

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



EFFECTO DEL INTERCAMBIO DE ATMOSFERAS EN PURE Y REBANADAS DE AGUACATE

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A

ANA CARMEN DELGADO ROSAS

MEXICO, D F.

1983



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

OBJETIVO	1
INTRODUCCION	2
ANTECEDENTES	11
MATERIALES Y METODOS	16
1.Materia prima.	
2.Sistema de Intercambio de Atmósferas.	
3.Preparación de la muestra.	
4.Colocación de la muestra.	
5.Tratamiento de Intercambio Gaseoso.	
6.Procedimiento experimental.	
7.Determinación de SO ₂ .	
8.Determinación de actividad de polifenol- oxidasa.	
9.Evaluación organoléptica.	
10.Pruebas microbiológicas.	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
1.Determinación del tiempo experimental "t" de exposición a la atmósfera de SO ₂ al -- cual se inactiva el mayor porcentaje de - polifenoloxidasa en la muestra, con un me nor contenido de SO ₂ en la misma.	
2.Evaluación organoléptica.	
3.Análisis microbiológico.	

CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES	66
APENDICE	70
BIBLIOGRAFIA	93

OBJETIVO

Teniendo en cuenta que el oscurecimiento de la pulpa de -- aguacate es uno de los principales problemas a resolver para su conservación, el objetivo del presente trabajo es aplicar la metodología de "intercambio de atmósferas" o "intercambio gaseoso" sobre la pulpa de aguacate; dirigiéndose principalmente a la inhibición de la polifenoloxida , responsable del oscurecimiento, -- por medio de la aplicación de SO_2 durante el tratamiento en cuestión; determinándose además los efectos de éste sobre las propiedades organolépticas y la microbiología del fruto.

INTRODUCCION

En Centroamérica se encuentran las zonas de máximo cultivo de aguacate (Persea americana, Persea gratissima), siendo los países de mayor producción de este fruto: México, Guatemala, Antillas, Colombia, Venezuela y Perú, aunque durante el siglo pasado se extendió a Florida y California en los Estados Unidos, llegando actualmente a España, Francia, Italia, Argelia e Israel. Recientemente se ha introducido a diversos estados africanos y a algunos países de la región insular índica. A pesar de su amplia divulgación; únicamente se cultiva en forma intensiva en algunas regiones de América (Solares, 1981).

En México el aguacate representa una de las principales variedades frutales cultivadas, y de hecho la superficie cosechada de este fruto, ha ido en aumento año con año (cuadro I).

El valor de la producción de aguacate para el año de 1978 - de acuerdo a los datos proporcionados por la Dirección General de Economía Agrícola de la SARH, representó el 6% del valor de la producción total de especies frutales cultivadas en nuestro país.

El aguacate además de poseer características organolépticas de gran aceptabilidad, tiene un alto contenido de proteínas y lípidos (cuadro II), en relación a otros frutos; y su digestibilidad y asimilación por el organismo humano es rápida y fácil (Solares, 1981).

Su utilización no solo se limita a la de ser un producto

CUADRO I

Datos sobre la producción de aguacate en la República Mexicana. (1)

AÑOS	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	VOLUMEN DE LA PRODUCCION (ton)	VALOR DE LA PRODUCCION (pesos)	COMERCIO EXTERIOR (2) (ton)
1960/64 (3)	9 199	116 779	197 909 572	1
1965/69 (3)	14 802	179 873	337 638 000	0
1970/74 (3)	26 930	248 886	794 091 688	17
1975	37 453	279 470	1 466 091 130	26
1976	36 453	280 421	1 690 401 800	7
1977	45 243	333 112	2 300 387 000	43
1978	51 450	395 168	3 126 567 000	120
1979	48 082	363 815	3 466 411 000	155
1980	56 000	460 500	4 826 040 000	956

(1) Datos proporcionados por la Dirección General de Economía Agrícola, México D.F., 1982.

(2) Exportaciones.

(3) Para estos períodos, los datos son un promedio de los cinco años.

CUADRO II

Composición y valor nutritivo del aguacate.

Para 100g de porción comestible.

	I	II	III
CALORIAS (cal)	245	167	152
AGUA (g)	65.4	74.0	-
CENIZAS (g)	1.4	1.2	-
PROTEINA (g)	1.7	2.1	1.6
GRASA (g)	26.4	16.4	15.6
CARBOHIDRATOS (g)	5.1	6.3	4.8
FIBRA CRUDA (g)	1.8	1.6	-
CALCIO (mg)	10.0	10.0	24.0
FOSFORO (mg)	38.0	42.0	-
HIERRO (mg)	0.6	0.6	0.53
SODIO (mg)	3.0	4.0	-
POTASIO (mg)	340.0	604.0	-
EQUIVALENTES VIT. A (U.I.)	290	290	-
VITAMINA B ₁ (mg)	0.06	0.11	0.09
VITAMINA B ₂ (mg)	0.13	0.20	0.14
NIACINA (mg)	1.1	1.6	1.9
ACIDO ASCORBICO (mg)	16.0	14.0	14.0

(I) Rauch, 1956 ; (II) Watt y Merrill, 1975 ; (III) Hernández et al., 1979.

(-) No reportado.

CUADRO III

Composición del aceite de aguacate. (1)

g/100 g de grasa de aguacate.

ACIDO OLEICO	74.0
ACIDO LINOLEICO	10.3
ACIDO MIRISTICO	0.65
ACIDO PALMITICO	6.62
ACIDO ESTEARICO	0.53
ACIDO ARAQUIDONICO	Trazas

(1) Martínez, 1959.

alimenticio, sino que su alto contenido de aceites (cuadro III), permite que al ser extraídos, sirvan como la materia prima base en la preparación de gran variedad de cosméticos.

Ya sea como fruto de mesa para su consumo directo o para su transformación industrial, el aguacate tiene cada día mayor demanda en los mercados nacionales e internacionales, y su cultivo intensivo presenta perspectivas muy halagüeñas para los agricultores.

En México aunque la producción de aguacate ha alcanzado altos niveles; principalmente en los estados de Michoacán, Sinaloa, Puebla, Jalisco, México, Veracruz y Chiapas (cuadro IV), las pérdidas por descomposición antes de la comercialización o bien durante el transporte, y la falta de industrialización de este fruto en México, han llevado a la necesidad de estudios e investigaciones que contribuyan a aumentar el aprovechamiento de la producción, y que en un momento dado representen divisas para el país.

Los principales problemas que se presentan en la conservación de la pulpa de aguacate son: su pérdida de textura y de sabor, la rancidez (Gómez y Bates, 1970), el oscurecimiento y la aparición de sabores indeseables al ser tratado térmicamente (Crues et al., 1951; Ben-et et al., 1973; Bates, 1970; García et al., 1975).

El oscurecimiento enzimático es una reacción común a muchos frutos y vegetales, presentándose cuando éstos han sufrido daño mecánico o fisiológico durante la cosecha o el almacenamiento.

CUADRO IV

Entidades de mayor producción de aguacate⁽¹⁾.

ENTIDAD	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	VOLUMEN DE LA PRODUCCION (ton)	VALOR DE LA PRODUCCION (miles de pesos)
Michoacán	15 948	101 167	1 011 676
Puebla	3 110	38 750	344 875
México	2 734	25 162	335 057
Jalisco	2 788	25 245	204 485
Sinaloa	6 200	42 850	179 970
Veracruz	4 692	26 385	93 393
Estados Unidos Mexicanos ⁽²⁾	51 450	395 169	3 126 567

(1) Datos proporcionados por la Dirección General de Economía Agrícola, corresponden a 1978.

(2) Datos tomando en cuenta todos los estados productores

ción no ocurren en las células íntegras, sino cuando el proto -- plasma es alterado. El daño fisiológico de la célula también produce oscurecimiento, la acumulación de productos de la respiración (acetaldehído, alcohol, etc.) producen daño a la célula e incrementan su permeabilidad al oxígeno (Joslyn y Fonting, 1951).

Las enzimas que toman parte en las reacciones de oscurecimiento en las que se ven involucrados los polifenoles se conocen en general como polifenoloxidasas (fenolasas, oxidasas, etc.). A diferencia de la mayoría de las enzimas, la polifenoloxidasa puede catalizar dos tipos diferentes de reacciones, ambas involucran compuestos fenólicos. Estas reacciones son: hidroxilación de monofenoles para dar o-difenoles, y remoción de hidrógenos de los o-difenoles para dar o-quinonas. La hidroxilación de monofenoles es conocida como actividad de cresolasa, ya que generalmente utiliza como sustrato un p-cresol, (Whitaker, 1974; Reed, 1975).

Todas las polifenoloxidasas tienen actividad sobre los o-difenoles, conocida como actividad de catecolasa. La polifenoloxidasa de plátanos, hojas de té y hojas de tabaco, tienen exclusivamente actividad sobre o-difenoles, mientras que la polifenoloxidasa de papas, manzanas y remolacha tienen ambos tipos de actividad, (Whitaker, 1972).

Aunque las o-quinonas formadas a partir de los sustratos fenólicos son por sí solas de color oscuro (del rojo a café-rojizo), la reacción difícilmente se detiene ahí, pues las o-quinonas toman parte en reacciones secundarias, formándose productos secundarios intensamente coloridos. Las reacciones secundarias más importan-

Este cambio en coloración se acentúa durante el procesamiento; ya sea enlatado, deshidratación o congelación; y continúa aún durante el almacenamiento en congelación, y el subsecuente descongelamiento. Así, el color natural del producto se pierde o enmascara debido a la formación de pigmentos cafés u oscuros, que proporcionan al producto un aspecto desagradable. Con frecuencia sobrevienen conjuntamente otros cambios indeseables en sabor, --olor y valor nutritivo; por ejemplo, hay una marcada pérdida en el contenido de ácido ascórbico; también hay pérdidas de otros nutrientes oxidables como el caroteno, (Joslyn y Ponting, 1951).

La formación de los pigmentos oscuros se debe principalmente a reacciones enzimáticas, para que este oscurecimiento oxidativo ocurra, deben encontrarse presentes tres componentes al mismo tiempo: enzima, sustrato y oxígeno. Si cualquiera de ellos -- falta, o no puede reaccionar por alguna razón, entonces la oxidación y el oscurecimiento no se llevarán a cabo; esto proporciona bases para el control del oscurecimiento, ya sea control natural o artificial (Ponting, 1960). Además de las reacciones enzimáticas de oscurecimiento, también se llevan a cabo reacciones de oscurecimiento no enzimáticas, en las que intervienen polifenoles (comunmente encontrados en el reino vegetal); son dos las más estudiadas a la fecha: la formación de quelatos entre los compuestos fenólicos y metales y la conversión de leucoantocianidinas a cianidinas, (Mathew y Farpia, 1971).

Las reacciones in situ de oscurecimiento se llevan a cabo -- en tejidos que contienen enzimas activas; los cambios en coloración

tes relacionadas con el oscurecimiento por acción sobre polifenoles son: oxidación de otros compuestos por los productos oxidados obtenidos (las quinonas reaccionan con ascorbatos); reacciones de condensación con aminoácidos y proteínas, y condensación y polimerización, (Mathew y Parpia, 1971).

En el caso específico del aguacate se ha observado que la enzima responsable del oscurecimiento es la polifenoloxidasas, teniendo ésta solo actividad de catecolasa (Joslyn y Ponting, 1951) y que el grado de oscurecimiento no solo depende de la temperatura, pH, concentración de oxígeno y presencia de inhibidores, sino que también de la variedad y estado de maduración del fruto (Khan, 1975).

ANTECEDENTES

La necesidad de encontrar nuevas formas de conservación de frutos y vegetales, ha llevado al desarrollo de gran variedad de métodos; de entre los cuales los mas comunmente empleados son: - la refrigeración, la congelación, el secado o deshidratación y - el tratamiento a temperaturas de esterilización; pero uno de los que representa mayor ahorro de energía es el uso de atmósferas controladas que se originó en los años 20's como resultado del trabajo de Kidd y West, (Brecht, 1980).

Este proceso consiste principalmente en colocar el alimento en cámaras especiales y disminuir la concentración de oxígeno, aumentando la concentración de otros gases (principalmente CO y CO₂) con objeto de retardar la maduración, reduciendo la velocidad de respiración, la producción de etileno (hormona natural de las plantas que juega un papel importante en la maduración), el ablandamiento del fruto, y los cambios en composición que --- trae consigo la maduración; estos beneficios se traducen en un aumento en la vida de almacenamiento, manutención de la calidad, y reducción de las pérdidas post-cosecha (Kader, 1980).

Después de 60 años de investigación y desarrollo en este -- campo, el uso de atmósferas controladas se limita todavía, en -- grandes términos, al almacenamiento de peras y manzanas; exten-- diéndose a fresas, cerezas dulces y plátanos para el caso de at-- mósferas controladas en el transporte (o atmósferas modificadas) (Kader, 1980).

La remoción parcial de aire (oxígeno), es uno de los principios de las atmósferas controladas y el envasado al vacío, en algunos casos se presentan cambios indeseables en la calidad debido a la respiración anaeróbica y otros desajustes en las actividades fisiológicas normales del alimento. En otros casos la reducción de los niveles de oxígeno en el medio en que se encuentra el alimento (no más del 1% al 3%) resulta en un aumento sustancial en la vida de almacenamiento, (Kader, 1980).

Recientemente Kramer (1968), ha desarrollado en la Universidad de Maryland, un método de conservación de alimentos que puede ser considerado como una extensión del almacenamiento de atmósferas controladas. El proceso consiste en evacuar los gases atmosféricos de la cámara en la que se encuentra el alimento, junto con gases intersticiales; posteriormente estos gases son reemplazados por otro (s) gas(es), (que afectan el sistema bioquímico) y que aplicados en una secuencia adecuada logran estabilizar o por lo menos prolongar la frescura o tiempo de vida de los alimentos, ya sea a temperatura ambiente o a bajas temperaturas. Debido a su naturaleza, este proceso ha recibido el nombre de: "Intercambio Gaseoso" o "Intercambio de Atmósferas".

El intercambio gaseoso se realiza en cuestión de minutos, a diferencia de las atmósferas controladas que se mantienen por un largo periodo. El intercambio gaseoso hace uso de gases como SO_2 , óxido de etileno (OE), además de CC y CO_2 ; que son especialmente inhibidores de la acción de enzimas exógenas y endógenas. Por ejemplo, tratando papas con una mezcla de 10% SO_2 en CO_2 , se ob-

serva una rápida y casi total inactivación de peroxidasa y fenolasa; por otra parte la pectinestearasa y la poligalactouronasa son parcialmente inactivadas por los gases usados (Puri, 1980).

Una diferencia importante de este proceso con el de atmósferas controladas, es que utiliza solo la parte comestible de la planta o animal en cuestión, y el resto es desechado pudiendo tener alguna utilización como subproducto, dependiendo de su naturaleza.

El alimento ya procesado y empacado, puede almacenarse tanto a temperatura ambiente como a bajas temperaturas, de acuerdo al pH que tenga, ya que aquellos que tengan un pH entre 5.5 y 7 son mas susceptibles al desarrollo microbiano que los alimentos ácidos, por lo que se necesita bajar la temperatura para retardar dicho desarrollo, implicando un aumento en costos.

Los estudios realizados por Kramer et al. (1980) han proporcionado resultados muy satisfactorios, pues han obtenido productos estables (como en el caso de papas y manzanas), hasta por 10 y 12 meses con propiedades de apariencia y olor satisfactorias, (Kramer et al., 1980).

Se han llevado a cabo además, estudios sobre los cambios nutricionales que este tratamiento provoca, encontrándose entre los mas importantes; una reducción de aproximadamente 50% de ácido ascórbico en duraznos, y un aumento en el contenido de tiamina en el caso de champiñones, (Besser y Kramer, 1972).

Teniendo en cuenta que cualquier alimento que sea almacenado arriba de 3.4°C en una atmósfera baja en oxígeno debe estar -

libre de microorganismos patógenos, se han estudiado también los efectos del CO, OE y SO₂ sobre E. coli, St. aureus y Cl. botulinum (Kaffezakis et al., 1969). En el caso del CO (puro), prácticamente no hay reducción en la población microbiana. Para el OE (mezcla de 10% OE, 90% CO₂) y el SO₂ (puro y al 50% con aire) la reducción es similar, siendo de 6-log. Estos estudios microbiológicos aún continúan, sobre todo para microorganismos como Cl. botulinum sobre alimentos con pH alrededor de la neutralidad, (Kramer et al., 1980; Kaffezakis et al., 1969).

Independientemente del tipo de alimento, el procedimiento general desarrollado por Kramer et al. (1980), consiste en lo siguiente:

- Eliminar el oxígeno presente, hasta niveles menores de -- 0.05%, por medio de la aplicación de una presión reducida que es mantenida por unos cuantos minutos.
- Inyectar uno o varios gases mezclados en proporciones conocidas (CO, CO₂, SO₂, N₂), hasta igualar la presión con la presión atmosférica.
- Pueden llevarse a cabo varios tratamientos con distintos gases sobre la muestra en diferentes secuencias. Para esto, se elimina el primer gas inyectado aplicando una presión reducida a la muestra, e inyectando después el segundo gas o mezcla de gases, y así sucesivamente.
- Finalmente el alimento ya procesado se deja empacado en una atmósfera inerte, ya sea en frascos de vidrio o en materiales impermeables a gases.

La secuencia y concentración de los gases es muy importante en la calidad final del alimento y depende principalmente del tipo de materia prima con la que se esté trabajando.

MATERIALES Y METODOS

1. Materia prima.

Se utilizaron aguacates (Persea americana) de la variedad Hass, comprados localmente; seleccionándose los que presentaban una moderada firmeza al tacto y además siendo aceptables para -- ser consumidos de inmediato.

2. Sistema de Intercambio de Atmósferas.

Se llevó a cabo el desarrollo y adaptación de un sistema para la aplicación del proceso de intercambio de atmósferas según lo descrito por Kramer (1968). Este sistema surgió después de varios experimentos previos (apéndices I al IV).

El reactor consistió en un tubo de PVC (de 18.5cm de largo y 7.5cm de diámetro), cerrado en ambos extremos por tapones de hule. El tapón superior se perforó tres veces para hacer las conexiones necesarias,(fig. 1).

- Conexión a la bomba de vacío.
- Conexión al tanque de SO_2 .
- Conexión al tanque de N_2 .

Las conexiones se hicieron mediante tubos de vidrio y tubo de "Tygon" (1m), conectándose a los tanques (N_2 y SO_2); y una manguera para vacío (1m) conectada a la bomba de vacío (Welch Duo-seal, modelo 1400). Es obvio que el sistema era lo más hermético posible (fig. 4).

Entre los tanques y el reactor (tubo de PVC), se colocaron

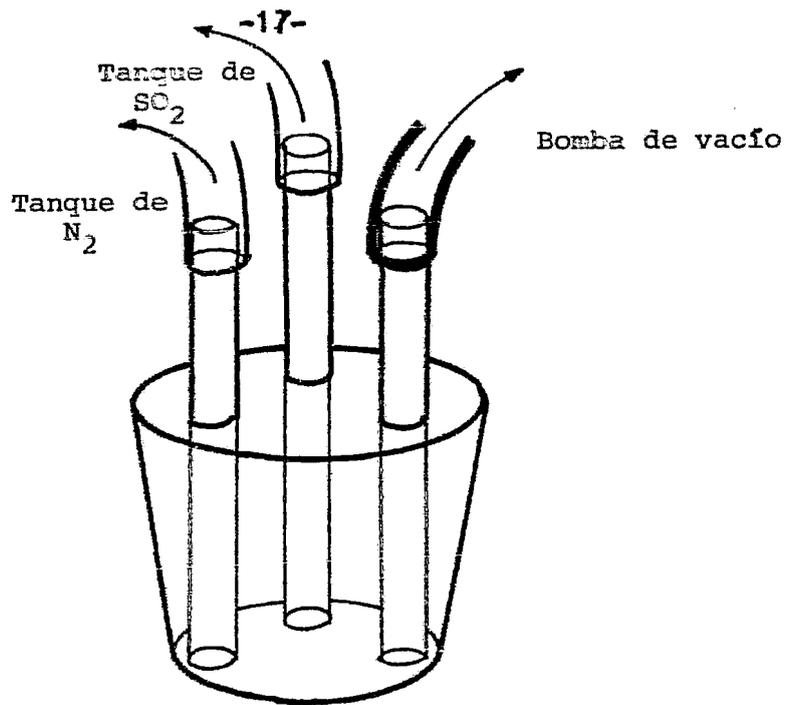
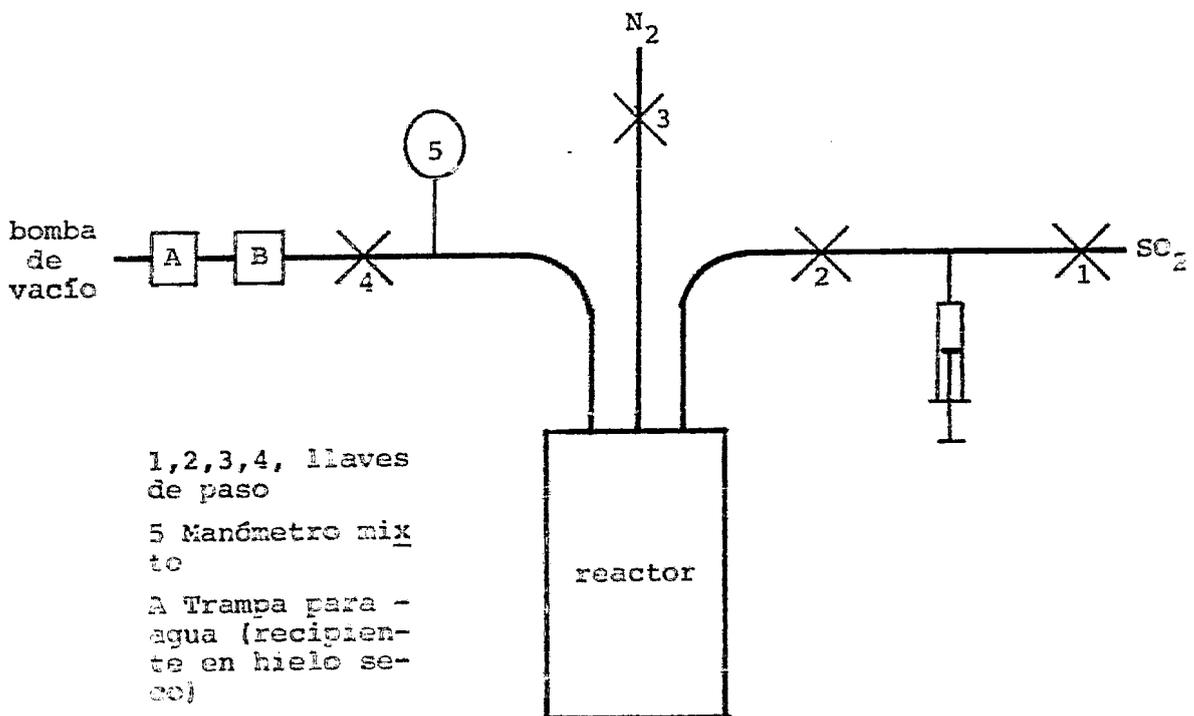


Fig. 1 CONECCIONES



1,2,3,4, llaves
de paso

5 Manómetro mix
to

A Trampa para -
agua (recipien-
te en hielo se-
co)

B Trampa para -
SO₂ (lentes -
de NaOH)

Fig. 2 SISTEMA DE INTERCAMBIO
DE ATMOSFERAS

llaves de paso para poder regular la entrada de los gases, así mismo para vacío; para el cual se tenía además un manómetro que -- indicaba presión positiva y negativa (manómetro mixto Marshall town, 0-15 psi (775.7 mmHg); 0.30 in Hg (762 mmHg)).

La cantidad de SO_2 que entraba al reactor, de 500 ml de capacidad, se reguló con una jeringa volumétrica (Plastipack 20 ml). Para llenar la jeringa solo se abría la llave del tanque de SO_2 (1), (fig.2) y teniendo cerrada la llave (2), permitiendo que el émbolo se desplazara libremente hasta un volumen de 20 ml, cerrando la llave (1). Entonces se podía descargar este volumen en el reactor abriendo la llave (2) y presionando el émbolo.

3. Preparación de la muestra.

Se prepararon las siguiente muestras:

(Fig. 5)

3.1 Muestra sin escaldar.

El aguacate se patía en dos, eliminándose el hueso y rebajándose la pulpa a un grosor aproximado de 7 mm (rebanador Büner rotgelb), eliminándose posteriormente la cáscara.

Las muestras se pesaban en una bolsa de polietileno (21 cm largo y 15 cm ancho; polietileno de baja densidad de 2 mils de espesor (0.058 mm), depositando aproximadamente 22.5 ± 2 g de pulpa, manteniéndose en hielo ($4^{\circ}C$) hasta recibir el tratamiento correspondiente (aproximadamente 20 min).

3.2 Muestra escaldada.

Las muestras escaldadas se preparan de la misma manera, llevándose a cabo el tratamiento térmico en la bolsa, sumergiendo ésta en agua a 80°C por 2 min, basándose en la curva de temperatura y tiempo de calentamiento sobre la aparición de sabores indeseables en pasta de aguacate, reportada por García et al., 1975.

Inmediatamente después del tratamiento de escaldado, las bolsas se depositan en hielo, para que se enfrien lo más rápidamente posible, manteniéndose ahí hasta recibir el tratamiento correspondiente (aproximadamente 20 min).

3.3 Muestra en forma de puré.

Se procedió de igual manera que la muestra en rebanadas hasta justo antes de introducir la muestra en el reactor, ya que en ese momento se hacía el puré, aplastando manualmente la bolsa con el aguacate hasta formar una pasta de consistencia parecida al guacamole. El tratamiento de escaldado requirió de la misma relación tiempo-temperatura que las rebanadas ($80^{\circ}\text{C}/2\text{min}$). Finalmente se prosiguió de la forma anteriormente descrita.

4. Colocación de la muestra.

La bolsa de polietileno conteniendo la muestra, se sujeta al tapón de las conexiones por medio de una banda de nule, una vez sujeta perfectamente, cuidando de no tener fugas; se introduce el conjunto al reactor, presionando para cerrar herméticamente (fig. 5).

Cerrado el reactor se colocan alrededor de éste una serie -

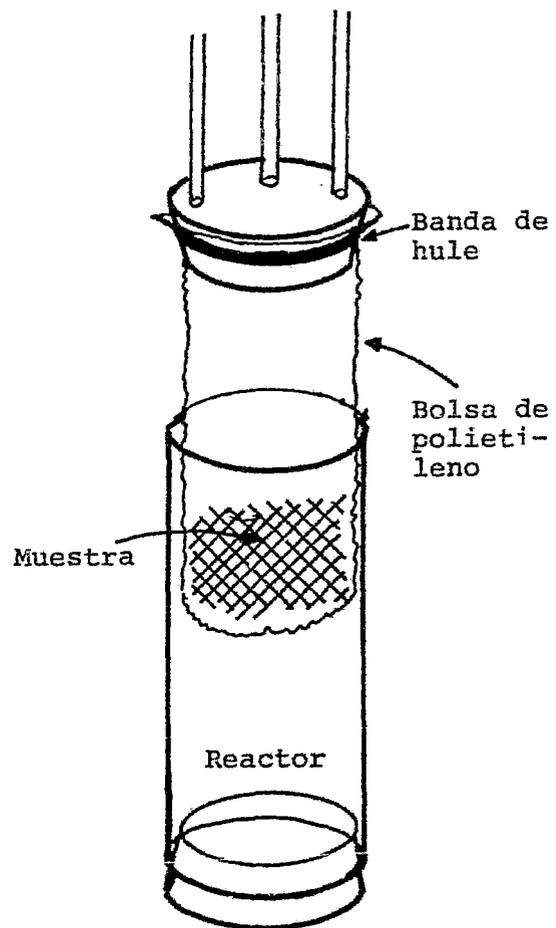


Fig. 3 COLOCACION DE LA MUESTRA

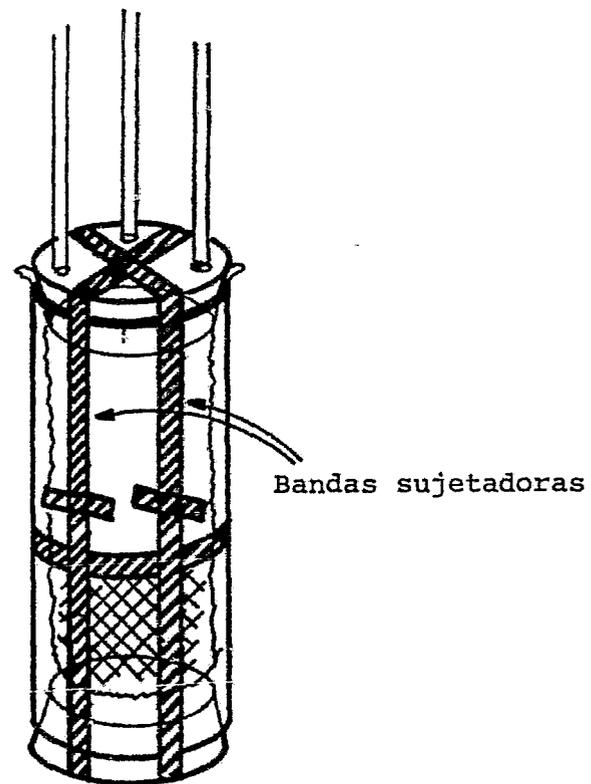


Fig. 4 CIERRE HERMETICO

de bandas sujetadoras que evitarán que el tapón se bote por efecto de la presión que pudieran ejercer los gases al ser inyectados (fig. 4).

5. Tratamiento de Intercambio Gaseoso.

De acuerdo a ensayos previos que sirvieron para estimar una regulación del volumen de SO_2 por inyectar a la muestra (apéndices I al IV), siendo el que mayores posibilidades presentó; según la fig. 2 y fig.5 :

- Aplicar una presión reducida (vacío 22in Hg o 558.8 mmHg) abriendo la llave (4), manteniéndola por 5 min.
- Cerrar la llave (4).
- Inyectar N_2 abriendo la llave (3), hasta que el manómetro (5) marque 2 psi (103.4 mm Hg) de presión.
- Cerrar la llave (3).
- Abrir la llave (2) y empujar el émbolo cuidadosamente (la jeringa ha sido llenada previamente con SO_2 abriendo la llave (1) y cerrándola cuando el gas ha ocupado un volumen de 20 ml).
- Cerrar la llave (2) y mantener la muestra bajo la acción de esta atmósfera por un tiempo experimental "t".
- Pasado el tiempo "t" aplicar de nuevo una presión reducida (vacío 22 inHg o 558.8 mmHg) abriendo la llave (4), manteniéndola por 5 min.
- Cerrar el vacío con la llave (4).

- Inyectar N_2 hasta que el manómetro indique cero in Hg abriendo la llave (3).
- Cerrar la llave (3).
- Abrir cuidadosamente el reactor; sacar la bolsa con el tapón, cerrando la bolsa con la selladora para plástico, -- (Dazey products Co., modelo SAM 1/5000H).
- Quitar la banda de hule para separar la bolsa del tapón.

6. Procedimiento experimental. (Fig. 5).

Para determinar el tiempo de exposición "t" de la muestra a la atmósfera de SO_2 , que proporciona la mayor inactivación de la polifenoloxidasas con los menores efectos adversos sobre las propiedades organolépticas del aguacate; se hicieron diferentes tratamientos variando este tiempo "t".

Las variaciones de este tiempo "t" se hicieron por triplicado y por series de 10, 20, 30, 40 y 50 seg; utilizándose un solo aguacate por cada serie de 0 a 50 seg (ésto permite controlar efectos de variabilidad biológica).

A cada muestra se le determinó la actividad de polifenoloxidasas (como se describe mas adelante) y la concentración de SO_2 , (también descrita posteriormente).

Se tomó una muestra blanco de cada aguacate, a la que no se sometía a tratamiento, haciéndole las mismas determinaciones que a las muestras tratadas. Las determinaciones químicas de control se realizaban 24hrs después del tratamiento (manteniendo la mues

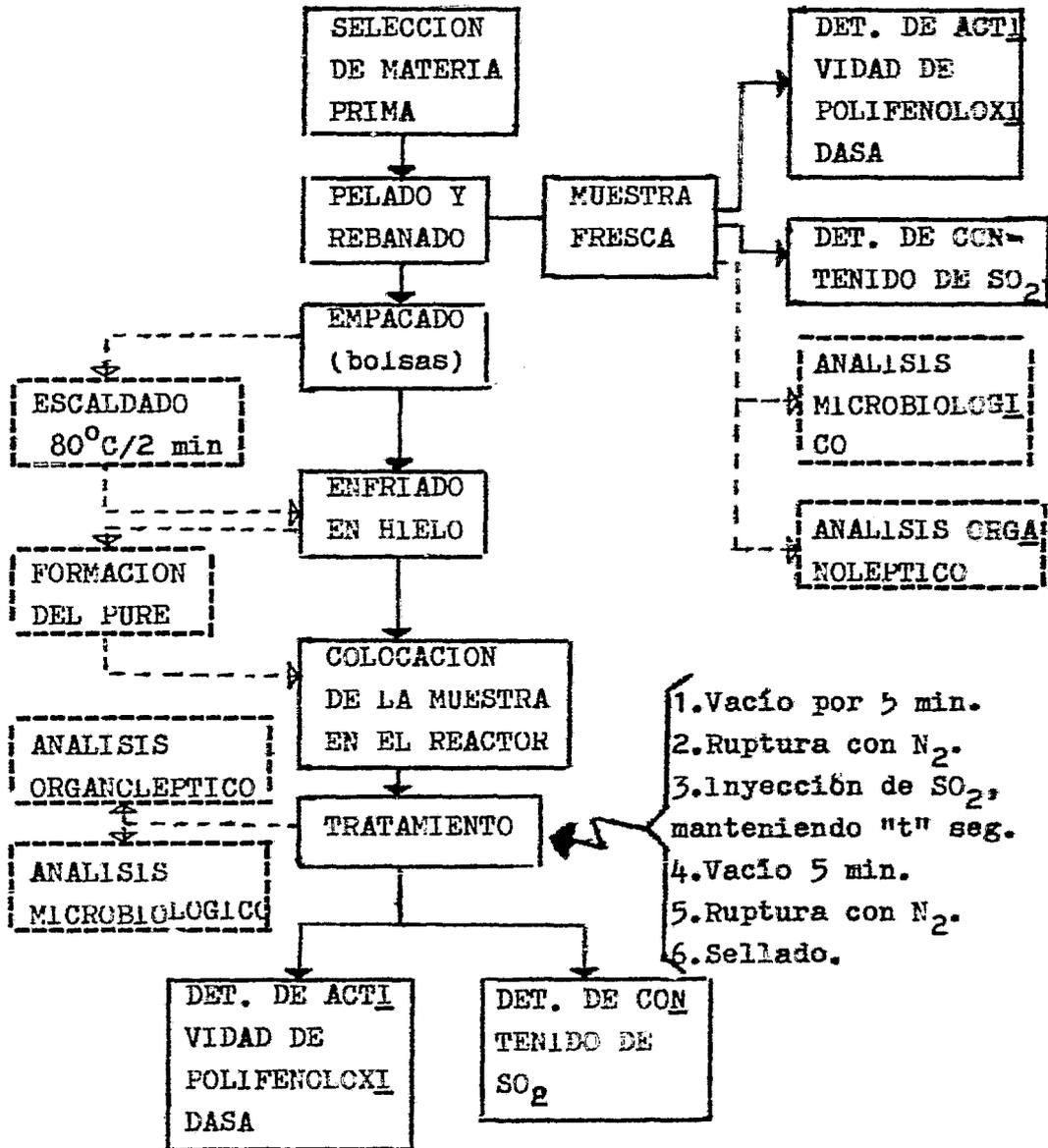


Fig. 5 Diagrama de flujo del procedimiento empleado.

----- depende del diseño experimental

tra en refrigeración).

Con cada serie de tiempo (0 a 50 seg de exposición) se hicieron por triplicado las siguientes variaciones:

- Aguacate en rebanadas.
- Aguacate en rebanadas, escaldado 80°C/2min.
- Aguacate en puré, escaldado 80°C/2min.

De estas variables se seleccionó el tiempo de exposición al que se presentaba mayor inactivación de polifenoloxidasas con menor contenido de SO₂ en la muestra, y se analizó organolépticamente como se describirá posteriormente.

7. Determinación de SO₂.

De acuerdo al método desarrollado por Ponting y Johnson -- (1945).

Se pesan 5 g de muestra y se homogenizan con 5 ml de sln. - amortiguadora de fosfatos (0.5M, pH=4.5) y 250 ml de sln. aq. de NaCl al 20% durante 3 min. Se filtra con ayuda de vacío y se toman dos partes alícuotas de 50 ml, que se depositan en dos matraces separados; a ambos matraces se añaden 2 ml de NaOH 1M y después de 30 seg se acidifican con 2 ml de HCl 6M.

Uno de los matraces se titula con I₂ 0.02 N y almidón al 1% como indicador; al otro matraz se le agrega 1 ml de formaldehído al 40% y se deja por 10 min, después de los cuales se titula con I₂ 0.02 N y almidón al 1%.

El contenido de SO₂ se calcula a partir de la diferencia de volúmenes gastados en presencia y ausencia de formaldehído.

$$\text{ppmSO}_2 = \frac{(\text{diferencia de volúmenes}) \cdot \text{N. meq}}{\text{parte alicuota}} \times \frac{\text{Vol. total}}{\text{p. muestra}} \times 1000$$

8. Determinación de actividad de polifenoloxidasas.

8.1. Extracción de la enzima.

Basado en el método empleado por Galeazzi et al. (1981).

Se pesan 6.5 g de pulpa homogenizándose en frío con 12.5 ml de soln. amortiguadora de fosfatos (0.5 M, pH=7) conteniendo 1% de polivinilpirrolidona (PVP). El homogenado frío se centrifuga (4°C) por 20 min a 3700 rpm. (centrífuga International Equipment - Co., modelo CLA 3076X-0). Se separa el sobrenadante, añadiéndole lentamente 2 volúmenes de acetona fría (-13°C), y se filtra con ayuda de vacío, para separar el precipitado resultante; éste se deja secar y se redisuelve en soln. amortiguadora de fosfatos -- (0.5 M, pH=7), hasta un volumen final de 10 ml. Todo debe trabajarse a baja temperatura (4°C).

8.2. Determinación de concentración proteínica.

Método de Lowry, (Lowry et al., 1951).

Se preparan las siguientes soluciones:

Solución A: NaOH 0.1 N

NaCO₃ 2'

Tartrato doble de sodio y potasio 0.02'

Solución B: CuSO₄ 0.5' con una gota de H₂SO₄ conc.

Solución C: Reactivo de Folin-Cicaltau 1:1

Solución D: 50 ml de soln.A + 1 ml de soln.B

Se toma 1 ml de extracto enzimático, añadiéndole 3 ml de soln.D; pasados 10 min se añaden 0.3 ml de soln.C y se mezclan. La absorbancia se lee después de 30 min a una longitud de onda de 750 nm (espectrofotómetro PYE UNICAM modelo SP 30).

Se hace la curva patrón con una solución estandar de albúmina bovina (10mg/100ml), a partir de la cual con las diluciones necesarias se obtienen las concentraciones de 0.02, 0.04, 0.06, 0.08 y 0.10 mg de proteína.

Con el promedio de cuatro valores para cada concentración se elaboró la curva patrón (apéndice V), cuya ecuación resultó ser:

$$\text{Abs} = 4.05(\text{mg proteína}) + 0.028$$

$$\text{Correlación} = 0.992$$

La concentración proteínica obtenida por este método para cada extracto, se reporta en los apéndices VI, VII y VIII.

8.3. Medición de la actividad enzimática.

De acuerdo a Galeazzi et al. (1981).

La actividad enzimática se determinó midiendo la velocidad del incremento de absorbancia a 420 nm y 25°C. La mezcla de reacción contenía 2 ml de soln. de catecol 0.1 M, 1 ml de agua destilada, a los que finalmente se añadían 100 µl de extracto enzimático. La celda de referencia contenía solo solución de sus-

trato y agua destilada. El pH óptimo de la reacción enzimática - sobre el catecol está en el intervalo de 6.5 a 6.8 que coincide con el pH de la mezcla de reacción.

El cambio de absorbancia con respecto al tiempo se registró directamente (graficador Perkin-Elmer Hitachi 2000), las gráficas obtenidas por duplicado para cada extracto enzimático se muestran en los apéndices IX al XVII.

La velocidad inicial V_0 se determinó sacando de la gráfica obtenida, la pendiente, después de 10 seg de iniciada la reacción. De los duplicados se hizo un promedio a partir del cual se calculó la actividad enzimática (apéndices XVIII, XIX y XX)

La unidad de actividad se definió arbitrariamente como el - cambio de unidad de absorbancia a 420 nm, pH=6.5, 25°C, por minuto, por ml de extracto enzimático; y la actividad específica se obtuvo dividiendo entre la concentración proteínica del extracto correspondiente, quedando como unidades U/ml/mg proteína.

9. Evaluación organoléptica.

La evaluación organoléptica se realizó para las siguientes condiciones:

- Muestra fresca.
- Muestra escaldada tratada.
- Muestra fresca condimentada.
- Muestra escaldada tratada, condimentada.
- Muestra escaldada.

CUADRO V

AGUACATE

Nombre: _____

Fecha: _____

Por favor califique cada muestra con los factores de calidad señalados abajo; usando la escala apropiada.

TEXTURA	CALIDAD OLOR-SABOR	PRESENCIA DE SABORES INDE SEABLES	CLASE DE SABOR INDESEABLES	REACCION TOTAL
+4 Agradable	0 Pobre	0 Ninguno	1 Astringente	1 Disgusta extremadamente
+3	1	1 Ligero	2 Picante	2 Disgusta mucho
+2	2	2	3 Medicinal	3 Disgusta moderadamente
+1 Mediocre	3 Mediocre	3 Moderado	4 Metálico	4 Disgusta ligeramente
0	4	4	5 Oxidado	5 Gusta ligeramente
-1	5	5 Intenso	6 Rancio	6 Gusta moderadamente
-2	6 Bueno		7 Demasiado ácido	7 Gusta mucho
-3	7		8 Amargo	8 Gusta extremadamente
-4 Desagradable	8		9 Jabonoso	
	9 Excelente		10 Salado	
			11 Otro (por favor describalo)	

MUESTRA	C O L O R		TEXTURA	CALIDAD SABOR-OLOR	PRESENCIA DE SABORES INDE SEABLES	CLASE DE SABOR IN DESEABLE	REACCION TOTAL
	bueno	pobre					

131

COMENTARIOS:

Amerine et al., 1965

- Muestra tratada (sin escaldar).

Para todos los casos la evaluación consistió en calificar cada muestra independientemente, de acuerdo al cuadro V (Amerine et al., 1965) que corresponde al cuestionario contestado por los jueces.

9.2. Preparación de las muestras.

9.2.1. Muestra fresca: se homogenizó la pulpa de dos aguacates frescos variedad Hass, siendo aceptables para consumirse de inmediato.

9.2.2. Muestra escaldada tratada: las muestras se sometieron a tratamiento un día antes de la evaluación organoléptica. Se prepararon 5 bolsas con 22.5 g de pulpa cada una, escaldándose antes del tratamiento de intercambio gaseoso a 80°C/2 min. El tratamiento se aplicó con un tiempo de exposición a SO₂ de 30 seg.

Para preparar las muestras, solo se homogenizó el contenido de todas las bolsas y se separó en dos partes. Una se usó directamente como muestra problema, y la otra se usó para preparar la muestra condimentada.

9.2.3. Muestras condimentadas: se hizo la misma preparación tanto para la muestra fresca como para la muestra escaldada tratada.

Aguacate (fresco o tratado)	50 g
Jitomate	25 g
Cebolla	8 g
Cilantro	0.5 g
Sal	10 mg

9.2.4. Muestra escaldada: se prepararon 3 bolsas con 22.5 g de pulpa y se sumergieron en un baño de agua a 80°C por 2 min en friándose después en hielo; finalmente se homogenizaron.

9.2.5. Muestra tratada sin escaldar: se prepararon 5 bolsas con 22.5 g de muestra, las que se sometieron a tratamiento de intercambio gaseoso con un tiempo de exposición a SO₂ de 40 seg. Posteriormente el contenido de todas las bolsas se homogenizó.

9.3. Análisis de resultados.

Los resultados se trataron estadísticamente por análisis de varianza (Kramer y Twigg, 1979), comparando cada muestra con la muestra fresca, las muestras condimentadas no se compararon con la muestra fresca, sino que se compararon entre sí.

10. Pruebas microbiológicas.

10.1. Determinación de bacterias mesófilas (Guerrero, 1976).

Se pesó en condiciones asépticas (campana de luz U.V.) 1 g de muestra en un tubo de ensaye previamente esterilizado, añadiendo 10 ml de solución amortiguadora pH=7 estéril. Se homogenizó -

la muestra con ayuda de una pipeta estéril, tomando 1 ml de la mezcla y depositándolo en una caja petri estéril, a la que se invirtieron aproximadamente 15 ml de medio estéril (agar para cuenta estandar, marca Merck). Para incorporar muestra y medio, éstos se mezclaron con movimientos rotatorios de la caja, de izquierda a derecha, dejando solidificar posteriormente.

Una vez solidificado el medio, se invirtieron las cajas y se incubaron a $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 72 hrs. Después de este tiempo se contó el número de colonias por caja en un contador Quebec. Se reportan las colonias por gramo de muestra (cuadro XIV), tomando en cuenta las diluciones efectuadas.

10.2. Determinación de hongos y levaduras (Guerrero, 1976).

Se procedió de igual manera que en la determinación anterior solo que el medio empleado fue agar papa-dextrosa (Bioxon).

La incubación fue a $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 95 hrs. En el mismo medio aparecen tanto hongos como levaduras, pero se cuentan por separado reportándose por gramo de muestra (cuadro XIV).

Todas las determinaciones se hicieron por duplicado, reportándose el promedio.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Determinación del tiempo experimental "t" de exposición a la atmósfera de SO_2 al cual se inactiva el mayor porcentaje de polifenoloxidasas en la muestra, con un menor contenido de SO_2 en la misma.

Los resultados obtenidos para aguacate en rebanadas, rebanado escaldado y puré escaldado, se observan gráficamente en las figuras 6, 7 y 8; reportándose los datos numéricos en los apéndices XXI al XXIII. Estas gráficas relacionan la actividad remanente de la polifenoloxidasas en la muestra respecto al tiempo al -- que se expuso ésta a la atmósfera de SO_2 , reportándose en la misma gráfica la cantidad residual de SO_2 determinada en la muestra.

De acuerdo al comité de expertos en aditivos alimentarios - de la FAO/OMS, la cantidad establecida como consumo diario aceptable de SO_2 es de 50 mg/día para una persona de 70 kg de peso - (0.07 mg/kg/día; Institute of food technologists, 1975). Si consideramos un consumo diario de 100 g de pulpa de aguacate tratada conteniendo 500 ppm de SO_2 , la ingesta de SO_2 sería de 50mg que es la cantidad recomendada por dicha organización como 100% segura. Por otro lado es poco probable que el aguacate sea consumido diariamente, lo cual hace atractivo el uso de este aditivo en el fruto, pudiéndose buscar además el efecto sinergista de algunos otros aditivos (ac. cítrico) con el SO_2 .

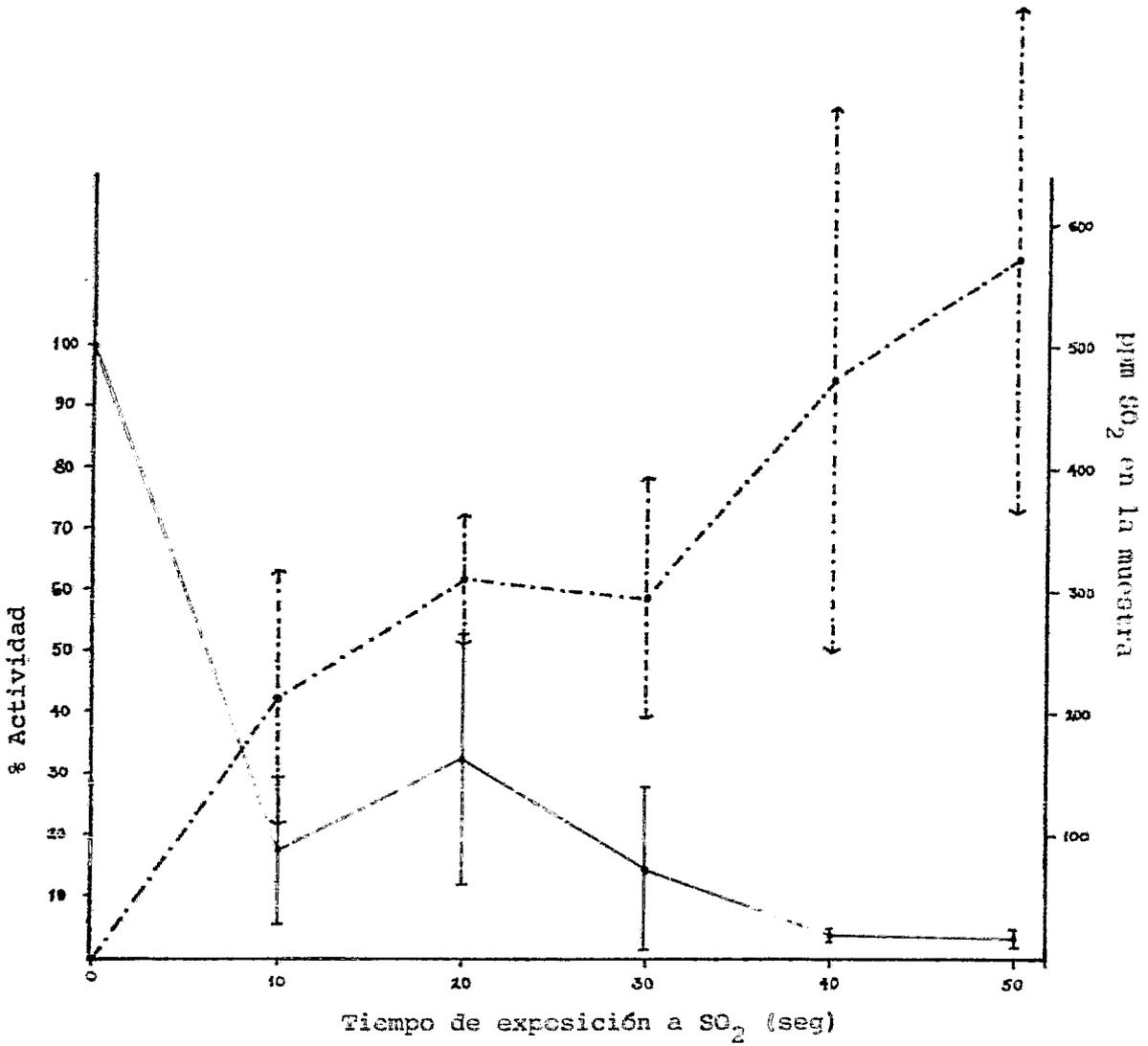


Fig. 6 RELACION ENTRE LA ACTIVIDAD DE POLIFENOLOXIDASA Y EL CONTENIDO RESIDUAL DE SO₂ CON EL TIEMPO EXPOSICION A SO₂. "AGUACATE EN REBANADAS".
(—) Actividad de polifenoloxidasas
(- - -) ppm SO₂ residual en la muestra

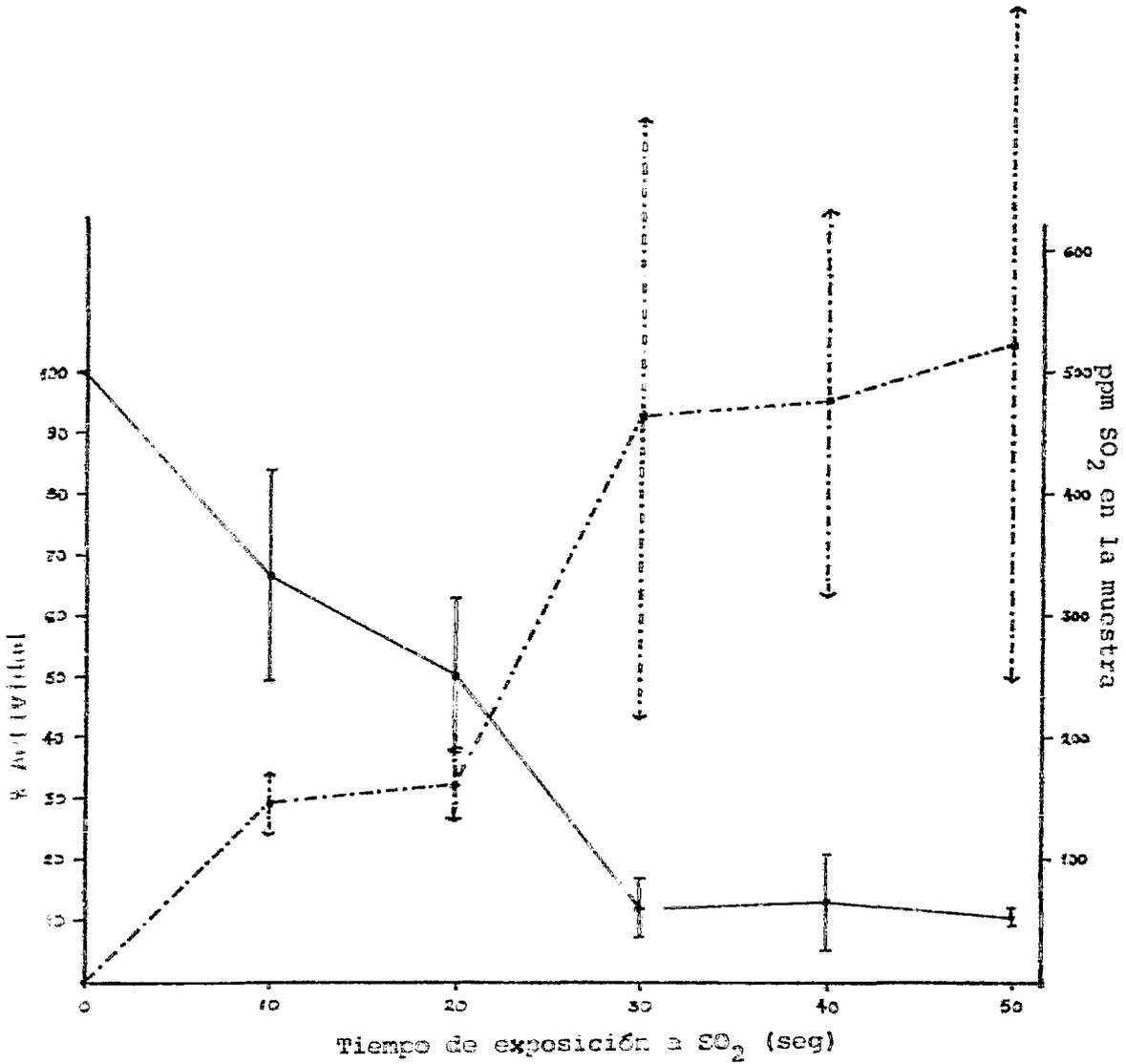


Fig. 7 RELACION ENTRE LA ACTIVIDAD DE POLIFENOLOXIDASA Y EL CONTENIDO RESIDUAL DE SO₂ CON EL TIEMPO DE EXPOSICION A SO₂. "AGUACATE EN REBANADAS, ESCALDADO". (80°C / 2 min)

(—) Actividad de polifenoloxidasasa
(- - -) ppm SO₂ residual en la muestra

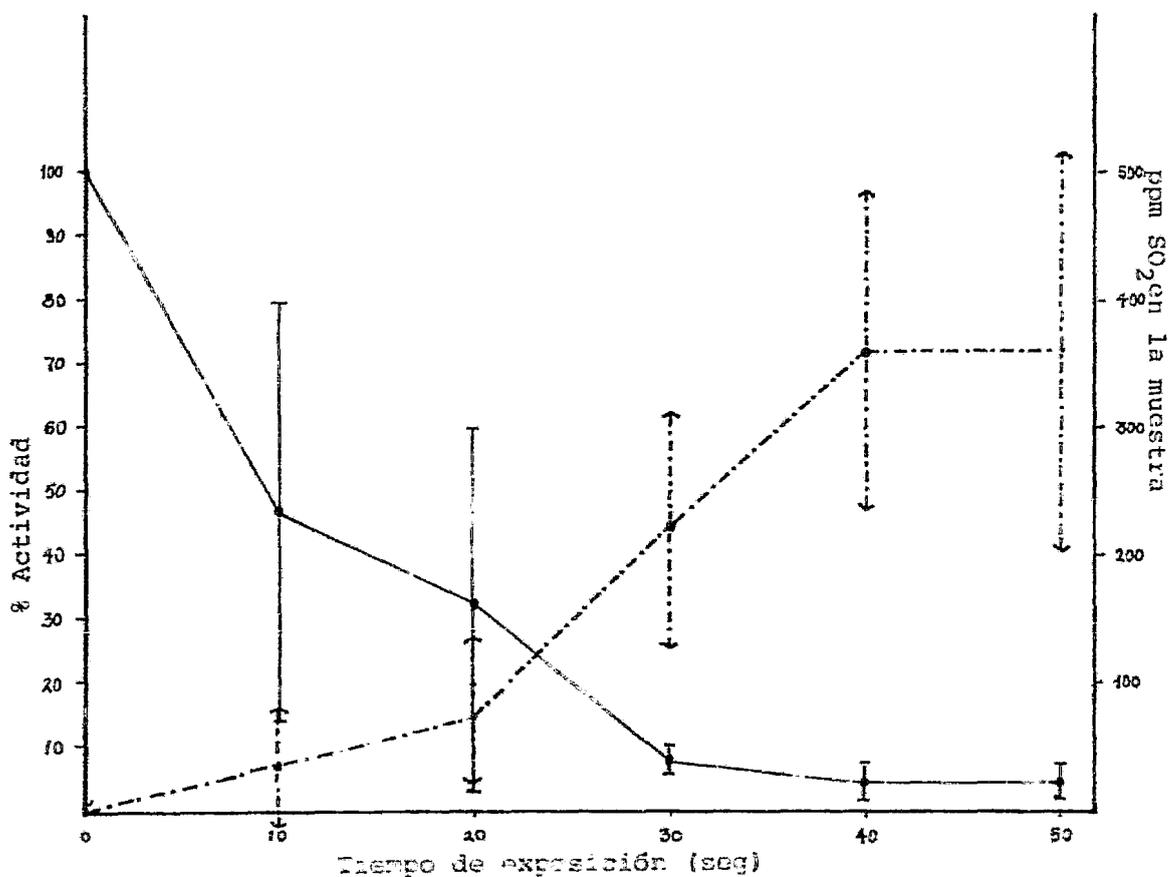


Fig. 8 RELACION ENTRE LA ACTIVIDAD DE POLIFENOLOXIDASA Y EL CONTENIDO RESIDUAL DE SO₂ CON EL TIEMPO DE EXPOSICION A SO₂. "AGUACATE EN PURE, ESCALDADO". (80°C / 2 min)

(—) Actividad de polifenoloxidadasa
(- - -) ppm SO₂ residual en la muestra

La fig. 6 corresponde a los datos obtenidos para aguacate - en rebanadas (apéndice XXI), para este caso el tiempo de exposición a la atmósfera de SO_2 que proporciona la mayor inactivación de polifenoloxidasasa en la muestra (96%), es de 40 seg; siendo el contenido medio de SO_2 de 475 ppm que cae dentro de los valores aceptables de acuerdo a la información anterior (menor de 500ppm).

La fig. 7 presenta los datos para rebanadas escaldadas a -- $80^{\circ}C$ por 2 min, en esta variación el tiempo de exposición al que se tiene la máxima inactivación de polifenoloxidasasa es de 30 seg; a pesar de que se tiene una actividad media remanente (12%) mayor que en el caso anterior (4%), ésta se mantiene casi invariable a los 40 y 50 seg de exposición indicando que se ha llegado a su máxima inactivación bajo las condiciones de trabajo de este experimento. La variabilidad que se presenta puede deberse a la propia del fruto, posiblemente a diferentes grados de madurez entre las muestras. En este caso el contenido de SO_2 en las muestras es también de aproximadamente 475 ppm.

La tercera variación corresponde a la fig. 8, puré escaldado $80^{\circ}C/2$ min, donde a los 30 seg de exposición la inactivación de polifenoloxidasasa es considerable (92%) y la cantidad de SO_2 en las muestras fue menor que en los casos anteriores (200 ppm); hecho que favorece la viabilidad de este tratamiento puesto que se obtiene una mayor inactivación de polifenoloxidasasa en un menor tiempo de exposición y con un menor contenido de SO_2 en la muestra. Por ser este el mejor tratamiento se procedió a evaluarlo organolépticamente.

2. Evaluación organoléptica.

Se hizo una prueba presentando la muestra tratada junto con una muestra fresca, ambas sin condimento alguno; se prepararon además muestras condimentadas tanto de la muestra tratada como la fresca.

La evaluación se llevó a cabo con jueces no entrenados: estudiantes y profesores. En los cuadros VI al XII se presentan -- los resultados para cada prueba y el cuadro XIII reúne la información general.

Las características de calidad olor-sabor y de reacción total se analizaron estadísticamente por análisis de varianza (Kramer y Twigg, 1979) para cada par de muestras (cuadros XV a XXIII).

En base a dichos análisis, la muestra fresca y la muestra escaldada tratada son significativamente diferentes al 5% de confiabilidad (cuadros XV y XVI) tanto en calidad olor-sabor como en reacción total, siendo de mayor aceptabilidad la muestra fresca (gusta mucho, cuadro VI). La muestra escaldada tratada fue calificada como mediocre en calidad olor sabor y como disgusta ligeramente en cuanto a reacción total, detectándose una ligera presencia de sabores indeseables, que en el 25% de los casos fue descrita como jabonoso (cuadro VII).

El análisis de varianza de las muestras condimentadas (cuadros XVII y XVIII) proporcionó resultados favorables para la muestra escaldada tratada, puesto que al 1% de confiabilidad no hubo diferencia significativa entre ésta y la muestra fresca condimentada; tanto para la calidad olor-sabor como para la reacción to

CUADRO VI

Resultados del análisis organoléptico para la muestra fresca⁽¹⁾.

C O L O R		TEXTURA	CALIDAD OLOR- SABOR	PRESENCIA DE SABORES INDE SEABLES	CLASE DE SABOR IN DESEABLE	REACCION TOTAL
BUENO	FOBRE					
x		+2	6	0	-	6
x		+3	8	0	-	7
x		+3	7	0	-	6
x		0	8	0	-	7
x		+2	9	0	-	8
x		+4	6	0	-	7
x		+4	8	0	-	5
x		+3	7	0	-	6
x		+2	6	0	-	7
	x	-2	9	0	-	8
x		+4	8	0	-	7
x		+4	8	0	-	7
11	1	+2.5 [±] 1.9	7.7 [±] 0.9	0		6.8 [±] 0.8

(1) Remitirse al cuadro V , que indica el significado de las escalas.

CUADRO VII

Resultados del análisis organoléptico para la muestra tratada, escaldada 80°C/2 min, 30,seg de exposición a SO₂.⁽¹⁾

C O L O R		TEXTURA	CALIDAD OLOR- SABOR	PRESENCIA DE SABORES INDE SEABLES	CLASE DE SABOR IN DESEABLE	REACCION TOTAL
BUENO	POBRE					
x		+2	3	3	astringen te	3
x		+1	3	2	jabonoso	5
x		+2	4	2	medicinal	3
x		0	8	0	-	6
x		-1	3	4	jabonoso	2
	x	+1	3	1	metálico	5
x		-1	2	2	amargo	4
x		-1	3	0	-	5
x		+1	5	1	jabonoso	6
x		+4	7	1	amargo	5
	x	+2	4	0	-	5
	x	-2	1	1	oxidado	4
9	3	+0.7 [±] 1.7	3.8 [±] 1.9	1.4 [±] 1.2		4.4 [±] 1.2

(1) Remitirse al cuadro V , que indica el significado de las escalas.

CUADRO VIII

Resultados del análisis organoléptico para la muestra fresca condimentada.(1)

C O L O R		TEXTURA	CALIDAD OLOR- SABOR	PRESENCIA DE SABORES INDE SEABLES	CLASE DE SABOR IN DESEABLE	REACCION TOTAL
BUENO	POBRE					
x		+2	7	0	-	7
x		+2	6	1	picante	6
x		0	8	0	-	7
x		0	9	0	-	8
x		+3	5	0	-	5
	x	+2	5	0	-	3
x		+3	7	1	mal condi mentado	7
x		+4	8	0	-	7
x		+2	5	1	jabonoso	6
x		-1	9	0	-	8
x		+4	8	0	-	7
x		+2	6	0	-	6
11	1	$+1.9 \pm 1.5$	6.9 ± 1.4	0.3 ± 0.4		6.4 ± 0.9

(1) Remitirse al cuadro V , que indica el significado de las escalas

CUADRO IX

Resultados del análisis organoléptico para muestra escaldada 80°C/2 min y tratada con 30 seg de exposición a SO₂, condimentada.(1)

C O L O R		TEXTURA	CALIDAD	PRESENCIA DE	CLASE DE	REACCION
BUENO	POBRE					
x		+2	5	1	astringen ta	5
x		+2	7	0	cebolla	7
x		+1	2	1	medicinal	5
x		0	8	0	-	7
x		-1	3	5	jabonoso	2
	x	-3	2	3	medicinal	3
	x	+3	6	1	picante	5
x		+1	6	0	-	6
x		+2	6	0	-	6
x		+3	7	1	metálico	2
x		+2	4	0	-	5
x		+2	6	0	-	6
9	3	+1.2 [±] 1.7	5.2 [±] 1.9	1.0 [±] 1.5		4.9 [±] 1.7

(1) Remitirse al cuadro V , que indica el significado de las escalas.

tal siendo la calificación media para la muestra tratada condimentada, de gusta ligeramente (cuadro IX), detectándose una ligera presencia de sabores indeseables que en este caso fueron variados (astringente, medicinal, jabonoso, picante metálico).

Sin embargo se pensó que la poca aceptabilidad de la muestra escaldada tratada sin condimentar podía deberse al desarrollo de sabores indeseables durante el proceso de escaldado, como han reportado varios autores (Cruess et al., 1951; Ben-et et al., 1973; Bates, 1970; García et al., 1975); aunque este hecho se tomó en cuenta usando para la determinación del tiempo y temperatura de escaldado, la gráfica reportada por García et al., 1975, donde se presenta el efecto de la temperatura y el tiempo de calentamiento sobre la aparición de sabores indeseables en pulpa de aguacate variedad azteca, variedad diferente a la utilizada en el presente trabajo (variedad Hass, raza guatemalteca).

Para verificar tal suposición se aplicó la misma prueba organoléptica con una muestra escaldada $80^{\circ}\text{C}/2$ min; el análisis de varianza respectivo (cuadros XIX y XX), indicó que la muestra escaldada en comparación con la muestra fresca era diferente al 5% de confiabilidad en calidad olor-sabor y en reacción total; --- siendo las calificaciones promedio más bajas para la muestra escaldada (disgusta ligeramente), con presencia de sabores indeseables entre ligera y moderada, calificados en el 30% de los casos como oxidado (cuadro X).

Estos resultados indicaron que parte de la baja aceptabilidad de la muestra escaldada tratada por intercambio gaseoso se -

CUADRO X

Resultados del análisis organoléptico para muestra escaldada, 80°C por 2 min.(1)

C O L O R		TEXTURA	CALIDAD	PRESENCIA DE	CLASE DE	REACCION
BUENO	POBRE					
			SABOR	SEABLES	DESEABLE	
x		+3	5	1	desagradable	5
x		+1	5	1	rancio	6
x		+1	3	3	oxidado	3
x		+1	4	3	picante	3
x		-1	2	3	medicinal	3
x		+2	6	0	-	6
x		+4	7	0	-	6
x		+2	2	0	-	4
x		+2	2	3	oxidado	3
	x	+2	3	4	oxidado	4
9	1	$+1.7 \pm 1.3$	3.9 ± 1.7	1.8 ± 1.5		4.3 ± 1.3

(1) Remitirse al cuadro V , que indica el significado de las escalas

debía al proceso de escaldado.

En base a lo anterior se hizo una tercera prueba organoléptica, en la que para la preparación de la muestra se eliminó el proceso de escaldado, y se aplicó un tiempo de exposición de 40 seg a la atmósfera de SO_2 , de acuerdo a la fig. 6, donde se obtiene el mayor porcentaje de inactivación de polifenoloxidasas -- con un menor contenido de SO_2 (475 ppm).

Se presentaron a los jueces dos muestras por separado, una tratada (40 seg de exposición a SO_2) y otra fresca; que calificaron de igual forma que en las pruebas anteriores, a excepción de la calidad olor-sabor, que en este caso se hizo por separado, es decir, una calificación para olor y otra para sabor; aunque es difícil separar las sensaciones de olor y sabor (Amerine et al., 1975), la idea era obtener un mayor énfasis en estos atributos.

Las muestras tratada (40 seg de exposición a SO_2) y fresca resultaron ser iguales al 1% de significancia en su calidad olor (cuadro XV1), sin embargo si se revisan las calificaciones individuales (cuadro XII), se observa que el 67% de las calificaciones dan valores bajos (C-pobre); la calificación media corresponde a un valor de 3-medio; el 33% restante de las calificaciones son valores altos (entre bueno y excelente), esta gran variabilidad da como consecuencia un valor alto de desviación estándar (mayor al valor de la media), que indica que este atributo es difícil de estandarizar por su subjetividad, pues cada juez tiene una concepción diferente del olor del aguacate. es importante hacer notar que en ninguno de los casos fue detectado al--

CUADRO XI

Resultados del análisis organoléptico para muestra fresca, tomando los atributos de olor y sabor por separado.(1)

C O L O R		TEXTU- RA	CALIDAD		PRESENCIA DE SABORES IN- DESEABLES	CLASE DE SABOR IN- DESEABLE	REACCION TOTAL
BUENO	POBRE		SABOR	OLOR			
x		+3	7	3	0	-	7
x		+2	6	6	0	-	6
x		0	8	8	0	-	7
x		+1	8	9	1	medicinal	6
x		+3	7	6	0	-	5
x		+3	7	4	0	-	6
	x	-2	9	8	0	-	8
x		+2	8	6	0	-	7
x		+4	9	9	0	-	8
8	1	$+1.8 \pm 1.8$	6.6 ± 2	7.7 ± 0.9	0.1 ± 0.3		6.7 ± 0.9

(1) Remítirse al cuadro V , que indica el significado de las escalas.

CUADRO XII

Resultados del análisis organoléptico para muestra tratada con 40 seg de exposición a SO₂. (1)

C O L O R		TEXTU- RA	CALIDAD		PRESENCIA DE SABORES IN- DESEABLES	CLASE DE SABOR IN- DESEABLE	REACCION TOTAL
BUENO	POBRE		SABOR (2)	OLOR			
	x	+1	4	0	0	-	5
x		+3	7	0	1	grasoso	6
x		+3	6	7	0	-	6
x		+4	2	0	5	metálico	2
x		+3	5	7	0	-	7
x		+2	4	2	1	medicinal	5
x		+2	2	1	2	rancio	4
	x	0	3	1	2	rancio	3
x		+3	9	9	0	-	7
7	2	2.3 ± 1.2	4.7 ± 2.2	3 ± 3.4	1.2 ± 1.6		5 ± 1.6

(1) Remitirse al cuadro V , que indica el significado de las escalas

(2) En este caso los atributos de olor y sabor se calificaron por separado

CUADRO XIII EVALUACION GENERAL DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

MUESTRA	C O L O R ¹		TEXTURA	CALIDAD OLOR - SABOR		PRESENCIA DE SABORES INDESEABLES	REACCION TOTAL	OBSERVACIONES
	BUENO %	POBRE %						
A) Fresca ¹	91.7	8.3	+2.5 [±] 1.8	7.7 [±] 0.9		0	6.8 [±] 0.8	
B) Escaldada 80°C/ 2 min, 30seg SO ₂ ¹	75.0	25.0	+0.7 [±] 1.7	3.8 [±] 1.9		1.4 [±] 1.2	4.4 [±] 1.2	B ≠ A al 5% de Conf.
C) Fresca condimentada ¹	91.7	8.3	+1.9 [±] 1.5	6.9 [±] 1.4		0.3 [±] 0.4	6.4 [±] 0.9	
D) Escaldada 80°C/ 2 min, 30seg SO ₂ condimentada ¹	75.0	25.0	+1.2 [±] 1.7	5.2 [±] 1.9		1.0 [±] 1.5	4.9 [±] 1.7	C = D al 1% de conf.
E) Escaldada 80°C/ 2 min. ²	90.0	10.0	+1.7 [±] 1.3	3.9 [±] 1.7		1.8 [±] 1.5	4.3 [±] 1.3	E ≠ A al 5% de conf.
F) Tratada 40 seg, SO ₂ ³	77.8	22.2	+2.3 [±] 1.2	OLOR 3.0 [±] 3.4	SABOR 4.7 [±] 2.2	1.2 [±] 1.6	5.0 [±] 1.6	F = G al 1% de conf.
G) Fresca ³	88.9	11.1	+1.8 [±] 1.8	6.6 [±] 2.0	7.7 [±] 0.9	0.1 [±] 0.3	6.7 [±] 0.9	
NOTAS	1) 12 Jueces 2) 10 Jueces 3) 9 Jueces		+4 agrada +3 +2 +1 0 mediocre -1 -2 -3 -4 desagradada	0 pobre 1 2 3 mediocre 4 5 6 bueno 7 8 9 excelente	0 ninguno 1 ligero 2 3 moderado 4 5 intenso	1 disgusta extremadamente 2 disgusta mucho 3 disgusta moderadamente 4 disgusta ligeramente 5 gusta ligeramente 6 gusta ligeramente 7 gusta mucho 8 gusta extremadamente		

gún olor indeseable debido a la presencia de SO_2 .

Para la calidad sabor se obtuvo diferencia entre las muestras al 5% de confiabilidad (cuadro XXII), siendo el valor promedio para la muestra tratada (40 seg de exposición a SO_2) de 4.6 (entre mediocre y bueno) y de 7.6 (entre bueno y muy bueno) para la muestra fresca. En la muestra tratada se determinó una ligera presencia de sabores indeseables (cuadro XII) que en el 23% de los casos fueron calificados como rancio. Esto indica que el tratamiento de intercambio gaseoso afecta el sabor del fruto, sin embargo se obtiene una calificación aceptable de reacción total (gusta ligeramente) no habiendo diferencia al 1% de significancia (cuadro XXIII) con la muestra fresca que fue calificada en promedio entre gusta moderadamente y gusta mucho.

3. Análisis microbiológico.

El análisis microbiológico se realizó en muestras tratadas a 40 seg de exposición de SO_2 (tratamiento que dió los mejores resultados de aceptación organoléptica), comparándolo con una muestra fresca. Los resultados se presentan en el cuadro XIV.

Según Roberts y McWeeny (1972) las bacterias son resistentes a la acción del SO_2 , que actúa principalmente como bacteriostático y a altas concentraciones causa la muerte de las bacterias aunque lentamente. El SO_2 tiene mayor acción inhibitoria sobre bacterias gram negativas como E.coli y Pseudomonas que contra bacterias gram positivas como lactobacilos.

Por otra parte Kaffezakis et al. (1969) han estudiado la mi

crobiología de productos tratados por intercambio gaseoso (papas y manzanas), encontrando que los bacilos gram negativos son mas vulnerables al efecto de gases (oxido de etileno, CO, SO₂) que - los cocos y Cl.botulinum. Especificamente encontraron que el SO₂ puro y en mezcla al 50% con aire, después de 5 min de exposición, destruye rápidamente microorganismos como Cl.botulinum, St.aureus y E.coli.

De los resultados obtenidos en el presente trabajo (cuadro XIV), se observa una ligera reducción en el contenido microbiano (28%), el resto de las bacterias presentes se encuentran posible_{mente} inhibidas por la acción del SO₂ y la ausencia de oxígeno - en el medio, que por otra parte favorece el desarrollo de microorganismos anaerobios.

El SO₂ es un fungicida en bajas concentraciones (menos de - 25 ppm de SO₂ libre matarían 10⁵ células de levaduras en pocas - horas; Hammond y Carr, 1976); debido a ésto se tiene una reduc-- ción considerable en el contenido de hongos de la muestra trata- da por intercambio gaseoso (40 seg de exposición a SO₂)-50% de - reducción- en comparación con la muestra fresca.

Sin embargo el principal factor que determinó la vida media de anaquel para el producto tratado por intercambio atmosférico, fue el desarrollo de hongos que se presentaba a los 5 o 6 días - de haber sido tratada la muestra. Durante este tiempo la muestra fue mantenida a temperatura ambiente, sin presentar ésta oscure- cimiento alguno.

CUADRO XIV

Resultados del análisis microbiológico

MUESTRA	CUENTA TOTAL DE BACTERIAS MESOFILAS.	HONGOS	LEVADURAS
FRESCA	colonias/g 590	colonias/g 80	colonias/g negativo
TRATADA POR INTERCAMBIO GASEOSO. 40seg exp. a SO ₂	480	40	negativo

CUADRO XV

Análisis de varianza del atributo olor-sabor para las muestras fresca y escaldada tratada (cuadros VI, VII), (Kramer y --- Twigg, 1979).

CALIFICACION	FRECUENCIA	SUMA	SUMA ²	FRECUENCIA	SUMA	SUMA ²
x	f _A	f _A x	f _A x ²	f _B	f _B x	f _B x ²
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	1
2	0	0	0	1	2	4
3	0	0	0	5	15	45
4	0	0	0	2	8	32
5	0	0	0	1	5	25
6	2	12	72	0	0	0
7	2	14	98	1	7	49
8	6	48	384	1	8	64
9	2	18	162	0	0	0
	<u>12</u>	<u>92</u>	<u>716</u>	<u>12</u>	<u>39</u>	<u>220</u>

$$n = f_A + f_B ; \quad n = 12 + 12 = 24$$

$$\sum fx = \sum f_A x + \sum f_B x ; \quad \sum fx = 92 + 39 = 131$$

$$\sum fx^2 = \sum f_A x^2 + \sum f_B x^2 ; \quad \sum fx^2 = 716 + 220 = 936$$

$$\text{Factor de corrección, } FC = \frac{(\sum fx)^2}{n} ; \quad FC = \frac{(131)^2}{24} = 715.04$$

$$\text{Varianza total, } \sigma_T^2 = \sum fx^2 - FC ; \quad \sigma_T^2 = 936 - 715.04 = 220.96$$

$$\text{Varianza de tratamientos, } \sigma_t^2 = \frac{(\sum f_A x^2)^2}{f_A} + \frac{(\sum f_B x^2)^2}{f_B} - FC$$

$$\sigma_t^2 = \frac{(92)^2}{12} + \frac{(39)^2}{12} - 715.04 = 117.04$$

$$\text{Varianza residual, } \sigma_R^2 = \sigma_T^2 - \sigma_t^2 ; \quad \sigma_R^2 = 220.96 - 117.04 = 103.92$$

(A) muestra fresca, cuadro VI

(B) muestra escaldada tratada, cuadro VII

FUENTE DE VARIANZA	GRADOS DE LIBERTAD (n-1)	VARIANZA	VARIANZA MEDIA (1)	RELACION DE VARIANZAS F (2)	F REQUERIDA PARA SIGNIFICANCIA (3)	
					5%	1%
Total	23	220.96				
Tratamientos	1	117.04	117.04	24.77	4.28	7.88
Residual	22	103.92	4.72			

(1) Varianza media = $\frac{\text{Varianza}}{\text{grados de lib.}}$

(2) Relación de varianzas = $\frac{\text{Varianza media de tratamientos}}{\text{Varianza media residual}}$

(3) Tabla 92, Kramer y Twigg, 1979.

$F > F \text{ req.}$, por lo tanto hay diferencia significativa entre las muestras, al 5% y 1% de confianza.

CUADRO XVI

Análisis de varianza para la reacción total de las muestras fresca y escaldada tratada (cuadros VI y VII).

CALIFICACION x	FRECUENCIA SUMA SUMA ²			FRECUENCIA SUMA SUMA ²		
	f _A	f _A x	f _A x ²	f _B	f _B x	f _B x ²
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	2	4
3	0	0	0	2	6	18
4	0	0	0	2	8	32
5	1	5	25	5	25	125
6	3	18	108	2	12	72
7	6	42	294	0	0	0
8	2	16	128	0	0	0
	<u>12</u>	<u>81</u>	<u>555</u>	<u>12</u>	<u>53</u>	<u>251</u>

Siguiendo el procedimiento anterior:

$$n = 12 + 12 = 24$$

$$\sum fx = 81 + 53 = 134$$

$$\sum fx^2 = 555 + 251 = 806$$

$$FC = \frac{(134)^2}{24} = 748.17$$

$$V_T^2 = 806 - 748.17 = 57.83$$

$$V_t^2 = \frac{(81)^2}{12} + \frac{(53)^2}{12} - 748.17 = 32.66$$

$$V_R^2 = 57.83 - 32.66 = 25.17$$

FUENTE DE VARIANZA	GRADOS DE LIBERTAD (n-1)	VARIANZA	VARIANZA MEDIA	RELACION DE VARIANZAS F	F REQUERIDA PARA SIGNIFICANCIA	
					5%	1%
Total	23	57.83				
Tratamientos	1	32.66	32.66	28.65	4.30	7.94
Residual	22	25.17	1.14			

$F > F_{req.}$, por lo tanto hay diferencia significativa en la reacción total entre las muestras, al 5% y 1% de confianza.

CUADRO XVII

Análisis de varianza del atributo olor-sabor, para las muestras fresca condimentada y escaldada tratada condimentada (cuadros VIII y IX).

CALIFICACION	FRECUENCIA	SUMA	SUMA ²	FRECUENCIA	SUMA	SUMA ²
x	f _A	f _A x	f _A x ²	f _B	f _B x	f _B x ²
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	2	4	8
3	0	0	0	1	3	9
4	0	0	0	1	4	16
5	3	15	75	1	5	25
6	2	12	72	4	24	144
7	2	14	98	2	14	98
8	3	24	192	1	8	64
9	2	18	162	0	0	0
	<u>12</u>	<u>83</u>	<u>599</u>	<u>12</u>	<u>62</u>	<u>364</u>

$$n = 12 + 12 = 24$$

$$\sum fx = 83 + 62 = 145$$

$$\sum fx^2 = 599 + 364 = 963$$

$$FC = \frac{(145)^2}{24} = 876.04$$

$$\sigma_T^2 = 963 - 876.04 = 86.96$$

$$\sigma_t^2 = \frac{(83)^2}{12} + \frac{(62)^2}{12} - 876.04 = 18.37$$

$$\sigma_R^2 = 86.96 - 18.37 = 68.58$$

(A) Muestra fresca condimentada, cuadro VIII.

(B) Muestra escaldada tratada condimentada, cuadro IX.

FUENTE DE VARIANZA	GRADOS DE LIBERTAD (n-1)	VARIANZA	VARIANZA MEDIA	RELACION DE VARIANZAS	F REQUERIDA PARA SIGNIFICANCIA	
					5%	1%
Total	23	86.96				
Tratamientos	1	18.37	16.67	5.89	4.28	7.88
Residual	22	68.58	3.23			

$F < F$ req. al 1% de significancia, por lo tanto las muestras son iguales en su atributo olor-sabor a éste nivel de confianza.

CUADRO XVIII

Análisis de varianza para la reacción total de las muestras fresca condimentada y escaldada tratada condimentada (cuadros VIII y IX).

CALIFICACION x	FRECUENCIA	SUMA SUMA ²		FRECUENCIA	SUMA	SUMA ²
	f _A	f _A x	f _A x ²	f _B	f _B x	f _B x ²
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	2	4	8
3	1	3	9	1	3	9
4	0	0	0	0	0	0
5	1	5	25	4	20	100
6	3	18	108	3	18	108
7	5	35	245	2	14	98
8	2	16	128	0	0	0
	<u>12</u>	<u>77</u>	<u>515</u>	<u>12</u>	<u>59</u>	<u>323</u>

$$n = 12 + 12 = 24$$

$$\sum fx = 77 + 59 = 136$$

$$\sum fx^2 = 515 + 323 = 838$$

$$FC = \frac{(136)^2}{24} = 770.67$$

$$\sigma_T^2 = 838 - 770.67 = 67.33$$

$$\sigma_t^2 = \frac{(77)^2}{12} + \frac{(59)^2}{12} = 770.67 = 13.50$$

$$\sigma_R^2 = 67.33 = 13.50 = 53.83$$

FUENTE DE VARIANZA	GRADOS DE LIBERTAD (n-1)	VARIANZA	VARIANZA MEDIA	RELACION DE VARIANZA F	F REQUERIDA PARA SIGNI- FICANCIA	
					5%	1%
Total	23	67.33				
Tratamientos	1	13.50	13.50	5.51	4.28	7.88
Residual	22	58.83	2.45			

$F < F$ req. al 1% de significancia, por lo tanto las muestras son iguales en su reacción total al 1% de confianza.

CUADRO XIX

Análisis de varianza del atributo olor-sabor para las muestras fresca y escaldada (cuadros VI y X).

CALIFICACION	FRECUENCIA	SUMA	SUMA ²	FRECUENCIA	SUMA	SUMA ²
x	f _A	f _A x	f _A x ²	f _B	f _B x	f _B x ²
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	3	6	12
3	0	0	0	2	6	18
4	0	0	0	1	4	16
5	0	0	0	2	10	50
6	2	12	72	1	6	36
7	2	14	98	1	7	49
8	6	48	384	0	0	0
9	2	18	162	0	0	0
	<u>12</u>	<u>92</u>	<u>716</u>	<u>10</u>	<u>39</u>	<u>181</u>

(A) Muestra fresca, cuadro VI.

(B) Muestra escaldada, cuadro X.

$$n = 12 + 10 = 22$$

$$\Sigma fx = 92 + 39 = 131$$

$$\Sigma fx^2 = 716 + 181 = 897$$

$$FC = \frac{(131)^2}{22} = 780.05$$

$$\sqrt{\Sigma^2} = 897 - 780.05 = 116.95$$

$$\sqrt{\Sigma^2} = \frac{(92)^2}{12} + \frac{(39)^2}{10} - 780.05 = 77.38$$

$$\sqrt{\Sigma^2} = 116.95 - 77.38 = 39.57$$

FUENTE DE VARIANZA	GRADOS DE LIBERTAD (n-1)	VARIANZA	VARIANZA MEDIA	RELACION DE VARIANZAS F	F REQUERIDA PARA SIGNIFICANCIA	
					5%	1%
Total	21	116.95				
Tratamientos	1	77.38	77.38	59.11	4.35	8.10
Residual	20	39.57	1.98			

$F > F_{req.}$, por lo tanto hay diferencia en el atributo olor-sabor entre las muestras al 5% y 1% de confianza.

CUADRO XX

Análisis de varianza para la reacción total de las muestras fresca y escaldada (cuadro VI y X).

CALIFICACION	FRECUENCIA	SUMA	SUMA ²	FRECUENCIA	SUMA	SUMA ²
x	f _A	f _A x	f _A x ²	f _B	f _B x	f _B x ²
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	4	12	36
4	0	0	0	2	8	32
5	1	5	25	1	5	25
6	3	18	108	3	18	108
7	6	42	294	0	0	0
8	2	16	128	0	0	0
	<u>12</u>	<u>81</u>	<u>555</u>	<u>10</u>	<u>43</u>	<u>201</u>

$$n = 12 + 10 = 22$$

$$\Sigma fx = 81 + 43 = 124$$

$$\Sigma fx^2 = 555 + 201 = 756$$

$$FC = \frac{(124)^2}{22} = 698.91$$

$$\sqrt{V}_T^2 = 756 - 698.91 = 57.09$$

$$\sqrt{V}_t^2 = \frac{(81)^2}{12} + \frac{(43)^2}{10} - 698.91 = 32.74$$

$$\sqrt{V}_R^2 = 57.09 - 32.74 = 24.35$$

FUENTE DE VARIANZA	GRADOS DE LIBERTAD (n-1)	VARIANZA	VARIANZA MEDIA	RELACION DE VARIANZAS F	F REQUERIDA PARA SIGNI- FICANCIA	
					5%	1%
Total	21	57.09				
Tratamientos	1	32.74	32.74	26.84	4.35	8.10
Residual	20	24.35	1.22			

$F > F$ req., por lo tanto hay diferencia significativa en la reacción total entre las muestras, al 5% y 1% de confianza.

CUADRO XXI

Análisis de varianza del atributo olor para las muestras -- fresca y tratada con 40 seg SO₂ (cuadros XI y XII).

CALIFICACION	FRECUENCIA	SUMA	SUMA ²	FRECUENCIA	SUMA	SUMA ²
x	f _A	f _A x	f _A x ²	f	f _B x	f _B x ²
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	2	4	8
3	0	0	0	1	3	9
4	0	0	0	2	8	32
5	0	0	0	1	5	25
6	1	6	36	1	6	36
7	3	21	147	1	7	49
8	3	24	192	0	0	0
9	2	18	162	1	9	81
	<u>9</u>	<u>69</u>	<u>537</u>	<u>9</u>	<u>42</u>	<u>240</u>

(A) Fresca, cuadro XI.

(B) Tratada 40 seg SO₂; cuadro XII.

$$n = 9 + 9 = 18$$

$$\Sigma fx = 69 + 42 = 111$$

$$\Sigma fx^2 = 537 + 240 = 777$$

$$FC = \frac{(111)^2}{18} = 684.50$$

$$\sigma_T^2 = 777 - 684.50 = 92.50$$

$$\sigma_t^2 = \frac{(69)^2}{9} + \frac{(42)^2}{9} - 684.50 = 40.50$$

$$\sigma_R^2 = 92.50 - 40.50 = 52.00$$

FUENTE DE VARIANZA	GRADOS DE LIBERTAD (n-1)	VARIANZA	VARIANZA MEDIA	RELACION DE VARIANZAS F	F REQUERIDA PARA SIGNI- FICANCIA	
					5%	1%
Total	18	92.50				
Tratamientos	1	40.50	40.50	13.24	4.49	8.53
Residual	17	52.00	3.06			

$F > F_{req.}$, por lo tanto las muestras son significativamente diferentes en su atributo olor, al 5% y 1% de -- confianza.

CUADRO XXII

Análisis de varianza del atributo sabor para las muestras fresca y tratada con 40 seg SO_2 (cuadros XI y XII).

CALIFICACION x	FRECUENCIA	SUMA	SUMA ²	FRECUENCIA	SUMA	SUMA ²
	f_A	$f_A x$	$f_A x^2$	f_B	$f_B x$	$f_B x^2$
0	0	0	0	3	0	0
1	0	0	0	2	2	2
2	0	0	0	1	2	4
3	1	3	9	0	0	0
4	1	4	16	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	3	18	108	0	0	0
7	0	0	0	2	14	98
8	2	16	128	0	0	0
9	2	18	162	1	9	81
	<u>9</u>	<u>59</u>	<u>423</u>	<u>9</u>	<u>27</u>	<u>185</u>

$$n = 9 + 9 = 18$$

$$\sum fx = 59 + 27 = 86$$

$$\sum fx^2 = 423 + 185 = 608$$

$$FC = \frac{(86)^2}{18} = 410.89$$

$$\sqrt{F}^2 = 608 - 410.89 = 197.11$$

$$\sqrt{t}^2 = \frac{(27)^2}{9} + \frac{(59)^2}{9} - 410.89 = 56.89$$

$$\sqrt{R}^2 = 197.11 - 56.89 = 140.22$$

FUENTE DE VARIANZA	GRADOS DE LIBERTAD (n-1)	VARIANZA	VARIANZA MEDIA	RELACION DE VARIANZAS F	F REQUERIDA PARA SIGNI- FICANCIA	
					5%	1%
Total	17	197.11				
Tratamientos	1	56.89	56.89	6.49	4.49	8.53
Residual	16	140.22	8.76			

$F < F$ req. al 1% de significancia, por lo tanto las muestras son iguales en cuanto al atributo sabor, a este nivel de confianza.

CUADRO XXIII

Análisis de varianza para la reacción total de las muestras fresca y tratada con 40 seg SO₂ (cuadros XI y XII).

CALIFICACION	FRECUENCIA	SUMA	SUMA ²	FRECUENCIA	SUMA	SUMA ²
x	f _A	f _A x	f _A x ²	f _B	f _B x	f _B x ²
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	2	4
3	0	0	0	1	3	9
4	0	00	0	1	4	16
5	1	5	25	2	10	50
6	3	18	108	2	12	72
7	3	21	147	2	14	98
8	2	16	128	0	0	0
	<u>9</u>	<u>60</u>	<u>408</u>	<u>9</u>	<u>45</u>	<u>249</u>

$$n = 9 + 9 = 18$$

$$\Sigma fx = 60 + 45 = 105$$

$$\Sigma fx^2 = 408 + 249 = 657$$

$$FC = \frac{(105)^2}{18} = 612.50$$

$$\nabla_{T}^2 = 657 - 612.50 = 44.50$$

$$\nabla_{t}^2 = \frac{(60)^2}{9} + \frac{(45)^2}{9} - 612.50 = 12.50$$

$$\nabla_{R}^2 = 44.50 - 12.50 = 32.00$$

FUENTE DE VARIANZA	GRADOS DE LIBERTAD (n-1)	VARIANZA	VARIANZA MEDIA	RELACION DE VARIANZAS F	F REQUERIDA PARA SIGNIFICANCIA	
					5%	1%
Total	17	44.50				
Tratamientos	1	12.50	12.50	6.25	4.49	8.53
Residual	16	32.00	2.00			

$F < F$ req. al 1% de significancia, por lo tanto las muestras son iguales en su reacción total a dicho nivel de significancia.

CONCLUSIONES

1) De los tres tratamientos de intercambio gaseosos que se estudiaron, el que mejores resultados proporcionó fue el de 40 seg de exposición a la atmósfera de SO_2 para aguacate en rebanadas; teniendo una inactivación de polifenoloxidasas del 96% (Kramer (1980) reporta en sus investigaciones, del 93% al 100% de inactivación de esta enzima en papas y manzanas tratadas por intercambio gaseoso); con un contenido medio de 475 ppm de SO_2 en la muestra, valor considerado como aceptable y 100% seguro para la salud.

2) Aunque las muestras tratadas con 40 seg de exposición a la atmósfera de SO_2 fueron aceptables organolépticamente, con una calificación de "gusta ligeramente" no habiendo diferencia significativa al 1% de confiabilidad con la muestra fresca, el tratamiento de intercambio gaseoso altera el sabor del fruto, ya que los resultados del análisis organoléptico también indicaron una "ligera" presencia de sabores indeseables, que en el 23% de los casos fueron calificados como "rancio".

3) Al considerar el proceso de escaldado se observó la importancia del mismo en la reducción del tiempo de exposición de la muestra a la atmósfera de SO_2 (de 40 seg a 30 seg de exposición a la atmósfera de SO_2), para inactivar hasta el 96% de la polifenoloxidasas.

4) Al comparar la variedad de aguacate Hass con la variedad azteca, resulta que la primera es mas sensible a la aparición de

sabores indeseables por efecto de la temperatura, ya que un tiempo seguro de calentamiento sería 2 min a 80°C (para variedad Azteca, García et al., 1975), sin embargo en la variedad Hass es tas condiciones causaron cambios desfavorables en el sabor.

5) La muestra en forma de puré presenta un menor contenido residual de SO₂ que las rebanadas, debido posiblemente a que en la primera hay una menor superficie de contacto y por lo tanto - el gas se distribuye mejor y similarmente se evacúa con mayor facilidad.

6) Los análisis microbiológicos realizados mostraron cierta reducción en el contenido de bacterias mesófilas y marcada reducción en el contenido de hongos (50%) en la muestra tratada, al compararse con la muestra fresca.

7) Un enfoque secundario del presente trabajo fue el tiempo de conservación o vida de anaquel, donde el principal problema - que se tuvo fue el desarrollo de hongos al 5^o o 6^o día de haber sido tratada la muestra y mantenida a temperatura ambiente.

RECOMENDACIONES

1) Debido a la detección de sabores indeseables en la muestra tratada con 40 seg de exposición a la atmósfera de SO₂, se sugiere hacer una determinación analítica detallada de la composición de lípidos antes y después del tratamiento, para verificar si éstos son alterados o no.

2) Puede aumentarse la aceptabilidad de la muestra tratada,

utilizando aditivos que mejoren el sabor del producto o enmascaren los sabores indeseables.

3) Es factible poder disminuir la concentración residual de SO_2 en la muestra y el tiempo de exposición a la atmósfera de SO_2 haciendo un estudio específico para aguacate variedad Hass de -- temperatura y tiempo de calentamiento con respecto a la aparición de sabores indeseables, determinando un valor "z" de aparición de sabores indeseables.

4) Otro problema puede ser la presencia de bacterias anaerobias, debido a las condiciones en que se mantiene el producto, - atmósfera de N_2 -, y al pH del mismo (cerca de la neutralidad); afortunadamente de acuerdo a Paffezakis et al. (1989), el Cl. botulinum puede destruirse con una exposición prolongada de la --- muestra a mezclas de SO_2 y aire, sin embargo, para la viabilidad de este tratamiento debe hacerse mas énfasis en este aspecto haciendo pruebas específicas sobre Cl. botulinum en este producto.

5) Por otra parte el desarrollo de hongos puede inhibirse - con el uso de antimicóticos o bien manteniendo la muestra en refrigeración lo que encarecería al producto. Una tercera alternativa es llevar a cabo el proceso en una atmósfera de tipo aséptico donde se evitan contaminaciones anteriores al tratamiento. Se puede también dar un pretratamiento al fruto entero sometiéndolo a una exposición breve de 100% de SO_2 .

6) Puede hacerse uso de otro tipo de gas o mezcla de gases a parte del N_2 , tal es el caso del CO_2 que además de ser mas barato inhibe mejor el desarrollo microbiano ya que tiende a dismi

nuir el pH del producto.

7) Otro aspecto es el material de empaque ya que su naturaleza puede ser variable, dependiendo de la protección que se le quiera dar al producto. Algunos materiales que se pueden emplear son: Cloruro de polivilideno (FVCD o saran), películas laminadas diversas (nylon, polipropileno, aluminio, celofán), Cryovac (especial para vacío), empaques semirígidos (de poliéster, saran y nylon); todos ellos impermeables en distintos grados a gases. Se pueden emplear otros envases más convencionales como frascos de vidrio y bolsas de polietileno.

8) Para la eficiencia del proceso puede pensarse en el desarrollo de un equipo que opere en continuo, favoreciéndose así el intercambio de atmósferas propiamente dicho por haber una mayor superficie de contacto.

9) La ventaja del tratamiento por intercambio atmosférico - es que tiene un consumo de energía menor que el enlatado y el congelado, ahorrando hasta la mitad del gasto de energía:

ENLATADO	14 222 BTU/lb; Ehrman, 1979
CONGELADO	14 249 BTU/lb; Ehrman, 1979
INTERCAMBIO GASEOSO	7 962 BTU/lb; Ehrman, 1979

Uno de los principales objetivos del intercambio de atmósferas es el de conservar los productos manteniendo su apariencia - fresca y natural, que generalmente pierden al ser procesados (enlatado, deshidratado, etc.); pero en el caso del aguacate - que es difícil de tratar térmicamente debido a la aparición de saba-

res indeseables - este tratamiento podría resultar una buena alter
nativa para su conservación.

A P E N D I C E

APENCICE I

Para llegar al tratamiento final, se hicieron una serie de ensayos y modificaciones al sistema:

Sistema inicial.- Carecía de regulación constante de la cantidad de SO_2 administrada (fig. 9). La regulación se hacía manteniendo la llave del tanque de SO_2 (1) abierta un tiempo determinado; regulación relativa ya que dependería de la presión del gas dentro del tanque, presión que a su vez variaba a medida que la cantidad de SO_2 dentro del tanque disminuía.

Con este sistema se realizaron los ensayos A, B y C (apéndices II, III y IV).

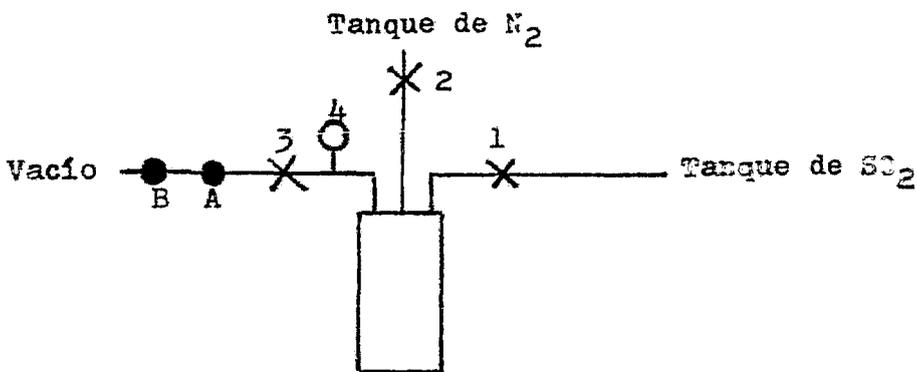


Fig. 9 Sistema inicial.

1, 2 y 3 - Llaves de paso.

4 - Manómetro.

A y B - Trampas para SO_2 y agua respectivamente.

APENCICE I I

Ensayo A: aguacate en rebanadas.⁽¹⁾

"t" exp. SO ₂ ⁽¹⁾ (seg)	PESO MUESTRA (g)	PPM SO ₂	DESPUES DE 3 DIAS	
			PRESENCIA DE HONGOS	OSCURECI MIENTO
0	23.8	0	+	+++
20	27.7	0	+	+
20	25.0	0	+	++
20	38.6	0	+	+
20	34.4	57	neg.	neg.
40	33.7	110	neg.	neg.
40	24.5	0	+	+
40	24.8	7	neg.	+
40	28.4	127	neg.	neg.
60	19.9	6	neg.	+
60	30.1	95	neg.	neg.
60	17.0	93	neg.	neg.
60	20.9	92	neg.	neg.
120	25.3	0	+	+
120	20.2	203	neg.	neg.
120	32.9	0	+	+

+ ligero, ++ moderado, +++ intenso

- (1) Procedimiento: - vacio de 22 in Hg (558.8mmHg) por 5 min
 - ruptura del vacio con 100% SO₂, abriendo la llave (1) fig. un tiempo "t".
 - vacio de 22 in Hg (558.8mmHg) por 5 min
 - ruptura del vacio con 100% N₂, hasta inflar ligeramente la bolsa
 - sellado

APENDICE III

Ensayo B: Aguacate en rebanadas y puré. (1)

"t" exp. SO ₂ ⁽¹⁾ (seg)	PESO MUESTRA (g)	PPM SO ₂	DESPUES DE 3 DIAS		
			PRESENCIA DE HONGOS	OBSERVACIONES	
R E B A N A D A S	9	24.0	0	oscurecimiento	
	20	23.2	595	neg.	
	20	24.7	77	neg.	
	20	23.3	870	neg.	
	20	23.4	69	neg.	
	40	22.8	460	neg.	
	40	22.9	1167	neg.	blanqueado
	40	24.0	781	neg.	
	60	24.0	1306	neg.	blanqueado
	60	23.9	986	neg.	blanqueado
P U R É	60	24.7	1191	neg.	blanqueado
	60	23.6	1392	neg.	blanqueado
	60	24.0	931	neg.	blanqueado
	60	23.8	1979	neg.	blanqueado
	60	24.2	0	neg.	oscurecimiento
	60	24.6	0	neg.	oscurecimiento

neg. - negativo

- (1) Procedimiento:
- vacío de 22 in Hg (558.8mmHg) por 5 min
 - ruptura del vacío con 100% SO₂, abriendo la llave (1) fig. un tiempo "t"
 - vacío de 22 in Hg (558.8mmHg) por 5 min
 - ruptura del vacío con 100% N₂, hasta inflar ligeramente la bolsa
 - sellado

APENDICE IV

Ensayo C: Aguacate en rebanadas, escaldado y no escaldado. (1)

"t" exp. SO ₂ ⁽²⁾ (seg)	PESO MUESTRA (g)	PPM SO ₂ ⁽³⁾	DESPUES DE TRES DIAS	
			PRESENCIA DE HONGOS	OBSERVACIONES
20	23.0		neg.	blanqueado
20	23.0		neg.	blanqueado
20	23.4		neg.	blanqueado
20	23.3		neg.	blanqueado
40	23.5		neg.	blanqueado
40	23.5		neg.	blanqueado
40	24.0		neg.	blanqueado
40	23.0		neg.	blanqueado
20	23.2		neg.	muy blanqueado
20	23.0		neg.	muy blanqueado
20	23.5		neg.	muy blanqueado
20	23.2		neg.	muy blanqueado
40	24.0		neg.	muy blanqueado
40	23.1		neg.	muy blanqueado
40	23.4		neg.	muy blanqueado
40	23.6		neg.	muy blanqueado

(1) Escaldado 80°C por 2 min.

(2) Procedimiento:

- vacío de 22 in Hg (558.8mmHg) por 5 min

(3) No se determinó.

- ruptura de vacío con 100% SO₂ hasta inflar totalmente la bolsa (fuera del reactor), tomando el tiempo "t" una vez inflada la muestra

- vacío de 22 in Hg (558.8mmHg) por 5 min

- ruptura del vacío con 100% N₂, hasta inflar ligeramente la bolsa

- sellado

APENDICE V

Resultados de la curva patrón de proteína (albúmina bovina).

Espectrofotómetro PYE UNICAM SP 30

$\lambda = 750 \text{ nm}$

mg albúmina	Abs $\bar{x} \pm s^{(1)}$
0.02	0.133 \pm 0.009
0.04	0.207 \pm 0.010
0.06	0.276 \pm 0.013
0.08	0.342 \pm 0.032
0.10	0.429 \pm 0.024

Correlación = 0.9923

Intersección = 0.028

Pendiente = 4.058

Ecuación correspondiente: Abs = 4.058(mg proteína) + 0.028

(1) Obtenida de tres réplicas.

APENDICE VI

Resultados de la determinación de la concentración proteínica para las variaciones de aguacate en rebanadas.

"t" exp. SO ₂ ⁽¹⁾ (seg)	dilución ⁽²⁾	Absorvancia a 750 nm	mg protefina ⁽³⁾ ml extracto enzimático
Sin tratar	1:10	0.070	0.110
10	1:10	0.161	0.330
20	1:10	0.338	0.076
30	1:10	0.081	0.140
40	1:10	0.014	0.080
50	1:10	0.042	0.040
Sin tratar	1:10	0.441	1.010
10	1:10	0.440	0.910
20	1:10	0.435	0.990
30	1:10	0.337	0.760
40	1:10	0.381	0.860
50	1:10	0.243	0.530
Sin tratar	1:10	0.331	0.740
10	1:10	0.436	1.000
20	1:10	0.175	0.360
30	1:10	0.501	1.115
40	1:10	0.378	0.860
50	1:10	0.453	1.040

(1) Para cada serie de 0 a 50 seg de exposicion a SO₂, se utilizó un solo aguacate.

(2) En vista de que los extractos enzimáticos resultaron muy concentrados, se diluyeron antes de llevar a cabo la determinación.

(3) Tomando en cuenta la dilución inicial.

APENDICE VII

Resultados de la determinación de la concentración proteínica para las variaciones de aguacate en rebanadas escaldado.

"t" exp. SO ₂ ⁽¹⁾ (seg)	dilución ⁽²⁾	Absorvancia a 750 nm	mg proteína ⁽³⁾ ml extracto enzimático
Sin tratar	1:6	0.317	0.426
10	1:6	0.470	0.648
20	1:6	0.492	0.652
30	1:6	0.250	0.328
40	1:6	0.270	0.350
50	1:6	0.402	0.546
Sin tratar	1:15	0.260	0.855
10	1:5	0.353	0.400
20	1:15	0.244	0.795
30	1:5	0.438	0.500
40	1:5	0.445	0.510
50	1:15	0.149	0.445
Sin tratar	1:10	0.223	0.480
10	1:10	0.036	0.030
20	1:10	0.099	0.180
30	1:10	0.049	0.160
40	1:10	0.054	0.170
50	1:10	0.050	0.060

(1) Para cada serie de 0 a 50 seg de exposición a SO₂, se utilizó un solo aguacate.

(2) En vista de que los extractos enzimáticos resultaron muy concentrados, se diluyeron antes de llevar a cabo la determinación.

(3) Tomando en cuenta la dilución inicial.

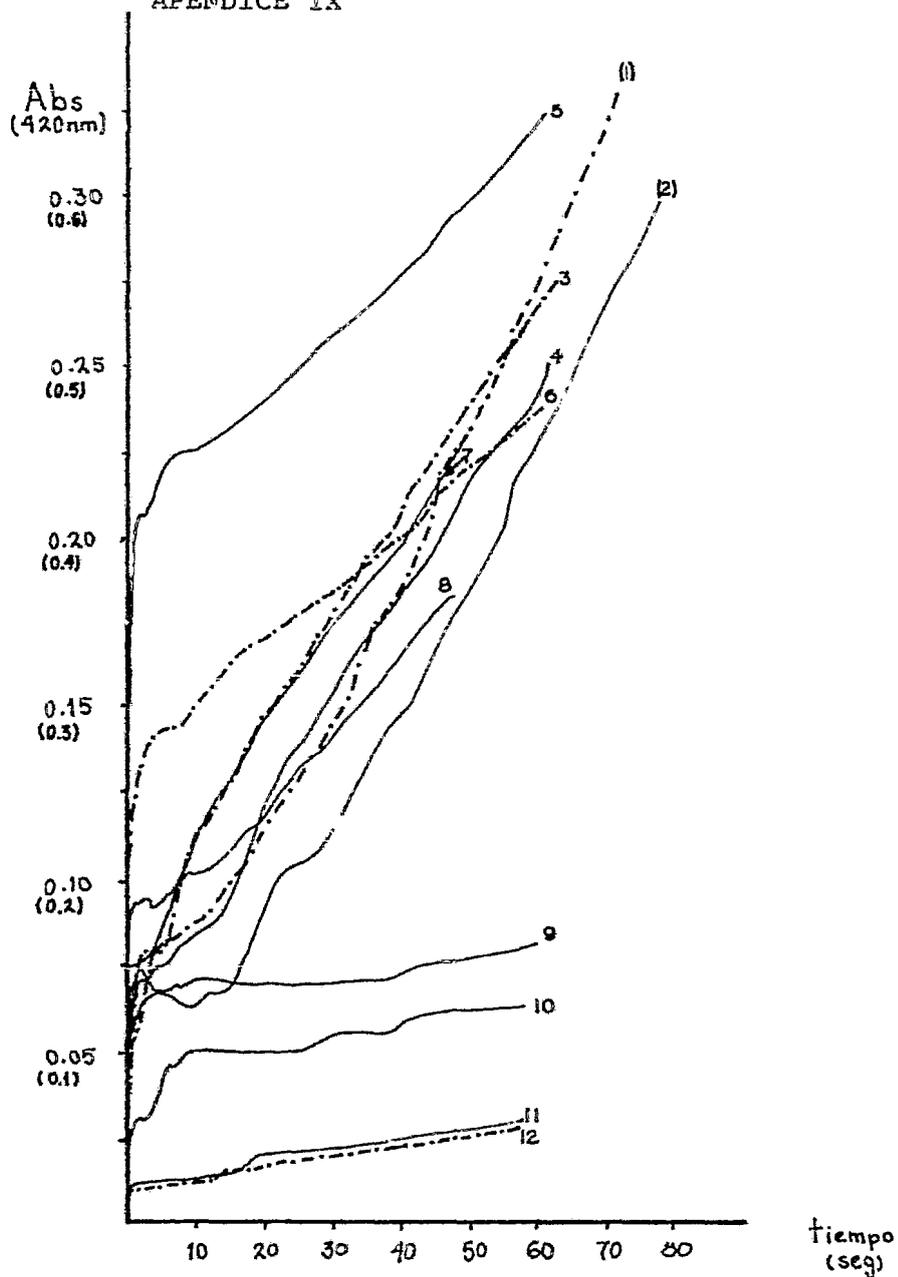
APENDICE VIII

Resultados de la determinación de la concentración proteínica para las variaciones de aguacate en puré escaldado.

"t" exp. SO ₂ ⁽¹⁾ (seg)	dilución ⁽²⁾	Absorvancia a 750 nm	mg proteína ⁽³⁾ ml extracto enzimático
Sin tratar	1:10	0.598	1.390
10	1:10	0.355	0.800
20	1:10	0.258	0.570
30	1:10	0.372	0.840
40	1:10	0.290	0.640
50	1:10	0.238	0.520
Sin tratar	1:10	0.515	1.190
10	1:10	0.475	1.090
20	1:10	0.192	0.410
30	1:10	0.213	0.460
40	1:10	0.300	0.670
50	1:10	0.585	1.360
Sin tratar	1:15	0.475	1.660
10	1:20	0.555	2.610
20	1:10	0.396	0.900
30	1:15	0.550	1.940
40	1:15	0.559	1.970
50	1:10	0.243	0.530

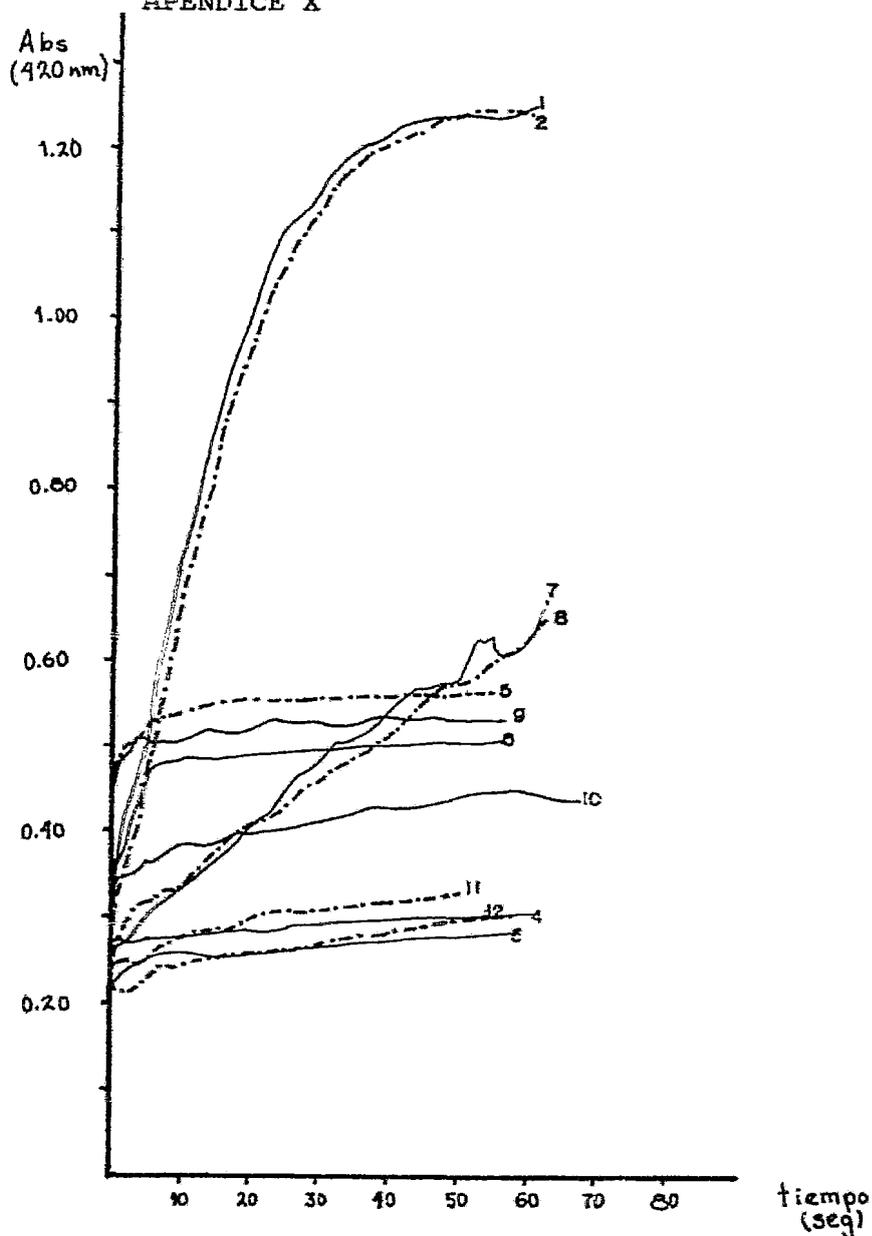
- (1) Para cada serie de 0 a 50 seg de exposición a SO₂, se utilizó un solo aguacate.
- (2) En vista de que los extractos enzimáticos resultaron muy concentrados, se diluyeron antes de llevar a cabo la determinación
- (3) Tomando en cuenta la dilución inicial.

APENDICE IX



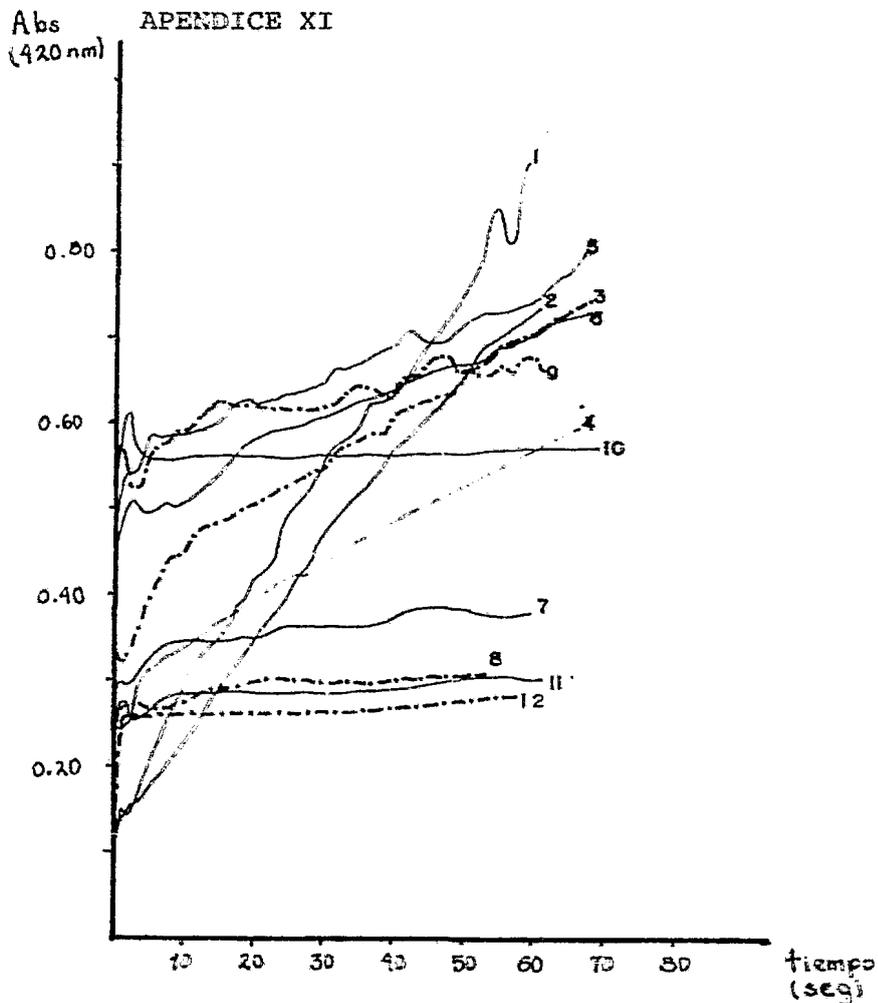
DETERMINACION DE ACTIVIDAD, AGUACATE EN REBANADAS
 réplica I
 1 y 2 sin tratamiento; 3 y 4 10 seg de exposición
 a SO_2 ; 5 y 6 20 seg exp. SO_2 ; 7 y 8 30 seg exp.
 SO_2 ; 9 y 10 40 seg exp. SO_2 ; 11 y 12 50 seg exp.
 SO_2 .

APENDICE X



DETERMINACION DE ACTIVIDAD, AGUACATE EN REBANADAS
réplica II

1 y 2 sin tratamiento; 3 y 4 10 seg de exposición
a SO_2 ; 5 y 6 20 seg exp. SO_2 ; 7 y 8 30 seg exp.
 SO_2 ; 9 y 10 40 seg exp. SO_2 ; 11 y 12 50 seg exp.
 SO_2 .

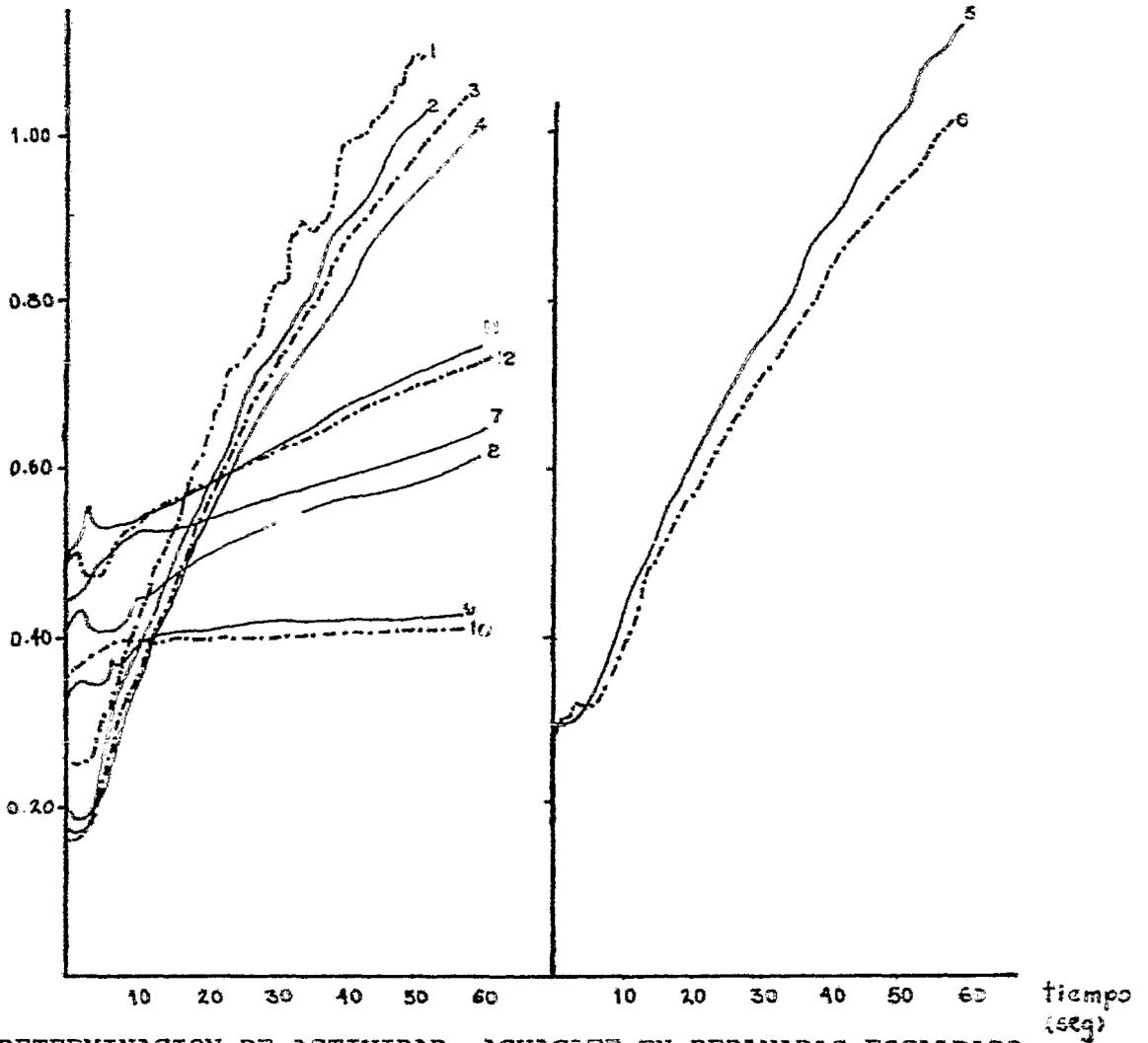


DETERMINACION DE ACTIVIDAD, AGUACATE EN REBANADAS
réplica III

1 y 2 sin tratamiento; 3 y 4 10 seg de exposición a SO_2 ; 5 y 6 20 seg exp. SO_2 ; 7 y 8 30 seg exp. SO_2 ; 9 y 10 40 seg exp. SO_2 ; 11 y 12 50 seg exp. SO_2 .

APENDICE XII

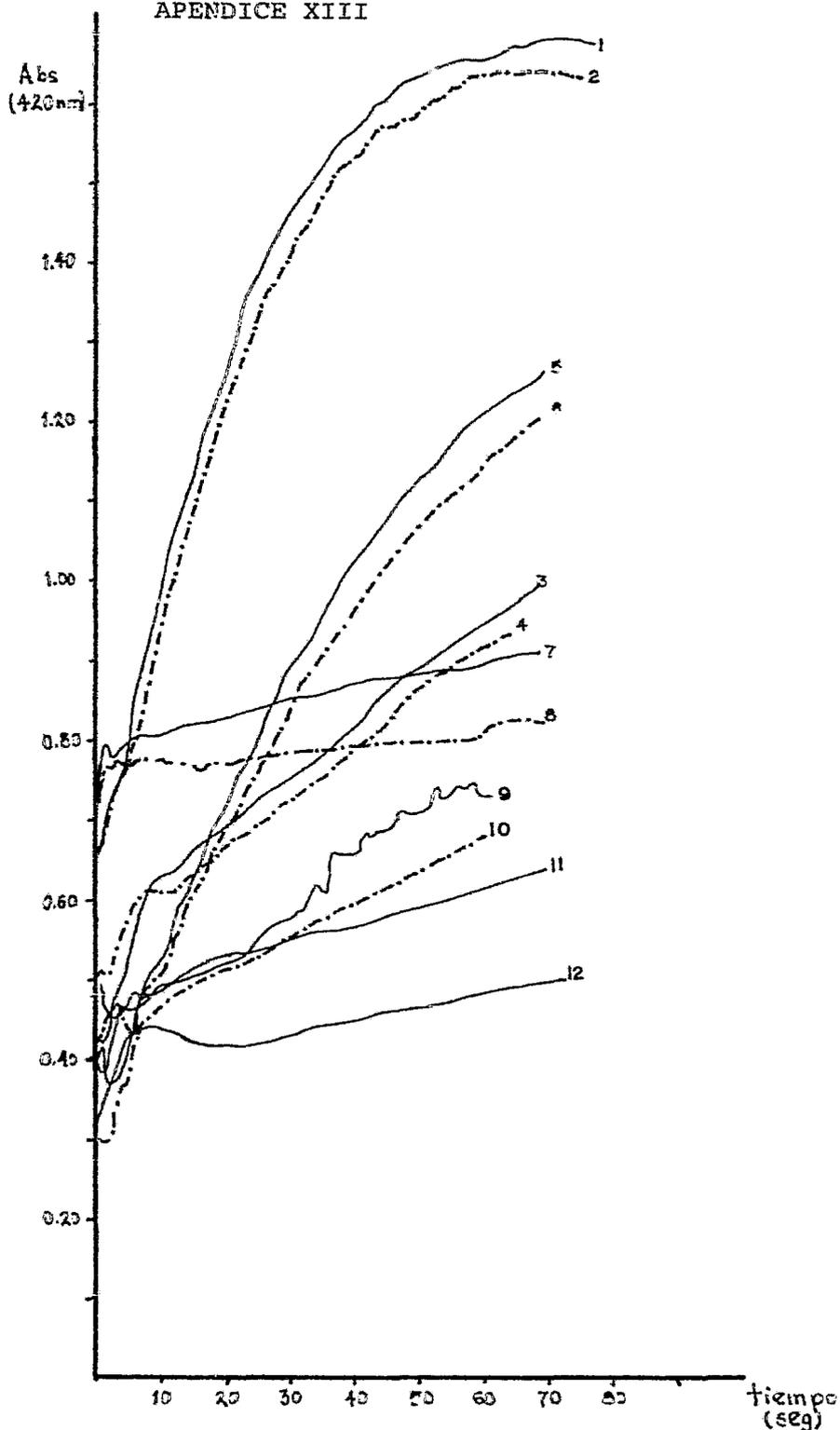
Abs
(420nm)



DETERMINACION DE ACTIVIDAD, AGUACATE EN REBANADAS ESCALDADO
80°C/2min, réplica I

1 y 2 sin tratamiento; 3 y 4 10 seg de exposición a SO_2 ; 5 y 6
20 seg exp. SO_2 ; 7 y 8 30 seg exp. SO_2 ; 9 y 10 40 seg² exp. SO_2 ;
11 y 12 50 seg² exp. SO_2 .

APENDICE XIII

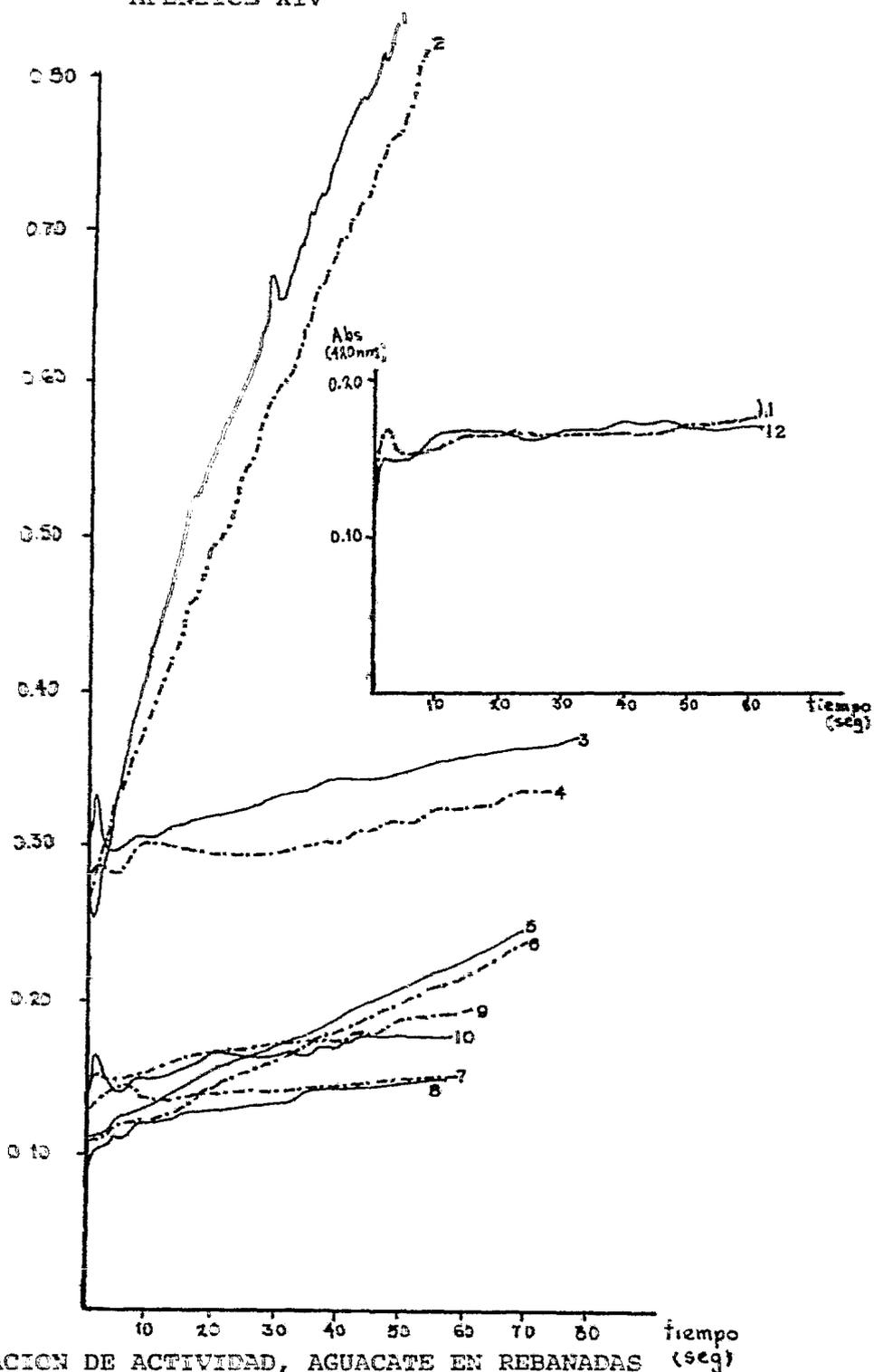


DETERMINACION DE ACTIVIDAD, AGUACATE EN REBANADAS ESCALDADO
80°C/2 min, réplica II

1 y 2 sin tratamiento; 3 y 4 10 seg de exposición a SO₂;
5 y 6 20 seg exp. SO₂; 7 y 8 30 seg exp. SO₂; 9 y 10
40 seg exp. SO₂; 11 y 12 50 seg exp. SO₂.

APENDICE XIV

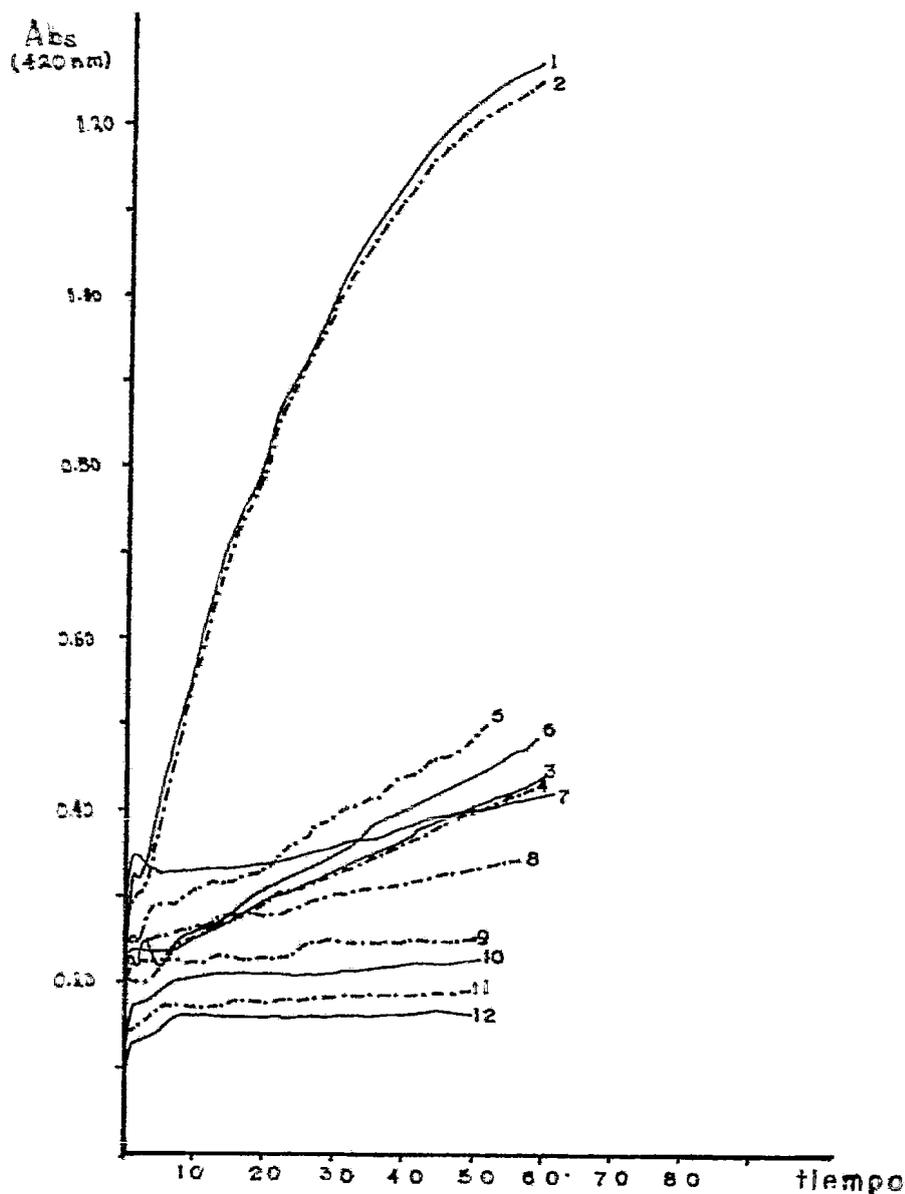
Abs
(420 nm)



DETERMINACION DE ACTIVIDAD, AGUACATE EN REBANADAS
ESCALDADO 80°C/2min, réplica III

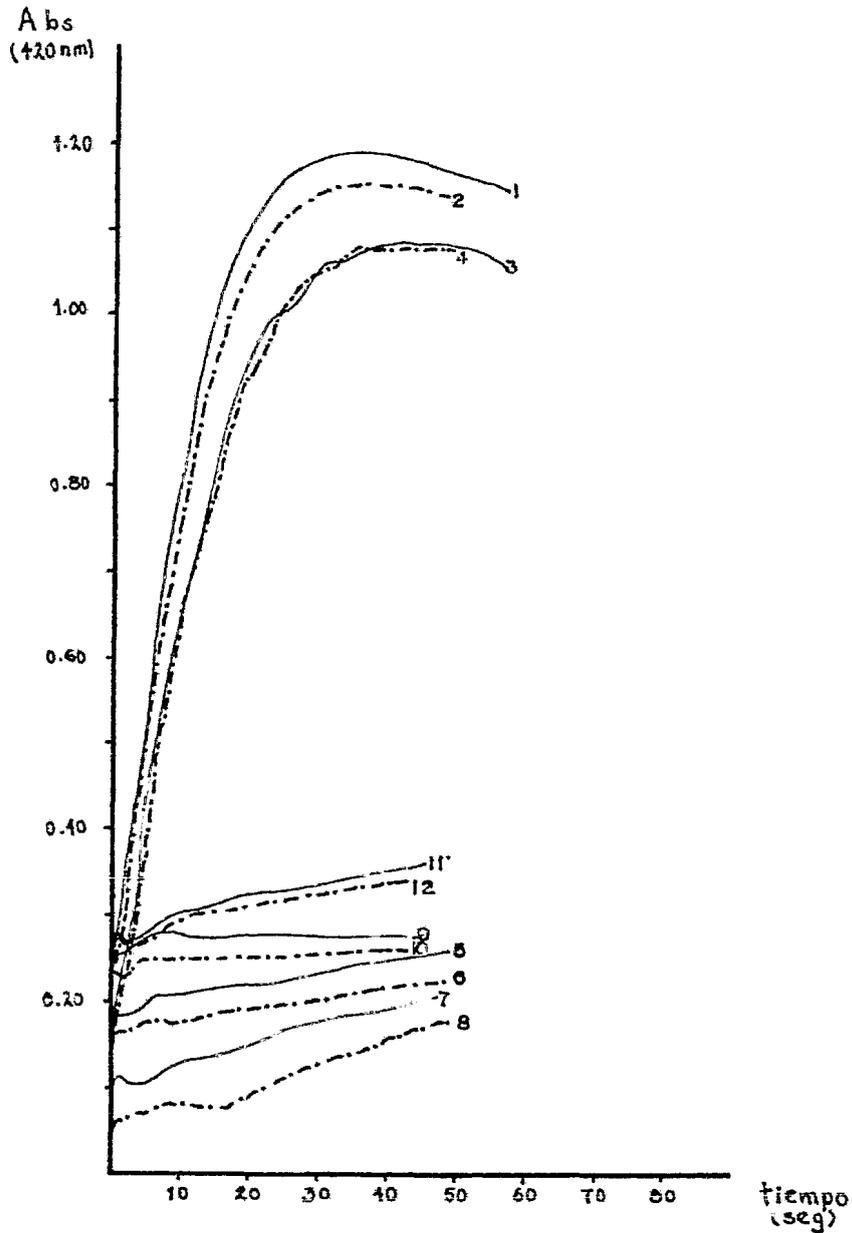
1 y 2 sin tratamiento; 3 y 4 10 seg de exposición a
SO₂; 5 y 6 20 seg exp. SO₂; 7 y 8 30 seg exp. SO₂;
9 y 10 40 seg exp. SO₂; 11 y 12 50 seg exp. SO₂.

APENDICE XV



DETERMINACION DE ACTIVIDAD, AGUACATE EN PURE ESCALDADO (599)
 80°C/2 min réplica I
 1 y 2 sin tratamiento; 3 y 4 10 seg de exposición a SO₂;
 5 y 6 20 exp. SO₂; 7 y 8 30 seg exp. SO₂; 9 y 10 40 seg
 exp. SO₂; 11 y 12 50 seg exp. SO₂.

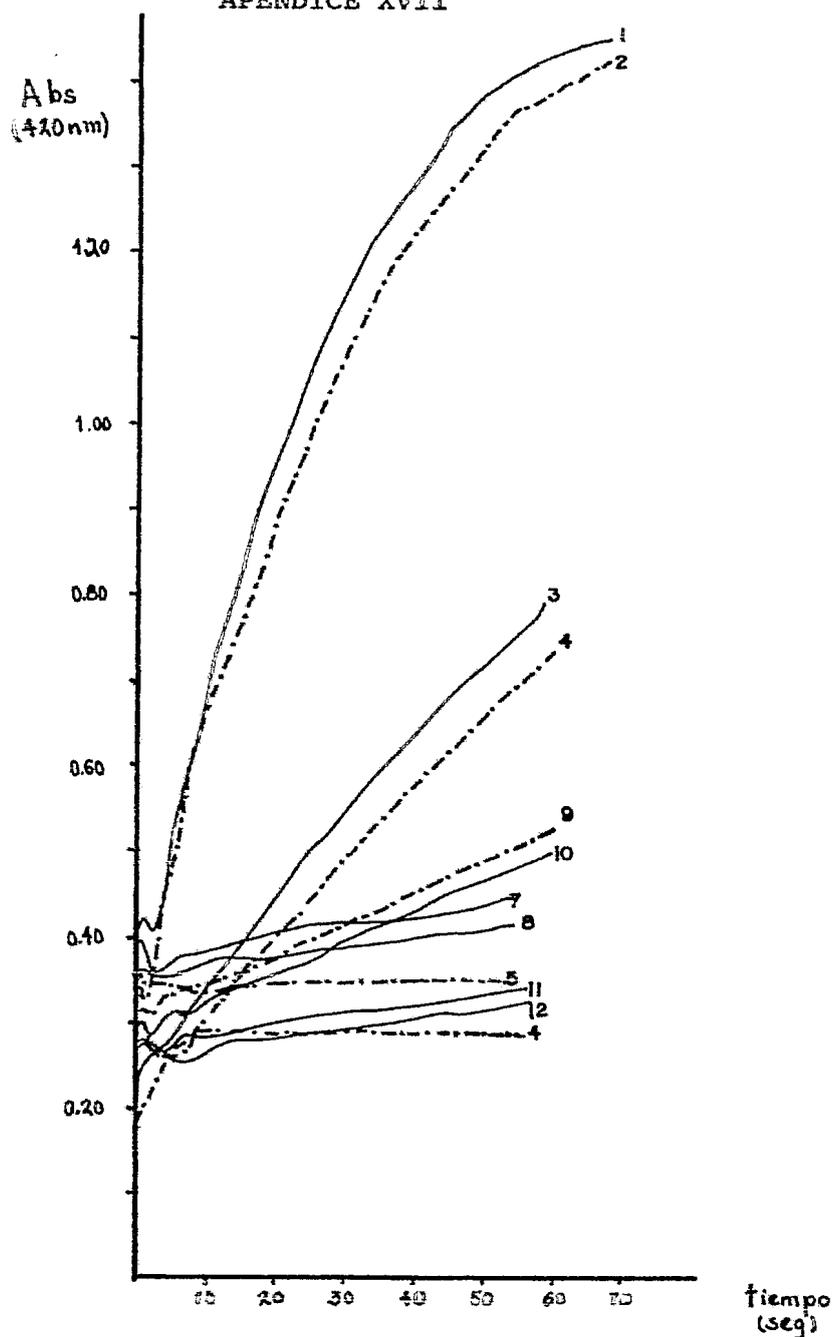
APENDICE XVI



DETERMINACION DE ACTIVIDAD, AGUACATE EN PURE ESCALDADO
80°C/ 2 min réplica II

1 y 2 sin tratamiento; 3 y 4 10 seg de exposición a SO₂;
5 y 6 20 seg exp. SO₂; 7 y 8 30 seg exp. SO₂; 9 y 10
40 seg exp. SO₂; 11 y 12 50 seg exp. SO₂.

APENDICE XVII



DETERMINACION DE ACTIVIDAD, AGUACATE EN PURE ESCALDADO
80°C/ 2 min réplica III

1 y 2 sin tratamiento; 3 y 4 10 seg de exposición a SO₂;
5 y 6 20 seg exp. SO₂; 7 y 8 30 seg exp. SO₂; 9 y 10 40
seg exp. SO₂; 11 y 12 50 seg exp. SO₂.

APENDICE XVIII

Determinación de las unidades de actividad (U.A.) y actividad específica (A) para las variaciones de aguacate en rebanadas. Se reporta también el contenido de SO₂ correspondiente a cada muestra.

R.	"t" exp. a SO ₂ ⁽¹⁾	Vo ⁽²⁾ $\frac{\Delta Abs}{min}$	U.A.		A		%A	%A+S (3)	ppmSO ₂	ppmSO ₂ + S (3)
			$\frac{Vo}{ml\ extracto}$	$\frac{mg\ prot.}{ml\ ext.}$	$\frac{U.A.}{mg\ prot.}$	U.A./ml				
I	s.t.	0.366	3.66	0.110	33.33	100	100	-		
II	s.t.	2.430	24.30	1.010	24.05	100		-		
III	s.t.	0.780	7.80	0.740	10.54	100		-		
I	10	0.216	2.16	0.330	6.55	19.64	17.45±	74	212±125	
II	10	0.054	0.54	0.910	0.59	2.47	13.98	245		
III	10	0.318	3.18	1.000	3.18	30.17	30.17	319		
I	20	0.102	1.02	0.076	13.42	40.30	30.27±	319	311±61	
II	20	0.036	0.36	0.990	0.37	1.52	25.27	246		
III	20	0.186	1.86	0.360	5.17	49.00	49.00	368		
I	30	0.156	1.56	0.140	11.14	33.43	32.22±	25	295±241	
II	30	1.068	10.68	0.760	14.05	58.41	26.66	368		
III	30	0.060	0.60	1.120	0.54	5.12	5.12	491		
I	40	0.012	0.12	0.080	1.50	4.50	4.04±	295	475±270	
II	40	0.090	0.90	0.860	1.04	4.31	0.64	344		
III	40	0.030	0.30	0.860	0.35	3.30	3.30	785		
I	50	0.006	0.06	0.040	1.50	4.50	3.62±	393	573±250	
II	50	0.60	0.60	0.53	1.13	4.71	1.70	467		
III	50	0.018	0.18	1.040	0.17	1.65	1.65	859		

s.t. - sin tratar ; R.- número de réplica o aguacate.

(1) Cada serie de 0 a 50 seg de exposición a SO₂, corresponde a un solo aguacate

(2) Valores promedio obtenidos de apéndices IX, X y XI.

(3) Valores promedio y desviación estandar respectiva.

APENDICE XIX

Determinación de las unidades de actividad (U.A.) y actividad específica (A) para las variaciones de aguacate en rebanadas escalado. Se reporta también el contenido de SO₂ correspondiente a cada muestra.

R.	"t" exp. a SO ₂ (1)	Vo (2)		mg prot. ml ext.	U.A./ml mg prot.	SA	%A±S (3)	ppmSO ₂	ppmSO ₂ %S (3)
		Abs min	U.A. ml extracto						
I	s.t.	1.350	13.50	0.426	31.69	100		-	
II	s.t.	1.800	18.00	0.855	21.05	100	100	-	
III	s.t.	0.852	8.52	0.480	17.75	100		-	
I	10	1.290	12.90	0.648	19.91	62.82		172	147±25
II	10	0.402	4.02	0.400	10.05	47.74	21.50	147	
III	10	0.048	0.48	0.030	16.00	90.14		123	
I	20	1.140	11.40	0.652	17.48	54.81		196	164±28
II	20	1.062	10.62	0.795	13.36	63.46	15.30	147	
III	20	0.108	1.08	0.180	6.00	33.80		147	
I	30	0.180	1.80	0.328	5.49	17.32		712	467±246
II	30	0.078	0.78	0.500	1.56	7.41	5.40	221	
III	30	0.042	0.42	0.160	2.63	14.79		467	
I	40	0.048	0.48	0.358	1.37	4.33		589	475±158
II	40	0.240	2.40	0.510	4.71	22.36	9.20	295	
III	40	0.042	0.42	0.170	2.47	13.92		540	
I	50	0.180	1.80	0.546	3.29	10.40		761	524±276
II	50	0.108	1.08	0.445	2.43	11.53	0.59	221	
III	50	0.012	0.12	0.060	2.00	11.27		589	

s.t. - sin tratar ; R.- número de réplica o aguacate.

(1) Cada serie de 0 a 50 seg de exposición a SO₂, corresponde a un solo aguacate.

(2) Valores promedio obtenidos de apéndices XIII, XIV y XV.

(3) Valores promedio y desviaciones estandar respectivas.

APENDICE XX

Determinación de las unidades de actividad (U.A.) y actividad específica (A) para las variaciones de aguacate en puré es--caldado. Se reporta también el contenido de SO₂ correspondiente a cada muestra.

R.	"t" exp. a SO ₂ (1)	Vo (2)		mg prot. ml ext.	U.A./ml mg prot.	%A	%A [±] S (3)	ppmSO ₂	ppmSO ₂ [±] S (3)
		Abs min	U.A. ml ex- tracto						
I	s.t.	2.100	21.00	1.390	15.11	100	100		
II	s.t.	3.300	33.00	1.190	27.73	100			
III	s.t.	2.400	24.00	1.660	14.46	100			
I	10	0.222	2.22	0.800	2.78	18.39	44.63 [±] 40.52	98	33 [±] 56
II	10	2.760	27.60	1.090	25.32	91.30		-	
III	10	0.582	5.82	2.610	3.50	24.20		-	
I	20	0.276	2.76	0.570	4.84	32.05	32.82 [±] 32.74	-	74 [±] 73
II	20	0.750	7.50	0.410	18.29	65.95		147	
III	20	0.006	0.06	0.900	0.07	0.48		74	
I	30	0.108	1.08	0.840	1.28	8.50	6.35 [±] 2.52	319	221 [±] 112
II	30	0.132	1.32	0.460	2.87	10.35		98	
III	30	0.060	0.60	1.940	0.31	0.21		246	
I	40	0.036	0.36	0.640	0.56	3.73	4.59 [±] 3.48	447	337 [±] 165
II	40	0.030	0.30	0.670	0.45	1.62		418	
III	40	0.240	2.40	1.970	1.22	8.42		147	
I	50	0.018	0.18	0.520	0.35	2.30	4.69 [±] 2.16	569	360 [±] 187
II	50	0.090	0.90	1.360	0.66	2.38		319	
III	50	0.072	0.72	0.55	1.36	9.39		197	

s.t. - sin tratar ; R.- número de réplica o aguacate.

(1) Cada serie de 0 a 50 seg de exposición a SO₂, corresponde a un solo aguacate.

(2) Valores promedio obtenidos de apendices XV, XVI y XVII.

(3) Valores promedio y desviación estandar respectiva.

APENDICE XXI

Datos correspondientes a la gráfica de la figura 6; aguacate en rebanadas.

"t" exposición a SO ₂ .	% A ± S ⁽¹⁾	ppm SO ₂ ± S ⁽¹⁾
sin tratar	100	-
10	17.43±11.42	212±103
20	30.27±20.64	311±51
30	14.79±13.18	295±197
40	4.04±0.53	475±220
50	3.62±1.40	573±205

(1) Apéndice XVIII.

APENDICE XXII

Datos correspondientes a la gráfica de la figura 7; aguacate en rebanadas escaldado, (80°C/2 min).

"t" exposición a SO ₂	% A ± S ⁽¹⁾	ppm SO ₂ ± S ⁽¹⁾
sin tratar	100	-
10	66.90±17.55	147±25
20	50.69±12.45	164±28
30	12.28±4.75	467±246
40	13.54±7.37	479±158
50	11.07±0.48	524±276

(1) Apéndice XIX.

APENDICE XXIII

Datos correspondientes a la gráfica de la figura 8; aguacate en puré escaldado, (80°C/2 min).

"t" exposición a SO ₂ .	% A ± s ⁽¹⁾	ppm SO ₂ ± s ⁽¹⁾
sin tratar	100	-
10	40.68±32.43	33±46
20	32.72±26.86	74±66
30	7.82±2.39	221±92
40	4.59±2.84	362±125
50	4.41±2.93	362±155

(1) Apéndice XX.

BIBLIOGRAFIA

- Amerine, M.A., Pangborn, R.M. y Roessler, E.B. 1965. Principles of sensory evaluation of food. Academic Press Inc. New York.
- Bates, R.P. 1970. Heat-induced off-flavor in avocado flesh. J. Food Sci. 35:478
- Ben-et, G., Dolev, A. y Tatarsky D. 1973. Compounds contributing to heat-induced bitter off-flavor in avocado. J. Food Sci. 38:546
- Besser, T. y Kramer, A. 1972. Changes in quality and nutritional composition of foods preserved by gas exchange. J. Food Sci. 37:820
- Brecht, P.E. 1980. Use of controlled atmospheres to retard deterioration of produce. Food Technol. 34(3):45
- Clark, D.S. y Takács, J. 1980. Gases as preservatives. En "Microbial Ecology of Food", vol.1-Factors affecting death and -- life of microorganism. Academic Press, Inc. New York.
- Cruess, W.V., Gibson, A. y Brekke, J.E. 1951. Avocado products - experiments. Canner 112(2):11; 112(3):14. Citado en Bates, 1970; Gómez y Bates, 1970; Ben-et et al., 1973.
- Dirección General de Economía Agrícola de SARH. Carolina N°132, México D.F., tel. 5-98-60-00
- Dorante, A.L. 1978. Purificación y estudio de algunas características de la polifenoloxidasasa del aguacate. Tesis de maestría Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN.
- Ehrman, L. 1979. Energy Consumption. En el 7° reporte trimestral

de la Universidad de Maryland a DOE, convenio EC77-5-01-5073, p.19. Citado en Kramer et al., 1980.

Embs, R.J. y Markakis, P. 1965. The mechanism of sulfite inhibition of browning caused by poliphenol oxidase. J. Food Sci. 30:753

Galeazzi, M.A.M., Sgarbieri, V.C. y Constantinides, S.M. 1981. I solation, purification, physicochemical characterization of poliphenoloxidasas (PPO) from dwarf variety of banana Musa-cavendishii, L). J. Food Sci. 46:150

García, R., Andrade, J. y Rolz, C. 1975. Effect of temperature - and heating time on the detection of off-flavor in avocado paste. J. Food Sci. 40:200

Gómez, R.F. y Bates, R.P. 1970. Storage deterioration of freeze-dried avocado pure and guacamole. J. Food Sci. 35:472

Guerrero, G.R. 1976. Enlatado de aguacate. Tesis de licenciatura. Fac. Química, UNAM.

Hammond, S.M. y Carr, J.C. 1976. The antimicrobial activity of - SO₂ with particular reference to fermented and non-fermented fruit juices. En "Inhibition and Inactivation of Vegetative Microbes". Society of Applied Bacteriology Symposia Series, N°5, p.89-110. Academic Press, Inc. New York. Citado en Microbial Ecology of Food, vol. 1, 1980, p.185. Academic Press, Inc. New York.

Hernández, M., Chávez, A. y Borges, H. 1979. Valor Nutritivo de los Alimentos Mexicanos. Instituto Nacional de la Nutrición.

Hirsh, M.L. 1977. Sensory panel test designs with data evaluation

- procedures. The Coca Cola Company. Food Division.
- Institute of Food Technologists. 1975. Sulfite as food additives. A scientific status summary. Food Technol. 29(10):117
- Isaac, B. 1979. New method to preserve food, uses gases, saves - energy. International Exchange News, publicado por Meridian House International, 24(1):8
- Joslyn, M.A. y Braverman, J.B.S. 1954. The chemistry and technology of the pretreatment and preservation of fruit and vegetable products with sulfur dioxide and sulfites. Advan. Food Res. 2:97-160
- Joslyn, M.A. y Ponting, J.D. 1951. Enzyme-catalyzed oxidative -- browning of fruit products. Advan. Food Res. 3:1-44
- Kader, A.A. 1980. Preservation of ripening in fruits by use of - controlled atmospheres. Food Technol. 34(3):51
- Kaffezakis, J.G., Palmer, S.J. y Kramer, A. 1969. Microbiology - of fresh apple and potato plugs preserved by gas exchange. J. Food Sci. 34:426
- Kahn, V. 1977. Some biochemical properties of polyphenoloxidase from two avocado varieties differing in their browning rates. J. Food Sci. 42:38
- Kramer, A., Palmer, S.J. y Kaffezakis, G. 1968. Preservation of fresh food quality by gas exchange: A new approach to food preservation. HortScience 3(2):64
- Kramer, A., Solomos, T., Wheaton, F., Puri, A., Sirivichaya, S., Lotem, Y., Fowke, Y. y Ehrman, L. 1980. A gas-exchange process for extending the shelf life of raw foods. Food Technol.

34(7):65

- Kramer, A. y Twigg, B.A. 1979. Quality Control for the Food Industry, volumen 1. Avi Westport, Conn., 3^a edición.
- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. y Randall, R.J. 1951. Protein measurement with phenol reagent. J. Biol. Chem. 193: 265-75
- Martinez, M. 1979. Plantas útiles de la flora mexicana. Editorial Botas, México D.F.
- Mathew, A.G. y Farpia, A.B. 1971. Food browning as a poliphenol reaction. Adv. Food Res. 19:75-145
- Mayer, M.A., Harel, E. y Ben-Shaul, R. 1966. Assay of catecholoxidase- A critical comparison of methods. Phytochemistry 5:785-789
- Ponting, J.D. 1960. The control of enzymatic browning of fruits. Food Enzymes, H.V. Schultz (editor). Avi Pub. Co. Westport, Conn., p. 105
- Ponting, J.D. y Johnson, G. 1945. Determination of sulfur dioxide in fruits. Ind. Eng. Chem., Anal. Ed. 17(11):682
- Puri, A. 1980. Biochemical changes in potatoes preserved by gas exchange. Tesis doctoral, Universidad de Maryland, College Park. Citado en Kramer et al., 1980
- Rauch, J.H. 1956. Fabricación de mermeladas. Ed. Acribia, España, 2^a edición, p.47
- Reed, G. 1975. Enzymes in Food Processing. 2^a edición, Academic Press, Inc., New York.
- Roberts, A.C. y McWeeny, D.J. 1972. The uses of sulphur dioxide

in food industry. A review. J. Food Technol. 7:221-238. Cita
do en "Microbial Ecology of Food", vol.1, 1980. Academic --
Press, Inc. New York.

Solares, M. 1981. Técnicas prácticas y modernas en el cultivo del
aguacate. 3^a edición, Editores Mexicanos Unidos, México.

Watt, B.K. y Merrill, A.L. 1975. Composition of Foods. Agriculture
Handbook No.8, Agricultural Research Service. Departamento-
de Agricultura, EUA.

Whitaker, J.R. 1972. Principles of enzymology for the food sci--
ence. Marcel Dekker, Inc., New York.

Whitaker, J.R. (ed.). 1974. Food related enzymes, Advances in Chem
istry Series 136, American Chemical Society, Washington D.C.