

UAM-I

CED

✓ Nombres: MA. EVANGELINA CEDILLO AGUILAR
Matrícula 79222023
ROSALINDA GUTIERREZ MARTINEZ
Matrícula 79229939

✓ Carrera: INGENIERIA DE ALIMENTOS

Area de concentración: 017

Trimestre: Décimo

Horas semana: 20 horas.

Lugar donde se llevará a cabo: Planta Piloto de la Universidad.

Fecha de inicio: 22 de agosto de 1983.

✓ Fecha de terminación 10 de agosto de 1984.

✓ Nombre del tutor Ing. Edmundo Mercado Silva.

✓ Título: TECNOLOGIA INTEGRADA DE MANGO: ESTU-
DIO DE ACTIVIDAD ENZIMATICA EN PULPA
FRESCA Y PRODUCTOS PROCESADOS (REBA-
NADAS EN ALMIBAR).

Cedillo Aguilar Evangelina
MA. EVANGELINA CEDILLO A.

Rosalinda Gutierrez M.
ROSALINDA GUTIERREZ M.

Edmundo Mercado S.
ING. EDMUNDO MERCADO S.

autorizado.
Rafael Guerra Leguano
15 Dic 85.

UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA

Tecnología Integrada de Mango: Estudio de actividad enzimática
en pulpa fresca y productos procesados (rebanadas en almibar).

Abril de 1985.

1.- Título del Proyecto:

TECNOLOGIA INTEGRADA DE MANGO: ESTUDIO DE ACTIVIDAD ENZIMATICA EN
PULPA FRESCA Y PRODUCTOS PROCESADOS (REBANADAS EN ALMIBAR).

2.- a) Naturaleza del Proyecto.

Investigación aplicada.

b) Justificación del Proyecto.

Es importante tener datos sobre la actividad enzimática de las -
enzimas Pectinesterasa y Poligalacturonasa, para poder estable--
cer si existe relación entre la actividad de estas enzimas con -
la textura de productos tratados térmicamente y que, presentan -
la posibilidad de una reacción enzimática.

3.- INTRODUCCION:

Considerando el gran interés de muchos productores de mango y, de algunas Instituciones de Crédito, en conocer la problemática en cuanto a la producción, manejo, empaque, industrialización y comercialización del mango, se han hecho estudios para dar una aportación a la solución del problema de mango en México.

De acuerdo a las cifras de la FAO para 1972, la producción mundial de este fruto alcanzó la cifra de 11'705,000 tons., el 95% de las cuales se cosechó en 10 países; 4 de Asia, 5 de América Latina y 1 de Africa. El mayor productor es la India con 70% (8'400,000 tons.), le sigue Brasil que, participa con unas 665,000 tons., luego Pakistán y Bangladesh con 660,000 y 480,000 tons., respectivamente. México ocupa el 5o. lugar con una participación de apenas del 2%.

El cultivo del mango en México, se ha extendido a 26 de las 32 entidades Federativas, en una superficie aproximada de 26,450 hectáreas y una producción de 380,000 tons. (incluyendo criollos, manila y finos). Se estimó que en 5 años más, la producción se quintuplicará.

De acuerdo a los incrementos de producción de mango que se esperan en los próximos años, habrá necesidad de establecer muchas empacadoras para acondicionar la fruta para su venta, tanto nacional como de exportación. Asimismo, deberá industrializarse un buen porcentaje del mango que se produzca, tanto en las industrias existentes en el país, como en otras que deberán establecerse en las regiones productoras en donde cuentan además con otras frutas para trabajar mayor número de días al año.

El mango ocupa el 2o. lugar de importancia dentro de las principales frutas tropicales, es una rica fuente de vitaminas A y C. En relación a su demanda doméstica, está satisfecha ya que, en su mayoría se consume como fruta fresca. Sin embargo, la aceptación general del mango fresco o procesado es baja, debido a que la fruta está clasificada como inmadura y sólo los consumidores con experiencia aprecian el rico sabor de la fruta madura.

La maduración en el mango, se caracteriza por el ablandamiento de la pulpa, trayendo cambios dramáticos en la distribución de las sustancias pécticas, mostrándose cambios en la fruta madura lentamente.

Poco se ha trabajado en México para el aprovechamiento integral del mango y, la diversificación de usos, a pesar de que actualmente, existen volúmenes elevados de fruta desperdiciada por falta de mercado, sobre todo en ciertas épocas críticas en que el precio de la fruta fresca se desploma.

En la actualidad, la industrialización del mango consiste en la elaboración de rebanadas en almíbar, néctares y refresquería. La vida de anaquel determinada en los productos que se van a enlatar, tienen determinada textura la cual, cambia con el tratamiento térmico y se va deteriorando; por lo tanto, se pueden seleccionar las variedades más resistentes al cambio y el tratamiento óptimo.

Debido a que en este tipo de producto por su elevada acidez, el tipo de microorganismos presentes, no tienen grandes riesgos microbiológicos por esas condiciones. Estos microorganismos pueden ser levaduras u hongos, -

los cuales son térmicamente más débiles, pasando a ser de mayor importancia las reacciones de tipo químico y bioquímico que, pueden alterar el -- producto y por esa razón, se han tratado de emplear la poligalacturonasa y pectinesterasa, para hacer una evaluación de proceso térmico; ésto es - definir en tiempo y temperatura, el proceso óptimo para obtener un producto de mayor calidad, sin dañar su textura o presentación que, sería desagradable para el consumidor.

4.- ANTECEDENTES.

La maduración de la fruta de mango, está caracterizada por el ablandamiento de la pulpa. La madurez óptima está asociada con una suavidad y un rango de firmeza. En peras, duraznos y manzanas blandas, la maduración está acompañada por la solubilización de la pectina. La enzima poligalacturonasa se ha detectado en duraznos maduros (Pressey, et. al 1961) y peras (Mc Cready and Mc. Comb, 1954), pero no en frutas verdes. (2,7).

Las sustancias pécticas son depositadas principalmente en la pared celular y en la laminilla media, actuando como materiales aglutinantes. Son derivados de los ácidos poligalacturónicos y, se presentan en forma de protopectina, ácidos pectínico y ácidos pécticos (Kertezs 1951). El total de sustancias pécticas aumenta en el curso del desarrollo de los frutos. A medida que éstos maduran, el contenido de pectatos y pectinatos solubles aumenta, mientras que disminuye el contenido total de sustancias pécticas. Estas tendencias se encontraron en las frutas siguientes: melón (Rosa 1928), plátano (Von Loesecke 1950), cítricos (Sinclair y Joliffe 1958, 1961), fresas (Neal 1965) y mango. A medida que cambia la pectina, la macidez de los frutos disminuye. (8)

Hay pruebas que señalan que, durante la maduración de los frutos, operan dos procesos sobre las sustancias pécticas: despolimerización o acortamiento de la longitud de las cadenas y desesterificación o remoción de grupos metílicos del polímero. En los tomates, la despolimerización de las sustancias pécticas es indicada por una disminución en la viscosidad de -

sus sales, a medida que avanza la maduración (Spencer 1965). La protopectina de los aguacates, disminuyó a medida que fue apareciendo la fracción soluble en agua (Dolendo et al. 1966). La esterificación de la pectina total, decreció del 85 al 45%. (7).

Muchos de los efectos químicos y físicos que se observan durante la maduración de los frutos, son atribuidos a acciones enzimáticas. Por ejemplo, el ablandamiento de los frutos de tomate durante la maduración, se ha -- mostrado que está asociado en forma estrecha con el incremento en las actividades de la pectinesterasa (Kertsz 1938) y la poligalacturonasa (Hobson 1964), al igual que ocurre en los aguacates (Mc Ready y Mc Comb 1954), la piña (Hobson 1962), los bananos (Hultin y Levine 1965) y los mangos -- (Maltoo y Modi 1969) (6).

Los cambios estructurales de sustancias pécticas (causadas por enzimas -- pécticas), son un factor importante en la maduración de frutas y vegetales y, en la consistencia y estabilidad de sus productos. Las frutas cítricas son ricas en sustancias pécticas pero, hasta ahora, ésto no ha sido claro; de todas maneras, éstas contienen pectinasas y especialmente poligalacturonasas. En varios trabajos (Mac Donnel, et. al, 1945; Mannheim and Siv 1969; Korner 1971), faltó encontrar actividad de poligalacturonasa en naranja, limones y mandarinas. En toronjas, sin embargo, se halló una leve actividad de poligalacturonasa (Pratt an Powers, 1953; Mannheim y Siv 1969). Este efecto, demuestra claramente la presencia de poligalacturonasa en cítricos, bajo la suposición de la destrucción de sustancias

pécticas en tejidos de cítricos; ésto se debe a la actividad de la pectinesterasa seguida por reacciones monoenzimáticas. Se ha reportado (Cook et al, 1970; Alberasheim y Anderson 1971) que el daño del tejido, es producido por la poligalacturonasa. (2).

Raymond y Phaff, encontraron que había una relación positiva entre la actividad de la poligalacturonasa y la maduración de las frutas. Más tarde Barash y Khazzam y Zaubermany y Schiffmann-Nader, encontraron que la actividad de la poligalacturonasa se incrementa rápidamente después de la cosecha. En la postcosecha se encontró que, la actividad de la pectin-metil-esterasa decrece, lo cual fue demostrado por Zaubermany y Shiffmann-Nadel, Rouse y Barmore. (7)

Para controlar estos cambios en la textura, se requiere de un tratamiento térmico adecuado para inactivar la pectinesterasa y la poligalacturonasa, en los jugos, pulpas y rebanadas en almibar, el cual varía con la variedad pH, etc. (Rouse & Atkins 1952, 1953, Kew et. al, 1957; Rothschild, -- Von Vliot and Korenty, 1975). (1).

Los métodos térmicos juegan un papel importante en la conservación de alimentos. Diversas técnicas han sido implementadas para destruir microorganismos o enzimas que, puedan causar problemas de salud (toxicidad) en el consumidor o bien, puedan destruir al producto durante su almacenamiento. Al mismo tiempo, se desea que el alimento retenga sus propiedades nutricionales y organolépticas (Ohlsson 1980, Saguy y Karel 1979) (11).

Un proceso térmico, es aquel que comprende ya sea la transferencia de calor del medio hacia el alimento como de su eliminación (Bee y Park, 1978). Al hablar de productos enlatados, se piensa generalmente que, la penetración del calor sea tal que esterilice al alimento; es decir que sean eliminados todos los microorganismos o sus esporas. Prácticamente es casi imposible lograr que un producto sea estéril. Por otro lado, si se desea garantizar la completa destrucción de formas viables, el tratamiento sería tal que destruiría al alimento. Debido a esto, se ha introducido el concepto de "Esterilización Comercial"; comúnmente usada para inactivar enzimas o inhibir microorganismos (o sus esporas), evitando que crezcan, eliminando las posibilidades de daño al alimento o problemas de salud bajo las condiciones normales de almacenado, (Lund, 1977). (11).

En el tratamiento térmico es deseable la inactivación de enzimas que puedan perjudicar al producto enlatado (Liu y Luh, 1980). La mayoría de este tipo de alimentos, han sido envasados en condiciones anaeróbicas, tradicionalmente en recipientes de vidrio y hojalata (Bishop, 1978). Recientemente se han introducido al mercado bolsas de plástico (Mc Gregor, 1978) o de aluminio laminado. (6).

Nirankar Nath y S. Ranganna en el año de 1976, desarrollaron un método para la determinación de inactivación enzimática de la pectinesterasa. Esta enzima junto con la peroxidasa, se encuentran en la mandarina, ambas son resistentes al calor. De allí que el proceso térmico se base principalmente en la inactivación de la pectinesterasa la cual, es mas resisten

te al calor que la peroxidasa. El TIT de la pectinesterasa se determinó en base al tiempo de muerte térmica (TDT) de las bacterias, utilizándose una técnica similar a la propuesta por Bigelow y Esty, para ello se utilizaron rebanadas en almibar con un 20% de sólidos solubles. (9).

Para el año de 1980, Nirankar Nath y S. Ranganna, ya habían realizado -- otro estudio similar pero ahora en mango. En dicho estudio, ellos determinaron el tiempo de proceso para el mango Totapuri, tomándose como base la inactivación de pectinesterasa y, el cálculo de tiempo de procesamiento por el método gráfico y en diferentes procedimientos, por el método -- por fórmula; la seguridad microbiológica del proceso, se determinó en -- base a la inactivación de la enzima. (10).

5.- OBJETIVOS:

- a) Definir la relación de actividad enzimática al grado de deterioración de textura de productos de mango.

- b) Definir la curva de inactivación enzimática para la enzima - - pectinesterasa a diferentes temperaturas; a fin de obtener bases de cálculo para la evaluación posterior del proceso térmico.

M
E
T
O
D
O
L
O
G
I
A

6.- PROGRAMA Y METODOLOGIA:

Para la determinación de la actividad de pectinesterasa en rebanadas en almibar, se realizaron análisis cada 2 meses en las variedades: Kent, Harden y Tommy Atkins, basados en la metodología de Rouse y Atkins.

Para determinar la actividad se hicieron dos tipos de ensayo: uno en el corazón del mango y otra tomando muestra de los lados.

Preparación del sustrato (pectina).- Mezclar 10 grs. de pectina cítrica con 11.7 grs. de NaCl y agitar en un matraz erlenmeyer con 800 mls. de agua desionizada y mantener en constante agitación hasta su total dilución. Después completar la dispersión llevando la pectina a un litro.

En estas condiciones el sustrato se encuentra al 1% conteniendo 0.2 M de NaCl. Adicionar 4 o 6 gotas de tolueno a la solución de pectina y guardarla en un refrigerador (Temp. de 4.5 - 10°C), para prevenir el crecimiento microbiológico. El sustrato es calentado a 26-30°C, previo uso a la determinación de P.E.

Método analítico para pectinesterasa.- Se toman 5 grs. de muestra (mango) y se adicionan 50 mls. de pectina, la muestra debe ser previamente molida, inmediatamente medir el pH y colocarlo en baño maría a una temperatura no mayor de 30°C, ajustar rápidamente el pH a 7.5 con sosa 0.2N e inmediatamente mantener el pH a 7.5 con sosa 0.05N durante media hora.

La actividad de la pectinesterasa se mide por la siguiente fórmula:

$$P.E. = \frac{\text{mls. de sosa} \times 0.05N}{\text{Peso muestra} \times 30 \text{ mins.}}$$

Tiempo de inactivación térmica de pectinesterasa:

La técnica usada fue similar a la de Bigelow & Esty (1920) para la determinación del tiempo de muerte térmica de bacterias. Se utilizan tubos de ensayo de 13.5 cms. de largo, 1.5 cms. de diámetro. Se agregan 10 mls. de muestra (jugo de mango pH 3.6) en los tubos, se calientan en baño maría a diferentes tiempos y temperaturas, inmediatamente después se colocan en hielo. El experimento se realiza por duplicado.

Prueba para la actividad de la pectinesterasa:

a lo anterior se le agregan 10 mls. de solución de pectina al 0.5% (metoxilada), se ajusta el pH a 7.0 con NaOH 0.1N, y se lleva el volumen hasta hacerlo a 50 mls. con agua destilada. A esto se le añade 1 ml. de cloruro de calcio 1N, unas gotas de tolueno, se mezcla y se transfiere a matraces de 100 ml. y se incuba a 34° C durante 48 horas.

La muestra control se prepara de la misma manera, sólo que se deja por 10 minutos a ebullición.

Pasadas las 48 horas se mide la viscosidad, se determina a una temperatura de 26.7° C utilizando un Brookfield con vástago del No. 1 a 600 rpm.

Reducción de tiempo decimal (D) para pectinesterasa.

$$D = \frac{U}{\log a - \log b}$$

Donde:

a es la actividad del testigo

b es la actividad a las diferentes temperaturas

U = 4 minutos.

La fórmula utilizada para el cálculo de los valores D es la propuesta por Stumbo (1973), para bacterias.

La viscosidad de las muestras se puede medir utilizando la muestra control como patrón, de tal manera que ésta se compara con las muestras es decir, con su viscosidad obtenida. Cualquier incremento en la viscosidad al hacer la comparación, nos indica actividad de la pectinesterasa y el tiempo mínimo requerido en el cual no se muestra ningún índice de actividad se toma como el TIT para esa temperatura.

Las curvas de inactivación térmica, de penetración de calor y de los valores D, se grafican en papel semi-logarítmico utilizando regresión lineal.

Determinación de la actividad de la Poligalacturonasa:

Esta prueba se realizó en pulpa fresca y en rebanadas en almibar de la variedad Kent.

Extracción de la enzima.- Se toma una muestra de 20 grs., se le agregan 80 mls. de solución salina al 0.25 M, licuándose durante 3 minutos. Posteriormente se ajusta a un pH de 8 y se mantiene así durante 1 hora.

Procedimiento.- Adicionar 3 mls. de la solución de enzima a 97 mls. de solución de ácido poligalacturónico al 0.5%. Tomar una alícuota de 5mls., adicionando 0.9 mls. de Na_2CO_3 1M, más 5 mls. de yodo 0.1N y agitar vigorosamente, dejar reposar 20 minutos. Pasado el tiempo se acidifica con 2 ml. de ácido sulfúrico 2M y titular el yodo residual con tiosulfato de sodio 0.05N.

Curva Standar.- Adicionar 3 mls. de agua en 97 mls. de solución ácido D-galacturónico al 0.5%. Tomar alícuotas de 1 a 10 mls., adicionar 0.9 - - mls. de Na_2CO_3 1m, 5mls. de yodo 0.1N agitar vigorosamente, dejar reposar durante 20 minutos. Acidificar con 2 mls. de ácido sulfúrico 2M y titular el yodo residual con tiosulfato de sodio 0.05N.

Cálculo.- Un miliequivalente de yodo reducido es igual a 0.513 milimoles de aldosa liberada. La actividad se puede expresar como U.P.G. por ml. o como milimoles de grupos reductores liberados por minuto, por mililitro de la solución de enzima.

R

E

S

U

L

T

A

D

O

S

PRUEBAS DE PECTINESTERASA

P.E. conc. = $\frac{\text{ml NaOH} \times 0.05}{5 \text{ grs.} \times 30 \text{ mins.}}$

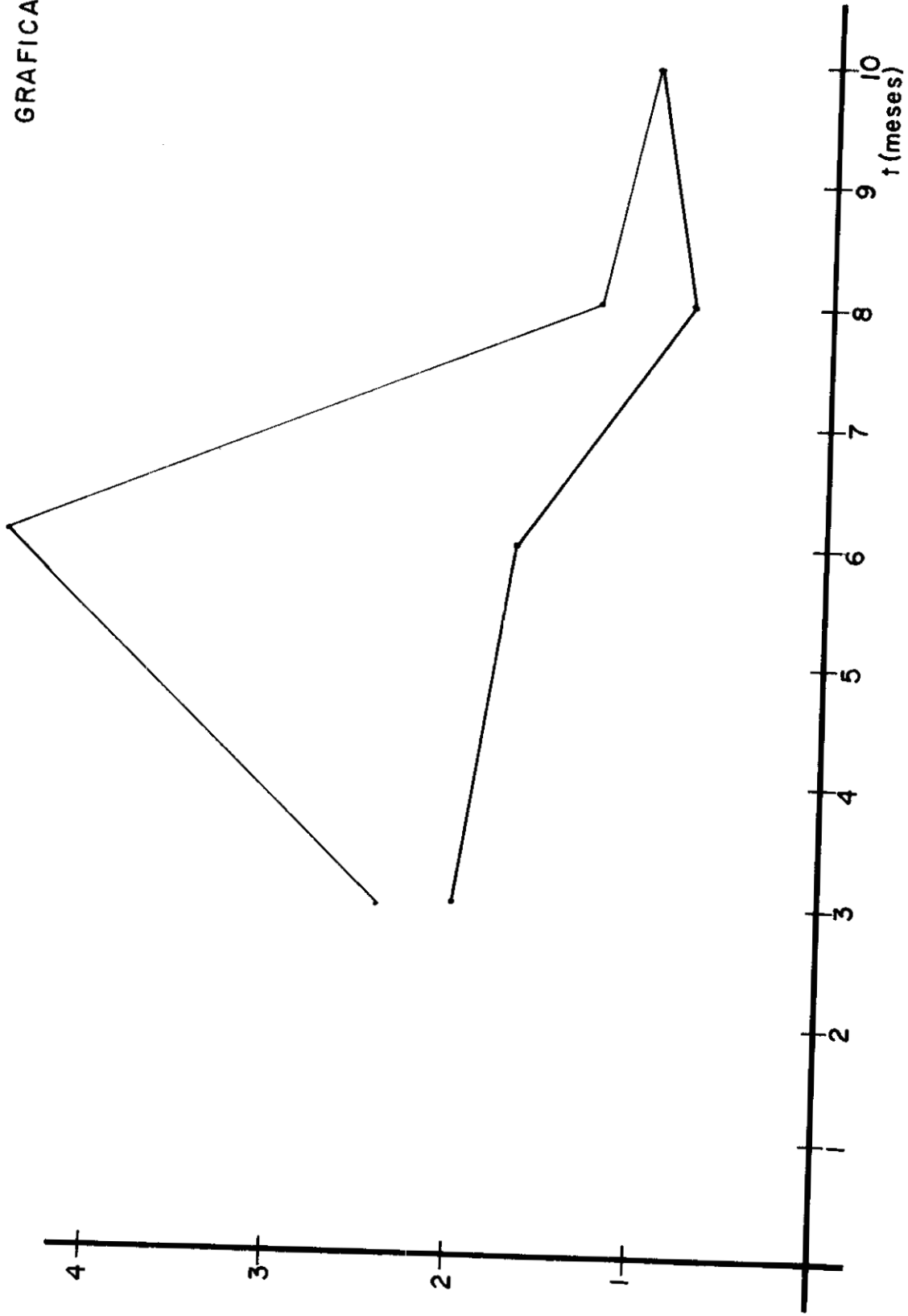
	Kent		Haden		Tommy Atkins	
	Periferia	Centro	Periferia	Centro	Periferia	Centro
Octubre 27 de 1983	0.000333	0.000133	0.0002667	0.0002333	0.00133	0.000233
Enero 11 de 1984	0.0003	0.0001	0.000433	0.000211	0.000167	0.000133
Marzo 7 de 1984	0.000133	0.0000667	0.001	0.0000667	0.0001167	0.0000667
Mayo 16 de 1984	0.0001	0.0001	0.0000667	0.0000667	0.0000667	0.0000667

Concentraciones de Pectinesterasa.

U.P.E
 1×10^{-4}

Variedad: H A D E N
— Centro
— Periferia

GRAFICA I

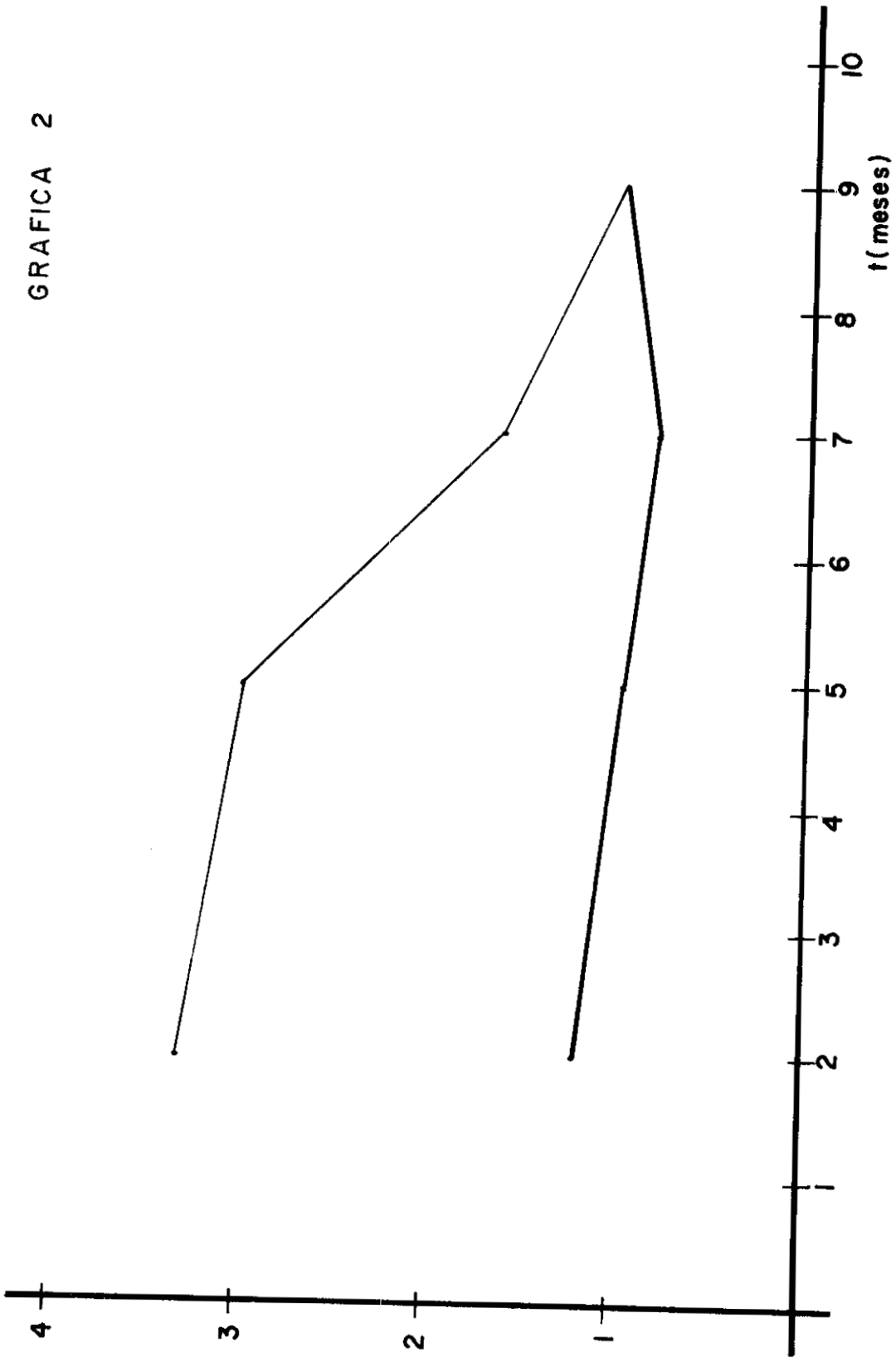


U.P.E
 1×10^{-4}

Variedad: KENT

— Centro

— Periferia

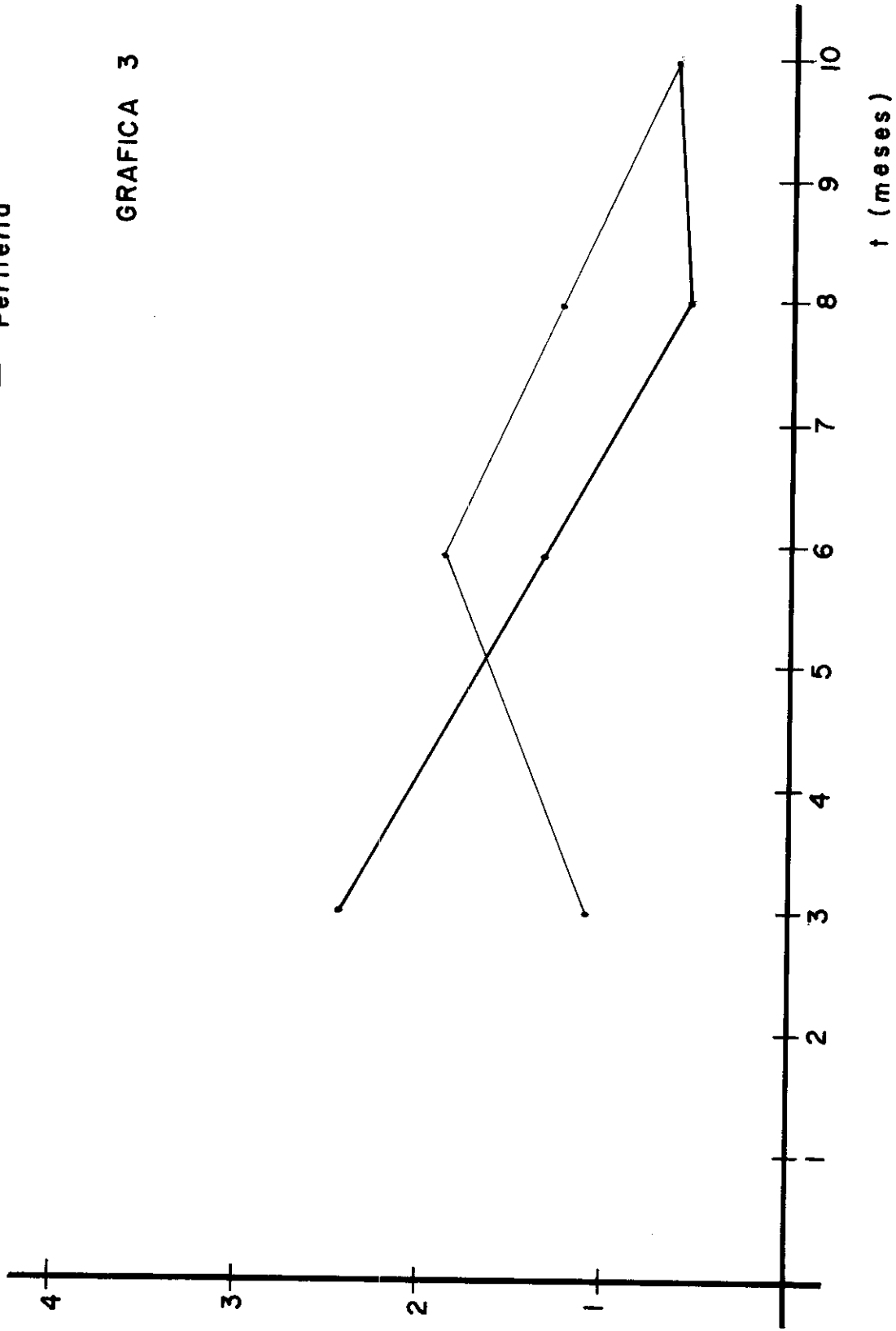


GRAFICA 2

U.P.E
 1×10^{-4}

Variedad: TOMMY ATKINS

— Centro
— Periferia



GRAFICA 3

POLIGALACTURONASA

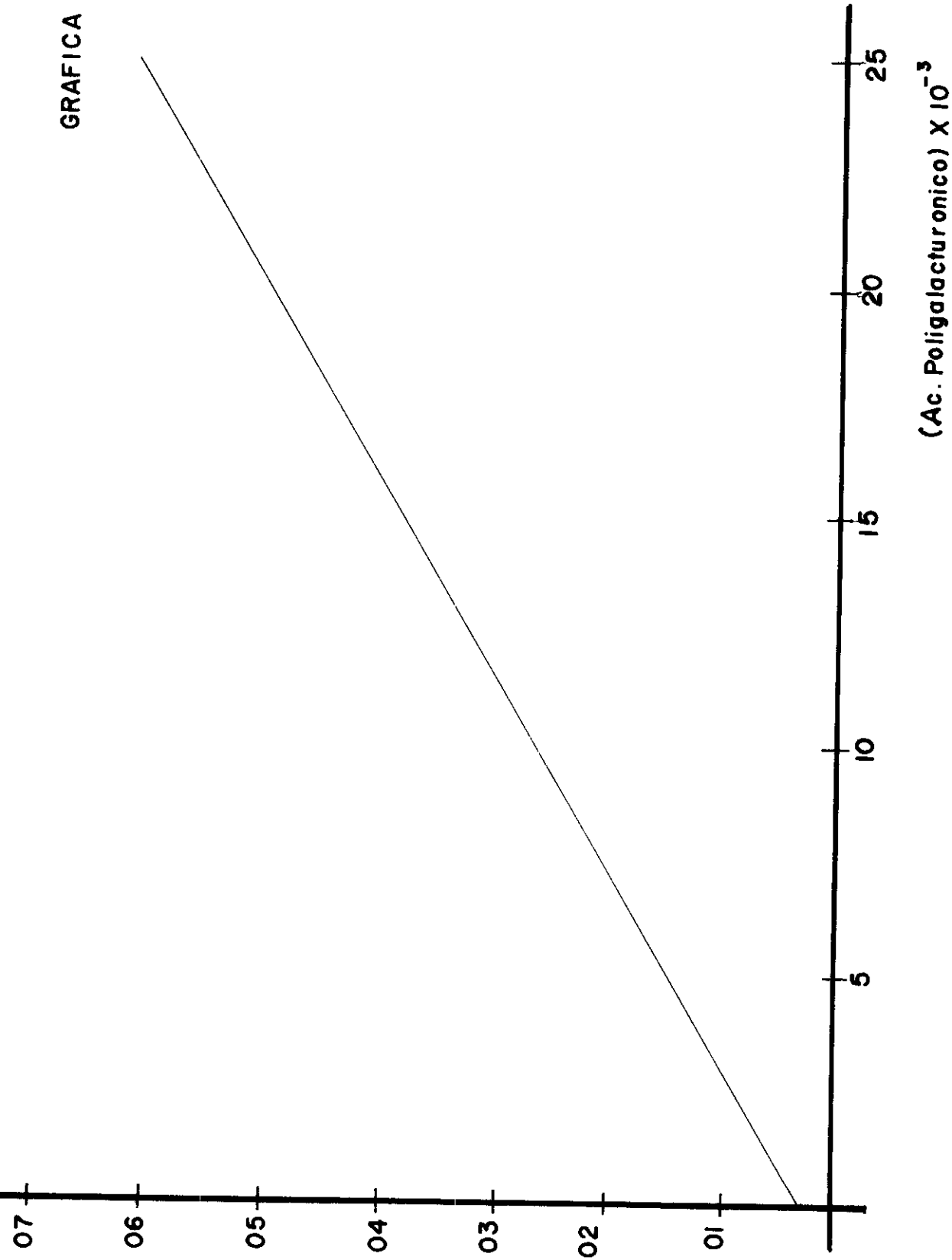
Curva Standar

Ml. de muestra	ml. de tiosulfado de sodio	Concentración de ácido D-galacturónico		
1	0.2	5.0	x	10^{-3}
2	0.3	10.3	x	10^{-3}
3	0.4	15.4	x	10^{-3}
4	0.5	20.61	x	10^{-3}
5	0.6	25.77	x	10^{-3}
6	0.7	30.92	x	10^{-3}
7	0.7	36.08	x	10^{-3}
8	0.8	41.23	x	10^{-3}
9	0.8	46.39	x	10^{-3}
10	0.9	51.54	x	10^{-3}

Tiosulfato de Sodio
(ml.)

Curva Standard de Poligalacturonasa

GRAFICA 4



RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD DE LA POLIGALACTURONASA

VARIEDAD KENT

Pueba en lata:	ml. de tiosulfato	Concentración de ácido D-galacturónico		
1	0.15	5.60	x	10^{-3}
2	0.2	12.5	x	10^{-3}
3	0.15	5.60	x	10^{-3}

Prueba en fruta fresca:

1	0.2	12.5	x	10^{-3}
2	0.2	12.5	x	10^{-3}
3	0.3	15.55	x	10^{-3}

Se hizo una prueba de T de Student y, no se encontró diferencia significativa entre mango enlatado y fruta fresca ($\alpha = 0.05$).

VALORES F, D y Z

En papel semi-log se graficaron los puntos de tiempo de inactivación térmica contra temperatura, los cuales dan el tiempo de inactivación térmica.

De la curva de penetración de calor (gráfica 5):

$$f_h = 46$$

$$J_i = 40$$

Datos para el proceso:

$$T_{cw} = 82^{\circ}\text{F}$$

$$T_{rt} = 199^{\circ}\text{F}$$

$$T_{\text{máx}} = 196.4^{\circ}\text{F}$$

De la gráfica I obtenemos F_i , con los siguientes datos:

$$F_{o_{200}} = 1.0$$

$$F_i = 1.215; \text{ a una } Z = 13.4 \text{ y una } T_{rt} = 199^{\circ}\text{F}$$

Haciendo cálculos:

$$U = F_o \times F_i$$

$$U = 1.0 \times 1.215$$

$$U = 1.215$$

$$g = T_{rt} - T_{\text{máx}}$$

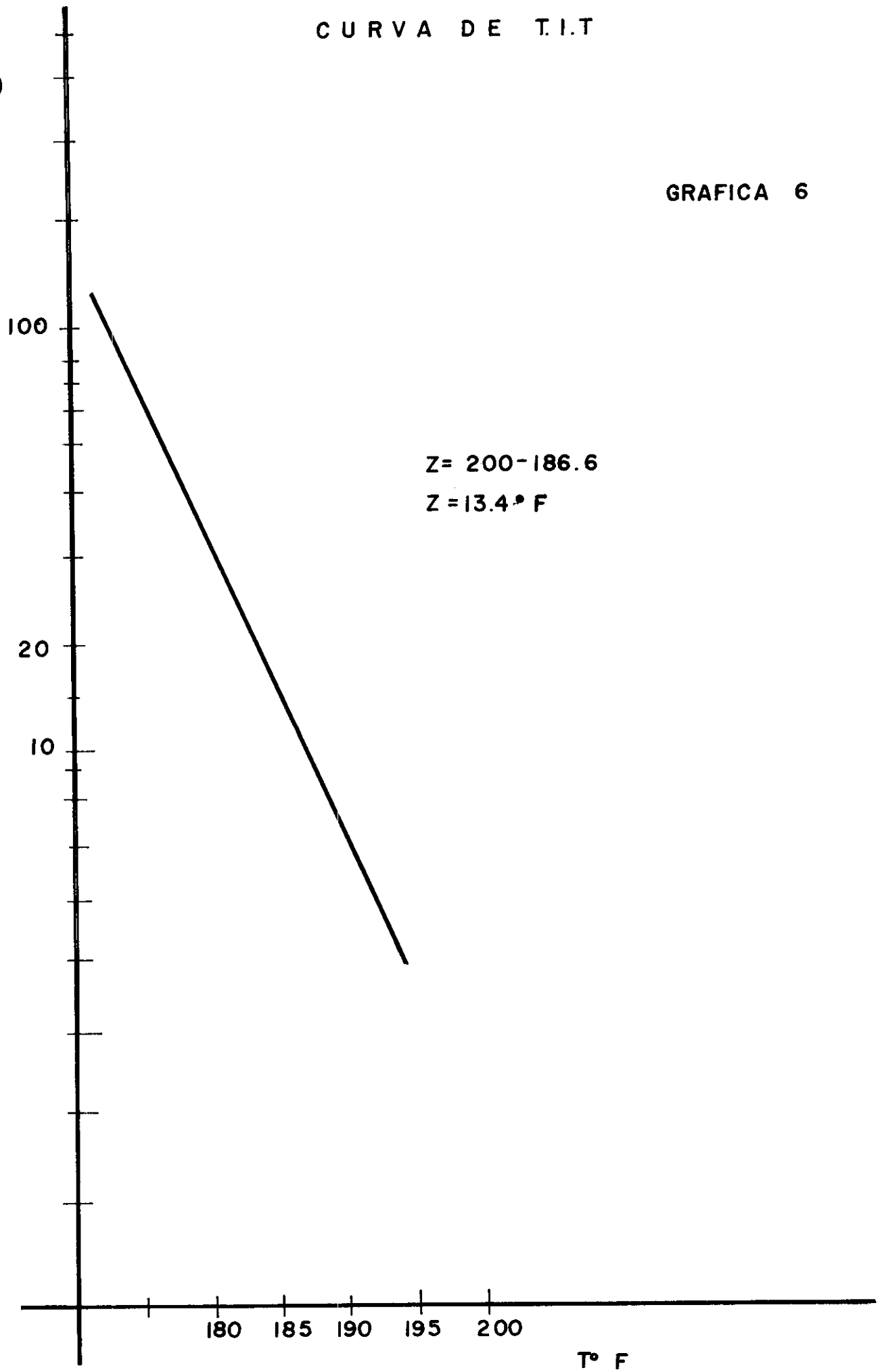
$$g = (199 - 196.6)^{\circ}\text{F}$$

$$g = 2.4^{\circ}\text{F}$$

CURVA DE T.I.T

GRAFICA 6

t (min)



Z = 200 - 186.6

Z = 13.4 ° F

T° F

DATOS PARA LA CURVA DE PENETRACION DE CALOR

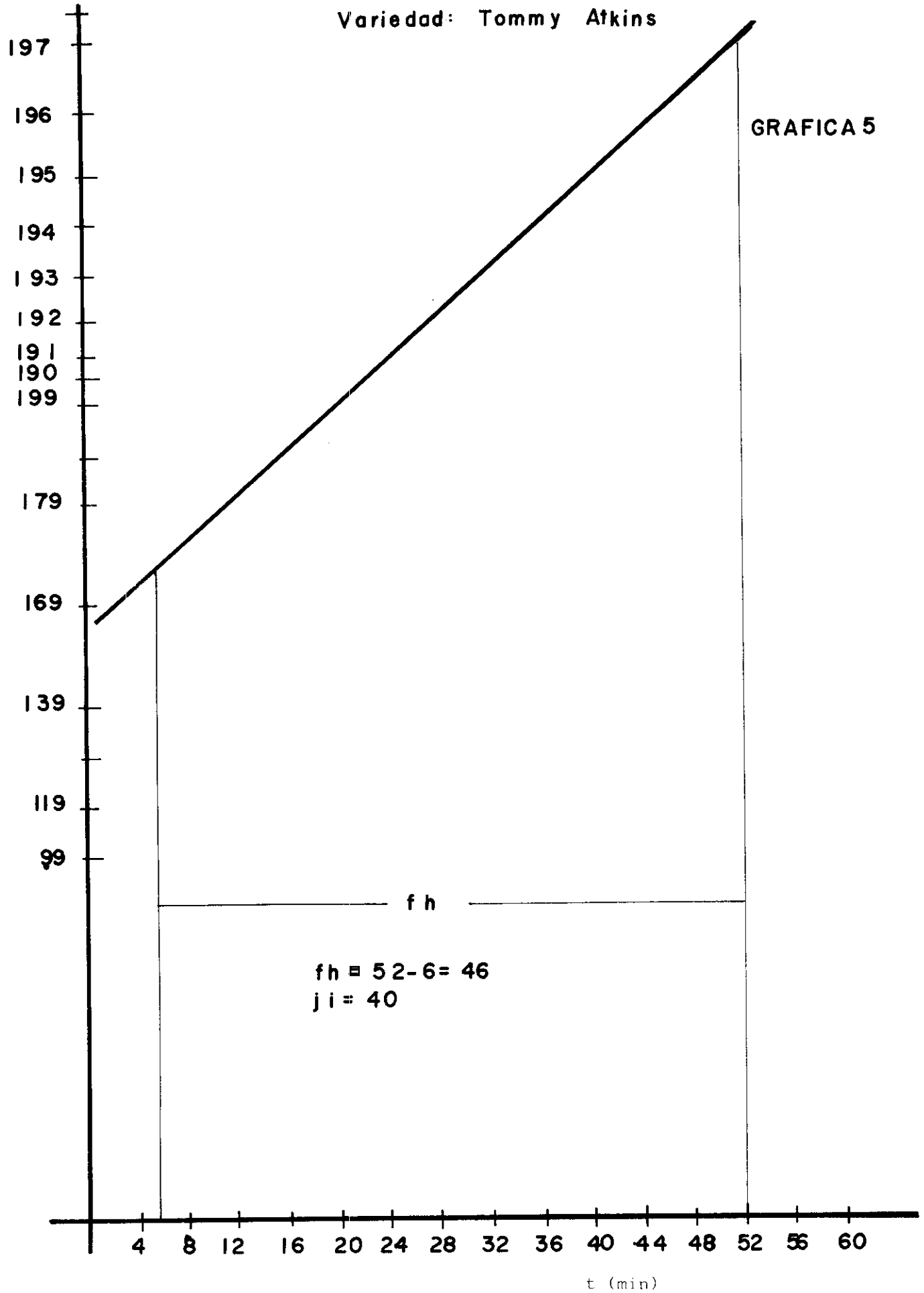
(Tiempo min., temperatura $^{\circ}\text{C}$)

<u>Tiempo</u>	<u>Temperatura</u>	<u>Tiempo</u>	<u>Temperatura</u>
0	155.0	30	191.0
1	161.1	32	196.6
2	166.0	34	196.7
3	170.2		
4	174.4		
5	177.4		
6	180.4		
7	182.7		
8	185.7		
9	187.4		
10	187.4		
11	187.4		
12	187.4		
13	187.4		
14	187.4		
15	187.4		
16	187.4		
17	187.4		
18	187.4		
19	187.4		
20	187.4		
21	187.4		
22	187.4		
23	187.4		
24	187.4		
25	187.4		
26	187.4		
27	187.4		
28	187.4		
29	187.4		
30	187.4		
31	187.4		
32	187.4		
33	187.4		
34	187.4		
35	187.4		
36	187.4		
37	187.4		
38	187.4		
39	187.4		
40	187.4		
41	187.4		
42	187.4		
43	187.4		
44	187.4		
45	187.4		
46	187.4		
47	187.4		
48	187.4		
49	187.4		
50	187.4		

CURVA DE PENETRACION DE CALOR

Variedad: Tommy Atkins

TO F



Viscosidades obtenidas a diferentes temperaturas, para la determinación del valor Z (curva de TIT).

Julio 11 de 1984

Pulpa de mango a pH de 3.6

Testigo	Temperatura	Viscosidad
1	192.2 °F	32.2 cp
2	195.8 °F	32.2 cp

Tratamiento 1, a 176°F

Tiempo (mins.)	Temperatura °F	Viscosidad cp
3	80.6	33.5
6	80.6	37.5
9	80.6	38.5
12	78.8	40.5
15	78.8	41.0

Tratamiento 2, a 181.4°F

Tiempo (mins.)	Temperatura °F	Viscosidad cp
3	78.8	41.0
6	77.0	44.5
9	77.0	40.5
12	77.0	38.0
15	77.0	39.0

Tratamiento 3, a 186.89F

Tiempo (mins.)	Temperatura 9F	Viscosidad cp
3	73.4	42.0
6	75.2	35.8
9	73.4	31.9
12	73.4	38.8
15	75.2	27.25

Tratamiento 3, a 192.29F

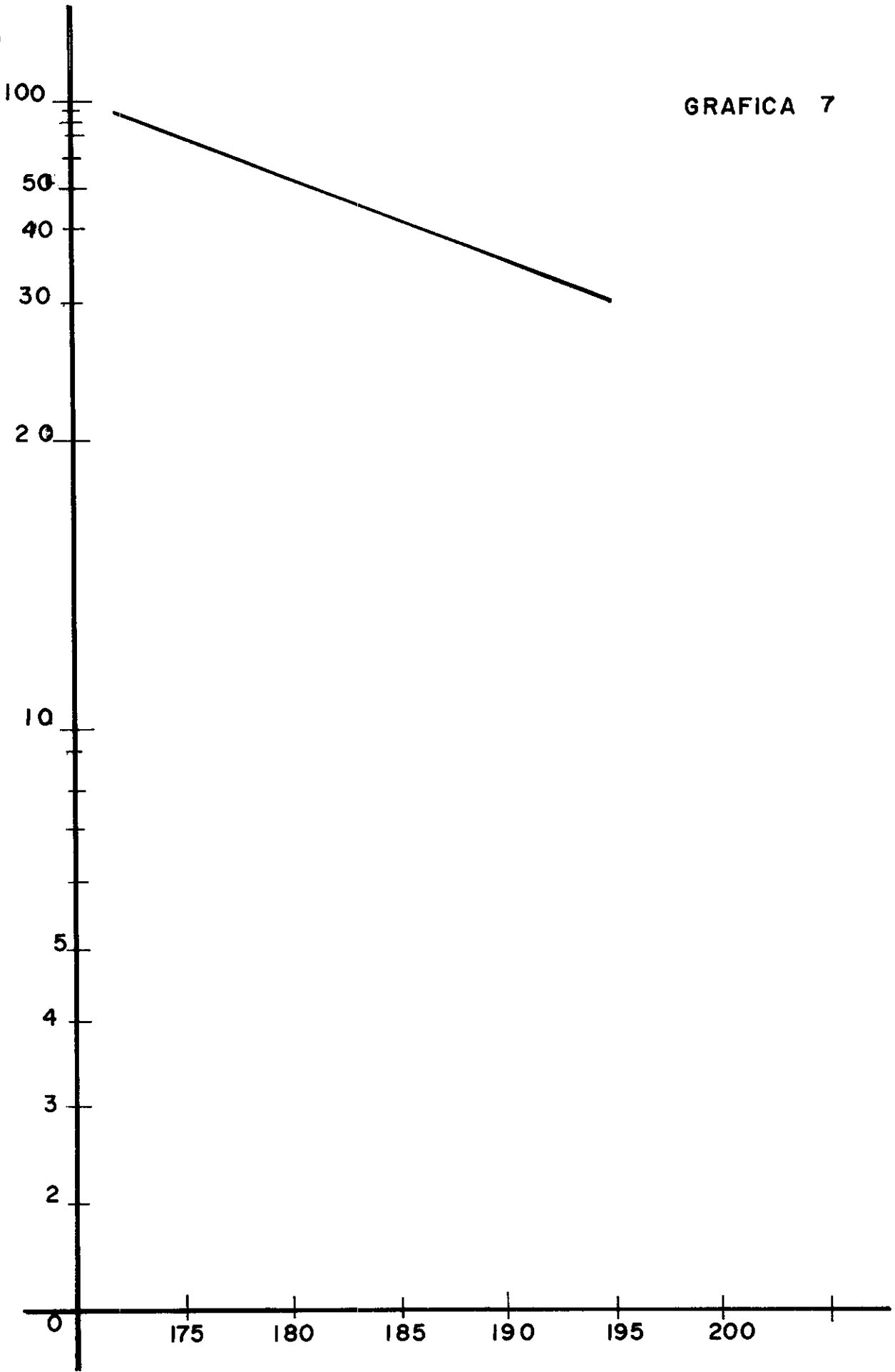
Tiempo (mins.)	Temperatura 9F	Viscosidad cp
3	71.6	34.6
6	73.4	29.4
9	71.6	35.95
12	73.4	30.75
15	73.4	32.2

Se determinó un tiempo de inactivación enzimática (TIT) con estos valores de 15 minutos a 192.29F.

CURVA DE RESISTENCIA TERMICA DE PECTINESTERASA

Valores D
(min)

GRAFICA 7



Valores D obtenidos experimentalmente

$$D = \frac{U}{\log a - \log b}$$

$\log a$ = ml de sosa 0.05 N gastados por el testigo.

$\log b$ = ml de sosa 0.05 N gastados a las diferentes temperaturas

U = 4 minutos.

El testigo utilizó 0.25 mls. de sosa 0.05 N.

Temperatura °F	mls. de sosa 0.05 N gastados	Valores D (mins.)
176	0.085	8.5364
181.4	0.05	5.7227
186.8	0.035	4.6842
192.2	0.025	3.9976

Ajustando estos datos por el método de mínimos cuadrados, obtenemos una -
correlación de 0.96 y $m = -0.0194$.

DISCUSION

Las gráficas 1, 2 y 3 muestran la relación que existe entre las unidades de pectinesterasa contra tiempo, entre el corazón y la periferia del mango.

De la gráfica 1 se observa que a los 3 meses la actividad es casi igual, tanto en el lado como en el corazón. A los 6 meses en la periferia, la actividad es mayor y a los 10 meses de almacenamiento, ambas llegan a un mismo punto.

Analizando la gráfica 2 encontramos que, la diferencia de actividad enzimática en la periferia y corazón es muy grande a los 2 meses y un incremento en corazón a los 7 meses, a los 9 meses las 2 actividades se igualan.

En la gráfica 3 a pesar de que a los 3 meses es mayor la actividad en el corazón, en los siguientes meses tiende a ser mayor en la periferia, al igual que las anteriores a los 10 meses presente la misma actividad.

En general se puede decir:

- 1.- Que la actividad enzimática es mayor en la periferia por la desesterificación de la pectina (17) en las 3 variedades y, menor en el corazón; tendiendo a disminuir y establecerse en un mismo sitio alrededor de los 10 meses de almacenamiento.

2.- Tiene una mayor actividad la variedad Haden en la periferia.

3.- En cuanto a corazón, el comportamiento en la variedad Haden y Tommy es similar, pues ambas coinciden exactamente en el mismo punto; en tanto en Kent, existe un incremento al final del almacenamiento.

Para la curva estandar de la poligalacturonasa, se utilizó regresión lineal obteniéndose un coeficiente de correlación de 0.9842, $Y = 0.174456 + 14.671 x$, $r^2 = .96$ Coeficiente de determinación, error estandar estimado 0.04374.

Los mls. de tiosulfato de sodio gastados en las pruebas de actividad de poligalacturonasa, se extrapolaron sobre la curva standar; obteniéndose una mayor concentración de ác. D-galacturónico en fruta fresca; lo cual demuestra que el tratamiento térmico reduce de cierta manera la actividad enzimática.

Para calcular el tiempo de procesamiento térmico de la inactivación enzimática se utilizó el método por fórmula (Ball), estimándose un tiempo de 23.092 minutos a una temperatura de 199°F, dicho valor se asemeja al obtenido por Nirankar Nath and S. Rangana (1983), que fue de 22.8 minutos a una temperatura de 207°F. Mientras el método gráfico nos dió un tiempo de 15 minutos a 89°C (192.2°F). Este valor se obtuvo al graficar en papel.

CONCLUSIONES.

Las pruebas de actividad enzimática de pectinesterasa, muestran una disminución de actividad en fruta procesada, a través del tiempo en las variedades manejadas, pero es conveniente realizar este tipo de estudios en fruta fresca para poder comparar la actividad antes y después del procesa- - miento de tal manera que, se compruebe si la enzima está en mayor o en menor proporción y, si el tratamiento que se llevó a cabo en el enlatado, - es el adecuado.

Se sugiere hacer más ensayos de actividad de pectinesterasa sobre la periferia del fruto ya que, es el lugar en donde se muestra una mayor actividad lo cual, sugiere que también hay una mayor desesterificación de pectina; ésto es con la finalidad de prevenir que, durante el procesamiento -- térmico no haya una desintegración de tejido, causando una mala impresión al consumidor.

Se debe de ampliar el número de pruebas, tanto en fruta fresca como en rebanadas en almíbar, para la determinación de actividad de poligalacturonasa en las tres variedades y, poder hacer una confrontación de resultados. Al mismo tiempo, se harán las pruebas para determinación de actividad de pectinesterasa con el mismo mango, de tal manera que los datos obtenidos experimentalmente, no varien pués el contenido de estas enzimas en los -- frutos depende de la madurez del fruto, de la variedad del pH, etc.; con los datos obtenidos de éstas dos enzimas sabríamos cuál de ellas tiene -- una mayor actividad y, si ésta es en el centro o en la periferia.

El tiempo obtenido por el método gráfico no es muy confiable ya que, las viscosidades obtenidas a diferentes tiempos y temperaturas son muy variables.

Con los valores D (mins) al graficarlos en papel semilogarítmico contra temperatura, se pretendía obtener el valor Z, observándose que éstos no pasaban de ciclo a ciclo y, por lo tanto no se pudo obtener ningún valor Z.

El valor Z se obtuvo al graficar el tiempo (mins.) contra la temperatura (°F) en papel semilogarítmico, estos valores corresponden a las viscosidades cercanas a cero y menores que cero; estos puntos representan el tiempo y la temperatura a la cual ya no hay actividad enzimática.

R E S U M E N:

En este estudio se determinó y cuantificó la presencia de dos enzimas - - (Pectinesterasa y Poligalacturonasa) fundamentales que influyen en el deterioro de la textura del mango.

El comportamiento enzimático se observó en almacenamiento durante 10 meses, con las variedades de mango: Kent, Haden y Tommy Atkins.

Las gráficas de actividad de Pectinesterasa indican que las 3 variedades - - - - - tienden a disminuir su eficiencia con el transcurso del tiempo, además se muestra que presentan una máxima actividad en la periferia del fruto, mientras que en el centro de la actividad es menor, como lo indican las pruebas que se realizaron en rebanadas de mango en almíbar. La mayor esterificación de la pectina se lleva a cabo en la periferia del fruto y como consecuencia se tiene un ablandamiento de los tejidos del mango y, una menor viscosidad.

Para cuantificar la actividad de la Poligalacturonasa, se hizo un ensayo - - - - - tanto con fruta fresca como en rebanadas en almíbar, en el cual se titulan los grupos de yodo residual con tiosulfato de sodio, mismo que se traduce en concentración de ác. D-galacturónico. Al efectuarse las pruebas muestra, una mayor actividad en la fruta fresca en relación con la procesada.

La textura de los frutos se ve afectada cuando se sujetan a tratamientos - - - - - térmicos en presencia de agua, debido a un cambio de permeabilidad de las

células, ya que se rompe su estructura organizada y se vuelven los tejidos muy flexibles.

Los calentamientos ligeros y, los tratamientos de escaldado, pueden activar la Pectinesterasa, lo que trae como consecuencia la hidrólisis de los grupos metilos de las pectinas.

Para evitar este problema en la fruta procesada, se determinó una temperatura y un tiempo óptimo de procesamiento térmico, para inactivar la enzima Pectinesterasa que, es la que inicia el desarrollo del ablandamiento y, -- por lo tanto, la pérdida de textura seguida por la Poligalacturonasa que -- continúa con el deterioro de los tejidos.

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

- 1.- Atkins, C.D. and Rouse, H.A. (1953). Time, Temperature Relation - -
Ship for heat inactivations of Pectinesterasa in Citricus Juice. - -
Food Tecknology. Vol. 7, p. 489.
- 2.- Activity of Poligalacturonasa in Citrus Fruits (1975). Journal of --
Food Science. Vol. 40, p. 201 - 203.
- 3.- Bongwoo R. and Bruemer J.H. (1981). Changes in Pectic Substances and
Enzimes During Repening and Storage of Keit Mangos. Journal of Food
Science. Vol. 46, p.p. 186 - 189.
- 4.- Eagerman B.A. and Rouse A.H. (1976). Heat Inactivation Temperature -
Time Relations Ships for Pectinesterasa Inactivation in Citricus - -
Juices. Univ. from Florida, Agriculture Research Ecaxions Center - -
P.O. Box 1088. Journal of Food Science No. Dic., Vol. 41 No. 6 p. p.
1396 -1937.
- 5.- Empaque e Industrialización del Mango en México (1971). Comisión Na-
cional de Fruticultura. SAG/MEX. Folleto No. 32.
- 6.- Harvey T. Chan, J.R., Steven Y.T. Tam, and Stanley T. (1981). Papaya
Polygalacturonase and its Role in Thermaly Injured Ripening Fruit. -
Journal of Food Science, Vol. 46 p.p. 190-191,197.

- 7.- Marcel Awad and Roy E. Young (1974). Postharvest Variation in Celulase, Poligalacturonase, and Pectinmethylesterase in Avocado (Persea Americana Mill, C.U. Fuerte) fruits in relation to respiration and ethylene production. Plant Physiol Vol. 64, 306-308.
- 8.- Mohammad ashraf, Nawab Khan, Mushtaq Ahmad and Manzoor Elahi (1981). Studies on the Pectinesterasa Activity and Some Chemical Constituents of Some Pakistani Mango Varieties During Storage Ripening. Journal of Food Science. Vol. 46 p.p. 29, 526-528.
- 9.- Nirankar Nath and S. Rangana (1971). Time-Temperature Relation - - Ship for Thermal Inactivation of Pectinesterasa in Mandarin Orange (Citricus Reticulata Blanco) Juice. J. Fd. Technol. Vol. 12, 411-419.
- 10.- Niranjnar Nath and S. Rangana (1980). Determination of Thermal Process Schedule for Tatapuri Mango. J. Fd. Technol Vol. 15 pp. 251-264.
- 11.- Tecnología de Alimentos (1981). Cálculo del Tiempo de Tratamiento - Térmico en Botes por el Método General Gráfico. Mayo - Junio Vol. VI No. 2, 10-14.
- 12.- Pantástico B. Er. (1979). Fisiología de la Postrecolección Manejo y Utilización de Frutas y Hortalizas Tropicales y Subtropicales.
CECSA.