

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



CONSTRUCCION DE UN SECADOR DE CABINA
Y DESHIDRATACION DE ZANAHORIA

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA

VICTOR MANUEL AGUIRRE CONTRERAS

MONTERREY, N. L.,

NOVIEMBRE DE 1980.

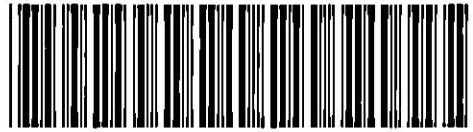
T

TX612

.C3

A3

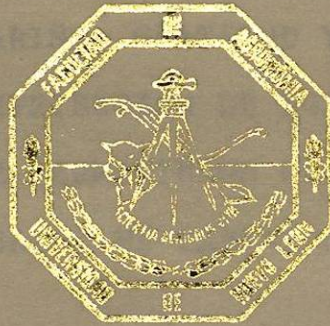
C.1



1080060576

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



CONSTRUCCION DE UN SECADOR DE CABINA
Y DESHIDRATACION DE ZANAHORIA

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA

VICTOR MANUEL AGUIRRE CONTRERAS

MONTERREY, N. L.,

NOVIEMBRE DE 1980.

7
TX 612
A. C 3
A 3



Biblioteca Central
Magna Solidaridad
F. Tesis

040.660
FAI
1980



UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

A MIS PADRES:

SR. MANUEL AGUIRRE VILLARREAL.

SRA.MA. ELIDA CONTRERAS DE AGUIRRE.

A QUIENES CON SU NOBLE EJEMPLO HE ADMIRADO SIEMPRE, ME PERMITO CON TODO CARIÑO, GRATITUD Y RESPETO, OFRECERLES ESTE TRABAJO, EN RETRIBUCION DE LOS SACRIFICIOS Y LA ABNEGACION CON QUE ME PERMITIERON OBTENER UNA CARRERA Y - SIN ESCATIMAR ESFUERZOS ME LABRARON UN PORVENIR.

A MIS HERMANOS:

ALMA,

RICARDO,

ADRIANA,

ANNABELLE,

ANGELICA.

DESEANDO QUE NUESTROS LAZOS FRATERNALES SE ESTRECHEN
CADA DIA MAS.

A MI NOVIA:

SRITA. ROSICELA RODRIGUEZ GARCIA.

CON CARINO.

A MIS MAESTROS:

ING. ROMULO FLOREZ DE LA PEÑA

ING. MARCO VINICIO GOMEZ MEZA.

CON SUMO AGRADECIMIENTO POR LA ATENCION Y DESINTERESADA
COLABORACION EN LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS QUE EN UNA U OTRA FORMA ME
AYUDARON PARA LOGRAR ESTE OBJETIVO.

I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION.....	1
HISTORIA.....	2
OBJETIVO.....	4
LITERATURA REVISADA.....	5
I) DEFINICION DE SECADO.....	5
II) OPERACIONES RELACIONADAS CON EL SECADO DE ZANAHORIAS.....	5
III) VELOCIDAD DE SECADO.....	12
IV) EFECTOS DEL SECADO SOBRE LOS ALIMENTOS....	13
V) CONSTRUCCION DEL SECADOR DE CABINA.....	19
MATERIALES Y METODOS.....	22
I) LUGAR.....	22
II) MATERIALES.....	22
III) METODOS.....	23
RESULTADOS EXPERIMENTALES.....	28
DISCUSION DE RESULTADOS.....	41
CONCLUSIONES.....	43
RECOMENDACIONES.....	44
RESUMEN.....	45
BIBLIOGRAFIA.....	48

INDICE DE PLANOS Y GRAFICAS

PLANOS PARA CONSTRUCCION DEL SECADOR DE CABINA.

	Pág.
Plano 1.....	50
Plano 2.....	51
Plano 3.....	52
Plano 4.....	53
Plano 5.....	54
Plano 6.....	55

GRAFICA:

1	Gráfica que representa los resultados obtenidos -- al someter la zanahoria natural al secado, con una temperatura de 50°C.....	56
2	Gráfica que representa los resultados obtenidos al someter la zanahoria natural al secado, con una -- temperatura de 60°C.....	57
3	Gráfica que representa los resultados obtenidos al someter la zanahoria al proceso de blanqueado y se cada a una temperatura de 50°C.....	58
4	Gráfica que representa los resultados obtenidos al someter la zanahoria al proceso de blanqueado y se cada a una temperatura de 60°C.....	59
5	Gráfica que representa los resultados obtenidos al someter la zanahoria al proceso de sulfitado y se cada con una temperatura de 50°C.....	60
6	Gráfica que representa los resultados obtenidos al someter la zanahoria al proceso de sulfitado y se cada con una temperatura de 60°C.....	61
7	Gráfica que representa los resultados obtenidos al someter la zanahoria al proceso de blanqueado, sul fitado y secada con una temperatura de 50°C.....	62
8	Gráfica que representa los resultados obtenidos al someter la zanahoria al proceso de blanqueado, sul fitado y secada con una temperatura de 60°C.....	63
9	Gráfica que representa los datos obtenidos en la - velocidad de secado.....	64

I N T R O D U C C I O N

La deshidratación como sistema de conservación se ha empleado desde mucho tiempo, las hortalizas y legumbres se secaron en las épocas primitivas valiéndose del sol y del viento, en la actualidad se practica el secado artificial ó sea por medio de secadores, por ser éste un método seguro y económico de conservación.

El hombre prehistórico no podía desplazarse de su lugar de residencia habitual a otro si no tenía la seguridad de encontrar los alimentos necesarios para vivir; en nuestros días, en cambio, el perfeccionamiento de la técnica conservera y la aplicación de nuevos métodos de conservación han permitido al hombre hacerse independiente, permitiéndole viajar por las zonas más inhóspitas. (6)

En México se pierden anualmente millones de pesos, debido a la rápida descomposición que sufren los productos hortícolas en el mercado. Como medio para preservar estos productos y poder almacenar los excedentes de las cosechas, puede utilizarse el secado; ya sea secado al sol ó el secado con aire caliente en el caso de un secador.

Este tipo de secado consiste en la deshidratación de los productos alimenticios extrayendo la humedad contenida en ellos, evitando así su rápida descomposición, pudiendo conservarse por mucho tiempo, para después puestos a remojar en agua, deberán rehidratarse rápida y satis

factoriamente, recuperando la forma y apariencia que el -- producto tenía antes de su desecación, pudiendo consumir -- estos en cualquier época del año.

HISTORIA. -

Desde tiempos remotos, el hombre ha utilizado toda clase de procedimientos para guardar el sobrante de las cosechas de verano, con el objeto de poder disponer de alimentos durante el invierno y la primavera, se ha auxiliado de almacenamiento en hoyos y cabañas de hielo, enterramiento en el suelo, del secado al sol, del salado ó el encurtido. En algunas ocasiones los resultados obtenidos fueron buenos y en otras en cambio, han conducido al fracaso. (5)

El calor de un fuego para secar alimentos fué descubierto independientemente por muchos hombres en el -- nuevo y viejo continente. El primer hombre secó sus alimentos en sus refugios; los indios precolombinos usaron el calor del fuego para secar los alimentos, pero no fué hasta 1795 que se inventó el cuarto de deshidratación de aire caliente (105°C) sobre tajadas delgadas de hortalizas.

Es importante hacer notar que el enlatado y la deshidratación aparecieron aproximadamente al mismo tiempo.

Desde la última guerra mundial, la producción de hortalizas secas ha disminuido algo en América, mientras

por el contrario registra un constante aumento en Europa, donde particularmente en Alemania, Suiza y Holanda se producen y consumen grandes cantidades de vegetales desecados. Se sirven al comercio en forma comprimidos, en forma de tableta, envasados en bolsas impermeables al aire, y pulverizados para su empleo en purés y potajes.

Una de las ventajas de la desecación, es que reduce grandemente el peso de los vegetales hasta su quinta parte, tratándose de raíces y tubérculos, hasta su quinceava parte tratándose de vegetales de hoja, reduciendo -- así gradualmente su costo de almacenamiento.

Como ejemplo: por término medio 7,500 Kg. de producto fresco. Para su almacenamiento requieren más de 20 m³, pueden quedar reducidos a 625 Kg. de producto seco, que solo necesitan 1 m³ para su almacenaje. (6)

OBJETIVO.-

El objetivo de este trabajo consiste en la construcción de un secador de cabina para deshidratar productos alimenticios.

En este caso, se realizó un trabajo de investigación: deshidratación de zanahorias.

LITERATURA REVISADA

I) DEFINICION DE SECADO.

El secado de alimentos consiste en la eliminación de humedad contenida en un alimento. Se realiza por vaporización del agua contenida en el alimento, ya sea por el efecto del aire caliente, el calor solar, etc.

II) OPERACIONES RELACIONADAS CON EL SECADO DE ZANAHORIAS.

A) Selección de la variedad:

Esta selección ha de basarse en las variedades que habitualmente se cultivan en la región, también se toma en cuenta que la variedad que se va a seleccionar tenga una constitución uniforme, atractiva apariencia, ha de ser tierna, conservar sus condiciones nutritivas después de secadas, así como su sabor y aroma característicos, rehidratarse fácilmente y por último que dé un buen rendimiento.-

(7)

B) Lavado:

Por regla general, los productos destinados a secar deben someterse a un lavado, por conservar en la mayoría de los casos casi siempre tierra, así como residuos de diversas clases indeseables los cuales deben ser quitados del alimento.

Este proceso, en algunos casos, se lleva a cabo con agua a presión, para que puedan desprenderse con fa

cilidad las impurezas adheridas al producto.

Existen también equipos para llevar a cabo con mayor facilidad este proceso, que consiste en un cilindro de chapa galvanizada y perforada que lleva en su interior unos rociadores que lanzan una gran cantidad de agua a presión sobre el alimento por la misma rotación del cilindro, el producto se frota entre sí en tanto que el agua le va quitando la suciedad adherida. Se consigue también bajar la carga microbiana contenida en el alimento. (11)

C) Blanqueado:

Esta operación es necesaria en general para casi todos los vegetales, a fin de obtener una buena calidad y puede realizarse bien con vapor o con agua hirviendo. En este caso se realizó el blanqueo usando una olla vaporizadora en el cual la zanahoria previamente rebanada se trató con vapor durante 5 minutos.

Mediante este proceso se consigue ante todo la inactividad de las enzimas naturales, que pueden en el curso de los diversos tratamientos, o aún después de desecado el producto, producir alteraciones en el color, aroma, en las características del tejido y en la conservación de las vitaminas. En segundo lugar sirve para que después, la rehidratación del vegetal cocido, pueda llevarse a cabo con más rapidez.

Las cebollas y pimientos no requieren esta operación de blanqueo, ya que sin ella conservan mejor su sabor. (11)

D) Sulfitado:

Muchos vegetales desecados, en contacto con el aire pierden su color y sabor y modifican su aroma, además del blanqueo, también el sulfitado reduce estos inconvenientes, que se presentan bastante acentuados en ciertas hortalizas.

El sulfitado se logra al sumergir las zanahorias durante 2 minutos en una solución de .05% de bisulfito de sodio. (10)

O bien utilizando un recipiente sellado dentro del cual se colocan las rebanadas de zanahoria y se procede a quemar un poco de azufre en polvo.

La zanahoria absorbe fácil y rápidamente SO_2 a una atmósfera que tan solo contenga el 2% de SO_2 este absorberá en 10 minutos una cantidad correspondiente a 4 millonésimas de su peso, siendo suficiente la cantidad de 2-millonésimas.

Al aire libre, las hortalizas adquieren en pocas semanas mal olor y mal sabor; ahora bien, si se sulfitan, sus características normales resistirán durante un pe

río de mayor de 3 meses, no obstante y lo indicado, esta operación solo se practica en algunos lugares.

Para prevenir el cambio de color también se recomienda sumergir las hortalizas a una solución de sal - - (NaCl) al 2%. (10)

E) Secado:

1) Generalidades.

El proceso de secado se lleva a cabo por medio de aire caliente, el cual conduce calor al alimento causando que el agua vaporice y sea vehículo para transportar el vapor húmedo liberado del alimento produciendo la deshidratación de éste.

2) Equipos.

Se usan muchos tipos de secadores en la deshidratación de alimentos, la selección de un tipo en particular es guiada por la naturaleza del producto que va a ser secado, la forma deseada del producto terminado, la economía y las condiciones de operación.

Principales tipos de secadores:

- a) Secador continuo en túnel a contracorriente
- b) Hornos secadores
- c) Secador de cabina

a) Secador continuo en túnel a contracorriente.

Son estos secadores de uso más común para la deshidratación de frutas y hortalizas. Consisten en túneles de 35 a 50 pies de longitud con vagonetas en su interior, que contienen las charolas donde es colocado el alimento.

El vegetal fresco penetra en el secador por el extremo donde sale el aire húmedo. La regulación de su desplazamiento hacia el otro extremo depende según sea el vegetal.

El aire para la desecación se calienta, hasta la temperatura conveniente, en una cámara situada junto al túnel, o encima de ésta y un ventilador de baja presión lo impulsa a través de las bandejas que llenan el túnel. (9)

b) Hornos secadores.

Estos son construcciones de dos pisos por lo general. El piso de la parte superior está compuesto de tablillas juntas, sobre las cuales es rociado el alimento.

El aire caliente es producido por un horno o estufa sobre el primer piso y pasa a través del producto por convección natural o con ayuda de un ventilador, el material es volteado y agitado frecuentemente y se requiere un tiempo relativamente largo para el secado.

Los hornos secadores son usados para el secado de productos tales como tajadas de manzana y ocasionalmente para patatas. (9)

c) Secador de cabina.

Este tipo de secador, consiste de una cámara en la cual pueden ser colocadas bandejas con el producto.

En los secadores grandes, las charolas son colocadas sobre vagonetas para facilitar su manejo; en los secadores pequeños las charolas pueden ponerse sobre soportes permanentes en el secador. El aire es impedido por un ventilador y pasa por un calentador y después a través de las charolas del material que se está secando.

El secador de cabina es, por lo general el menos caro de construir, es fácil de mantener y bastante flexible. Se usa comunmente para secado de frutas y hortalizas. (6)

F) Empaque:

La mayor parte de las hortalizas, pueden comprimirse en forma de tableta de unos 2 cms. de espesor.

Las patatas precisan ser rehumedecidas con vapor y vueltas a secar. Este sistema puede economizar mucho espacio y bastantes gastos de envasado, al propio tiempo se

incrementa la resistencia a las oxidaciones y ataques de los insectos.

La zanahoria se recomienda almacenarla en bolsas de plástico herméticamente cerradas. Deben también almacenarse en lugares limpios y libres de ataques de insectos y de ratas. (10)

G) Rehidratación:

La mayoría de las frutas y legumbres deberán cubrirse con agua fría y dejarse remojar para restituirles la humedad que se ha eliminado durante su secado. Por lo general, con remojarlas de 1 a 2 horas, se conseguirá un resultado aceptable, aunque un remojo por más tiempo (de 2 a 6 horas) puede proporcionar mayor suavidad.

Los alimentos tienen que estar cubiertos mientras se remojan. La cantidad de agua usada para el remojo habrá de aproximarse, en lo posible, a la cantidad que los alimentos pueden absorber. Es mejor agregar agua paulativamente, durante el proceso de remojo, que empezar con más de la necesaria. (2)

III) VELOCIDAD DE SECADO.

La velocidad de secado se divide en dos períodos de tiempo que son:

Período de velocidad constante.

Período de velocidad decreciente.

Período de velocidad constante:

En este período la velocidad de evaporación se mantiene constante y está comprendido en el tiempo en el cual la humedad esta sobre la superficie del producto que esta secándose. Después tiene un período en el que la humedad interna del producto sale a la superficie a medida que se pierde.

Período de velocidad decreciente:

Normalmente existe un punto en que la humedad interna del producto es incapaz de salir a la superficie -- con la rapidez que es eliminada, entonces se produce en el interior del producto la evaporación del agua y el vapor ha de salir al exterior a través de los poros, al avanzar el proceso, la superficie de evaporación pasa hacia el interior del producto y entonces el vapor recorre un camino cada vez más largo, con lo cual la velocidad de secado disminuye constantemente al pasar el tiempo. (1)

IV) EFECTOS DEL SECADO SOBRE LOS ALIMENTOS.

A) Efectos sobre los microorganismos:

Los microorganismos se encuentran distribuidos en todas partes. Los alimentos de alguna manera estarán en contacto con el polvo y la tierra, por lo que se anticipa a decir que estos estarán presentes siempre y cuando las condiciones lo permitan.

Un método de control, es la eliminación de la humedad, factor necesario para que éstos vivan, ó sea un alimento con cierta cantidad de humedad determinará, cuáles microorganismos tendrán oportunidad de crecer.

Por ejemplo existen hongos que pueden crecer en un alimento que contenga tan solo el 5% de humedad. En cambio las bacterias crecen a niveles con más alto contenido de humedad. Por decir de un 30% en pocas palabras. El hongo puede crecer con un 2% de humedad al igual que las bacterias con un 30% de humedad, siempre y cuando las condiciones del medio ambiente sean favorables para su desarrollo.

Para prevenir al máximo la aparición de microorganismos, un buen control puede ser la de trabajar con alimentos de alta calidad, procesar en lugares limpios, almacenar los alimentos en lugares donde éstos estén protegidos.

dos del polvo, roedores, insectos u otros animales. (4)

Agua libre. -

Se acostumbra llamar agua libre a los tipos de asociaciones del agua con los constituyentes de los alimentos siguientes:

Agua Superficial

Agua de Capilaridad

Agua de Solución

Agua atada. -

El agua atada se divide en:

Agua Absorbida

Agua de Hidratación

La importancia del agua libre reside en lo siguiente:

- a) Es el agua que sirve para el crecimiento microbiológico.
- b) Es el medio en el cual se realizan las reacciones químicas deteriorantes ó no.

El agua atada participa muy poco, sobre todo - el agua de composición y el agua absorbida en la capa mono

molecular, en las reacciones químicas deteriorativas o no, y en el crecimiento microbiológico. (5)

B) Efecto sobre los pigmentos:

Al secar un alimento sus propiedades físicas y químicas cambian, reduciendo también así sus habilidades - para reflejar, dispersar, absorber y transmitir la luz, y - por lo tanto cambiar su color.

Los carotenoides son alterados durante el proceso de secado. Estos pueden ser alterados en mayor cantidad mientras la temperatura sea mayor y tarde más el tratamiento de secado.

Las antocianinas son también dañadas, pero un tratamiento con azufre, ejerce una fuerte acción inhibitoria sobre el encafecimiento oxidante, este es debido a las enzimas oxidadas en los tejidos.

Los cambios oxidantes, son perjudiciales para la calidad del alimento que vá a ser secado. Esta decoloración puede ser controlada por inactividad térmica de las enzimas.

Los pigmentos naturales verdes, son debidos a la mezcla de la clorofila "A" y la clorofila "B". La retención de color verde de la clorofila está relacionada -- con la retención de magnesio en las moléculas de este pig-

mento, cuando éstas son sometidas a calor húmedo, la clorofila se convierte en feofitina por la pérdida de magnesio, cambiando así su color. (4)

C) Efecto sobre los carbohidratos:

En las frutas y hortalizas, los carbohidratos se encuentran en mayor escala, en comparación con las proteínas y grasas.

La reacción de los ácidos grasos y azúcares en reducción, causa en las frutas y hortalizas una decoloración notada como encafecimiento.

Un medio para controlar el encafecimiento, es la aplicación de bióxido de azufre a los tejidos. Su acción, es la de un envenenador de enzimas con poder antioxidante.

El secado al sol, causa una deterioración. Al menos que los tejidos sean protegidos con sulfitos u otros agentes adecuados. (4)

D) Efecto sobre las grasas:

Un importante problema en los alimentos secados es la rancidez. Esta es debida a la oxidación de las grasas. Existe en mayor escala a altas que a bajas temperaturas al deshidratar los alimentos.

Como medio de control para prevenir la ranci--
dez, es la de dar protección a las grasas con antioxidan--
tes.

E) Efecto sobre las enzimas:

Las enzimas requieren humedad para poder ser -
activadas. La actividad enzimática puede ser reducida dis-
minuyendo la humedad.

Las enzimas puestas a calor húmedo y a tempera-
turas cerca del punto de ebullición, son inactivadas. Otro
método para inactivar enzimas, es colocando éstas por un -
minuto a 212°F.

En el caso de secado, cuando las enzimas son -
expuestas al calor seco, éstas son insensibles al efecto -
de energía.

Por eso es importante inactivar las enzimas ya
sea, reduciendo la humedad o inactivando químicamente és--
tas. (4)

F) Efecto sobre las proteínas:

Cualquier alimento que es secado, puede conser-
var o perder las proteínas, dependiendo del método de seca-
do al que sea expuesto.

Un alimento que es secado a altas temperaturas sus proteínas pueden ser menos útiles en la dieta, en cambio si el alimento es secado a bajas temperaturas, puede aumentar el valor alimenticio del material nativo.

V) CONSTRUCCION DEL SECADOR DE CABINA.

A) El secador de cabina utilizado para este trabajo - fué construido de acuerdo con los planos 1, 2, 3, 4, y 5 - encontrados en el apéndice.

B) Equipo utilizado en la construcción:

- 1) Motor con ventilador
- 2) Resistencias eléctricas
- 3) Interruptor de dos etapas
- 4) Termostato
- 5) Termómetro
- 6) Filtros de fibra de vidrio

Funciones de cada uno de ellos.

Motor de ventilador:

La función del motor es la de mover el aire -- por medio de un abanico, para que éste al pasar por las resistencias se caliente, pasando después por el alimento -- que se va a secar.

Resistencias eléctricas:

Son de 1250 a 1500 watts, que producen temperaturas de 50 a 60°C respectivamente, y su función es la de calentar el aire que pasa a través de ellas.

Interruptor de dos etapas:

Sirve para poder controlar el cambio de temperatura con la cual se desea trabajar en el secado.

Termostato:

La función de éste es la de mantener en el interior del secador una temperatura constante y así tener una mejor uniformidad en el secado.

Termómetro:

Se utiliza para comprobar la temperatura que tiene en su interior el secador.

Filtros de fibra de vidrio:

Se utilizaron dos filtros de fibra de vidrio, colocados unos 5 cms. uno de otro, y su función es la de evitar que se depositen impurezas sobre el producto que se va a secar.

C) Materiales utilizados en la construcción:

- 1) Malla de aluminio
- 2) Madera de pino, triplay
- 3) Materiales de unión: Clavos,
tachuelas,
pegamento.

Función de cada uno de los materiales.

Malla de aluminio:

Se utiliza en las bandejas donde se coloca el producto que se va a secar, el aire caliente pasa a través de las mallas, logrando así un secado uniforme. Se recomienda usar malla de aluminio por tener la ventaja de no oxidarse.

Madera:

Se utilizan dos tipos de madera: madera de pino y triplay. La madera de pino se utiliza en las partes donde necesita más firmeza, logrando así una mayor estabilidad en el secador, el triplay se utiliza en las partes laterales, así como en la superior y posterior del secador.

Materiales de unión:

Clavos: estos se utilizan para unir las partes principales del secador.

Tachuelas; solamente se utiliza para clavar la malla de aluminio en las bandejas donde se va a colocar el producto destinado a secar.

Pegamento: sirve para evitar al máximo el escape de aire por salidas indeseables en el secador.

MATERIALES Y METODOS

I.- LUGAR.

El presente trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de bromatología de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, - N.L.

II.- MATERIALES.

Los materiales que se utilizaron en este trabajo son los siguientes:

- 1.- Secador de cabina
- 2.- Zanahorias de la variedades "Caramelo" y "Leña"
- 3.- Balanza analítica
- 4.- Balanza gravimétrica
- 5.- Bisulfito de sodio
- 6.- Azufre
- 7.- Vaporizador
- 8.- Estufa para secado
- 9.- Olla para sulfitar
- 10.- Reloj
- 11.- Cuchillo de acero inoxidable
- 12.- Bolsas de plástico

III.- METODOS.

A) Experimento 1.-

En este experimento, las zanahorias fueron cortadas en rebanadas de aproximadamente 1 m.m. de espesor y posteriormente fueron secadas en su estado natural, o sea sin ser sometidos a los procesos de blanqueado y sulfitado, a una temperatura de 50 y 60°C respectivamente.

B) Experimento 2.-

En este experimento las zanahorias después de rebanarse fueron sometidas al proceso de blanqueado y secadas a la temperatura de 50 y 60°C.

C) Experimento 3.-

En este experimento las zanahorias fueron sometidas al proceso de sulfitado, y secados a 50 y 60°C.

D) Experimento 4.-

En este experimento las rebanadas de zanahoria fueron sometidas a los procesos de blanqueado y sulfitado y posteriormente secadas a las temperaturas de 50 y 60°C respectivamente.

E) Pruebas organolépticas.-

Se realizaron pruebas de aceptación de sabor y calidad, con el objeto de tener una idea más exacta de la calidad del producto terminado; previamente se rehidrataron y cocieron las muestras que se iban a utilizar en ésta prueba junto con el testigo.

El procedimiento empleado para realizar esta prueba fué el siguiente:

Se explicó a los catadores primeramente el por qué era necesaria su colaboración en esta prueba, así como el proceso para contestarla, tomando en cuenta el sabor, color y textura para cada una de las muestras, agradeciendo anticipadamente su colaboración en la misma.

Las muestras fueron servidas en platos que estaban colocados sobre la mesa, en el cual estaban sentados los catadores, cada uno frente a su plato correspondiente.

Previamente se identificó mediante fichas, el lugar que iba a ocupar cada muestra en el plato.

Se sirvieron a cada catador 3 muestras, dos de ellas correspondían a las muestras sometidas a 4 y 5 horas de secado respectivamente, contra el testigo.

Se utilizaron diez catadores, a cada catador se le pidió que llenara su cuestionario correspondiente. Esta misma prueba se llevó a cabo durante 4 días y con los

mismos catadores.

El tipo de prueba utilizada, fué la siguiente:

C U E S T I O N A R I O

PRUEBA DE ACEPTACION DE SABOR

Favor de probar las 3 muestras una por una y decir hasta -- qué grado le gusta cada muestra, independientemente de cuánto le gusta la otra.

	VALORES	A	B	C
100	Le gusta demasiado			
80	Le gusta mucho			
60	Le gusta regular			
40	Le gusta ligeramente			
20	Ni le gusta ni le disgusta			
15	Le disgusta ligeramente			
10	Le disgusta regular			
5	Le disgusta mucho			
0	Le disgusta demasiado			

¿Cuál de las 3 muestras es la que más prefiere?

¿Cuál de las 3 muestras es la que menos prefiere?

Observaciones en general de color y textura.

Se agradece su valiosa colaboración en esta prueba.

Nombre _____ Fecha _____

F) Debido a que los valores con los que se trabajó en este experimento se encuentran dentro de la escala ordinal. Se usó un método estadístico no paramétrico siendo el método más conveniente el de análisis de varianza -- por rangos de Friedman ya que este es útil cuando la medida de la variable está al menos en una escala ordinal.

Tomando los puntajes de un grupo de 10 catadores (N-10) y 3 condiciones de secado (K-3).

Los datos originales de los catadores fueron transformados a rangos.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Esta Tabla representa los resultados obtenidos al someter la zanahoria natural al secado con una temperatura de 50°C.

<u>Tiempo (Min.)</u>	<u>Peso (Gr.)</u>	<u>Tiempo (Min.)</u>	<u>Peso (Gr.)</u>
0	100	40	15.2
10	91	50	14.8
20	83.4	60	14.5
30	76.1		
40	68.2	10	14.3
50	61.6	20	14
60	55.1	30	13.9
		40	13.8
10	48.8	50	13.7
20	44.5	60	13.6
30	39.7		
40	35.8	10	13.5
50	32.4		
60	29.2		
			Peso sólido seco 13 gr.
10	26.6		
20	24.2		
30	22.5		
40	20.4		
50	19		
60	18.1		
10	17		
20	16.2		
30	15.7		

(Ver Gráfica correspondiente en Apéndice).

Esta Tabla representa los resultados obtenidos al someter la zanahoria natural al secado con una temperatura de 60°C.

<u>Tiempo (Min.)</u>	<u>Peso (Gr.)</u>	<u>Tiempo (Min.)</u>	<u>Peso (Gr.)</u>
0	100	40	29.8
10	93.5	50	28.4
20	88.3	60	27.2
30	83.1		
40	78.6	10	26.1
50	74	20	25.1
60	69.4	30	24.3
		40	23.4
10	65.6	50	22.7
20	62.4	60	21.9
30	59.3		
40	56.6	10	20.9
50	53.9	20	20.1
60	51	30	19.4
		40	18.8
10	48.4	50	18.3
20	46.3	60	17.8
30	44.5		
40	42.3	10	17.3
50	40.6	20	17
60	39.1	30	16.6
		40	16.3
10	37.8	50	16
20	32.8	60	15.8
30	31.3		
10	15.6		
20	15.4		
30	15.3		
40	15.2		

Peso sólido seco 14.1 gr.

(Ver Gráfica correspondiente en Apéndice).

Esta tabla representa los resultados obtenidos al someter la zanahoria al proceso de blanqueado y secada a una temperatura de 50°C.

Tiempo (Min.) Peso (Gr.)

0	100
10	90.9
20	83.7
30	76.9
40	70.8
50	66.5
60	60

10	54.8
20	49.7
30	45.8
40	41.6
50	37.5
60	33.8

10	31.1
20	28.7
30	25.9
40	23.6
50	21.9
60	20.3

10	18.7
20	17.4
30	16.8
40	15.4
50	14.8
60	14.1

10	13.8
20	13.2
30	12.9
40	12.5
50	12.2
60	12.0

10	11.8
----	------

Peso sólido seco 10.3 gr.

(Ver Gráfica correspondiente en Apéndice)

Esta tabla representa los resultados obtenidos al someter la zanahoria al proceso de blanqueado y secada a una temperatura de 60°C.

Tiempo (Min.) Peso (Gr.)

0	100
10	92.6
20	85.4
30	79.1
40	72.3
50	66.4
60	61.3

10	56.1
20	51.0
30	45.8
40	41.3
50	37.2
60	33.5

10	30.3
20	27.2
30	25.1
40	22.6
50	20.7
60	19.3

10	17.6
20	16.3
30	15.5
40	14.6
50	14.1
60	13.8

10	13.4
20	13.1
30	12.9
40	12.7
50	12.6
60	12.5

Peso sólido seco 10.5 gr.

(Ver Gráfica correspondiente en Apéndice).

Esta tabla representa los resultados obtenidos al someter la zanahoria al proceso de sulfitado y secada a una temperatura de 50°C.

<u>Tiempo (Min.)</u>	<u>Peso (Gr.)</u>	<u>Tiempo (Min.)</u>	<u>Peso (Gr.)</u>
0	100		
10	93.9	10	17.7
20	90.8	20	17.0
30	85.7	30	15.7
40	82.6	40	15.1
50	78.9	50	14.7
60	74.7	60	14.2
10	71.2	10	13.7
20	67.8	20	13.3
30	63.9	30	12.9
40	60.8	40	12.7
50	57.4	50	12.4
60	53.8	60	12.1
10	51.6	10	11.9
20	48.7		
30	45.3		
40	42.6		
50	39.5		
60	37.8		
10	35.2	Peso sólido seco 10.1 gr.	
20	33.7		
30	31.5		
40	29.2		
50	27.5		
60	25.9		
10	24.8		
20	22.5		
30	21.7		
40	20.6		
50	19.7		
60	18.9		

(Ver Gráfica correspondiente en Apéndice).

Esta tabla representa los resultados obtenidos al someter la zanahoria al proceso de sulfitado y secado a una temperatura de 60°C.

Tiempo (Min.) Peso (Gr.)

0	100
10	89.9
20	80.7
30	71.8
40	62.7
50	55.6
60	49.3

10	43.7
20	38.8
30	34.1
40	30.2
50	26.4
60	23.2

10	21.1
20	19.5
30	17.7
40	16.3
50	15.7
60	13.7

10	13.2
20	12.8
30	12.4
40	12.2
50	11.8
60	11.6

10	11.5
20	11.4

Peso sólido seco 10.2 gr.

(Ver Gráfica correspondiente en Apéndice).

Esta tabla representa los resultados obtenidos al someter la zanahoria al proceso de blanqueado, sulfitado y secada a una temperatura de 50°C.

<u>Tiempo (Min.)</u>	<u>Peso (Gr.)</u>	<u>Tiempo (Min.)</u>	<u>Peso (Gr.)</u>
0	100	10	19.8
10	93.7	20	19.6
20	89.9	30	19.4
30	83.7	40	19.2
40	78.7	50	19.1
50	74.9		
60	68.7		
10	63.7		
20	59.8		
30	54.9		
40	51.8		
50	47.7		
60	43.9		
10	49.8		
20	38.5		
30	35.7		
40	33.7		
50	31.6		
60	29.9		
10	27.5		
20	26.3		
30	24.8		
40	24.0		
50	23.2		
60	22.7		
10	21.8		
20	21.3		
30	21.0		
40	20.7		
50	20.4		
60	20.1		

Peso sólido seco 17.9 gr.

(Ver Gráfica correspondiente en Apéndice).

Esta tabla representa los resultados obtenidos al someter la zanahoria al proceso de blanqueado y sulfitado y secada a una temperatura de 60°C.

<u>Tiempo (Min.)</u>	<u>Peso (Gr.)</u>	<u>Tiempo (Min.)</u>	<u>Peso (Gr.)</u>
0	100		
10	94.9	10	23.6
20	91.1	20	23.2
30	85.3	30	22.8
40	80.5	40	22.5
50	76.1	50	22.2
60	70.2	60	21.9
10	65.7	10	21.6
20	61.4	20	21.3
30	56.5	30	21.1
40	53.4	40	20.9
50	49.1	50	20.7
60	45.9		
10	42.6		
20	40.1		
30	37.2		
40	35.5		
50	33.4		
60	31.2		
			Peso sólido seco 18.2 gr.
10	29.2		
20	28.4		
30	26.9		
40	26.1		
50	25.3		
60	24.9		

(Ver Gráfica correspondiente en Apéndice).

Se tomaron muestras de 4, 5 y 6 hs. en la variedad de zanahoria "Caramelo" al natural para después someter estas muestras a las pruebas organolépticas.

La variedad "Caramelo" fué previamente seleccionada por que respondió mejor al secado y a la rehidratación.

En esta tabla los datos representan las medias de las calificaciones de las cuatro repeticiones ya transformadas a rangos.

	A	B	C	A	B	C
	NAT	5 HS	4 HS	NAT	5 HS	4 HS
1.-	85	60	50	3	2	1
2.-	90	70	65	3	2	1
3.-	85	90	60	2	3	1
4.-	95	80	60	3	2	1
5.-	95	65	65	3	1.5	1.5
6.-	90	80	55	3	2	1
7.-	100	70	70	3	1.5	1.5
8.-	100	65	65	3	1.5	1.5
9.-	85	75	50	3	2	1
10.-	95	80	65	3	2	1
E	920	735	605	Rj29	19.5	11.5

$$X_r^2 = \frac{12}{N K (K + 1)} \sum_{J=1}^K (R_j)^2 - 3n (K + 1)$$

$$X_r^2 = \frac{12}{(10)(3)(4)} \left[(29)^2 + (19.5)^2 + (11.5)^2 \right] - (3)(10)(4)$$

$$X_r^2 = \frac{12}{120} \left[841 + 380.25 + 132.25 \right] - 120$$

$$X_r^2 = (0.1) (1353.5) - 120$$

$$X_r^2 = 15.35 \quad K = 3 \quad N = 10$$

$$g_1 = k - 1 = 3 - 1 = 2 \text{ g}_1$$

Buscando los valores en la tabla C de la Pag. - 283 del libro "Estadística no paramétrica de Sidney Siegel".

Nos dá un valor de $P = < 0.001$ por lo tanto α -- preestablecida de 0.005 y $0.01 > P$ por lo tanto se rechaza H_0 y se establece que existe una diferencia altamente significativa entre los efectos de los tratamientos de secado.

Ya definido que existe diferencia entre los diferentes tratamientos de secado, se comparan los tratamientos entre si.

A continuación se expone el procedimiento para comparar A y B.

$$X_r^2 = \frac{12}{N K (K + 1)} \sum_{j=1}^K (R_j)^2 - 3 N (K + 1)$$

$$X_r^2 = \frac{12}{(10)(2)(3)} \left[(29)^2 + (19.5)^2 \right] - 3 (10)(3)$$

$$X_r^2 = \left[\frac{12}{60} \right] (841 + 380.25) - 90$$

$$X_r^2 = (0.2) (1221.25) - 90$$

$$X_r^2 = 154.25$$

$$N = 10$$

$$K = 2$$

$$GL = K - 1$$

$$GL = 2 - 1$$

$$GL = 1$$

$$\alpha = 0.05 \text{ y } 0.01$$

Se buscan los valores en tabla C de Pag. 283 - nos dá un valor de 0.001 por lo tanto α preestablecida - de 0.05 y 0.01 P por lo tanto se rechaza H_0 y se establece que existe una diferencia altamente significativa entre es tos tratamientos.

A continuación se expone el procedimiento para comparar B y C.

$$X_r^2 = \frac{12}{N K (K + 1)} \sum_{J=1}^K (R_j)^2 - 3 N (K + 1)$$

$$X_r^2 = \frac{12}{60} \left[(19.5)^2 + (11.5)^2 \right] - 3 (10)(3)$$

$$X_r^2 = (0.2) \left[380.25 + 132.25 \right] - 90$$

$$X_r^2 = (0.2) (512.5) - 90$$

$$X_r^2 = 12.5$$

$$\alpha = 0.05 \text{ y } 0.01$$

Se buscan los valores en tabla C de Pag. 283 - nos dá un valor de < 0.001 por lo tanto α preestablecida de - 0.05 y 0.01 $> P$ por lo tanto se rechaza H_0 y se establece - que existe una diferencia altamente significativa entre es tos tratamientos.

A continuación se expone el procedimiento para comparar A y C.

$$Xr^2 = \frac{12}{N K (K + 1)} \sum_{J=1}^K (R_j)^2 - 3 N (K + 1)$$

$$Xr^2 = \frac{12}{(10)(2)(3)} \left[(29)^2 + (11.5)^2 \right] - 3 (10)(3)$$

$$Xr^2 = \frac{12}{60} (841 + 132.25) - (90)$$

$$Xr^2 = (0.2) (973.25) - (90)$$

$$Xr^2 = 104.65$$

$$N = 10 \quad \alpha = 0.05 \text{ y } 0.01$$

$$K = 2$$

$$GL = 1$$

Se buscan los valores en tabla C de Pag. 283 - nos dá un valor de < 0.001 por lo tanto α preestablecida de 0.05 y $0.01 > P$ por lo tanto se rechaza H_0 y se establece que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

A y B Diferentes

B y C Diferentes

A y C Diferentes

. Todos los tratamientos son diferentes entre sí siendo el mejor el tratamiento que es el de secado a las 6 Hs. y al natural.

DISCUSION DE RESULTADOS

La zanahoria natural, aquella que no fué sometida a los procesos de blanqueado y sulfitado fué la que tuvo mejor comportamiento al ser secada, pues no presentaba cambios en su color y textura al ser rehidratada.

Al someter las zanahorias al proceso de blanqueado se observó que éstas se ponían muy correosas y se perdía un poco de su color al ser secadas, el cual comparado con la zanahoria natural, era ésta de menor calidad en base a color y textura.

Al igual que el blanqueado, el sulfitado no dió buen resultado, por que la zanahoria al ser sometida a este proceso y al ser secada, no presentaba cambio en su color, pero su textura era demasiado dura en comparación con la zanahoria natural, quizá se tuvo esta respuesta, por el efecto del bisulfito sobre la zanahoria.

En el proceso de secado, se trabajó con dos temperaturas 50 y 60°C respectivamente la zanahoria al ser secada a una temperatura de 60°C se observó que el tiempo de secado era mayor que el de la zanahoria secada a una temperatura de 50°C, pudiera ser que la zanahoria elimine con más facilidad el agua contenida en ella a bajas que a altas temperaturas.

Las muestras sometidas a un período de tiempo - de 1 a 5 horas, se observó que presentan descomposición por ataque de hongos y otros microorganismos por conservar todavía suficiente cantidad de agua necesaria para el desarrollo de éstos.

En cambio la muestra de 6 horas de secado no -- presentaba descomposición o algún otro cambio en su color y textura por ser insuficiente la cantidad de agua para el -- desarrollo de hongos y ciertos microorganismos.

CONCLUSIONES

En base a todos los resultados obtenidos en el transcurso de este trabajo, se llegó a las siguientes conclusiones:

Eliminar los procesos de blanqueado y sulfitado, por producir éstos alteraciones en el sabor, color y textura en las zanahorias.

Trabajar en el secado de zanahorias con temperatura de 50°C por ser ésta la que mejor resultados obtuvo.

La duración del secado de zanahorias a una temperatura de 50°C fué de 6 horas.

En base a los resultados experimentales, las zanahorias que tuvieron mejor aceptación en cuanto a sabor, color y textura fué el natural.

RECOMENDACIONES.

Se recomienda trabajar con zanahorias naturales o sea eliminar los procesos de blanqueado y sulfitado en base a todos los resultados obtenidos en el transcurso de este trabajo.

Buscar otras formas para la rehidratación de alimentos secados.

Estudiar en el secado de zanahorias con otras temperaturas.

Almacenar el producto en bolsas impermeables, para evitar que absorban humedad y pueden producir hongos, almacenarlos también en lugares limpios y fuera del alcance de insectos y roedores.

Trabajar con otras variedades para observar su comportamiento al ser secados.

Estudiar más sobre el secado de alimentos.

Hacer pruebas organolépticas con más catadores.

R E S U M E N

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Agronomía de la U.A. N.L., Apartado Postal 358, San Nicolás de los Garza, N.L.

Primeramente se tomaron muestras de zanahorias de la variedad "Caramelo", las cuales fueron sometidas a un proceso de lavado y selección.

Después en una olla vaporizadora se sometieron a un proceso de blanqueado, por medio de vapor durante 5 minutos.

Pasando después éstos por un proceso de sulfitación, esto se logra al sumergir las zanahorias durante 2 minutos en una solución de 0.05% de bisulfito de sodio.

De las zanahorias ya tratadas se separó una muestra de 100 gramos colocando estas en las bandejas del secador, comenzando así su proceso de secado, a las temperaturas de 50 y 60°C respectivamente.

En el transcurso de secado se obtuvo la pérdida de peso que sufría la zanahoria por cada 10 minutos, hasta llegar a su peso constante, el cual ocurrió a las 6 horas de secado.

La muestra se colocó en la estufa a 90°C por un período de 12 horas, pasando después la muestra a la balanza analítica, obteniendo así el peso sólido seco (P.S.-S.).

Una vez rehidratadas y cocidas las muestras se llevaron a cabo pruebas de aceptación de sabor, textura y color, éstas se realizaron con zanahorias secadas por un período de tiempo de 4, 5 horas y el testigo.

Los resultados obtenidos de los catadores fueron sometidos a un diseño estadístico de "Análisis de varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman", obteniendo así diferencias entre los tratamientos.

En base a las sumas de calificaciones dadas -- por los catadores a cada tratamiento, el testigo (Natural) fué el mayor calificación obtuvo, siguiendo así la zanahoria de 5 horas y 4 horas de secado respectivamente.

OBTENCION DE LA VELOCIDAD DE SECADO

Peso sólido seco de zanahoria natural

$$P.S.S. = 13 \text{ gr.}$$

 $\Delta W = \text{Velocidad de secado}$

$$\Delta W = \frac{100 - S.S. - \text{Pérdida de agua}}{S.S.}$$

$$\Delta W = \frac{100 - 13 - 9}{13}$$

Diferencia en gramos de agua

 ΔW

9.0	0.4	6.0	6.66
7.6	0.3	6.10	6.66
7.3	0.2	6.13	6.67
7.9	0.3	6.08	6.66
6.6	0.1	6.18	6.68
6.5	0.1	6.19	6.68
6.3	0.1	6.20	6.68
4.3	0.1	6.36	6.68
4.8	0.1	6.32	6.68
3.9		6.39	
3.4		6.43	
3.2		6.44	
2.6		6.49	
2.4		6.50	
1.7		6.56	
2.1		6.53	
1.4		6.58	
0.9		6.62	
1.1		6.60	
0.8		6.63	
0.5		6.65	
0.5		6.65	
0.5		6.65	

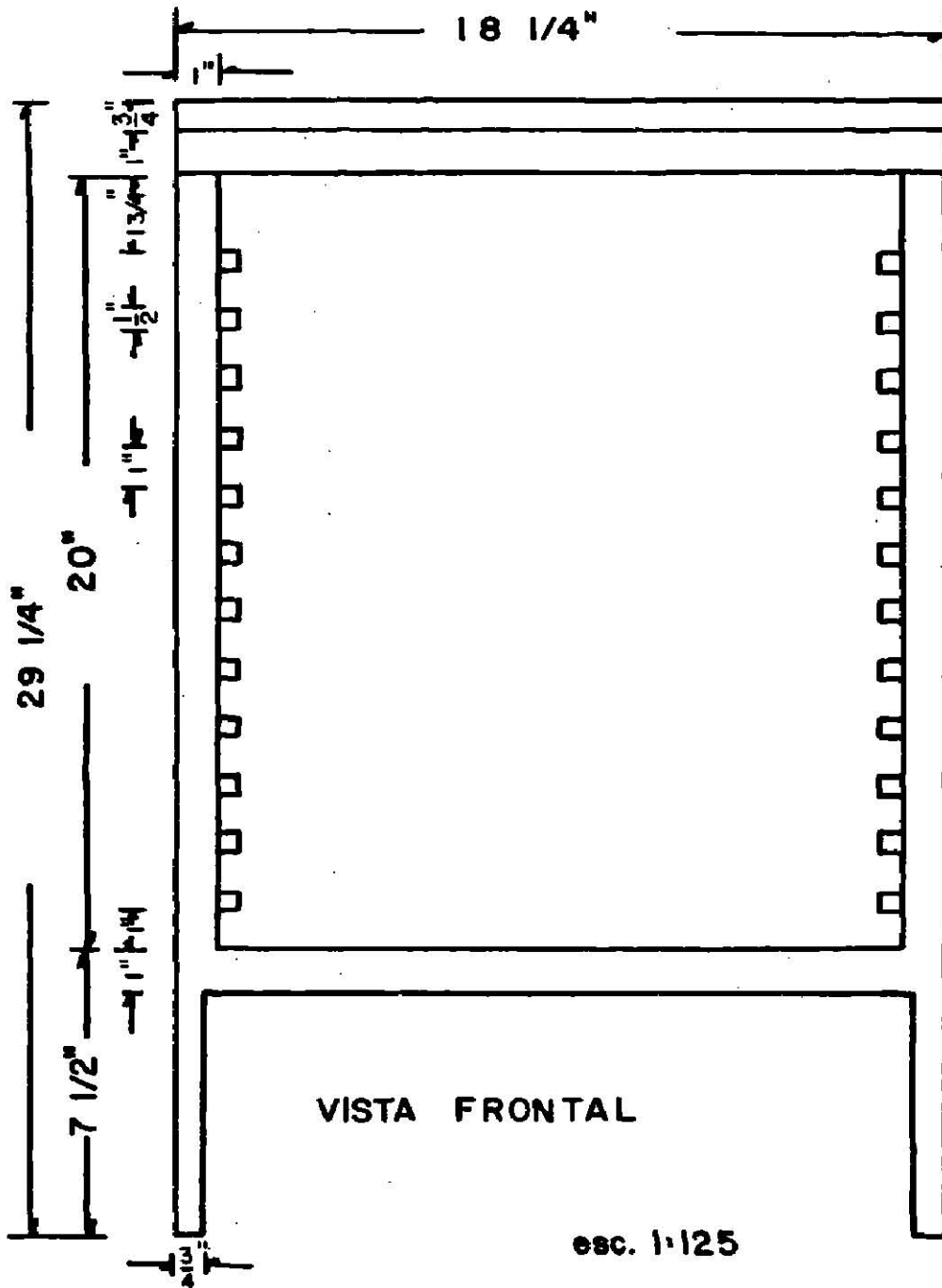
BIBLIOGRAFIA

- 1.- AMIHUA KRAMER AND BERNARD A. TWIGG. 1976.
Quality Control for the Food Industry.
The Avi Publishing Company, Inc.
- 2.- BANLIEU JAIME. 1969. Elaboración de Conservas
Vegetales. Editorial Sientes. Barcelona.
- 3.- CENTRO REGIONAL DE AYUDA TECNICA. 1975. Se-
cado al Sol de Frutas y Legumbres. Agencia
para el Desarrollo Internacional (A.I.D.) -
Méx.
- 4.- DESROSIER W. NORMAN. 1977. Conservación de --
Alimentos Compañía Editorial Continental, -
Méx.
- 5.- FANDUIZ PERALTA ANDRES A. 1978. Apuntes de cla-
ses. Monterrey, N.L.
- 6.- HERSOM AND HULLAND. 1974 Conservas Alimenticias
Editorial Acribia.
- 7.- HEREDIA ZEPEDA Y LABORDE J. A. 1976. El culti-
vo de Hortalizas en México, Méx.

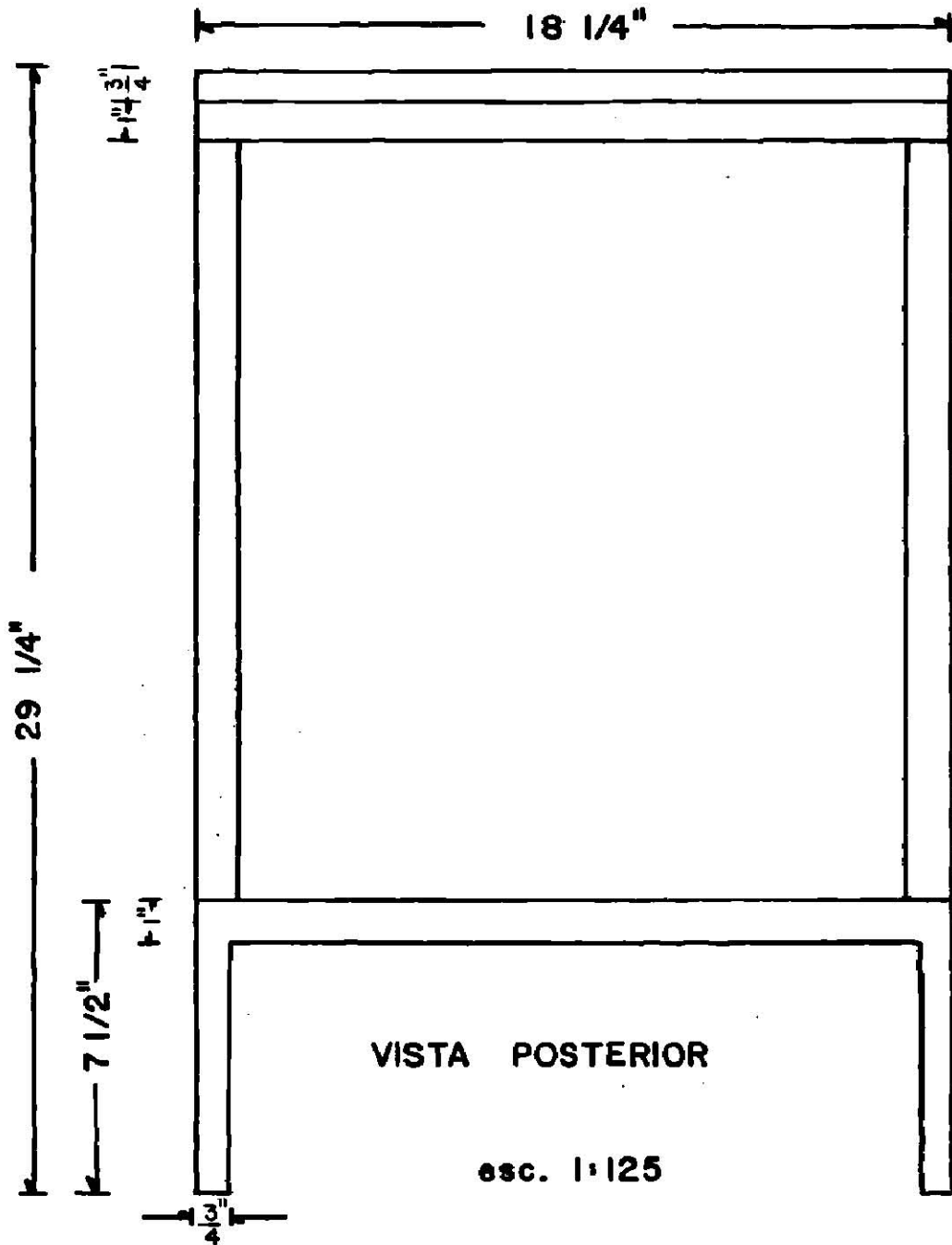
- 8.- JAMIESON Y JOBBER. 1975. Manejo de los Alimentos. Editorial Pax. México. Vols. I, II,- y III.
- 9.- LEACH Y MASON. 1964. Conservación de Frutas y Hortalizas, Zaragoza España.
- 10.- LACERCA ALBERTO M. 1976. Industrialización Casera de Frutas y Hortalizas. Editorial Albatros, Argentina.
- 11.- PISTONO RASCHIERI J. 1955. Deseccación de los Productos Vegeales. Editorial Reverte, S. A. - España.
- 12.- RAMIREZ GENEL. 1966. Almacenamiento de Granos y Semillas. CECSA.
- 13.- RHODES AND FLETCHER. 1969. Principios de Microbiología Industrial. Editorial Acribia.
- 14.- SNEDECOR GEORGE. CROCHRAN WILLIAM G. 1971. Compañía Editorial Continental.
- 15.- SIDNEY SIEGEL. 1978. Estadística no paramétrica - Editorial Trillás, México.

PLANOS PARA LA CONSTRUCCION DE SECADOR DE CABINA

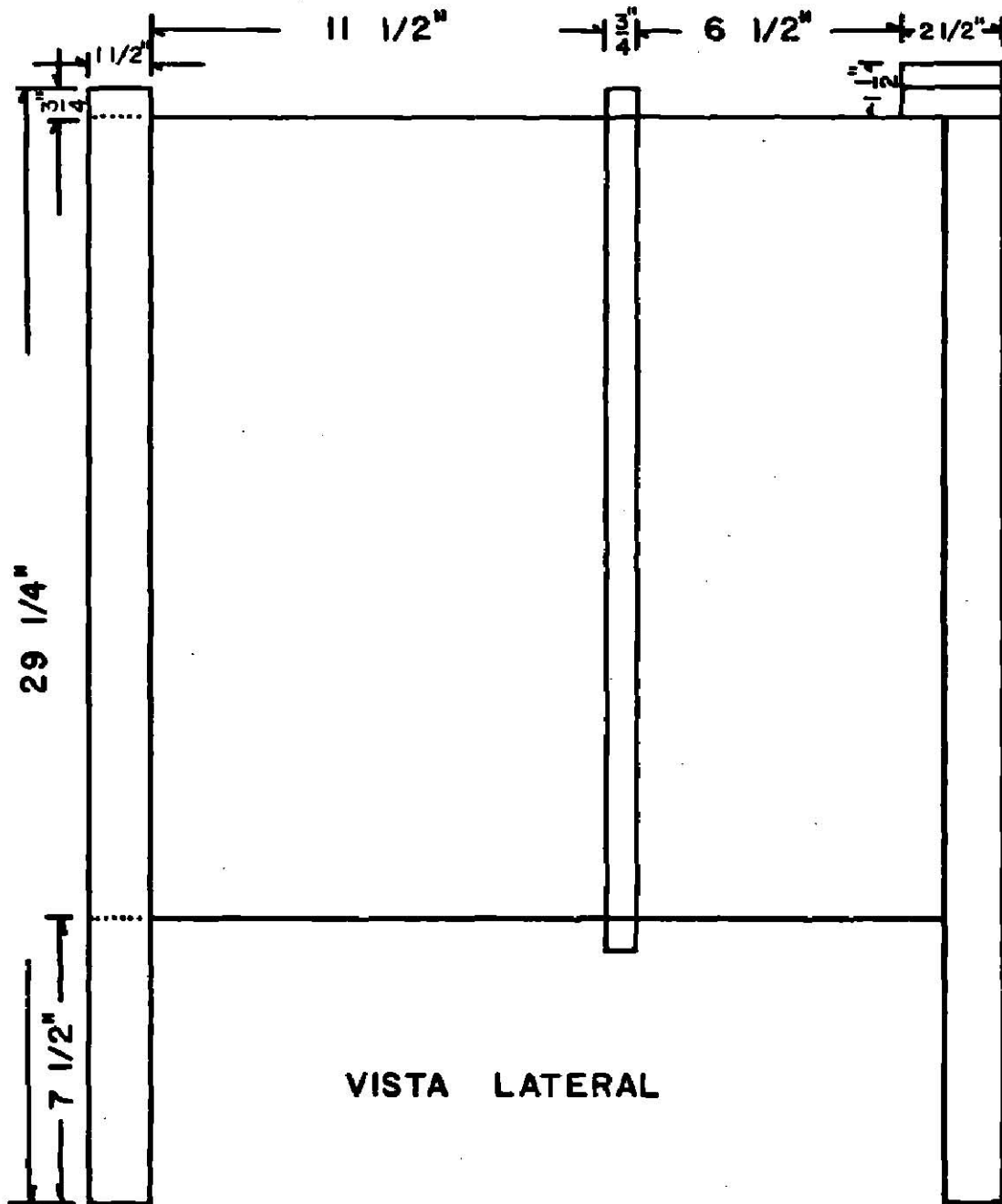
PLANO I



PLANO 2



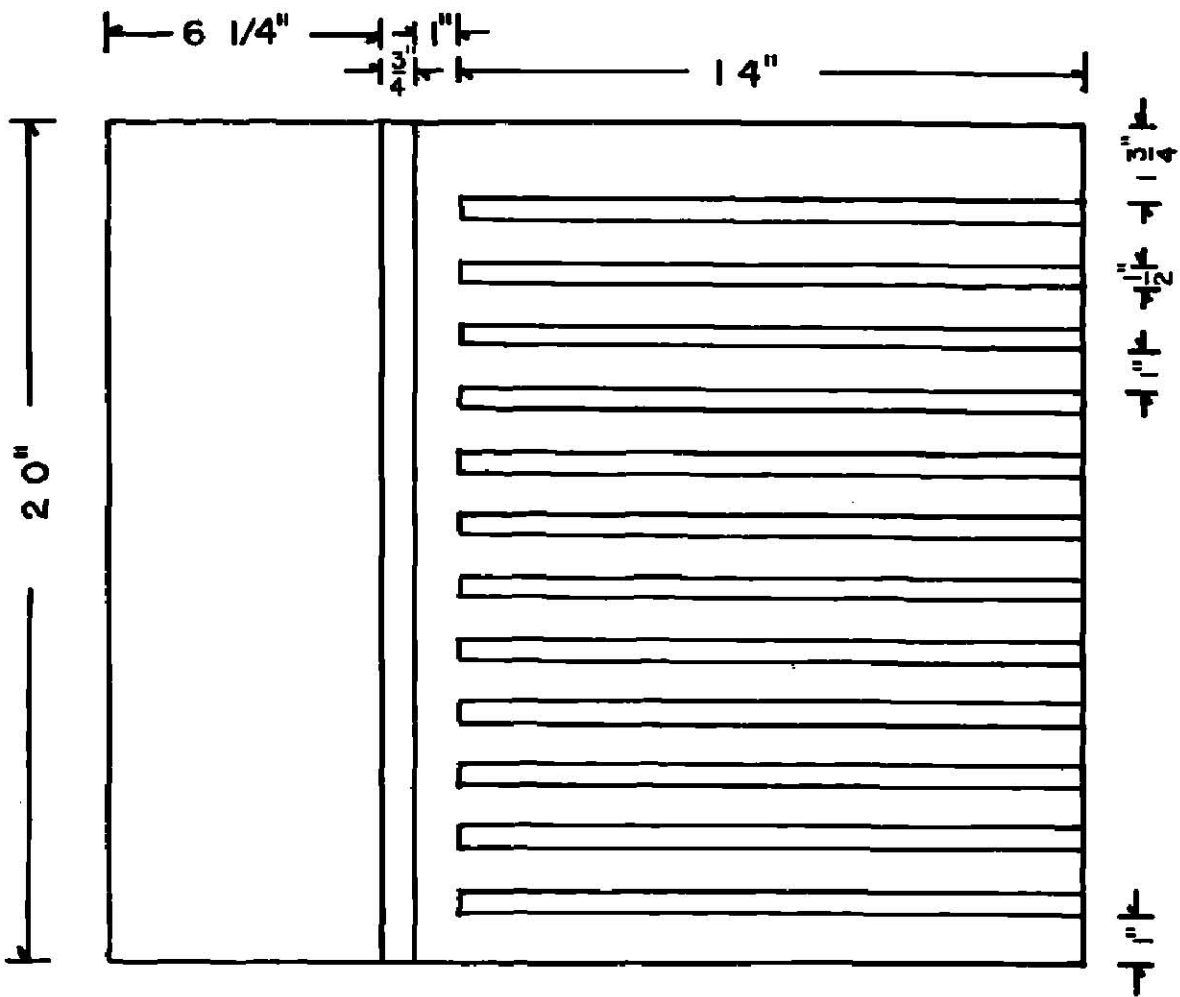
PLANO 3



VISTA LATERAL

esc. 1:25

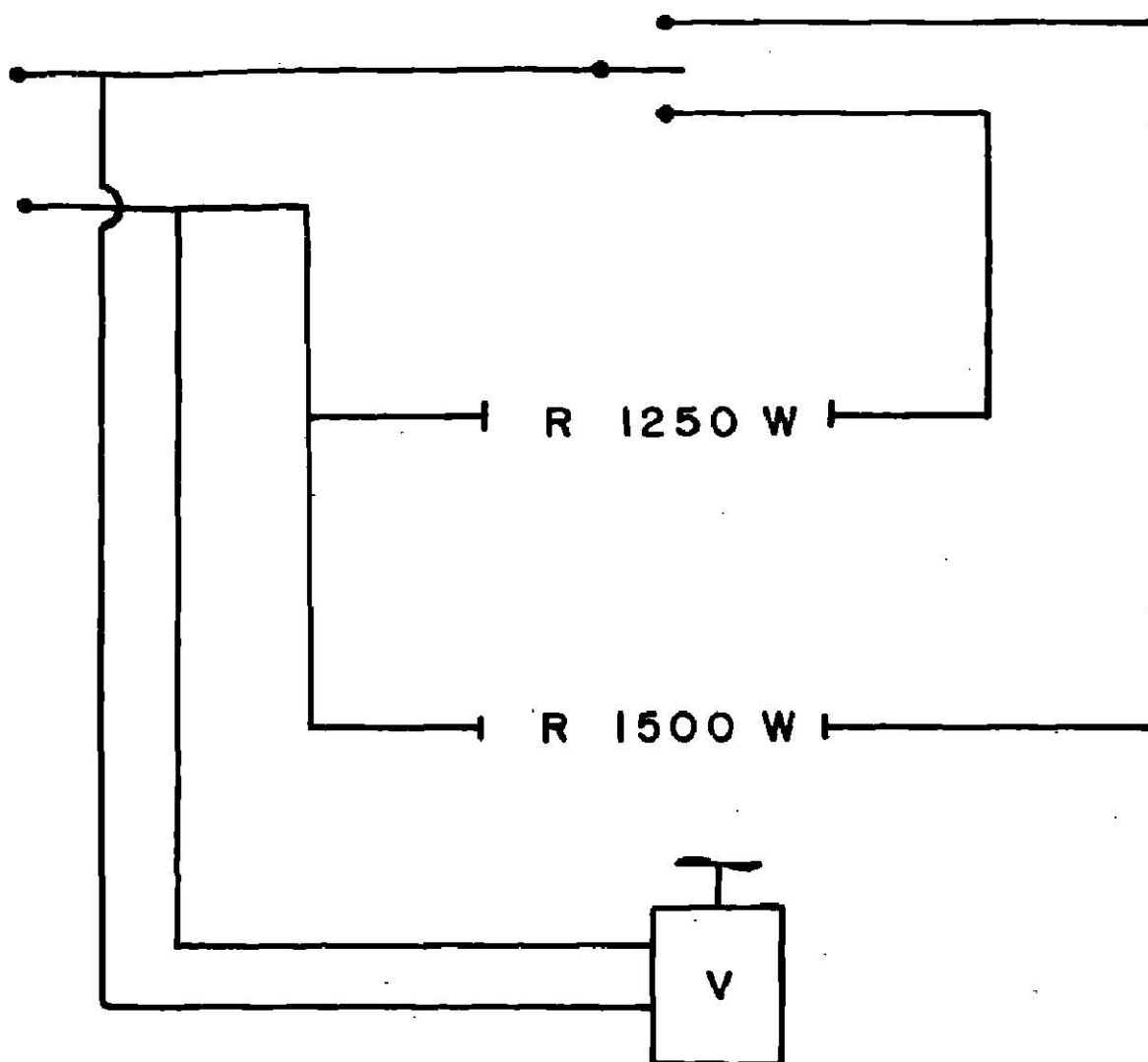
PLANO 4



VISTA LATERAL INTERIOR

esc 1:125

PLANO 5



SIMBOLOGIA

R = RESISTENCIA

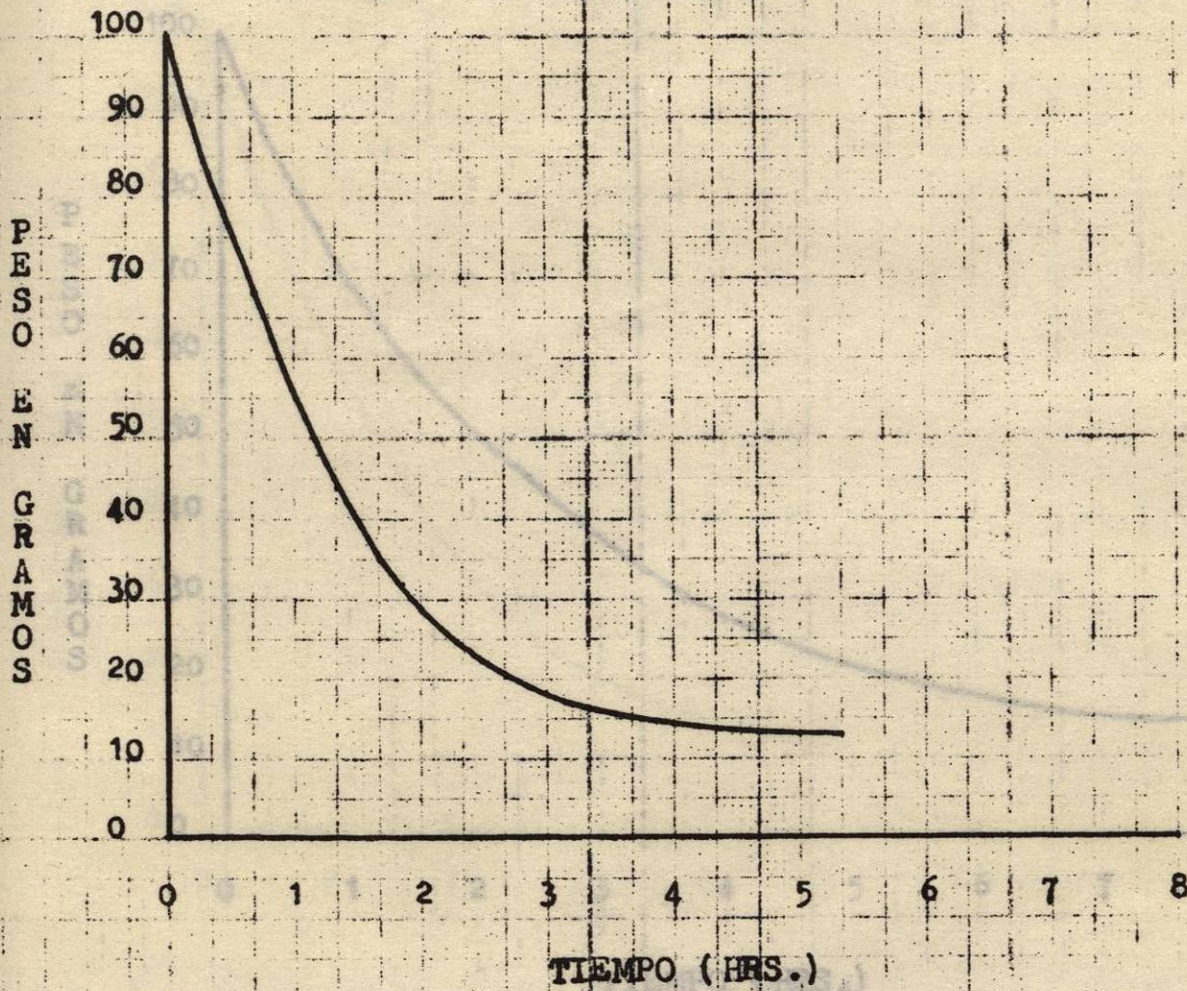
V = VENTILADOR

⏏ = INTERRUPTOR DE DOS FACES



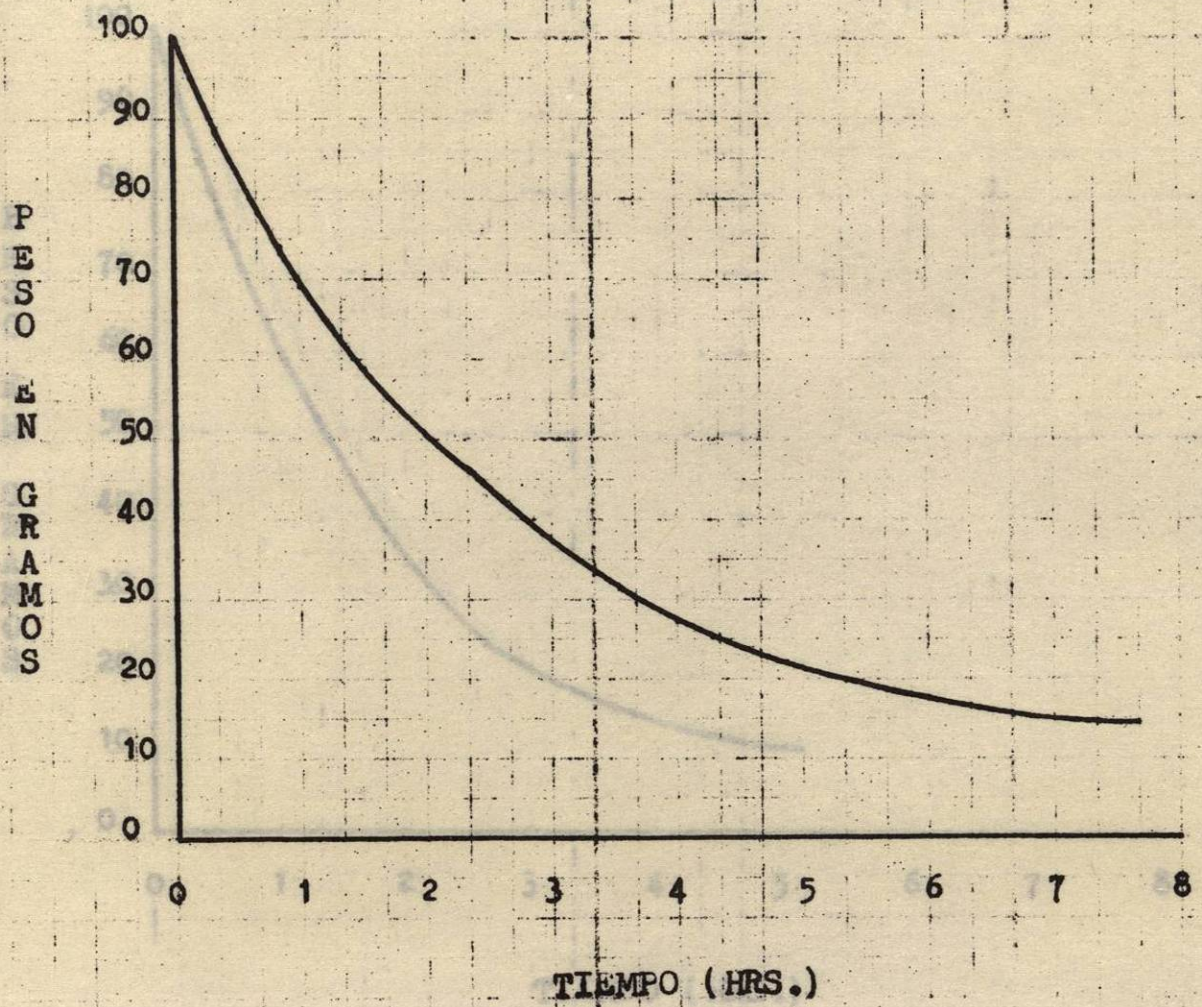
otografía que muestra el secador de cabina.

GRAFICA # 1



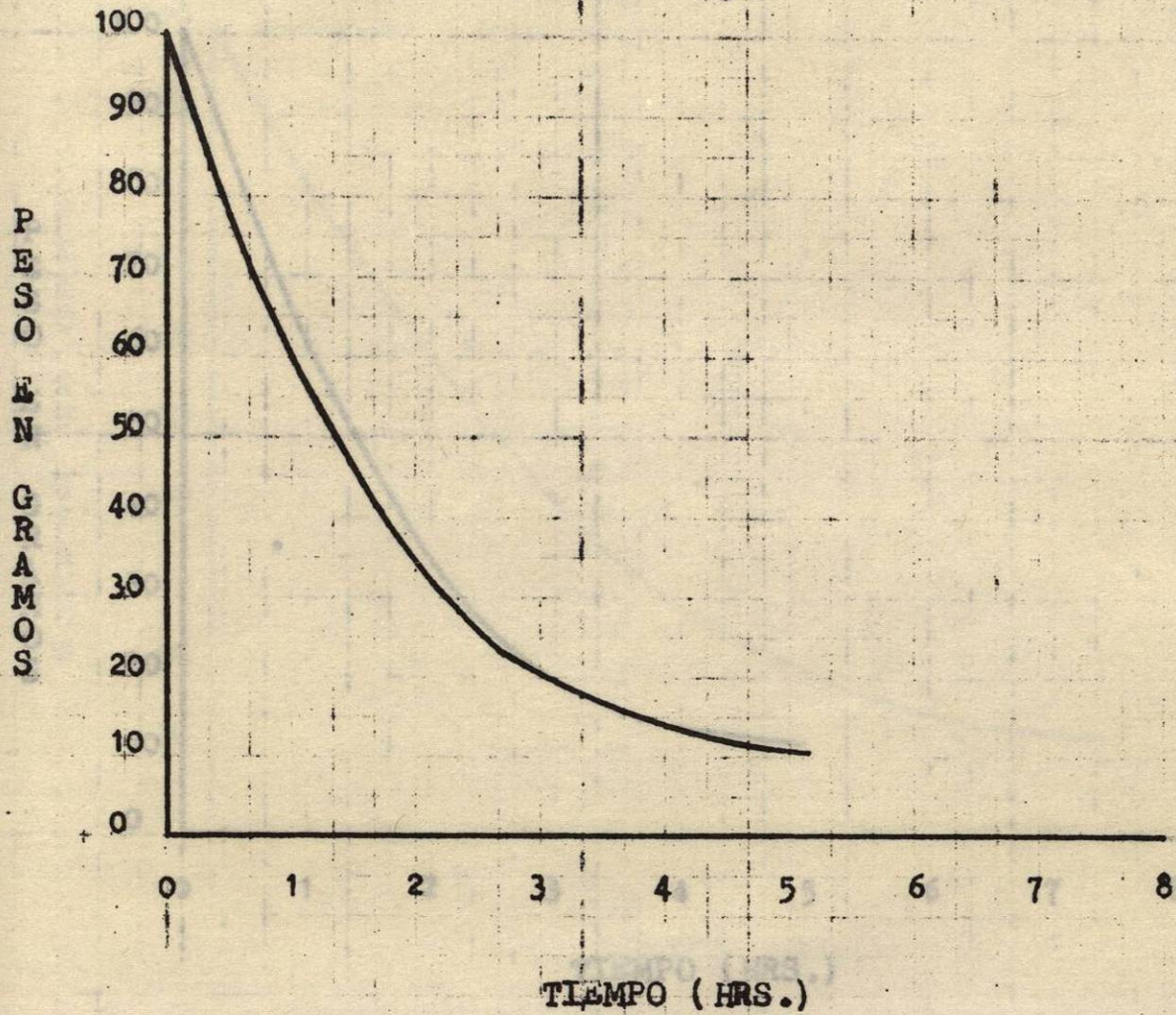
Gráfica que representa los resultados obtenidos al someter la zanahoria natural al secado, con una temperatura de 50°C.

GRAFICA # 2



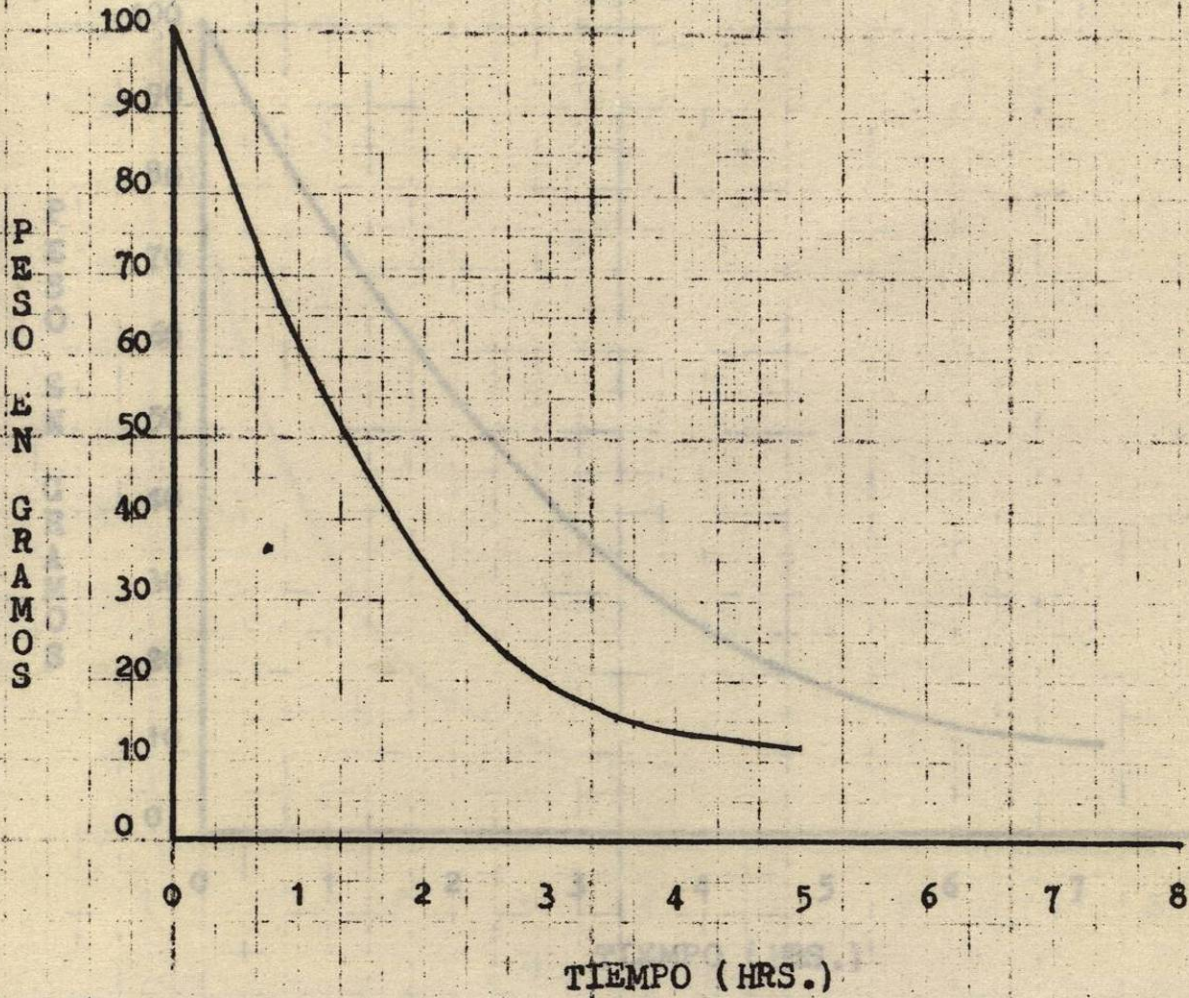
Gráfica que representa los resultados obtenidos al someter la zanahoria natural al secado, con una temperatura de 60°C.

GRAFICA #3



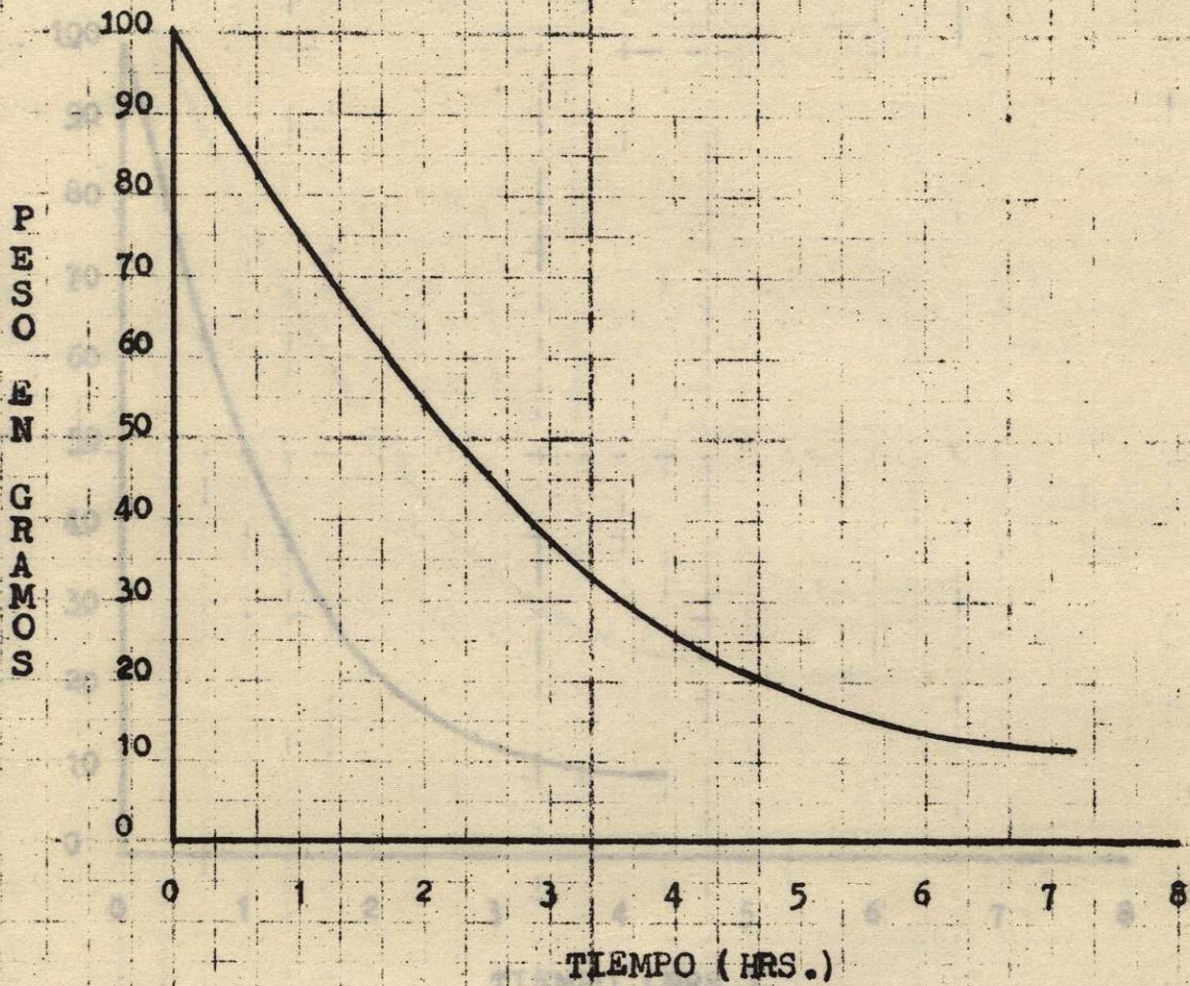
Gráfica que representa los resultados obtenidos al someter la zanahoria al proceso de blanqueado y se cada a una temperatura de 50°C.

GRAFICA # 4



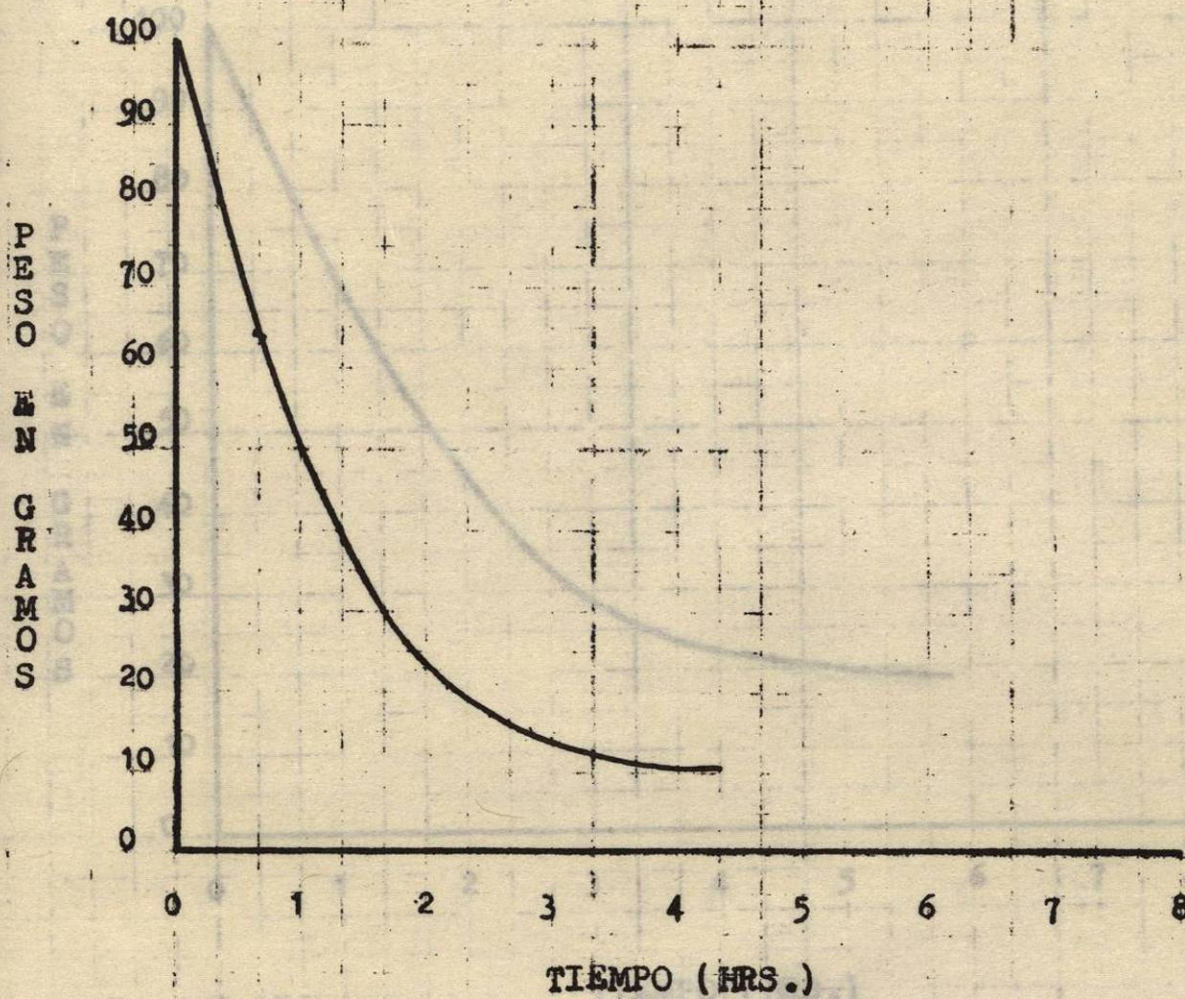
Gráfica que representa los resultados obtenidos al someter la zanahoria al proceso de blanqueado y se cada con una temperatura de 60°C.

GRAFICA #5



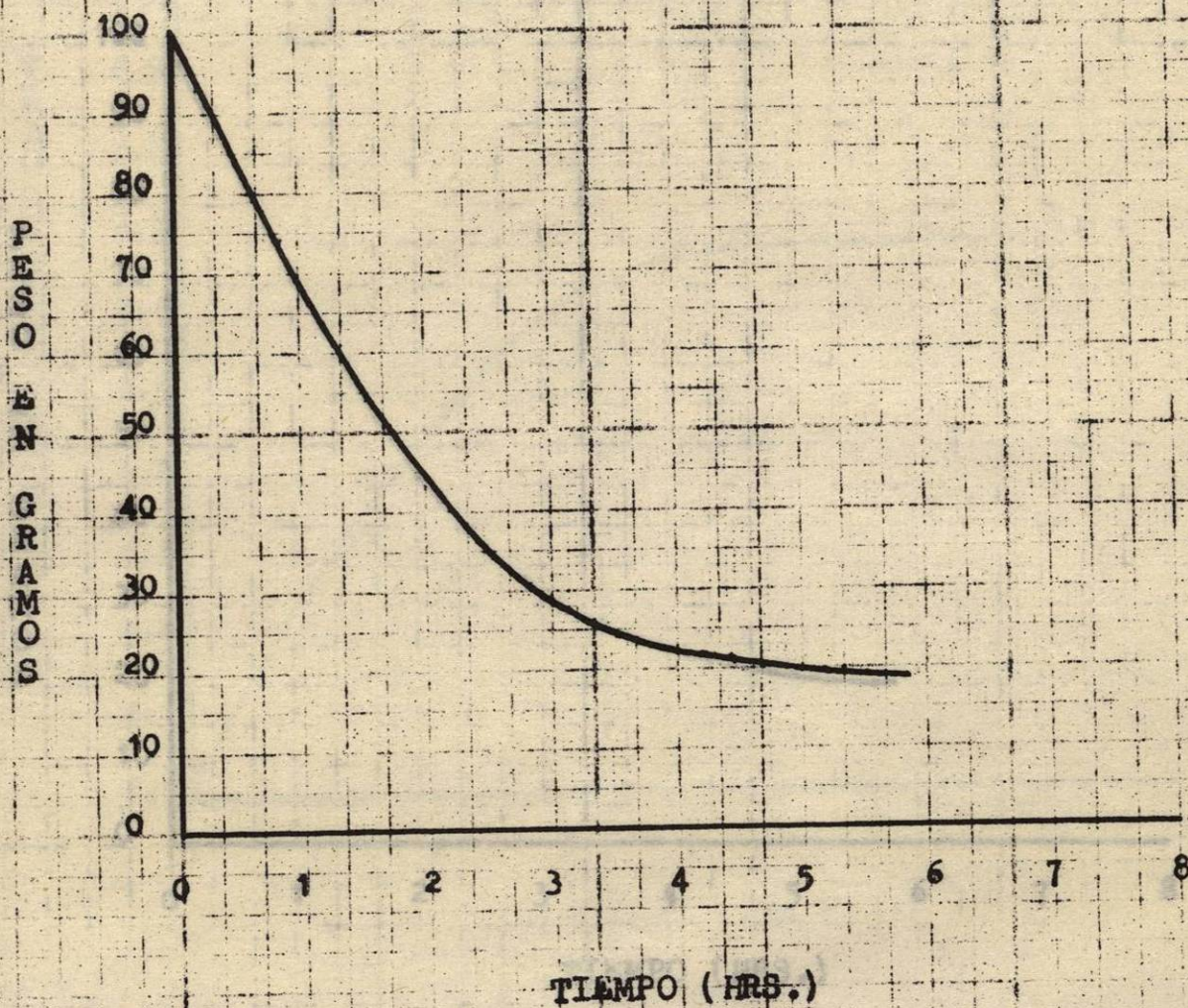
Gráfica que representa los resultados obtenidos al someter la zanahoria al proceso de sulfitado y secado con una temperatura de 50°C.

GRAFICA # 6



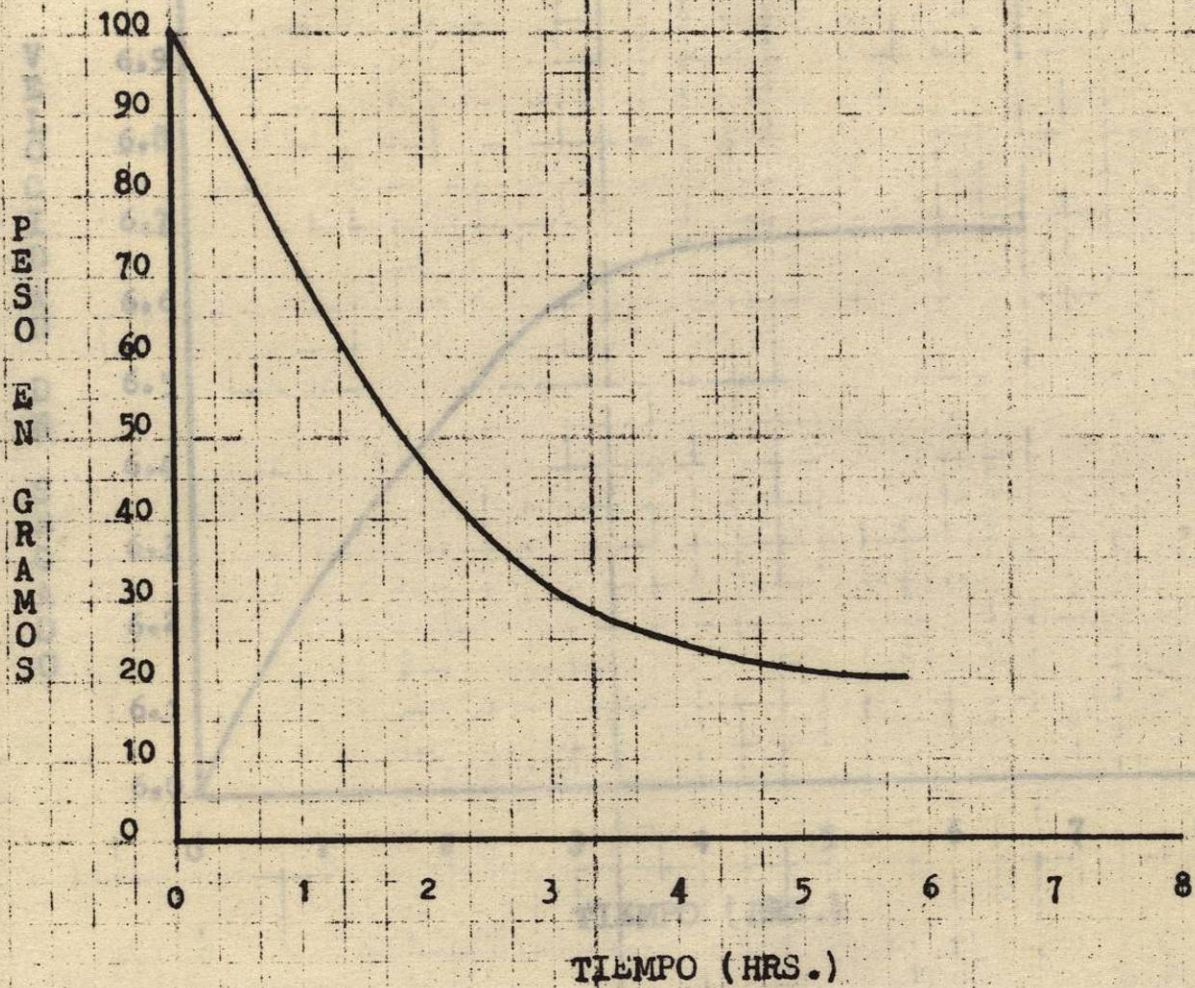
Gráfica que representa los resultados obtenidos al someter la zanahoria al proceso de sulfitado y secado con una temperatura de 60°C .

GRAFICA # 7



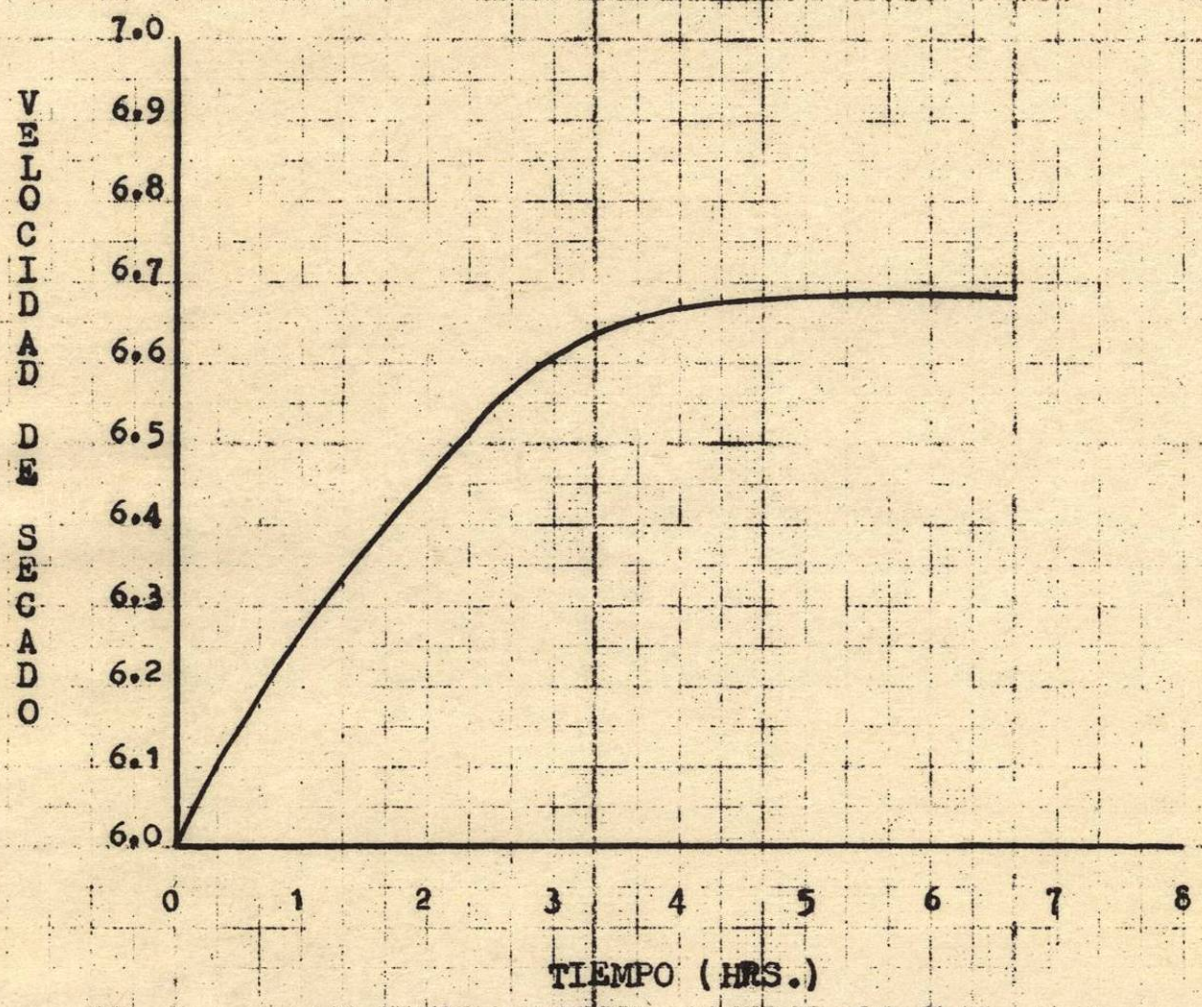
Gráfica que representa los resultados obtenidos al someter la zanahoria al proceso de blanqueado, sulfitado y secada con una temperatura de 50°C .

GRAFICA # 3



Gráfica que representa los resultados obtenidos al someter la zanahoria al proceso de blanqueado, sulfitado y secado con una temperatura de 60°C.

GRAFICA # 9



Gráfica que representa los datos obtenidos en la -
velocidad de secado.

