

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE UN SISTEMA RUSTICO PARA DESECAR MANZANA (*Malus communis*), UTILIZANDO ENERGIA SOLAR EN EL VALLE DE OLINTEPEQUE, QUETZALTENANGO.

TESIS

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

POR

EDGAR ARTURO GARCIA HERNANDEZ

en el acto de su investidura como

INGENIERO AGRONOMO

en el grado académico de

LICENCIADO

EN CIENCIAS AGRICOLAS.

Guatemala, Noviembre de 1983

D. L.
01
T(486)
C. 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Eduardo Meyer Maldonado.

JUNTA DIRECTIVA

DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA.

DECANO:	Ing. Agr. Ms.Sc. César Castañeda
SECRETARIO:	Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez Palma
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Oscar Leiva Ruano
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. Gustavo Méndez G.
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
VOCAL CUARTO:	Prof. Heber Arana Quiñónez
VOCAL QUINTO:	Prof. Francisco Muñoz Narichoque

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
EXAMINADOR:	Dr. Antonio Sandoval S.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Marco A. Aguilar C.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Carlos Martínez
SECRETARIO:	Ing. Agr. Leonel Coronado

Quetzaltenango
6 de noviembre de 1983

Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
Ing. Agr. Ms. Sc. César Castañeda
Presente

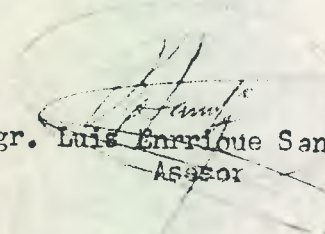
Estimado Señor Decano:

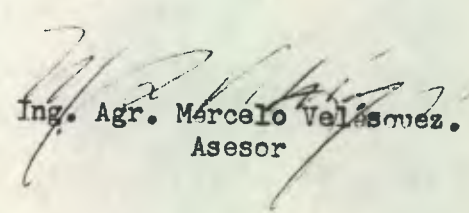
Por medio de la presente le notificamos haber asesorado el trabajo de Tesis de grado para obtener el título de INGENIERO AGRONOMO, del estudiante Edgar Arturo - García Hernández, titulado "EVALUACION DE UN SISTEMA RUSTICO PARA DESECAR MANZANA * (Malus communis) UTILIZANDO ENERGIA SOLAR EN EL VALLE DE OLINTEPEQUE, QUETZALTE - NANGO" el cual encontramos satisfactorio y en nuestra opinión se ajusta a los re - quisitos para su aceptación como tal.

Por lo anteriormente indicado solicitamos la revisión por usted del trabajo ad - junto, con el propósito de darle su visto bueno y autorización para la impresión.

Agradeciendo de antemano su atención nos suscribimos de usted,

Cordialmente.


Ing. Agr. Luis Enrique Santizo Flores.
Asesor


Ing. Agr. Marcelo Velásquez.
Asesor

Guatemala
17 de noviembre de 1983

Señor Decano de la
Facultad de Agronomía de la
Universidad de San Carlos
Ing. Agr. Ms. Sc. César Catañeda

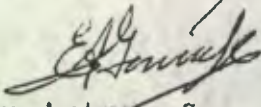
Señor Decano:

Atentamente me dirijo a usted para remitirle el trabajo de Tesis titulado "EVALUACION DE UN SISTEMA RUSTICO PARA DESECAR - MANZANA (Malus communis), UTILIZANDO ENERGIA SOLAR EN EL VALLE- DE OLINTEPEQUE, QUETZALTENANGO" con el fin de que sea revisado- por su persona.

Si el presente trabajo merece su aprobación para imprimirse, deseo que pueda ser presentado en examen público el veinticinco de noviembre del presente año.

Sin otro particular quedo en espera de
su amable respuesta.

Cordialmente


Edgar Arturo García Hernández
Carnet No 15,902

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

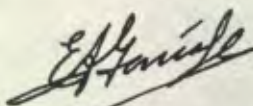
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo preescrito en la Ley Orgánica de la Universidad de -
San Carlos de Guatemala, previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo, en el grado
académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, someto a vuestro criterio el traba
bajo de tesis titulado:

"EVALUACION DE UN SISTEMA RUSTICO PARA SECAR MANZANA (*Malus communis*) UTILI-
ZANDO ENERGIA SOLAR EN EL VALLE DE OLINTEPEQUE, QUETZALTENANGO".

Esperando merezca su aprobación.

Atentamente,



Profesor. Edgar Arturo García Hernández

AGRADECIMIENTO

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

En Especial

A los Ingenieros Agrónomos Marcelo Rubén Velásquez y Luis Enrique Santizo - Flores por la asesoría, revisión, corrección y valiosa orientación en la ejecución del presente trabajo. Así mismo, a los Ingenieros Agrónomos Mario Melgar y Juan Manuel Herrera por su orientación en los análisis estadísticos.

ACTO QUE DEDICO.

A MI PATRIA
A LA NATURALEZA
A MIS PADRES
A MIS HERMANAS
A MI FAMILIA
A MI ABUELA
A MI MADRINA Q.P.D.
A MI ESPOSA
A MIS HIJOS
A MIS SUEGROS
A MIS CUÑADOS
A MIS AMIGOS
A MIS MAESTROS
A LOS AGRICULTORES

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 dicha institución,
publicándose con la debida
autorización

INDICE

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo General	2
2.2 Objetivos Específicos	2
3. HIPOTESIS	3
4. REVISION BIBLIOGRAFICA	3
4.1 Importancia del cultivo de la manzana en Guatemala	3
4.2 Morfología del fruto de manzana	4
4.3 Composición química	5
4.4 Fisiología del fruto	7
4.5 Manejo post-cosecha	10
4.6 Métodos de Conservación	11
4.7 Utilización de la energía solar para desecación de frutos	14
4.8 Clasificación de los desecadores solares	16
4.9 Captación de la energía solar	17
4.10 Antecedentes experimentales en desecamiento de manzana con irradiación solar en Guatemala	17
5. MATERIALES Y METODOS	18
5.1 Localización y características del sitio experimental	18
5.2 Desecador rústico y equipo utilizado	18
5.3 Variedad	19
5.4 Metodología experimental	19
5.5 Manejo del experimento	24
5.6 Análisis microbiológicos	24
5.7 Análisis físicos	25
5.8 Transformación de los datos	25
6. RESULTADOS Y DISCUSION	25
7. CONCLUSIONES	40
8. RECOMENDACIONES	41
9. BIBLIOGRAFIA	42
10. APENDICE	45
10.1 Cuadros	46
10.2 Figuras	56

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

CUADROS

1. Resultados de peso final de los tres experimentos	29
2. Resultados del % de pérdidas de agua de los tres experimentos	30
3. Resultados en % de pérdidas de agua de los tres experimentos transformados a la función arcoseno $\sqrt{x}$	31

INDICE

Continuación.....	Página
4. ANDEVA combinado para factorial 2 x 5 en bloques al azar	30
5. Dato de pérdida de agua expresado en % de humedad perdida (agua residual contenida en las muestras desecadas)	37
6. Muestras empacadas en bolsas de papel kraft (recuento total de población microbiana por gramo de muestra reportado por ICATTI)	38
7. Muestras empacadas en bolsas plásticas (recuento total de población microbiana por gramo de muestra reportado por ICATTI)	38
8. Calificación cualitativa	39
9. Prueba de aceptabilidad en la I.O. sobre el sabor del -- pancho de manzana desecada con 25 personas	39
10. Exportación de manzana en Kgs. de fruta fresca	47
11. Importación de manzana en Kgs. de fruta fresca	47
12. ANDEVA del 1er. experimento con datos transformados	48
13. Prueba de Tukey para factor "c"	48
14. Prueba de Tukey para factor "g"	49
15. ANDEVA del 2o. experimento con datos transformados	50
16. Prueba de Tukey para interacción "c x g"	50
17. ANDEVA del 3er. experimento con datos transformados	51
18. Prueba de Tukey para la interacción "c x g"	51
19. Costos de construcción de un secador solar rústico	52
20. Promedio de temperaturas en grados centígrados de los -- experimentos dentro del desecador	53
21. Duración e intensidad de la luz, necesarias para deshidratar los tratamientos evaluados en un porcentaje del 78.00% para el experimento primero	54
22. Duración e intensidad de la luz, necesarias para deshidratar los tratamientos evaluados en el porcentaje del 86.21% para el experimento segundo	55
23. Duración e intensidad de la luz, necesarias para deshidratar los tratamientos evaluados en un porcentaje del 78.7% para el experimento tercero	56

INDICE

Continuación.....	Página
24. Datos climatológicos reportados para el 1er. experimento del 19 de noviembre al 3 de diciembre de 1981	56-A
25. Datos climatológicos reportados para el 2o. experimento del 10 al 21 de enero de 1982	56-B
26. Datos climatológicos reportados para el 3er. experimento del 1 al 12 de febrero de 1982	56-C

LISTADO DE FIGURAS

1. Fruto del manzano, sección longitudinal	5
2. Esquema del desecador solar rústico	20
3. Comparación de promedios en los ensayos realizados	33
4. Comparación de promedios del factor grosor en tres ensayos	34
5. Comparación del factor cáscara en relación a la pérdida de agua con los promedios de los tres experimentos	35
6. Promedio de temperaturas en grados centígrados de los tres experimentos dentro del secador rústico	36
7. Equipo utilizado para el corte de rodajas	58
8. Vista frontal del secador	59
9. Experimento montado en el campo con 5 repeticiones	59
10. Tratamientos distribuidos dentro del secador	60
11. Secador cerrado listo para exponerlo a la radiación solar	60
12. Mejores tratamientos con cáscara	61
13. Mejores tratamientos sin cáscara	61
14. Obsérvese el aspecto de los 10 tratamientos de rodaja de manzana desecada	62
15. Temperaturas máximas, medias y mínimas reportadas diariamente durante el primer experimento	63
16. Humedad relativa ambiental: máximas, medias y mínimas reportadas diariamente para el primer experimento	64
17. Velocidad del viento: máximas y medias reportadas diariamente para el primer experimento	65

INDICE

Continuación.....	Página
18. Horas luz y radiación acumulada reportadas diariamente para el primer experimento	66
19. Temperaturas: máximas, medias y mínimas reportadas diariamente durante el segundo experimento	67
20. Humedad relativa ambiental: máximas, medias y mínimas reportadas diariamente para el segundo experimento	68
21. Velocidad del viento: máximas y medias reportadas diariamente para el segundo experimento	69
22. Horas luz y radiación acumulada reportadas diariamente para el segundo experimento	70
23. Temperaturas: máximas, medias y mínimas reportadas diariamente durante el tercer experimento	71
24. Humedad relativa ambiental: máximas, medias y mínimas reportadas diariamente para el tercer experimento	72
25. Velocidad del viento: máximas y medias reportadas diariamente para el tercer experimento	73
26. Horas luz y radiación acumulada reportadas diariamente para el tercer experimento	74

RESUMEN:

Los agricultores del altiplano occidental de Guatemala anualmente pierden cantidades de manzana no comercializada.

Este trabajo tuvo como finalidad estudiar la efectividad de un desecador fúsico para desecar manzana (*Malus communis* L.) utilizando energía solar para ofrecer una alternativa de aprovechamiento de la manzana no comercializada.

Simultáneamente se evaluaron cinco grosores de manzana con cáscara y sin cás cara; también se efectuaron pruebas físicas, microbiológicas y una prueba de aceptabilidad.

Los tres experimentos se realizaron en el Centro de Producción e Ingestigación Labor Ovalle, ICTA, Olinstepeque, Quetzaltenango a 2407 m.s.n.m.

La variedad usada fue camuesa.

Se utilizó un desecador de madera de 1.33 m. de largo, 0.60 m. de ancho y 0.225 m. de altura.

Se manejó el diseño de Bloques al azar con diez tratamientos y cinco repeticiones, con un arreglo factorial 2×5 entre tratamientos. La parcela experimental fue de 200 gramos, tomándose peso final, calculando el porcentaje de pérdida de agua y transformándose los datos a la función arcoseno x efectuándose análisis de varianza y pruebas de medias de Tukey por experimento y análisis de varianza combinado auxiliado por el método gráfico para los tres experimentos.

Los análisis estadísticos determinaron que el factor grosor es el más importante, pues a mayor grosor mejor pérdida de agua.

Los tratamientos que mejor respondieron fueron el 6, 7 y 8 sin cáscara con 2, 4 y 6 mm respectivamente.

Los resultados anteriores comparados con los análisis microbiológicos y de agua residual más observaciones cualitativas permitieron seleccionar el tratamiento siete (manzana rodajada sin cáscara con grosor de 4 mm.) como una alternativa para el agricultor.

1. INTRODUCCION

El cultivo de los frutales en Guatemala, representa un renglón de importancia agrícola, debido a que existen condiciones de clima que permiten cultivar algunas especies de frutales decíduos. Por las condiciones de clima en el altiplano occidental, se cultiva la manzana en varias comunidades de los departamento de San Marcos, Quezaltenango, Huehuetenango, Totonicapán, Quiché y parte de Chimaltenango.

Los agricultores que se dedican a la fruticultura tienen factores adversos - que limitan el potencial de rendimiento del cultivo de la manzana, y además no lo gran producir frutos de calidad que les permitan obtener ingresos adicionales.

El mayor volumen de cosecha tiende a concentrarse en pocos meses, siendo de agosto a octubre en el cual ocurren bajas en el precio y problemas en su comercialización. Normalmente los agricultores, debido a la carencia de tecnología tienen un alto porcentaje de su producción que no reúne la calidad para su comercialización, ésto debido a tamaño, frutos afectados por roña, presencia de pudriciones y otros daños. Estos frutos son vendidos en los mercados de la comunidad, los que tienen un precio muy bajo.

Los pequeños agricultores tienen pérdidas considerables debido a que lo que no logran vender se pierde en los huertos, en algunos casos quedando tirada en la zona de goteo de los árboles, y en otros como alimento para animales (cerdos). Existe la posibilidad de que esta manzana pueda ser utilizada en alimentación humana por medio del aprovechamiento de la irradiación solar en un desecador rústico.

El programa de frutales decíduos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola I.C.T.A. ha establecido ensayos para desarrollar experiencias sobre manejo y almacenamiento; además, otras formas de conservación de la manzana que sean factibles de ser realizados por el agricultor de nuestro medio.

El secamiento utilizando irradiación solar, permite desecar manzana de mal - aspecto que no puede comercializarse en fresco, permitiendo su utilización poste-

rior en forma de ponche o caliente, el que consiste en utilizar nuevamente las rodajas de manzana con agua y azúcar por medio del conocimiento, reconstituyéndose el producto, siendo de un sabor agradable, manteniendo la calidad para la alimentación; esto permite conservar la manzana y es una forma de evitar las pérdidas por los agricultores y vendría a permitir mejorar su dieta. La situación planteada justificó la realización de este estudio experimental de evaluación de un desecador rústico para desecar manzana (*Malus communis*) utilizando irradiación solar.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General:

Desarrollar un sistema sencillo, económico y práctico para desecar manzana - que el fruticultor pierde debido a su no comercialización y así poder conservarla para su utilización posterior en beneficio a la dieta alimenticia de la población rural del altiplano occidental.

2.2 Objetivos Específicos:

- 2.2.1 Desarrollar un sistema de desecamiento de manzana utilizando un pequeño desecador rústico que utiliza energía solar.
- 2.2.2 Determinar el grosor óptimo de rodaja para su desecamiento con cáscara y sin cáscara.
- 2.2.3 La cantidad de agua perdida en las rodajas desecadas en el desecador rústico.
- 2.2.4 Determinar la pérdida de agua de las rodajas en un horno.
- 2.2.5 Determinar si en el secamiento de las rodajas de manzana influye la presencia de cáscara o no.
- 2.2.6 Determinar la presencia en muestras de producto desecado de poblaciones microbianas.
- 2.2.7 Determinar la calidad en cuanto a aspecto y sabor del producto desecado.

3. HIPOTESIS

Hipótesis I: El grosor de las rodajas de manzana no influye en el proceso - de secamiento ya sea con cáscara y sin cáscara.

Hipótesis II: Se asume que en el proceso de secamiento por energía solar las rodajas de manzana se comportan igual con cáscara o sin ella.

4. REVISION BIBLIOGRAFICA

4.1 IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE MANZANA EN GUATEMALA

En el altiplano de Guatemala a partir de 1960 se ha incrementado la explotación de frutales decíduos principalmente manzana. (2,27)

Gran parte de la producción se exporta a países de Centro América, siendo la razón por la cual en los últimos años se ha incrementado el área dedicado al cultivo de frutales decíduos, manzana, melocotones, peras, ciruelas (2,22) (Ver cuadro No. 10)

De acuerdo con (13), citado por Santizo E. (27), "Existen en los departamentos de Sololá, Totonicapán, Quetzaltenango, San Marcos, Huehuetenango y el Quiché mil nueve fincas sembradas de frutales decíduos, cubriendo un área de 2614.6 hectáreas cubiertas con 233351 árboles aproximadamente prevaleciendo en el departamento de Quetzaltenango la mayor cantidad de árboles con un total de 77069. La Dirección General de Mercadeo Agropecuario estima que árboles de baja producción rinden 80 libras, mediana producción 300-350 libras y los mejores huertos alcanzan 700 libras por árbol (27).

Los agricultores tienen variedades con excelentes características pero se — dispone de poca información tecnológica sobre prácticas agronómicas, adecuadas, — control de plagas y enfermedades. Uno de los factores que están limitando la explotación del cultivo de la manzana es la falta de información sobre manejo post-cosecha y sistemas sencillos de conservación para las diferentes calidades de fru

tos orientado para pequeños y medianos productores en el que es difícil el establecimiento de bodegas sofisticadas por un costo en relación al tamaño de explotación. (27)

En las últimas décadas los diferentes programas de mejoramiento de frutales en el altiplano han fijado su atención al incremento de la fruticultura debido a que es un renglón que puede permitir lograr mayor ingreso en comparación con otros cultivos para beneficio de los agricultores del altiplano (27). Se tiene un programa para incrementar la fruticultura dándole importancia a la manzana porque puede ser un producto de exportación, se ha logrado implementar con mayor personal - que tendrá que atender para los próximos años una mayor área. (27)

4.2 MORFOLOGIA DEL FRUTO DE MANZANA

"El fruto de la manzana se clasifica como un "pomo" complejo, que consiste - en la pared del ovario, un receptáculo y tejidos florales que han crecido alrededor de la pared del ovario. "Los pomos están compuestos de cinco o más carpelos. Durante el desarrollo, las capas internas de la pared del ovario se hacen cartilaginosas, formando el corazón del fruto". (12)

Los frutos son más o menos grandes, dependiendo de la variedad son de forma globosa, aplanada y alargada; tomando la piel varios matices según la situación y exposición a la luz solar. Son de pedúnculos cortos y largos, contienen semillas de color pardo brillante. (23, 15, 28)

ESTAMBRES ESTILOS
Y LOBULOS DEL CALIZ

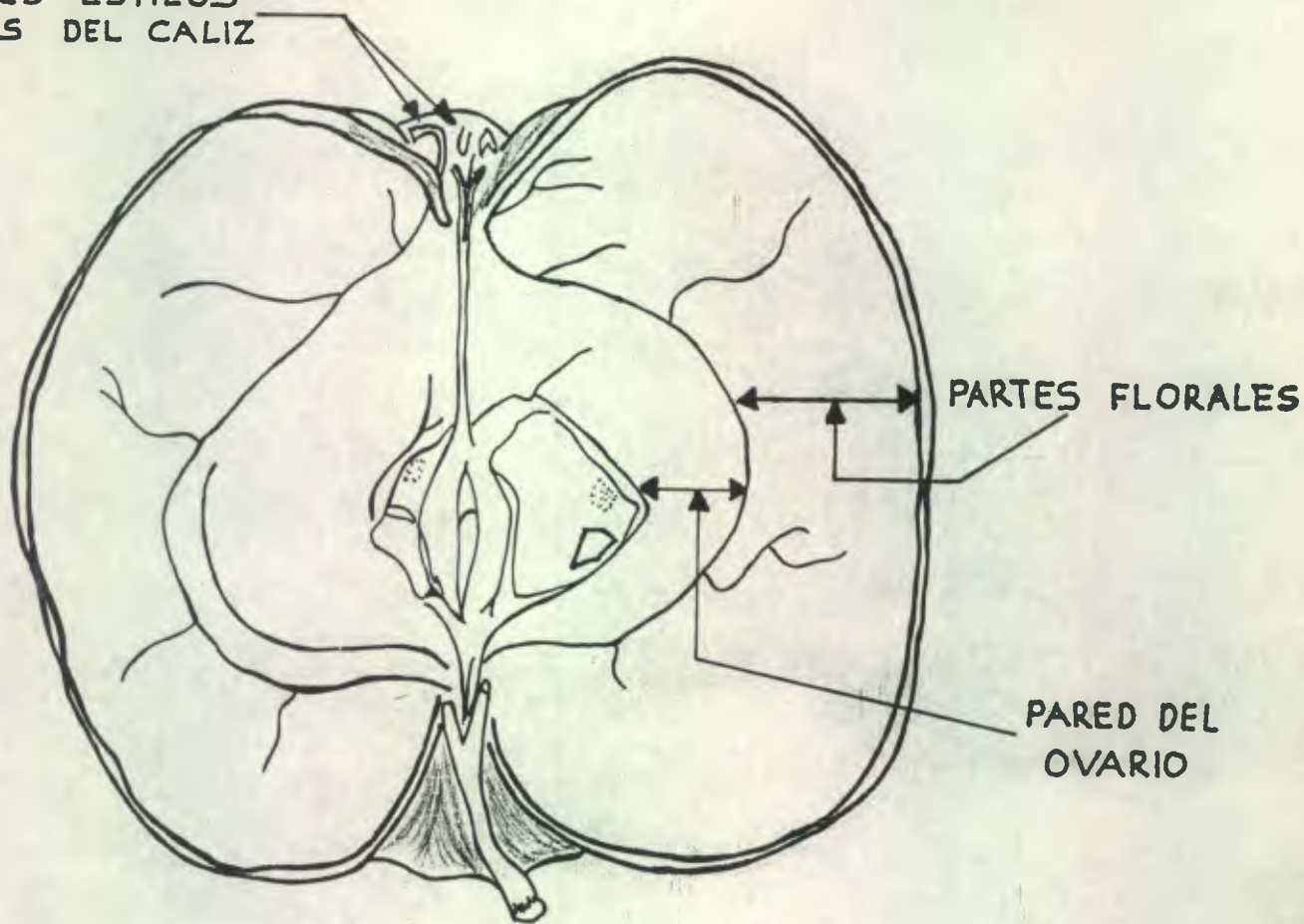


Figura No. 1 - Frutos del manzano, sección longitudinal. (1.2)

4.3 COMPOSICION QUIMICA

El sabor de la manzana cambia según la variedad y el grado de maduración. El ácido málico disminuye a medida que madura el fruto en provecho de los principios azucarados, pero no desaparece, razón por la que el sabor es dulce ácido o vinoso, perfumado. (28) Además de los grupos de vitaminas, contiene la manzana ésteres amflicos de los ácidos fórmico, acético y caproico (composición de los perfumes y esencias). La riqueza en azúcares es considerable así como en sustancias pécticas: protopectina, pectina y ácido péctico. También contiene sales minerales fósforo, calcio, magnesio, hierro, cobre y manganeso, vitaminas como "A" bajo contenido, abundante la "B₁", "el ácido ascórbico la riboflavina" "B₂", el ácido ni-

cotínico, el ácido pantotéico y la "H" biotina. (17)

Según el Doctor Scarles citado por (28), una manzana de 100 gramos contiene:

Proteína..... 0.3 gramos
Materias grasas..... 0.2 gramos
Hidrocarbonatos.....11.2 gramos
Celulosa..... 0.6 gramos

Fresenius citado por (28), reporta lo siguiente:

COMPOSICION QUIMICA DE LA MANZANA

Agua.	84.650
Sustancias secas.	15.350
Nitrógeno	0.730
Ceniza bruta.	2.130
Potasa	0.796
Sosa.	0.086
Cal	0.152
Magnesia.	0.162
Oxido de hierro	0.011
Fosfatos.	0.053
Sust. insolubles.	0.015

Materias Solubles:

Azúcar.	7.22
Acido libre	0.82
Sust. albuminoides.	0.36
Sust. pécticas.	5.81

Materias Insolubles:

Semillas, cortezas 1.51

Pectosa y cenizas. 0.49

En la sustancia seca:

Nitrógeno. 0.37

Azúcar 47.50

4.4 FISIOLOGIA DEL FRUTO

4.4.1 Desarrollo y Maduración del Fruto:

Pasada la fecundación del ovario, comienzan a llegar diferentes sustancias nutritivas de naturaleza orgánica y mineral elaboradas por las hojas y ramas. El fruto va engrosando poco a poco mientras que conserva el color verde, asimila y respira por las hojas. Si se transforma o se destruye la clorofila se detiene la asimilación, persistiendo sólo la función respiratoria. La respiración más activa se verifica en el período de la floración después disminuye continuamente hasta que el fruto comienza a marchitarse — (en este estado la respiración es casi imperceptible). (24,28)

La manzana al alcanzar su crecimiento completo puede ser desprendida del árbol sin ningún problema y cuando es incompleto, alcanza después de la recolección la madurez (28). Las apariencias externas casi siempre son contrarias cuando la pulpa es consistente, y la epidermis verde intenso, en este momento puede ser cortada y pasar a ser conservada pero no hay verdadera maduración. (15, 22, 28)

Al desprenderse sólo el fruto es el síntoma de completa madurez, en este momento los jugos nutricios que participan en la maduración están secos. Estos jugos forman parte de las células de la pulpa, la cual se vuelve blanda jugosa y dulce; estas células crecen rápidamente, adelgazando sus paredes y

las fibras se vuelven filamentos delicadísimos (15, 28). Los jugos se vierten y se verifica un proceso químico interior que influenciado por el aire, luz y el calor, dichos jugos que eran en principio duros, ásperos y ácidos, pierden los elementos que los constituyan tornándose dulces y aromáticos. (28)

4.4.2 Fases de la maduración:

En la fructificación se distinguen cuatro fases: en general cuando la fruta deja de crecer se empieza a encontrar algún fruto precursor tirado, es signo seguro de la recolección. En el primer grado de maduración, la parte expuesta al sol presenta colores vivos, el pedúnculo se empieza a arrugar y sin problemas se desprende de la rama, las hojas cambian de color y se tornan amarillentos en el momento de recolectar. (24, 28)

En el primer período los frutales mantienen la epidermis verde. Estos respiran y asimilan produciendo aumento de volumen, se cargan de ácidos orgánicos, sustancias tánicas y de almidón, por su sabor se llama fase ácida. — (17, 28)

El segundo período se inicia cuando la epidermis por pérdida de clorofila, pierde el color verde, cesando la asimilación del carbono, continuándose la respiración con consumo de oxígeno. Persiste el crecimiento del fruto pero poco, los ácidos desaparecen lentamente y son sustituidos por azúcares, desarrollándose en aromas (hidrocarburos y éteres). (17, 28)

En el segundo, es cuando el fruto conservado en el frutero en condiciones de ambiente se vuelve blando, llega al punto de comestibilidad; este segundo grado se determina por la consistencia y el colorido de la epidermis del fruto. Otro sistema o signo es el color negro de las semillas del fruto (28).

El fruto agrio por oxidación de los ácidos y taninos se tornan dulces y perfumados, esa fase se caracteriza por:

- a) Desaparición del almidón sustancias tánicas y la mayoría de los - ácidos orgánicos.
- b) Por el máximo contenido de azúcar.

El tercer período es un estado entre el fruto maduro y el podrido, en la fruta pulposa disminuye bastante las sustancias orgánicas, principalmente los ácidos orgánicos, el almidón, el tanino y el azúcar. (24, 17, 28)

Los ácidos se asocian a los aldehidos, formándose éteres en contacto con el alcohol, éteres que dan el perfume a los frutos, después desaparecen los compuestos tánicos a cualquier temperatura. La pectosa o gelatina que se forma llena las lagunas de los tejidos envolviendo las células. (17, 28) Estas privadas de aire para sobrevivir se transforman en anaerobias comportándose como fermentos, produciendo ligera fermentación de los azúcares que contienen, formando alcohol, anhídrido carbónico y ésteres que se aparecen - en los tejidos. Disminuyen los taninos y el azúcar para mantener la respiración, el fruto se torna succulento, perfumado, vinoso y azucarado; la epidermis se torna amarilla pálida, rosada o roja, es cuando la fruta adquiere su máximo valor pero éste dura poco tiempo antes de desintegrarse. A este punto se llevan las manzanas en los lugares de conservación. (24, 28)

El último período es el de la putrefacción, al final del cual las semillas quedan libres, esto se debe a microorganismos, a bacterias que provienen del exterior. Los tejidos despiden olores desagradables produciendo la putrefacción que es un estado patológico. (24, 17, 28)

4.4.3 Maduración de la fruta anticipadamente:

El fruto es más pequeño, con peso específico menor, la pulpa está su-

jeta a alteraciones, los frutos en ambiente seco ganan poco peso, las manzanas cortadas antes de madurar, las caídas y con heridas, colocadas en ambiente cálido se vuelven dulces, porque parte del agua se evapora y el almidón se convierte en azúcar, la acidez tánica disminuye. (24, 15, 17, 28)

4.4.4 Transformaciones bioquímicas durante la maduración de los frutos:

Se dan las siguientes transformaciones bioquímicas (17):

- Desprendimiento de etileno
- Crisis respiratorias (crisis climaterias)
- Hidrólisis del almidón
- Acumulación de azúcares solubles (fructuosas, glucosas, acumulación transitoria de sacarosa)
- Aumento de hemicelulosas
- Aumento de compuestos pécticos
- Descenso en el contenido de ácidos orgánicos (ácido málico en la manzana)
- Reabsorción de los taninos
- Degradación de las clorofilas; aparición de nuevos pigmentos (carotenoides o antocianinas)
- Acumulación de lípidos (en frutos oleaginosos)
- Síntesis de proteínas
- Emisión de productos volátiles

4.5 MANEJO POST-COSECHA

Consiste en todas las actividades que se realizan desde el campo, las cuales son la selección, el corte, la utilización de envases para transportar el producto del campo a la bodega o a la planta para su selección y envío a los mercados en fresco. En países que tienen bien organizadas estas actividades comprenden -

la recolección, la entrega a la planta, la selección automática, lavado, y aplicación de bactericidas o una cera vegetal para empacarla en envase de madera y su conservación en bodegas sofisticadas y también en su transporte en furgones para los centros de consumo. (15, 22, 24, 28). El manejo post-cosecha comprende actividades bastante especializadas desde una recolección en su madurez correcta en la selección de los frutos; esto repercute en la calidad del producto a enviar al mercado o para su conservación, se tiene cuidado en no lesionar la piel o epidermis de la manzana para evitar la entrada de microorganismos que posteriormente pueden causar pudriciones, esta etapa en nuestro medio es común observar que los agricultores practican una limpieza con un paño o trapo dándole un lustre a los frutos, a manera de presentación antes de enviarlos al mercado; se tiene el defecto de causarles lesiones en la epidermis de los frutos (27). Experiencias iniciales por el programa de frutales del I.C.T.A. se determinó que la práctica de pulir la manzana puede ser causa de un incremento de pudrición en el almacén en el período de conservación aunque sean por pocos días (14).

En condiciones del Altiplano de Guatemala el manejo post-cosecha, encierra muchas actividades que las realizan sin ningún cuidado siendo razón por lo que se observa en los mercados y principalmente en la terminal de Guatemala volumen de pérdidas por pudrición, así también producto que no ha sido clasificado con un tamaño adecuado, y de buena calidad; es normal observar frutos con muchas lesiones de roña que determina la calidad de la manzana que están en oferta. (2, 27)

4.6 MÉTODOS DE CONSERVACION

Existen varios métodos para la conservación de la manzana pudiéndose agrupar en cuatro formas o sistemas:

Almacenamiento en fresco,

Obtención de jugos,

Desecación de la fruta, y

Preparación y conservación de la manzana y frutos decíduos en almibar. (22, 28)

Para cada forma se han logrado desarrollar sistemas sofisticados que permiten manejar grandes volúmenes, tal es el caso del almacenaje en fresco en el que se utiliza refrigeración mediante cuartos refrigerados; ésto permite conservar por varios meses la manzana en fresco; esta técnica que es complicada y requiere de e quipo sofisticado no puede generalizarse para todos los agricultores. (22, 24, - 28)

La industrialización de los frutos para la obtención de los jugos y su conser vación en enlatados es una técnica utilizada por la industria que requiere de per sonal especializado pues intervienen preservantes químicos para lograr un produc to de calidad, así mismo poder conservar el producto por varios meses manteniendo sus cualidades alimenticias (29).

4.6.1 Desecación de la fruta:

Este sistema tiene varias formas en que se pueden realizar, habiendo equipos sofisticados en los cuales se hace pasar aire precalentado en cáma ras especiales para poder secar el producto en bandejas. Además se tiene un aumento o calentamiento del producto, requiriéndose de energía o gasto de — combustibles convencionales (22, 28). Existe información sobre desecación - de la fruta utilizando la irradiación solar; tiene sus defectos debido a la forma cómo lo realizan en algunas regiones, así también citan que son muchas las ventajas que ofrece la desecación de la fruta por medio del aire calien te pues la fruta que para su desecación se expone a la acción del sol en ban dejas corre el riesgo de ser atacadas por insectos y contaminada por microor ganismos que pueden ser causa de fermentaciones, sin contar el perjuicio que al producto puede llegar a causar los animales y las lluvias, en particular

por lo que se refiere a la fruta que alcanza su madurez sea cercana a la estación húmeda o en condiciones de excesiva lluvia (22). Otra ventaja en el sistema con aire caliente, permite disponer para el cultivo los grandes espacios de terreno que inexplicablemente son precisos para el secado al sol, en algunas especies, así mismo requiere un número de bandejas y mano de obra - también (22, 28). Hasta hace poco a excepción de las manzanas, las frutas - cortadas e íntegramente desecadas en un secador, perdían su color natural y por tal motivo su venta era difícil (22, 23). La desecación con aire caliente requiere un escrupuloso cuidado para que no se produzca un producto de inferior calidad, en ocasiones al pretender conducir la operación con excesiva rapidez, el fruto no alcanza a secarse en el interior, es decir, la pulpa no está todavía lo suficientemente deshidratada y es necesario volver a repetir el secado, esta vez en condiciones difíciles. (22, 28)

4.6.2 Tratamientos preliminares de la fruta antes de la desecación:

Son varias las operaciones necesarias a las cuales conviene someter - la fruta, lavarla, sanearla, pelarla, cortarla, tratarla con legía, blanquearla y sulfurarla; éstos tratamientos contribuyen a mejorar su presentación y calidad así como el sabor y el aroma, favoreciendo la conservación de vitaminas y su conservabilidad (22). De ordinario la fruta destinada a la desecación tiene que ser completamente madura aunque al propio tiempo con buena - consistencia. La fruta que no haya alcanzado la madurez presentará mal olor mal sabor y mucha merma; para las manzanas con excepción de algunas variedades, pueden recolectarse cuando todavía están algo verdes y completar su maduración en cajas guardadas en un almacén; para obtener un producto de alta calidad es conveniente que todas las frutas sean recolectadas a mano. En la recolección constituye una buena norma el no recoger la fruta dañada, ni tampoco las verdes y la mohosa, eliminando también las atacadas por los insectos

y la que esté, se saca; así se evitan las pérdidas de tiempo en lo sucesivo (14, 22, 23, 28). Para la manzana la labor de vaciado y pelado del corazón con las semillas suelen practicarse con máquinas. Estos frutos, por hallarse muy expuestos a la acción de las enzimas que le confieren un color pardo se suele sumergir en una solución diluida de bisulfito de sodio, después se sana a mano para acabar de quitarle las taras y restos de piel que todavía pudieran continuar adheridas; luego se pasa a la máquina cortadora para seleccionarla en cuartos o en rodajas siendo conveniente volver a pasar por un baño de bisulfito; el desperdicio que resulta de estas operaciones alcanza el 20-30 % del peso fresco. (22, 28)

4.7 UTILIZACION DE LA ENERGIA SOLAR PARA DESECACION DE FRUTOS

Se tiene información de trabajos que se están realizando en varias partes del mundo para desecar productos agrícolas (3, 5, 6, 8, 20). Existen zonas de gran potencial para las diversas utilizaciones de la energía solar teniendo en cuenta la intensidad y permanencia de la radiación solar, según su orden de importancia, de acuerdo a su altitud y a las condiciones meteorológicas de presencia de nubosidad o el periodo de precipitación que prevalece durante el año (3, 5, 19). De acuerdo al ITINTEC, del Perú Dirección de Tecnología, ha efectuado una serie de ensayos para la utilización de la energía solar según su orden de importancia en las zonas más favorables para el Perú, Sica, Arequipa, Puno, Guancayo, zona de Costa Norte, Ancash, Ica, Moquegua y Tacna. (20)

ITINTEC cita que ha instalada plantas experimentales de secador solar en los siguientes lugares: Estación meteorológica Alexander Von Humbolt, La Molina, Comunidad de Guayupampa-Guaral-Lima, zona de sierra a 1800 m.s.n.m. Otro equipo evaluado para secar melocotones y blanquillos. Estación de experimentación agropecuaria de Mantaro de la Universidad Nacional del Centro del Perú-Jauja- Junín. En zonas de sierra a 3616 m.s.n.m. se evaluó un prototipo para secar productos, agri

colas de la zona. Se tiene información que en la ciudad de Ayacucho (20), trabajos efectuados bajo la dirección del Doctor Maximiliano Durán se secó plátanos obteniéndose a la vista y gusto buenos resultados. En la Universidad de Tacna, se tienen conocimientos de estudios efectuados con secadores solares pasivos para el procesamiento de productos agrícolas (20). La planta experimental de ITINTEC - (20), evaluó un secador solar que consta fundamentalmente de dos partes: un colector y una cámara de secado. Los productos agrícolas son deshidratados por la acción del aire que penetra por el colector de la cámara. La cámara tiene en su interior catorce bandejas hechas de malla plástica en la cual se coloca el producto (se utiliza malla plástica para evitar posibles reacciones con el producto). Los materiales usados en la construcción fueron: madera para la caja del colector, aserrín como aislante en el fondo del colector, planchas de hierro galvanizado para la placa de colección de fondo colocada transversalmente y de acuerdo a la corrugación con una separación de 60 mm. de cresta a cresta por la que circula aire y vidrio simple para la cubierta transparente. La planta colectora está cubierta de pintura negra para pizarrón y la caja, tanto del colector y cámaras van asentadas en terraplen de tierra con las especificaciones técnicas para la zona (20). - Dentro del CIP ubicado en el Valle del Mantaro en Guancayo se han evaluado una serie de secadores solares para desecar papa cruda y precocida; algunos diseños no utilizan el colector sino únicamente pequeñas entradas en la parte baja y una salida en la parte superior (3, 4, 5). Según Roy Shawwen (3, 5) experiencias realizadas con un secador en forma de caja denominada caja negra, fue efectivo en el secamiento de papa precocida, es un sistema sencillo y práctico que pueden muy —bien los agricultores de las partes altas de Perú, utilizar para la obtención del Chuño (5). En Guatemala, el Centro Meso-Americano de Tecnología apropiada CEMAT ha efectuado una serie de ensayos para la utilización de la energía solar habien-

do logrado un sistema sencillo para secar bananitos y también plantas medicinales (6, 8).

4.8 CLASIFICACION DE LOS DESECADORES SOLARES:

Los desecadores solares se clasifican según el modo de calentarse o la manera cómo se utiliza el calor derivado de la radiación solar (20). Se han establecido varias categorías generales que se definen a continuación: Los secadores se han clasificado según su principal modo de funcionamiento. Algunos de los secadores directos y mixtos emplean también ventiladores pasivos (19, 20). Los secadores que para su funcionamiento utilizan únicamente energía solar se clasifican como sistemas pasivos. (19, 20)

4.8.1 Desecado al sol o natural

Estos desecadores hacen uso de la acción natural de la radiación solar de la temperatura, humedad y movimiento del aire ambiental para lograr el secado. (5, 8, 19, 20)

4.8.2 Desecador solar directo

En esta unidad el material que se ha de secar se coloca en un receptáculo con cubierta o paneles laterales transparentes (3, 6, 19, 20). El calor es generado por la absorción de la radiación solar sobre el producto mismo - así como sobre superficies internas de la cámara secadora, este calor evapora la humedad del producto que se ha de secar. Sirve para expandirse el aire en el recinto provocando así la eliminación de la humedad por la circulación del aire. (3, 19, 20)

4.8.3 Desecadores solares indirectos

En estos desecadores la radiación solar no cae directamente sobre el material que ha de secar; el aire se calienta en un colector solar y se con-

duce luego a la cámara secadora para deshidratar el producto. (20)

4.8.4 Desecadores solares mixtos

En estos desecadores la radiación solar cae directamente sobre el material que se ha de secar. El aire es precalentado mediante un colector solar previo al secado del producto. (19, 20)

4.8.5 Secadores híbridos

Estos secadores utilizan otra fuente de energía por ejemplo un combustible o la electricidad para suministrar calor o ventilación suplementarias. (19, 22)

4.9 CAPTACION DE LA ENERGIA SOLAR

Un objeto al sol se calienta porque absorbe parte de la energía que transporta la radiación solar, son muchos los mecanismos por los cuales se produce este fenómeno y en parte se puede explicar mediante la teoría cuántica y la mecánica ondulatoria de la luz (19). Para la mayoría de las aplicaciones de la energía solar toma importancia solamente la radiación térmica. Esta radiación térmica es emitida en virtud de su temperatura, los átomos, moléculas o electrones son elevados a estados de excitación retornan espontáneamente a estados de energía bajos y emiten energía en forma de radiación electromagnética de diferentes longitudes de onda a causa de los cambios en los estados de vibración, rotación y electrónica de átomos y moléculas. (19, 20)

4.10 ANTECEDENTES EXPERIMENTALES EN SECAMIENTO DE MANZANA CON IRRADIACION SOLAR EN GUATEMALA

El programa de frutales decídúos del ICTA efectuó ensayos preliminares en 1981 habiendo logrado evaluar un desecador sencillo para el desecamiento de la manzana con cáscara siendo los resultados satisfactorios. (14)

De acuerdo a Santizo E.(*) reporta que es posible almacenar en bolsas de pa pel kraft manzana desecada con irradiación solar y posteriormente conservadas has ta por un año manteniendo sus cualidades de sabor y olor agradables. En estas — pruebas se encontró problemas con el plástico como envase debido a que la muestra desecada siempre conserva un poco de agua, la cual puede crear un ambiente húme- do dentro de la bolsa y presentar aspectos muy suaves de la manzana secada lo que podría perjudicar o permitir la presencia de un contaminante.

5. MATERIALES Y METODOS.

5.1 LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS DEL SITIO EXPERIMENTAL

Este estudio se realizó en el Centro de Producción Labor Ovalle del I.C.T.A. en el calle de Clintepeque Quetzaltenango, a una altitud de 2407 m.s.n.m. con con diciones ecológicas según Holdrigie (9) la zona está clasificada como bosque muy húmedo bajo Sub-tropical (BMH-MB) y está localizada al Norte de la cabecera depar- tamental entre $91^{\circ} 30' 52''$ de longitud Oeste y $14^{\circ} 52' 14''$ de latitud Norte con temperaturas mínimas de -8°C. y máximas de 24°C. , y una precipitación de 900 mm. anuales.

5.2 SECADOR RUSTICO Y EQUIPO UTILIZADO

Para este estudio se utilizó un secador de madera pintado de negro con las dimensiones siguientes: 1:33 mts. de largo, 0.60 mts. de ancho y 0.225 mts. de al tura (Ver figura No.2). La parte superior la tiene protegida con plástico delga- do transparente. Esa es una modificación de la caja negra hecha por el Programa

* SANTIZO FLORES, L. E. Problemas de almacenamiento de manzana desecada. Centro Experimental Labor Ovalle, ICTA, 1982, comunicación personal.

de Frutales del I.C.T.A. de la diseñada por Roy Shawwen en el Perú (4) (Ver figuras Nos. 2, 8, 9, 10, 11 en el apéndice). El costo de cada desecador se puede ver en el cuadro No. 19 en el apéndice.

Para este estudio se utilizó una balanza graduada en gramos, un cortador graduado en milímetros (ver figura 7 en el apéndice) con un soporte y una cuchilla y bolsas de papel kraft para pesar los tratamientos, un termómetro de laboratorio graduado en grados centígrados. Se utilizó el siguiente equipo de la estación meteorológica Tipo "A" del INSIVUMEH en Labor Ovalle: un hidrotermógrafo, termómetros ambientales, un anemómetro, un actimógrafo, un heliógrafo, un piranómetro.

5.3 VARIEDAD

La variedad utilizada fue camuesa, cosechada en el período de estudio. Esta variedad es muy común en el altiplano, presenta frutos de tamaño mediano muy heterogéneos, predominan frutos pequeños, normalmente los agricultores no le hacen ningún tratamiento de fungicidas para mejorar la calidad; estos frutos salen con muchas lesiones y deformes, razón por lo que la comercialización de la variedad camuesa está restringida a los mercados de las comunidades del altiplano.

5.4 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

5.4.1 Diseño Experimental

El diseño que se utilizó fue el de Experimento Factorial 2 x 5 en Diseño de Bloques al azar con 5 repeticiones siendo 3 experimentos en 3 fechas distintas. Utilizando los modelos estadísticos siguientes para el análisis individual por experimento (1, 25):

$$Y_{jkl} = \mu + B_j + C_k + G_l + G_{Gkl} + E_{jkl}$$

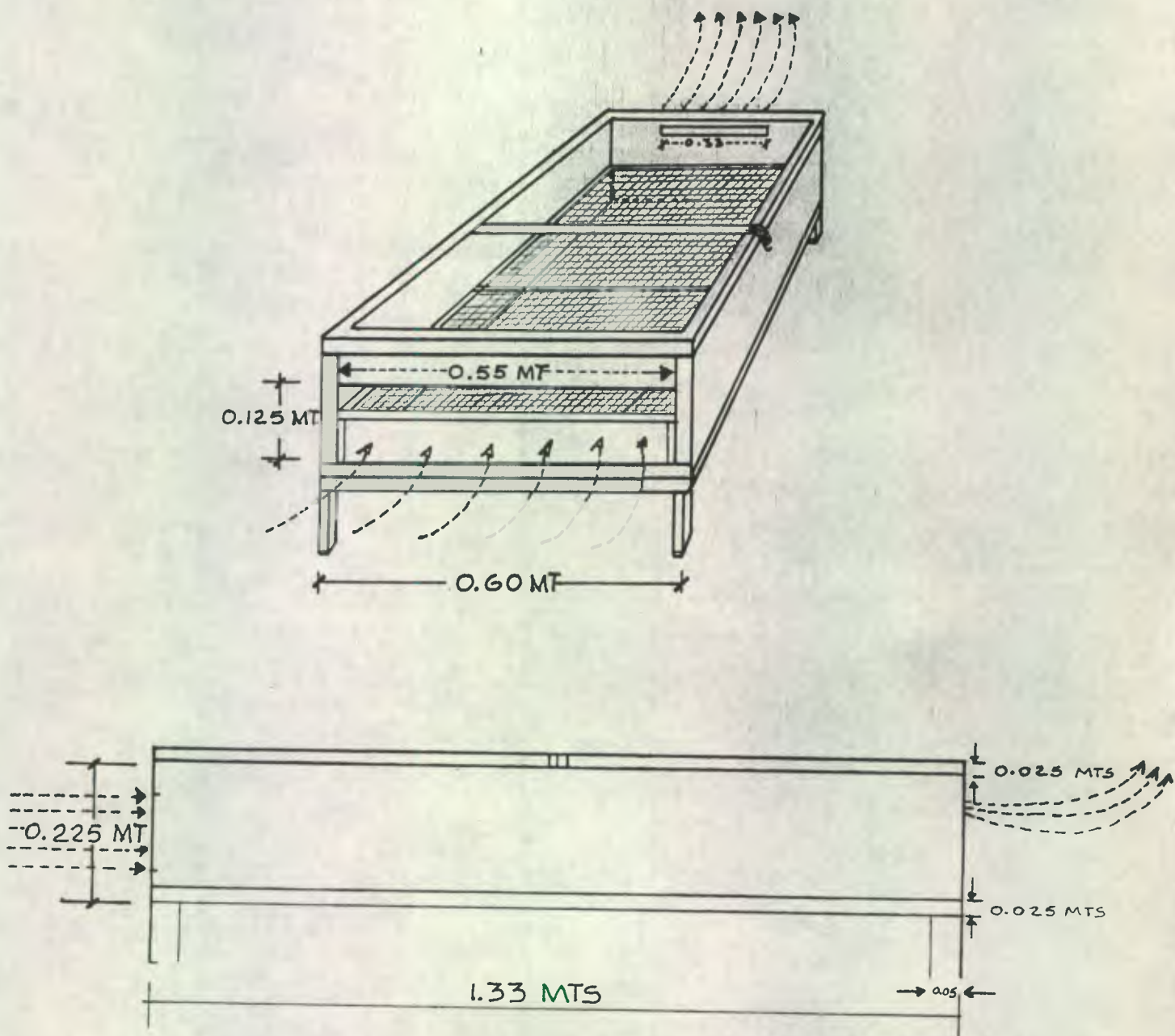
$$j = 1, 2, 3, 4, 5$$

$$k = 1, 2$$

$$l = 1, 2, 3, 4, 5$$

FIGURA N° 2

ESQUEMA DEL SECADOR
SOLAR RUSTICO



donde:

Y_{jkl} = variable respuesta asociada a la jkl -ésima unidad experimental

μ = efecto de la media general

B_j = efecto del j -ésima bloque

C_k = efecto del k -ésimo nivel del factor "C"

G_l = efecto del l -ésimo nivel del factor "G"

CG_{kl} = interacción del k -ésimo nivel del factor "C" con l -ésimo nivel del factor "G"

E_{jkl} = error experimental asociado a la jkl -ésima unidad experimental

5.4.2 Modelo estadístico para prueba de medias de Tukey

La prueba de medias utilizada fue la de Tukey (1):

Donde: Para factor "C"

tenemos $W = q(c, GLe) * \alpha * S\bar{x}$

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{CMe}{rg}}$$

q = valor tabular

c = niveles del factor "C"

α = nivel de significación

Me = cuadrado medio del error

r = número de repeticiones

g = números de niveles del factor "G"

Para factor "G"

$$W = (g, GLe) * \alpha * S\bar{x} \quad S\bar{x} = \sqrt{\frac{CMe}{rc}}$$

Para la interacción "CG"

$$W = (cg; GLe) * \alpha * S\bar{x} \quad S\bar{x} = \sqrt{\frac{CMe}{r}}$$

5.4.3 Modelo estadístico para análisis combinado

Para el análisis combinado se utilizó el siguiente modelo estadístico

(21):

$$Y_{ijkl} = \mu + S_i + B_j + C_k + G_l + [C G]_{kl} + [S C]_{ik} + [S G]_{il} + [S C G]_{ikl} + \epsilon_{ijkl}$$

$$i = 1, 2, 3$$

$$j = 1, 2, 3, 4, 5$$

$$k = 1, 2$$

$$l = 1, 2, 3, 4, 5$$

donde:

Y_{ijkl} = variable respuesta asociada a la $ijkl$ -ésima unidad experimental

μ = efecto de la media general

S_i = efecto de la i -ésima época

B_j = efecto del j -ésimo bloque

C_k = efecto del k -ésimo nivel del factor "C"

G_l = efecto del l -ésimo nivel del factor "G"

$[CG]_{kl}$ = efecto del kl -ésimo nivel de la interacción de los factores "CG"

$[SC]_{ik}$ = efecto del ik -ésimo nivel de la interacción época-cáscara "SC"

$[SG]_{il}$ = efecto del il -ésimo nivel de la interacción época por factor grosor "SG"

$[SCG]_{ikl}$ = efecto ikl -ésimo de la interacción época-cáscara-grosor "SCG"

ϵ_{ijkl} = error experimental asociado a la $ijkl$ -ésima unidad experimental

5.4.4 Interpretación de los Datos

1) análisis de varianza combinado

2) método gráfico

5.4.5 Lista de tratamientos por repetición

- 1 - ccg1 = con cáscara x grosor 2 mm
- 2 - ccg2 = con cáscara x grosor 4 mm
- 3 - ccg3 = con cáscara x grosor 6 mm
- 4 - ccg4 = con cáscara x grosor 8 mm
- 5 - ccg5 = con cáscara x grosor 10 mm
- 6 - scg1 = sin cáscara x grosor 2 mm
- 7 - scg2 = sin cáscara x grosor 4 mm
- 8 - scg3 = sin cáscara x grosor 6 mm
- 9 - scg4 = sin cáscara x grosor 8 mm
- 10 - scg5 = sin cáscara x grosor 10 mm

5.4.6 Factores y niveles a estudiar

FACTORES	NIVELES				
	1	2	3	4	5
Cáscara	Sin	Con			
Grosor	2	4	6	8	10 m.m.

5.4.7 Peso de la muestra por tratamiento

El peso inicial de la muestra fue de 200 gramos por tratamiento de manzana rodajada, en cada uno de los grosores estudiados con o sin cáscara.

5.4.8 Análisis de los datos

Para lograr una interpretación adecuada de los datos obtenidos se hizo transformación de los mismos ya que en sus magnitudes originales no cumplen con el supuesto de homogeneidad de varianzas necesarias para una correcta interpretación.

Los valores transformados de las variables investigadas se presentan en el capítulo de resultados.

5.4.9 Datos cualitativos

Se estableció una escala de 1 a 5 para poder calificar el aspecto del producto desecado tomando en cuenta consistencia, presentación y la posibilidad que no sea rechazada

- 1- excelente
- 2- buena
- 3- regular
- 4- mala
- 5- no comercializable

5.5 MANEJO DEL EXPERIMENTO

Las manzanas fueron cortadas las fechas 20-11-81, 11-01-82 y el 02-02-82 sucesivamente para los tres experimentos; utilizando una cuchilla y un equipo de corte desarrollado por el programa de Frutales en el que permite graduar el grosor de corte. Se pesaron 200 gramos en una bolsa por tratamiento y después fueron llevadas al secador y colocadas según distribución del diseño experimental, posteriormente se tomaron los registros diarios de temperatura, el peso para determinar el peso final de los tratamientos a los 10 días.

Previo a colocar las rodajas de manzanas en el secador se tuvo el cuidado de colocar manzanas de una madurez más o menos uniforme, sin daños por hongos u otros defectos.

5.6 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Se tomaron 10 gramos de cada una de las muestras de manzana desecadas y se enviaron a los laboratorios de ICAITI para un recuento total de microorganismos, (colonias de hongos y bacterias). (Ver cuadros Nos. 6 y 7).

5.7 ANÁLISIS FÍSICOS

Se envió una muestra a los laboratorios de la cooperativa Xelac para determinar el contenido de humedad final de la muestra mediante secado al horno, durante 3 días a 105°C. (Ver cuadro No.5)

5.8 TRANSFORMACION DE LOS DATOS

5.8.1 Para pasar los datos obtenidos en peso final a % de agua evaporada se procedió a utilizar la fórmula:

$$\% \text{ HE} = \frac{\text{Ph} - \text{Ps}}{\text{Ph}} \times 100$$

donde:

%HE = porcentaje de agua evaporada

Ph = peso húmedo

Ps = peso seco

5.8.2 Luego con los datos en por ciento se procedió a transformarlo a la función arcoseno X.

6. RESULTADOS Y DISCUSION

Se observó en este estudio que el peso final promedio de los tres experimentos disminuye a medida que se reduce el grosor excepto en los tratamientos 1 (37.17 gramos) y 2 (36.66 gramos) el de mayor grosor pesa menos que el de grosor menor considerando que estadísticamente son iguales. (Ver cuadro No.1)

En las medias de tratamientos de los tres experimentos se nota que a mayor grosor existe menor pérdida de agua, excepto en los tratamientos 1 y 2 de rodajas con cáscara es a la inversa. (Ver cuadro No.2)

Los resultados del cuadro No.3 se encuentran transformados a la función arcoseno $\sqrt{X}$ y son proporcionales a los de porcentaje de agua perdida expresados en el cuadro No.2.

El andeva del cuadro No.4 los resultados presentados indican alta variabilidad en cuanto a las épocas en estudio por lo que es necesario continuar con los estudios que demanda la investigación.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuadro No.4 del ANDEVA combinado no indican que no hay significancia estadística en cuanto a los tratamientos con cáscara y sin cáscara no así en los análisis individuales de los experimentos primero y tercero que hubo alta significancia y sin significancia el segundo experimento (Ver cuadros Nos. 12, 15 y 17 en el apéndice) posiblemente esto se debe a que el factor cáscara está influenciado directamente por las épocas.

En cuanto a la hipótesis planteada sobre el grosor se observa en el ANDEVA, combinado que el mismo es determinante por ser altamente significativo.

En relación a la interacción época x cáscara x grosor (e x c x g) hay significancia al 0.05, esto se debe a los factores ambientales que prevalecieron en las épocas en que se realizaron los ensayos, (Ver cuadro No.4 y figuras No. 15 a la No.26) y a la influencia de los factores cáscara y grosor.

El coeficiente de variación 1.137 obtenidos nos permite afirmar que los ensayos fueron manejados eficientemente por lo que los resultados son considerados confiables. (Ver cuadro No.4)

De acuerdo al promedio de agua perdida por experimento en la comparación de épocas se observa que en el segundo experimento (segunda época) se alcanzó la mayor pérdida de agua promedio (68.80), siendo el primer y tercer ensayo semejantes en relación al porcentaje de pérdida de agua. (Ver figura No.3)

El mayor promedio de pérdida de agua en el segundo experimento se cree que fue causado por las bajas temperaturas de las primeras horas de la mañana las cuales provocan cristalización en las células de las rodajas; posteriormente por la

elevación brusca de la temperatura se produjo plasmólisis dentro de las células provocándose la liberación de agua que se evaporó. (Ver fig. No.3) (Fig. No.19 - del apéndice)

Al comparar en la figura No.4, los promedios de pérdida de agua del factor grosor en los tres experimentos se determinó que la mayor pérdida de agua se obtiene en los grosores 2 m.m. y 4 m.m. con cáscara o sin cáscara, siendo aceptable la pérdida de agua hasta en rodajas de 6 m.m. de grosor. Los grosores de 2 m.m. y 4 en su comportamiento son similares pudiendo asumir que no hay diferencia estadística.

En la figura No.5 observamos que las curvas de los tratamientos con cáscara y sin cáscara son paralelas, pero los tratamientos promedios sin cáscara presentan mayor pérdida de agua en relación a cada uno de los grosores. También se nota que los mejores tratamientos son el 6, 7, 8, sin cáscara con 2, 4, 6 m.m. de grosor - respectivamente. (Ver figura No.13 en el apéndice).

Las temperaturas reportadas dentro del secador casi no variaron durante el desecamiento de los tres ensayos. Sólo en el segundo experimento entre las 11 horas y 17 horas se alcanzaron las mayores temperaturas (42.96°C) dentro del secador y la menor (2.30°C) a las 7 horas.

Los análisis efectuados por el laboratorio de suelos de ICADA en la Cooperativa Xelac, por el método de secado al horno a 105°C durante tres días, permitieron determinar el contenido de agua residual dentro de las rodajas de manzana de los diez tratamientos encontrándose el mayor valor con el tratamiento cinco repetición I, siendo éste de 19.64% de contenido de agua el cual está dentro de la recomendación que exigen un máximo de 25% de contenido de agua, dados por la organización Panamericana de la Salud (19). (Ver cuadro No.5).

En el análisis microbiológico es de recalcar el hecho de que un secado de manzana con irradiación solar presenta baja contaminación microbiana, aspecto importante ya que ésto contribuye a mantener la manzana en muy buen estado y con un mayor tiempo de conservación. La población total reportada de acuerdo al análisis efectuado por el laboratorio de microbiología de ICAITI nos indican valores que están dentro de los límites de tolerancia.

Según ICAITI, Instituto Centro Americano de Investigación de Tecnología Industrial: son de menos de 50,000 colonias para la leche y menos de 10,000 colonias para alimentos por gramos de muestra (*). (Ver cuadros No. 6 y 7).

En el cuadro No.10, observamos que cualitativamente los tratamientos 7 y 8 - de rodajas sin cáscara tienen la mayor calificación con respecto a los demás tratamientos por su buen aspecto y sobre todo no se arrugan (Ver figuras Nos. 13 y 14 en el apéndice).

De acuerdo a la prueba de aceptabilidad realizada con 25 personas, se obtuvo un 72% de opinión favorable y ninguna desfavorable en relación al sabor y aroma - del ponche elaborado con manzana desecada. (Ver cuadro No.19).

*LICENCIADA DE CARRERA. Indices de tolerancia microbiana, 1982. Comunicación personal.

EPOCAS Repet. Trat.	PRIMER EXPERIMENTO (EPOCA 1).					SEGUNDO EXPERIMENTO. (EPOCA 2).					TERCER EXPERIMENTO (EPOCA 3).							
	I	II	III	IV	Σy_1	I	II	III	IV	Σy_2	I	II	III	IV	Σy_3	Σy	$\bar{y}$	
1	44.5	44.5	53.3	43.0	185.3	23.2	26.5	24.2	24.1	98.0	40.70	42.1	40.5	39.4	162.7	446.00	37.17	
2	46.0	45.2	35.6	42.7	169.5	23.9	27.4	21.9	27.1	100.3	45.30	42.7	40.1	42.0	170.1	439.9	36.66	
3	45.4	48.1	43.5	47.1	184.1	23.0	26.4	25.0	23.1	97.5	47.70	45.4	45.0	45.5	183.6	465.2	38.77	
4	46.9	41.8	43.3	47.0	179.0	28.3	25.4	24.9	27.0	105.6	45.70	48.4	46.8	46.7	187.6	472.2	39.35	
5	48.5	47.1	45.0	43.3	183.9	29.5	31.1	32.7	31.0	124.3	49.90	51.5	49.3	47.1	197.8	506.0	42.17	
					901.8					525.7					901.8			
6	40.3	40.9	40	38.3	159.5	24.2	25.9	26.4	25.3	101.8	38.0	41.4	37.9	38.2	155.5	416.8	34.73	
7	39.9	42.9	41.1	41.7	165.6	25.0	26.5	23.7	24.5	99.7	39.9	38.8	39.6	38.3	156.6	421.9	35.16	
8	43.2	41.8	42.5	41.3	168.8	25.9	24.0	27.1	24.1	101.1	42.0	39.7	39.4	39.5	160.6	430.5	35.87	
9	43.0	43.1	45.2	42.9	174.2	26.9	27.2	26.2	27.3	107.6	39.3	40.6	38.6	39.4	157.9	439.7	36.64	
10	49.0	45.6	46.4	47.1	188.1	31.5	25.1	27.7	27.3	111.6	41.1	42.5	41.0	43.6	168.2	467.9	38.99	
					856.2					521.8					798.8			
x w IX	446.7	441	435.9	434.4	1758 43.95	261.4	265.5	259.8	260.8	1047.5 26.19	429.6	433.1	418.2	419.7	1700.6 42.51	4506.1	37.55	

Unidad Experimental

200 gramos

EPOCAS	PRIMER EXPERIMENTO (EPOCA 1).					SEGUNDO EXPERIMENTO. (EPOCA 2).					TERCER EXPERIMENTO (EPOCA 3).						
REPET TRAT	I	II	III	IV	Σy_1	I	II	III	IV	Σy_2	I	II	III	IV	Σy_3	Σy	$\bar{y}$
1	77.75	77.75	73.25	78.50	307.25	88.40	86.75	87.90	87.95	351.00	79.65	78.95	79.75	80.30	318.65	976.9	81.41
2	77.00	77.40	82.20	78.65	315.25	88.05	86.30	89.05	86.45	349.85	77.35	78.65	79.95	79.00	314.95	980.05	81.67
3	77.30	75.95	78.25	76.45	307.95	88.50	86.80	87.50	88.45	351.25	76.15	77.30	77.50	77.25	308.20	967.40	80.62
4	76.55	79.10	78.35	76.50	310.50	85.85	87.30	87.55	86.50	347.20	77.15	75.80	76.60	76.65	306.20	963.90	80.32
5	75.75	76.45	77.50	78.35	308.05	85.25	84.45	83.65	84.50	337.85	75.05	74.25	75.35	76.45	301.10	947.00	78.92
					1549.00					1737.15					1549.10		
6	79.85	79.55	80.00	80.75	320.15	87.90	87.05	86.80	87.35	349.10	81.00	79.30	81.05	80.90	322.25	991.50	82.62
7	80.05	78.55	79.45	79.15	317.20	87.50	86.75	88.15	87.75	350.15	80.05	80.60	80.20	80.85	321.70	989.05	82.42
8	78.40	79.10	78.75	79.35	315.60	87.05	88.00	86.45	87.95	349.45	79.00	80.15	80.30	80.25	319.70	984.75	82.06
9	78.50	78.45	77.40	78.55	312.90	86.55	86.40	86.90	86.35	346.20	80.35	79.70	80.70	80.30	321.05	980.15	81.68
10	75.50	77.10	76.80	76.45	305.95	84.25	87.45	86.15	86.35	344.20	79.45	78.75	79.50	78.20	315.90	966.05	80.50
					1571.80					1739.10					1600.60		
ΣX	776.65	779.5	781.95	782.7	3120.80	869.30	867.25	870.10	869.60	3476.25	785.20	783.45	790.90	790.15	3149.7	9746.75	
$\bar{X}$					78.02					86.91					78.74		81.22

CUADRO No.3

RESULTADOS EN % DE PERDIDAS DE AGUA DE LOS TRES EXPERIMENTOS

TRANSFORMADOS A LA FUNCION ARCOSENO $\sqrt{x}$

EPOCAS REPET	PRIMER EXPERIMENTO (EPOCA 1).					SEGUNDO EXPERIMENTO (EPOCA 2).					TERCER EXPERIMENTO (EPOCA 3).						
	I	II	III	IV	Σy_1	I	II	III	IV	Σy_2	I	II	III	IV	Σy_3	Σy	$\bar{y}$
1	61.86	61.86	58.86	62.38	244.96	70.09	68.65	69.64	69.69	278.07	63.18	62.69	63.26	63.65	252.78	775.81	64.65
2	61.34	61.61	65.05	62.48	250.48	69.78	68.28	70.68	68.06	276.80	61.58	62.48	63.40	62.73	250.19	777.47	64.79
3	61.55	60.63	62.20	60.97	245.35	70.18	68.70	69.30	70.13	278.31	60.77	61.55	61.68	61.51	245.51	769.17	64.10
4	61.04	62.80	62.27	61.00	247.11	67.90	69.12	69.34	68.44	274.80	61.44	60.53	61.07	61.10	244.14	766.05	63.83
5	60.50	60.97	61.68	62.27	245.42	67.41	66.78	66.15	66.82	267.16	60.03	59.51	60.23	60.97	240.74	753.32	62.78
					1233.32					1375.14					1233.36		
6	63.33	63.11	63.43	63.96	253.83	69.64	68.91	68.70	69.17	276.42	64.16	62.94	64.19	64.09	255.38	785.63	65.47
7	63.47	62.41	63.04	62.83	251.75	69.30	68.65	69.86	69.51	277.32	63.47	63.87	63.58	64.05	254.97	784.04	65.34
8	62.31	62.80	62.55	62.97	250.63	68.91	69.73	68.40	69.69	276.73	62.73	63.54	63.65	63.61	253.53	780.89	65.07
9	62.38	62.34	61.61	62.41	248.74	68.49	68.36	68.78	68.32	273.95	63.69	63.22	63.94	63.65	254.50	777.19	64.77
10	60.33	61.48	61.21	60.97	243.99	66.62	69.25	68.40	68.32	272.59	63.04	62.55	63.08	62.17	250.84	767.42	63.95
					1248.94					1377.01					1269.22		
ΣX	618.11	620.01	621.90	622.24	2482.26	688.32	686.43	689.25	688.15	2752.15	624.09	622.88	628.08	627.53	2502.58	7736.99	
$\bar{X}$					62.06					68.80					62.56		64.47

C.V. 1.4206

C.V. = 1.2302

C.V. = 0.68487

CUADRO No.4

ANDEVA COMBINADO PARA FACTORIAL 2 x 5 EN BLOQUES AL AZAR

F V.	GL	SC	CM	FC	Ft		Sig.
					0.05	0.01	
Epocas	2	1129.4887	564.7444	1050.8827	19.4835	99.4765	* *
Rep.(épocas)	9	3.4615	0.3846	0.7157	2.7760	4.452	NS
Tratamientos	9	72.1336	8.0148	14.9140	2.7760	4.452	* *
Ci (cáscara)	1	23.7183	23.7183	44.1353	252.585	1011.410	NS
gi (grosor)	4	47.1395	11.7849	21.9295	5.6795	13.6185	* *
c. x g.	4	1.2758	0.3190	0.5936	5.6795	13.6185	NS
e. x t.	18	37.1959	2.0664	3.8452	2.0028	2.7185	* *
e x c	2	14.6175	7.3088	13.6003	19.4835	99.4765	NS
e x g	8	5.7116	0.7140	1.3286	2.996	5.002	NS
e x c x g	8	16.8668	2.1084	3.9233	2.996	5.002	*
error	81	43.5292	0.5374				
total	119	1285.8089					

CV = 1.137

FIGURA N° 3

COMPARACION DE PROMEDIOS DE EPOCAS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

EPOCAS	$\bar{X}$	PROMEDIO
1		62.06
2		68.80
3		62.56

%
DE
HUMEDAD
PERDIDA *

* LOS DATOS ESTAN TRANSFORMADOS POR LA FUNCION ARCO
SENO $\sqrt{x}$

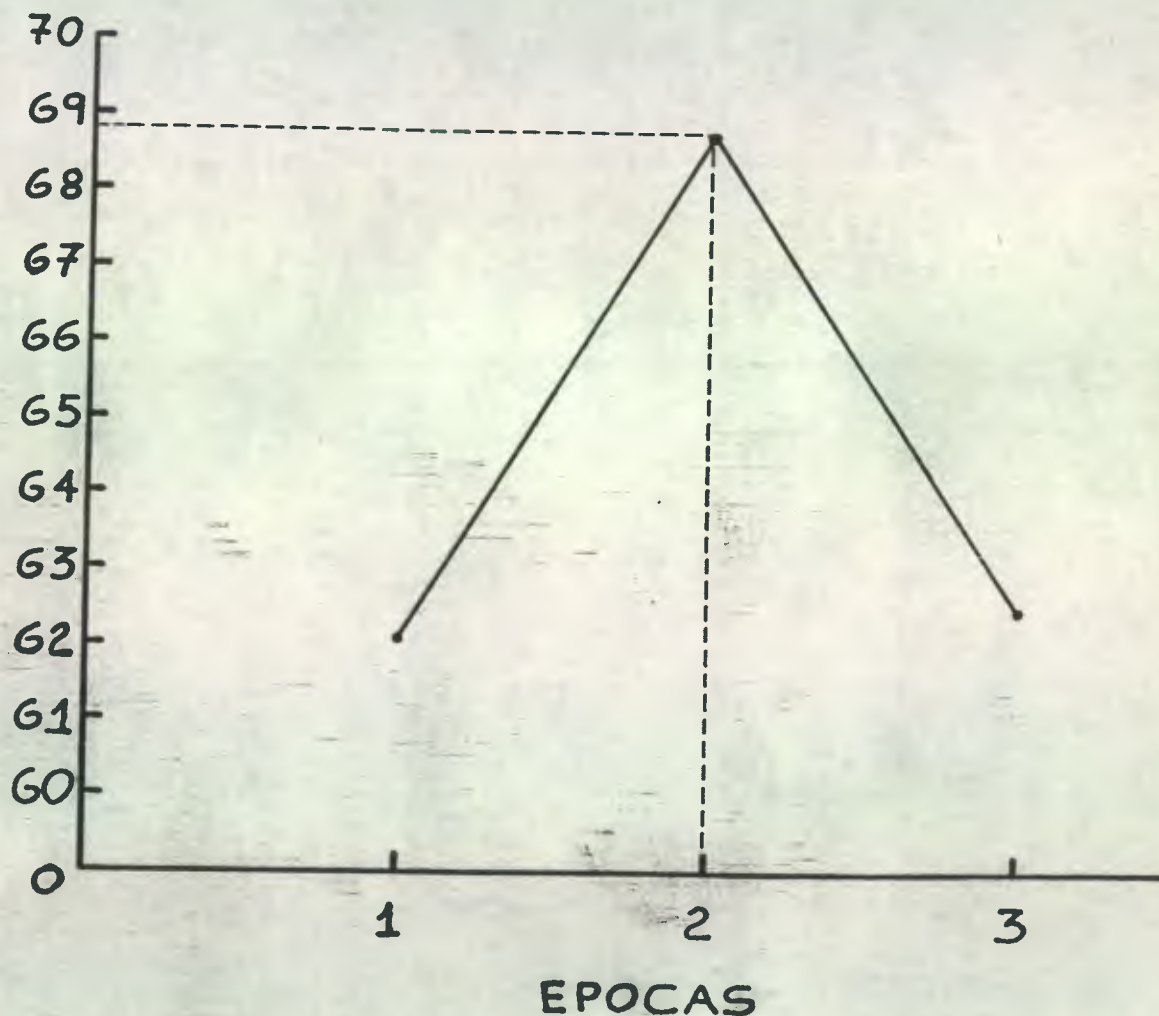


FIGURA N° 4

COMPARACION DE PROMEDIOS DEL FACTOR GROSOR EN TRES ENSAYOS

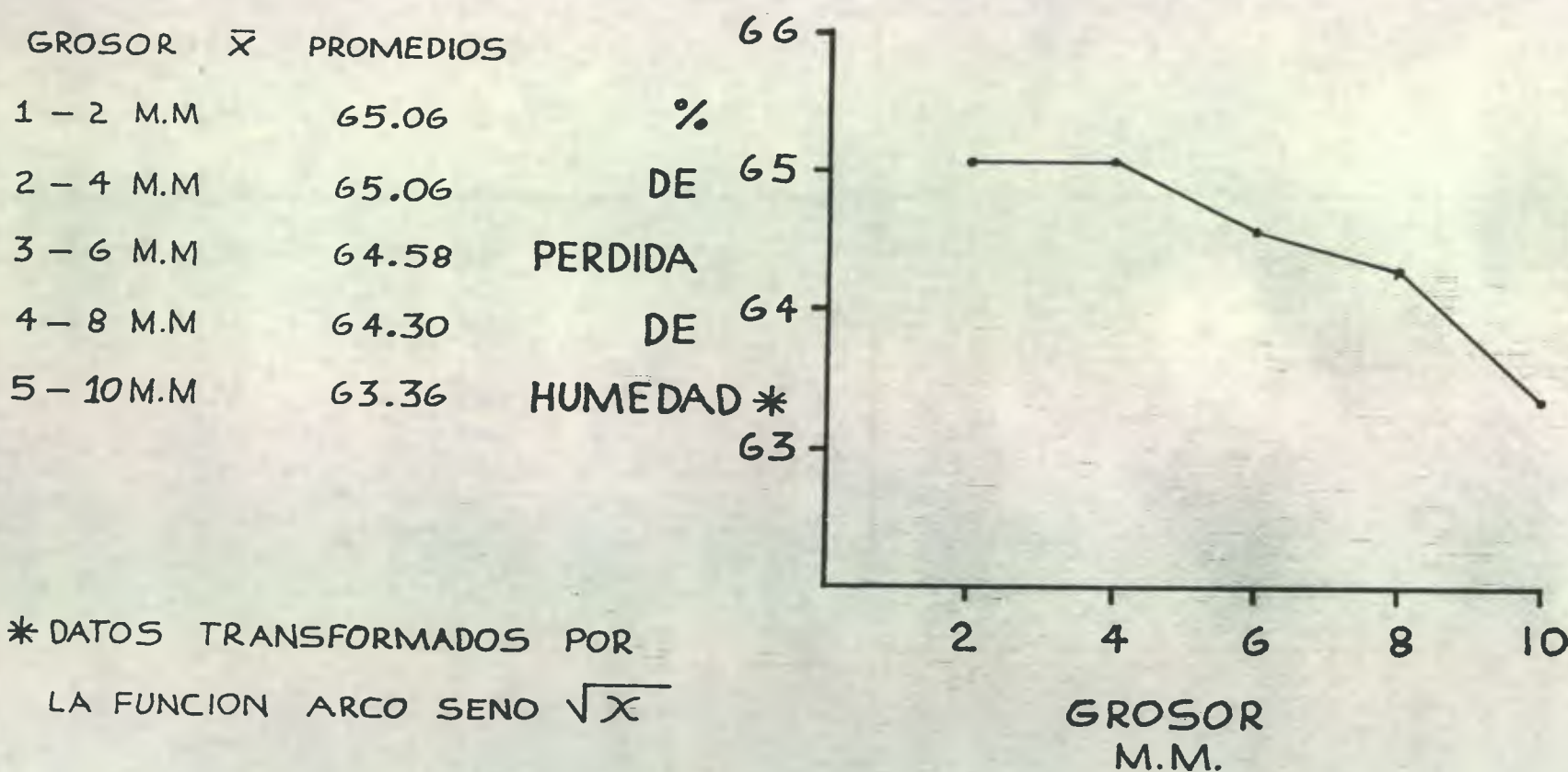
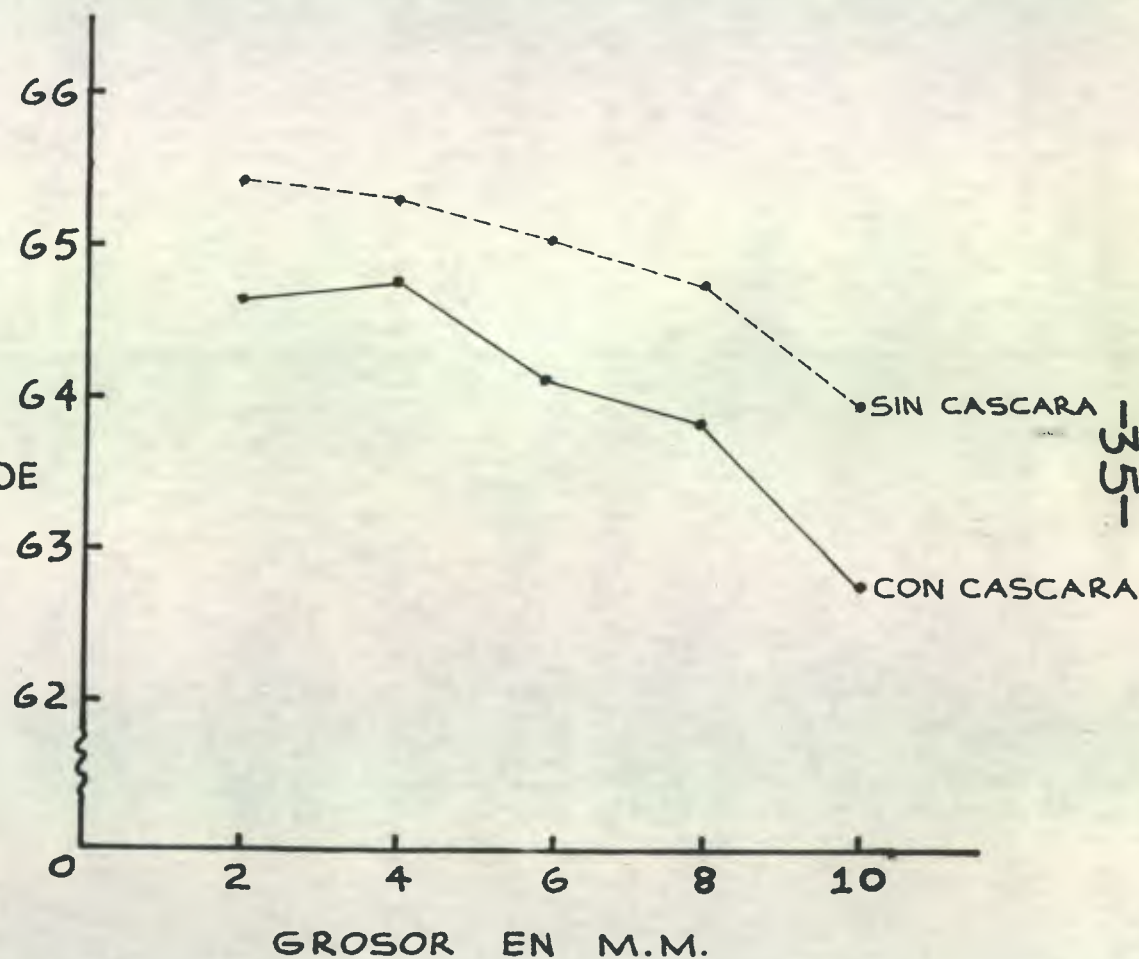


FIGURA N: 5

COMPARACION DEL FACTOR CASCA-
RA EN RELACION A LA PERDIDA
DE AGUA CON LOS PROMEDIOS DE
LOS TRES EXPERIMENTOS

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS
1	64.65
2	64.79
3	64.10
4	63.83
5	62.78
6	65.47
7	65.34
8	65.07
9	64.77
10	63.95

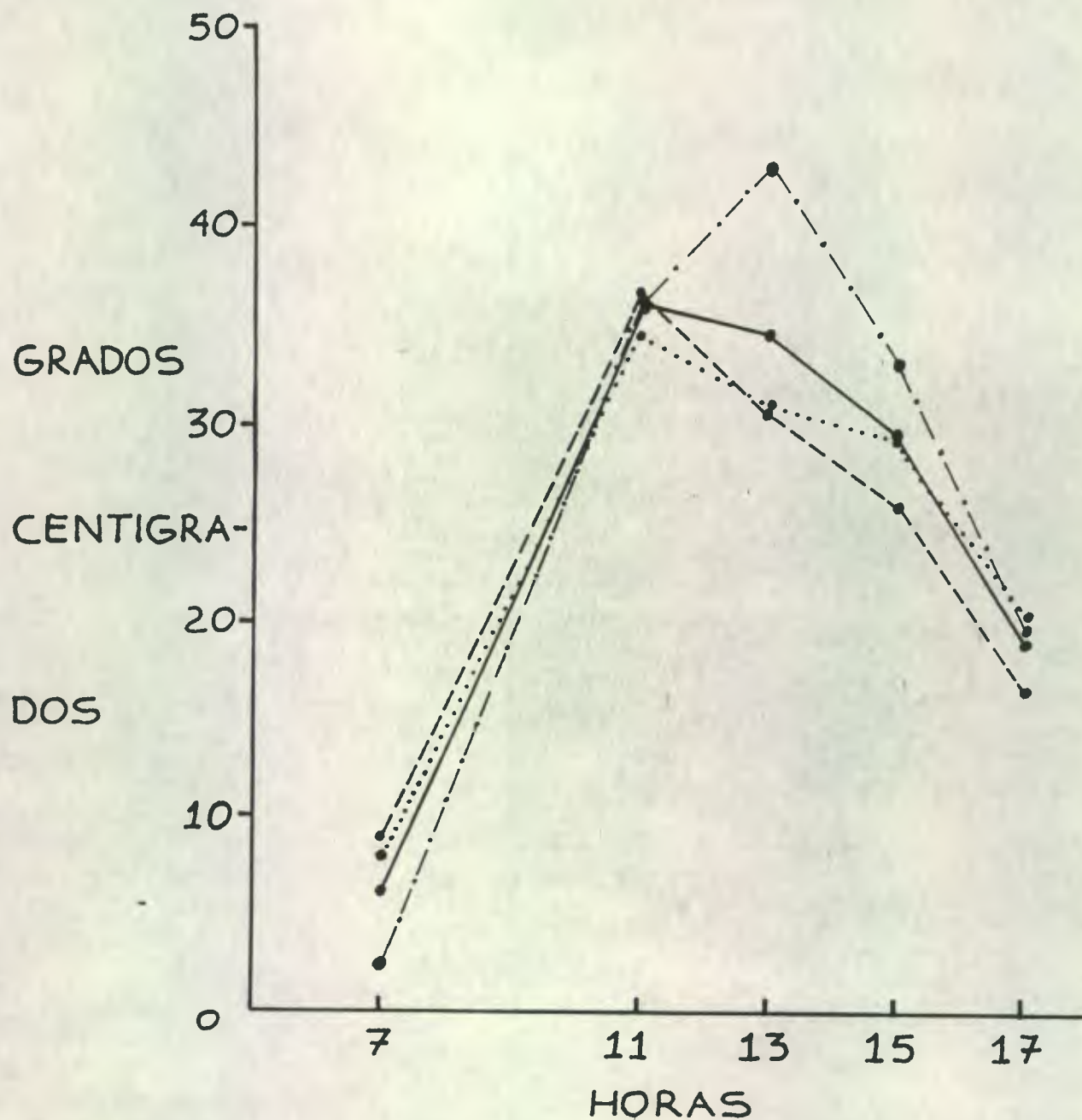
%
DE
PERDIDA DE
AGUA *



* DATOS TRANSFORMADOS A ARCO SENO $\sqrt{x}$

FIGURA N° 6

PROMEDIO DE TEMPERATURAS EN GRADOS CENTIGRADOS DE LOS 3 EXPERIMENTOS DENTRO DEL SECADOR RUSTICO.



----- 1^{er} EXPERIMENTO (21 DE NOV. AL 2 DE DIC. 81)
-.-.-.- 2^{do} EXPERIMENTO (11 AL 20 DE ENERO - 82)
..... 3^{er} EXPERIMENTO (2 AL 11 DE FEBRERO 82)
———— PROMEDIO DE LOS TRES EXPERIMENTOS.

CUADRO No.5

DATOS DE PERDIDA DE AGUA EXPRESADOS EN % DE HUMEDAD PERDIDA.

(Agua residual contenida en las muestras desecadas).

REPET	CON CASCARA						SIN CASCARA			
	TRATAMIENTOS.						TRATAMIENTOS.			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	18.32	17.36	19.41	18.92	<u>19.64</u>	19.23	15.79	17.29	18.29	18.10
II	16.67	14.48	15.07	15.33	15.46	19.25	16.91	16.53	15.62	17.14
III	16.87	15.34	17.32	16.60	15.55	17.71	17.99	16.14	17.56	15.77
IV	15.16	15.44	15.79	16.18	13.97	16.99	15.45	14.86	15.02	16.79
X	15.76	15.66	16.90	16.76	16.16	<u>18.30</u>	16.54	16.21	16.62	16.95

FUENTE: Laboratorio de Suelos de la Estación ICADA. XELAC, Quetzaltenango Muestras de manzana seca del experimento efectuado entre el 11-01-82 y el 20-01-82.

CUADRO No.6

MUESTRAS EMPACADAS EN BOLSAS DE PAPEL KRAFT.

Recuento total de población microbiana por gramo de
muestra reportado por ICAITI

FACTOR GROSOR	FACTOR CASCARA		
	Con cáscara	Sin cáscara	Diferencia
2 mm	1,900	190	1,710
4 mm	800	240	560
6 mm	500	300	200
8 mm	1,100	800	300
10 mm	560	190	370
X	4,860	1,720	3,140
$\bar{X}$	972	344	628

CUADRO No.7

MUESTRAS EMPACADAS EN BOLSAS PLASTICAS

Recuento total de población microbiana por gramo de
muestra reportado por ICAITI

FACTOR GROSOR	FACTOR CASCARA		
	Con cáscara	Sin cáscara	Diferencia
2 mm	11,000	5,300	5,700
4 mm	6,900	3,700	3,200
6 mm	4,400	4,600	200
8 mm	11,000	4,300	6,700
10 mm	6,300	4,900	1,400
X	39,600	22,800	16,800
$\bar{X}$	7,920	4,560	3,360

CUADRO No.8

CALIFICACION CUALITATIVA

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

CUADRO No.9

PRUEBA DE ACEPTABILIDAD EN LA L. O. SOBRE
EL SABOR DEL PONCHE DE MANZANA DESECADA CON 25 PERSONAS.

No. de personas	Calificación	Porcentaje
18	Buen sabor	72
7	Regular sabor	28
0	Mal sabor	0
Totales	25	100

7. CONCLUSIONES

En base al planteamiento de la problemática que indica que la fruta de rechazo (no comercializable) no puede ser reutilizada y en base al estudio presente se puede llegar a concluir de acuerdo a los objetivos e hipótesis planteadas lo siguiente:

1. Con respecto a la Hipótesis I, se rechaza porque el grosor de la manzana rodajada influye en el proceso de desecamiento ya que a mayor grosor menor pérdida de agua.
2. En relación a la Hipótesis II, se rechaza pues en el proceso de desecamiento mediante energía solar, los tratamientos de manzana rodajada con cáscara - pierden menos agua que los tratamientos sin cáscara.
3. Cualitativamente los tratamientos sin cáscara presentan un mejor aspecto para el consumidor que los que tienen cáscara.
4. Debido a la baja población microbiana los tratamientos sin cáscara ofrecen mayor garantía para la salud humana.
5. El desecador rústico utilizado funciona adecuadamente para desecar la manzana rodajada.
6. El tratamiento siete de rodajas sin cáscara y grosor de 4 m.m. es el mejor cuantitativo y cualitativamente.
7. Las manzanas en cuanto a su color, algunas rodajas se empardecieron debido probablemente a su mayor estado de madurez.

8. RECOMENDACIONES

1. Mejorar el diseño del desecador en cuanto a su construcción y eficiencia de la ventilación para mejorar el tiempo de desecado.
2. Evaluar algunos productos para evitar la oxidación, es decir, el empardecimiento mediante un procedimiento sencillo y de bajo costo para que el agricultor lo pueda realizar sin riesgos y de fácil adopción.
3. Continuar los estudios de desecación con otras variedades de manzana que sean susceptibles de agroindustria familiar.
4. Determinar los rangos de tiempo de desecado y las épocas más adecuadas en relación a la temporada de cosecha y comercialización.
5. Buscar alternativas de envasado del producto desecado para su conservación.
6. Recomendar las rodajas de cuatro milímetros de grosor sin cáscara.

9. BIBLIOGRAFIA.

1. ALVAREZ, V. Y MELGAR, M. Experimentos factoriales; notas-- del curso de diseños experimentales de la Fac. de Agro nomía de la U.S.A.C. Guatemala, Fac. de Agronomía.-- 1981. pp. 19-22.
2. BALTAZAR AREVALO, E. Fruticultura; decídúos de Guatemala.-- Guatemala, Landivar, 1979. pp. 7-15.
3. CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. Tecnología del secador so lar. Circular 6(4): 1-5. 1978.
4. _____. Los agricultores ayudan a los científicos a cam biar los objetivos de la investigación. Circular 9 - (4): 1-3. 1981.
5. _____. Con energía solar secan la papa noche y día. - Circular 9(8): 1-3. 1981.
6. CENTRO MESOAMERICANO DE ESTUDIOS SOBRE TECNOLOGIA APLICADA. Energía solar. red (Guatemala) 2(3): 6. 1980.
7. _____. Invernadero de bajo costo para curado de blocks- o para usos agrícolas. red (Guatemala) 2(2): 3. - 1980.
8. _____. Bananitos secos; una industria que puede salirse de casa. red (Guatemala) 3(8): 7-8. 1981.
9. CRUZ, J. DE LA. Clasificación de las zonas de vida de Gua- temala basada en el sistema Holdrige. Guatemala, Ins tituto Nacional Forestal, 1976. p. 16.
10. CONFERENCIA SOBRE fuentes de energía nuevas y renovables. - D+C (Alemania Federal) no 5: 32. 1979.
11. FILIPINAS. INSTITUTO DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS - DE LA UNIVERSIDAD DE FILIPINAS. Secador de usos múlti ples. D+C (Alemania Federal) no. 4: 31. 1981.
12. GREULACH, V. A. Y ADAMS, J. E. Las plantas; introducción a la botánica moderna. Trad. por Ramón Riva y Nava Ma- parza. México D. F., LIMUSA, 1976. p. 222.

13. GUATEMALA. BANCO NACIONAL DE DESARROLLO AGRICOLA. Resultados catastro frutícola, región altiplano occidental, - 1978. Guatemala, 1979. 116 p.
14. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. - Experiencias iniciales en secamiento de manzana por energía solar. Guatemala, 1981. s.p. Informe técnico del programa de frutales. Inédito.
15. JUSCAPRESA, B. Cómo ganar dinero con el cultivo de frutas - les; peral, manzano, melocotonero. Barcelona, SERTEBI, 1974. p. 103.
16. LITTLE, T. Y HILLS, F. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Trad. por Paula Crespo. - México, Trillas, 1981. 270 p.
17. MAZLIAK, P. Fisiología vegetal; nutrición y metabolismo. --- Trad. José Andrés Canadell. Barcelona, OMEGA, 1976. - 350 p.
18. ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD. Normas sanitarias - de alimentos aprobadas por el Consejo de Ministros de Salud Pública de Centroamérica y Panamá, 1964-1966. - Washington, 1968, v.2. pp. 503, 618-519. (Serie - no. 1)
19. PEREZ, R. M. Proyecto de fuentes no convencionales de energía. Guatemala, U.S.A.C., Fac. de Ing., 1981. 16 p.
20. PERU. INSTITUTO DE INVESTIGACION TECNOLOGICA INDUSTRIAL Y - DE NORMAS TECNICAS. Evaluación experimental de un secador solar de productos agrícolas del tipo indirecto. Perú, 1980. pp. 1-27.
21. QUIROGA, V. Manual práctico para el análisis de experimentos de campo. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1976. III 114p. II (Publicación miscelanea no.142).
22. RASCHIERI, J. P. Desecación de los productos vegetales. - Barcelona, Reverté, s.f. 258 p.
23. RAVEL, G. D. De. Variedades americanas de manzana. Trad. - por Juan Costin Char. Barcelona, Oikos-Tau, 1970. - 291 p.

24. _____ Y BALLOT, R. Nuevo tratado práctico de fruticultura. Trad. por Fermín Palomeque y Joan Vinges. Barcelona, BLUME, 1976. 535 p.
25. REYES, J. P. Bioestadística aplicada. México, ITESM, 1981. 285 p.
26. SANTIZO FLORES, L. E. Fruticultura decidual, programa de investigación. Documento preliminar. Quetzaltenango, abril 20 de 1980. p. 29. Inédito.
27. _____. Proyecto factibilidad: Investigación aplicada y desarrollo de tecnología para frutales en la región I. Guatemala, I.C.T.A./A.I.D., 1981. 66 p.
28. TAMARO, D. Tratado de fruticultura. Trad. por Arturo Caballero. Barcelona, Gustavo Gili, 1974. pp. 299-306 y 518-519.
29. TRESSLER, D. K. Y MAYNARDA, J. Fruit and vegetable juice processing technology. Pensilvania, Mack Printing, 1961. pp. 619-683.
30. WERGE, R. Sistemas de almacenamiento de papa en la región del valle del Mantaro (Perú). Lima, Centro Internacional de la Papa, 1976. 45 p.

Pitua



10. APENDICE

10.1 CUADROS

CUADRO No.10

EXPORTACION DE MANZANA EN KGS. DE FRUTA FRESCA

AÑO	EL SALVADOR	HONDURAS	NICARAGUA	COSTA RICA	TOTAL KGS.
1,973	748,301	52,800	171,408	239,342	1211,851
1,974	477,552	109,489	125,408	333,914	1046,363
1,975	720,785	101,160	207,223	126,113	1225,281
1,976	1074,566	552	164,170	422,985	1662,246
1,977	1398,604	- - - -	359,985	313,725	2072,314
1,978	852,311	- - - -	263,939	271,788	1388,038

Fuente (2)

CUADRO No.11

IMPORTACION DE MANZANA EN KGS. DE FRUTA FRESCA

AÑO	PAIS DE ORIGEN	KGS.
1,973	E.E.U.U.	82,833
1,974	"	84,757
1,975	"	89,684
1,976	"	106,120
1,977	"	159,735
1,977	CANADA	48,015
1,978	E.E.U.U.	210,615

Fuente (2)

CUADRO No.12

ANDEVA DEL 1er. EXPERIMENTO CON DATOS TRANSFORMADOS.

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	CM	FC	Ft		SIGNIFICANCIA
					0.05	0.01	
BLOQUES	4	1.2758					
TRATAMIENTOS	9	31.7608	3.5290	4.536	2.16	2.96	* *
c	1	6.7859	6.7859	8.722	4.12	7.41	* *
B	4	17.2070	4.3020	5.529	2.64	3.91	* *
c x B	4	7.7679	1.9420	2.496	2.64	3.91	NS
Error	36	28.0283	0.778				
Total	49						

CV = 1.4206

CUADRO No.13

PRUEBA DE TUKEY PARA FACTOR "C"

COMPARADOR DE $c = W_1 = 0.5066$

Tratamientos Medias de Trat.

6	63.642	a							
7	62.832	b							
2	62.656	b	c						
8	62.636	b	c	d					
9	62.160		c	d	e				
4	61.642					f			
1	61.572					f	g		
3	61.533					f	g	h	
5	61.184					f	g	h	i
10	61.006								i j

CUADRO No. 14

PRUEBA DE TUKEY PARA FACTOR "g"

COMPARADOR DEL FACTOR "g" = W_2 = 1.1334

Tratamientos Medias de Tratamientos

6	63.642	a																	
7	62.832	a	b																
2	62.656	a	b	c															
8	62.636	a	b	c	d														
9	62.160		b	c	d	e													
4	61.642			c	d	e	f												
1	61.572			c	d	e	f	g											
3	61.538			c	d	e	f	g	h										
5	61.184					e	f	g	h	i									
10	61.006						f	g	h	i	j								

CUADRO No.15

ANALISIS DEL 2o. EXPERIMENTO CON DATOS TRANSFORMADOS

F.V.	GL	SC	CM	FC	Ft		SIGNIFICANCIA
					0.05	0.01	
BLOQUES	4	00.4213					
TRATAMIENTOS	9	33.0746	3.6749	5.1282	2.16	2.94	* *
c	1	00.0007	0.0007	0.000977	4.12	7.39	NS
g	4	23.5145	5.8786	8.2035	2.64	3.89	* *
c x g	4	09.5594	2.3898	3.3350	2.64	3.89	*
Error	36	25.7987	0.7166				
Total	49	59.2946					

CV = 1.2302

CUADRO No.16

PRUEBA DE TURKEY PARA INTERACCION "cxg"

COMPARADOR W. = 1.81

Tratamientos Medias

1	69.61	a							
3	69.44	a	b						
7	69.35	a	b	c					
2	69.30	a	b	c	d				
6	69.28	a	b	c	d	f			
4	69.00	a	b	c	d	f	g		
8	68.63	a	b	c	d	f	g	h	
9	68.40		b	c	d	f	g	h	i
10	68.36		b	c	d	f	g	h	i j
5	66.72								

CUADRO No.17

ANDEVA DEL 3er. EXPERIMENTO CON DATOS TRANSFORMADOS.

F.V.	GL	SC	CM	FC	Ft		SIGNIFICANCIA
					0.05	0.01	
BLOQUES	3	1.9544	0.6515				
TRATAMIENTOS	9	58.6020	6.5113	35.46	2.25	3.15	* *
c	1	32.1484	32.1484	175.10	4.21	7.68	* *
B	4	20.6933	5.1733	28.18	2.73	4.11	* *
c x B	4	5.7603	1.4401	7.84	2.73	4.11	* *
Error	27	4.9568	0.1836				
Total	39	65.5132					

CV = 0.68487

CUADRO No.18

PRUEBA DE TUKEY PARA LA INTERACCION "cxg"

COMPARADOR W = 1.04

Tratamientos Medias de T.

6	63.85	a					
7	63.74	a	b				
9	63.63	a	b	c			
8	63.38	a	b	c	d		
1	63.20	a	b	c	d	e	
10	62.71			c	d	e	f
2	62.55				d	e	f
3	61.38						
4	61.04						
5	60.19						

CUADRO No.19

COSTO DE CONSTRUCCION DE UN SECADOR SOLAR RUSTICO

MATERIAL	DIMENSIONES.	VALOR
2 tablas	8 pulgadas de ancho	
	40 pulgadas de largo	Q. 1.00
6 tablas	11 pulgadas de ancho	
	52 pulgadas de largo	Q. 3.00
4 reglas	21 pulgadas de largo	
	1 pulgadas de ancho	
	2 pulgadas de grosor	Q. 1.00
6 reglas	22 pulgadas de largo	
	2 pulgadas de ancho	
	1 pulgadas de grosor	Q. 1.20
4 reglas	4 pulgadas de largo	
	2 pulgadas de ancho	
	2 pulgadas de grosor	Q. 0.60
Plástico grueso		
transparente	1 yarda	Q. 1.00
Malla metálica	1 yarda	Q. 1.20
Pintura negra	1/4 de galón	Q. 2.00
Clavos	1 libra	Q. 0.40
1 jornal		Q. 3.37
Total		Q.14.77

CUADRO No.20

PROMEDIO DE TEMPERATURAS EN GRADOS CENTIGRADOS
DE LOS EXPERIMENTOS DENTRO DE SECADOR.

HORA	EXPERIMENTO No.1	EXPERIMENTO No.2	EXPERIMENTO No.3	$\bar{X}$
7	8.77	2.30	7.89	6.32
11	36.59	36.09	34.50	35.73
13	30.05	42.96	30.72	34.58
15	25.95	33.03	29.22	29.40
17	16.53	19.78	20.39	18.90

CUADRO No.21

DURACION E INTENSIDAD DE LA LUZ,
NECESARIAS PARA DESHIDRATAR LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS
EN UN PORCENTAJE DEL 78.02% PARA EL EXPERIMENTO PRIMERO.

Nov.Dic.-81 DIA	HORAS LUZ	TOTAL	CALORIAS	TOTAL
21	5.5		0.23	
22	5.7		0.15	
23	6.8		0.27	
24	8.9		0.29	
25	9.3		0.29	
26	6.1		0.25	
27	6.7		0.26	
28	7.3		0.24	
29	9.5		0.24	
30	6.7		0.43	
1	8.2		0.40	
2	2.2		0.38	
82.9 H.L.				3.43 Cal

Fuente INSIVUMEN

CUADRO No.22

DURACION E INTENSIDAD DE LA LUZ,
NECESARIAS PARA DESHIDRATAR LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS
EN EL PORCENTAJE DEL 86.91% PARA EL EXPERIMENTO SEGUNDO.

Enero-82

DIA	HORAS LUZ	TOTAL	CALORIAS	TOTAL
11	5.2		0.30	
12	8.6		0.46	
13	6.8		0.57	
14	8.8		0.47	
15	8.0		0.40	
16	7.0		0.44	
17	9.3		0.47	
18	8.8		0.45	
19	9.5		0.45	
20	8.4		0.45	

84.4 H.L.

4.46 Cal

Fuente: INSIVUMEH

CUADRO No. 23

DURACION E INTENSIDAD DE LA LUZ,
NECESARIAS PARA DESHIDRATAR LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS
EN UN PORCENTAJE DEL 78.74% PARA EL EXPERIMENTO TERCERO.

Febrero-62

DIA	HORAS LUZ	TOTAL	CALORIAS	TOTAL
2	9.4		0.50	
3	9.2		0.50	
4	10.3		0.49	
5	12.0		0.49	
6	8.4		0.48	
7	6.8		0.46	
8	5.2		0.41	
9	9.2		0.51	
10	11.5		0.52	
11	8.8		0.50	
		90.8		4.86

Fuente: INSIVUMEH

CUADRO No.24

DATOS CLIMATOLOGICOS REPORTADOS PARA

EL 1er. EXPERIMENTO DEL 19 DE NOVIEMBRE AL 3 DE DICIEMBRE DE 1981

DIA	TEMPERATURA EN °C			VELOCIDAD DEL VIENTO EN Km/H.		HUMEDAD RELATIVA EN %		
	Media Verdadera	Máxima	Mínima	Máxima	Media	Media	Máxima	Mínima
19	11.6	22.8	0.4	15.0	4.6	74	96	22
20	12.6	21.4	3.6	18.5	8.5	68	97	24
21	13.2	19.0	10.0	16.5	10.3	72	90	40
22	11.3	21.5	3.0	15.5	5.8	73	97	27
23	10.8	22.8	1.0	19.0	5.4	70	95	21
24	11.3	20.6	2.8	20.0	8.6	70	97	28
25	13.1	22.6	2.8	18.0	6.6	68	97	21
26	12.4	24.2	4.6	22.0	5.5	78	98	28
27	12.6	23.0	6.0	18.0	6.5	70	97	18
28	12.8	21.0	4.2	17.2	9.5	65	96	31
29	12.5	23.4	3.6	15.3	7.4	70	98	28
30	10.4	22.6	1.4	12.0	5.0	77	98	26
1	13.1	20.0	9.8	21.4	5.4	80.4	95	38
2	13.7	19.6	6.4	16.5	6.7	68.8	96	28
3	14.0	19.8	10.0	23.5	11.8	65.0	86	42

FUENTE: INSIVUMEH

ESTACION LABOR OVALLE

CUADRO No.25

DATOS CLIMATOLOGICOS REPORTADOS PARA
EL 2o. EXPERIMENTO DEL 10 AL 21 DE ENERO DE 1982.

DIA	TEMPERATURA EN °C			VELOCIDAD DEL VIENTO EN Km/H.		HUMEDAD RELATIVA EN %		
	Media Verdadera	Máxima	Mínima	Máxima	Media	Media	Máxima	Mínima
10	11.8	21.2	0.8	8.9	15.0	68.5	97	24
11	11.5	24.0	2.2	9.8	21.0	69.9	96	34
12	11.2	22.0	-1.4	5.0	12.0	72.4	97	19
13	9.9	19.5	2.0	7.0	24.0	77.5	97	33
14	11.2	22.5	2.2	10.7	23.0	66.4	96	17
15	9.2	21.6	-0.8	5.8	22.5	64.0	97	22
16	11.2	24.0	3.4	6.3	14.0	65.7	96	8
17	12.6	20.5	-3.4	14.0	27.0	53.0	75	26
18	16.0	21.5	2.4	15.8	30.0	57.3	82	29
19	12.2	24.2	-1.8	8.2	19.0	56.8	96	10
20	9.9	23.6	-1.2	6.1	17.0	97.0	96	6
21	10.6	22.8	-0.2	7.9	19.0		96	22

FUENTE: INSIVUMEH
ESTACION LABOR OVALLE

CUADRO No.26

DATOS CLIMATOLOGICOS REPORTADOS PARA
EL 3er. EXPERIMENTO DEL 1 AL 12 DE FEBRERO DE 1982.

DIA	TEMPERATURA EN °C			VELOCIDAD DEL VIENTO EN Km/H.		HUMEDAD RELATIVA EN %		
	Media Verdadera	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Media	Máxima	Mínima
1	11.0	22.2	1.2	5.6	21.0	70.9	94	28
2	10.0	20.0	0.2	6.1	22.0	73.5	96	31
3	14.0	23.2	7.8	7.6	16.0	63.7	95	18
4	13.0	23.8	3.0	8.2	22.0	67.5	95	17
5	14.1	22.0	5.0	11.9	23.0	69.1	96	17
6	14.2	24.0	6.0	12.6	22.0	58.0	92	30
7	14.0	24.0	4.0	13.6	21.0	60.2	87	35
8	14.6	22.0	5.0	9.2	18.0	65.5	96	34
9	12.4	22.0	2.2	6.3	23.0	72.6	96	20
10	13.6	22.2	4.2	10.2	21.0	59.6	96	22
11	12.8	21.0	1.6	10.2	21.0	53.0	96	23
12	12.4	22.5	3.6	8.5	19.0	56.2	73	24

FUENTE: INSIVUMEH
ESTACION LABOR OVALLE

10.2 FIGURAS



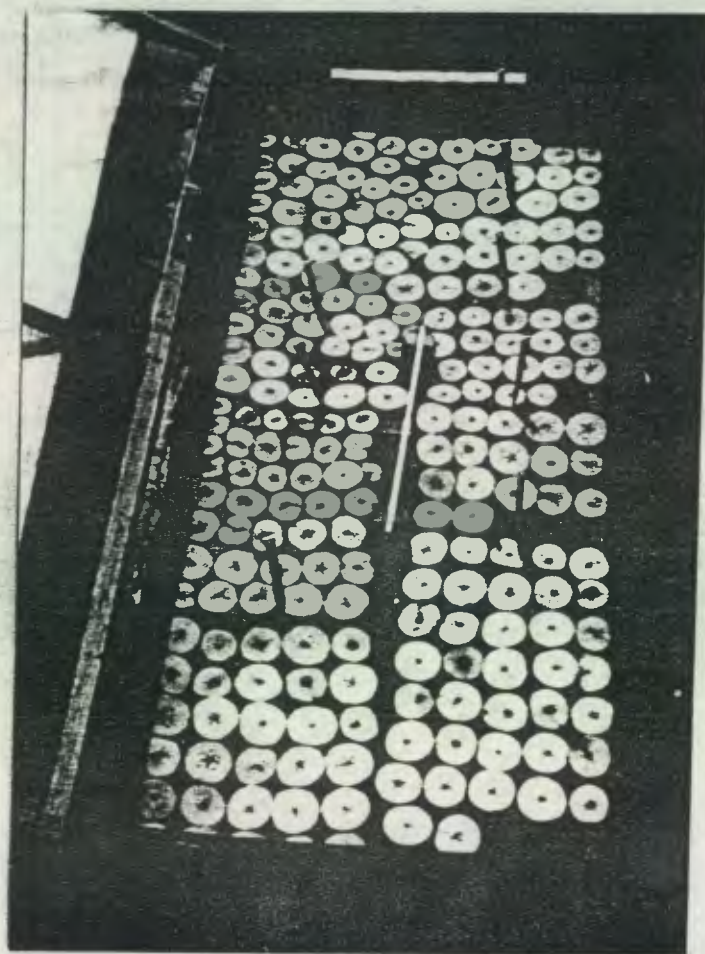
Fig. No.7 Equipo utilizado para el corte de rodajas.



Fig. No. 8. Vista frontal del secador. Obsérvese la entrada de aire y la bandeja de cedazo de alambre metálico.



Fig. No. 9. Experimento montado en el campo con 5 repeticiones. (secadores).



.Fig. No.10. Tratamientos distribuidos dentro del secador.

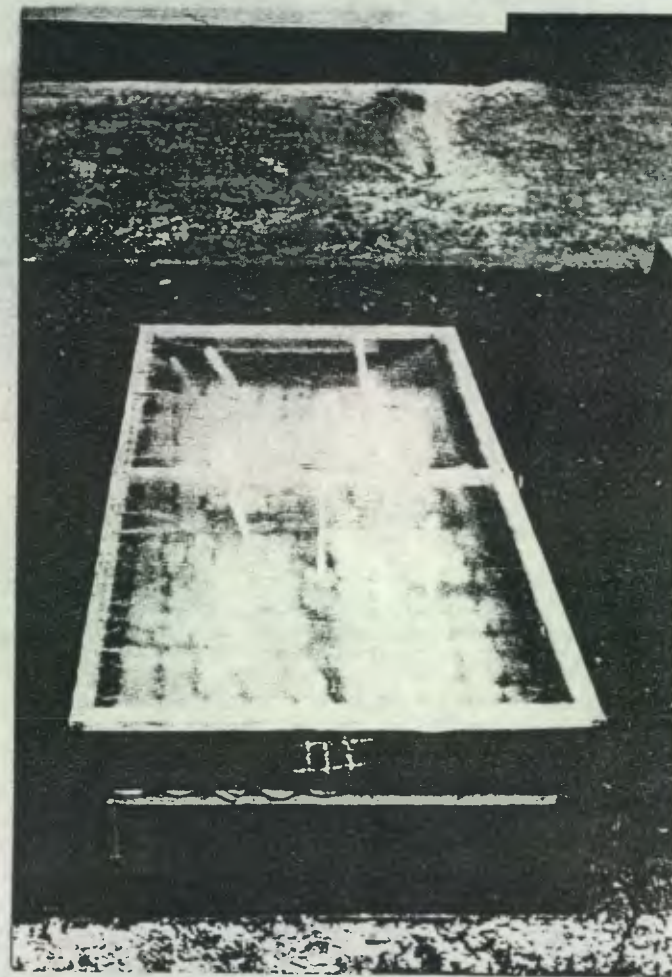


Fig. No.11. Secador cerrado, listo para exponerlo a la radiación solar. -- Obsérvese la cubierta de plástico.

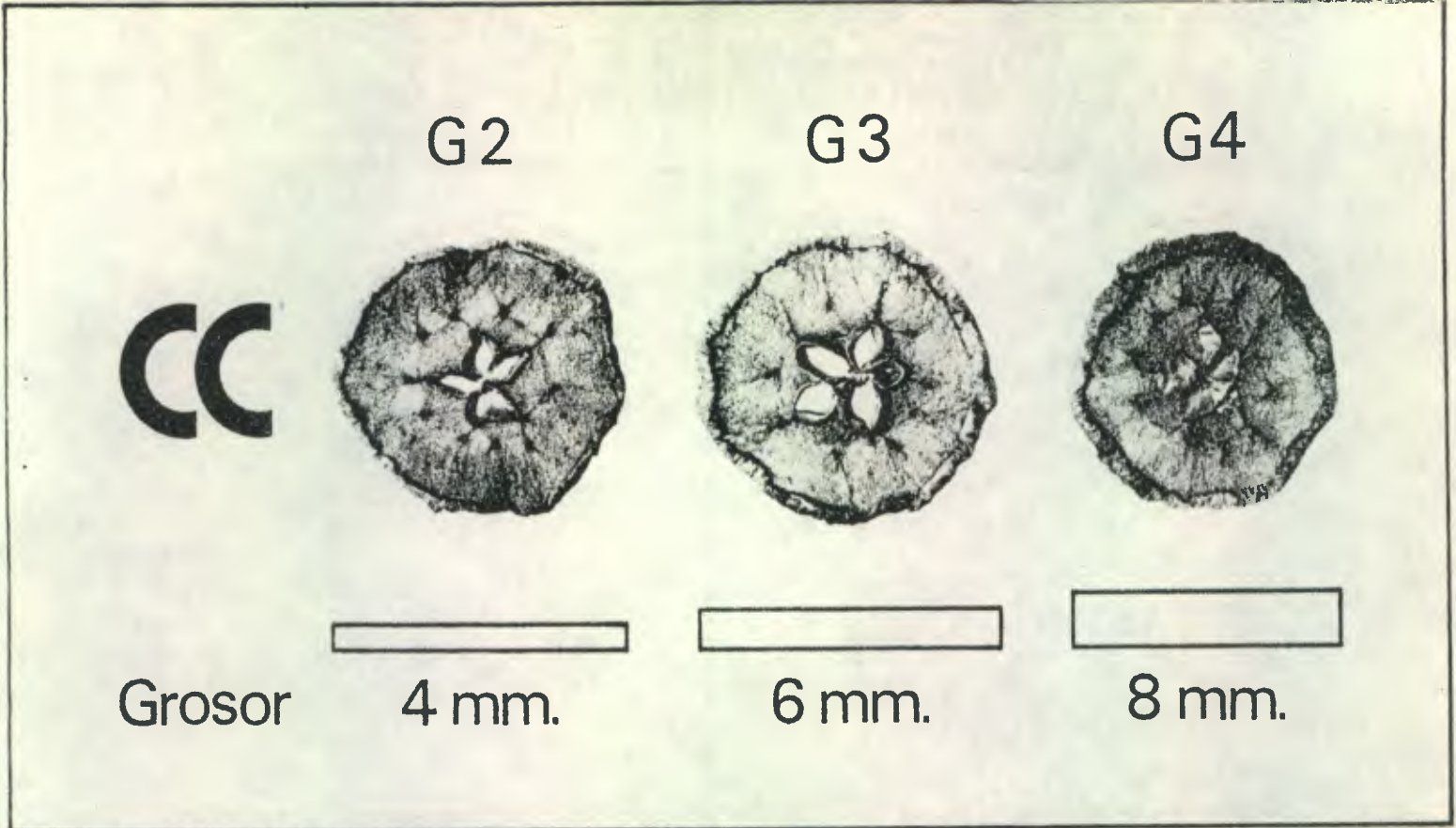


Fig. No.12 Mejores tratamientos con cáscara

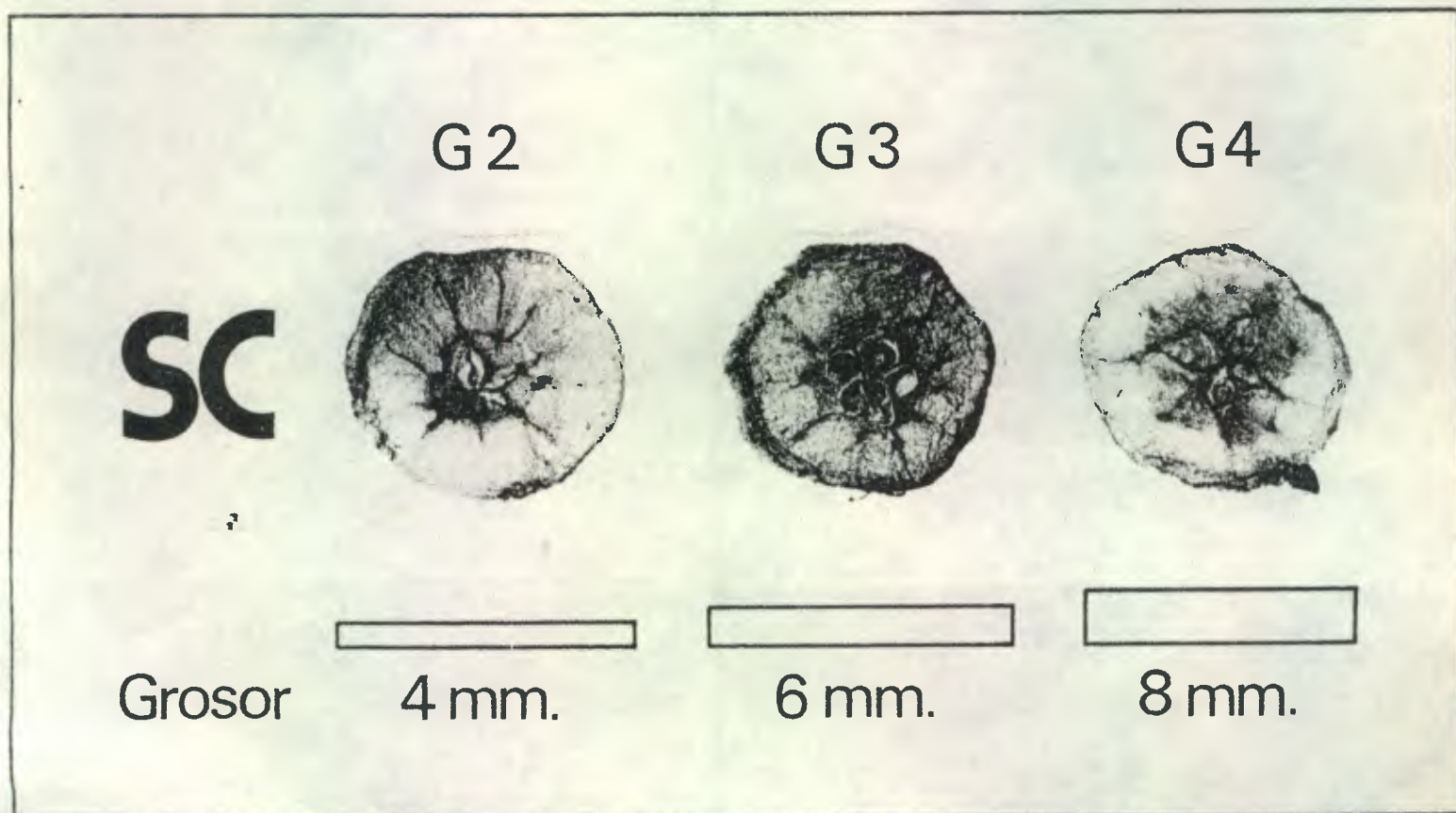


Fig. No.13 Mejores tratamientos sin cáscara

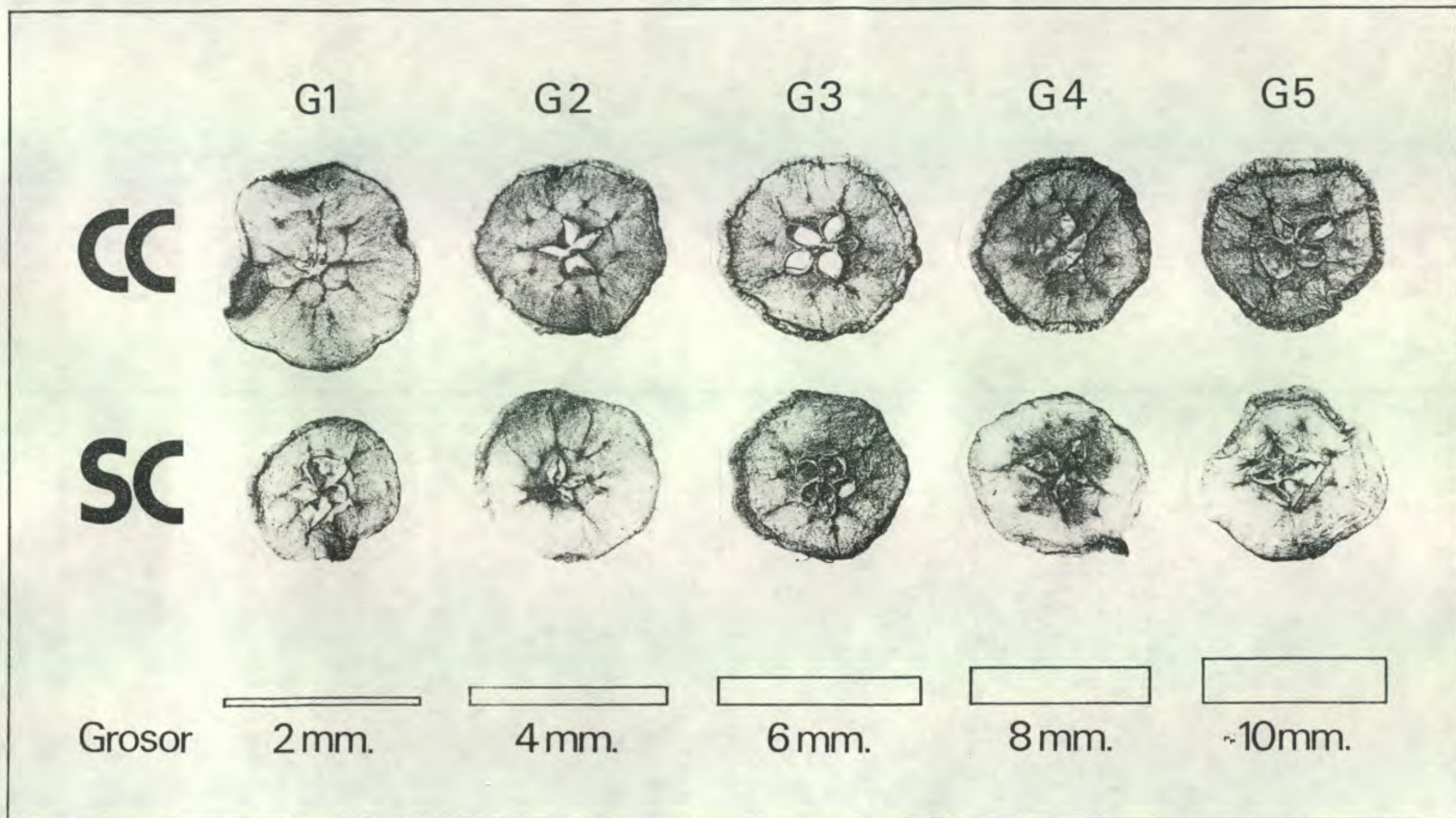
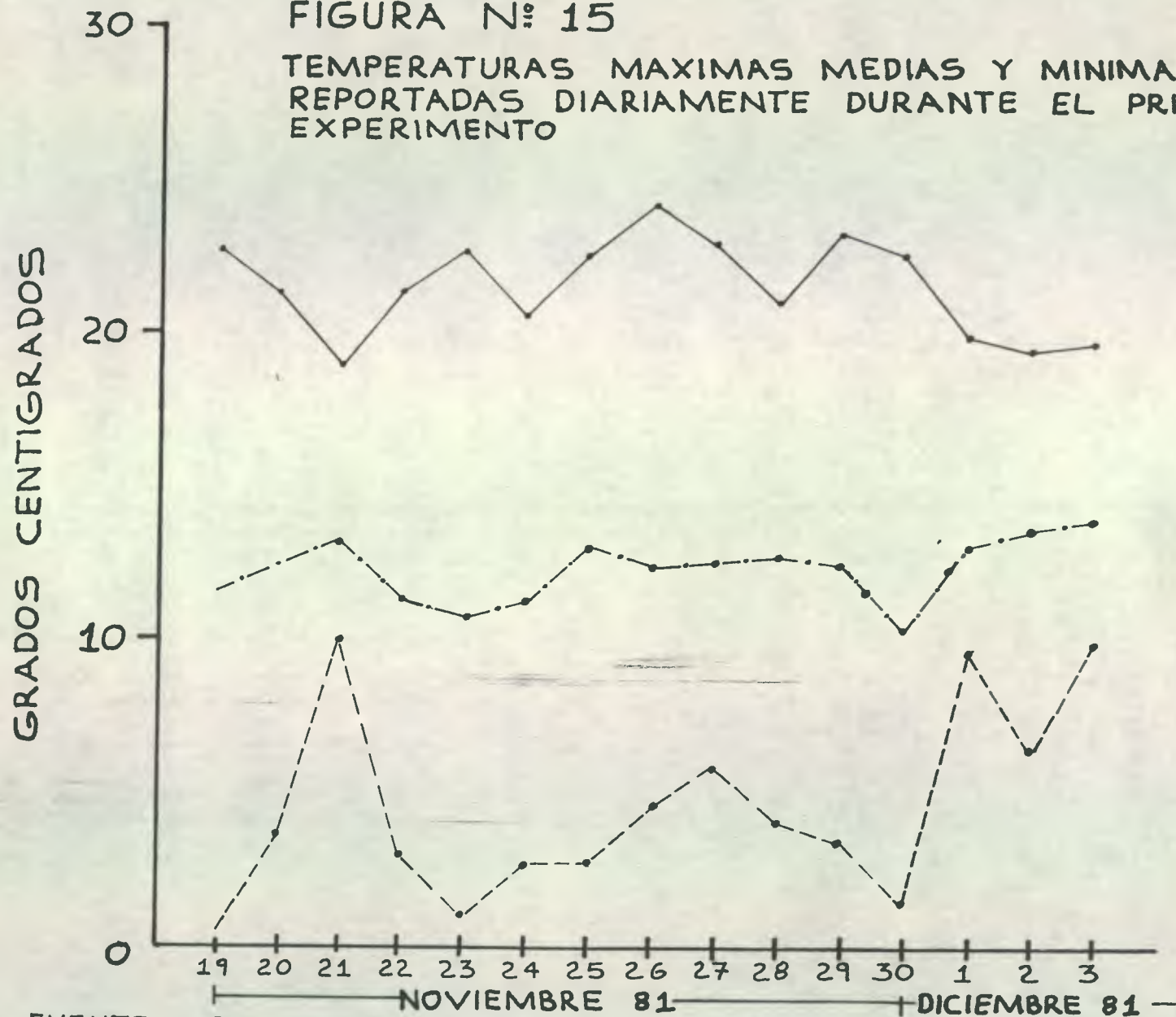


Fig. No. 14 Obsérvese el aspecto de los 10 tratamientos de rodajas de manzana desecada.

FIGURA N° 15

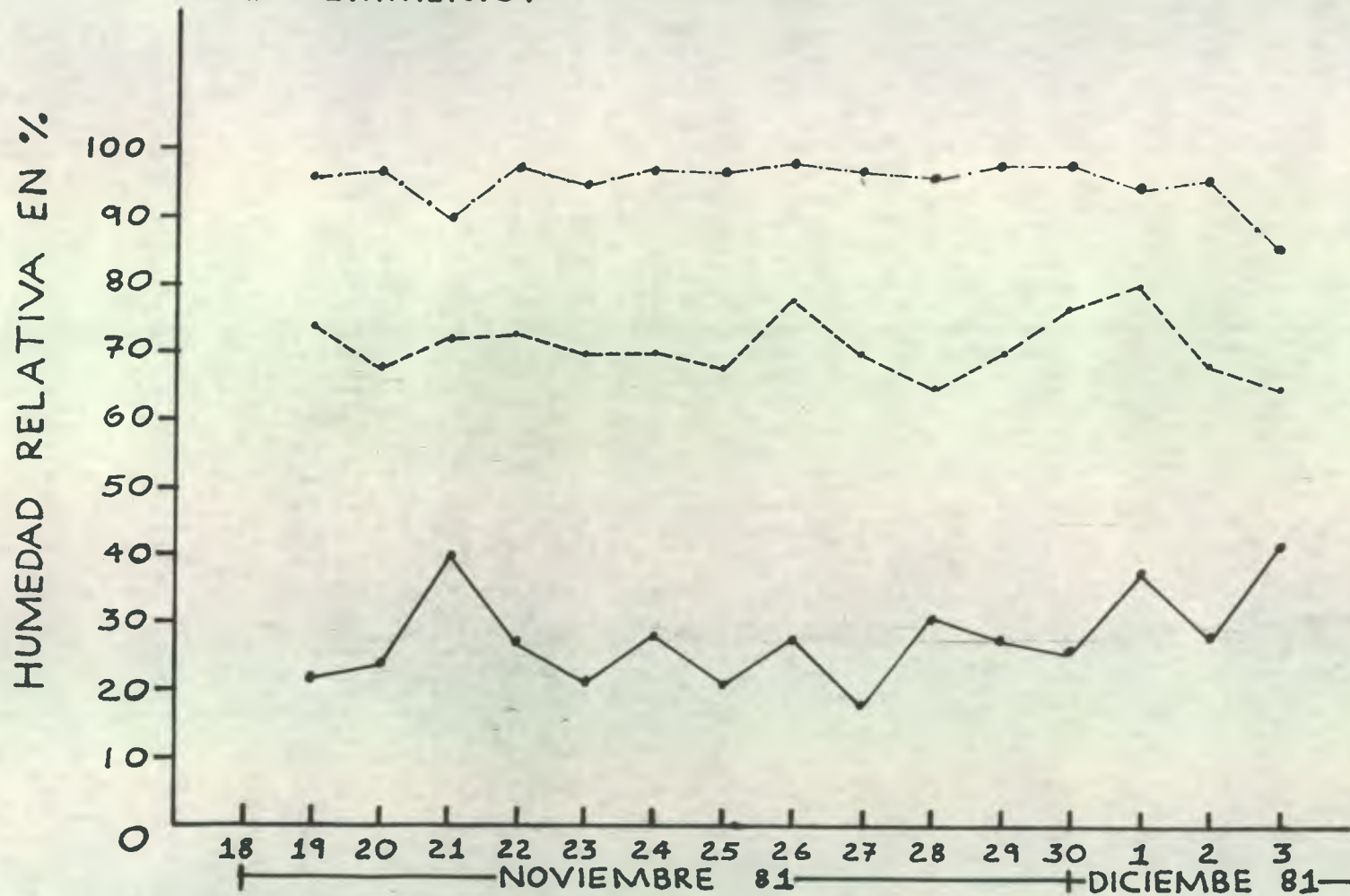
TEMPERATURAS MAXIMAS MEDIAS Y MINIMAS
REPORTADAS DIARIAMENTE DURANTE EL PRIMER
EXPERIMENTO



FUENTE : INSIVUMEH
ESTACION: LABOR OVALLE

FIGURA N° 16

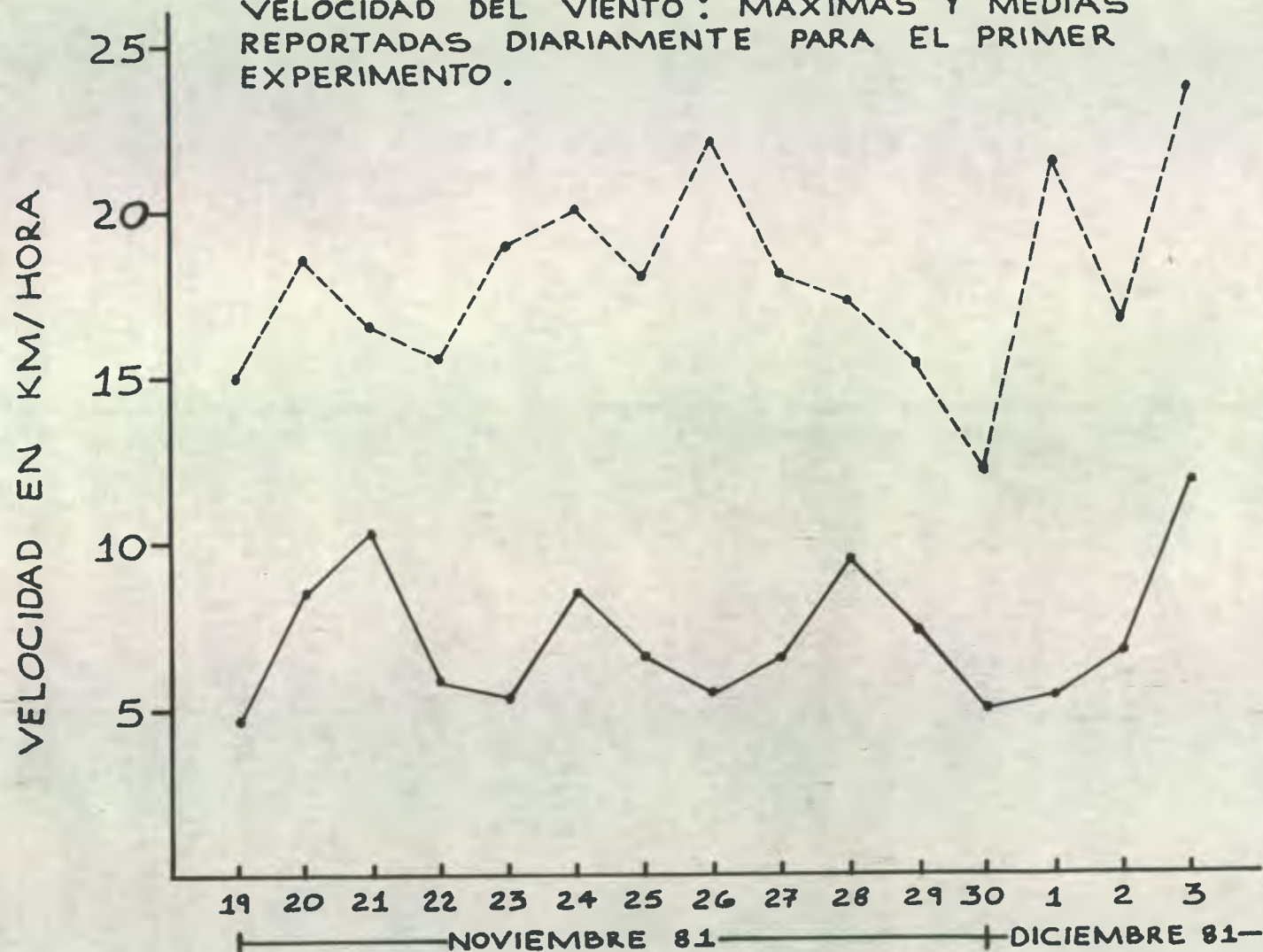
HUMEDAD RELATIVA AMBIENTAL: MAXIMAS MEDIAS Y MINIMAS REPORTADAS DIARIAMENTE PARA EL PRIMER EXPERIMENTO.



FUENTE : INSIVUMEH
ESTACION: LABOR OVALLE

FIGURA N° 17

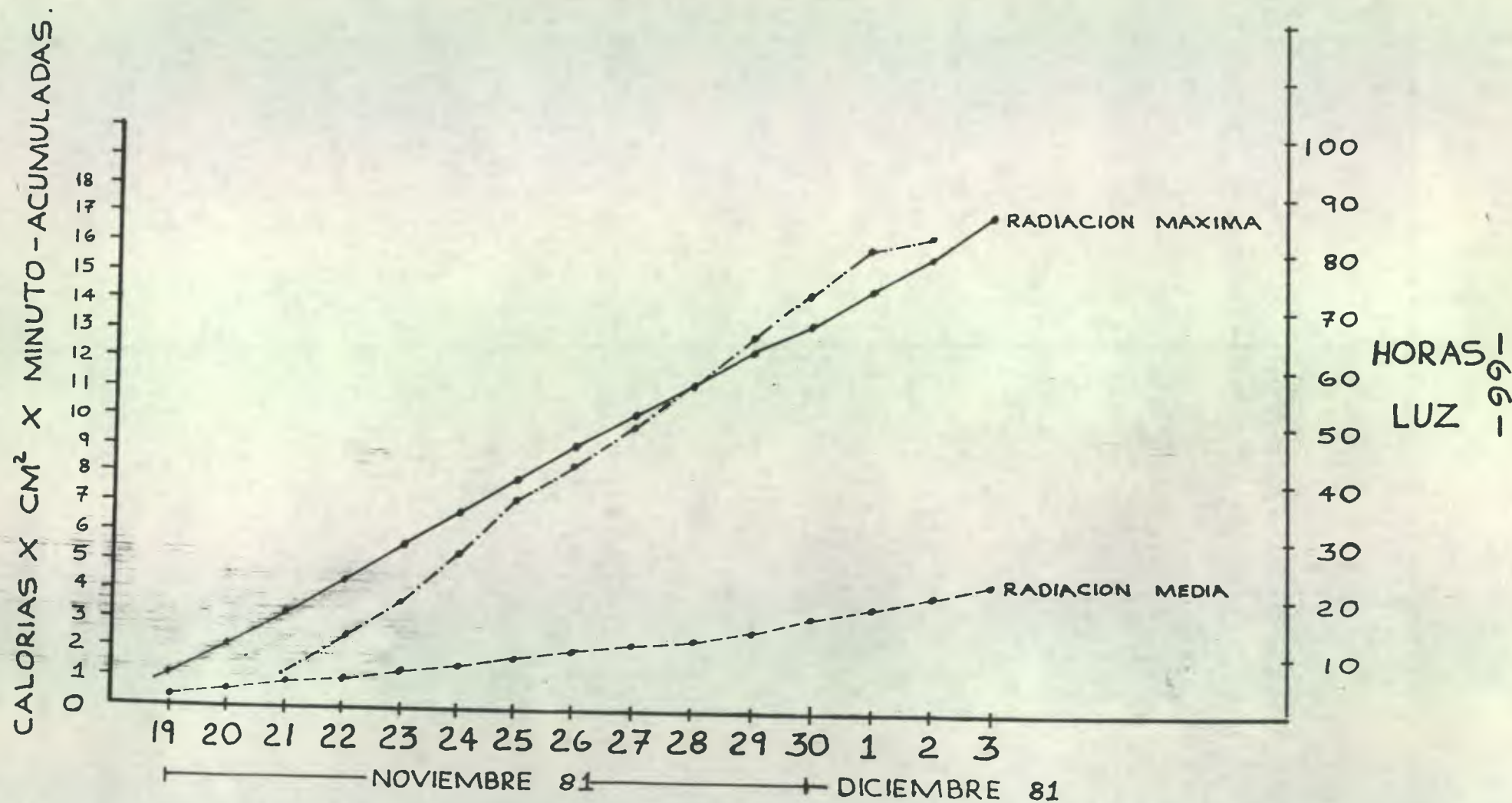
VELOCIDAD DEL VIENTO: MAXIMAS Y MEDIAS
REPORTADAS DIARIAMENTE PARA EL PRIMER
EXPERIMENTO.



FUENTE: INSIVUMEH
ESTACION: LABOR OVALLE

FIGURA N° 18

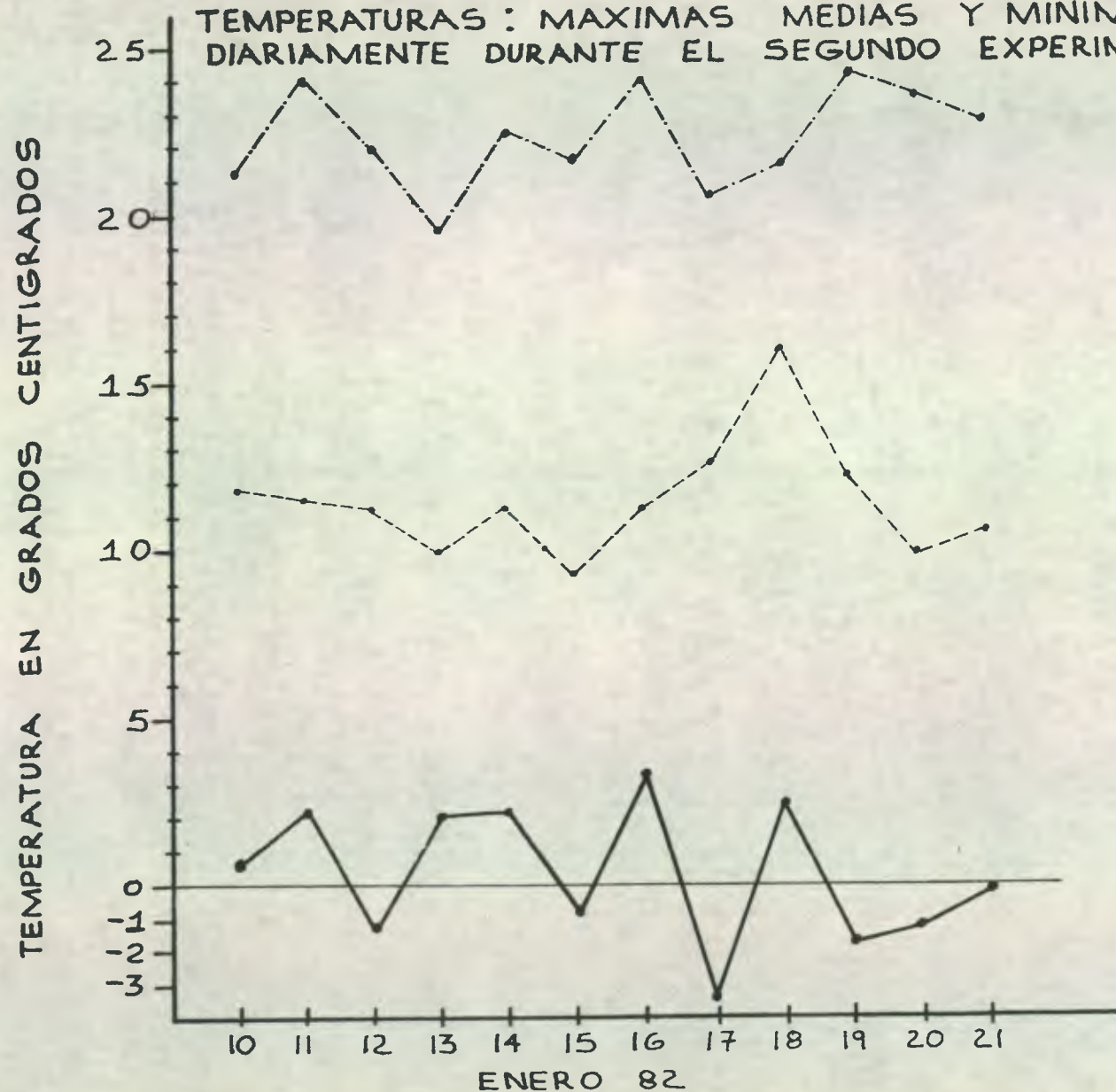
HORAS LUZ Y RADIACION ACUMULADA REPORTADOS DIARIAMENTE
PARA EL PRIMER EXPERIMENTO.



FUENTE : INSIVUMEH
ESTACION LABOR OVALLE

FIGURA N° 19

TEMPERATURAS : MAXIMAS MEDIAS Y MINIMAS REPORTADAS
DIARIAMENTE DURANTE EL SEGUNDO EXPERIMENTO

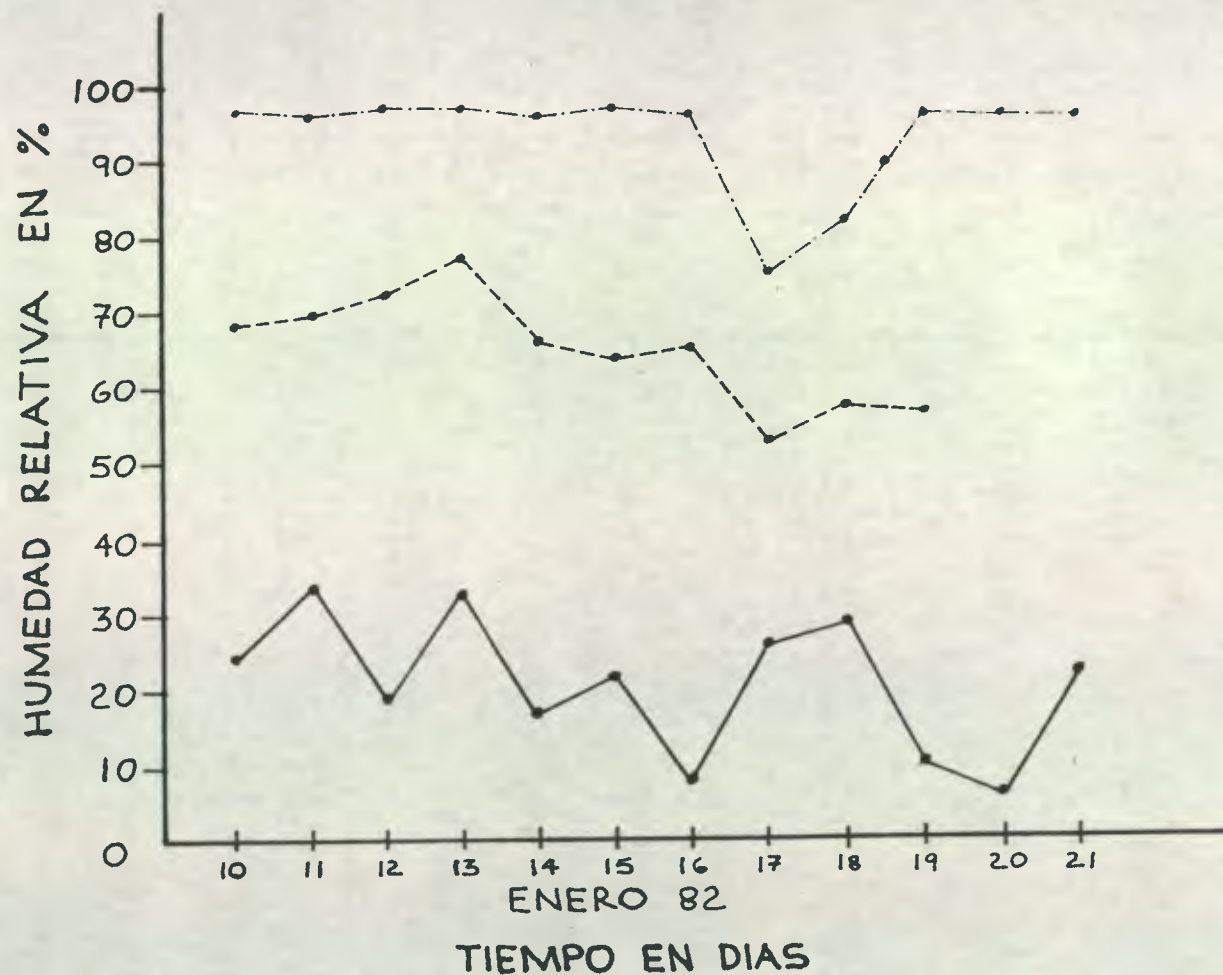


FUENTE : INSIVUMEH
ESTACION LABOR OVALLE

TIEMPO EN DIAS

FIGURA N° 20

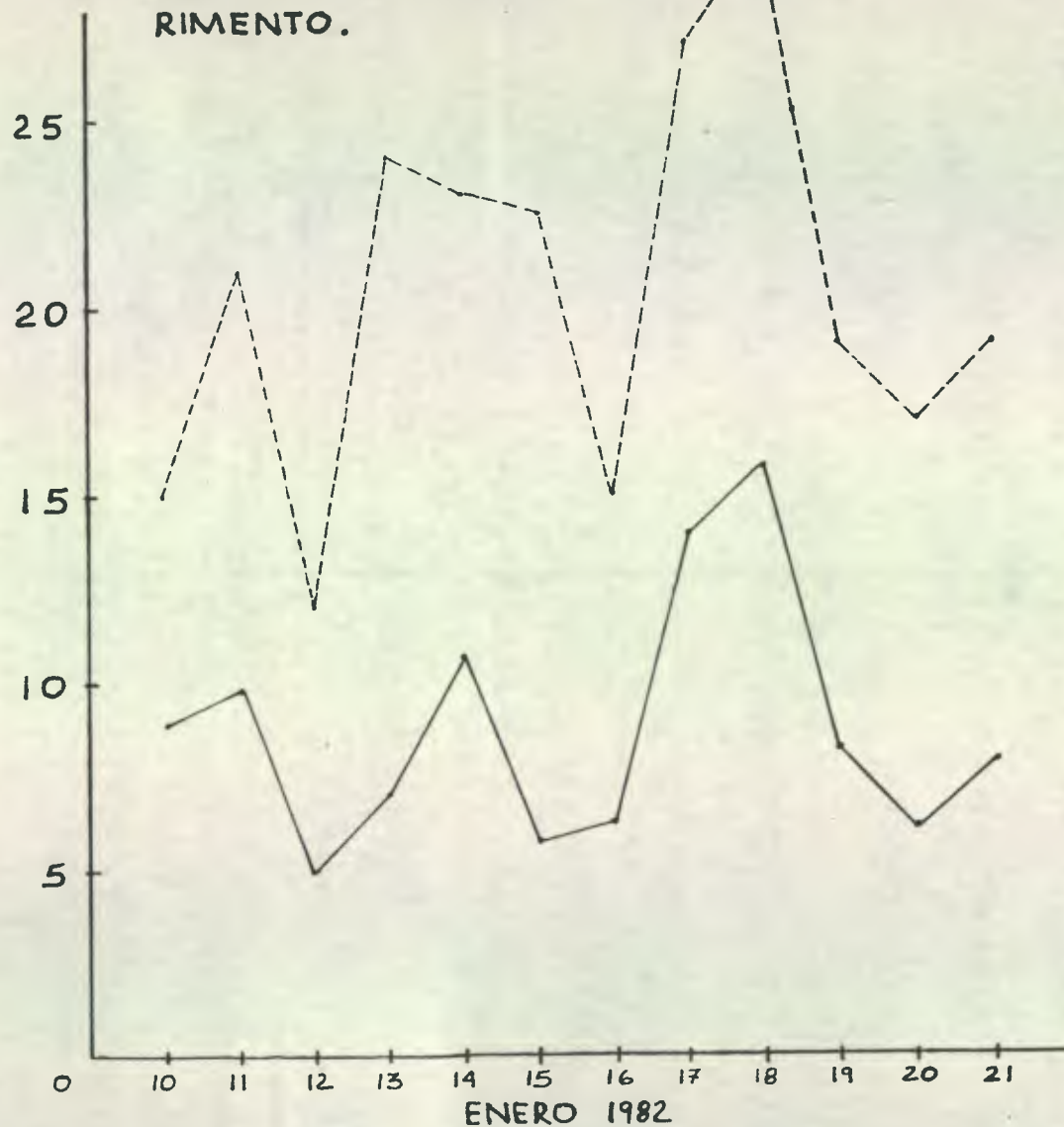
HUMEDAD RELATIVA AMBIENTAL : MAXIMAS MEDIAS
Y MINIMAS REPORTADAS DIARIAMENTE PARA EL
SEGUNDO EXPERIMENTO.



FUENTE : INSIVUMEH
ESTACION LABOR OVALLE

FIGURA N° 21
VELOCIDAD DEL VIENTO: MAXIMAS Y MEDIAS
REPORTADAS DIARIAMENTE
PARA EL SEGUNDO EXPE-
RIMENTO.

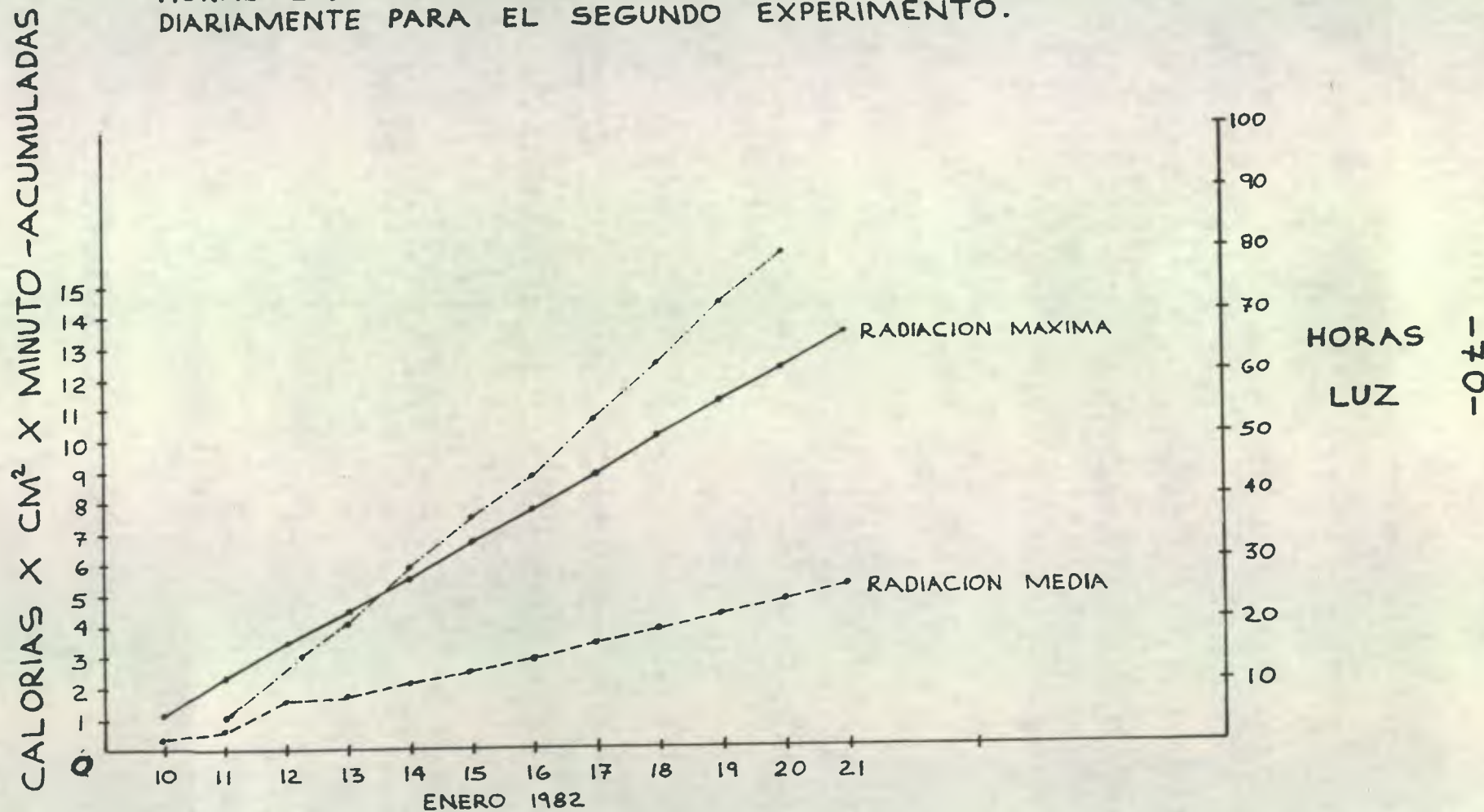
VELOCIDAD DEL VIENTO EN KMS/HORA



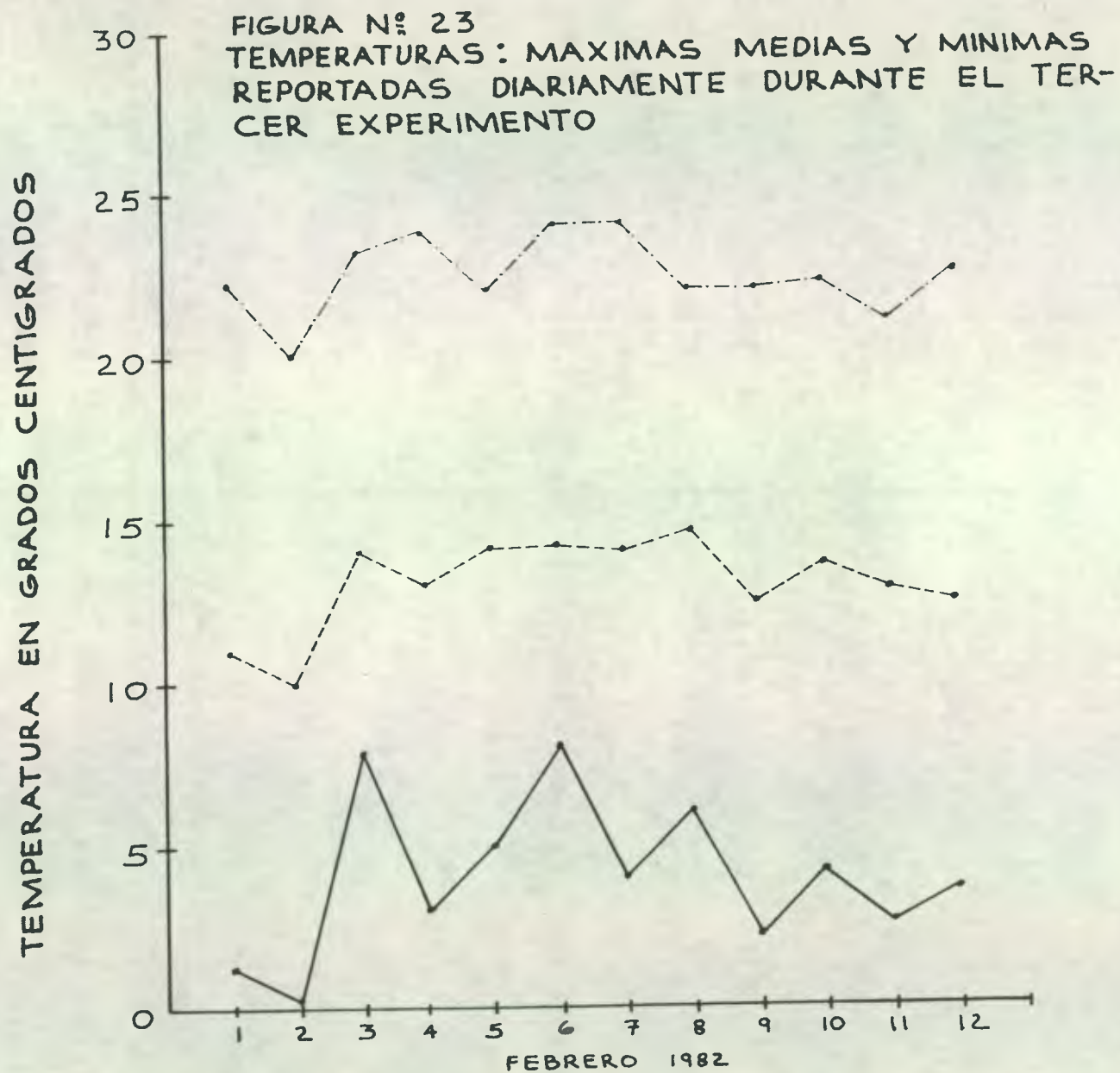
FUENTE : INSIVUMEH
ESTACION LABOR OVALLE

FIGURA N° 22

HORAS LUZ Y RADIACION ACUMULADA REPORTADAS
DIARIAMENTE PARA EL SEGUNDO EXPERIMENTO.



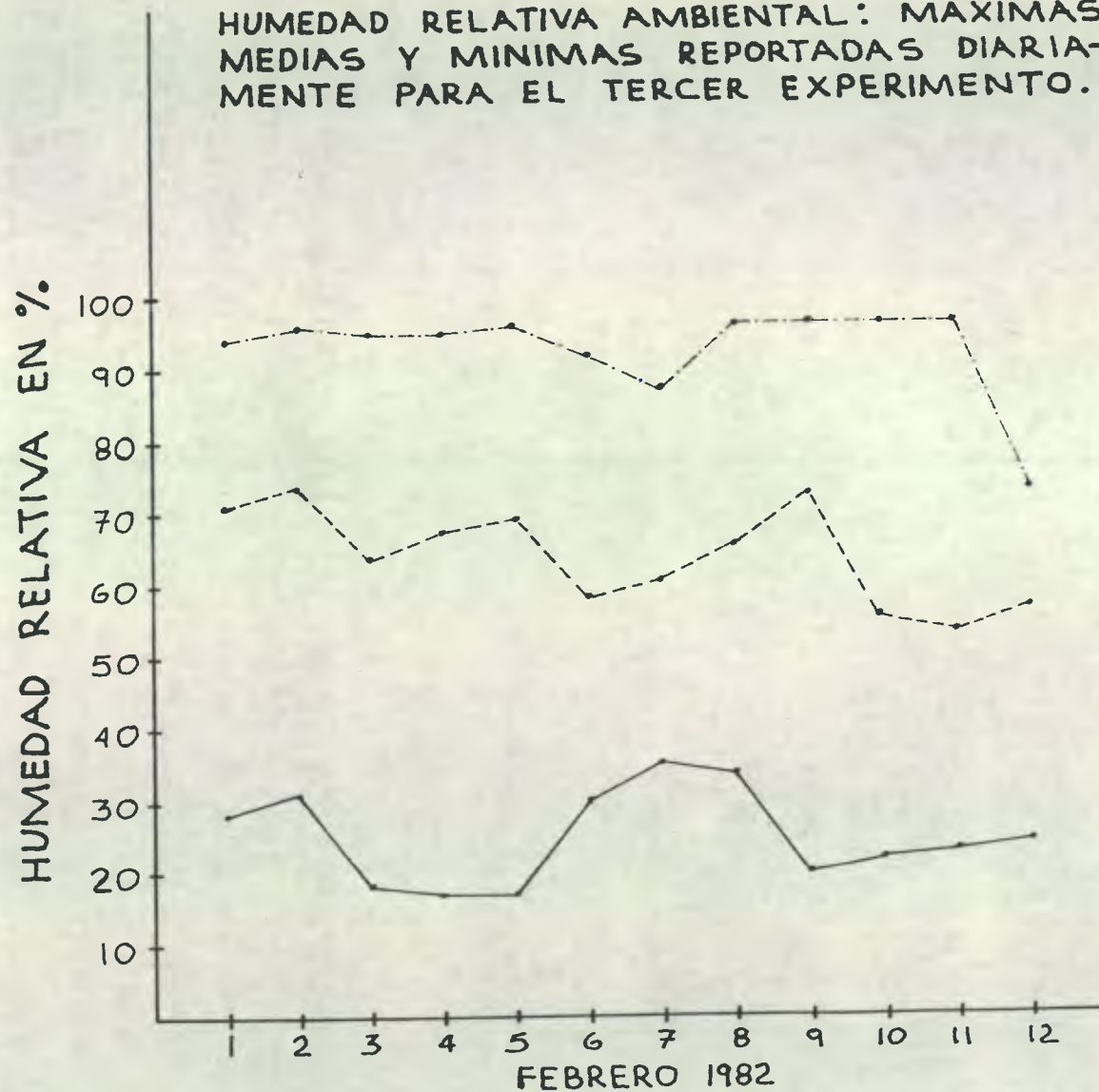
FUENTE : INSIVUMEH
ESTACION LABOR OVALLE



FUENTE : INSIVUMEH
ESTACION LABOR OVALLE

FIGURA N° 24

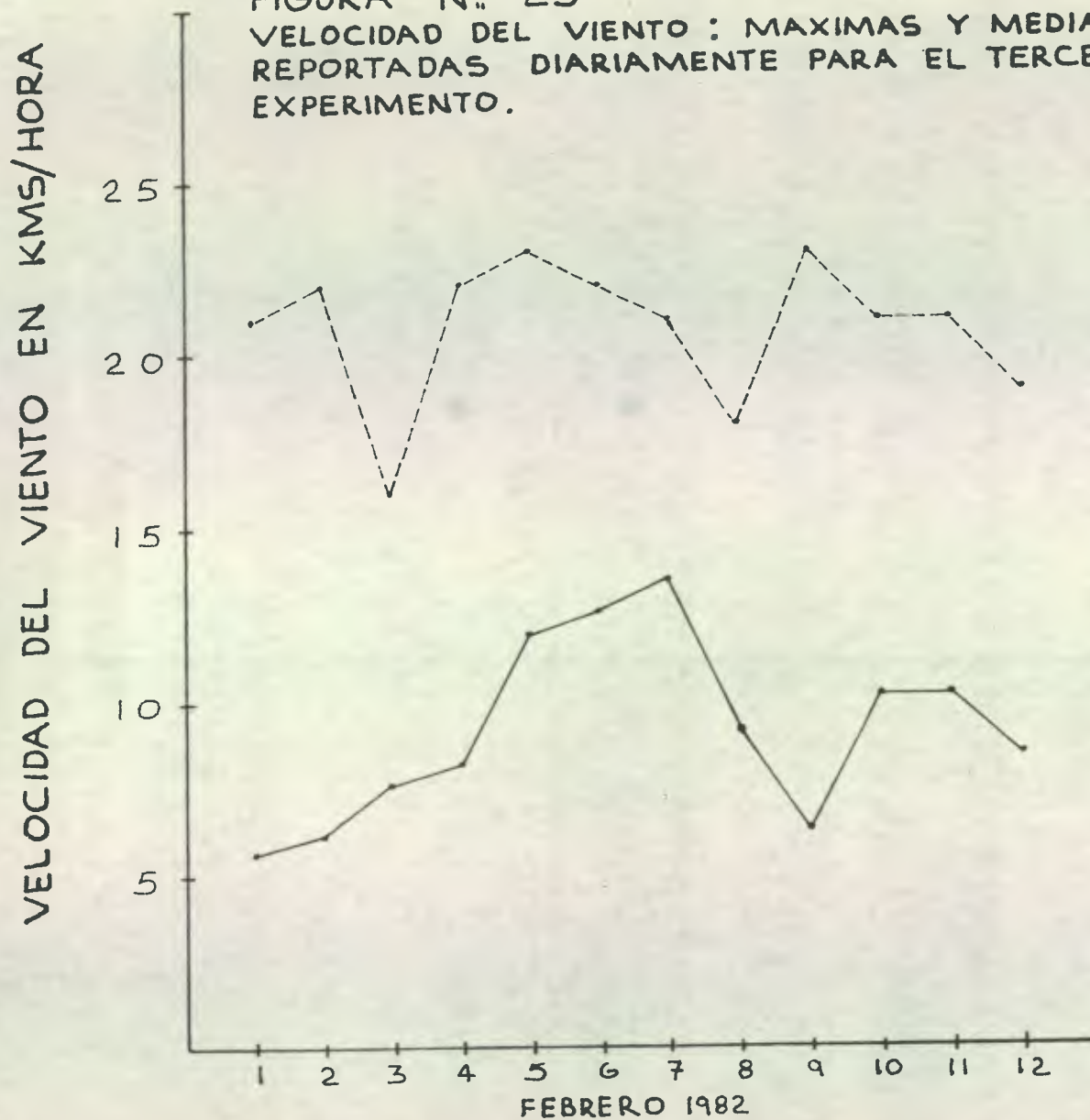
HUMEDAD RELATIVA AMBIENTAL: MAXIMAS
MEDIAS Y MINIMAS REPORTADAS DIARIA-
MENTE PARA EL TERCER EXPERIMENTO.



FUENTE : INSIVUMEH
ESTACION LABOR OVALLE

FIGURA N° 25

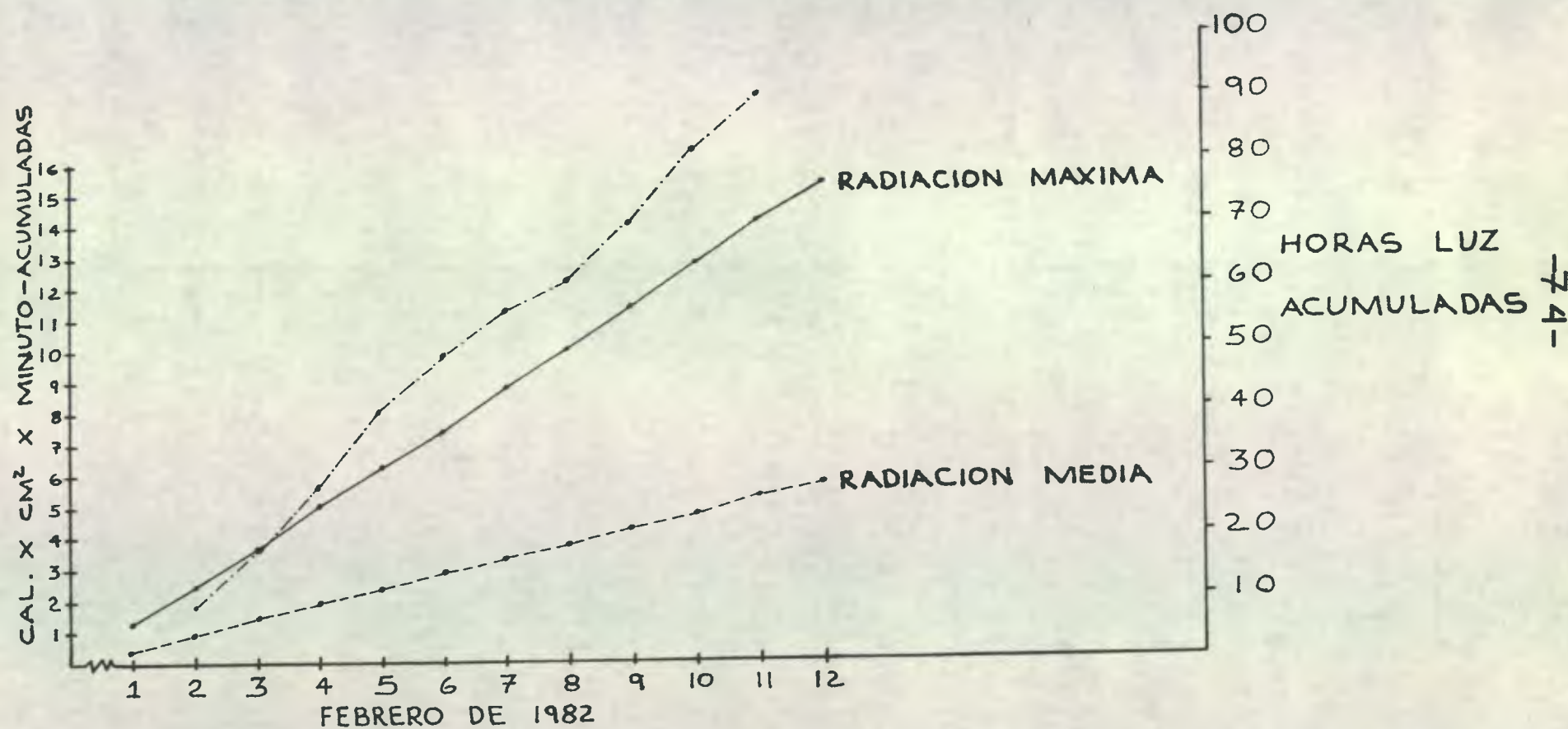
VELOCIDAD DEL VIENTO : MAXIMAS Y MEDIAS
REPORTADAS DIARIAMENTE PARA EL TERCER
EXPERIMENTO.



FUENTE : INSIVUMEH
ESTACION LABOR OVALLE

FIGURA N° 26

HORAS LUZ Y RADIACION ACUMULADA REPORTADAS
DIARIAMENTE PARA EL TERCER EXPERIMENTO



FUENTE : INSIVUMEH
ESTACION LABOR OVALLE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

"IMPRIMASE"

A large, stylized handwritten signature in black ink, appearing to read 'CAESAR'.



ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.
D E C A N O