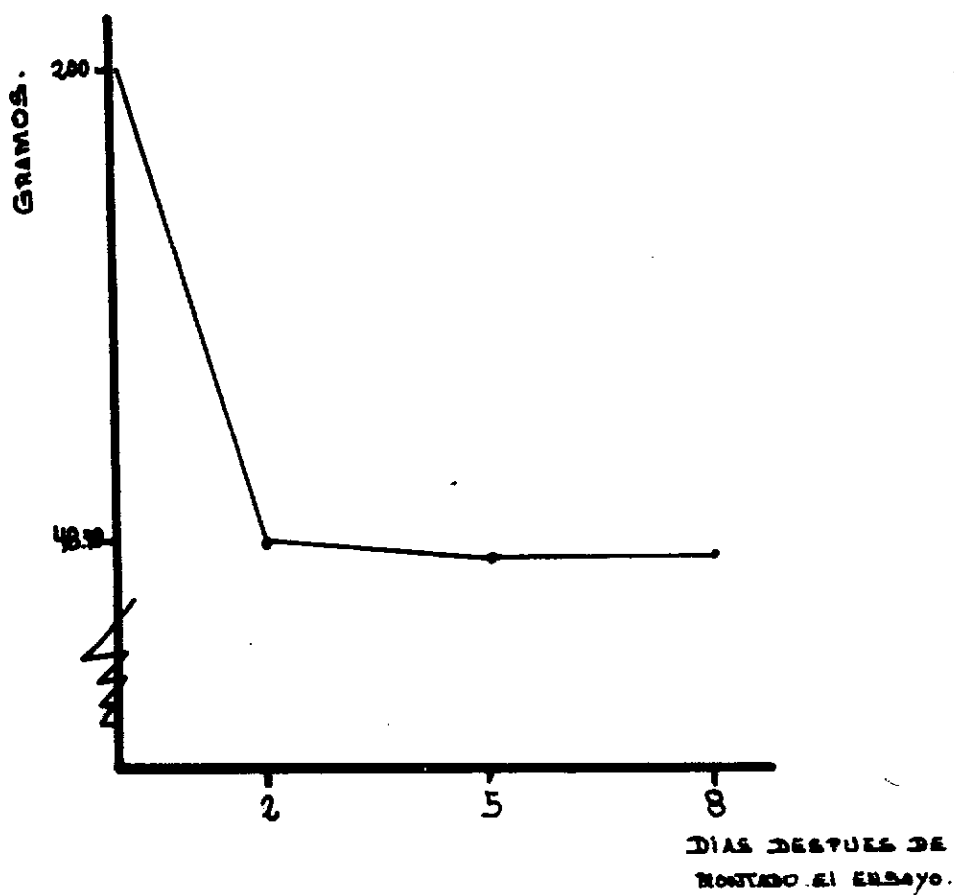


FIGURA No. 9.
PRODUCTO DESHIDRATADO



Tratamiento 2
2x4 mm

Tratamiento 5
4x6 mm

Tratamiento 9
Papalina.

FIGURA No. 10
DURACION DE LA LUZ.
REPORTADA DEL 9 AL 17 AGOSTO 82.

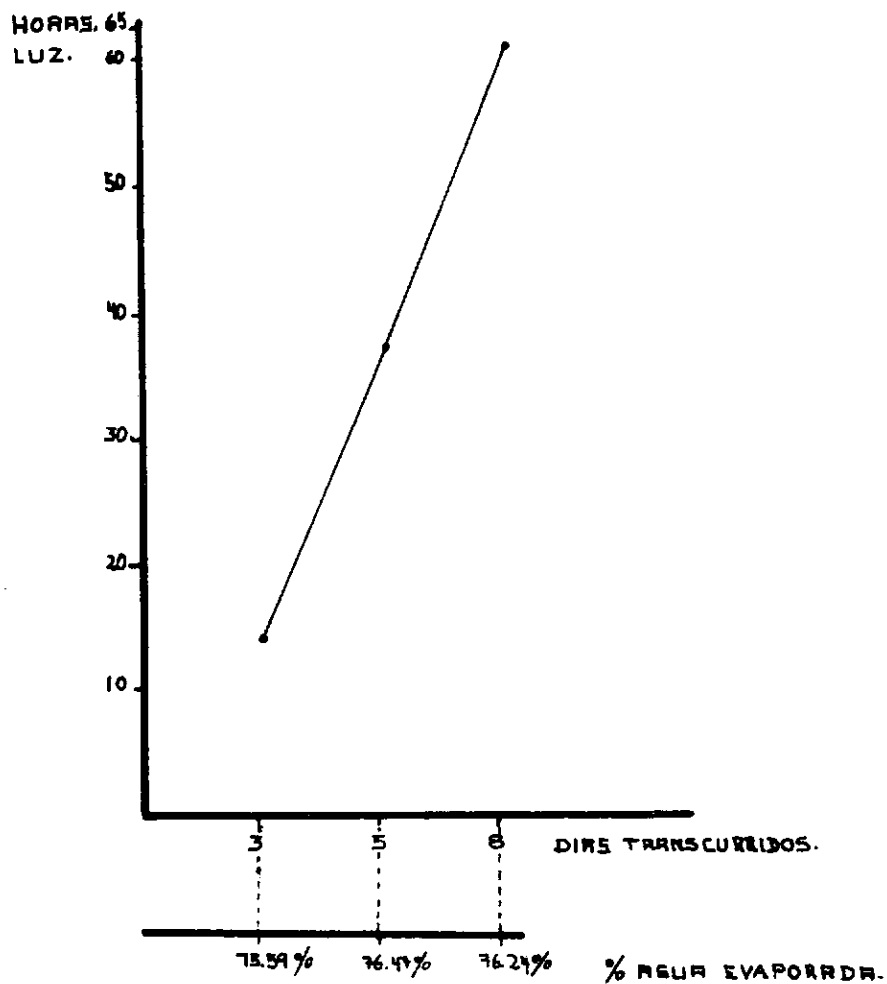


FIGURA No: 11
 INTENSIDAD DE LA LUZ.
 DEL 9 AL 19 AGOSTO 82.

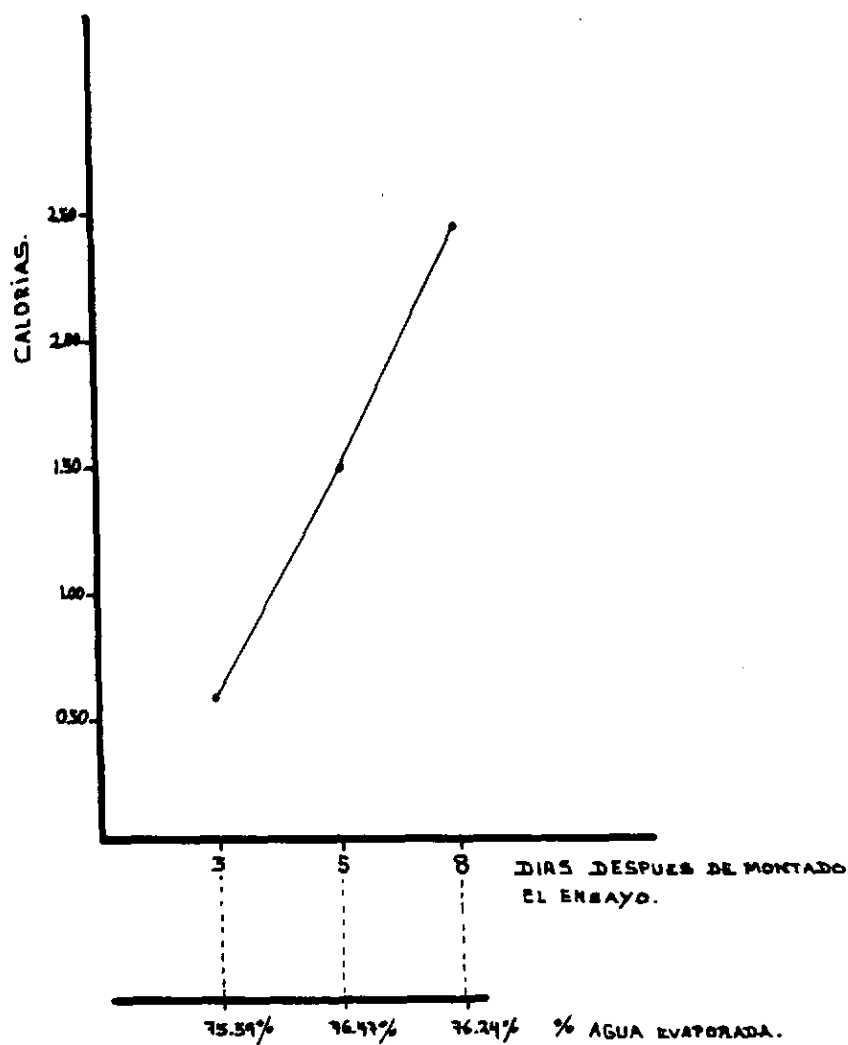
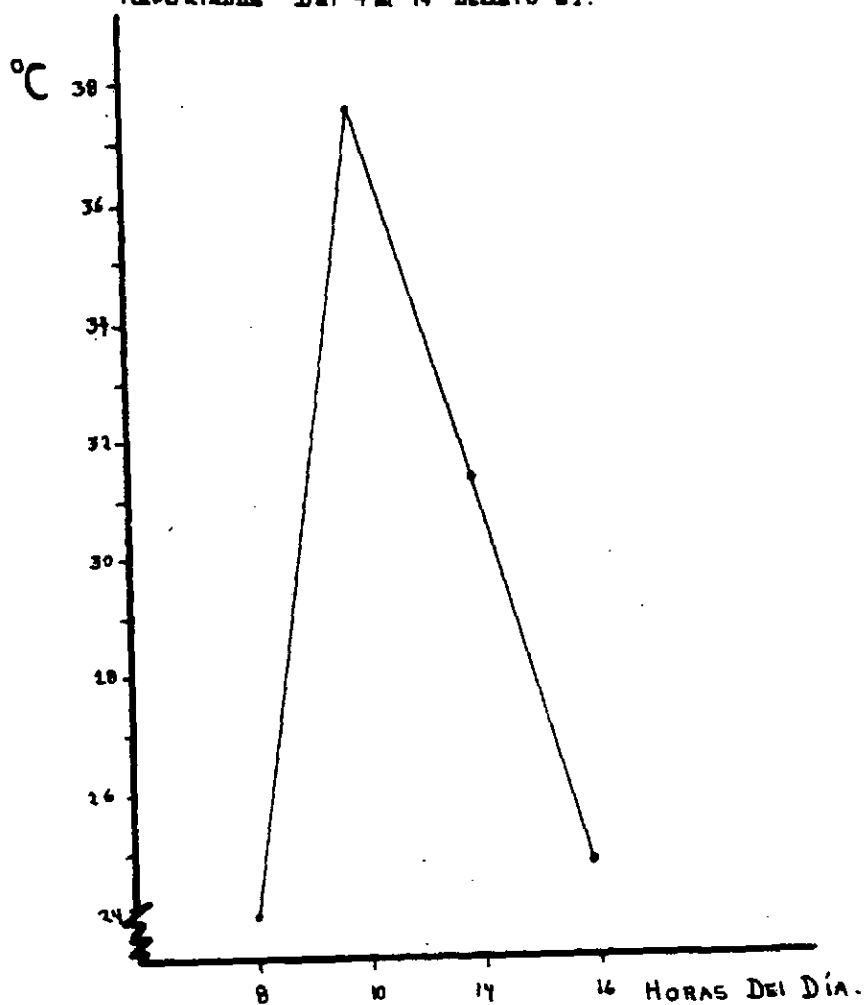


FIGURA. No: 12

TEMPERATURAS PROMEDIO DENTRO DEL SECADOR
REPORTADAS DEL 9 AL 13 AGOSTO 82.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apertura Portal No. 1943

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia	02-83
Presunto	4-II-83

"IMPRIMASE"

DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.
DECANO

