FECHA DE DEVOLUCION

El último sello marca la fecha tope para ser devuelto este libro.

El lector pagará $5.00 pesos por cada día que pase una semana después del vencimiento.

1 SET. 1988

24 AGO. 1992

$500.00
Bc

19 ENE. 1983

V° B°

UNIVERSIDAD DE MONTERREY

DIVISION DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS

Clasif.
040.664
G984d
1982
c. 1

UNIVERSIDAD
DE MONTERREY

Título

DISEÑO Y CONSTRUCION DE UN SECADOR AL VACIO PARA EL LABORATORIO DE PROCESADO DE ALIMENTOS

REPORTE DEL PROGRAMA DE EVALUACION FINAL

PRESENTADO POR

Autor ROSARIO GUTIERREZ BERNAL

EN OPCION AL TITULO DE

INGENIERO EN ALIMENTOS

MONTERREY, N. L. DICIEMBRE DE 1982

BIBLIOTECA
UNIVERSIDAD DE MONTERREY

Folio
801548

A DIOS TODO PODEROSO

UNIVERSIDAD DE MONTERREY

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SECADOR AL VACIO PARA EL LABORATORIO DE PROCESADO DE ALIMENTOS

MONTERREY, N.L.

DICIEMBRE DE 1982

REPORTE DEL PROGRAMA DE EVALUACION FINAL

PRESENTADO POR :

ROSARIO GUTIERREZ BERNAL

I N D I C E

INTRODUCCION : 1

MATERIALES Y METODOS :

Construcción del secador al vacío 3

Descripción del secador 4

Procedimiento para determinar las curvas de secado. 5

Diseño del secador 6

Cálculo económico 9

TABULACION DE RESULTADOS : 10

DISCUSION Y RESULTADOS : 22

RESUMEN 24

BIBLIOGRAFIA 25

INTRODUCCION

INTRODUCCION

El secado es uno de los métodos más utilizados por el hombre para la conservación de los alimentos .

El primer registro que se tiene sobre alimentos que se hayan secado es de Prescott y Proctor (1937) . J. Graefer, británico que patentó en 1780 el tratamiento de vegetales con agua caliente, bajo condicones de secado . Eisen secó vegetales en charolas dentro de un horno .

Un profesor de química de la Universidad de Harvard llamado E. N. Horsford (1864) fué un fuerte intercesor del uso de los vegetales secos en las tropas militares durante la guerra . Los vegetales secos eran producidos en Canadá y consumidos por la fuerza británica en Francia durante la Primera Guerra Mundial .

Despues en la Segunda Guerra Mundial se desarrollaron otros métodos de secado ; como el secador de tambor que se usó que se usó para secar sopa, tomate y polvos .

La deshidratación se considera que es un secado artificial, es una operación en la cual tienen lugar la transferencia de calor y la transferencia de masa .

Los alimentos secos y deshidratados son más concentrados que cualquier otra forma de productos alimenticios preservados y debido a eso resulta menos costoso producirlos; además el trabajo que se requiere es mínimo, el equipo de proceso es limitado, los implementos necesarios para el almacenamiento son pocos, y los costos que acarrean la distribución de los mismos es reducida .

Existen diferentes tipos de secadores, entre los que se encuentran:

A. Secador al vacío
B. " de banda continúa
C. " " tambor
D. " " Spreas
E. " rotatorio
F. " de cabina
G. " " horno
H. " " túnel
I. Liofilizado

En donde el secador de vacío es muy utilizado para secar frutas y hortalizas .

En éste trabajo se llevó a cabo el diseño y construcción de un secador al vacío para fines de laboratorio , utilizando-productos de fácil adquisición en el mercado y partes desechadas de equipos de laboratorio .

MATERIALES Y METODOS

CONSTRUCCION DEL SECADOR DE VACIO

Para llevar a cabo la construcción del secador después de haberse diseñado, se procedió primeramente a cortar la madera (aglomerado) en las dimensiones especificadas en los planos, después se armaron las paredes con excepción de la posterior; colocándose posteriormente placas de asbesto cubriendo las paredes perfectamente .

Después se hizo un agujero circular en la pared anterior donde se colocó la olla de presión en posición horizontal, en la cual se sostiene por una abrazadera de aluminio .

Una vez colocada la olla de presión, se le pusieron las resistencias de 11 Ω cada una, las que están conectadas en serie y que son controladas por un termostato que se encuentra en la pared lateral-izquiera (vista de frente) . Y se armó entonces la pared posterior .

Luego de haberse realizado todo lo anterior se procedió al "acabado" del secador que consistió en lijar todas las paredes, rezanarlas y pintarlas .

DESCRIPCION DEL SECADOR

El secador consta de dos resistencias conectadas en serie como fuente de calor, colocadas en la parte inferior de-de la olla de presión; con un termostato que las controla, y que está localizado en la pared lateral-izquiera del seca--- dor .

La cámara de secado está formada de una olla de presión de capacidad de 20 lts., colocada en posición horizontal, -- con dos charolas interiores en las que se colocan los alimentos a secar .

En la tapa del secador se encuentran el vacuómetro donde se mide el vacío que hay en el interior de la cámara de - secado, un termómetro y un orificio donde se conecta la bomba de vacío . Para la práctica se usó una bomba Koblenz , de 6.4 Amperes y 127 volts .

PROCEDIMIENTO DE CURVAS DE SECADO

El procedimiento que se llevó a cabo para determinar las curvas de secado es el siguiente :

1. Se pesan aproximadamente 5 grs de muestra, y --- se colocan en recipientes (10 cazuelas de aluminio) previamente tarados .

2. Se colocan las 10 muestras en las charolas del - secador, dichas muestras se marcan con anterio-- ridad para poderlas identificar .

3. Se enciende el secador y se espera a que alcance unos 50-60°C . Y se enciende la bomba de vacío .

4. Después de 15 min. a ésa temperatura se saca la- primera muestra y se pesa . Y así sucesivamente- cada 15 min. se sacan las muestras y se pesan .

5. Se determina la Humedad remanente (% en peso) - y la Humedad remanente (al 100% inicial) de la- siguiente manera :

$$\text{H.perdida} = \text{Muestra húmeda} - \text{Muestra seca}$$

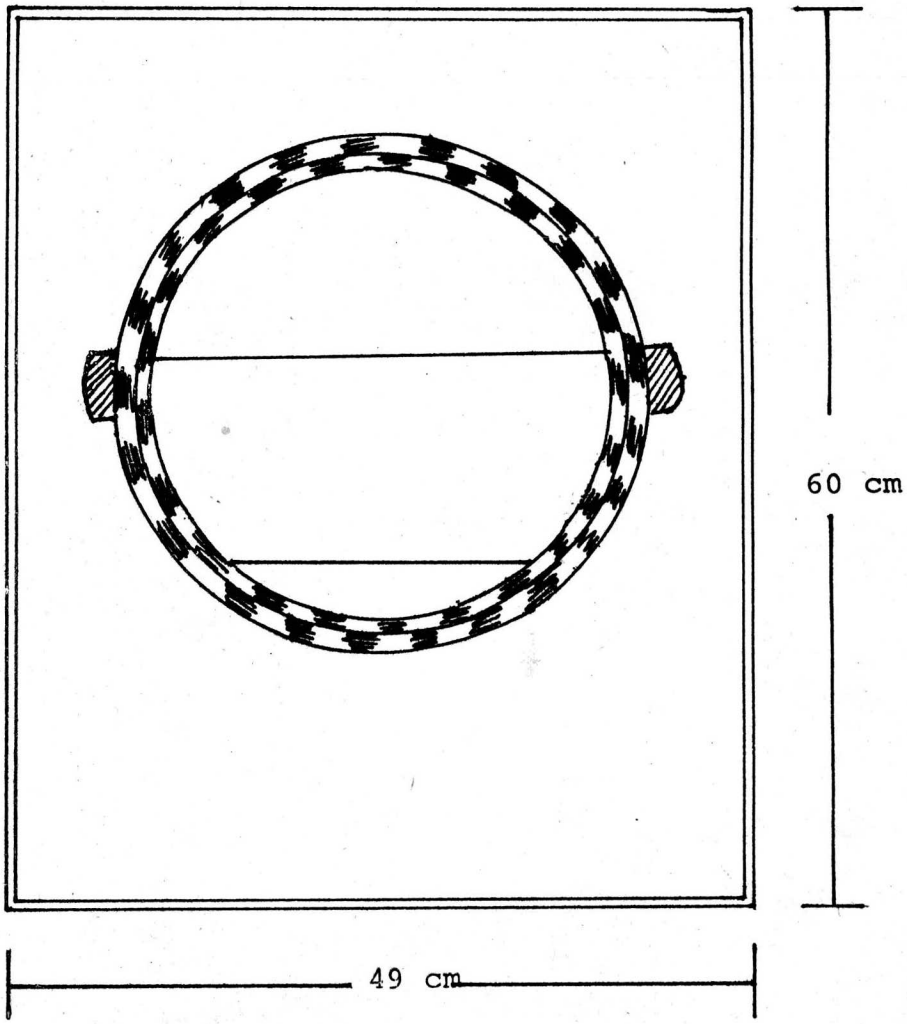
$$\%\ \text{H.perdida} = \frac{(100)\ (\text{H.perdida})}{\text{Muestra}}$$

$$\text{H.Remanente (\% en peso)} = \%\ \text{H.Total} - \%\ \text{H.perdida}$$

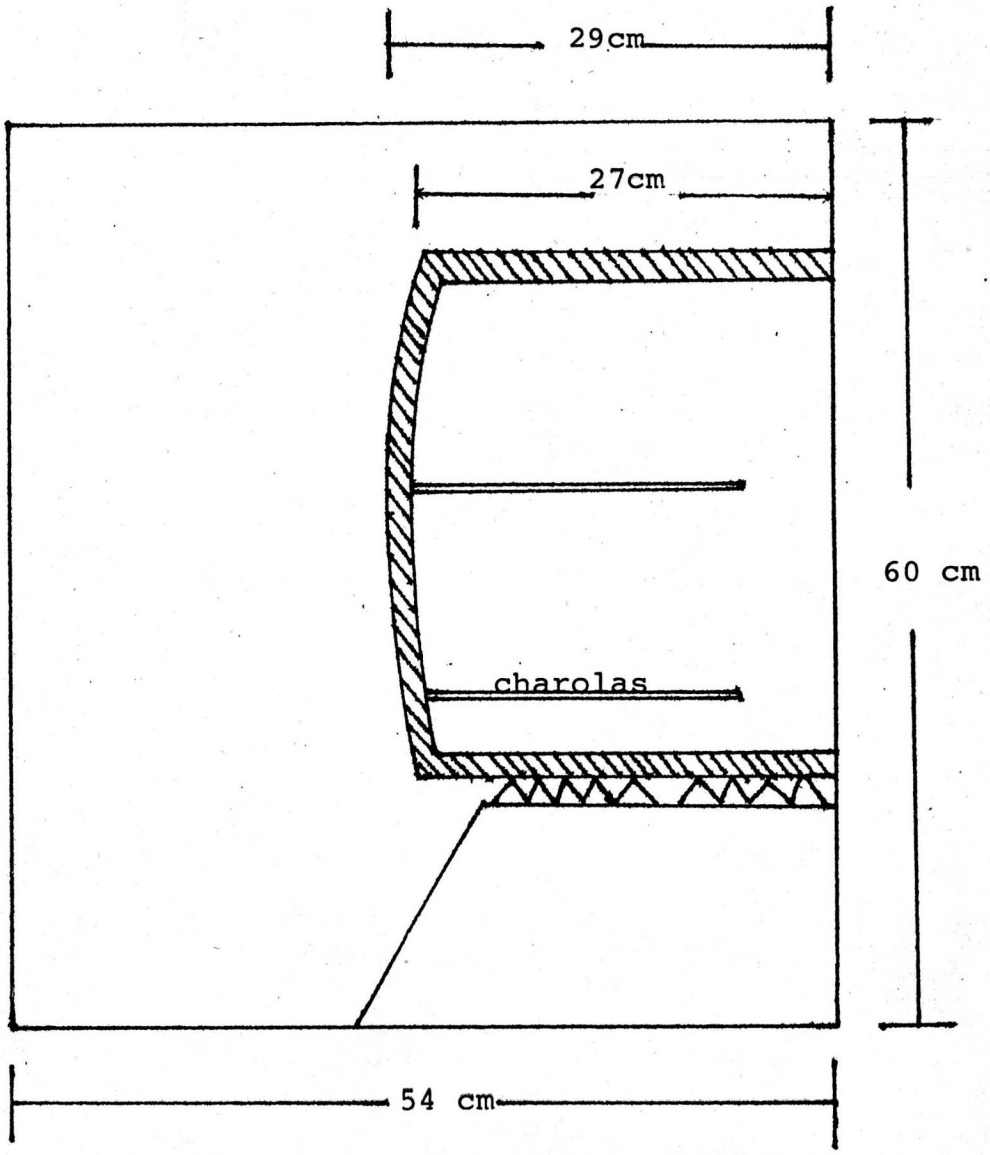
$$\text{H.Remanente (100\% inicial)} = \frac{\text{H.Remanente (\% en peso)}}{\%\ \text{H.Total}}$$

DISEÑO DEL SECADOR

VISTA FRONTAL

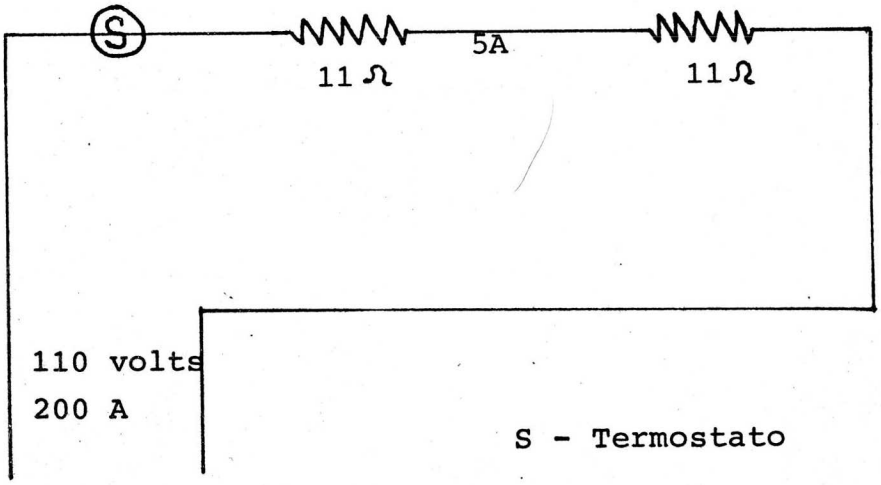


CORTE SECCIONAL-LATERAL



BIBLIOTECA
UNIVERSIDAD DE MONTERREY

CIRCUITO ELECTRICO



$$Rt = R_1 + R_2 = 22\,\Omega$$

$$2\,R = 22\,\Omega$$

$$R_1 = R_2 = 11\,\Omega$$

CALCULO-ECONOMICO

COSTO DEL APARATO

1	hoja de aglomerado	800.00
1	hoja de asbesto	800.00
2	resistencias de 11Ω	4,400.00
1	olla de presión (20 lts.)	2,800.00
1	termostato	2,380.00
1.5	mts. alambre duplex #14	36.00
2	mts. cable #12	280.00
1/2	lts. pintura de aluminio	162.00
1	socket	15.00
1	foco	58.00
	Sub-total $	11,731.00
	+ I.V.A.	117.31
	TOTAL $	11,848.31

COSTO DE OPERACION/HR

Potencia consumida por las resistencias :

P = (5 A)(110 volts) = 550 Watts

Potencia consumida por bomba de vacío :

P = (6.4 A)(127 volts) = 812.8 Watts

Potencia real consumida por el secador :

550.00
812.80
1,362.80 Watts-hr

1 Kwatts-hr ---- $ 3.55

Costo de operación/hr : $ 4.84

TABULACION DE RESULTADOS

TABULACION DE RESULTADOS

Carne en trozos :

Tiempo (min)	H.Remanente (% en peso)	H.Remanente (100%inicial)	H.Remanente corregida (100% inicial)
0	71.80000	100.0000	78.5559
15	47.0487	65.5275	68.8614
30	47.7674	66.5284	60.3633
45	37.0476	51.6680	52.9139
60	30.7809	42.8704	46.3839
75	30.3666	42.2933	40.6597
90	27.2946	38.0147	35.6419
105	21.3634	29.7540	31.2434
120	-------	-------	-------
135	-------	-------	-------
150	-------	-------	-------

Coeficiente de correlación : -.9735

Temperatura promedio : 58°C

Vacío : 550 mm de Hg

Carne en trozos :

Tiempo (min)	H.Remanente (% en peso)	H.Remanente (100% inicial)	H.Remanente corregida (100% inicial)
0	70.0500	100.0000	80.4793
15	48.2941	68.9424	69.6235
30	38.9319	55.5773	60.2320
45	30.8557	44.0481	52.1073
60	28.9115	41.2726	45.0786
75	26.1127	37.2773	38.9980
90	29.7039	42.4038	33.7375
105	36.9633	52.7670	29.1867
120	18.2320	26.0271	25.2497
135	13.9950	19.9785	21.8438
150	9.1410	13.0493	18.8973

Coeficiente de correlación : -.8630

Temperatura promedio : 61°C

Vacío : 540 mm de Hg

Carne en trozos :

Tiempo (min)	H.Remanente (% en peso)	H.Remanente (100% inicial)	H.Remanente corregida (100% inicial)
0	72.7000	100.0000	66.4727
15	38.7158	53.2541	56.5026
30	32.6694	44.9373	48.0280
45	28.1497	38.7203	40.8244
60	24.5201	33.7277	34.7013
75	30.9790	42.6120	29.4965
90	15.8161	21.7553	25.0724
105	16.2725	22.3831	21.3119
120	12.3838	17.0341	18.1154
135	8.1337	11.1880	15.3983
150	11.0610	15.2146	13.0888

Coeficiente de correlación : -.9429

Temperatura promedio : 62°C

Vacío : 530 mm de Hg

Sal común humedecida :

Tiempo (min)	H.Remanente (% en peso)	H.Remanente (100% inicial)	H.remanente corregida (100% inicial)
0	16.6900	100.0000	67.0456
15	9.2513	55.4302	57.8583
30	8.7964	52.7046	49.9299
45	7.0295	42.1180	43.0879
60	6.7653	40.5351	37.1835
75	5.0170	30.0599	32.0882
90	4.3852	26.2744	27.6911
105	3.7184	22.2792	23.8966
120	3.7890	22.7022	20.6220
135	3.4472	20.6543	17.7961
150	2.2461	13.4578	15.3575

Coeficiente de correlación : -.9801

Temperatura promedio : 55°C

Vacío : 560 mm de Hg

BIBLIOTECA
UNIVERSIDAD DE MONTERREY

Carne molida:

Tiempo (min)	H.Remanente (% en peso)	H.Remanente (100% inicial)	H.Remanente corregida (100% inicial)
0	70.4403	100.0000	83.1796
15	55.1893	78.3490	68.2955
30	38.2514	54.3033	56.0747
45	25.0532	35.5665	46.0407
60	19.5129	27.7013	37.8022
75	21.2043	30.1025	31.0379
90	22.5369	31.9944	25.4839
105	12.3882	17.5869	20.9238
120	18.7998	26.6890	17.1797
135	7.6103	10.8039	14.1056
150	8.8585	12.5759	11.5815

Coeficiente de correlación : -.9392

Temperatura promedio : 56°C

Vacío : 550 mm de Hg

Carne molida :

Tiempo (min)	H.Remanente (% en peso)	H.Remanente (100% inicial)	H.Remanente corregida (100% inicial)
0	69.0345	100.0000	71.2133
15	42.7310	61.8981	62.1523
30	42.4008	61.4197	54.2441
45	32.3917	46.9210	47.3422
60	24.1836	35.0312	41.3184
75	23.6518	34.2609	36.0612
90	27.1446	39.3203	31.4728
105	18.8052	27.2402	27.4683
120	14.1082	20.4364	23.9732
135	15.1266	21.9117	20.9229
150	13.4435	19.4736	18.2607

Coeficiente de correlación : -.9677

Temperatura promedio : 57°C

Vacío : 550 mm de Hg

Zanahoria rallada :

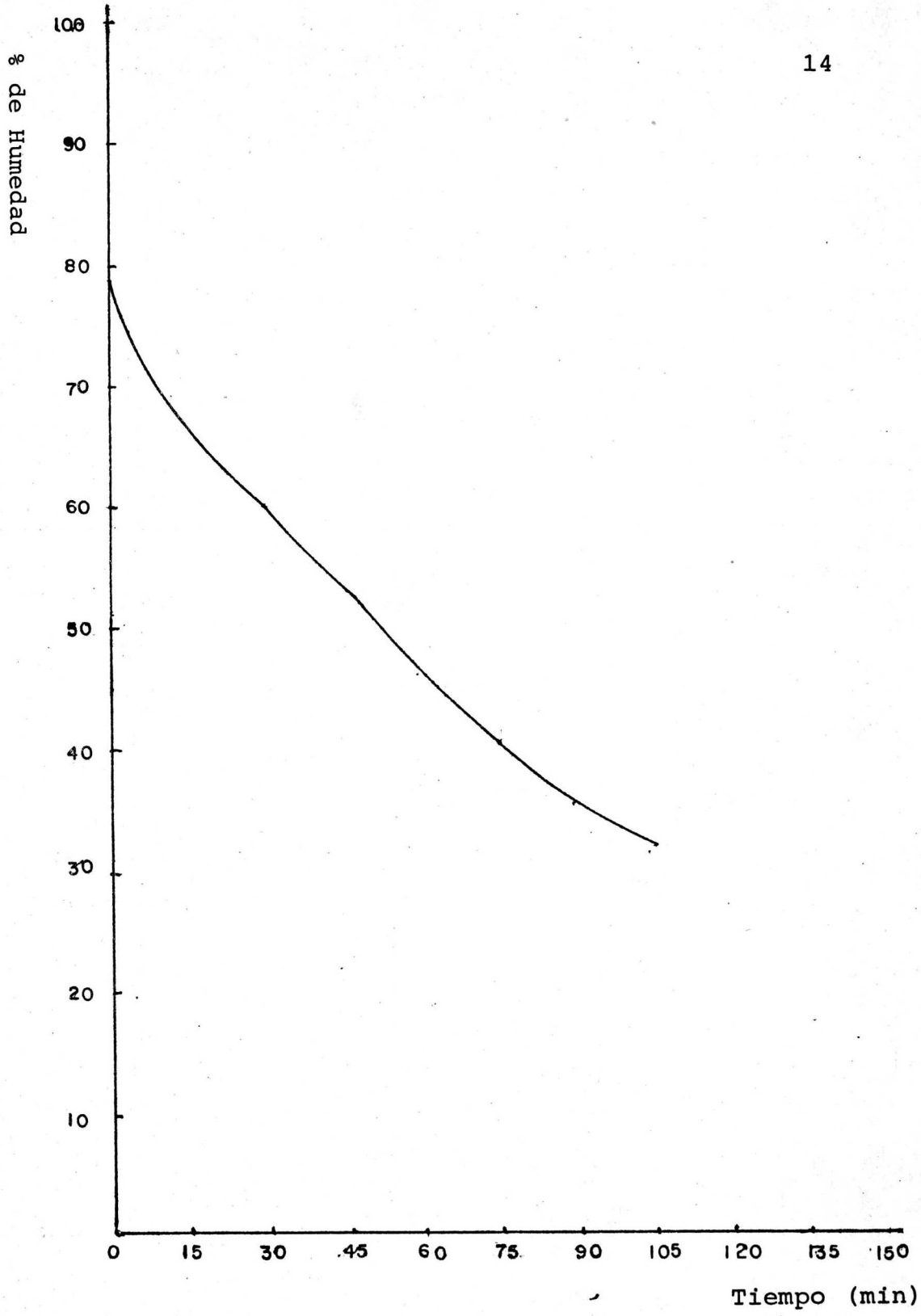
Tiempo (min)	H.Remanente (%en peso)	H.Remanente (100% inicial)	H.Remanente corregida (100% inicial)
0	95.0348	100.0000	74.1550
15	40.8104	42.9426	55.5888
30	36.9711	38.9027	41.6710
45	30.9086	32.5234	31.2379
60	22.9827	24.1834	23.4168
75	17.3235	18.2286	17.5540
90	18.3554	19.3144	13.1590
105	15.1514	15.9430	9.8644
120	6.2386	6.5645	7.3946
135	3.1068	3.2691	5.5432

Coeficiente de correlación : -.9326
Temperatura promedio : 63°C
Vacío : 550 mm de Hg

Zanahoria rallada :

Tiempo (min)	H.Remanente (% en peso)	H.Remanente (100% inicial)	H.Remanente corregida (100% inicial)
0	89.0673	100.0000	117.1530
15	60.1107	67.4891	83.1323
30	50.4531	56.6461	58.9910
45	25.0792	28.1576	41.8603
60	18.0483	20.2637	29.7043
75	28.6594	32.1772	21.0783
90	29.4582	33.0741	14.9572
105	18.3755	20.6311	10.6137
120	5.7553	6.4618	7.5316
135	6.3873	7.1713	5.3444
150	1.2500	1.4034	3.7924

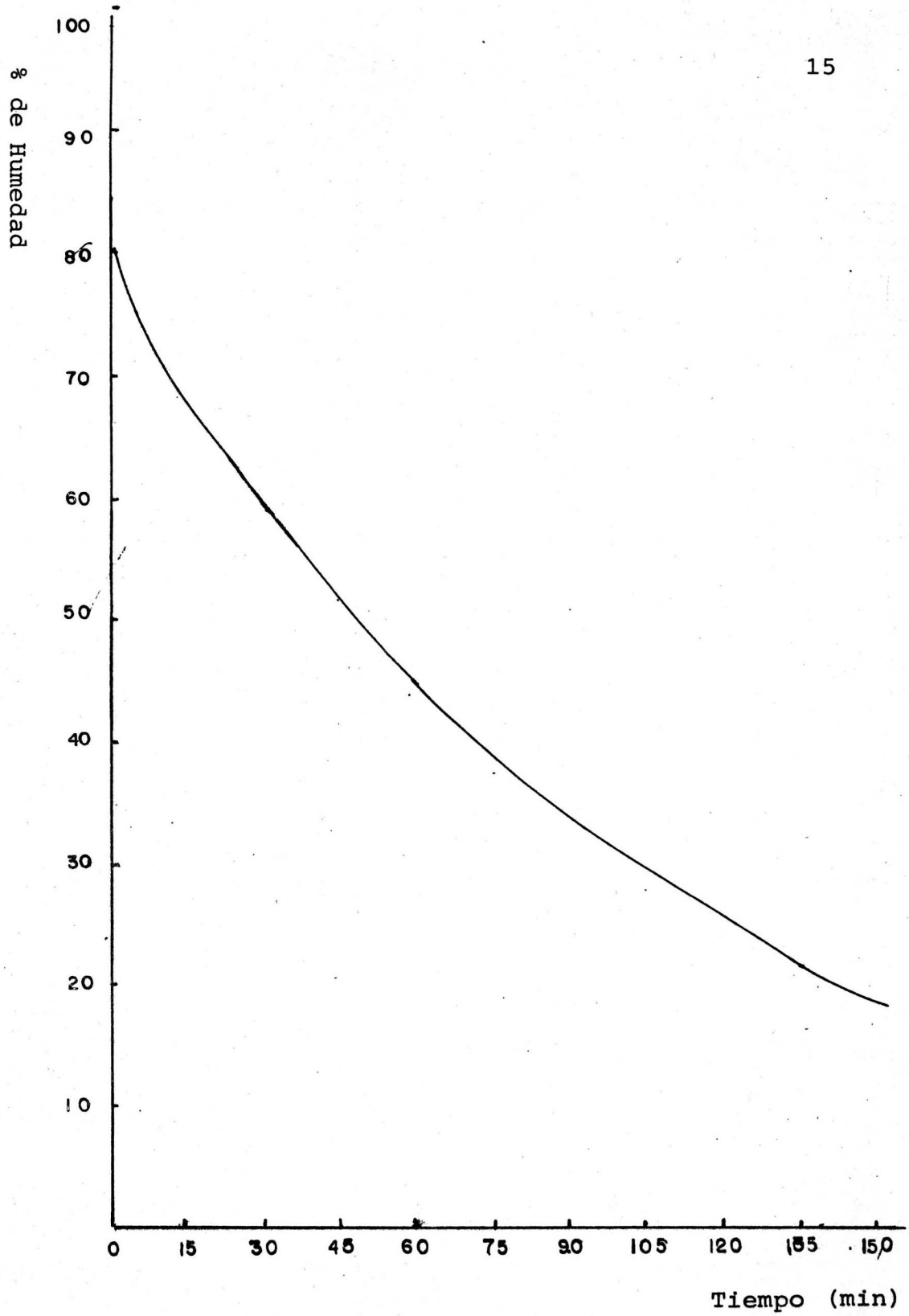
Coeficiente de correlación : -.8846
Temperatura promedio : 64°C
Vacío : 550 mm de Hg



Producto seco : carne en trozos

Temperatura promedio : 58°C

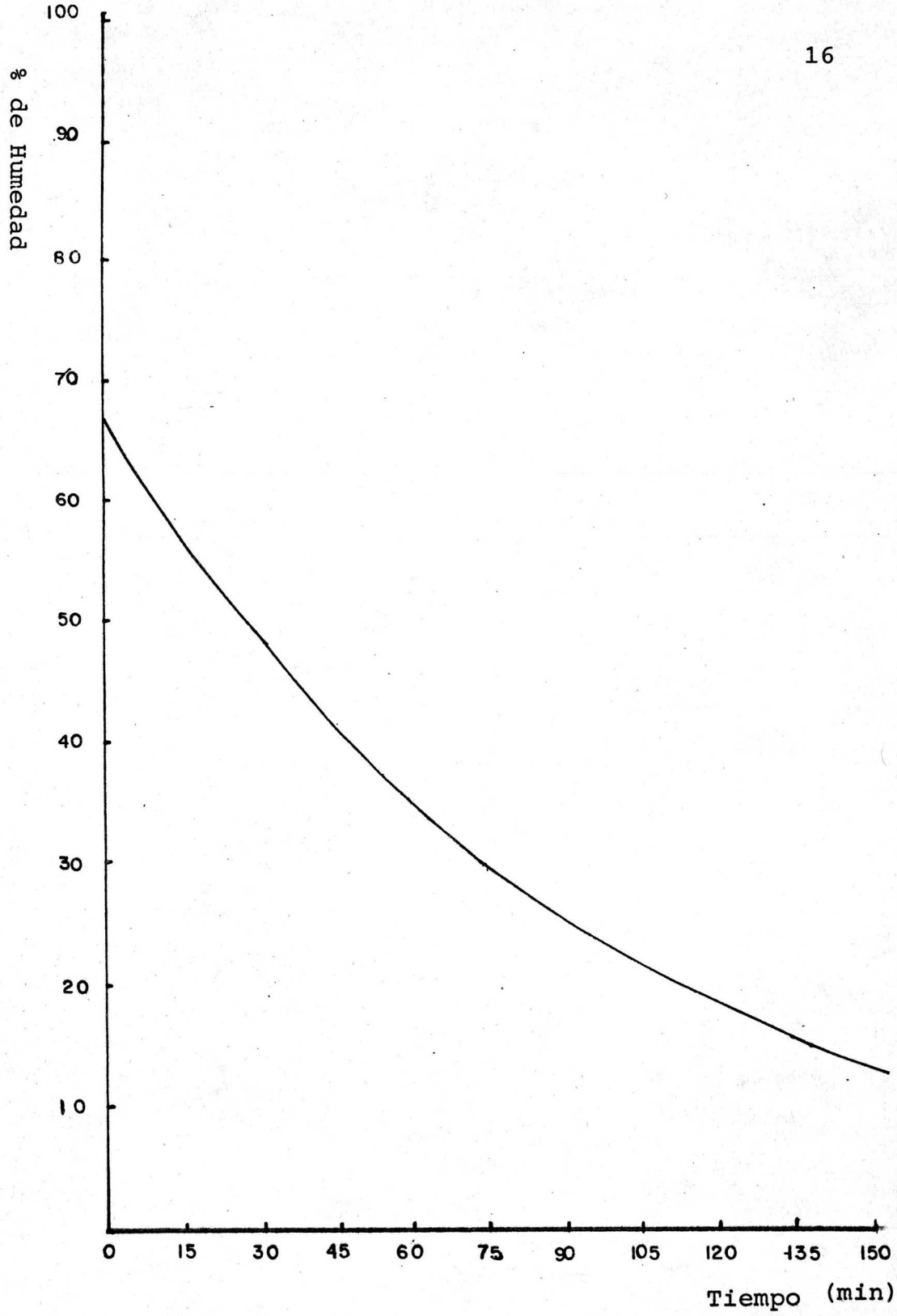
Vacío : 550 mm de Hg



Producto seco : carne en trozos

Temperatura Promedio : 61°C

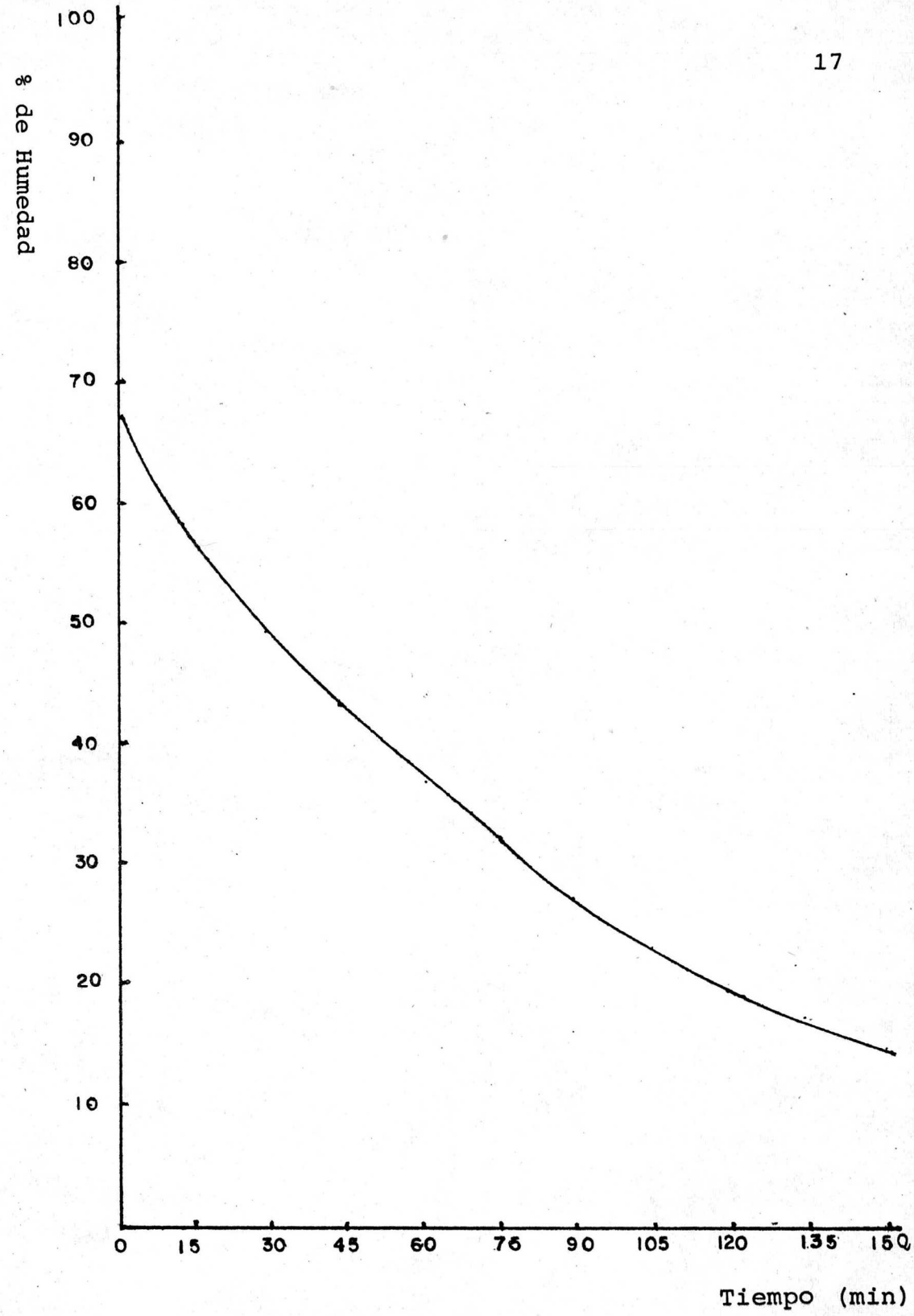
Vacío : 540 mm de Hg



Producto seco : carne en trozos

Temperatura promedio : 62°C

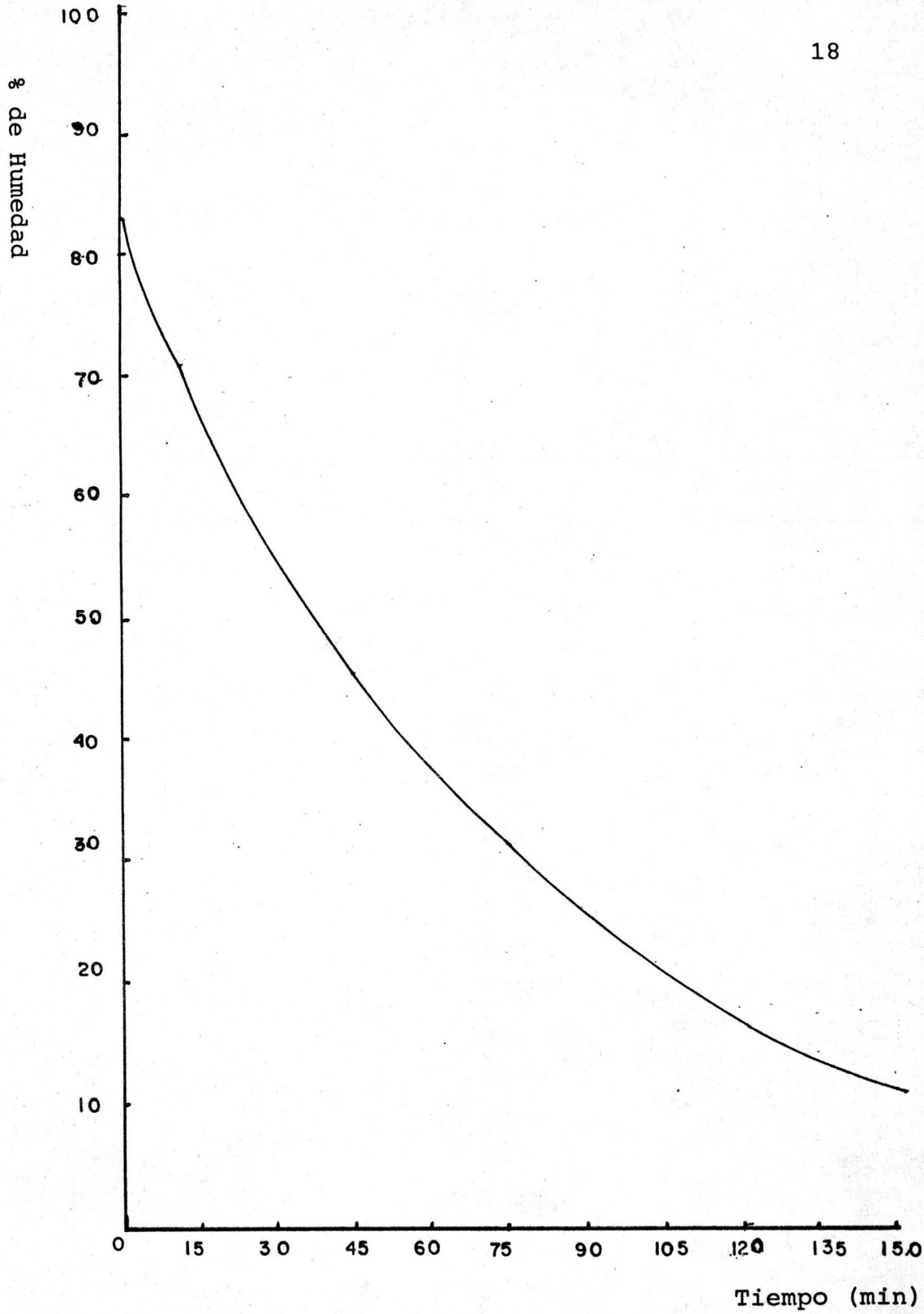
Vacío : 530 mm de Hg



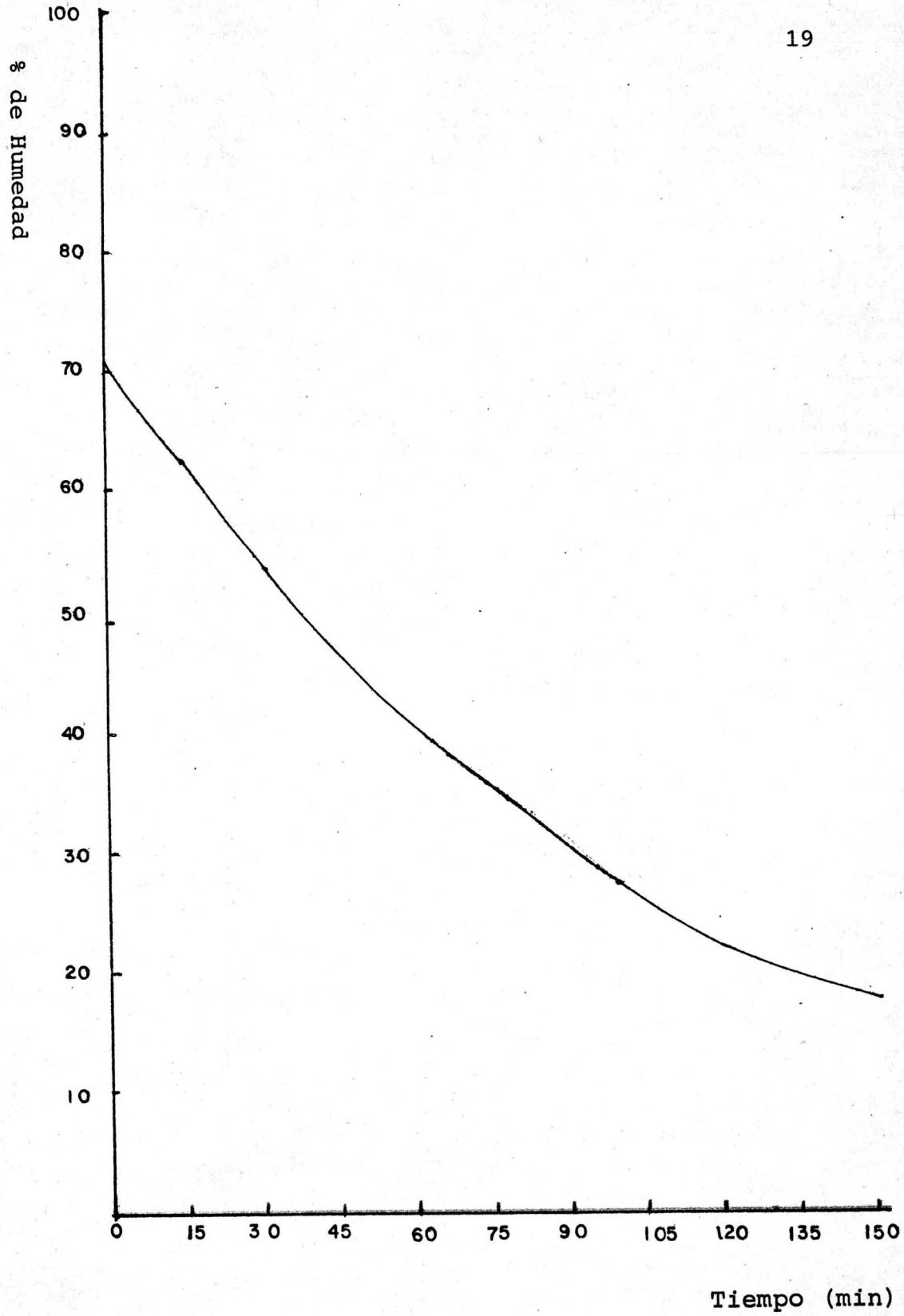
Producto seco : Sal común humedecida

Temperatura promedio : 55°C

Vacío : 560 mm de Hg



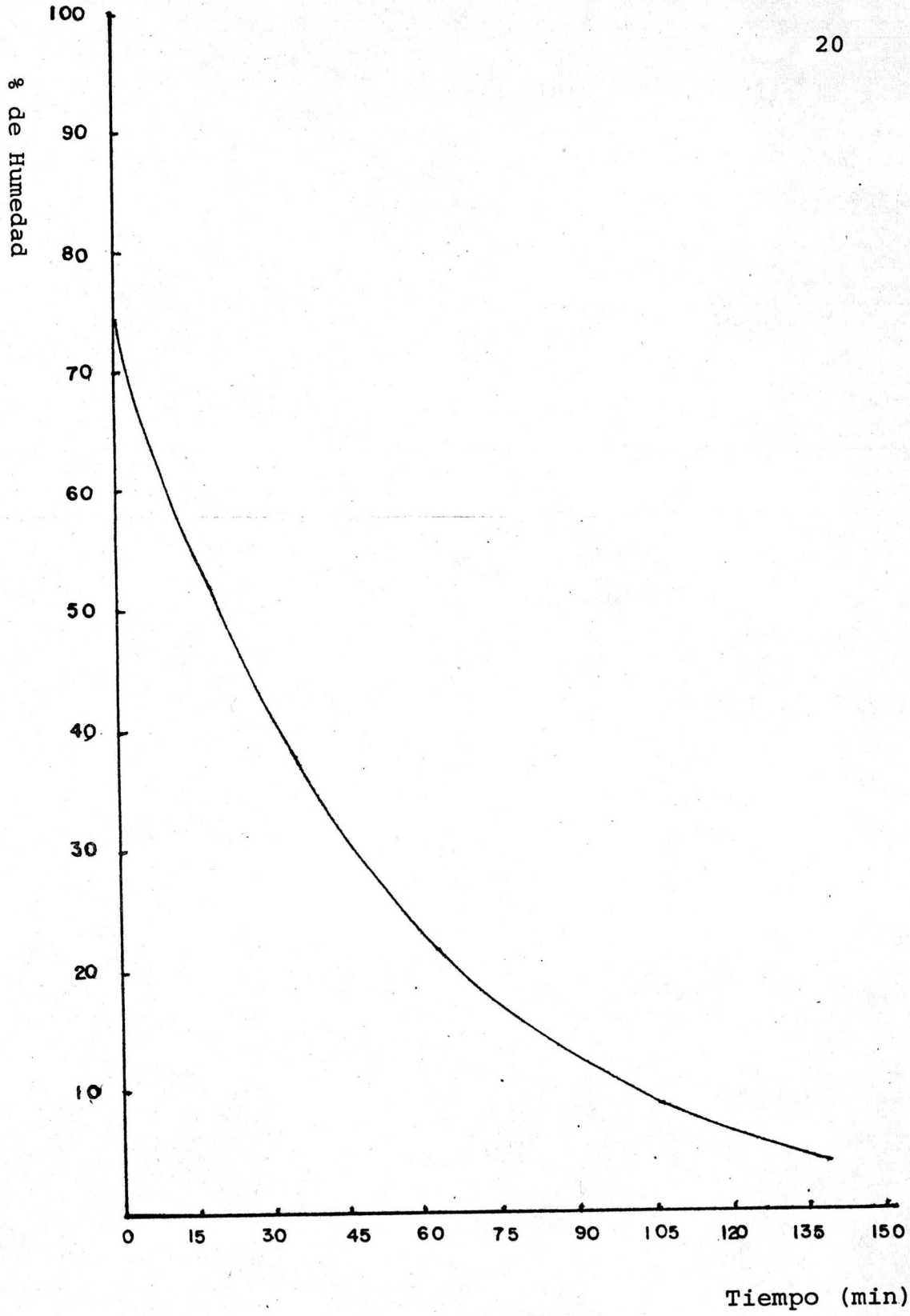
Producto seco : Carne molida
Temperatura promedio : 56°C
Vacío : 550 mm de Hg



Producto seco : carne molida

Temperatura promedio : 57°C

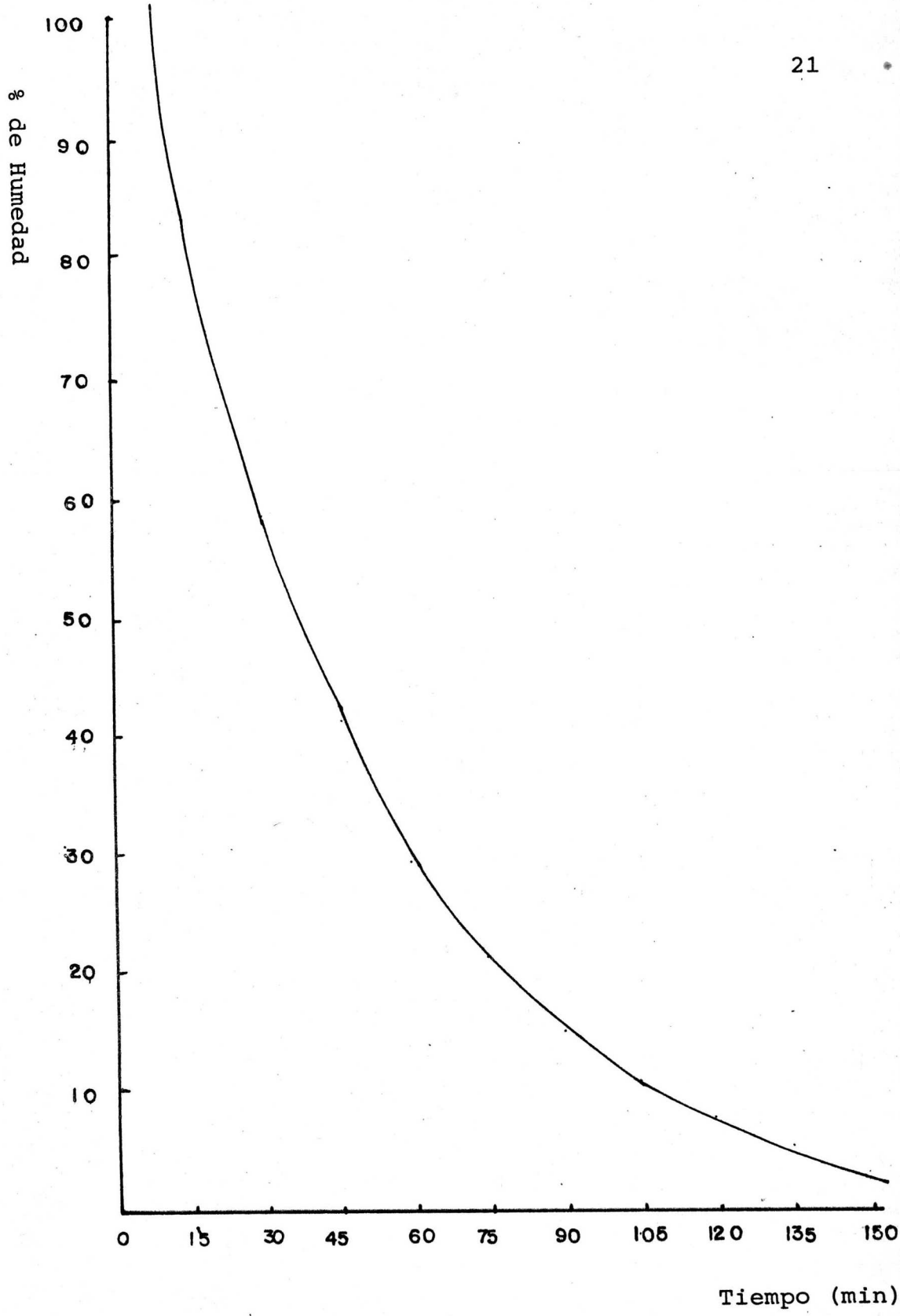
Vacío : 550 mm de Hg



Producto seco : zanahoria rallada

Temperatura promedio : 63°C

Vacío : 550 mm de Hg



Producto seco : zanahoria rallada

Temperatura promedio : 64°C

Vacío : 550 mm de Hg

DISCUSION Y CONCLUSIONES

D I S C U S I O N E S

1. El termostato del aparato permite mantener la temperatura con una variación de ± 2 °C .

2. La bomba trabajó constantemente a un vacío de 560 - mm de Hg bastante aceptable si se toma en cuenta el tamaño de la cámara con respecto al de la bomba .

3. Observamos que hay que guardar cierta precaución -- en la disminución de vacío pues de lo contrario la- entrada de aire a la cámara levante el producto de- sus recipientes respectivos .

4. No se observó variación apreciable entre los dos estantes del horno .

5. Se obtuvo una velocidad de secado muy aceptable en- comparación con otros equipos existentes en el laboratorio . Así mismo hay un mínimo de alteración en- las propiedades de los productos vegetales .

C O N C L U S I O N E S

El secador anteriormente descrito cumple debidamente los requisitos necesarios para llevar a cabo el tipo de experimentación a que está destinado .

R E S U M E N

Se diseñó y se construyó un secador de vacío para la-- boratorio y se hicieron curvas de secado con el mismo.

B I B L I O G R A F I A

1.- Arsdel, Wallace Van, FOOD DEHYDRATION . 2ª edición, vol.1 y 2 .
U.S.A., The Avi Publishing Co.,Inc., 1973

2.- Bender, Arnold, FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY, 1ª edición - U.S.A., Academic Press. 1978

3.- Brennan, J.G. y otros, LAS OPERACIONES DE LA INGENIERIA - DE LOS ALIMENTOS. 2ª edición
España, Ed. Acribia, 1980

4.- Brown,George., OPERACIONES BASICAS DE LA INGENIERIA QUIMICA, 1ª edición .
España, Ed. Marín . 1965

5.- Charm, Stanley E., THE FUNDAMENTALS OF FOOD ENGINEERING - 2ª edición
U.S.A., The Avi Publishing Co., Inc., 1971

6.- Desrosier, N.W., CONSERVACION DE LOS ALIMENTOS, 2ª edición.
México, Compañía Editorial Continental, S.A., 1980

7.- Farrall, A.W. y Robert E. Krieger, ENGINEERING FOR DAIRY- AND FOOD PRODUCTS, 1ª edición
U.S.A., The Avi Publishing Co.,Inc., 1976

8.- Harper, J.C., ELEMENTS OF FOOD ENGINEERING, 1ª edición, - U.S.A., The Avi Publishing Co., Inc., 1976

9.- Heid, J.L. y M.A. joslyn, FUNDAMENTS OF FOOD PROCESSING - OPERATIONS, 2a edición
U.S.A., The Avi Publishing Co., Inc., 1967

10.- Heid, J.L. y M.A. Joslyn, FOOD PROCESSING OPERATIONS, 2ª edición, vol. 2 , U.S.A., The Avi Publishing Co., Inc.,1973

11.- Heid, J.L. y M.A. Joslyn, FUNDAMENTALS OF FOOD PROCESSING OPERATIONS. INGREDIENTS, METHODS AND PACKING, 1ª edición . U.S.A., The Avi Publishing Co., Inc., 1967

12.- Heldman, D.R., FOOD PRCESS ENGINEERING, 1ª edición . ---
U.S.A. The Avi Publishing Co., Inc., 1976

13.- Lihlejohn, Charles E. y George F. Mecnaghan , INTRODU---
CCION A LA INGENIERIA QUIMICA , 1ª edición .
México C.E.C.S.A., 1970

14.- López, V. y P. Ducar, CONSERVACION DE FRUTAS Y HORTALI--
ZAS, 1ª edición,
España, Editorial Acribia, 1976

15.- Matz, Samuel A., FOOD TEXTURE , 1ª edición,
U.S.A. The Avi Publishing Company, Inc., 1962

16.- Olascoaga, J.Q., DIETETICA. BROMATOLOGIA DE LOS ALIMEN--
TOS INDUSTRIALIZADOS. 2ª edición, vol. 3
México, C.E.C.S.A., 1975

17.- Potter, N., LA CIENCIA DE LOS ALIMENTOS, 1ª edición ,
México, Edutex S.A., 1978

18.- Smith, J.M. y H.C. Van Ness, INTRODUCCION A LA TERMODINA
MICA EN INGENIERIA QUIMICA, 1ª edición ,
México, Mc. Graw Hill, 1980