

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Ingeniería y Ciencia de los Alimentos



SUSTITUCION DE ACEITE VEGETAL POR PECTINA
Y ALMIDON EN UN ADEREZO

ASTRID GUNDERSEN RAMIREZ

Guatemala

1993

SUSTITUCION DE ACEITE VEGETAL POR PECTINA

Y ALMIDON EN UN ADEREZO

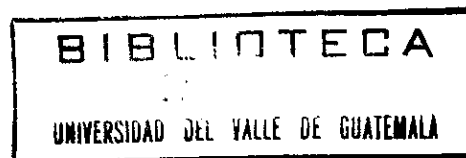
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Ingeniería y Ciencia de los Alimentos

SUSTITUCION DE ACEITE VEGETAL POR PECTINA
Y ALMIDON EN UN ADEREZO

ASTRID GUNDERSEN RAMIREZ

Trabajo de Investigación para optar
el grado académico de

Licenciatura en Ingeniería
y Ciencias de los Alimentos



Guatemala

1993

Vo. Bo.:

(f) Ana Silvia C de Ruiz
Licenciada Ana Silvia Colmenares de Ruiz
Asesor

Tribunal:

(f) Patricia de Palomo
Licenciada Patricia Palacios de Palomo

(f) Roberto de León Fajardo
Licenciado Roberto de León Fajardo

(f) Ana Silvia C de Ruiz
Licenciada Ana Silvia Colmenares de Ruiz

Fecha de Aprobación: Guatemala, 26 de octubre de 1995

A mis padres, porque su apoyo constante fue un aliento para seguir adelante. A mis amigos y todo aquel que de una u otra manera ayudó a realizar este trabajo; y sobre todo a Dios, mi amigo consejero que nunca me abandona.

RESUMEN

En el presente trabajo de tesis se realizó la formulación de 9 diferentes aderezos. La formulación base se obtuvo de un libro y a partir de ésta se hizo la de los ocho aderezos restantes, en los cuales su aceite se sustituyó por pectina y almidón para obtener aderezos bajos en contenido calórico. Cuatro aderezos se sustituyeron con pectina en los siguientes porcentajes: 12.5, 25, 50, y 75%. Los cuatro restantes se sustituyeron con almidón en el mismo porcentaje. La pectina se agregó como una solución al 5% y el almidón como una solución al 6%.

A los nueve diferentes aderezos se les determinó consistencia, aceptabilidad respecto del sabor, contenido calórico, vida de anaquel y costo de producción.

La consistencia de los aderezos fue similar, encontrándose en un rango entre 5.25 y 7.60 cms., aunque significativamente no existió diferencia.

La aceptabilidad de la formulación base (0% sust.) y los aderezos 12.5 y 25.0% sustituidos, tanto para pectina como para almidón, fue entre gusta moderadamente y gusta mucho. Además de la prueba hedónica, se realizó una prueba triangular para verificar si los panelistas seleccionados

podían diferenciar los aderezos sustituidos del no sustituido. Esto se hizo para verificar con cuánta exactitud se había logrado simular las propiedades del aceite con las soluciones de pectina y almidón. Dicha simulación se logró en los aderezos sustituidos en un 12.5 y 25.0%, tanto para pectina como para almidón.

El contenido calórico de los aderezos disminuyó al decrecer el contenido de aceite. La diferencia en el contenido calórico entre los aderezos sustituidos con pectina y con almidón fue mínima.

La vida de anaquel se determinó con base en la formación de peróxidos. Este contenido aumentó al aumentar la temperatura y el contenido de aceite en los diferentes aderezos. Por ello, la vida de anaquel disminuyó al aumentar la temperatura.

El costo de producción se determinó con base en la materia prima y se asumió un 40% más para el pago de gastos fijos y variables. Incluso así su costo de producción por parte de industrias guatemaltecas fue menor que el aderezo importado.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	
A. Aderezos	3
1. Características	3
2. Preparación	3
B. Grasas y aceites	4
1. Características	4
2. Funciones	5
C. Coloides hirofílicos (hidrocolooides)	7
1. Pectina	8
a. Características	8
b. Producción	10
c. Función en los alimentos	12
2. Almidón	13
a. Características	13
b. Producción	14
c. Función en los alimentos	15
D. Enfermedades causadas por la ingesta excesiva de grasas	16
1. Obesidad	16
2. Hipertensión arterial	17

	Página
3. Hiperlipidemia	18
4. Arterioesclerosis	19
E. Producción de alimentos con bajo contenido de grasa	19
III. JUSTIFICACIONES	23
IV. OBJETIVOS	
A. Generales	25
B. Específicos	25
V. HIPOTESIS	26
VI. MATERIALES Y METODOS	
A. Materiales	27
1. Ingredientes	27
2. Equipo	27
B. Metodología	28
1. Preparación del aderezo	28
2. Medición de la consistencia	29
3. Prueba de análisis sensorial	30
4. Determinación del contenido calórico	30
5. Determinación de la vida de anaquel	31
a. Standarización de la solución de tiosulfato de sodio	32
b. Valor de peróxidos (Método de Titulación)	32

	Página
6. Análisis del costo de producción	35
7. Análisis estadístico de los datos	35
VII. RESULTADOS	
A. Medición de la consistencia	36
B. Análisis sensorial	36
C. Determinación del contenido calórico	38
D. Determinación de la vida de anaquel media	39
E. Determinación del costo de producción	41
VIII. DISCUSION	42
IX. CONCLUSIONES	51
X. RECOMENDACIONES	52
XI. BIBLIOGRAFIA	53
APENDICES	56
A. Cuadros, gráficas y encuestas	57
B. Figuras	93
C. Cálculos del análisis estadístico	98

LISTA DE TABLAS Y GRAFICAS

Tabla		Página
1.1	Formulación y contenido calórico	58
1.2	Lecturas de consistencia para los aderezos	58
1.3	Tipos de hidrocoloides	59
1.4	Propiedades funcionales de los hidrocoloides	59
1.5	Prueba de preferencia de los aderezos	60
1.6	Resultados de la prueba triangular	60
1.7	Contenido calorimétrico para los aderezos sustituídos con pectina (solución al 5%)	61
1.8	Contenido calorimétrico para los aderezos sustituídos con almidón (solución al 6%)	61
1.9	Comparación del contenido calorimétrico para los 9 diferentes aderezos	62
1.10	Estandarización de la solución de tiosulfato de sodio	62
1.11	Datos obtenidos en la determinación del contenido de peróxidos a una temperatura de 8°C	63
1.12	Datos obtenidos en la determinación del contenido de peróxidos a 24°C	64
1.13	Datos obtenidos en la determinación del contenido de peróxidos a 40°C	65
1.14	Contenido promedio de peróxidos (meq/kg muestra) a una temperatura de 8°C	66

1.15 Contenido promedio de peróxidos (meq/kg muestra) a una temperatura de 24°C	66
1.16 Contenido promedio de peróxidos (meq/kg muestra) a una temperatura de 40°C	66
1.17 Costo de materia prima utilizada	67
1.18 Costo de producción de los aderezos	67
1.19 Resultados para la determinación inicial de peróxidos en 5 grs de muestra	68
1.20 Resultados para obtener gráficas de vida de anaquel	69
2.1 Determinación del contenido de peróxidos en el aderezo (0% sust.)	70
2.2 Relación entre temperatura y concentración de peróxidos	70
2.3 Determinación del contenido de peróxidos en el aderezo (12.5% P)	71
2.4 Relación entre temperatura y concentración de peróxidos (12.5% P)	71
2.5 Determinación del contenido de peróxidos en el aderezo (25.0% P)	72
2.6 Relación entre temperatura y concentración de peróxidos (25.0% P)	72
2.7 Determinación del contenido de peróxidos en el aderezo (50.0% P)	73

2.8	Relación entre temperatura y concentración de peróxidos (50.0% P)	73
2.9	Determinación del contenido de peróxidos en el aderezo (75.0% P)	74
2.10	Relación entre temperatura y concentración de peróxidos (75.0% P)	74
2.11	Determinación del contenido de peróxidos en el aderezo (12.5% A)	75
2.12	Relación entre temperatura y concentración de peróxidos (12.5% A)	75
2.13	Determinación del contenido de peróxidos en el aderezo (25.0% A)	76
2.14	Relación entre temperatura y concentración de peróxidos (25.0% A)	76
2.15	Determinación del contenido de peróxidos en el aderezo (50.0% A)	77
2.16	Relación entre temperatura y concentración de peróxidos (50.0% A)	77
2.17	Determinación del contenido de peróxidos en el aderezo (75.0% A)	78
2.18	Relación entre temperatura y concentración de peróxidos (75.0% A)	78
2.19	Determinación de la consistencia	79
2.20	Prueba de aceptabilidad	80

2.21 Prueba triangular	81
2.22 Vida de anaquel del aderezo 0.0% sust.	82
2.23 Vida de anaquel del aderezo 12.5% F	83
2.24 Vida de anaquel del aderezo 25.0% F	84
2.25 Vida de anaquel del aderezo 50.0% F	85
2.26 Vida de anaquel del aderezo 75.0% F	86
2.27 Vida de anaquel del aderezo 12.5% A	87
2.28 Vida de anaquel del aderezo 25.0% A	88
2.29 Vida de anaquel del aderezo 50.0% A	89
2.30 Vida de anaquel del aderezo 75.0% A	90
3.1 Porción de molécula de pectina	94
3.2 Molécula de almidón	95
3.3 Consistómetro de Bostwick (vista perspectiva)	96
3.4 Consistómetro de Bostwick (vista aérea)	97

I. INTRODUCCION

La obesidad es la forma más común de la enfermedad de una mala nutrición, y su frecuencia es mayor en las personas de mediana edad.

Es indudable que a medida que aumente la disponibilidad de energía alimenticia en las naciones en vías de desarrollo, como Guatemala, el riesgo de ser obeso también incrementará.

Los efectos dañinos que ocasiona la obesidad como por ejemplo la hipertensión y las enfermedades cardiovasculares, la convierten en un grave padecimiento médico. De ahí que la población guatemalteca esté preocupada por el tipo de alimentación que ingiera.

Debido a lo anterior, se decidió realizar el estudio de la fabricación de un producto bajo en contenido de grasa para poder satisfacer así las necesidades del consumidor.

Los productos formulados fueron aderezos con un contenido bajo de aceite. El aderezo base tiene una formulación. El contenido de grasa se sustituyó por diferentes concentraciones de pectina y almidón (12.5, 25, 50, 75%). De todas estas variaciones se obtuvo 9 diferentes aderezos, a los cuales se les hizo pruebas de consistencia,

contenido calórico, vida de anaquel, aceptabilidad del sabor, color y textura. Además, se hizo un análisis del costo de producción, permitiendo de esa manera a las industrias alimenticias fabricar un producto bajo en contenido de grasa y a un costo menor que el producto importado.

II. ANTECEDENTES

A. Aderezos

1. Características

Los aderezos son emulsiones de aceite en agua. Generalmente contienen vinagre, aceite vegetal, sal, azúcar, especias y otros condimentos. La mayoría de los aderezos contienen 30-40% de aceite vegetal (Andrés, 1987). Entre más alto sea el contenido de aceite en el aderezo, la calidad de éste será mejor. Los aderezos de baja calidad contienen 30% de aceite y los de alta calidad, 50% (Furia, 1972).

Estas emulsiones son preparadas por medios mecánicos y estabilizadas con hidrocoloides o gomas. Debido a la alta acidez de la formulación, se necesita de un buen hidrocoloide que funcione como un estabilizador y espesante en un sistema ácido. Además, la viscosidad del aderezo no debe ser afectado por cambios en la temperatura (Andrés, 1987).

2. Preparación

Para una preparación por lotes, primero se hace la pasta de almidón y luego se mezclan los huevos, aceite y especias. Luego se emulsifica la mezcla.

Para plantas industriales más grandes se pueden utilizar sistemas continuos. El agua, azúcar, almidón, sal y vinagre se mezclan y cocinan automática y continuamente en un intercambiador de calor con una unidad para raspar y así evitar que se pegue al mismo. Luego esta mezcla se enfría. Después se agrega huevo y aceite, y pasa por un molino coloidal para emulsificarse. La pasta que se forma debe ser estable y resistente a una posible separación debido a la acidez que pueda impartir el vinagre que se encuentra presente en la mayoría de los aderezos (Furia, 1972).

B. Grasas y aceites

1. Características

El grupo de alimentos conocido como grasas y aceites consiste en triglicéridos, es decir, triésteres del glicerol, y ácidos grasos (Braverman, 1986). La distinción entre grasas y aceites es que, a temperatura ambiente una grasa es sólida y un aceite, líquido. La mayor parte de los glicéridos son grasas en los animales, mientras que en las plantas tienden a ser aceites. Es por ello que se tienen los términos grasa animal (de cerdo y de ternera) y aceites vegetales (de maíz y algodón, por ejemplo).

El ácido carboxílico que se obtiene por hidrólisis de una grasa o aceite se llama ácido graso, y tiene por lo general una cadena larga de hidrocarburo sin ramificaciones.

Las grasas y aceites se nombran como derivados de estos ácidos grasos. La mayor parte de las grasas y aceites que se encuentran en la naturaleza son triglicéridos mixtos, es decir, que las tres porciones de ácido graso del glicérido son diferentes (Fessenden y Fessenden, 1988).

2. Funciones

Nutricionalmente, la función de las grasas es de suministrar energía, pues su contenido calórico es de 9 kcal/g. También proveen nutrientes esenciales (ácidos linoleico y linolénico y vitaminas A, D, E y K), facilitan la absorción de las vitaminas liposolubles (Kinsella, 1988) y son fuente de ácidos grasos esenciales, los cuales se oxidan fácilmente en el corazón, músculo e hígado para proveer energía a estos tejidos (Braverman, 1986).

Las vitaminas liposolubles son importantes, ya que ayudan al desarrollo de muchas actividades biológicas. La vitamina A tiene tres diferentes formas y una de las cuales es el retinol. Este compuesto es necesario para la visión,

transcripción del ADN y síntesis proteica. El retinoides, otra forma, actúa como un inmunestimulante inhibiendo la formación de tumores y cáncer. La vitamina D es un agente antirraquítico, ya que regula el metabolismo del calcio y fósforo. Además, regula la secreción de hormonas, polipéptidos y principalmente de tocoferoles. Estos afectan la movilización y almacenamiento de ésteres de retinol en el hígado e inactivan posibles radicales libres. Estas vitaminas son ingeridas por el cuerpo a través de alimentos que contengan grasa (Kinsella, 1988).

En lo concerniente a los alimentos, el papel de los lípidos tiene que ver con la textura y propiedades reológicas del mismo. La presencia y forma física de las grasas determina el sabor y la sensación bucal que se recibe de los alimentos. Muchos alimentos tienen una mayor riqueza de sabor cuando poseen una alta proporción de grasa finamente dividida (Braverman, 1986).

La razón es que los lípidos contribuyen dando aroma, sabor, color (carotenoides), sensación bucal (jugosidad, suavidad, lubricación) y una sensación general de satisfacción y saciedad. Además, pueden ser calentados arriba de 100°C para dar una rápida cocción y dan una textura crujiente y sabor a los alimentos fritos, como las

papas fritas. Estas características son los componentes importantes que le dan calidad a los alimentos (Kinsella, 1988).

Por lo tanto, los lípidos forman una parte importante en la dieta diaria. Sin embargo, si esta dieta es demasiado alta, entonces puede acarrear ciertos problemas, puesto que actualmente se ha encontrado que existe relación entre la ingesta de grasa y las enfermedades del corazón, arterioesclerosis, colesterol sanguíneo alto y cáncer en el colon e intestinos (Braverman, 1986).

C. Coloides hidrofílicos (hidrocoloides)

Los hidrocoloides son largas cadenas de polímeros que se disuelven o dispersan en agua para espesar o producir un efecto viscoso. La mayoría de los hidrocoloides son polisacáridos que interactúan constantemente con proteínas, lípidos y otro tipo de moléculas como agua. Debido a estas interacciones, los polisacáridos desempeñan funciones necesarias en los alimentos como dar viscosidad, estabilidad en la solución, suspensión, lubricación, cuerpo, acción emulsificante y gelatinización. Debido a todas estas características, los hidrocoloides pueden sustituir de forma similar a las grasas y aceites.

Fisiológicamente, los hidrocoloides actúan como fibra soluble al ser digeridos y, por lo tanto, son efectivos en la reducción del nivel de colesterol sanguíneo y moderan la respuesta a la glucosa en los diabéticos. A niveles bastante altos se ha demostrado que son una buena fuente de fibra soluble.

Estos hidrocoloides se derivan de las siguientes fuentes: exudación, extracción, harinas, fermentación o biosíntesis, modificación química y síntesis química (Glicksman, 1991) En Anexos hay dos cuadros que demuestran los diferentes tipos de hidrocoloides y sus funciones. De interés para este estudio son los obtenidos de extracción como la pectina, y los extraídos de harinas, como el almidón.

1. Pectina

a. Características

El nombre de pectina, originado del término griego "coagulado, duro", fue empleado por Braconnot en 1825, para denominar a las sustancias que tenían capacidad de formar geles (Braverman, 1986).

Popularmente hablando, la pectina es aquel grupo de

sustancias derivadas de los jugos frutales, las cuales forman soluciones coloidales en agua y son derivadas de la protopectina durante el proceso de maduración de la fruta. Bajo condiciones adecuadas la pectina forma un gel (Desrosier, 1989).

Químicamente, la pectina consiste en cadenas largas y no ramificadas de ácido poligalacturónico, con los grupos carboxilo parcialmente esterificados con alcohol metílico. Las uniones entre las unidades de ácido galacturónico son $\alpha(1 \rightarrow 4)$. El peso molecular varía entre 20,000 y más de 400,000. En la sección de Anexos se presenta un diagrama de una porción de la molécula de pectina (Ver Fig. No.1) (Braverman, 1986).

Estos ácidos pectínicos son de grado de neutralización variables y capaces de formar geles con azúcar y ácido en condiciones adecuadas (Desrosier, 1989).

Las pectinas derivadas de diferentes fuentes varían en sus propiedades gelificantes debido a las diferentes longitudes de sus cadenas de ácido poligalacturónico y al distinto grado de esterificación con metanol de su grupo carboxilo (Braverman, 1986).

Recientemente se ha informado que la ingestión de grandes cantidades de sustancias pécticas produce un descenso en el nivel del colesterol sanguíneo, ya que la pectina forma parte de la fibra dietética. La fibra dietética no puede ser enzimáticamente degradada en el intestino delgado, pero sí es fermentada por la microflora en el intestino grueso. La degradación depende del polisacárido y la capacidad de retención de agua, por eso la pectina se degrada completamente. La pectina tiene una alta capacidad de retención de agua por lo que el gel formado aumenta la viscosidad gastrointestinal facilitando la absorción de los nutrientes y aumentando la masa fecal. Además, se ha observado que la pectina tiene la habilidad de absorber los ácidos biliares al aumentar su contenido en las heces y a medida que aumenta el contenido de ácido biliar en las heces el nivel de colesterol en el plasma disminuye. Por lo tanto, la pectina también ayuda a disminuir el nivel de colesterol sanguíneo (Schneeman, 1989).

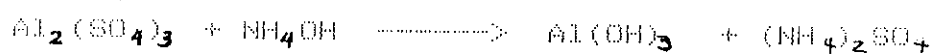
b. Producción

Durante los últimos años ha crecido la industria de la fabricación de pectina, en cualquiera de las dos presentaciones: pectina líquida, que es una solución concentrada de pectina extraída de vegetales y polvos secos

de pectina (Adam, 1958). Estas pectinas no son sustancias puras, pues su grado de pureza depende del método de manufactura, del tamaño molecular de la sustancia péctica, del grado de esterificación y de la cantidad de material de arrastre (Braverman, 1986).

A continuación se mencionarán dos procesos por los cuales se puede obtener pectina. En el primero, la pectina se extrae de tejidos frutales (por ejemplo de manzana) por una combinación de extracción con ácido y presión. Luego se clarifica el extracto por la remoción de almidón y proteínas al utilizar enzimas. Se decolora con carbón activado, luego se filtra y finalmente se concentra (Adam, 1958).

En el otro método se precipita la pectina por medio de la utilización de alcoholes o acetona. Se agrega amoníaco al extracto acuoso filtrado de pectina para llevar el pH a 4.0, y se agrega sulfato de aluminio:



Cuando se completa la precipitación de pectina, el líquido libre se escurre en tanques de doble fondo y luego se recoge el gel precipitado. Se escurre entre tela y se trata con una solución acuosa para eliminar el exceso de $\text{Al}(\text{OH})_3$. Luego se obtiene un gel de relativa pureza; éste se prensa, se seca y se muele. El alcohol se regenera por destilación (Braverman, 1986).

c. Función en los alimentos

La pectina de fruta tiene una gran variedad de usos comerciales. Se utiliza en la fabricación de mermeladas, jaleas y dulces; en la producción de gomas y mucílagos; en la estabilización de emulsiones de agua y aceite; para incrementar calidad en el proceso de producción de quesos y para hacer jugos de frutas deshidratados y bebidas (Adam, 1958).

La pectina también se utiliza para la preparación de conservas de todo tipo. Como ya se mencionó, la pectina tiene poder emulsificante, y es por eso que se utiliza en la fabricación de mayonesas, helado y también con aceites esenciales empleados en la manufactura de diversos sabores. Un desarrollo reciente es la posibilidad del empleo de geles de pectina como películas protectoras para el recubrimiento de alimentos (Braverman, 1986).

2. Almidón

a. Características

El almidón se halla difundido en la naturaleza como material de reserva de los vegetales. Sus propiedades

funcionales son de importancia en muchos alimentos. Este se encuentra en las células vegetales bajo la forma de partículas insolubles o gránulos.

Químicamente, el gránulo de almidón es un sistema heterogéneo que consiste de dos compuestos: la amilosa, que es un polímero lineal y la amilopectina, que es un polímero muy ramificado. En la sección de Anexos se presentan dos diagramas de porciones de las moléculas de amilosa y amilopectina (Ver Fig. No.2).

El gránulo de almidón consiste de varias capas, colocadas alrededor de una región central llamada núcleo. Este grano posee una alta densidad y grado de empaquetamiento, pero es insoluble en agua fría. Si se aumenta la temperatura entonces el gránulo absorbe agua y crece el volumen (Braverman, 1986).

b. Producción

El almidón se produce a partir de tubérculos como la papa o cereales (trigo, maíz, arroz). El maíz es la fuente principal del almidón industrial (Braverman, 1986).

El almidón se separa del cereal o semilla de una

planta por medios mecánicos. Este proceso involucra la separación mecánica e la cobertura de la semilla. Luego se remueve el grano y queda el endospermo que contiene la goma. Este endospermo se muele hasta obtener un polvo muy fino. Debido a que este tipo de procesos mecánicos no son muy tecnificados ni completos, la goma obtenida contiene celulosa o fibra. Esto hace que las soluciones de almidón sean turbias (Glicksman, 1982).

Existe otro método en el cual se obtiene un polvo más refinado y se debe al proceso más refinado que se le da. Primero se lavan las impurezas, luego se rompe el grano de la misma forma que en el proceso anterior. A continuación se agrega sulfito para evitar el pardeamiento, y después le sigue una sedimentación para separar las impurezas. Finalmente, se hace un lavado y blanqueado con sulfito y permanganato, para después secar el polvo a una temperatura de 30-40°C (Braverman, 1986).

c. Función en los alimentos

Debido a su capacidad de formar soluciones viscosas o pastas al calentarse en suspensión con agua, los almidones son utilizados como agente s estabilizadores (Adam, 1958).

Los almidones son usados como una fuente de carbohidratos, espesantes, de ayuda en los procesos, modificador de textura y otros. La disponibilidad y bajo costo de este producto son los factores influenciadores en la utilización del almidón y sus modificaciones en los alimentos. Los almidones poseen ciertas propiedades únicas que, en combinación con su carácter nutritivo, los hacen necesarios para la modificación de los alimentos.

La selección del almidón para una específica aplicación depende de la textura y reología que se desea, así como las condiciones en que se va a utilizar (Furia, 1972).

Actualmente se utilizan derivados del almidón para sustituir la grasa en ciertos alimentos. Un ejemplo es la maltodextrina, que es un polímero producido por la hidrólisis parcial del almidón de maíz. Este compuesto es un polvo completamente soluble en agua caliente y que puede formar geles al enfriarse. El gel formado tiene una sensación de suavidad y una textura similar a la de los aceites, por lo que es posible sustituir parte de la grasa en ciertos alimentos, como margarinas, imitaciones de crema ácida, aderezos y postres congelados. Debido a que este compuesto es un polisacárido, entonces su valor calórico es menor que el de las grasas, por lo que el producto en que se sustituyó

la grasa por la maltodextrina tendrá un contenido calórico menor que el producto original (Food Technology, 1990).

Los almidones son utilizados como agentes espesantes en salsas, rellenos de fruta para pasteles, aderezos y como estabilizadores en rellenos cremosos y otros (Furia, 1972).

D. Enfermedades causadas por la ingesta excesiva de grasas

1. Obesidad

El término genérico obesidad, proviene del vocablo latino "obesus" que significa "comido hasta desaparecerse", es decir, que ha comido hasta convertirse en gordo. En otras palabras, la ingesta ha excedido al gasto, y el exceso es transformado en grasa y depositado en los tejidos cutáneos y alrededor de los órganos.

La obesidad es una consecuencia del desequilibrio entre el consumo de energía en los alimentos y el gasto del organismo. Cuando una persona obesa pierde peso con una dieta equilibrada, casi todo el peso perdido es grasa (Bray, 1985).

Investigadores han encontrado que la tasa de mortandad es 1.29 veces más alta en las personas que se encuentran 20% arriba del peso promedio (sobrepeso). También han encontrado que, como consecuencia del sobrepeso, existen personas donde la incidencia de diabetes es normal, comparada con las personas con peso promedio. Se cree que el incremento en la mortalidad debido a la obesidad se debe a que ésta está asociada con enfermedades digestivas como cáncer en el colon (Eisenberg, 1990) y malestares cerebro vasculares (Hansen, 1991).

Por lo tanto, la obesidad constituye un factor predisponente a desencadenar varias enfermedades como la diabetes mellitus, la hipertensión y la hiperlipidemia. Estas tres enfermedades están íntimamente relacionadas con las enfermedades cardiovasculares. Es por eso que estas enfermedades son la causa de la muerte, ya sea por un infarto del miocardio o por accidente cerebrovascular (Hubert, 1985).

2. Hipertensión arterial

La hipertensión arterial se define como "la elevación persistente de la presión sistólica igual o mayor de 160 mmHg, o a un aumento de la diastólica igual o mayor a 95 mmHg".

La hipertensión arterial está relacionada a factores ambientales, entre los que destaca la ingesta de alimentos con alto contenido calórico, así como el factor genético. El sobrepeso y la obesidad son considerados factores etiológicos de la hipertensión. Por cada unidad de índice de masa corporal aumentada se detecta un incremento en la presión arterial de 1 mmHg, y al reducir la masa corporal también disminuye la presión arterial al seguir el mismo factor antes mencionado (Williams, 1988).

3. Hiperlipidemia

La hiperlipidemia es el aumento de una o más fracciones lipídicas, con un incremento simultáneo de lipoproteínas. La obesidad se asocia a la falta de movilidad, dándose tendencias de altas concentraciones de VLDL y bajas de HDL. Un aumento de lipoproteínas de baja densidad (VLDL) afecta el endotelio y favorece la absorción de ésteres de colesterol en las paredes arteriales (arterioesclerosis). Es importante tomar en cuenta que el nivel de colesterol es un predictor de riesgo de enfermedad coronaria. Por lo general, la reducción de peso es la medida más importante para bajar los triglicéridos. (Williams, 1988)

4. Arterioesclerosis

Es una enfermedad de las arterias del cuerpo. Involucra el endurecimiento, engrosamiento y pérdida de la flexibilidad de la pared arterial.

La arterioesclerosis resulta, principalmente, de una acumulación de material grasoso en las paredes de las arterias. Estos depósitos grasosos conocidos como plaquetas~~as~~ contienen grandes cantidades de calcio, ácidos grasos y colesterol. Las plaquetas tienen orillas duras que irritan las arterias. Por la acumulación de este material se forma una costra en la pared de éstas, haciendo que la pared se ponga dura y aumente de volumen, lo cual evita el paso de la sangre (Hubert, 1985).

E. Producción de alimentos con bajo contenido de grasa

El mercado de alimentos bajos en calorías y colesterol ha tenido un aumento en los últimos años, debido a la preocupación de las personas por tener una dieta más balanceada que les permita una mejor salud y un tiempo de vida más largo. Esto se debe a todas las investigaciones realizadas acerca de la relación entre la ingesta de alimentos con alto contenido calórico y colesterol, y las

enfermedades del sistema digestivo (como cáncer en el colon), colesterol en la sangre, diabetes como consecuencia de obesidad y otras muchas que aumentan la tasa de mortandad (Egbert, et al., 1991).

Es por eso que los diseñadores de alimentos están buscando soluciones para reducir la grasa en productos para satisfacer la demanda del consumidor (TIC Gums, 1992). Por ejemplo, la corporación McDonald introdujo una hamburguesa con bajo contenido de grasa. En este alimento, la formulación para hacer la carne molida se alteró y la grasa se sustituyó con "iota carrageenan", que es un compuesto que enlaza agua dándole así jugosidad al producto (Egbert, et al., 1991). También se han hecho una serie de compuestos y formulaciones que permitan sustituir las grasas y aceites en los alimentos. Así tenemos la maltodextrina que disminuye el nivel de colesterol sanguíneo y se puede aplicar en helado, leche, salsas, pan, galletas y otros. La maltodextrina proporciona 1 caloría/gr (Inglett y Grisamore, 1991). También se ha hecho un gel de celulosa registrado como Avicol (Penichter y McGinley, 1991); el Oatrim, que es un polvo hecho a partir de avena; la polidextrosa (LaBarge, 1988); y formulaciones hechas a partir de huevos y proteínas de la leche y que al ser calentadas, las moléculas se inflan y forman un gel con características similares a las grasas y aceites, pero que

tienen un contenido calórico menor (1 1/3 kcal/gr) y libre de colesterol (NutraSweet, 1988).

En los países desarrollados, algunos de estos alimentos incluyen bebidas, aderezos, galletas, pudines y postres. En productos como los aderezos se puede disminuir el contenido de aceite para que decrezca el contenido calórico (Furia, 1972).

Sin embargo, varios factores deben ser considerados antes de hacer cualquier sustitución, ya que las grasas y aceites afectan el sabor, textura, vida de anaquel, estabilidad microbiana (TIC Gums, 1992) y los pasos en la preparación de los alimentos. El grado de dificultad en la reducción del contenido de grasa es función de la importancia que tiene la grasa en el alimento (Van den Bergh Foods Co., 1992).

La reducción en los niveles de grasa afecta el sabor de los alimentos, puesto que algunos contienen saborizantes liposolubles. Por ejemplo, los "spread" bajos en grasa necesitan aumentar la concentración de sabor para obtener el impacto deseado, mientras que aderezos bajos en grasa necesitan equilibrar el sabor para contrarrestar el aumento en acidez (Van den Bergh Foods Co., 1992).

Debido a lo anterior, las propiedades de los hidrocoloides

(que son fuente de fibra y forman enlaces con agua) los hacen componentes esenciales en la mayoría de alimentos bajos en grasa y calorías. Las ventajas de utilizar hidrocoloides son: 1) pueden enlazar 100 veces su volumen con agua para evitar posibles cristalizaciones y dar estabilidad; y 2) actuar como emulsificantes para simular algunas de las propiedades emulsificantes de las grasas y aceites (TIC Gums, 1992).

III. JUSTIFICACIONES

La industria alimenticia guatemalteca ha ido progresando con el tiempo en cuanto a la producción y empaque adecuado de alimentos. Sin embargo, la tecnología e ideas de productos nuevos que satisfagan al consumidor todavía no está del todo desarrollada, pues claramente se puede ver el aumento en la importación de productos que se encuentran a la venta en los diferentes supermercados nacionales. Estos productos pueden ser fabricados por las industrias guatemaltecas a un bajo costo.

Algunos de estos productos son aquellos cuyo contenido en grasa es bajo. Actualmente, la población guatemalteca está influenciada por la idea de ingerir alimentos nutritivos con bajo contenido calórico que les permita llevar una vida más sana y por más tiempo. Esto se observa en la cantidad de personas que asisten a gimnasios de aeróbicos, a instalaciones de saunas y masajes, a estéticas para reducción de peso, a la venta de fajas y aparatos para pesas, y un sin fin de productos para adelgazar, como por ejemplo el "Slim Fast".

Por eso se decidió realizar este estudio. La sustitución de grasa por pectina y almidón en un alimento, en este caso un aderezo para ensalada, permitirá fabricar un

producto bajo en grasa por las industrias guatemaltecas a un bajo costo. De esta forma se satisficera al consumidor; y a partir de este estudio se podra producir otros alimentos bajos en contenido de grasa sin necesidad de importarlos.

Asimismo, la elaboracion de este estudio demostrara a la ingenieria, que el licenciado en Ingenieria de Alimentos ademas de controlar la produccion y calidad en las industrias alimenticias, sabe disenar nuevos productos que satisfagan las necesidades del consumidor a un bajo costo, y que a la vez beneficien a la poblacion.

IV. OBJETIVOS

A. Generales

1. Obtener un aderezo bajo en grasa y calorías por medio de la sustitucion de aceite por pectina y almidón.

2. Obtener la mejor formulación que permita producir un aderezo bajo en grasa, con cualidades organolépticas deseables.

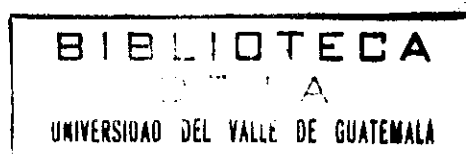
3. Presentar al público y a la industria alimenticia la posibilidad de fabricar un producto bajo en contenido de grasa y con un costo menor al de los importados.

B. Específicos

1. Determinar la vida de anaquel del aderezo producido.

2. Determinar la formulación, ya sea con pectina o almidón que le de al producto el mejor sabor y apariencia, utilizando para ello un análisis sensorial.

3. Proveer a la industria alimenticia una formulación adecuada de este producto para así disminuir la importación de alimentos bajos en contenido de grasa.



V. HIPOTESIS

La sustitución de aceite vegetal por pectina y/o almidón en un aderezo produce uno con contenido bajo de grasa y calorías, pero mantiene siempre sus propiedades organolépticas comparables a las de un aderezo con su contenido normal de grasa.

VI.MATERIALES Y METODOS

Para la elaboración de dicho trabajo se utilizó lo siguiente:

A. Materiales

1. Ingredientes

aceite	sal
pasta de tomate	cebolla en polvo
azúcar	mostaza en polvo
agua	ajo en polvo
vinagre	pimienta en polvo
yema de huevo	apio en polvo
pepinillos	orégano
goma xantán	paprika
pectina	almidón

2. Equipo

El equipo general utilizado se especificará en cada una de las pruebas realizadas.

B. Metodología

1. Preparación del aderezo

La formulación del aderezo se encuentra en la sección de Anexos (Ver Cuadro No.1). Para su preparación se utilizó el siguiente equipo general:

- licuadora
- Kitchen-Aid
- balanza (Triple Beam Balance, OHAUS, ± 0.05)
- equipo de cocina (colador, tazas, envases de plástico, cucharas para medir, etc.)
- frascos de vidrio

El procedimiento utilizado en la preparación de los aderezos fue el siguiente. Se mezcló la yema de huevo con el agua en el Kitchen-Aid por aproximadamente 10 min. a velocidad 3. Luego se agregaron los ingredientes secos y se mezcló a la misma velocidad por otros 5 min. más. Después se agregó poco a poco el aceite a velocidad 3. Al estar bien mezclado se agregó la pasta de tomate y el resto de los ingredientes líquidos. Se continuó agitando a la misma velocidad por otros 5 min. hasta que estuviera bien mezclado. Finalmente, se agregó el pepinillo molido y se agitó por 2 min. más.

Los aderezos con menos contenido de grasa se prepararon de la misma forma. La pectina y el almidón se agregaron junto con los ingredientes secos. El agua para obtener el porcentaje de sustitución deseado, se agregó con los líquidos. La pectina se usó en una solución al 5% y el almidón en una solución al 6%.

2. Medición de la consistencia

Para realizar esta prueba se utilizó el Consistómetro de Bostwick (ver Figs. 3 y 4 en Anexos). Este consistómetro es usado para determinar la consistencia de materiales viscosos a través de la medición de qué tan lejos fluye el material por su propio peso en una superficie plana, durante 30 segundos.

El consistómetro consta de un canal de acero inoxidable cerrado cerca de un extremo por una compuerta que se puede abrir instantáneamente. Este canal tiene graduaciones de 0.5 cm. empezando a 1 cm. de la compuerta.

La medición de la consistencia se hizo de la siguiente manera:

- 1) Se ajustó el consistómetro para que se encontrara a nivel; es decir, que se mueven unos tornillos hasta que una

burbuja de aire esté en el centro.

- 2) Se cerró la compuerta y se llenó completamente con el producto, que estaba a 20°C.
- 3) Se abrió la compuerta, permitiendo que fluyera el material por el canal, durante 30 segundos (medidos con cronómetro)
- 4) Se registró como índice de consistencia la mayor distancia recorrida durante dicho tiempo.
- 5) Este procedimiento se repitió 5 veces para cada aderezo obteniendo así 5 lecturas.

3. Prueba de análisis sensorial

Para determinar la aceptabilidad de los aderezos formulados, se decidió llevar a cabo una prueba de análisis sensorial, que estuvo constituida por dos partes: una prueba hedónica de 9 puntos y una prueba triangular. El grupo de panelistas no entrenados estuvo integrado por 5 hombres y 5 mujeres entre 20 y 40 años.

Para la realización de esta prueba se necesitó la utilización de vasos y platos de plástico, agua, galletas de soda y hojas de lechuga (especie de ensalada). Un ejemplo de los formularios que se utilizaron para realizar las pruebas se encuentra en la sección de Anexos.

4. Determinación del contenido calórico

Para realizar esta prueba inicialmente se utilizó una bomba calorimétrica. El producto fue secado previamente en un horno al vacío. Sin embargo, los resultados de este secado no fueron adecuados (ésto se explicará en la sección de Discusión de Resultados) y, por lo tanto, el cálculo realizado fue por un método estequiométrico, en el cual se utilizó la formulación de cada aderezo y la Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina del INCAP, que incluye el contenido calórico por gramo para una gran variedad de alimentos. El procedimiento de los cálculos se ejemplifica a continuación:

% de aceite en aderezo	46.85%
cal/gr del aceite	8.84

$$\text{entonces: } (8.84) * (46.85) = 414.15 \text{ cal/100gr}$$

De esta misma forma se hizo para cada uno de los ingredientes y para cada uno de los 9 diferentes aderezos.

5. Determinación de la vida de anaquel

Para obtener la vida de anaquel del producto se utilizó la ecuación de Arrhenius. Para utilizar esta ecuación se necesitó determinar una reacción bioquímica producida en el alimento durante su almacenamiento. En este estudio se

utilizó la formación de peróxidos debido a la oxidación de los lípidos. Este contenido de peróxidos se determinó por un período de 35 días a tres diferentes temperaturas 8, 24 y 40°C. Para determinar este contenido de peróxidos se utilizó uno de los métodos oficiales de Análisis de la AOAC. A continuación se especifica dicho método.

a. Standarización de la solución de tiosulfato de sodio

Fueron disueltos 25 g de tiosulfato de sodio en 1 lit de agua, previamente hervida. Esta solución fue colocada en un balón tapado para evitar la entrada de luz, y este balón se colocó en un lugar obscuro. Luego se pesó 0.20 - 0.23 g de dicromato de potasio (previamente secado durante 2 hrs. a 100°C) y fue disuelto en 80 ml de agua que contenía 2 g de ioduro de potasio. Se agitó el erlenmeyer, que contenía todos estos reactivos, se agregó 20 ml de ácido clorhídrico y se colocó en un lugar obscuro por 10 min. Después se tituló con la solución de tiosulfato de sodio previamente preparada, agregando 2 ml de una solución de almidón 1% después de que la solución hubiera cambiado de un color café rojizo a un amarillo claro (es decir que la mayoría del yodo se hubiera consumido). La fórmula para obtener la normalidad de la solución de tiosulfato de sodio es:

$$N = (g \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 * 1000) / (\text{ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 * 49.032)$$

b. Valor de peróxidos (método de titulación)

Para poder realizar la titulación fue necesario preparar una solución de ácido acético-cloroformo (3:2), una solución saturada de ioduro de potasio, una solución 1% de almidón y la solución de tiosulfato de sodio 0.1N. La solución de ioduro de potasio se guardó en un balón tapado con papel aluminio y en un espacio obscuro.

Al tener todas las soluciones preparadas se pesó, aproximadamente, 5 g de muestra (en una balanza Triple Beam, OHAUS) en un erlenmeyer de 250 ml. Se agregó 30 ml de la solución de ácido acético-cloroformo, agitando constantemente para disolver la muestra. Luego se agregó 1 ml de la solución de ioduro de potasio y 30 ml de agua, se agitó y se colocó en un lugar obscuro por 10 min. Se tituló con la solución de tiosulfato de sodio hasta que casi todo el amarillo hubiera desaparecido. Luego se agregó 1 ml de la solución de almidón y se continuó hasta terminar la titulación (cuando el color azul desapareciera). Si la titulación lleva menos de 0.5 ml de la solución de tiosulfato de sodio 0.1N entonces se hace una dilución para obtener una solución 0.01N. El valor de peróxidos se determinó al usar la siguiente ecuación:

$$\text{valor peróxidos (meq/kg muestra)} = S * N * 1000/g \text{ muestra}$$

donde $S = \text{ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (corregido con el blanco)

$N = \text{normalidad Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

La determinación del contenido de peróxidos se hizo en triplicado para las tres temperaturas durante las 5 semanas. Con estos 5 puntos (promedio del triplicado) para cada temperatura se construyeron las gráficas 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17 (ver Anexos). La pendiente de cada una de esas rectas representa una constante K , cuyas unidades son concentración/tiempo. Con estas tres constantes (una de cada recta para cada temperatura) se construyeron las gráficas 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 (ver Anexos). Cada una de estas gráficas es específica para cada aderezo. Al tener estas gráficas se introduce una temperatura determinada, con lo que se obtiene una K . Esta K se introduce en la siguiente ecuación:

$$\ln \frac{A}{A_0} = Kt$$

Esta ecuación representa una ecuación de reacción de 1er. orden, donde A es la máxima concentración de peróxidos permitida (10 meq/kg), A_0 la concentración inicial de peróxidos en la muestra, K la constante obtenida a la temperatura introducida y t la vida de anaquel en días a dicha temperatura.

Por lo tanto, por medio de este estudio se obtuvo las

gráficas para determinar la vida de anaquel media a una temperatura determinada, de cada uno de los aderezos formulados (ver gráficas No. 22-30).

6. Análisis del costo de producción

A partir de la materia prima se hizo un análisis del costo de producción para los 9 aderezos. Se asumió un 40% más para el pago de gastos fijos y variables. Dicho costo se comparó con el aderezo importado, para demostrar que se pueden producir éstos a nivel nacional por las industrias alimenticias guatemaltecas, sin necesidad de tener que importarlos para su disponibilidad en el mercado.

7. Análisis estadístico de los datos

Los datos obtenidos a partir de cada una de las pruebas experimentales fueron analizados al utilizar ciertas pruebas estadísticas. Estas pruebas están detalladas en la sección de Anexos.

VII. RESULTADOS

A. Medición de la consistencia

Las lecturas de consistencia obtenidas para cada uno de los aderezos fueron similares entre sí (ver Cuadro No.2 y Gráfica No.19). El rango de las mismas fue de 5.25 cms a 7.60 cms. Las lecturas promedio no fueron iguales, pero en el análisis estadístico realizado se observó que no existió diferencia significativa entre cada una de éstas ($F = 0.186$). Además, no hubo diferencia significativa entre los aderezos formulados con pectina o almidón.

B. Análisis sensorial

La selección de los panelistas fue con base en el interés que ellos tuvieran en ayudar a realizar dicho estudio. Los panelistas seleccionados no fueron entrenados, para poder obtener así la respuesta de un consumidor común hacia un producto nuevo. Cinco de los panelistas fueron de sexo femenino y cinco de sexo masculino; ésto con el fin de obtener resultados heterogéneos. Además, todos gustaban de consumir aderezo en la ensalada.

En general, de la prueba hedónica realizada se observó que la aceptabilidad de la formulación base fue entre gusta

moderadamente y gusta mucho (7.5/9). Esto mismo se puede decir de las sustituciones 12.5% y 25% para pectina y almidón (ver Cuadro No.5 y Gráfica No.20). Se observó que los mayores valores de aceptabilidad fueron para los aderezos 0% sust., 12.5% P, 25.0% P, 12.5% A y 25.0% A (siendo A=almidón y P=pectina; esta nomenclatura se usará en el resto del trabajo). Además, se observó que el aderezo 75.0% P (4.9/9) tuvo más aceptabilidad que el de 50.0% P (3.6/9); no así para los aderezos 50.0% A (4.1/9) y 75.0% A (3.8/9). También se observó que existió bastante diferencia entre la aceptabilidad de los aderezos 12.5% y 25.0%, y los de 50.0% y 75.0%, tanto para la sustitución con pectina como para la de almidón. Tampoco se observó alguna preferencia por parte de los panelistas hacia la sustitución con pectina o almidón. Esto se comprueba con el ANDEVA realizado, en el cual se obtuvo que la aceptabilidad de cada aderezo por cada panelista fue estadísticamente diferente.

En la prueba triangular realizada, dos muestras eran iguales y una diferente. El panelista debía distinguir la muestra diferente. Los datos se tabularon como repuestas positivas o negativas, siendo la respuesta negativa índice que el individuo no acertó a distinguir la muestra diferente. De esta prueba se observó que para las sustituciones de 12.5% y 25.0%, tanto para pectina como para almidón, las respuestas

negativas fueron mayores que las positivas (ver Cuadro No.6 y Gráfica No.21). Para las sustituciones de 50.0% y 75.0% de pectina y almidón, las respuestas positivas fueron mayores que las negativas. Para el aderezo 50.0% A, se observó el mismo número de respuestas positivas que negativas. La respuesta obtenida para los aderezos 25.0% P y 25.0% A, y para los aderezos 75.0% P y 75.0% A fue la misma. Se observó más respuestas negativas para el 12.5% P que para el 12.5% A, y que no existió diferencia significativa entre las respuestas obtenidas por cada panelista.

C. Determinación del contenido calórico

Inicialmente se iba a utilizar una bomba calorimétrica para determinar el contenido calórico de cada muestra. Debido a que los diferentes aderezos eran muestras semilíquidas, fue necesario secarlas. Este secado se hizo inicialmente en un horno convencional hasta obtener una humedad menor del 40%. Debido a la parcial humedad aún persistente en las muestras la bomba calorimétrica, no las pudo quemar. Entonces se llevó las muestras al INCAP donde se secaron en un horno al vacío. El resultado fue el mismo y por eso, finalmente, se utilizó un método estequiométrico para determinar el contenido calórico en las muestras, usando para ello la formulación de cada aderezo y la Tabla de

Composición de Alimentos para uso en América Latina (ver Cuadros No.7 y 8). En éstos se observó que al disminuir el contenido de aceite en la formulación, disminuyó el contenido calórico. Se observó también que la diferencia en el contenido calórico entre los aderezos con una u otra sustitución, ya sea pectina o almidón, fue mínima.

Del ANDEVA se obtuvo que no hubo diferencia significativa (F=1) entre la utilización de pectina o almidón, pero se observó cierto porcentaje de disminución en el contenido calórico en los aderezos con sustitución (ver Cuadro No.9).

D. Determinación de la vida de anaquel

La determinación de la vida de anaquel para los aderezos se hizo con base en la aparición de peróxidos debido a una oxidación lipídica. Este análisis se hizo durante 35 días (5 semanas) a tres diferentes temperaturas (8, 24, 40°C).

De los datos obtenidos se observó que la reacción de oxidación fue de primer orden, es decir:

$$\ln \frac{A}{A_0} = -kt$$

Con esta ecuación se pudo obtener la vida de anaquel a cualquier temperatura para cada uno de los aderezos.

cualquier temperatura para cada uno de los aderezos.

Del estudio realizado se observó que el contenido de peróxidos aumentó al crecer el tiempo de almacenamiento. También incrementó el contenido de peróxidos al subir la temperatura de almacenamiento (ver Cuadros No.14-16 y las Gráficas No. 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17).

De la ecuación de las rectas para los aderezos 0% sust., 12.5% P y 25.0% P, se observó que las pendientes para cada una aumentaron al aumentar la temperatura de almacenamiento. Las pendientes para las rectas del aderezo 50% P fueron similares ($m=0.12$) y para el aderezo 75.0% P disminuyeron al aumentar la temperatura. Para los aderezos sustituidos con almidón, las pendientes de las rectas aumentaron en la de 24°C respecto de la de 8°C, pero disminuyeron en la de 40°C. Los coeficientes de correlación obtenidos para estas rectas estuvieron en un rango entre 0.87 y 0.98.

En las gráficas que relacionan la temperatura con la constante K (ver Gráficas 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18) se observó que la pendiente fue negativa para todos los aderezos excepto para el 50.0% P y 75.0% P; es decir que la constante K disminuyó al aumentar la temperatura.

También se observó que el contenido de peróxidos fue mayor en los aderezos con mayor contenido de aceite. Además, el contenido de peróxidos fue ligeramente mayor en los aderezos sustituidos con pectina que con almidón.

En las Gráficas No. 22-30 se observó que la vida de anaquel de los aderezos disminuyó al aumentar la temperatura de almacenamiento. Del Cuadro No. 20 se observó que a una temperatura de 8°C, la vida de anaquel promedio de todos los aderezos fue aproximadamente 35 días.

Del ANDEVA se pudo observar que las ecuaciones encontradas para cada serie de puntos fueron satisfactorias y relacionaron adecuadamente el tiempo de almacenamiento con el contenido de peróxidos.

E. Determinación del costo de producción

La determinación del costo de producción se hizo a partir de la materia prima y se asumió un 40% para el pago de gastos fijos y variables. El precio obtenido para cada aderezo es menor que los importados, que se encuentran a la venta en diferentes supermercados del país (ver Cuadro No.18).

VIII. DISCUSION

La formulación base del aderezo se obtuvo del libro Food Products Formulary de Tressler y Woodroof. A partir de esta formulación se sustituyó el porcentaje de aceite por soluciones de pectina y almidón. La pectina se utilizó en un 5% y el almidón en un 6%. Estas a su vez sustituyeron el aceite en el aderezo base en un 12.5, 25, 50, y 75%. Se utilizó 5 y 6% porque se observó que con este porcentaje la consistencia de todos los aderezos era similar, como se puede observar en la Gráfica No.19.

En la prueba de consistencia se esperaba obtener lecturas parecidas, ya que se quería preparar aderezos bajos en contenido calórico pero con las propiedades organolépticas iguales o similares al aderezo no sustituido. Del ANDEVA se observó que no existió diferencia significativa entre las medias de las lecturas de consistencia para cada aderezo. Esto quiere decir que la consistencia del aderezo no sustituido y la de los si sustituidos fue igual. Asimismo quiere decir que tampoco hubo diferencia entre utilizar la formulación con pectina o almidón. Por lo tanto, respecto de la consistencia, se puede decir que si se logró sustituir el aceite en un 12.5, 25, 50, y 75% ya que se obtuvo una apariencia similar entre las diferentes formulaciones.

Sin embargo, como no sólo la apariencia es importante en un producto alimenticio, sino que también el sabor, entonces se hizo un análisis sensorial consistente de dos pruebas: una de aceptabilidad (escala hedónica de 9 puntos) y una triangular.

En general, se observó que la aceptabilidad del aderezo base fue entre gusta moderadamente y gusta mucho, siendo ésta una calificación bastante alta (7.5/9). Los aderezos con sustitución del 12.5 y 25.0%, tanto con pectina como con almidón también tuvieron calificaciones relativamente altas, entre 7.2 y 7.8 de 9, que equivale al rango gusta moderadamente - gusta mucho. Incluso el aderezo 12.5% δ tuvo un puntaje mayor que el de 0% sustitución. Esto quiere decir que las formulaciones 12.5 y 25.0%, además de tener apariencia similar (refiriéndose a la consistencia), fueron aceptados por los panelistas. Esto también se pudo comprobar con los resultados de la prueba triangular en los que se observó que la mayoría de los panelistas no detectó la diferencia entre los aderezos 12.5 y 25.0% sustituidos con pectina y almidón, y el no sustituido.

Además, se observó que la aceptabilidad de los aderezos con 50.0 y 75.0% de sustitución fue baja; de 3.6 a 4.9 y que equivale a "disgusta moderadamente" y "no gusta ni disgusta".

Según la opinión de algunos panelistas, ésto se debió a que no se sentía el sabor jugoso y la suavidad que imparten las grasas y aceites a un producto, y que en lugar se sentía un sabor desabrido. Esto se debe a que los sabores y olores de los aceites provienen de compuestos carbonílicos derivados de los ácidos grasos no saturados presentes en los aceites. Además es posible que el aceite haya disuelto los aceites esenciales presentes en las especies y que ésto, a su vez, haya ayudado a crear determinado sabor. Así mismo la suavidad de un alimento depende de la concentración de ácidos grasos saturados y no saturados presentes en los triglicéridos del aceite.

Esta baja aceptabilidad para dichos aderezos también se comprobó con la prueba triangular en la que sí se detectó el aderezo diferente, tanto para la sustitución de 50.0% como la de 75.0%, ya que fueron 8 respuestas positivas y dos negativas para la sustitución de 75.0% y 6 respuestas positivas y 4 negativas para el 50.0% P.

Sin embargo, el 50.0% A tuvo 5 respuestas positivas y 5 negativas. Esto quiere decir que, aunque el aderezo no gustara al paladar, la sustitución seguía siendo adecuada, puesto que la mitad de los panelistas acertaron a identificar la muestra diferente.

Esto quiere decir que cuando la sustitución fue de 50.0 y 75.0%, aunque aparentemente la consistencia fuera la misma, el sabor se vio afectado y fue diferenciado con mayor facilidad por los panelistas.

Del ANDEVA calculado se observó que la aceptabilidad de cada aderezo por cada panelista fue estadísticamente diferente para la prueba hedónica de 9 puntos y no se observó alguna preferencia en la sustitución con pectina o almidón. Sin embargo, en la prueba triangular no se observó diferencia significativa y los panelistas acertaron a distinguir los aderezos; es decir, que en las de 50.0 y 75.0% sí distinguieron la muestra diferente, pero en las de 12.5 y 25.0%, no.

Por lo tanto, a partir de las dos primeras pruebas, determinación de la consistencia y análisis sensorial, se pudo observar que tanto la pectina como el almidón funcionaron como se esperaba; es decir, que formaron emulsiones con el aceite al absorber el agua presente en el producto dándole a los aderezos sustituidos la consistencia adecuada y similar a la del aderezo no sustituido. Sin embargo, cuando la sustitución fue muy alta (50.0 y 75.0%), las propiedades de sabor y jugosidad impartidas por los aceites no pudieron ser simuladas en los aderezos sustituidos

provocando un rechazo por parte del consumidor a dicho producto.

Como se observó, el contenido calórico disminuyó al decrecer el contenido de aceite (ver Cuadro No.9), ya que las calorías obtenidas a partir del aceite fueron 8.84 cal/gr. y a partir del almidón y la pectina fueron 3.63 cal/gr y 4.15 cal/gr, respectivamente. Entonces se puede observar que fue aproximadamente la mitad de las calorías las que aportaron el almidón y la pectina.

Del Cuadro No.9 se pudo observar que al disminuir el contenido de aceite en un 12.5%, por ejemplo, la disminución en el contenido calórico fue de 11.28% para la sustitución con pectina y 11.26% para la sustitución con almidón. Esto se debió a que estos hidrocoloides imparten las calorías anteriormente mencionadas y, por lo tanto, no hubo una disminución exacta de 12.5% en el contenido calórico de los aderezos. Sin embargo, se logró obtener cierto porcentaje de disminución bastante parecido a la sustitución.

Como se pudo observar en los Cuadros No.7 y 8, la diferencia calórica entre la utilización de pectina y almidón no fue significativa y esto se observó no sólo en que la diferencia de calorías entre estos aderezos fue mínima, sino

que también en el ANDEVA calculado se encontró que no fue significativa.

Por lo tanto, respecto del contenido calórico se obtuvo aderezos con un contenido menor que el aderezo base, aunque la aceptabilidad de los mismos sólo se dio para las sustituciones de 12.5 y 25.0%, tanto para pectina como para almidón.

Debido a que se trabajó con la sustitución de aceite, la determinación de la vida de anaquel se hizo respecto de la descomposición de éste en cada una de las sustituciones. Esta determinación se hizo con el objeto de observar si la vida de anaquel aumentaba en los aderezos con menor contenido de aceite, tomando en cuenta que probablemente los aderezos con sustitución alta podrían sufrir algún tipo de contaminación microbiana debido a la alta actividad de agua. Cabe mencionar que no se agregó algún tipo de preservante a los aderezos.

Dicha descomposición se dedujo que fue el contenido de peróxidos en las muestras debido a una reacción de oxidación lipídica. Se tomó un valor de peróxidos de 10 meq/kg muestra (máximo permitido para los aceites) como índice de la vida de anaquel, aunque todavía no existiera algún olor o sabor a rancio.

De los datos obtenidos se observó que las reacciones de oxidación para estos productos fueron de primer orden, es decir que siguen la siguiente ecuación:

$$\ln \frac{A}{A_0} = Kt$$

donde cada símbolo ya se explicó con anterioridad. La forma de saberlo fue la siguiente. Se obtuvo una regresión lineal del contenido de peróxidos respecto del tiempo, y su coeficiente de correlación respectivo. Luego se calculó el logaritmo natural del contenido de peróxidos y se relacionó nuevamente con el tiempo. A esta recta también se le calculó el coeficiente de correlación. Se comparó ambos coeficientes y el valor más alto indicaba que era la recta que mejor relacionaba los puntos obtenidos. En el caso de este estudio, todas las rectas que relacionaban el logaritmo natural del contenido de peróxidos con el tiempo tuvieron un coeficiente mayor y, por lo tanto, las reacciones fueron de primer orden (en caso contrario habrían sido de cero orden).

A partir de este estudio se obtuvo las gráficas de tiempo versus concentración de peróxidos, para cada uno de los aderezos. Teniendo estas gráficas y la ecuación de cada recta, se pudo obtener la vida de anaquel para cualquier temperatura (ver Gráficas No. 22-30).

Para ello se tomó cada aderezo y tres diferentes

temperaturas 8°, 24° y 40°. Cada temperatura fue introducida en las Gráficas No. 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 y 18, respectivamente para cada aderezo. Extrapolando se obtuvo 3 diferentes constantes K para cada temperatura, para cada aderezo. Teniendo las diferentes K, se introdujeron en la ecuación de reacción de 1er orden y se obtuvo el tiempo en días. Luego, a partir de la temperatura y los días, se construyó las Gráficas No. 22-30, en las cuales se observó que la vida de anaquel disminuyó al aumentar la temperatura de almacenamiento, puesto que la reacción de oxidación se aceleró al aumentar la temperatura, llegando así más rápido al valor máximo de peróxidos permitido (10 meq/kg). Cabe mencionar que los aderezos no tenían preservante; por lo tanto, la vida de anaquel puede aumentar si se agrega un antioxidante; además, se recomienda refrigerar el producto después de abierto.

Del estudio realizado se observó que el contenido de peróxidos aumentó al subir la temperatura puesto que las reacciones de oxidación lipídica son aceleradas con la temperatura, contacto con el oxígeno o la luz. Además, se observó que la pendiente de las rectas obtenidas aumentó al crecer la temperatura de almacenamiento. Esto se debió a que a una mayor temperatura la reacción de oxidación se vio acelerada y por ello el contenido de peróxidos en las

muestras aumentó más rápido.

Sin embargo, para el aderezo 50.0% P, las pendientes de las rectas para cada temperatura fueron similares. Esto se pudo deber a que como el contenido de aceite fue la mitad del original, entonces la reacción de oxidación no fue acelerada, aunque siempre hubo un mayor contenido de peróxidos entre más alta fue la temperatura. Esto mismo se puede decir del aderezo 75.0% P. Además, en un estudio realizado se observó que entre más humedad tiene un producto, la reacción de oxidación se ve disminuida porque los hidroperóxidos producidos forman enlaces de hidrógeno con el agua, evitando así que continúe la oxidación (Almeida, et al., 1992). Además, es posible que el producto se haya contaminado con bacterias o mohos debido a la alta actividad de agua, provocando otro tipo de reacciones no esperadas, alterando así la reacción de oxidación.

Finalmente, a partir del costo del análisis de producción se obtuvo que éste fue menor que el de los aderezos importados, ya que es necesario tomar en cuenta que la mano de obra en nuestro país es más barata que la de los Estados Unidos. Por lo tanto, sería factible fabricar este producto por las industrias alimenticias guatemaltecas, que ya tienen productos parecidos, como por ejemplo Ana Belly, Gourmet, etc.; y el consumidor probablemente los compraría debido a su menor costo.

IX. CONCLUSIONES

- A. Por medio de la sustitución de aceite en un 12.5 y 25.0% por pectina y almidón, es posible formular y fabricar un aderezo bajo en calorías, y de sabor, apariencia y costo aceptable para el consumidor.
- B. La pectina y el almidón son hidrocoloides que pueden sustituir el aceite en un aderezo, manteniendo ciertas propiedades, como la consistencia y apariencia, iguales a la del aderezo no sustituido.
- C. En la sustitución de 12.5% se logró un 11% de disminución en el contenido calórico de los aderezos para ambas sustituciones, pectina y almidón; en la de 25.0%, un 22%; en la de 50.0%, un 45%; y en la de 75.0%, un 67%.
- D. El sabor y jugosidad que le imparte el aceite a un producto, en este caso un aderezo, es detectado cuando la sustitución es muy alta, ya que la pectina y el almidón no contienen ácidos grasos que son los responsables de impartir estas características.
- E. La formación de peróxidos es mayor en alimentos con un contenido alto de aceite y cuando la temperatura aumenta.

X. RECOMENDACIONES

- A. Poner en práctica la producción de aderezos sustituidos en un 12.5 y 25.0%, ya sea con pectina o almidón.
- B. Llevar a cabo otros estudios donde se sustituya grasa o aceite en un producto por otros tipos de hidrocoloideos o una combinación de éstos.
- C. Utilizar el mismo método desarrollado en este estudio para obtener las gráficas de vida de anaquel de otros productos para que estén disponibles en las industrias alimenticias guatemaltecas.
- D. Realizar pruebas microbianas para detectar la posible contaminación de los aderezos sustituidos 50.0 y 75.0% debido a su alta actividad de agua, y si ésta afecta o no a la reacción de oxidación de los lípidos.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Adam, W.B., et.al. Food Industries Manual. New York:
1958 Chemical Publishing Co., Inc. 979 pp.
- Almeida, N.G., et.al. "Package, Temperature and TBHQ Effects
1992 on Oxidative Deterioration of Corn-based Snacks"
Journal of Food Science. (USA); 52 (1): 112-117.
- Andrés, C. "Consistent ingredients build in desired
1987 quality." Food Processing. (Chicago); 47 (13):
212 pp.
- AOAC. Official Methods of Analysis. 14a. edición. Virginia:
1984 AOAC, Inc. 1141 pp.
- Braverman, J.E.S. Bioquímica de Alimentos. México: El
1986 Manual Moderno, S.A. de C.V. 358 pp.
- Bray, G. "Obesity, definition, diagnosis & disadvantages."
1985 The Medical Journal of Australia. 142.
- Desrosier, N. Conservación de Alimentos. México: Cia.
1989 Editorial Continental, S.A. de C.V. 468 pp.
- Eisenberg, S. "Calories: Cancer Culprit?". Food Technology.
1990 (Chicago); 44 (8): 66-74.
- Egbert, W.R., et.al. "Development of Low-Fat Ground Beef".
1991 Food Technology. (Chicago); 45 (6): 64-73.
- Fessenden, R. y J. Fessenden. Química Orgánica. México:
1988 Grupo Editorial Iberoamérica. 1076 pp.
- Food Technology. "Fat Substitute Update". Food Technology.
1990 (Chicago); 44 (3): 92-97.

- Furia, T.E. CRC Handbook of Food Additives. 2da. edición.
1972 vol. 1. Florida: CRC Press, Inc. 998 pp.
- Glicksman, M. Food Hydrocolloids. vol. 1. Florida: CRC
1982 Press, Inc. 219 pp.
- Glicksman, M. "HYDROCOLLOIDS and the Search for the "Oily
1991 Grail"". Food Technology. (Chicago); 45 (10):
94-101.
- Hansen, R.G. "Why Calories Count: Communicating Moderation
1991 and Balanced Diet". Food Technology. (Chicago);
45 (10): 86-93.
- Hubert, H. The Importance of Obesity in the Development of
1985 Coronary Risk Factors and Disease: the
epidemiologic evidence. pags. 493-502.
- Inglett, G.E. y S.B. Grisamore. "Maltodextrin Fat Substitute
1991 Lowers Cholesterol". Food Technology. (Chicago);
45 (6): 104.
- Kinsella, J.E. "Food Lipids and Fatty Acids: Importance in
1988 Food Quality, Nutrition and Health". Food
Technology. (Chicago); 42 (10): 124-140.
- LaBarge, R.G. "The Search for a Low-Caloric Oil". Food
1988 Technology. (Chicago); 42 (1): 84-90.
- Mendenhall, W. et.al. Estadística Matemática con
1986 Aplicaciones. México: Grupo Editorial
Iberoamérica. 751 pp.

- NutraSweet. "Fat Substitute for Dairy and Oily-based
1988 Products". Food Technology. (Chicago); 42 (4):
96-97.
- Penichter, K.A. y E.J. McGinley. "Cellulose Gel for Fat-Free
1991 Food Applications". Food Technology. (Chicago);
45 (6): 105.
- TIC Gums, Co. "Hydrocolloid System for Reduced and No Fat
1992 Foods". Food Product Design. (Illinois); 2 (3):
95.
- Schneeman, B.O. "Dietary Fiber". Food Technology.
1989 (Chicago); 43 (10): 133-138.
- Van den Bergh Foods Co. "Fat-Reduction Systems Keep Quality
1992 in Formulations". Prepared Foods. (Chicago); 161
(6): 184.
- Williams, S. Nutrition Throughout The Life Cycle. Toronto:
1988 Times Mirror/Mosby College Publishing. 597 p

APPENDICES

A. CUADROS, GRAFICAS Y ENCUESTAS

Cuadro No. 1:

FORMULACION Y CONTENIDO CALORICO DEL ADEREZO BASE

(RUSSIAN DRESSING)

Ingredientes	Porcentaje en formulación *	Calorías /gr **
aceite	46.85	8.84
pasta de tomate	4.70	1.13
azucar	3.00	3.84
agua	12.10	---
vinagre	11.71	0.12
paprika	0.19	0.38
sal	1.12	---
cebolla en polvo	0.37	0.45
mostaza en polvo	0.47	0.27
ajo en polvo	0.09	1.34
pimienta negra	0.09	1.15
oregano	0.19	0.17
apio en polvo	0.09	0.19
yema de huevo	3.65	3.41
pepinillos molidos	7.33	0.15
jugo de pepinillos	7.96	0.15
goma xantán	0.09	4.15
TOTAL	100.00	25.59

* = (Tressler y Woodroof, 1976)
 ** = Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina

Cuadro No. 2: LECTURAS DE CONSISTENCIA PARA LOS ADEREZOS

Tipo de Aderezo	Lecturas de Consistencia (cms)					
	- 1 -	- 2 -	- 3 -	- 4 -	- 5 -	\bar{X}
0% sust. (normal)	7.25	7.25	7.00	7.25	7.00	7.15
12.5% P	6.75	7.00	7.00	6.75	7.25	6.95
25.0% P	6.25	6.00	6.25	6.25	6.00	6.15
50.0% P	7.40	7.40	7.50	7.40	7.50	7.44
75.0% P	7.50	7.50	7.50	7.60	7.60	7.54
12.5% A	7.00	7.25	7.00	7.00	7.25	7.10
25.0% A	7.00	6.75	7.00	6.50	6.75	6.80
50.0% A	6.00	6.75	7.00	6.75	7.00	6.70
75.0% A	5.50	5.25	5.25	5.50	5.50	5.40

P = pectina A = almidón

Cuadro No. 5

PRUEBA DE PREFERENCIA DE LOS ADEREZOS
(Escala Hedónica de 9 puntos)

No.de Panellista	Tipo de Aderezo								
	0% sust	12.5% P	25.0% P	50.0% P	75.0% P	12.5% A	25.0% A	50.0% A	75.0% A
1	9	8	8	3	5	9	8	5	4
2	7	6	7	5	6	8	6	5	5
3	8	9	8	5	7	9	9	4	4
4	7	6	6	4	2	6	5	3	2
5	9	8	8	2	7	9	8	6	5
6	7	7	8	5	2	6	7	2	3
7	8	8	7	3	6	8	7	5	5
8	6	7	7	5	4	7	6	2	3
9	7	8	8	2	6	8	8	4	4
10	7	7	6	2	4	8	8	3	3
PROMEDIO	7.50	7.40	7.30	3.60	4.90	7.80	7.20	4.10	3.80

Cuadro No. 6:

RESULTADOS DE LA PRUEBA TRIANGULAR

No. de Panelista	Tipo de Aderezo							
	12.5% P	25.0% P	50.0% P	75.0% P	12.5% A	25.0% A	50.0% A	75.0% A
1	+	+	-	-	+	-	+	+
2	-	-	+	+	-	-	-	+
3	-	-	+	+	-	-	-	-
4	-	+	-	-	-	+	+	+
5	-	+	-	+	-	-	+	+
6	-	-	+	+	-	-	-	+
7	-	-	+	+	-	+	-	-
8	-	-	+	+	+	-	+	+
9	-	-	-	+	-	-	-	+
10	-	-	+	+	-	+	+	+
R. positivas	1	3	6	8	2	3	5	8
R. negativas	9	7	4	2	8	7	5	2

Cuadro No. 7

**CONTENIDO CALORIMETRICO PARA LOS ADEREZOS
SUSTITUIDOS CON PECTINA (solución al 5%)**

Ingredientes	Tipo de Aderezo			
	12.5%	25.0%	50.0%	75.0%
aceite	362.38	310.62	207.08	103.54
pasta de tomate	5.31	5.31	5.31	5.31
azucar	11.52	11.52	11.52	11.52
agua	---	---	---	---
vinagre	1.40	1.40	1.40	1.40
yema de huevo	12.45	12.45	12.45	12.45
pepinillos molidos y su jugo	2.29	2.29	2.29	2.29
paprika	0.07	0.07	0.07	0.07
sal	---	---	---	---
cebolla en polvo	0.17	0.17	0.17	0.17
mostaza en polvo	0.13	0.13	0.13	0.13
ajo en polvo	0.12	0.12	0.12	0.12
pimienta negra	0.10	0.10	0.10	0.10
oregano	0.03	0.03	0.03	0.03
apio en polvo	0.02	0.02	0.02	0.02
goma xantán	0.37	0.54	0.62	0.70
pectina (4.15 cal/gr)	1.22	2.43	4.86	7.29
Calorías totales para 100grs	397.58	347.20	246.17	145.14

Cuadro No. 8

**CONTENIDO CALORIMETRICO PARA LOS ADEREZOS
SUSTITUIDOS CON ALMIDON (solución al 6%)**

Ingredientes	Tipo de Aderezo			
	12.5%	25.0%	50.0%	75.0%
aceite	362.38	310.62	207.08	103.54
pasta de tomate	5.31	5.31	5.31	5.31
azucar	11.52	11.52	11.52	11.52
agua	---	---	---	---
vinagre	1.40	1.40	1.40	1.40
yema de huevo	12.45	12.45	12.45	12.45
pepinillos molidos y su jugo	2.29	2.29	2.29	2.29
paprika	0.07	0.07	0.07	0.07
sal	---	---	---	---
cebolla en polvo	0.17	0.17	0.17	0.17
mostaza en polvo	0.13	0.13	0.13	0.13
ajo en polvo	0.12	0.12	0.12	0.12
pimienta negra	0.10	0.10	0.10	0.10
oregano	0.03	0.03	0.03	0.03
apio en polvo	0.02	0.02	0.02	0.02
goma xantán	0.37	0.47	0.54	0.62
almidón (3.63 cal/gr)	1.30	2.59	5.19	7.78
Calorías totales para 100gr	397.66	347.29	246.42	145.55

Cuadro No. 9:
COMPARACION DEL CONTENIDO CALORIMETRICO PARA
LOS 9 DIFERENTES ADEREZOS

Tipo de Aderezo	Contenido calórico de 30grs.	% de disminución en el contenido calórico
0% sust.	134.44	---
12.5% P	119.27	11.28
25.0% P	104.16	22.52
50.0% P	73.85	45.06
75.0% P	43.54	67.61
12.5% A	119.30	11.26
25.0% A	104.19	22.50
50.0% A	73.93	45.01
75.0% A	43.67	67.52

Cuadro No. 10:
ESTANDARIZACION DE LA SOLUCION DE TIOSULFATO DE SODIO

Días	Muestra	grs. $K_2Cr_2O_7$	mls $Na_2S_2O_3$	Normalidad	Normalidad promedio
7	1	0.2205	40.8	0.1102	0.1097
	2	0.2248	40.7	0.1126	
	3	0.2175	41.7	0.1064	
14	1	0.2136	39.5	0.1103	0.1101
	2	0.2054	38.2	0.1096	
	3	0.2188	40.4	0.1105	
21	1	0.2245	47.5	0.0976	0.0966
	2	0.2217	47.1	0.0959	
	3	0.2178	46.2	0.0961	
28	1	0.2244	42.7	0.1072	0.1066
	2	0.2176	41.8	0.1062	
	3	0.2190	42.0	0.1063	
35	1	0.2155	41.2	0.1066	0.1076
	2	0.2210	42.3	0.1065	
	3	0.2284	42.5	0.1096	

Cuadro No. 11
 Datos obtenidos en la determinación del contenido de peróxidos a una temperatura de 8°C.

Tipo de aderezo	Repetición	Días							
		7	14	21	28				
		B = 0.08 mls y 0.01097N mls Na ₂ S ₂ O ₈ meq/kg mues.	B = 0.1 mls y 0.01101N mls Na ₂ S ₂ O ₈ meq/kg mues.	B = 0.1 mls y 0.00966N mls Na ₂ S ₂ O ₈ meq/kg mues.	B = 0.09 mls y 0.01066N mls Na ₂ S ₂ O ₈ meq/kg mues.	B = 0.1 mls y 0.01076N mls Na ₂ S ₂ O ₈ meq/kg mues.			
0% sust.	1	1.10	2.24	2.30	4.25	5.50	11.53	8.60	18.72
	2	1.10	2.24	1.80	4.06	5.40	11.32	8.50	18.08
	3	1.10	2.24	1.90	4.06	5.40	11.32	8.50	18.08
12.5% P	1	0.90	1.80	1.70	3.52	5.00	10.47	8.00	17.00
	2	0.90	1.80	1.60	3.30	4.90	10.25	8.00	17.00
	3	0.80	1.58	1.60	3.30	4.90	10.25	8.10	17.22
25.0% P	1	0.60	1.14	1.40	2.86	4.20	8.76	7.80	16.57
	2	0.50	0.92	1.30	2.64	4.20	8.76	7.70	16.36
	3	0.50	0.92	1.30	2.64	4.30	8.98	7.70	16.36
50.0% P	1	0.30	0.48	1.10	2.20	3.80	7.91	7.40	15.71
	2	0.30	0.48	1.00	1.98	3.70	7.70	7.30	15.49
	3	0.20	0.26	1.10	2.20	3.70	7.70	7.30	15.49
75.0% P	1	0.10	0.04	0.80	1.54	3.30	6.84	6.90	14.64
	2	0.10	0.04	0.70	1.32	3.30	6.84	6.80	14.42
	3	0.10	0.04	0.70	1.32	3.20	6.83	6.80	14.42
12.5% A	1	0.80	1.56	1.50	3.08	4.60	10.04	7.80	16.57
	2	0.70	1.36	1.40	2.98	4.80	10.04	7.70	16.36
	3	0.70	1.36	1.40	2.88	4.70	9.83	7.60	16.14
25.0% A	1	0.50	0.92	1.30	2.64	4.00	8.34	7.10	15.06
	2	0.50	0.92	1.20	2.42	4.10	8.55	7.10	15.06
	3	0.50	0.92	1.20	2.42	4.00	8.34	7.00	14.85
50.0% A	1	0.40	0.70	0.90	1.78	3.60	7.48	6.40	13.56
	2	0.40	0.70	0.80	1.54	3.50	7.27	6.30	13.34
	3	0.50	0.92	0.90	1.76	3.60	7.48	6.40	13.56
75.0% A	1	0.30	0.48	0.80	1.10	3.10	6.42	5.50	11.82
	2	0.20	0.26	0.70	1.32	3.20	6.63	5.60	11.84
	3	0.20	0.26	0.60	1.10	3.20	6.63	5.60	11.84

* = se pesó 5 grs de muestra para la titulación

Cuadro No. 12:
DATOS OBTENIDOS EN LA DETERMINACION DEL CONTENIDO DE PEROXIDOS A 24°C*

Tipo de aderezo	Repetición	Días														
		7			14			21			26			35		
		B = 0.1 mls y 0.01087N mls Na ₂ S ₂ O ₃			B = 0.1 mls y 0.01101N mls Na ₂ S ₂ O ₃			B = 0.1 mls y 0.00966N mls Na ₂ S ₂ O ₃			B = 0.09 mls y 0.01066N mls Na ₂ S ₂ O ₃			B = 0.09 mls y 0.01076N mls Na ₂ S ₂ O ₃		
		meq/Kg mues.			meq/Kg mues.			meq/Kg mues.			meq/Kg mues.			meq/Kg mues.		
0% sust	1	1.50	3.07	5.70	12.33	11.10	21.25	15.50	32.85	22.10	47.37					
	2	1.40	2.85	5.70	12.33	11.20	21.45	15.40	32.64	22.30	47.80					
	3	1.40	2.85	5.60	12.11	11.00	21.06	15.50	32.85	22.30	47.80					
12.5% P	1	1.20	2.41	5.00	10.78	10.70	20.48	14.90	31.57	21.60	46.29					
	2	1.20	2.41	5.10	11.01	10.60	20.29	14.80	31.36	21.70	46.50					
	3	1.20	2.41	5.10	11.01	10.60	20.29	14.70	31.15	21.70	46.50					
25.0% P	1	1.00	1.97	4.80	10.35	10.00	19.13	14.00	29.66	20.40	43.71					
	2	0.90	1.78	4.70	10.13	9.80	18.74	13.90	29.44	20.30	43.49					
	3	1.00	1.97	4.70	10.13	9.90	18.93	13.90	29.44	20.40	43.71					
50.0% P	1	0.70	1.32	4.10	8.61	8.30	17.77	13.00	27.52	19.80	42.42					
	2	0.70	1.32	4.05	8.70	8.20	17.58	13.10	27.74	19.60	41.99					
	3	0.60	1.10	4.05	8.70	9.20	17.56	13.10	27.74	19.60	41.99					
75.0% P	1	0.10	0.00	3.70	7.93	8.50	16.23	12.50	26.46	19.00	40.69					
	2	0.20	0.22	3.66	7.71	8.40	16.04	12.40	26.24	18.80	40.26					
	3	0.20	0.22	3.60	7.71	8.40	16.04	12.30	26.03	18.90	40.48					
12.5% A	1	1.10	2.19	4.80	10.35	10.30	19.71	14.30	30.30	21.00	45.00					
	2	1.05	2.08	4.60	10.35	10.39	19.71	14.20	30.08	21.10	45.21					
	3	1.10	2.19	4.60	10.35	10.20	19.51	14.20	30.08	21.10	45.21					
25.0% A	1	1.00	1.97	4.30	9.25	9.50	16.16	13.39	28.16	20.60	44.14					
	2	0.80	1.54	4.40	9.47	9.40	17.97	13.20	27.95	20.70	44.35					
	3	0.90	1.76	4.20	9.03	9.50	16.16	13.30	28.16	20.60	44.14					
50.0% A	1	0.50	0.88	3.90	6.37	6.70	16.62	12.50	26.48	19.50	41.77					
	2	0.40	0.66	3.80	6.37	6.80	16.81	12.60	26.67	19.60	41.99					
	3	0.40	0.66	3.90	6.37	6.70	16.62	12.60	26.67	19.60	41.99					
75.0% A	1	0.20	0.22	3.40	7.27	8.00	15.26	11.90	25.18	18.80	40.26					
	2	0.20	0.22	3.30	7.05	7.90	15.07	11.80	24.97	18.70	40.05					
	3	0.20	0.22	3.30	7.05	7.80	14.88	11.80	24.97	18.70	40.05					

* se pesó 5 grs. de muestra para la titulación

Cuadro No. 13:
DATOS OBTENIDOS EN LA DETERMINACION DEL CONTENIDO DE PEROXIDOS A 40°C*

Tipo de aderezo	Repetición	Días.									
		7	14	21	28	35					
		B = 0.08 mls y 0.01097N mls Na ₂ S ₂ O ₅	B = 0.1 mls y 0.01101N med/kg mues.	B = 0.1 mls y 0.00966N mls Na ₂ S ₂ O ₅	B = 0.09 mls y 0.01066N med/kg mues.	B = 0.1 mls y 0.01076N mls Na ₂ S ₂ O ₅	med/kg mues.				
0% sust.	1	2.95	6.30	6.70	18.94	15.70	30.14	34.20	72.72	41.20	88.45
	2	2.95	6.30	6.50	18.50	15.60	29.95	34.40	73.15	41.40	88.68
	3	2.90	6.19	6.50	18.72	15.80	30.33	34.30	72.94	40.80	87.59
12.5% P	1	2.60	5.53	6.00	17.40	14.50	27.82	33.60	71.44	40.30	86.51
	2	2.50	5.31	7.90	17.16	14.10	27.05	33.50	71.23	40.60	87.16
	3	2.50	5.31	7.60	16.96	14.30	27.43	33.50	71.23	40.40	86.73
25.0% P	1	2.10	4.43	7.00	15.19	13.80	26.47	32.70	69.52	39.50	84.79
	2	2.00	4.21	7.20	15.63	13.60	26.08	32.50	69.10	39.40	84.57
	3	2.05	4.32	7.10	15.41	13.70	26.28	32.80	69.74	39.80	85.43
50.0% P	1	1.60	3.33	6.50	14.09	12.10	23.18	31.90	67.82	39.10	83.93
	2	1.50	3.12	6.30	13.65	12.20	23.36	31.80	67.60	39.00	83.71
	3	1.50	3.12	6.40	13.87	12.20	23.38	32.00	68.03	38.80	83.26
75.0% P	1	1.30	2.68	5.90	12.77	11.40	22.02	30.50	64.83	37.50	80.48
	2	1.20	2.48	5.60	12.55	11.30	21.83	30.70	65.26	37.30	80.05
	3	1.20	2.48	5.80	12.55	11.30	21.83	30.40	64.62	37.50	80.48
12.5% A	1	2.70	5.75	8.10	17.62	14.40	27.63	33.40	71.02	39.90	85.65
	2	2.70	5.75	7.80	16.96	14.20	27.24	33.30	70.80	39.80	85.43
	3	2.80	5.97	7.70	16.74	14.30	27.43	33.40	71.02	39.90	85.65
25.0% A	1	2.00	4.21	7.00	15.19	13.00	24.92	32.90	69.95	39.00	83.71
	2	2.10	4.43	6.90	14.97	13.30	25.50	32.80	69.74	38.90	83.50
	3	2.10	4.43	6.90	14.97	13.20	25.31	32.90	69.95	38.80	83.28
50.0% A	1	1.80	3.77	6.10	13.21	12.50	23.96	31.00	65.90	37.00	79.41
	2	1.70	3.55	6.20	13.43	12.40	23.76	30.90	65.69	36.90	79.19
	3	1.75	3.68	6.10	13.21	12.30	23.57	30.80	65.47	37.00	79.41
75.0% A	1	1.40	2.90	5.50	11.89	11.00	21.08	29.90	63.55	36.00	77.26
	2	1.30	2.68	5.70	12.33	11.10	21.25	29.90	63.55	36.10	77.47
	3	1.40	2.90	5.70	12.33	11.20	21.45	29.80	63.34	36.20	77.69

* se pesó 5 gra. de muestra para la titulación

Cuadro No. 14:

Contenido promedio de peróxidos (meq/kg muestra) a una temperatura de 8°C

Tipo de aderezo	Días				
	7	14	21	28	35
0% sust.	2.24	3.89	4.12	11.39	18.29
12.5% P	1.73	3.37	3.35	10.32	17.07
25.0% P	0.99	2.71	2.77	8.83	16.43
50.0% P	0.41	2.13	2.00	7.77	15.56
75.0% P	0.04	1.39	1.22	6.77	14.49
12.5% A	1.43	2.93	3.03	9.97	16.36
25.0% A	0.92	2.49	7.07	8.41	14.99
50.0% A	0.77	1.69	6.87	7.41	13.49
75.0% A	0.33	1.17	5.57	6.56	11.77

Cuadro No. 15:

Contenido promedio de peróxidos (meq/kg muestra) a una temperatura de 24°C

Tipo de aderezo	Días				
	7	14	21	28	35
0% sust.	2.92	12.26	21.25	32.78	47.66
12.5% P	2.41	10.94	20.35	31.36	46.43
25.0% P	1.90	10.20	18.93	29.51	43.63
50.0% P	1.25	8.74	17.64	27.67	42.13
75.0% P	0.15	7.78	16.10	26.24	40.48
12.5% A	2.15	10.35	19.64	30.15	45.14
25.0% A	1.76	9.25	18.10	28.09	44.21
50.0% A	0.73	8.37	16.68	26.60	41.92
75.0% A	0.22	7.12	15.07	25.04	40.12

Cuadro No. 16:

Contenido promedio de peróxidos (meq/kg muestra) a una temperatura de 40°C

Tipo de aderezo	Días				
	7	14	21	28	35
0% sust.	6.26	18.72	30.14	72.94	88.31
12.5% P	5.38	17.18	27.43	71.30	86.80
25.0% P	4.32	15.41	26.28	69.45	84.93
50.0% P	3.19	13.87	23.31	67.82	83.64
75.0% P	2.53	12.62	21.89	64.90	80.34
12.5% A	5.82	17.11	27.43	70.95	85.58
25.0% A	4.36	15.04	25.31	69.88	83.50
50.0% A	3.66	13.28	23.76	65.69	79.34
75.0% A	2.83	12.18	21.25	63.48	77.47

Cuadro No. 17: Costo de materia prima utilizada

Material	Costo
aceite	Q 4.30/ 350 ml
pasta de tomate	Q 1.90/ 170 grs
azucar	Q 5.85/ 2.27 kg
agua	Q 5.89/ 19 lts
vinagre	Q 7.90/ 3.78 lts
paprika	Q 2.00/ 28 grs
sal	Q 0.70/ 400 grs
cebolla en polvo	Q 2.00/ 114 grs
mostaza en polvo	Q 3.10/ 28 grs
ajo en polvo	Q 2.05/ 114 grs
pimienta negra	Q 4.15/ 49 grs
oregano	Q 4.15/ 49 grs
apio en polvo	Q 4.15/ 49 grs
yema de huevo	Q 6.00/ docena
pepinillos	Q 5.10/ 450 grs
goma xantán	Q 100/ 454 grs
pectina	Q 1.50/ 30 grs
almidón	Q 8.10/ 800 grs
envase plástico	Q 0.60/ 375 mls

Cuadro No. 18: Costo de producción de los aderezos

Tipo de aderezo	Costo para envase de 375 mls
0% sust.	Q 4.10
12.5% P	Q 3.92
25.0% P	Q 3.74
50.0% P	Q 3.39
75.0% P	Q 3.04
12.5% A	Q 3.88
25.0% A	Q 3.67
50.0% A	Q 3.16
75.0% A	Q 2.83
Importado: Palz La Torre Exclusivas	Q 9.82/ 237 mls Q 10.00/ 237 mls Q 13.59/ 237 mls

Cuadro No. 19: Resultados para la determinación Inicial de peróxidos en 5 grs de muestra

Tipo de Aderezo	Lectura	ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.01058N	meq/kg de peróxidos	concentración \bar{X} de peróxidos
0.0%	1	0.25	0.53	0.56
	2	0.30	0.63	
	3	0.25	0.53	
12.5% P	1	0.20	0.42	0.42
	2	0.20	0.42	
	3	0.20	0.42	
25.0% P	1	0.20	0.42	0.39
	2	0.15	0.32	
	3	0.20	0.42	
50.0% P	1	0.15	0.32	0.28
	2	0.15	0.32	
	3	0.10	0.21	
75.0% P	1	0.10	0.21	0.14
	2	0.05	0.11	
	3	0.05	0.11	
12.5% A	1	0.30	0.63	0.53
	2	0.20	0.42	
	3	0.25	0.53	
25.0% A	1	0.20	0.42	0.42
	2	0.20	0.42	
	3	0.20	0.42	
50.0% A	1	0.15	0.32	0.25
	2	0.10	0.21	
	3	0.10	0.21	
75.0% A	1	0.10	0.21	0.21
	2	0.10	0.21	
	3	0.10	0.21	

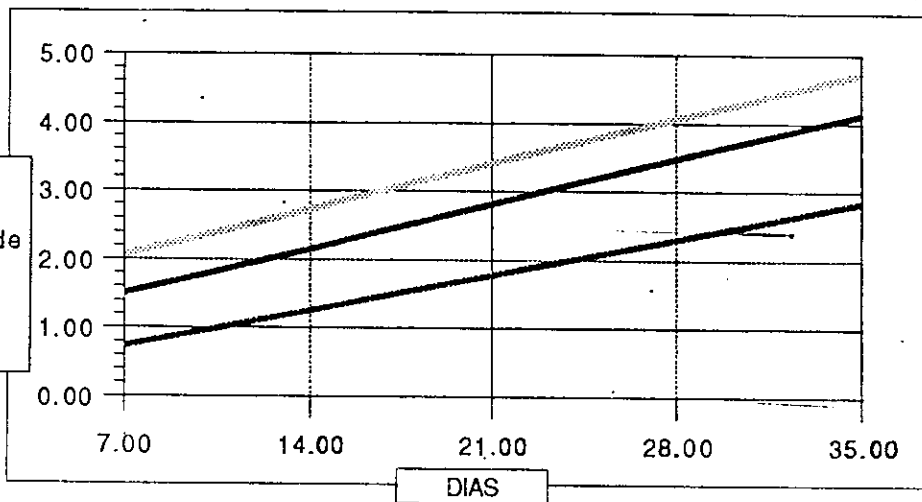
Cuadro No. 20 : Resultados para obtener gráficas de vida de anaquel

Tipo de Aderezo	Temperatura (°C)	Ki meq/kg días	Ao meq/kg	Tiempo (días)	Ecuación de la recta
0.0%	8	0.077	0.56	37.43	$y = 39.25 - 0.25x$ $r = -0.997$
	24	0.087		32.87	
	40	0.098		29.41	
12.5% P	8	0.083	0.42	38.19	$y = 39.79 - 0.22x$ $r = -0.996$
	24	0.093		34.09	
	40	0.102		31.08	
25.0% P	8	0.098	0.39	33.10	$y = 33.86 - 0.104x$ $r = -0.997$
	24	0.104		31.19	
	40	0.109		29.76	
50.0% P	8	0.120	0.28	34.85	$y = 34.99 - 0.018x$ $r = -0.999$
	24	0.121		34.56	
	40	0.122		34.28	
75.0% P	8	0.127	0.14	34.15	$y = 37.15 - 0.389x$ $r = 0.999$
	24	0.155		27.54	
	40	0.197		21.67	
12.5% A	8	0.089	0.53	33.00	$y = 33.88 - 0.12x$ $r = -0.998$
	24	0.095		30.92	
	40	0.101		29.23	
25.0% A	8	0.099	0.42	32.03	$y = 32.73 - 0.092x$ $r = -0.999$
	24	0.104		30.48	
	40	0.109		29.08	
50.0% A	8	0.110	0.25	33.44	$y = 34.06 - 0.082x$ $r = -0.999$
	24	0.115		32.02	
	40	0.120		30.82	
75.0% A	8	0.144	0.21	26.83	$y = 27.19 - 0.049x$ $r = -0.997$
	24	0.149		25.93	
	40	0.153		25.25	

$t = (\ln A/A_0)/K_i$, donde $A = 10$ meq/kg

Gráfica1: Determinación del contenido de peróxidos en el aderezo (0% sust)

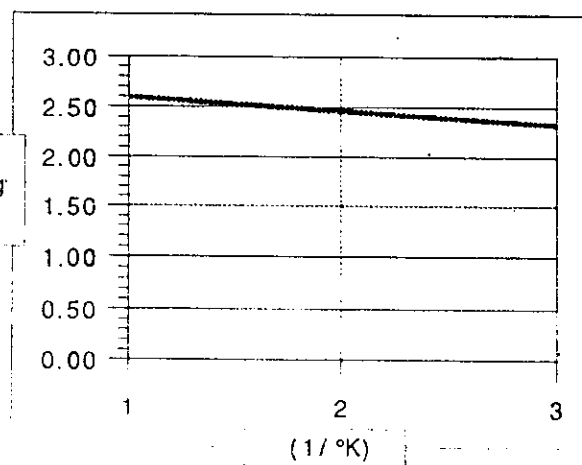
Logaritmo natural del contenido de peróxidos (meq/Kg muestra)



$8^\circ (y=0.20+0.075x ; r=0.97)$ $40^\circ (y=1.39+0.095x ; r=0.98)$
 $24^\circ (y= 0.83+0.094x ; r=0.95)$

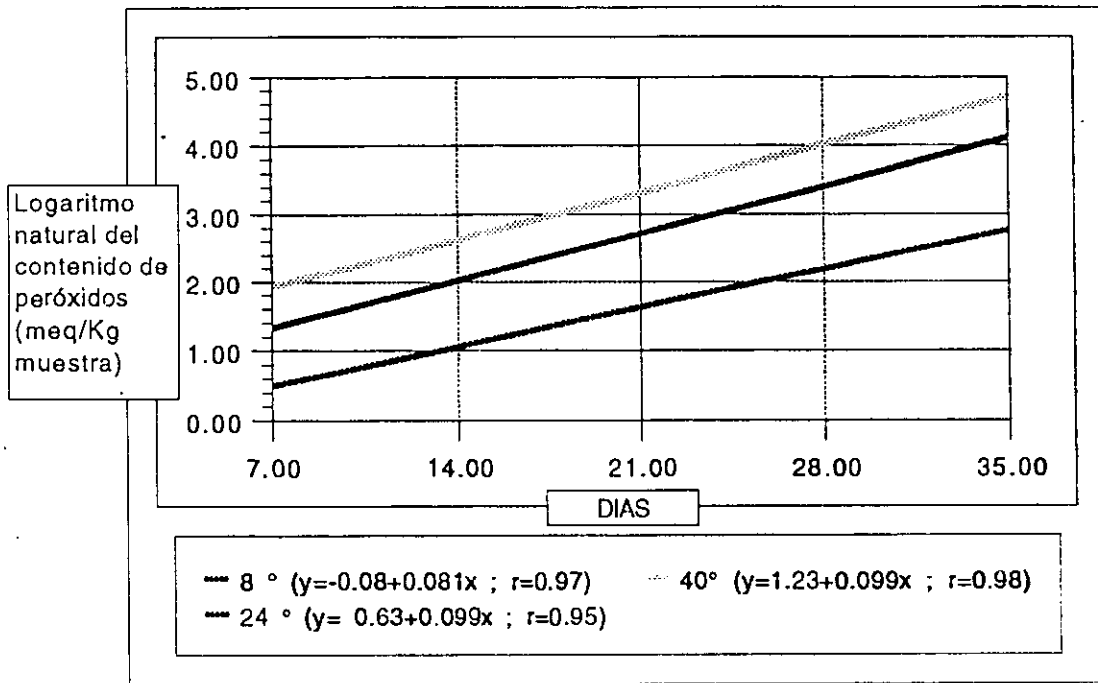
Gráfica2: Relación entre temperatura y concentración de peróxidos

LN (k)
meq/kg
mues/t

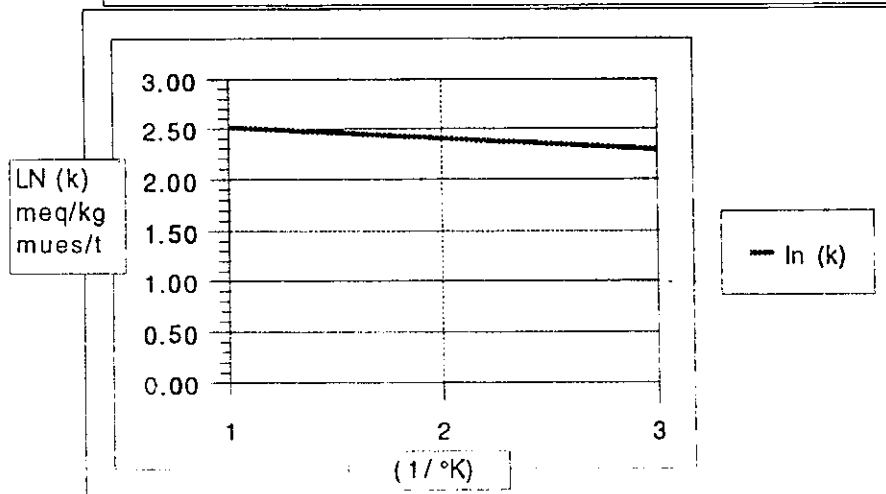


— ln (k)

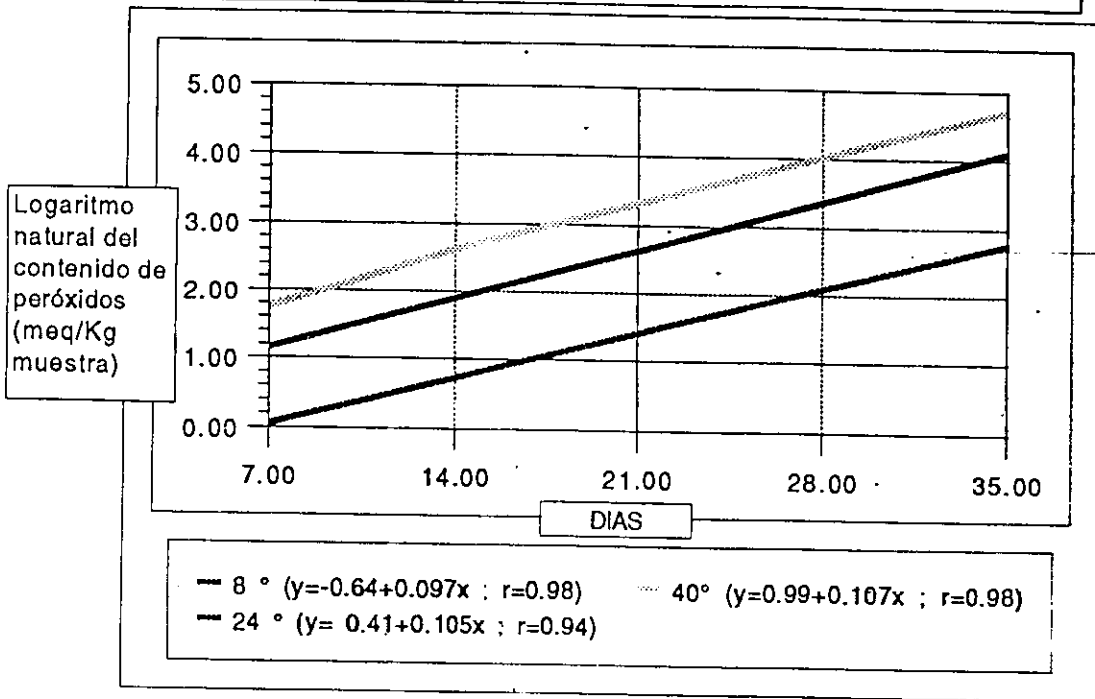
Gráfica3: Determinación del contenido de peróxidos en el aderezo (12.5 % P)



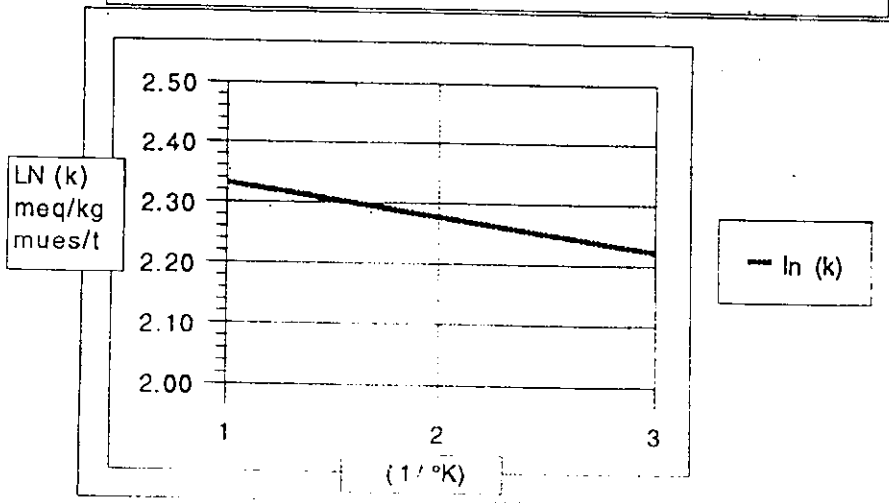
Gráfica4: Relación entre temperatura y concentración de peróxidos (12.5 % P)



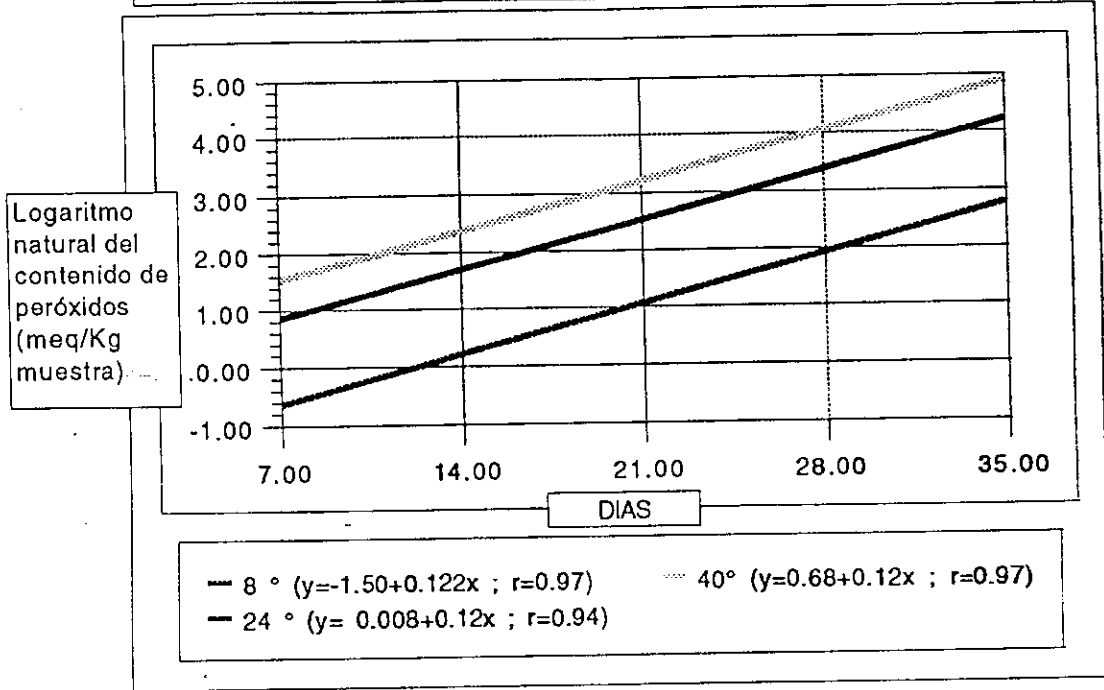
Gráfica5: Determinación del contenido de peróxidos en el aderezo (25.0 % P)



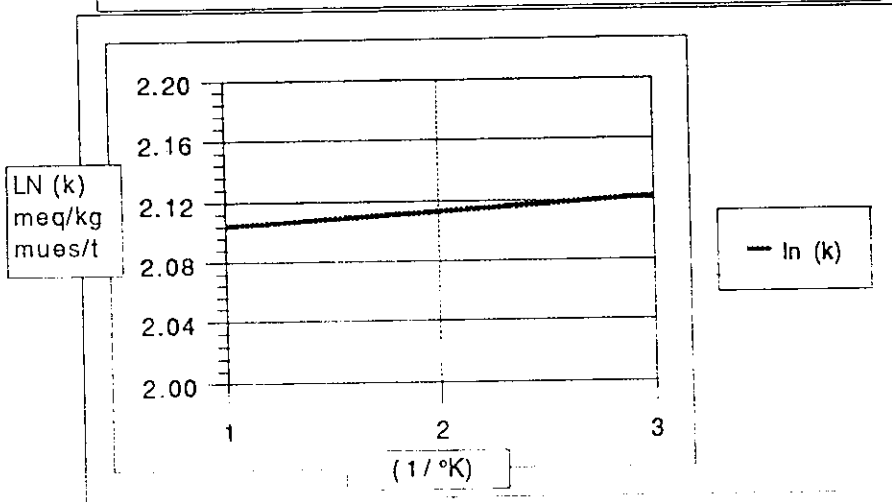
Gráfica6: Relación entre temperatura y concentración de peróxidos (25.0 % P)



Gráfica7: Determinación del contenido de peróxidos en el aderezo (50.0 % P)

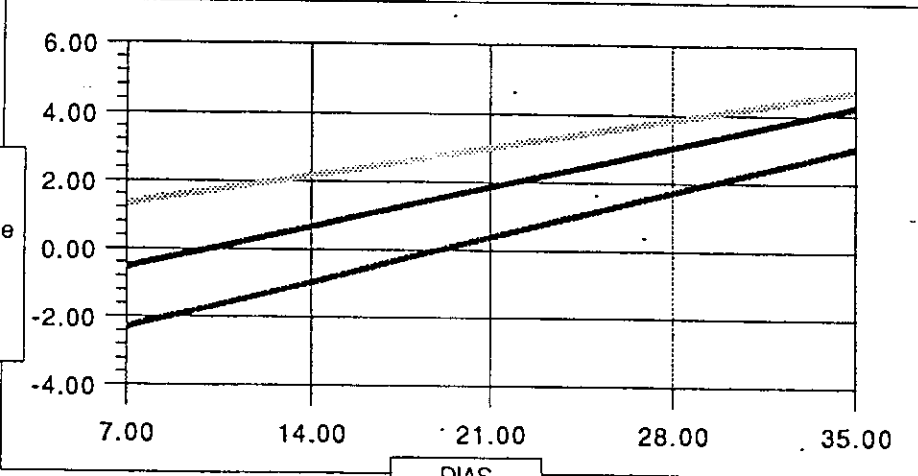


Gráfica8: Relación entre temperatura y concentración de peróxidos (50.0 % P)



Gráfica9: Determinación del contenido de peróxidos en el aderezo (75.0 % P)

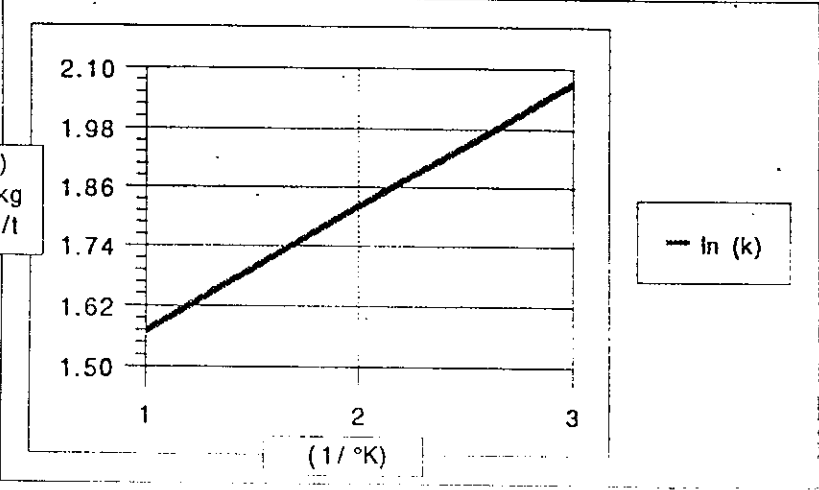
Logaritmo natural del contenido de peróxidos (meq/Kg muestra)



$8^\circ (y = -3.63 + 0.19x ; r = 0.93)$ $40^\circ (y = 0.46 + 0.12x ; r = 0.97)$
 $24^\circ (y = -1.74 + 0.17x ; r = 0.87)$

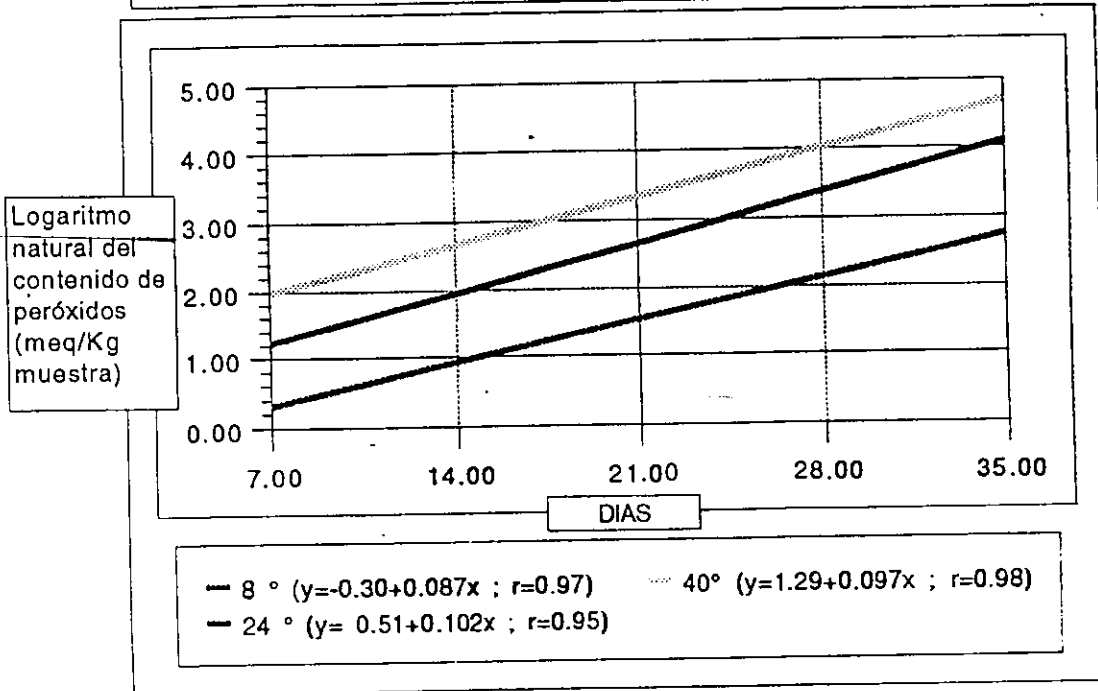
Gráfica10: Relación entre temperatura y concentración de peróxidos (75.0 % P)

LN (k) meq/kg mues/t

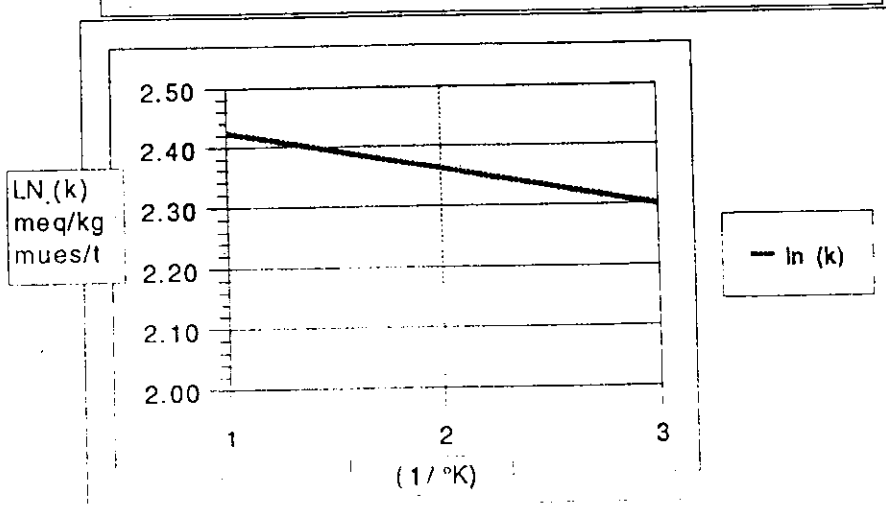


— ln (k)

Gráfica11: Determinación del contenido de peróxidos en el aderezo (12.5% A)

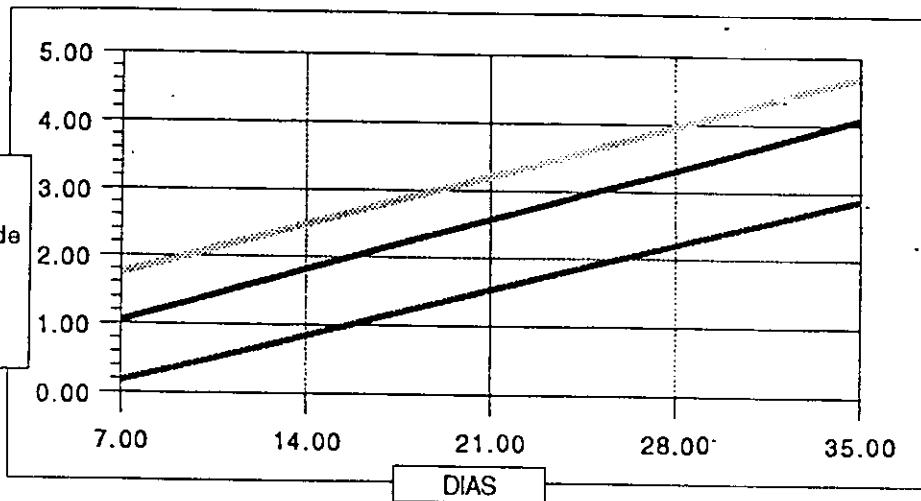


Gráfica12: Relación entre temperatura y concentración de peróxidos (12.5% A)



Gráfica13: Determinación del contenido de peróxidos en el aderezo (25.0% A)

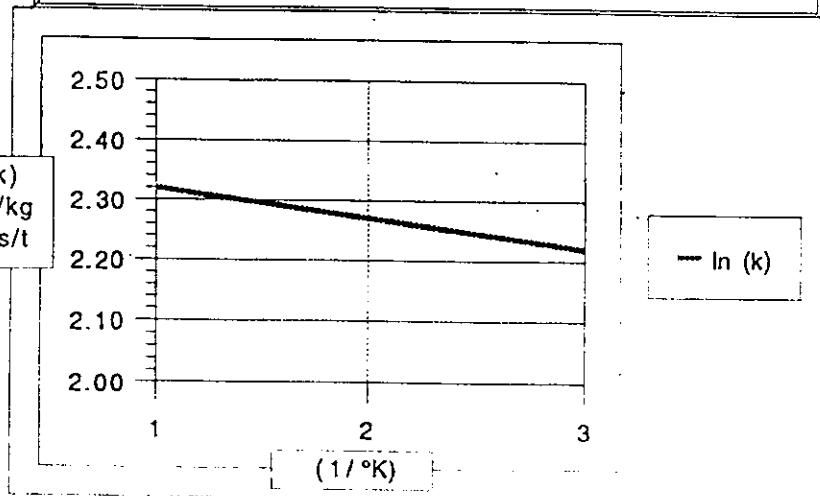
Logaritmo natural del contenido de peróxidos (meq/Kg muestra)



— 8 ° ($y = -0.52 + 0.097x$; $r = 0.97$) - - - 40° ($y = 0.98 + 0.106x$; $r = 0.98$)
 — 24 ° ($y = 0.29 + 0.108x$; $r = 0.95$)

Gráfica14: Relación entre temperatura y concentración de peróxidos (25.0% A)

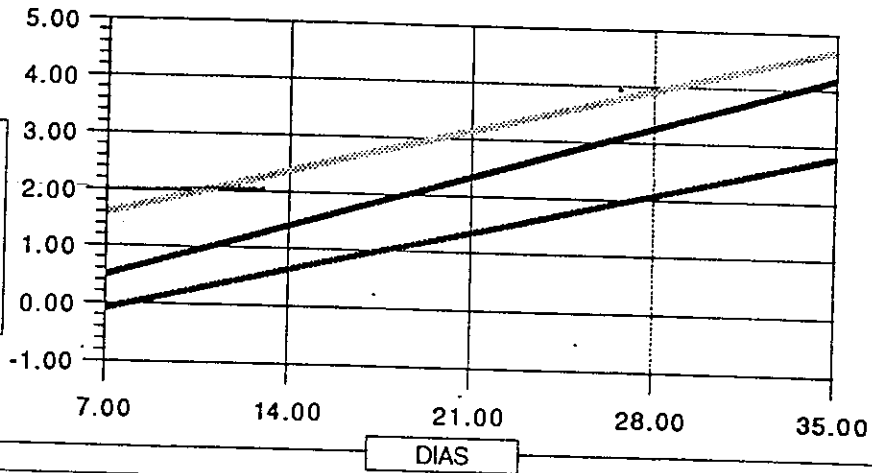
LN (k)
meq/kg
mues/t



— ln (k)

Gráfica15: Determinación del contenido de peróxidos en el aderezo (50.0% A)

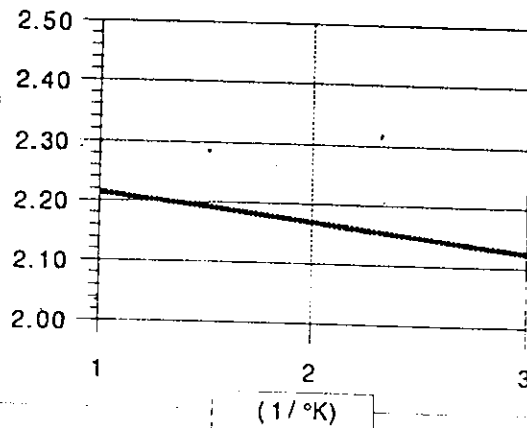
Logaritmo natural del contenido de peróxidos (meq/Kg muestra)



$8^\circ (y=-0.82+0.103x ; r=0.97)$ $40^\circ (y=0.80+0.111x ; r=0.98)$
 $24^\circ (y= -0.45+0.132x ; r=0.92)$

Gráfica16: Relación entre temperatura y concentración de peróxidos (50.0% A)

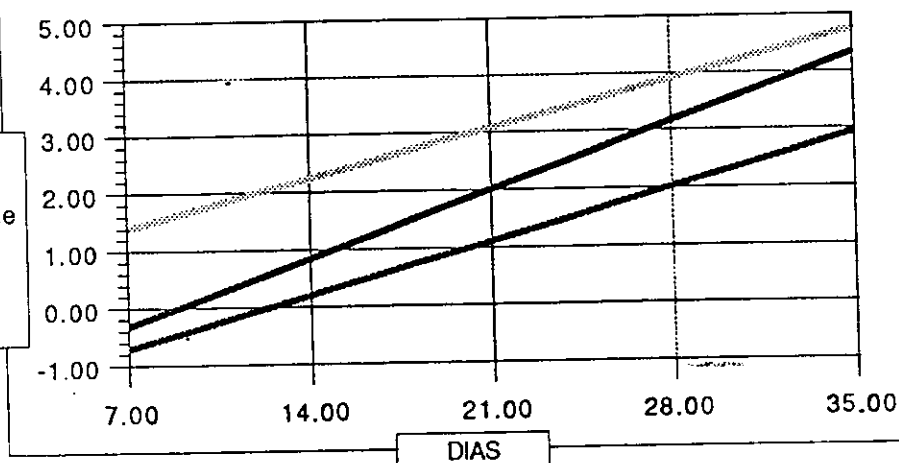
LN (k)
meq/kg
mues/t



ln (k)

Gráfica17: Determinación del contenido de peróxidos en el aderezo (75.0% A)

Logaritmo natural del contenido de peróxidos (meq/Kg muestra)



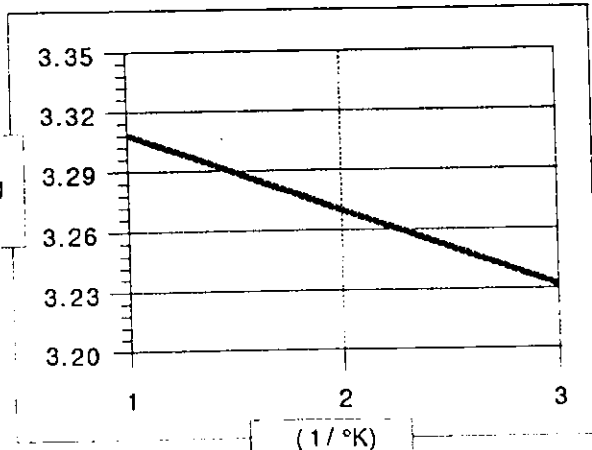
8 ° (y=-1.63+0.13x ; r=0.96)

40° (y=0.54+0.12x ; r=0.97)

24 ° (y= -1.49+0.166x ; r=0.89)

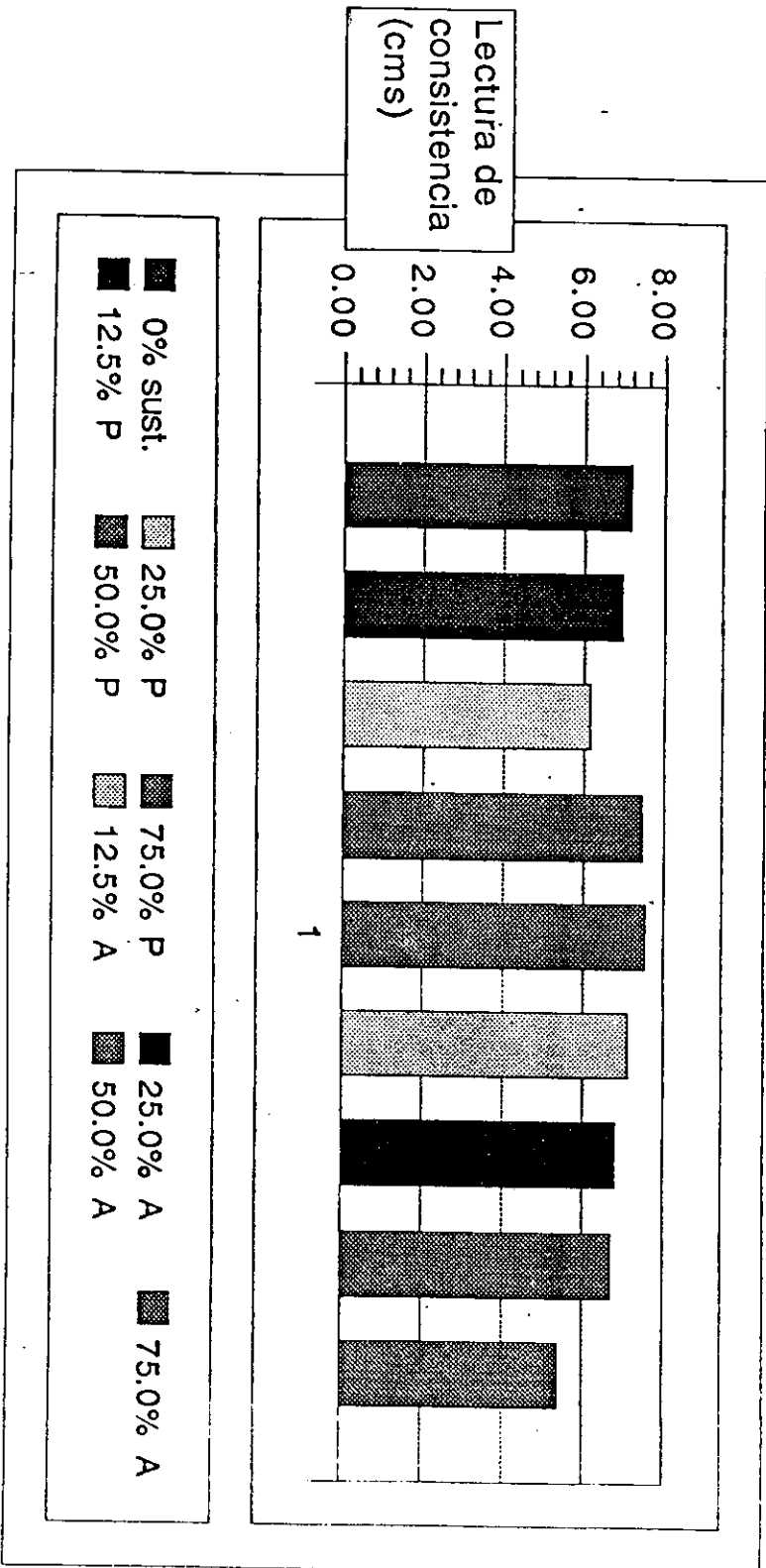
Gráfica18: Relación entre temperatura y concentración de peróxidos (75.0% A)

LN (k)
meq/kg
mues/t



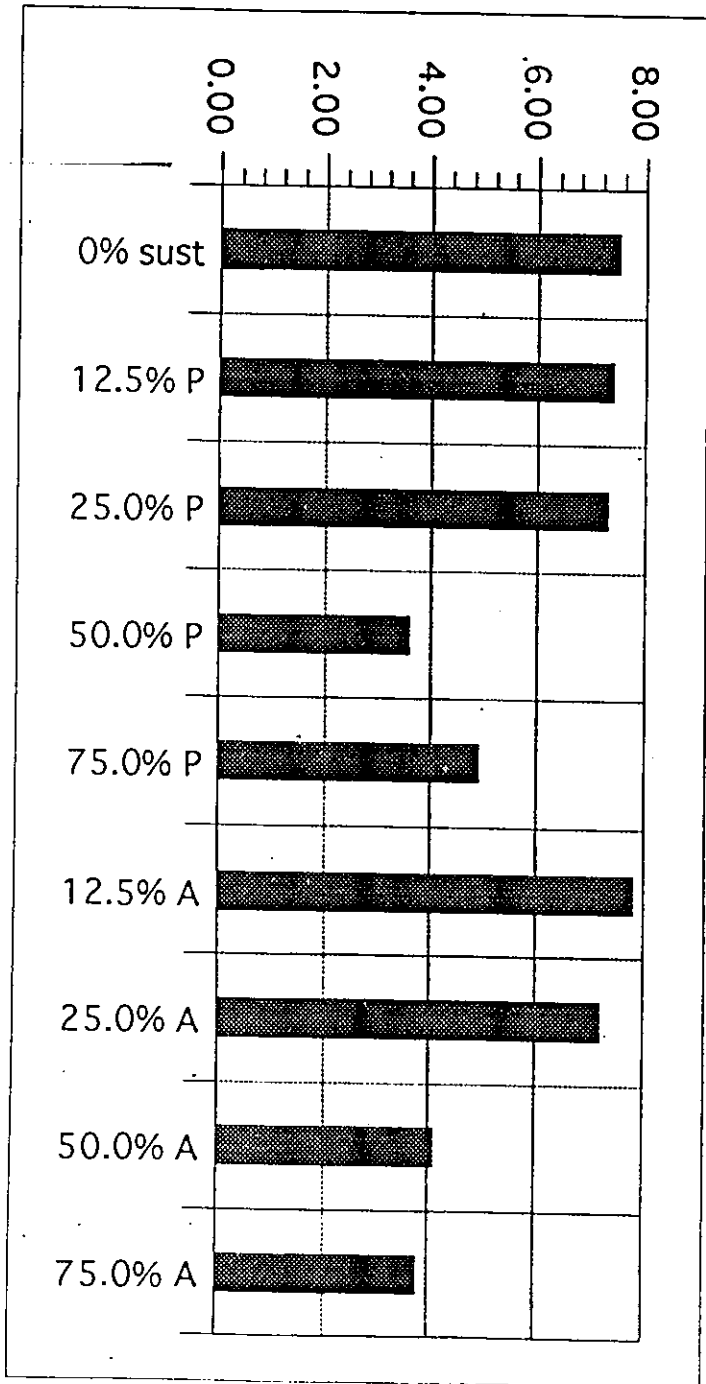
— ln (k)

Gráfica 19 : Determinación de la consistencia

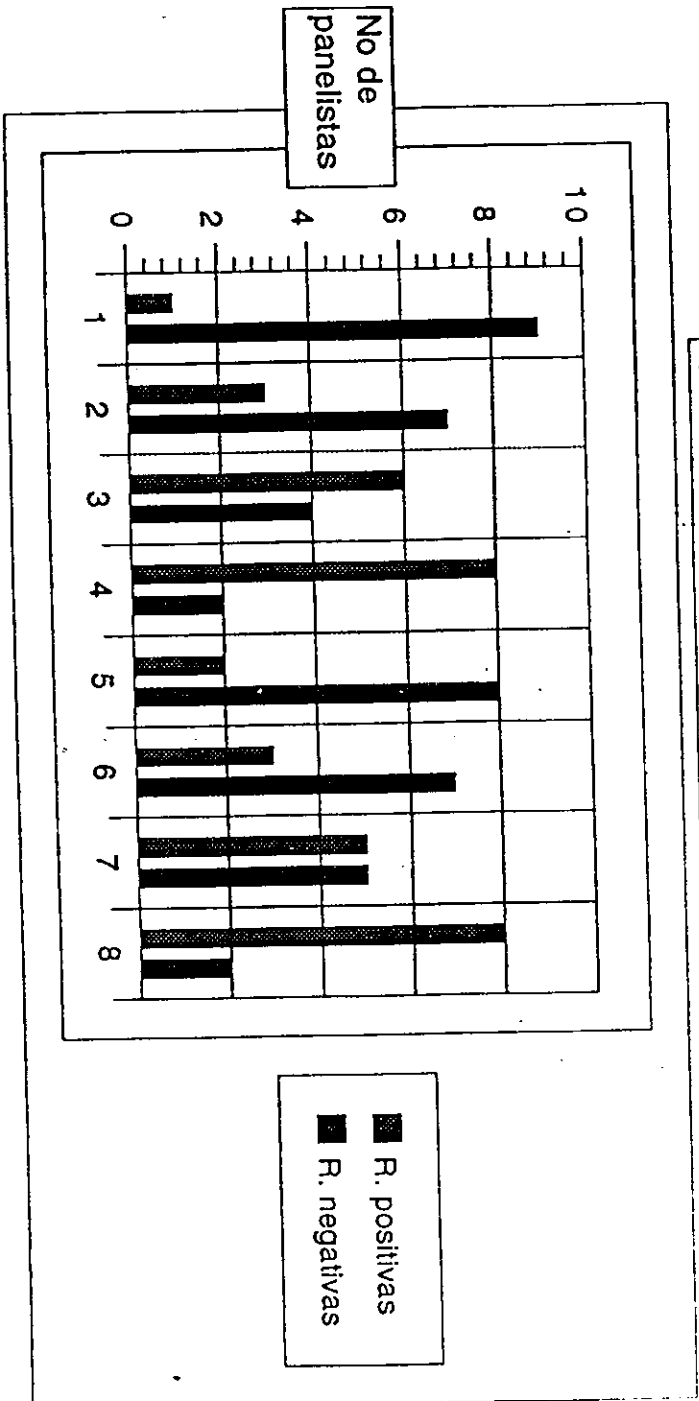


Gráfica 20 : Prueba de aceptabilidad

Prueba hedónica de nueve puntos

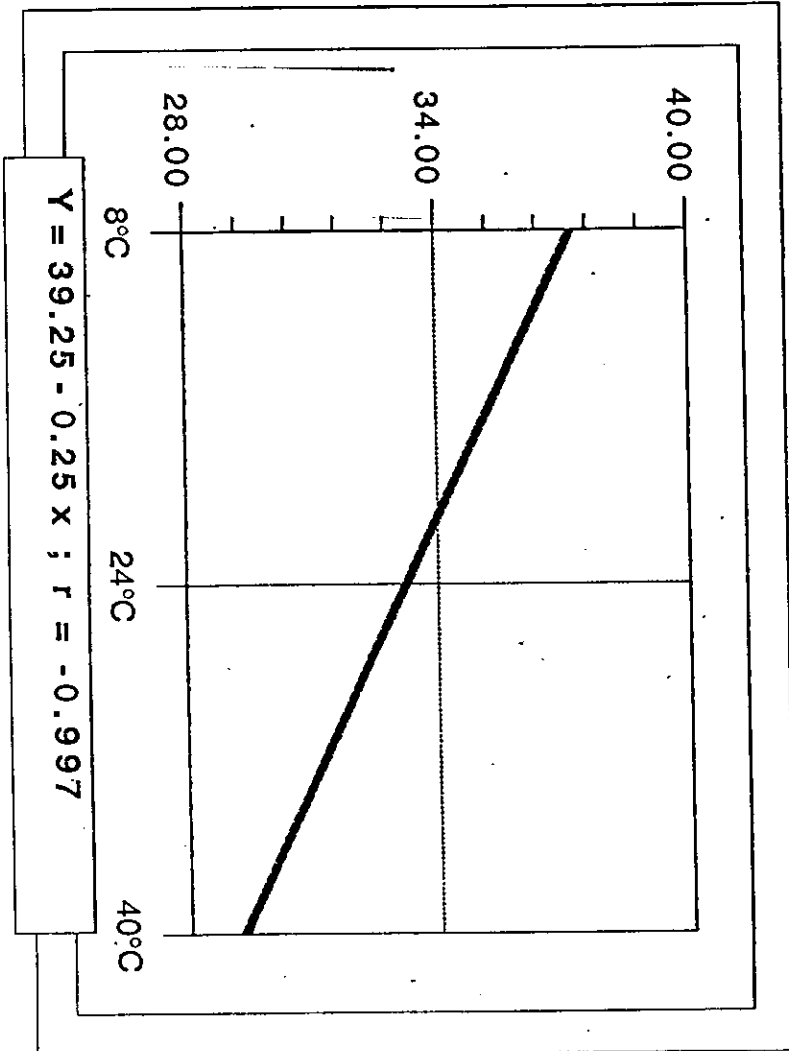


Gráfica 21 : Prueba triangular

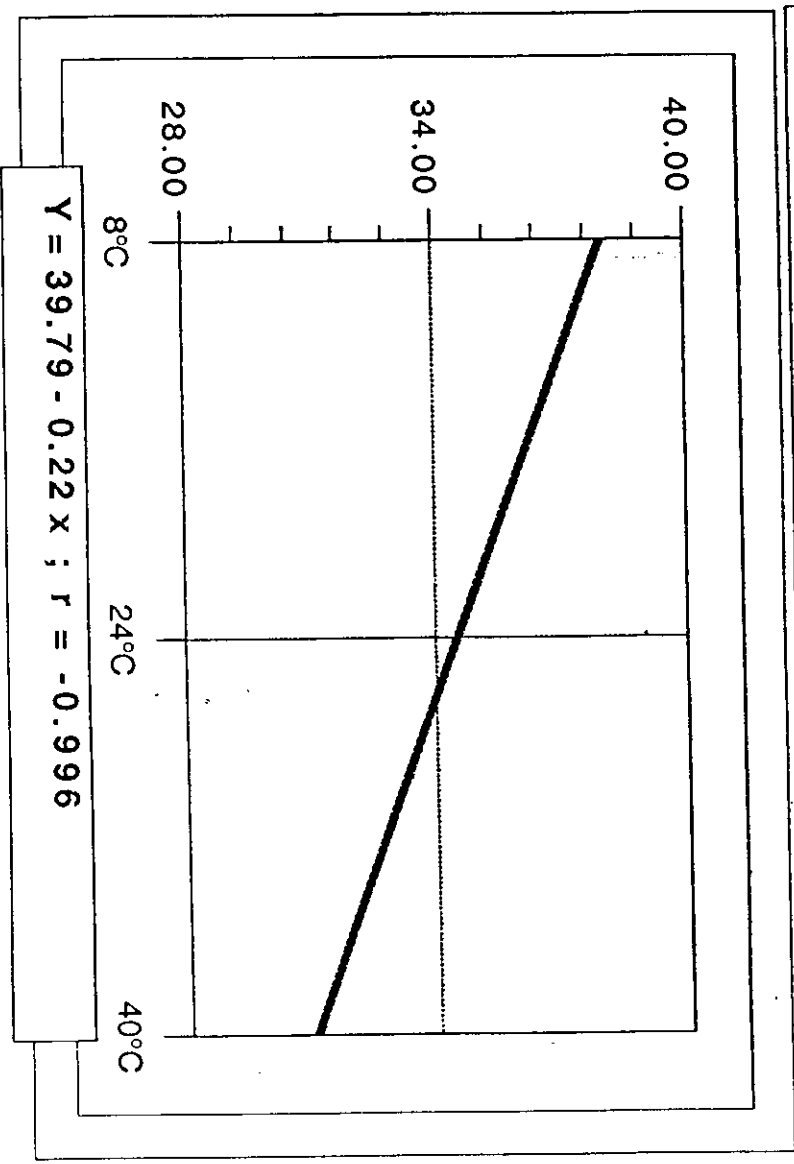


1 = 12.5% P 2 = 25.0% P 3 = 50.0% P 4 = 75.0% P
 5 = 12.5% A 6 = 25.0% A 7 = 50.0% A 8 = 75.0% A

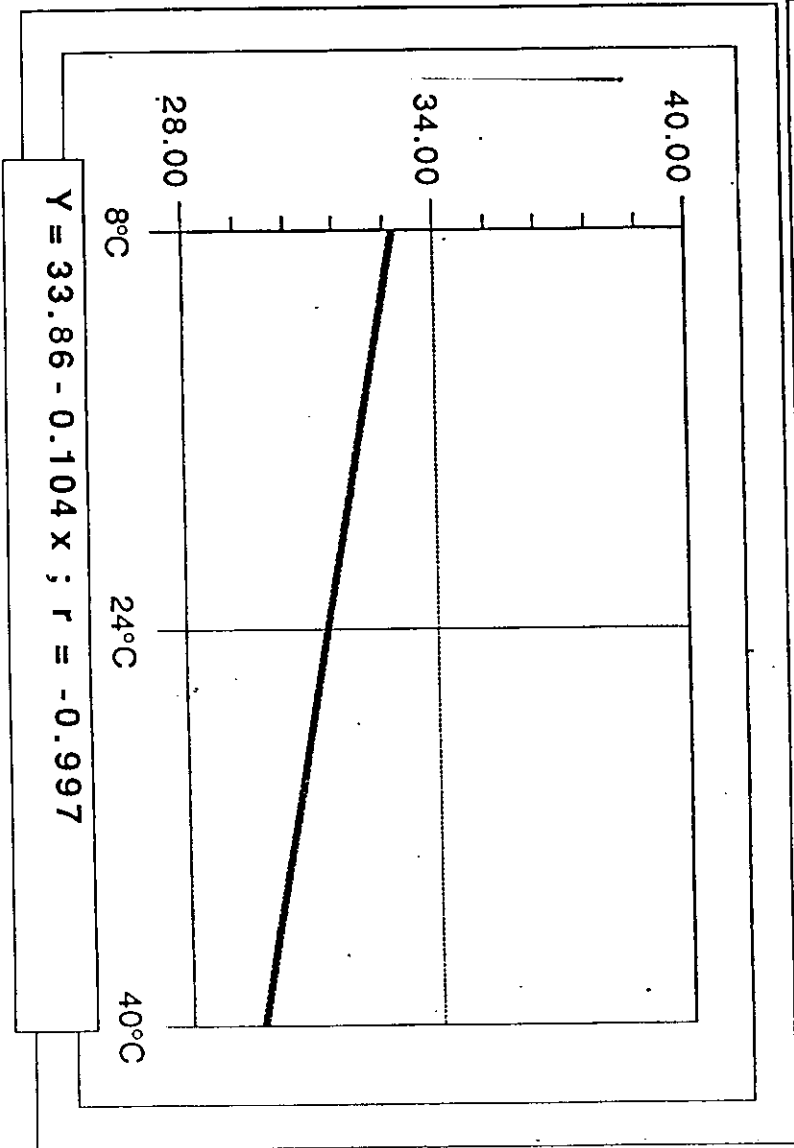
**Gráfica 22 : Vida de anaquel del aderezo
0.0% sust.**



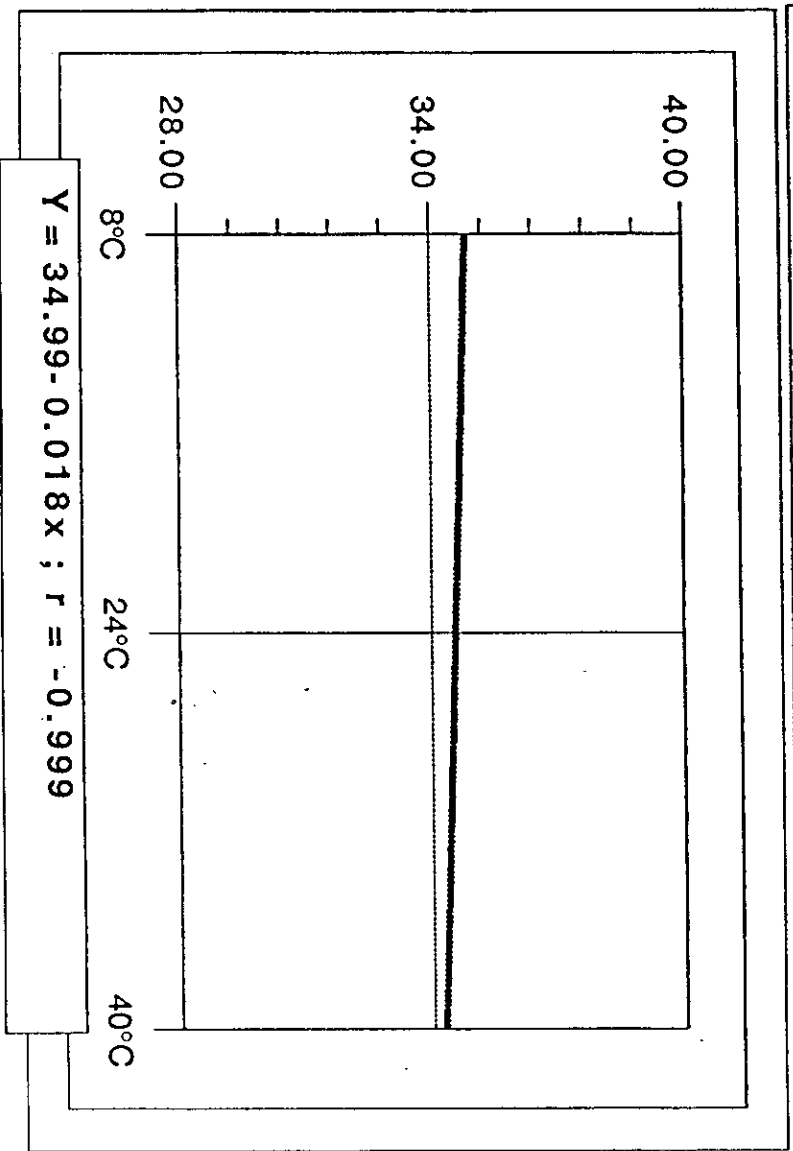
Gráfica 23 : Vida de anaquel del aderezo
12.5% P.



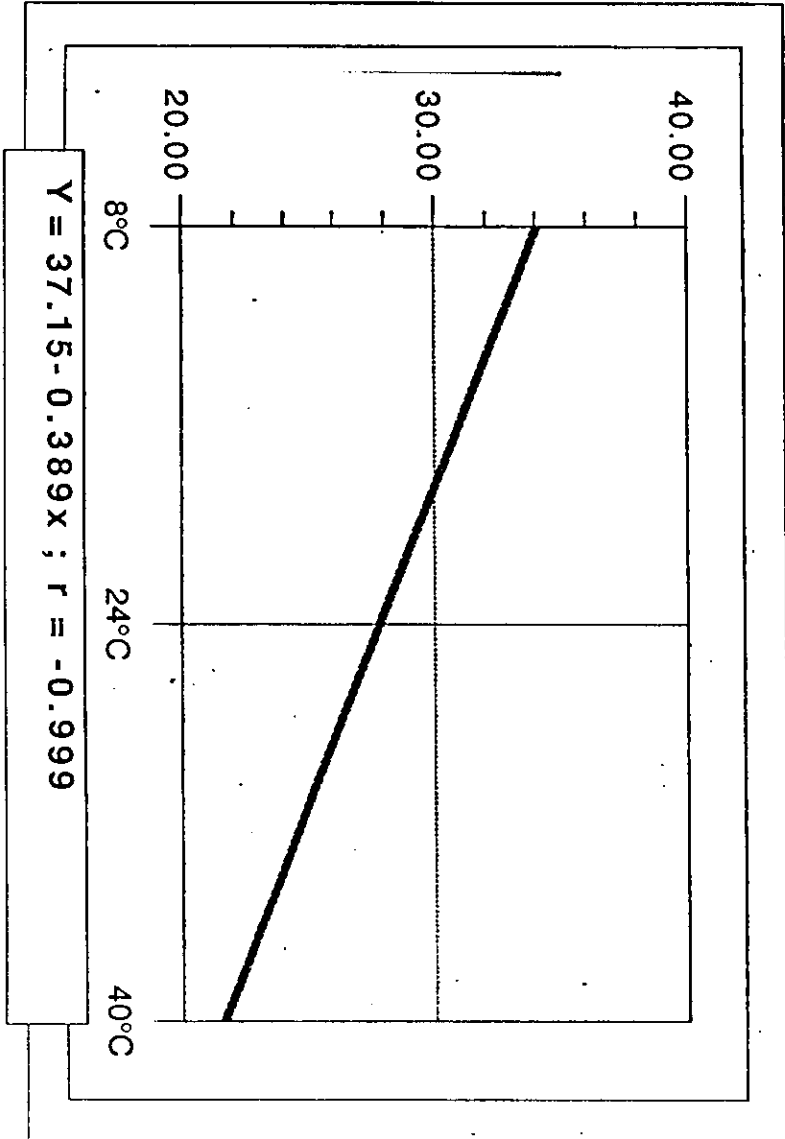
**Gráfica 24 : Vida de anaquel del aderezo
25.0% P.**



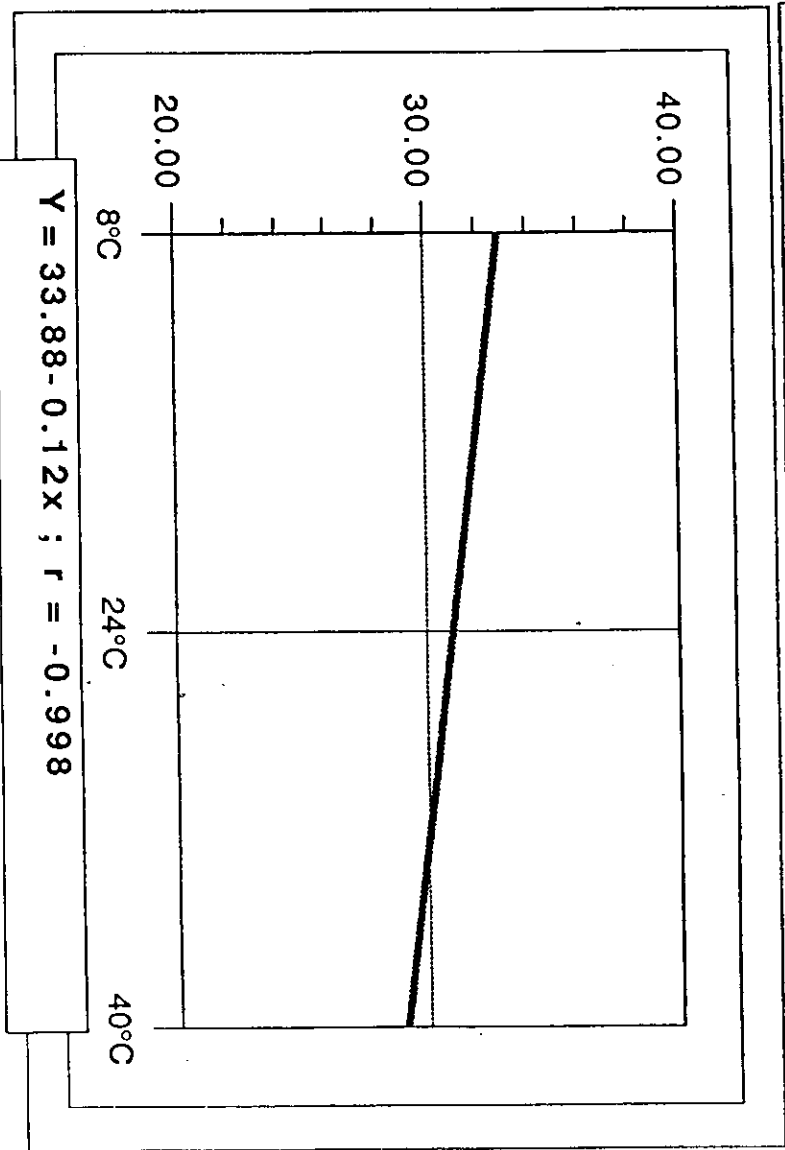
**Gráfica 25 : Vida de anaquel del aderezo
50.0% P**



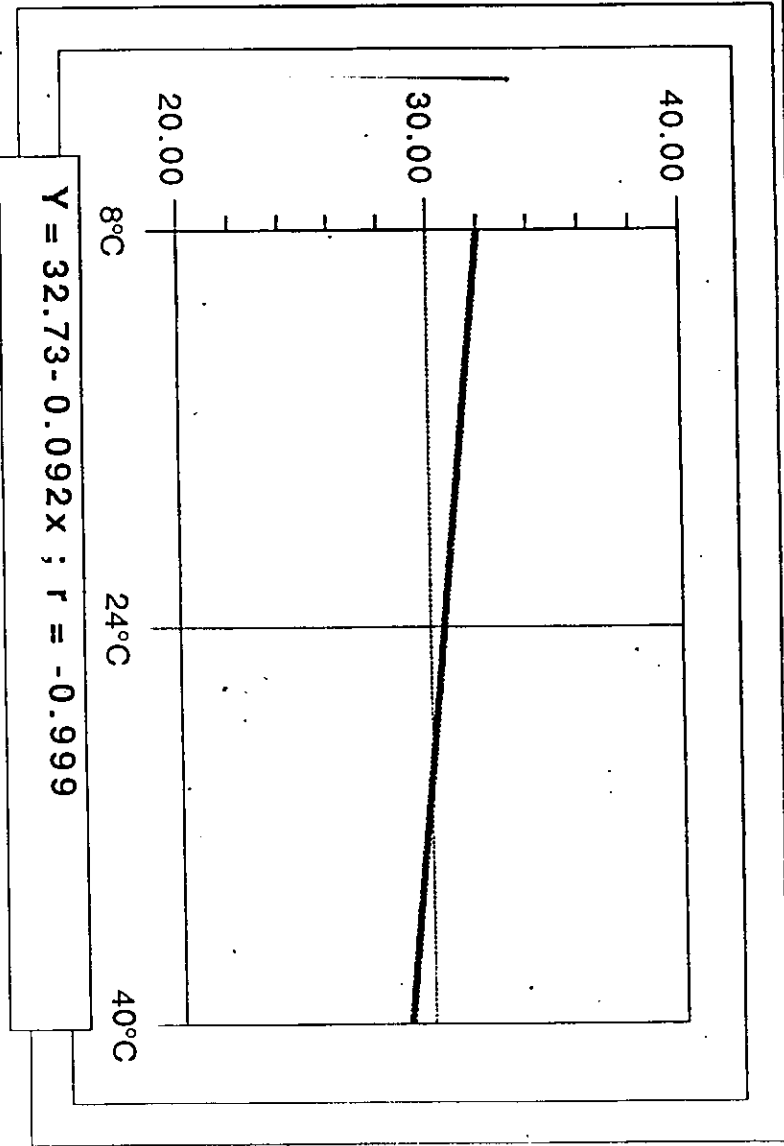
Gráfica 26 : Vida de anaquel del aderezo
75.0% P



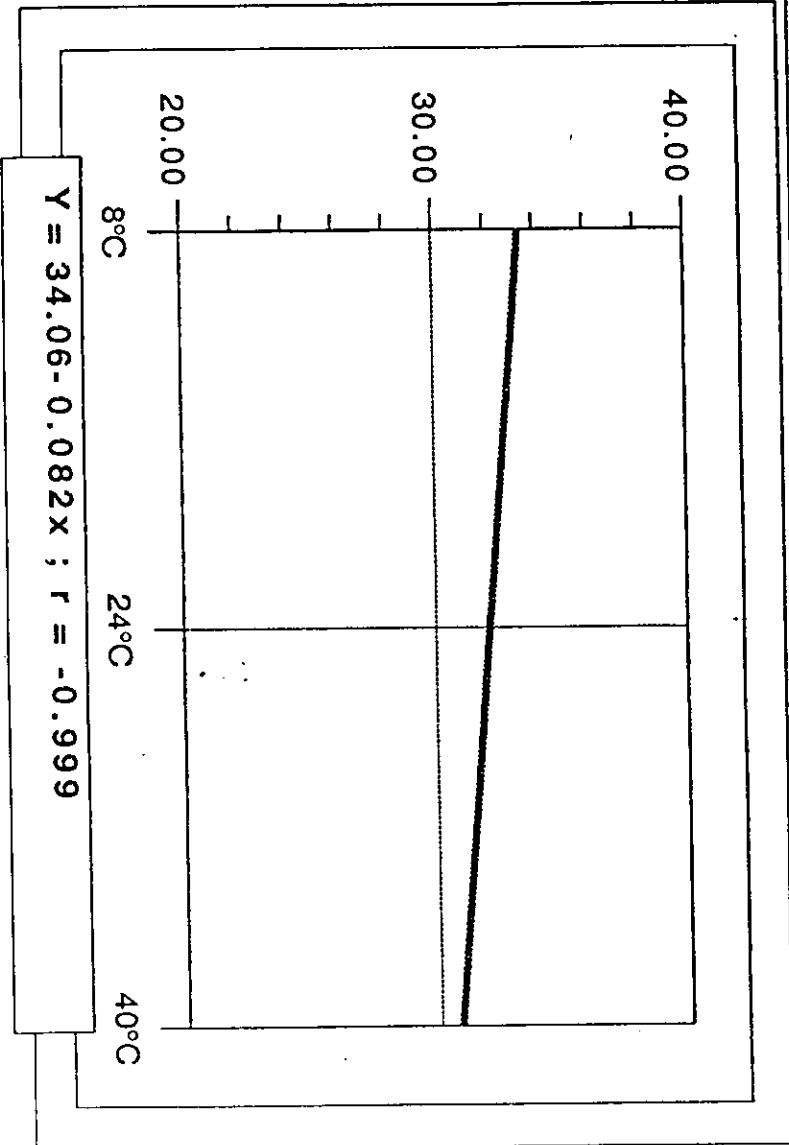
**Gráfica 27 : Vida de anaquel del aderezo
12.5% A**



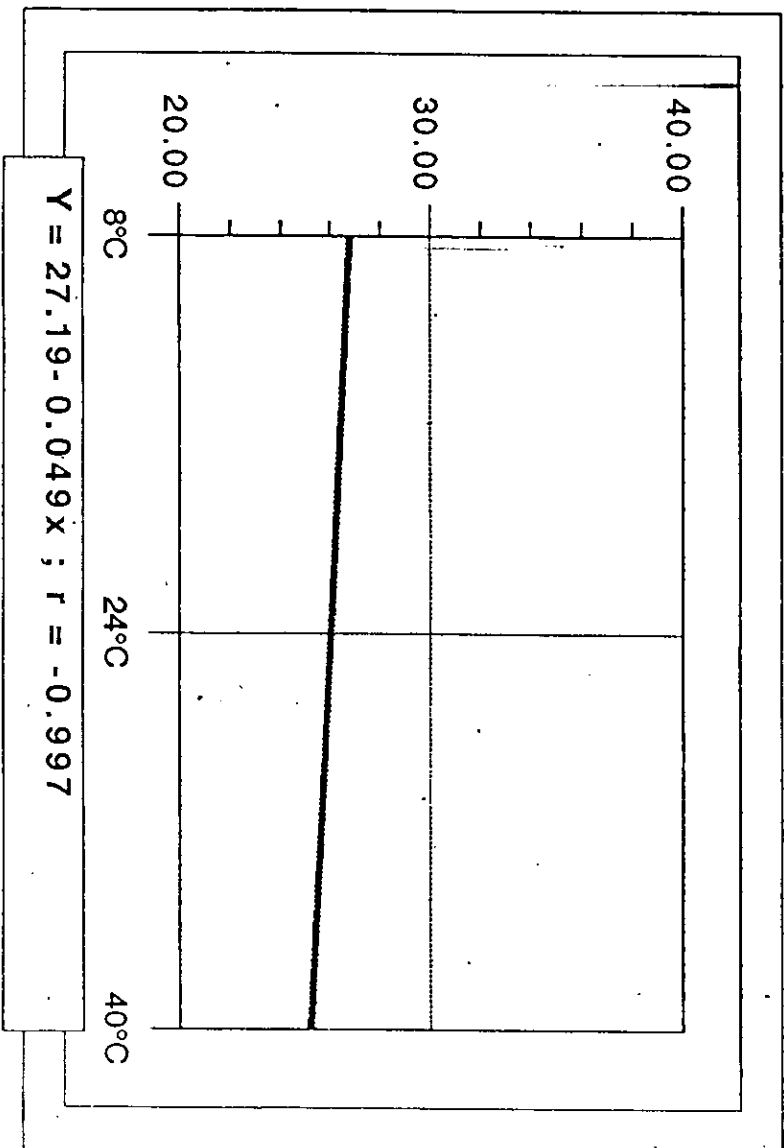
Gráfica 28 : Vida de anaquel del aderezo
25.0% A



**Gráfica 29 : Vida de anaquel del aderezo
50.0% A**



Gráfica 30 : Vida de anaquel del aderezo
75.0% A



Sexo:

Fecha:

PRUEBA DE PREFERENCIA, ESCALA HEDONICA DE 9 PUNTOS

A continuación se le entregarán unas muestras, por favor pruébelas e indique de acuerdo a la clave la frase que mejor describa cuanto le gusta a usted este producto. Enjuague su boca con agua entre las muestras:

- CLAVE:
1. Disgusta muchísimo
 2. Disgusta mucho
 3. Disgusta moderadamente
 4. Disgusta ligeramente
 5. No gusta ni disgusta
 6. Gusta ligeramente
 7. Gusta moderadamente
 8. Gusta mucho
 9. Gusta muchísimo

A. código _____

R: _____

B. código _____

R: _____

C. código _____

R: _____

D. código _____

R: _____

E. código _____

R: _____

F. código _____

R: _____

G. código _____

R: _____

H. código _____

R: _____

I. código _____

R: _____

COMENTARIOS:

MUCHAS GRACIAS !!!!!

sexo:

fecha:

ANÁLISIS SENSORIAL DE UN ADEREZO

PRUEBA TRIANGULAR

A continuación se le presentan una serie de grupos de tres muestras; dos de ellas son iguales. Por favor indique cual de las tres es la diferente en cada caso. Entre cada muestra tome agua o coma una galleta de soda para poder así diferenciar adecuadamente:

1. muestra diferente

2. muestra diferente

3. muestra diferente

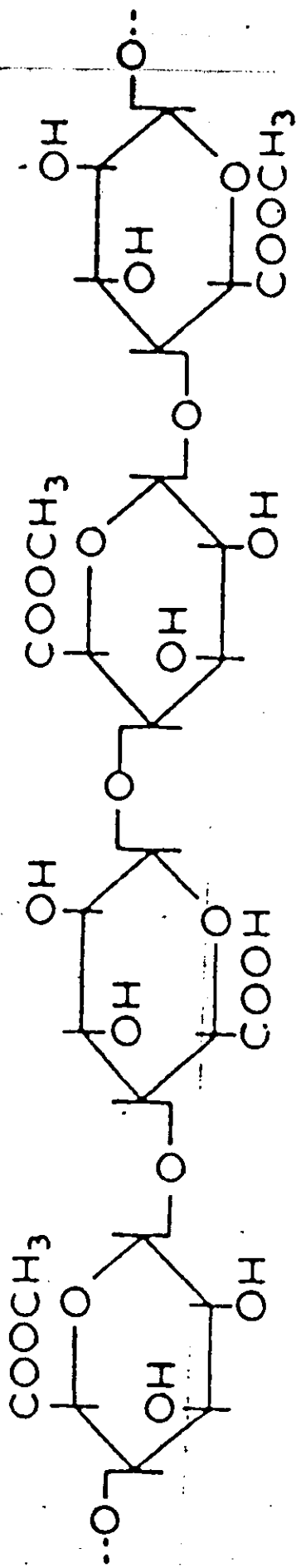
4. muestra diferente

COMENTARIOS:

MUCHAS GRACIAS!

B. DIAGRAMAS

Fig. 1: Porción de molécula de pectina



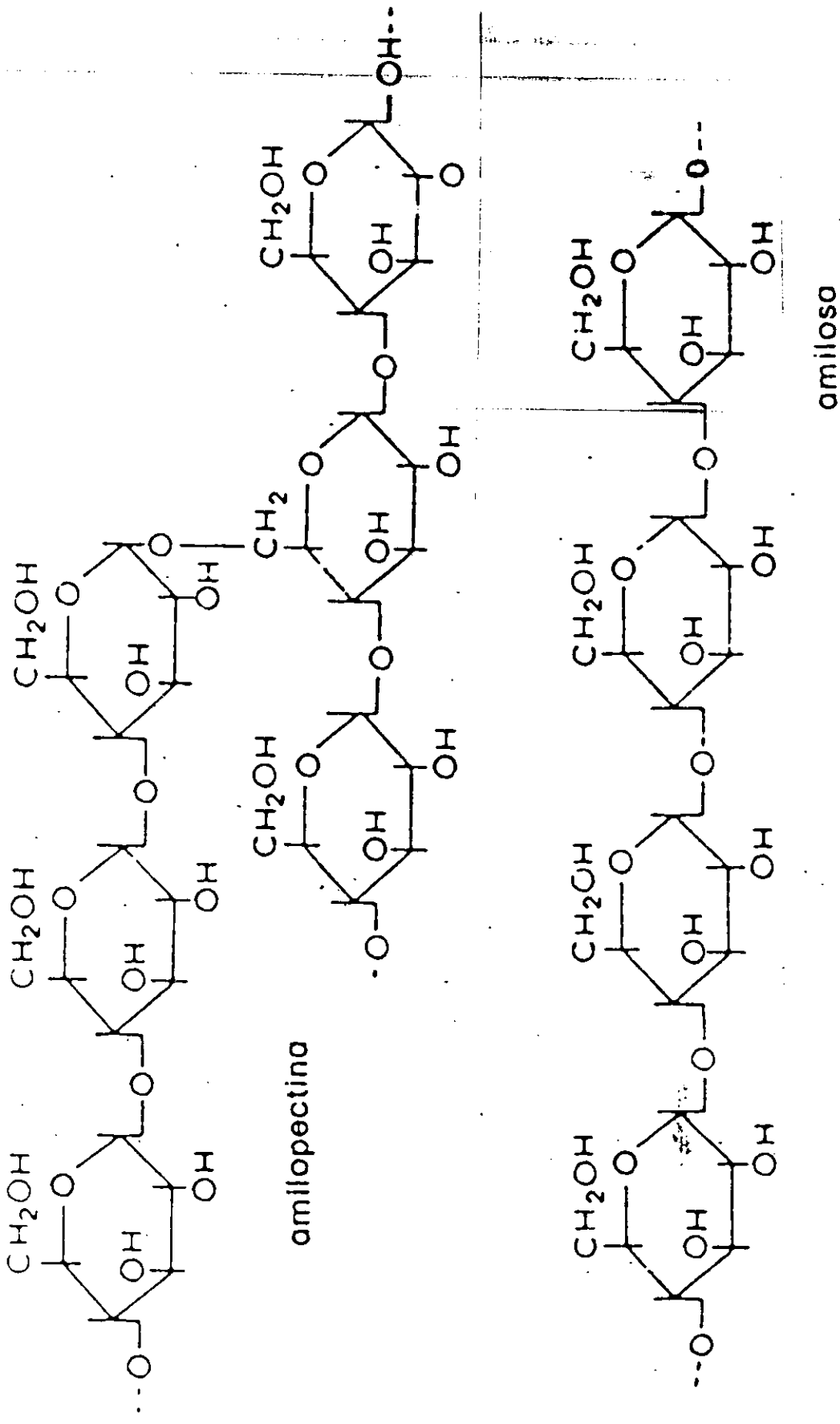


Fig. 2: molécula de almidón.

Fig. 3: Consistómetro de Bostwick.
Vista de perspectiva

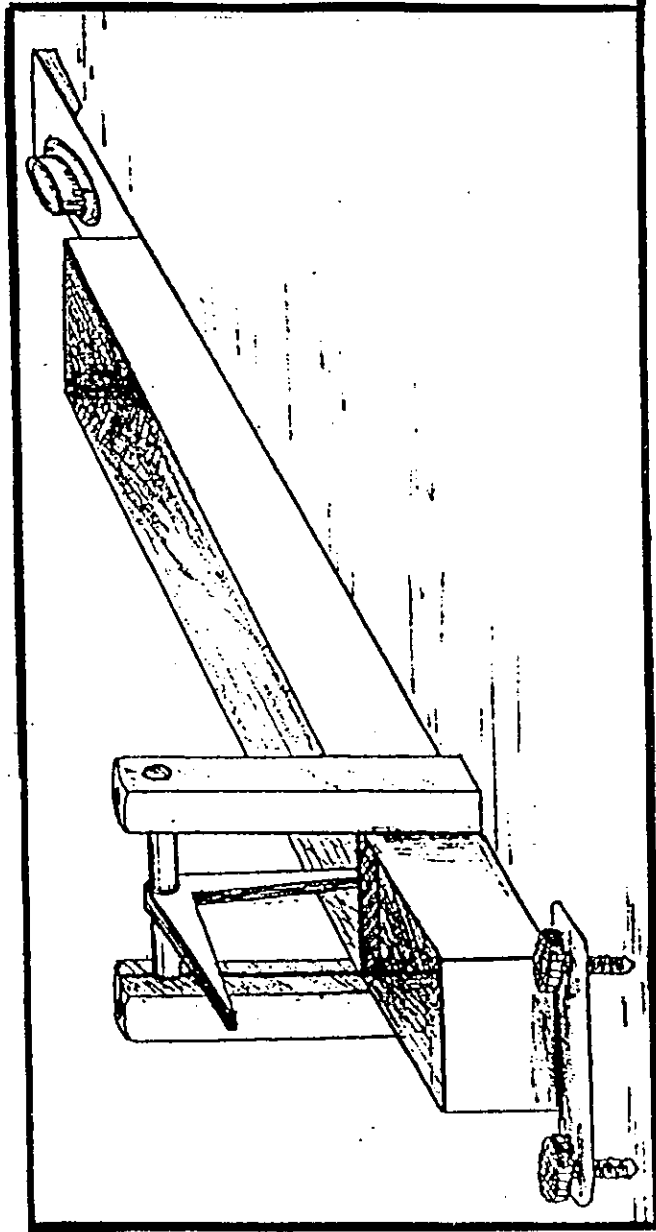
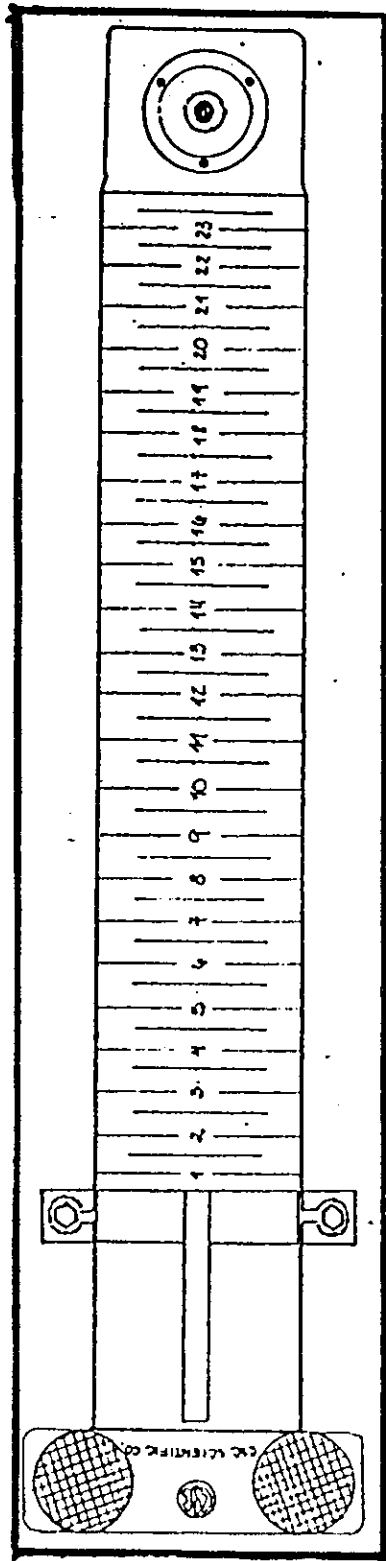


Fig. 4: Consistómetro de Bostwick.
Vista aérea



C. CALCULOS DEL ANALISIS ESTADISTICO

DISEÑO EXPERIMENTAL

Los datos obtenidos a partir de las pruebas experimentales fueron analizados usando las siguientes pruebas estadísticas:

1. Media de los datos:

Para la determinación de la consistencia se hizo 5 lecturas. De estas lecturas se obtuvo la media para cada aderezo (9 diferentes); y esta media se usó para hacer el Análisis de Varianza para un diseño aleatorizado de bloques. Para la determinación del contenido de peróxidos se hizo 3 lecturas, a partir de las cuales se obtuvo la media; y en la prueba de análisis sensorial se hizo 10 lecturas. La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

2. Análisis de Varianza para Bloques aleatorizados:

Se aplicó análisis de varianza a la media de los datos obtenidos para las pruebas de consistencia y análisis sensorial para detectar si existió diferencia significativa entre cada tratamiento. El tipo de análisis fue para un diseño completamente aleatorizado. A continuación se presenta una tabla de los cálculos realizados:

Fuente	g.l.	SC	CM
bloques	b - 1	SCB	SCB/(b-1)
tratamientos	k - 1	SCT	SCT/(k-1)
error	n-b-k+1	SCE	CME
Total	n - 1	SCTot	

y la forma de calcular dichos datos fue:

n = # de valores medio

b = # de bloques

k = # de tratamientos

$$CM = \frac{(\sum \bar{X}_i)^2}{n}$$

$$SCTot = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^b (Y_{ij} - \bar{Y})^2 = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^b (Y_{ij})^2 - CM$$

$$SCB = \frac{\sum_{j=1}^k B_j^2}{b} - CM \quad SCE = SCTot - SCB - SCT$$

$$SCT = \frac{\sum_{i=1}^b T_i^2}{k} - CM \quad F = CNT/CME$$

Entonces se buscó una F crítica usando como grados de libertad los siguientes: $v = k-1$ y $v = n-b-k+1$. Si el valor de F experimental encontrado era mayor que el F crítico entonces existía diferencia entre las medias encontradas para cada tratamiento. Las hipótesis nula y alterna que debían probarse para las pruebas experimentales fueron:

PRUEBA DE CONSISTENCIA: $H_0: u_1 = u_2 = u_3 = \dots = u_9$

$H_a: u_1 \neq u_2 \neq u_3 \neq \dots \neq u_9$

ANALISIS SENSORIAL: $H_0: u_1 = u_2 = u_3 = \dots = u_9$

$H_a: u_1 \neq u_2 \neq u_3 \neq \dots \neq u_9$

3. Regresión Lineal:

A las medias de la prueba de vida de anaquel se les aplicó regresión lineal, para obtener la relación entre concentración de peróxidos y tiempo (en días). También se

aplicó regresión lineal para obtener la relación entre concentración/tiempo y temperatura. Se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$y = mx + b$$

donde $m = (n\sum xy - (\sum x)(\sum y)) / (n\sum x^2 - (\sum x)^2)$

$$b = ((\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)) / (n\sum x^2 - (\sum x)^2)$$

A estas ecuaciones se les calculó su coeficiente de correlación para saber que tan dependientes fueron cada uno de los factores. Además, a estos datos se les aplicó análisis de varianza para verificar si X contribuía a la variación de Y; es decir, si la ecuación lineal encontrada era útil y existía dependencia entre un factor y otro. Para ello se presenta una tabla de los cálculos que fueron realizados:

Fuente	g.l.	SC	CM	F
regresión	1	SCreg	SCreg/1	CMreg/CMres
residual	n - 2	SCres	SCres/(n-2)	
Total	n - 1	SCtot		

y la forma de calcular dichos datos fue:

$$SC_{tot} = \sum y^2 - (\sum y)^2/n \quad SC_{res} = SC_{tot} - SC_{reg}$$

$$SC_{reg} = (FC_{xy})^2/SC_x \quad \text{donde } FC_{xy} = n\sum xy - (\sum x)(\sum y)$$

$$SC_x = n\sum x^2 - (\sum x)^2$$

En este caso las hipótesis nula y alterna fueron las siguientes:

$$H_0: \beta = 0 \quad \text{y} \quad H_a: \beta \neq 0$$

Por lo tanto, si la F experimental era mayor que la F crítica, que se encuentra usando los grados de libertad 1 y $n-2$, entonces se rechazaba H_0 y se aceptaba H_a . Esto quiere decir que X contribuía a la variación de Y y por lo tanto la regresión lineal encontrada era útil para describir el comportamiento o dependencia de los datos.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

1. Determinación de la consistencia

Cuadro de las medias de la consistencia

	0%	12.5%	25.0%	50.0%	75.0%
almidón	7.15	7.10	6.80	6.70	5.40
pectina	7.15	6.95	6.15	7.44	7.54

$$n = 10$$

$$b = \# \text{ bloques} = 2$$

$$k = \# \text{ tratamientos} = 5$$

$$CM = (\sum \bar{X}_i)^2/n = (68.38)^2/10 = 467.58$$

$$SCT_{tot} = \sum \sum Y_{ij}^2 - CM = 471.27 - 467.58 = 3.69$$

$$SCB = \sum \frac{B_j^2}{2} - CM = 936.98 - 467.58 = 0.91$$

$$SCT = \sum \frac{T_i^2}{5} - CM = \frac{2340.08}{5} - 467.58 = 0.436$$

$$SCE = SCT_{tot} - SCB - SCT = 3.69 - 0.91 - 0.436 = 2.344$$

$$CMT = SCT/(k-1) = 0.436/(5-1) = 0.109$$

$$CME = SCE/(n-b-k+1) = 2.344/(10-2-5+1) = 0.586$$

$$F = CMT/CME = 0.109/0.586 = 0.186$$

$$F(\alpha=0.05; 4,4) = 6.39$$

Entonces la F experimental no es mayor que la F crítica y por lo tanto se acepta H_0 , indicando que no existe diferencia significativa entre las consistencias de los aderezos.

2. Análisis Sensorial

a. Prueba hedónica de 9 puntos

Los cálculos se hicieron de la misma manera que los anteriores. A continuación sólo se presentan los resultados obtenidos:

$n = 90$	$b = 10$	$k = 9$
CM = 3168.40		SCE = 68.62
SCtot = 389.60		CNT = 6.6725
SCB = 267.60		CME = 0.9531
SCT = 53.38		
$F = 7.0012$		$F (\alpha=0.05; 8,72) = 2.084$

La F experimental es mayor que el F crítico, por lo que se rechaza H_0 y entonces existe diferencia significativa entre las respuestas obtenidas por los panelistas.

b. Prueba triangular

Para poder tabular los datos de esta prueba se asumió un valor de 0 a todas las respuestas negativas y un valor de 1 a todas las respuestas positivas. A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis.

$n = 80$	$b = 10$	$k = 8$
CM = 16.20		SCE = 13.25
SCtot = 19.80		CNT = 0.22
SCB = 5.0		CME = 0.21
SCT = 1.55		

$$F = 1.05$$

$$F (\alpha=0.05; 7,63) = 2.17$$

La F experimental no es mayor que el F crítico, por lo tanto se rechaza H_0 y entonces no existe diferencia significativa entre las respuestas obtenidas por los panelistas.

3. Determinación del contenido calórico

Los cálculos se hicieron de la misma manera y a continuación se presentan los resultados:

$$\begin{array}{lll} n = 10 & b = 2 & k = 5 \\ CM = 90,400.16 & & SCE = 0.01 \\ SCTot = 10,633.02 & & CMT = 0.0025 \\ SCB = 10,633.00 & & CME = 0.0025 \\ SCT = 0.01 \\ F = 1 & & F (\alpha=0.05; 4,4) = 6.39 \end{array}$$

Entonces la F experimental no es mayor que la F crítica, se rechaza H_0 y por lo tanto no existe diferencia significativa.

4. Determinación de la vida de anaquel media

A continuación se presenta un ejemplo de como se calculó el ANDEVA para cada recta y luego un cuadro presentando los resultados finales. Los datos de Y_i son el logaritmo natural de la concentración de peróxidos y los de X_i son los días.

X_i	Y_i	X_i^2	Y_i^2	$X_i Y_i$
7	0.81	49	0.66	5.67
14	1.36	196	1.85	19.04
21	1.42	441	2.02	29.82
28	2.43	784	5.90	68.04
35	2.91	1225	8.47	101.85
$\Sigma = 105$	8.93	2695	18.89	224.42

$$SC_{tot} = \Sigma Y_i^2 - (\Sigma Y_i)^2/n = 18.89 - (8.93)^2/5 = 2.94$$

$$SC_{reg} = \frac{(PC_{xy})^2/SC_x}{\Sigma X_i^2 - (\Sigma X_i)^2/n} = \frac{(224.42 - (105)(8.93)/5)^2}{2695 - (105)^2/5} = \frac{(36.89)^2}{490} = 2.78 = SC_{reg}$$

$$SC_{res} = SC_{tot} - SC_{reg} = 2.94 - 2.78 = 0.16$$

$$CM_{reg} = SC_{reg}/1 = 2.78/1 = 2.78$$

$$CM_{res} = SC_{res}/(n-2) = 0.16/(5-2) = 0.053$$

$$F = CM_{reg}/CM_{res} = 2.78/0.053 = 2.45$$

$$F(\alpha=0.05; 1,3) = 10.13$$

FV	gl	SC	CM	F
reg	1	2.78	2.780	52.45
res	3	0.16	0.053	
tot	4	2.94		

La F experimental es mayor que la F crítica, entonces se acepta H_a y se rechaza H_o . Por lo tanto el modelo de regresión lineal encontrado es útil.

De la misma forma se hizo los cálculos para el resto de las rectas y a continuación se presenta un cuadro con los resultados:

Tipo de aderezo	°T	SCreg	SCres	SCtot	CMreg	CMres	Fexp.
0% sus.	8	2.78	0.16	2.94	2.78	0.053	52.45
	24	4.35	0.44	4.79	4.35	0.150	29.00
	40	4.43	0.21	4.64	4.43	0.071	62.39
12.5%P	8	3.26	0.23	3.49	3.26	0.077	42.34
	24	4.89	0.52	5.41	4.89	0.172	28.43
	40	4.87	0.24	5.11	4.87	0.079	61.65
25.0%P	8	4.64	0.23	4.87	4.64	0.078	59.49
	24	5.35	0.66	6.01	5.35	0.220	24.32
	40	5.57	0.29	5.86	5.57	0.098	56.84
50.0%P	8	7.35	0.51	7.86	7.35	0.169	43.49
	24	6.71	0.94	7.65	6.71	0.312	21.51
	40	6.60	0.40	7.00	6.60	0.132	50.00
75.0%P	8	17.91	2.69	20.60	17.91	0.895	20.01
	24	15.41	3.19	18.60	15.41	1.062	14.51
	40	7.31	0.49	7.80	7.31	0.163	44.85
12.5%A	8	3.70	0.24	3.94	3.70	0.079	46.84
	24	5.11	0.54	5.65	5.11	0.180	28.39
	40	4.64	0.21	4.85	4.64	0.071	65.35
25.0%A	8	4.63	0.29	4.92	4.63	0.097	47.73
	24	5.71	0.61	6.32	5.71	0.202	28.27
	40	5.52	0.27	5.79	5.52	0.091	60.99
50.0%A	8	5.19	0.33	5.52	5.19	0.110	47.18
	24	8.57	1.58	10.15	8.57	0.527	16.26
	40	6.02	0.31	6.32	6.02	0.103	58.45
75.0%A	8	7.87	0.72	8.59	7.87	0.240	32.79
	24	13.64	3.58	17.23	13.64	1.190	11.46
	40	6.83	0.39	7.22	6.83	0.131	52.14

En todos los casos la Ha se aceptó y por lo tanto las ecuaciones encontradas fueron satisfactorias.