

T
547.74
A 958 i
1979
F. C. Q. Q.

094623

Ej. 2.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

"INFLUENCIA DEL CALOR EN LA ESTABILIDAD DEL ACIDO ASCORBICO,
EN TOMATE (LYCOPERSICUM ESCULENTUM) Y GUISQUIL (SECHTIUM EDULE)
CUANTIFICACION POR MICROFLUOROMETRIA"

TESIS

PRESENTADA POR:

MARÍA JUANA AVILÉS DELGADO

PREVIA OPCION AL TITULO DE:

LICENCIADA

EN

QUIMICA Y FARMACIA

FEBRERO 1979

SAN SALVADOR,

EL SALVADOR,

CENTRO AMÉRICA



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

DOCTOR EDUARDO BADIA SERRA

SECRETARIO

DOCTOR JORGE FERRER DENIS

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANO EN FUNCIONES

DOCTOR EDUARDO BADIA SERRA

DOCTOR JORGE FERRER DENIS

UES BIBLIOTECA CENTRAL



INVENTARIO: 10120488

A S E S O R

DRA.LETICIA CALDERON DE MACHADO

J U R A D O D E T E S I S

Dra.Silvia Ruth Martínez

Dra.Elizabeth Banegas de Salazar

Dra.Alba Gloria Cañas

DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO
- A MIS SERES QUERIDOS
- A MIS PROFESORES, AMIGOS, COMPAÑEROS

AGRADECIMIENTOS

A la Dra Leticia Calderón de Machado, por su valiosa colaboración y acertada dirección en el desarrollo del presente trabajo. A la Dra. Graciela Chacón Gómez, por su valiosa colaboración en la realización del mismo. A las Doctoras Miembros del Jurado Calificador.

I N D I C E

| | <u>Pag.</u> |
|------------------------------------|-------------|
| I - INTRODUCCIÓN | 1 |
| A) OBJETIVO | 2 |
| B) GENERALIDADES | 3 |
| C) REVISION BIBLIOGRAFICA | 13 |
| II- PARTE EXPERIMENTAL | 20 |
| A) EQUIPO | 21 |
| B) METODOLOGIA | 23 |
| C) METODO USADO | 24 |
| III- RESULTADOS | 28 |
| IV- ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 35 |
| A) FORMULAS ESTADISTICAS APLICADAS | 36 |
| B) RESULTADOS ESTADISTICOS | 39 |
| V- DISCUSIÓN | 47 |
| VI- CONCLUSIONES | 52 |
| VII- BIBLIOGRAFIA | 55 |

INDICE DE ILUSTRACIONES

| | | <u>Pag.</u> |
|--------|---|-------------|
| FIGURA | | |
| 1 | PETEQUIAS CUTANEAS EN UN CASO DE ESCORBUTO | 7 |
| 2 | HEMORRAGIAS CUTANEAS Y SUBCUTANEAS EN CASO DE ESCORBUTO | 7 |
| 3 | ENCIAS SANGRANTES E INFLAMADAS EN CASO DE ESCORBUTO | 7 |
| 4 | RADIOGRAFIA DEL FEMUR EN UN CASO DE ESCORBUTO INFANTIL | 8 |
| 5 | LOCALIDADES ENCUESTADAS. ENCUESTA NUTRICIONAL DE EL SALVADOR | 19 |
| 6 | ESPECTROS DE ACTIVACION Y FLUORESCENCIA DE QUINOXALINA DEL ACIDO DEHIDROASCORBICO Y -BLANCO BORATO | 29 |
| 7 | GRAFICA DE CONTROL PARA EL % DE PERDIDA DE ACIDO ASCORBICO EN TOMATES, COCINADOS 15 MINUTOS EN AGUA HIRVIENDO | 39 |
| 8 | GRAFICA DE CONTROL PARA EL % DE PERDIDA DE ACIDO ASCORBICO, EN TOMATES COCINADOS POR 20 MINUTOS EN AGUA HIRVIENDO | 40 |
| 9 | GRAFICA DE CONTROL PARA EL % DE PERDIDA DE ACIDO ASCORBICO EN TOMATES, COCINADOS A VAPOR POR 5 MINUTOS | 41 |
| 10 | GRAFICA DE CONTROL PARA EL % DE PERDIDA DE ACIDO ASCORBICO EN TOMATES, COCINADOS A VAPOR POR 8 MINUTOS | 42 |

| FIGURA | | <u>Pag.</u> |
|--------|---|-------------|
| 11 | GRAFICA DE CONTROL PARA EL PORCENTAJE DE PERDIDA DE ACIDO ASCORBICO EN GUI SQUIL - COCINADO EN AGUA HIRVIENDO POR 15 MINU - TOS | 43 |
| 12 | GRAFICO DE CONTROL PARA EL % DE PERDIDA DE ACIDO ASCORBICO EN GUI SQUIL, COCINADO EN - AGUA HIRVIENDO POR 20 MINUTOS | 44 |
| 13 | GRAFICO DE CONTROL PARA EL % DE PERDIDA DE ACIDO ASCORBICO EN GUI SQUIL, COCINADO A VA - POR POR 5 MINUTOS | 45 |
| 14 | GRAFICO DE CONTROL PARA EL % DE PERDIDA DE ACIDO ASCORBICO EN GUI SQUIL COCINADO A VA - POR POR 8 MINUTOS | 46 |

INDICE DE TABLAS

| | <u>Pag.</u> |
|--|-------------|
| TABLA | |
| I CANTIDADES PROMEDIO DE FRUTAS Y HORTALIZAS CONSUMIDAS POR FAMILIAS SALVADOREÑAS. | 18 |
| II RESULTADOS DEL ANALISIS DEL AGUA DE COCCION | 30 |
| III CUANTIFICACION DE ACIDO ASCORBICO, EN TOMATES CRUDOS Y DESPUES DE COCINARLOS POR 15 Y 20 MINUTOS EN AGUA HIRVIENDO. SU CORRESPONDIENTE PORCENTAJE DE PERDIDA. | 31 |
| IV CUANTIFICACION DE ACIDO ASCORBICO, EN TOMATES CRUDOS Y DESPUES DE COCINARLOS DURANTE 5 Y 8 MINUTOS EN OLLA A PRESION. SU CORRESPONDIENTE PORCENTAJE DE PERDIDA. | 32 |
| V CUANTIFICACION DE ACIDO ASCORBICO, EN GUISQUIL CRUDO Y DESPUES DE COCINARLO POR 15 Y 20 MINUTOS EN AGUA HIRVIENDO. SU CORRESPONDIENTE % DE PERDIDA. | 33 |
| VI CUANTIFICACION DE ACTDO ASCORBICO EN GUIS - QUIL CRUDO Y DESPUES DE COCINARLO DURANTE 5 Y 8 MINUTOS EN OLLA A PRESION. SU CORRESPONDIENTE % DE PERDIDA. | 34 |
| VII TABLA DE STUDENT | 38 |

I - INTRODUCCIÓN

A) OBJETIVO.

El presente trabajo tiene como objetivo: la cuantificación de ácido ascórbico (Vitamina C), en tomate y guisquil crudos y cocidos, para determinar la influencia que tiene el calor en la degradación de la vitamina; tomando como parámetros, el tiempo y la forma de cocción.

El estudio fue realizado en tomate y guisquil, por ser consumidos por la población rural y la población urbana, y encontrarse entre las hortalizas cosechadas en nuestro medio, e incluirse en la alimentación generalmente después de cocinarse.

Se espera con este trabajo contribuir a los conocimientos sobre la forma adecuada de cocinar las hortalizas, obtener un mejor aprovechamiento del ácido ascórbico, elevando así el valor vitamínico de la alimentación.

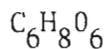
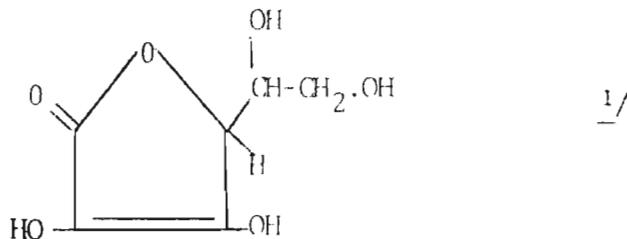
B) GENERALIDADES.

El ácido ascórbico, se encuentra en la Naturaleza en proporciones muy variables: Con abundancia en frutas y hortalizas y en menor cantidad en otros alimentos. Se puede obtener sintéticamente a partir de la glucosa, poseyendo en este caso las mismas propiedades que cuando procede de productos naturales.

La mayoría de los organismos animales pueden sintetizar ácido ascórbico. Son excepciones el hombre, los monos y cobayos; que necesitan obtener la Vitamina C de fuentes exógenas.

Nombre químico: Es la forma enólica del 3-oxo-1-gulofuranolactona.

Estructura Química:



PM=176.1

Sinónimos: Acido l ascórbico, ácido cevitamic, Vitamina C

Una unidad internacional (U.I) = 50 microgramos de Vitamina C. 2/

^{1/} Clarck, E.G.C. Isolation and Identification of Drugs. 3a. Ed. Vol. 1, 1960.

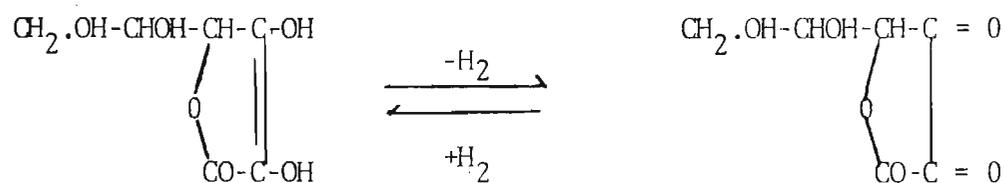
^{2/} Pearson D. Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos-Editorial Acribia, Zaragoza, (España) 1976.

Descripción: Cristales o polvo, de color blanco o ligeramente amarillo. Que por exposición a la luz se oscurece gradualmente. En estado seco es razonablemente estable al aire, pero en solución, es rápidamente oxidado. ^{3/}

El ácido dehidroascórbico que se produce en la oxidación, es estable abajo de pH 4. ^{4/}

Temperatura de fusión; cerca de 190°C. ^{5/}

El grupo enol en los átomos de carbono segundo y tercero es sensible a la oxidación y puede convertirse fácilmente en grupo diceto. El ácido dehidroascórbico tiene la misma actividad vitamínica que el ácido ascórbico y forma con este un sistema redox. ^{6/}



Acido Ascórbico

Acido Dehidroascórbico

^{3/}, ^{5/} The United States pharmacopeia. Nineteenth revision (USP XIX) Ed. Twinbrock Parway Inc. 1975.

^{4/} Hashmi Manzur-U1- Haque, Assay of Vitamins in pharmaceutical preparations. London, John Wiley & Sons. 1972.

^{6/} Marks John, Las Vitaminas una revisión actualizada, Productos Roche S.A. Madrid.

El ácido dehidroascórbico es menos estable, salvo en soluciones muy ácidas, experimenta hidrólisis en el anillo lactona con formación de ácido 2,3 - diceto-1- gulónico; se presenta una pérdida total e irreversible de la actividad vitamínica . ^{7/}



Acido Dehidroascórbico

Acido 2,3-diceto 1-gulonico

Las sales de hierro y cobre, un pH alcalino, el calor , las enzimas oxidantes, la exposición al aire y a la luz facilitan estas reacciones y producen pérdidas de la potencia vitamínica de los alimentos que contienen ácido ascórbico. ^{8/}

Por tanto, el contenido de vitamina C no solo es desigual de un producto alimenticio a otro, sino que dentro de un mismo alimento existen grandes variaciones según las especies, grado de madurez y procedencia.

Químicamente el ácido ascórbico se comporta como reductor derivándose de ésta propiedad un buen número de sus aplicaciones prácticas en

^{7/} Contarow Abraham Dr, Schepartz Bernard Dr. Bioquímica, 4a. Ed. Editorial Inter-americana, México D.F.

^{8/} Burton, Benjamín T, Nutrición Humana, 2a. Ed. Organización Panamericana de Salud , Washington, D.C. 1969.

la industria de alimentos, especialmente en aquellos casos en que determinadas acciones oxidantes pueden conducir a alteraciones desfavorables en dichos productos, durante su conservación.

En el organismo desempeñan importantes funciones:

- Participa en el metabolismo de los aminoácidos, particularmente en la oxidación final de la fenilalanina y la tirosina. ^{9/}
- Facilita la conversión de ácido fólico en ácido folínico. ^{10/}
- Favorece la absorción del hierro en el intestino. ^{11/}
- Ayuda a la formación del tejido conectivo, siendo esta su función principal. ^{12/}

Desde el punto de vista de la nutrición, la vitamina C, tiene propiedades antiescorbúticas ^{13/}, y su deficiencia en el hombre conduce: A la aparición de pequeñas hemorragias debajo de la piel y folículos pilosos (petequias) Fig. 1, y luego a grandes moretones espontáneos. Fig. 2. Las encías se vuelven blandas, inflamadas y sangrantes, finalmente se afloja y cae la dentadura. Fig. 3. En el escorbuto infantil ^{14/} también están afectados los huesos de crecimiento rápido Fig. 4. Hay supresión del proceso de crecimiento ordenado y la calcificación normal de la matriz cartilaginosa, pueden descubrirse hemorragias en la unión cartílago diáfisis; a veces luxación o impacción de las epífisis.

^{9/}, ^{12/} Fisher Patty y Bender Arnold.. Valor Nutritivo de los alimentos, Editorial Limusa-Wiley, S.A, México 1972.

^{10/}, ^{11/}
^{13/} Marks John ... Las Vitaminas una revisión actualizada, Productos Roche, S.A. Madrid.

^{14/} Loeb-Cecil... Tratado de Medicina Interna, 13a. Ed. Intero-americana, Tomo II



FIG. 1

Petequias cutáneas en un caso de escorbuto



FIG. 2

Amplias hemorragias cutáneas y subcutáneas en un caso de es -
corbuto

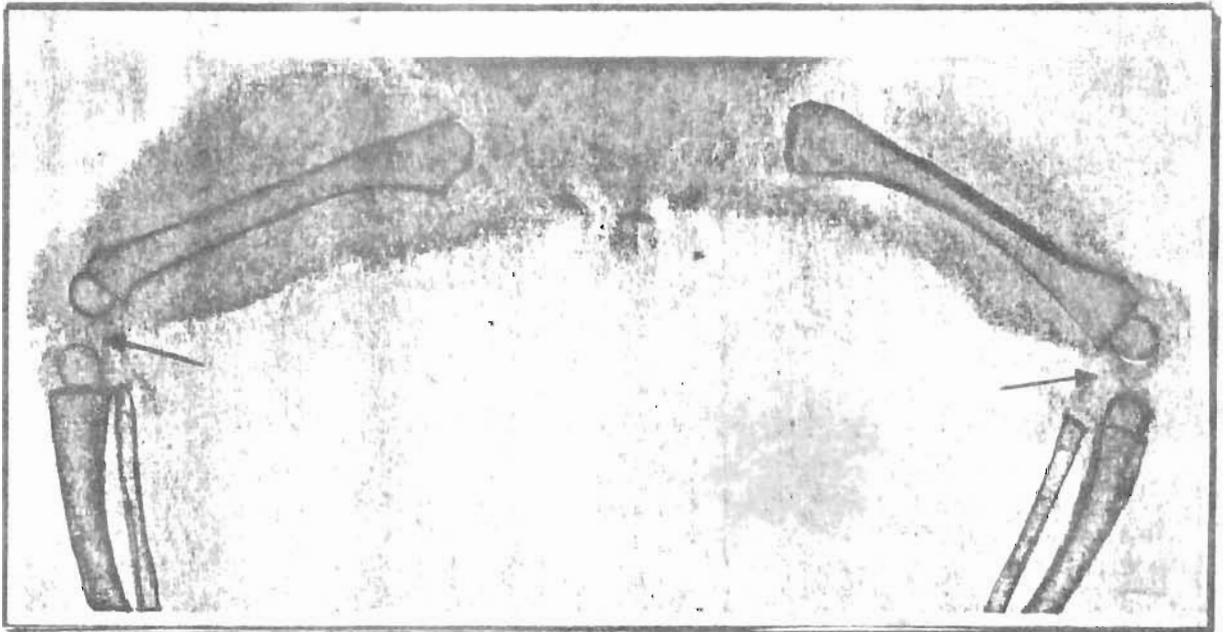


FIG. 3

Encías sangrantes e inflamadas
en un escorbúptico de edad media
Presenta dientes caídos.

FIG. 4

Radiografía, en un caso de escorbuto infantil, mostrando im
pacción de las epífisis (flechas).



Entre la ingesta necesaria y una falta patológica de Vitamina C - hay una extensa gama de síntomas no específicos tales como : irritabilidad, insomnio, baja resistencia a las enfermedades infecciosas, piel seca y áspera, falta de apetito, capacidad curativa reducida, - anemia.

La dosis mínima requerida por el organismo humano varía de 30 a 150 mg diarios, dependiendo de la edad, peso, sexo, estado de salud. Se excreta por la orina.

Los métodos para su cuantificación generalmente se basan en procesos de óxido-reducción; por reacciones colorimétricas características, o por formación de compuestos fluorescentes.

I. METODOS DE OXIDO REDUCCION.

A) Valoración con 2, 6 diclorofenol indofenol. 15/, 16/, 17/, 18/, 19/.

15/ Official Methods of analytical Chemist, Ed. 1975 AOAC.

16/ Manzur-Ul- Haque Hashmi, Assay of Vitamins in Pharmaceutical preparation, London, John Wiley & Sons 1972.

17/ Strohecker, Henning Heinz M. Análisis de Vitaminas-Métodos comprobados. Ed, Paz Montalvo, 1967.

18/ Methods in Food Analysis, Physical, Chemical, and instrumental Methods of Analysis, second ed.

19/ Montes, Adolfo Leandro. Bromatología, Tomo II, Editorial de - Buenos Aires. 1969

- B) Titulación con colusión de yodo o Cloramina T. 20/, 21/, 22/
C) Titulación con N-bromosuccinimida. 23/

El análisis de Vitamina C por volumetría oxidimétrica, es específico únicamente, cuando se emplean soluciones de ácido ascórbico puro. -- Sustancias reductoras como: cobre, hierro, estaño, sulfitos, tiosulfatos y otros derivados que se puedan formar durante la calefacción de los alimentos interfieren, consumiéndose una mayor cantidad de solución titulante y el contenido de vitamina C, aparentemente es mayor que el real. Además no cuantifican el ácido dehidroascórbico presente en la muestra y que también posee actividad vitamínica. -- Presenta inconvenientes al observar el punto final de la valoración en muestras coloreadas.

Para evitar interferencias de otras sustancias con potencial redox parecido al ácido ascórbico, se han propuesto métodos en los que previa a la valoración se hace la separación de la Vitamina por Cromatografía de papel o de capa fina . 24/, 25/

20/ The United States Pharmacopeia, Nineteenth revision (USP XIX)
Ed. Twinbrock Parway Inc. 1975.

21/ 23/ 24/ Manzur- Ul- Haque Hashmi, Assay of Vitamins in Pharmaceutical preparations, London. John Wiley & Sons. 1972.

22/ 25/ Strohecker, Henning Heinz M. Análisis de Vitaminas. Métodos comprobados. Ed. Paz Montalvo. 1967.

Cuando existe dificultad en observar el punto final de la valoración puede aplicarse los Métodos Potenciométricos. 26/, 27/ o Espectro -
fotométricos. 28/

II. METODOS COLORIMETRICOS

Entre los métodos colorimétricos más utilizados en la cuantificación de ácido ascórbico en alimentos se conocen :

A- Ensayo Fotométrico con 2,4 dinitrofenilhidrazina. 29/, 30/

B- Ensayo Fotométrico con 2-Nitroanilina por el procedimiento de Morh. 31/, 32/

C- Determinación Espectrofotométrica con 4-diazo-2metoxi-Nitroanilina. 33/, 34/

26/ 33/ Manzur Ul-Haque Hashmi, Assay of Vitamins in pharmaceutical preparations, London. John Wiley & Sons, 1972.

27/ 29/ 31/ Strohecker Rolf. Hennings Heinz M. Análisis de Vitaminas. Métodos Comprobados. Editorial Paz Montalvo, 1967

28/ Montes Adolfo Leandro, Bromatología, Tomo II, Editorial - de Buenos Aires, 1969

30/ 32/ Maynard A. Hoslyn, Methods in Food Analysis physical, chemical and Instrumental Methods of Analysis, College of Agricultural Sciences Department of Nutritional Sciences University of California Second Edition. 1970.

34/ Higuchi Takeru and Brochmann-Hanssen Einar, Pharmaceutical Analysis Interscience Publishers 1961.

El fundamento de estas determinaciones es la descomposición - del grupo enol por la sal de diazonio, se forma la correspondiente semihidrazida de ácido oxálico y sus sales alcalinas - se colorean. Estas absorben en la región visible del espectro electromagnético.

III. ENSAYO MICROFLUOROMETRICO ³⁵ / , ³⁶ /

Método aplicable a productos naturales y farmacéuticos, se detectan cantidades sumamente pequeñas y cuantifica Vitamina C total.

³⁵ / Manzur-Ul- Haque Hashmi, Assay of Vitamins in pharmaceutical Preparations, London, John Wiley & Sons, 1972

³⁶ / Official Methods of Analytical Chemist, Ed. 1975. AOAC.

c) REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

En varios países se han realizado estudios sobre ácido ascórbico en alimentos, relacionados con su estabilidad o aplicando nuevos métodos instrumentales para su cuantificación.

Entre estos trabajos se han publicado algunos como los realizados por:

- López Alfredo, Krehly y Good Eleanor. ^{37/} efectuaron un estudio en la Universidad de Iowa (EEUU), en 1967; en el que investigaron las variaciones en el contenido de ácido ascórbico en jugo de naranja fresco, jugo de naranja sintético y jugo de naranja enlatado; después de exponerlo al calor hasta ebullición durante 10 minutos. También investigaron el efecto del almacenamiento en el ácido ascórbico a diferentes tiempos y temperaturas.

Este estudio demuestra que el ácido ascórbico en jugos cítricos y en algunas soluciones químicas conteniendo ácido ascórbico es notablemente estable, por largos períodos de almacenamiento a la temperatura ambiente, proporcionando condiciones satisfactorias de almacenamiento y dilución.

^{37/} López Alfredo, Krehl W.R. and Good Eleanor, Influence of time and temperature en Ascorbic acid stability. Journal . Dietetic association Vol. 4 April 1967.

La muestra de jugo de naranja fresca, almacenado por ocho días tuvo un incremento en el contenido de ácido ascórbico original lo cual puede ser explicado por el hecho que durante el almacenamiento otras sustancias pueden ser producidas, las cuales pueden ser cuantificadas con el ácido ascórbico por el Método aplicado. (Método de 2,4 - Dinitrofenilhidrazina).

Después de hervir las muestras por 10 minutos, en recipiente de vidrio y con el uso de agua destilada como diluyente, se observa que el ácido ascórbico es sorprendentemente estable.

En las condiciones usadas experimentalmente, no fueron observadas diferencias en la estabilidad del ácido ascórbico natural y el agregado artificialmente en algunos de los productos ensayados.

- Noble Isabel, ^{38/} En la Universidad de Minessota (EEUU), efectuó un trabajo en el año de 1967 en el que se investigó ácido ascórbico en frijoles verdes, brócoli, repollo, coliflor, cebolla, nabos, antes y después de exponerlos al agua hirviendo en diferentes tiempos y en olla a 15 libras de presión. En el mismo trabajo se determinó el color antes y después de cocinar las verduras en diferentes períodos.

^{38/} Noble Isabel, ph. D. Ascorbic Acid and color of vegetables. Journal of Dietetic association. Vol. 50 N° 4. April 1967.

Se concluyó: Que la retención de ácido ascórbico, decrece significativamente con ambos métodos de cocción cuando los períodos son incrementados. El color de todos los vegetales verdes pasa de verde-amarillento hacia amarillo a medida que se incrementa la cocción. Todos mostraron considerable cambio con 5 minutos cocinados en agua hirviendo y con 1 minuto cocinado en olla a presión. El coliflor cambió a grisáceo con 10 minutos en agua hirviendo y 2 minutos en olla a presión.

- Janis E. Schalack. ^{39/} Cuantificó ácido ascórbico, por el método de Cromatografía Gas-líquido, en alimentos y productos alimenticios.

El ácido ascórbico se extrajo en solución de etanol, precipitado con acetato de plomo, regenerado de la sal de plomo como derivado trimethylsilyl, y cromatografiado en una columna SE 30. Se usaron las siguientes muestras: gelatina de naranja, jugo de grape-fruit enlatado, chile verde, tomate, Formulas de leche para niños. Tabletas de Vitamina C, Tabletas multivitamínicas.

El método solamente tiene aplicación cualitativa para ácido ascórbico, pues se presentan interferencias de ácidos orgánicos, azúcares y otros compuestos que tengan grupos hidroxilos libres. Es sugerido -

^{39/} Schalack Janis E. Quantitative determination of l-ascorbic acid by Gas-liquid chromatography. Journal AOAC . Vol. 57 N° 6 Noviembre de 1974.

que el Método de Cromatografía Gas-líquido sea considerado para estudio colaborativo como una alternativa de método de análisis , en la determinación de ácido ascórbico.

- Roy B. Ram, Conneta Aldo y Salpeter Jerry. ^{40/} Efectuaron un estudio sobre Vitamina C en productos alimenticios. En este, se cuantificó Vitamina C por un método fluorométrico, el cual es -- una adaptación del método oficial AOAC (Sec. 43.056-43.062) -- excepto que usan N- bromosuccinimida en lugar de Norit, para -- oxidar la vitamina C. El objetivo de este trabajo fue comparar los resultados obtenidos usando los dos oxidantes. Muestras de análisis: Cocoa, chocolate, jugos enlatados de tomate, naranja, uva, cereales enlatados; espinaca, frijoles verdes, otros.

En este trabajo proponen como oxidante N- bromosuccinimida por obtener en la mayoría de muestras mejores resultados cuando emplearon ~~esa~~ sustancia como oxidante del ácido ascórbico.

^{40/} Roy Ram B., Aldo Conneta y Salpenter Jerry, Automated fluorometric Method for Determination of total Vitamin C. in food - Products. Journal AOAC. Vol. 59 N° 6 Noviembre de 1976.

- En el año de 1967, se realizó una encuesta nutricional en El Salvador ^{41/} . Con participación de los siguientes organismos:

- Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)
- Oficina de Investigaciones Internacionales de los Institutos Nacionales de Salud (EEUU).
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

para ello se dividió el país en cinco regiones de acuerdo a la zonificación que tiene el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

- 1) Región Occidental: Santa ana, Ahuachapán, Sonsonate.
- 2) Región Central : Chalatenango, La Libertad, San Salvador.
- 3) Región Paracentral: San Vicente, Cuscatlán, Cabañas, La Paz.
- 4) Región Oriental: San Miguel, Usulután, Morazán, La Unión.
- 5) Región Metropolitana: Distrito San Salvador.

En cada una de las 30 localidades, fueron seleccionadas al azar, 20 viviendas junto con 5 viviendas alternativas para ser utilizadas en sustitución si fuera necesario.

^{41/} Evaluación Nutricional de la Población de Centro América y Panamá. El Salvador. INCAP, OIR, Ministerio de Salud Pública y Asistencia social. 1969.

Se seleccionó la Ciudad de San Salvador para ser encuestada como representativa de la población urbana. La muestra de 100 viviendas - fue seleccionada por los mismos métodos al azar.

Se obtuvo al final de la investigación realizada, con relación al - consumo de frutas y hortalizas, los siguientes resultados.

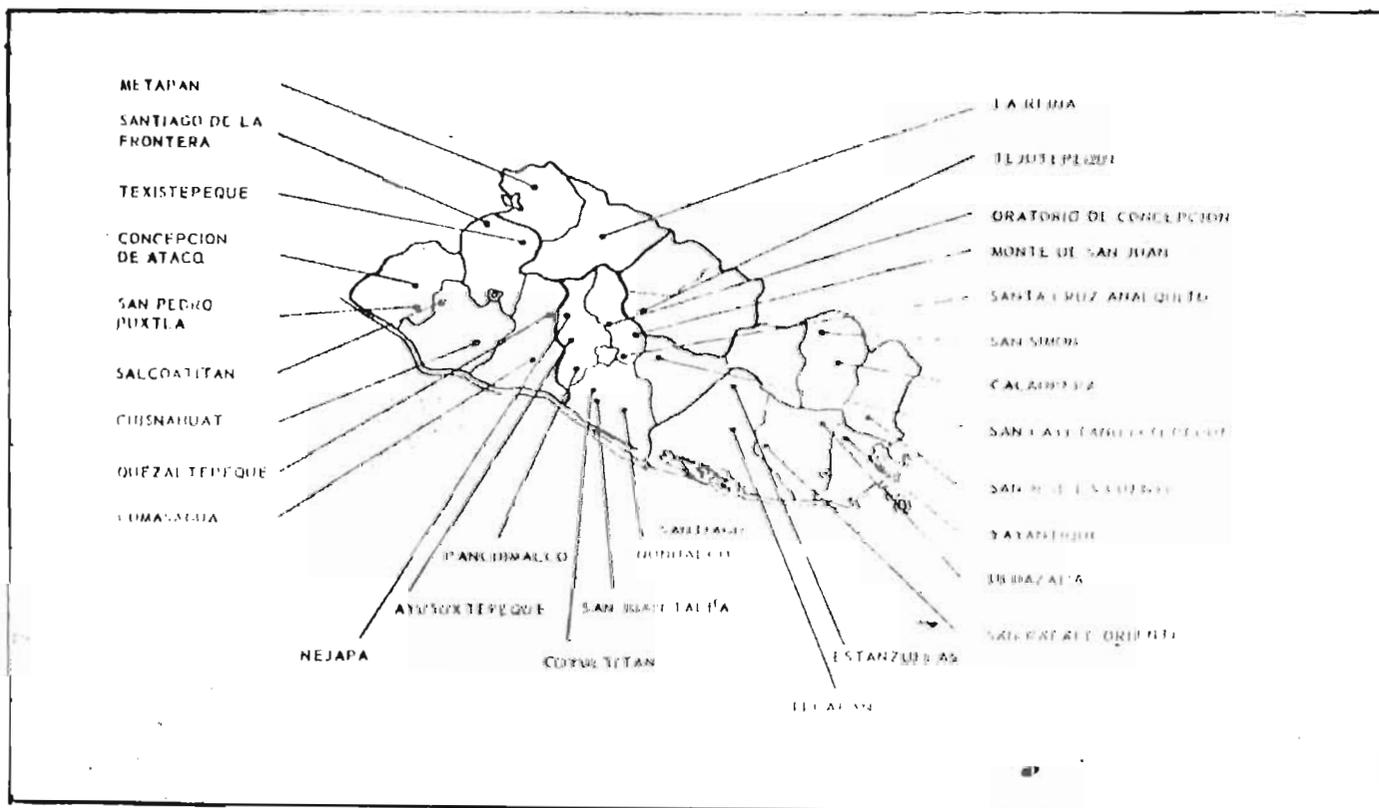
TABLA I

Cantidades Promedio de Frutas y Hortalizas, consumidas por fami-
lias Salvadoreñas; expresado como gramos diarios por persona

| Alimento | Región 1 | Región 2 | Región 3 | Región 4 | Región 5 |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Jocote | 7 | 4 | - | 1 | 3 |
| Naranja dulce | 5 | 3 | 17 | 17 | 11 |
| Sandía | - | 10 | 3 | 7 | 5 |
| Guayaba madura | 3 | - | 2 | - | 1 |
| Banano | 2 | 5 | 6 | - | 3 |
| Plátano maduro | 1 | 6 | 5 | 5 | 4 |
| Guacoyito, pepian | 3 | 6 | 5 | 21 | 8 |
| Repollo | 9 | 4 | 2 | 3 | 4 |
| Guisquil, perulero | 20 | 19 | 13 | 4 | 14 |
| Tomate maduro | 10 | 15 | 14 | 11 | 12 |
| Ejote verde | 4 | 3 | 4 | 8 | 5 |
| Coliflor | - | - | - | - | - |
| Papas | 9 | 5 | 7 | 6 | 7 |
| Cebolla | 4 | 5 | 4 | 3 | 4 |

FIG. 5

Localidades encuestadas. Encuesta Nutricional de El Salvador



II - PARTE EXPERIMENTAL

A) EQUIPO.

- Espectrofluorómetro Perkin Elmer 204-A
- Balanza Analítica Mettler H78AR
- Estufa Thelco modelo 16
- Bomba de vacío modelo 5XBH0020
- Agitador magnético modelo 15
- Agitador de tubos modelo 12-812
- Reloj de tiempo Fisher-Scientific Co.
- Olla de acero inoxidable
- Cocina
- Licuadora
- Olla de Presión
- Cristalería necesaria.

REACTIVOS.

Solución standard de ácido ascórbico (100 $\mu\text{g}/\text{ml}$)

Pesar exactamente 100 mg de ácido ascórbico USP. En un frasco volumétrico de 100 ml, diluir a volumen con solución de ácido metafosfórico- ácido acético. Transferir 10 ml de esta solución a un frasco volumétrico de 100 ml y diluir a volumen con solución de ácido metafosfórico - ácido acético.

- Preparación de muestra. Descrito en Metodología.
- SOLUCION EXTRACTANTE: solución de ácido metafosfórico-ácido acético.

Disolver con agitación 15 gramos de ácido m-fosfórico en 40 ml de ácido acético; agregar 200 ml de agua, diluir a 500 ml con agua destilada.

- SOLUCION DE O-PHENILENDIAMINA.

Pesar 100 mg de clorhidrato de o-phenilendiamina, transferir a un frasco volumétrico de 500 ml y aforar con agua destilada.

- SOLUCION DE ACETATO DE SODIO AL 50%.

Disolver 500 g de acetato de sodio ($\text{CH}_3\text{-COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) en agua destilada, diluir a un litro.

- SOLUCION DE ACIDO BORICO-ACETATO DE SODIO.

Disolver 3 gramos de ácido bórico en 100 ml de solución de acetato de sodio.

- NORIT, lavado con ácido.

Agregar 1 litro de HCL (1 + 9) a 200 gramos de Norit, calentar en baño de vapor y filtrar con vacío, agregar 1 litro de agua, y filtrar repetir los lavados con agua destilada y filtrar. Secar toda la noche a 110-120 °C.

- AZUL DE TIMOL: pH INDICADOR 0.04 %

Disolver 0.1 g de indicador por trituration en un mortero con 10.75 ml de NaOH 0.02 N y diluir a 250 ml con agua destilada. - rango de transición: 1.2 (rojo) - 2.8 (amarillo).

B. METODOLOGÍA.

Se muestreó 10 lotes de cada hortaliza, en los diferentes lugares de expendio. Cada lote fue dividido en 6 partes

Dos para análisis del vegetal en crudo.

Una para análisis del vegetal, después de cocción por 15 minutos en agua de grifo hirviendo, con una cantidad a cubrir la muestra.

Una para análisis del vegetal, después de cocción por 20 minutos en agua de grifo hirviendo, con una cantidad a cubrir la muestra.

Una para análisis del vegetal, después de cocción en olla a presión por 5 minutos, con 150 ml de agua de grifo.

Una para análisis del vegetal, después de cocción en olla a presión por 8 minutos, con 150 ml de agua de grifo.

En caso de tomate se licuó la muestra y se pesaron 25 gramos del licuado. Al guisquil se le quitó el pericarpio (cáscara) y se pesaron 30 gramos, se licuaron con una porción de 60 ml de solución extractante.

Se filtró las muestras por gasa y se aforó a 100 ml con solución de ácido metafosfórico-ácido acético.

Luego se procedió al análisis por el método Microfluorométrico. AOAC 1975. (Sec. 43.056-43.061-43.062).

Se determinó pH, cobre y hierro al agua de cocción, Tabla II.

c) MÉTODO USADO.

- PRUEBA PRELIMINAR PARA DETECTAR SUBSTANCIAS BASICAS.

Triturar una muestra representativa, o exprimir el contenido en una cápsula y agregar aproximadamente 25 ml de solución de ácido meta - fosfórico-ácido acético. Probar el pH, colocando una gota de indicador azul de timol. Un pH mayor de 1.2 indica apreciable cantidad de sustancias básicas.

Al obtenerse una coloración amarilla indica que apreciable cantidad de sustancias básicas están presentes en la muestra; en este caso - la solución extractante que se debe usar es solución de ácido meta-fosfórico-ácido acético- ácido sulfúrico.

-METODO MICROFLUOROMETRICO

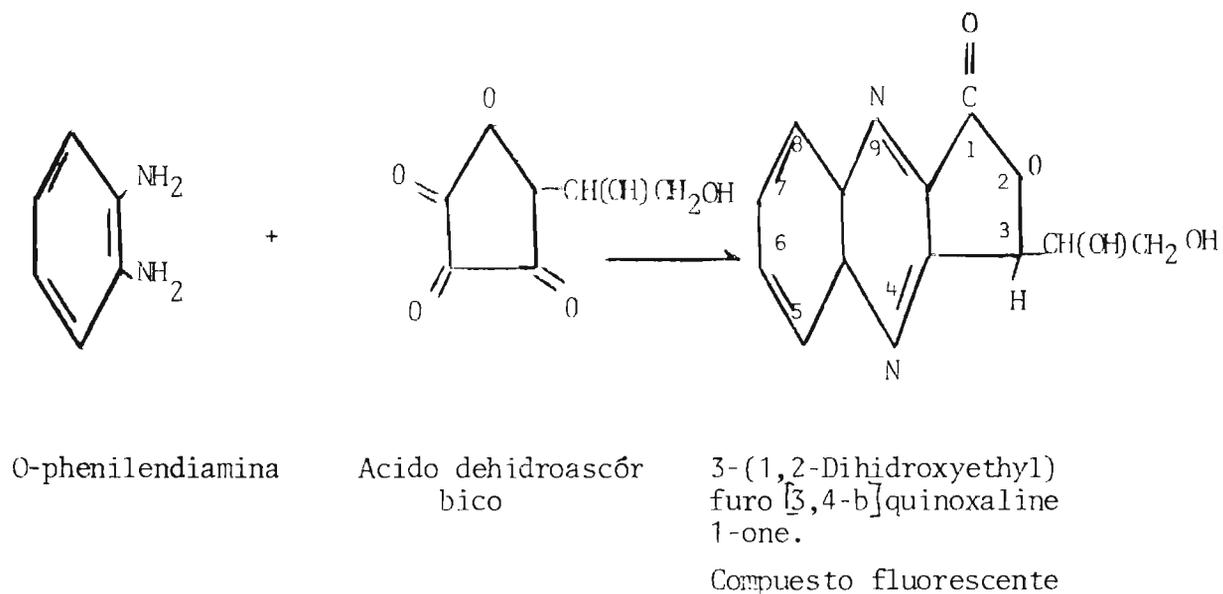
Fundamento:

El ácido ascórbico se oxida a dehidroascórbico, en presencia de Norit (Carbón activado con gases oxidantes a elevadas temperaturas). La forma oxidada reacciona con 0-Phenilendiamina produciendo el compuesto fluorescente 3-(1,2-Dihydroxyethyl) furo [3,4-b]quinoxaline-1-one. Teniendo activación máxima a 350 nm y fluorescencia máxima a 430 nm. La intensidad de fluorescencia es proporcional a la concentración.

El desarrollo de fluorescencia derivada de la vitamina es prevenido por formación del complejo ácido bórico-ácido dehidro-ascórbico, anterior al agregado de la solución de diamina, cualquier fluorescencia restante es debida a materiales extraños. Este sirve como blanco.

Acido ascórbico más dehidroascórbico, se calcula comparando fluorescencia corregida leída, para muestra con la del standard, similarmente oxidado y tratado.

Reacción



PROCEDIMIENTO:

Los siguientes pasos deben hacerse sin retraso, es decir a la mayor brevedad posible.

- Transferir 100 ml de soluciones standard y muestra a erlenmeyers de 300 ml, agregar 2 gramos de Norit lavado con ácido, agitar vigorosamente, y filtrar a través de papel Whatman N° 12 o equivalente, descartando los primeros mililitros del filtrado. Transferir 5 ml de cada filtrado separadamente a frascos volumétricos de 100 ml conteniendo 5 ml de solución de ácido bórico-acetato de sodio. Dejar reposar 15 minutos agitando ocasionalmente. Designar como soluciones blanco standard y blanco muestra respectivamente. Durante el período de 15 minutos transferir 5 ml de cada filtrado, separadamente a frascos volumétricos de 100 ml conteniendo 5 ml de solución de acetato de sodio y aproximadamente 75 ml de agua destilada.
- Diluir a volumen con agua destilada. Transferir 2 ml de cada solución a cada uno de 3 tubos de fluorescencia. Designar como standard o muestra los tubos respectivamente. A tiempo apropiado, diluir soluciones blancos a volumen con agua destilada.
- Transferir 2 ml de estas soluciones a cada uno de 3 tubos de fluorescencia. Designar como standard o muestra los tubos respectivamente. Agregar 5 ml. de Solución de Clorhidrato de O. phenilendiamina.
- Agitar los tubos con equipo adecuado. Proteger de la luz y dejar reposar 35 minutos a la temperatura ambiente, proceder a las lecturas.

CALCULO:

$$\begin{array}{l} \text{mg de ácido ascórbico} \\ \text{por g de muestra} \end{array} = \frac{\text{IF1. M} - \text{IF1.BM}}{\text{IF1.St} - \text{IF1.BST}} \times (20 \times S \times V/E)$$

IF1.M = Promedio de medida de fluorescencia de la muestra

IF1.BM = Promedio de medida de fluorescencia del blanco de la muestra

IF1.St = Promedio de medida de fluorescencia del Standard

IF1.BSt= Promedio de medida de fluorescencia del blanco del Standard

V = Volumen inicial de la solución de ensayo

E = Número de gramos o mililitros de muestra usados para el ensayo

S = Concentración del Standard en mg/ml agregados a los tubos de lectura

20 = Factor de dilución

III - RESULTADOS

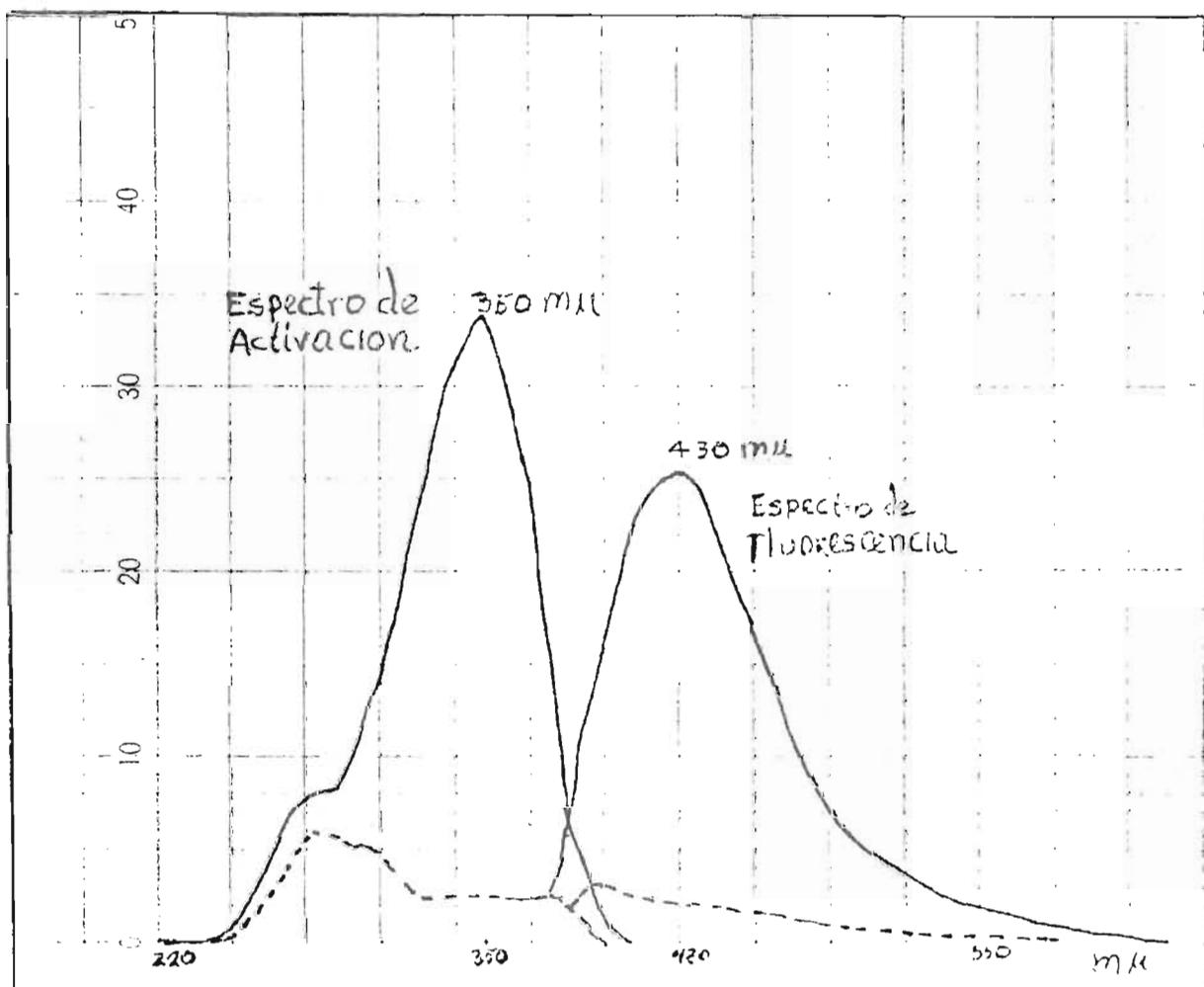


FIG. 6

(—————) Estudio Espectrofluorométrico de Quinoxalina
del ácido dehidroascórbico.

(- - - - -) Blanco Borato

AGUA DE COCCION

TABLA II

| Determinación | Método | Resultado |
|---------------|-------------------|--------------------------|
| pH | Potenciométrico | 6.6 a 26°C (T. ambiente) |
| Cobre | Absorción Atómica | Negativo |
| Hierro | Absorción Atómica | Negativo |

TABLA III

Resultados* de ácido ascórbico en tomates crudos y después de cocinarlos, durante 15 y 20 minutos en agua hirviendo. Su correspondiente % de pérdida durante la cocción

| Nº de Lote | Muestra Cruda | Muestra - coc. 15' | % de Pérdida | Muestra - Coc. 20' | % de Pérdida |
|------------|---------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------|
| 1 | 27.64 | 23.19 | 16.10 | 17.12 | 38.07 |
| 2 | 22.43 | 17.94 | 20.02 | 13.10 | 41.29 |
| 3 | 26.78 | 20.85 | 22.15 | 18.32 | 31.60 |
| 4 | 30.54 | 25.54 | 16.37 | 21.85 | 28.46 |
| 5 | 20.96 | 16.63 | 20.66 | 13.87 | 33.83 |
| 6 | 32.08 | 26.15 | 18.49 | 22.10 | 31.11 |
| 7 | 25.65 | 21.20 | 17.35 | 17.63 | 31.27 |
| 8 | 30.73 | 24.80 | 19.30 | 20.76 | 32.45 |
| 9 | 29.51 | 22.27 | 24.54 | 17.84 | 39.55 |
| 10 | 20.48 | 15.66 | 23.54 | 13.62 | 33.70 |

* Expresados en miligramos de ácido ascórbico por 100 g de muestra.

TABLA IV

Resultados * de ácido ascórbico en tomates crudos y después de cocinarlos, durante 5 y 8 minutos en olla a presión. Su correspondiente % de pérdida durante la cocción

| Nº de Lote | Muestra Cruda | Muestra coc. 5' | % de Pérdida | Muestra Coc. 8' | % de pérdida |
|------------|---------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|
| 1 | 32.83 | 28.97 | 11.76 | 26.35 | 19.77 |
| 2 | 25.93 | 23.69 | 8.64 | 21.55 | 16.90 |
| 3 | 21.85 | 19.77 | 9.52 | 18.47 | 15.47 |
| 4 | 31.71 | 26.32 | 17.00 | 23.74 | 25.14 |
| 5 | 31.69 | 28.54 | 9.95 | 27.75 | 12.44 |
| 6 | 31.85 | 28.45 | 10.68 | 26.15 | 17.90 |
| 7 | 26.69 | 24.45 | 8.94 | 22.99 | 14.99 |
| 8 | 31.48 | 27.81 | 11.66 | 27.26 | 13.41 |
| 9 | 27.67 | 25.17 | 9.04 | 23.11 | 16.48 |
| 10 | 19.16 | 16.19 | 15.51 | 14.57 | 23.96 |

* Expresados en miligramos de ácido ascórbico por 100 g de muestra

TABLA V

Resultados * de ácido ascórbico en Guisquiles crudos y después de cocinarlos, durante 15 y 20 minutos en agua hirviendo. Su correspondiente % de pérdida durante la cocción

| Nº de lote | Muestra cruda | Muestra Coc. 15' | % de Pérdida | Muestra Coc. 20' | % de pérdida |
|------------|---------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| 1 | 13.34 | 8.60 | 35.54 | 6.52 | 51.13 |
| 2 | 11.12 | 6.98 | 37.24 | 5.67 | 49.02 |
| 3 | 11.85 | 7.52 | 36.55 | 7.07 | 40.34 |
| 4 | 12.57 | 9.09 | 27.69 | 8.14 | 35.25 |
| 5 | 8.87 | 5.69 | 35.86 | 4.96 | 44.09 |
| 6 | 12.27 | 8.49 | 30.31 | 7.29 | 40.59 |
| 7 | 6.48 | 3.16 | 51.24 | 2.87 | 55.71 |
| 8 | 12.83 | 7.69 | 40.07 | 7.02 | 45.29 |
| 9 | 11.71 | 7.47 | 36.21 | 7.15 | 38.95 |
| 10 | 12.45 | 6.89 | 43.10 | 6.63 | 46.75 |

* Expresados en mg de ácido ascórbico por 100 g de muestra.

TABLA VI

Resultados * de ácido ascórbico en Guisquiles crudos y después de cocinarlos, durante 5 y 8 minutos en olla a presión. Su correspondiente % de pérdida durante la cocción

| Nº de Lote | Muestra cruda | Muestra coc. 5' | % de Pérdida | Muestra coc. 8' | % de pérdida |
|------------|---------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|
| 1 | 12.11 | 9.79 | 19.16 | 9.27 | 23.46 |
| 2 | 10.28 | 7.93 | 22.86 | 7.10 | 30.94 |
| 3 | 11.00 | 9.54 | 13.28 | 9.19 | 16.46 |
| 4 | 10.33 | 7.98 | 22.75 | 7.17 | 30.60 |
| 5 | 14.35 | 12.43 | 13.38 | 10.26 | 28.51 |
| 6 | 12.37 | 9.64 | 22.07 | 8.69 | 29.75 |
| 7 | 7.97 | 5.90 | 25.98 | 5.15 | 35.39 |
| 8 | 12.27 | 8.80 | 28.29 | 8.19 | 33.52 |
| 9 | 9.42 | 6.74 | 28.46 | 6.60 | 29.94 |
| 10 | 6.44 | 4.88 | 24.23 | 3.88 | 39.76 |

* Expresados en mg de ácido ascórbico por 100 g de muestra.

IV - ANÁLISIS ESTADÍSTICO

A) FÓRMULAS ESTADÍSTICAS EMPLEADAS.

1) MEDIA (\bar{X})

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

en donde:

X = Media de los porcentajes de pérdida

X_i = Valor del porcentaje de pérdida

n = Número de lotes

2) DESVIACION STANDARD MUESTRAL (S)

Cuando n es menor de 30 muestras

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

en donde:

S = desviación Standard muestral

X_i = Valor del porcentaje de pérdida

\bar{X} = Media de los porcentajes de pérdida

$(n-1)$ = Grados de libertad. (número de lotes menos 1)

3) LIMITES DE CONFIANZA

$$\bar{X} \pm t_c \frac{S}{\sqrt{n-1}} \quad \frac{42/}{}$$

en donde:

\bar{X} = Media de los porcentajes de pérdida

t_c = t crítica (Valores tabla de Student, Tabla N° VII)

S = Desviación Standard muestral

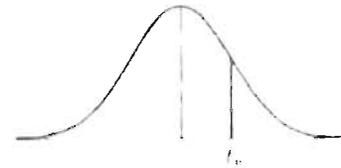
n - 1 = Grados de libertad.

NOTA: Los límites de confianza se calcularon en base a un 99% de probabilidad.

^{42/} Spiegel Murray R. Ph. D. Teoría y Problemas de Estadística, Libros Mc Graw Hill de México, S.A. de C.V. 1974.

TABLA VII

PERCENTILES (t_p)
DE LA
DISTRIBUCION t DE STUDENT
CON ν GRADOS DE LIBERTAD
(AREA SOMBREADA = P)



| ν | $t_{0.995}$ | $t_{0.99}$ | $t_{0.975}$ | $t_{0.95}$ | $t_{0.9}$ | $t_{0.8}$ | $t_{0.7}$ | $t_{0.5}$ | $t_{0.3}$ | $t_{0.2}$ | $t_{0.1}$ |
|----------|-------------|------------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 63.66 | 31.82 | 12.71 | 6.31 | 3.08 | 1.876 | 1.000 | 0.327 | 0.325 | 0.158 | |
| 2 | 9.92 | 6.96 | 4.30 | 2.92 | 1.89 | 1.061 | 0.816 | 0.617 | 0.289 | 0.142 | |
| 3 | 5.84 | 4.54 | 3.18 | 2.35 | 1.64 | 0.978 | 0.765 | 0.584 | 0.277 | 0.137 | |
| 4 | 4.60 | 3.75 | 2.78 | 2.13 | 1.53 | 0.934 | 0.741 | 0.569 | 0.271 | 0.134 | |
| 5 | 4.03 | 3.36 | 2.57 | 2.02 | 1.48 | 0.920 | 0.727 | 0.559 | 0.267 | 0.132 | |
| 6 | 3.71 | 3.14 | 2.45 | 1.94 | 1.44 | 0.906 | 0.718 | 0.553 | 0.265 | 0.131 | |
| 7 | 3.50 | 3.00 | 2.36 | 1.90 | 1.42 | 0.896 | 0.711 | 0.549 | 0.263 | 0.130 | |
| 8 | 3.36 | 2.90 | 2.31 | 1.86 | 1.40 | 0.889 | 0.706 | 0.546 | 0.262 | 0.130 | |
| 9 | 3.25 | 2.82 | 2.26 | 1.83 | 1.38 | 0.883 | 0.703 | 0.543 | 0.261 | 0.129 | |
| 10 | 3.17 | 2.76 | 2.23 | 1.81 | 1.37 | 0.879 | 0.700 | 0.542 | 0.260 | 0.129 | |
| 11 | 3.11 | 2.72 | 2.20 | 1.80 | 1.36 | 0.876 | 0.697 | 0.540 | 0.260 | 0.129 | |
| 12 | 3.06 | 2.68 | 2.18 | 1.78 | 1.36 | 0.873 | 0.695 | 0.539 | 0.259 | 0.128 | |
| 13 | 3.01 | 2.65 | 2.16 | 1.77 | 1.35 | 0.870 | 0.694 | 0.538 | 0.259 | 0.128 | |
| 14 | 2.98 | 2.62 | 2.14 | 1.76 | 1.34 | 0.868 | 0.692 | 0.537 | 0.258 | 0.128 | |
| 15 | 2.95 | 2.60 | 2.13 | 1.75 | 1.34 | 0.866 | 0.691 | 0.536 | 0.258 | 0.128 | |
| 16 | 2.92 | 2.58 | 2.12 | 1.75 | 1.34 | 0.865 | 0.690 | 0.535 | 0.258 | 0.128 | |
| 17 | 2.90 | 2.57 | 2.11 | 1.74 | 1.33 | 0.863 | 0.689 | 0.534 | 0.257 | 0.128 | |
| 18 | 2.88 | 2.55 | 2.10 | 1.73 | 1.33 | 0.862 | 0.688 | 0.534 | 0.257 | 0.127 | |
| 19 | 2.86 | 2.54 | 2.09 | 1.73 | 1.33 | 0.861 | 0.688 | 0.533 | 0.257 | 0.127 | |
| 20 | 2.84 | 2.53 | 2.09 | 1.72 | 1.32 | 0.860 | 0.687 | 0.533 | 0.257 | 0.127 | |
| 21 | 2.83 | 2.52 | 2.08 | 1.72 | 1.32 | 0.859 | 0.686 | 0.532 | 0.257 | 0.127 | |
| 22 | 2.82 | 2.51 | 2.07 | 1.72 | 1.32 | 0.858 | 0.686 | 0.532 | 0.256 | 0.127 | |
| 23 | 2.81 | 2.50 | 2.07 | 1.71 | 1.32 | 0.858 | 0.685 | 0.532 | 0.256 | 0.127 | |
| 24 | 2.80 | 2.49 | 2.06 | 1.71 | 1.32 | 0.857 | 0.685 | 0.531 | 0.256 | 0.127 | |
| 25 | 2.79 | 2.48 | 2.06 | 1.71 | 1.32 | 0.856 | 0.684 | 0.531 | 0.256 | 0.127 | |
| 26 | 2.78 | 2.48 | 2.06 | 1.71 | 1.32 | 0.856 | 0.684 | 0.531 | 0.256 | 0.127 | |
| 27 | 2.77 | 2.47 | 2.05 | 1.70 | 1.31 | 0.855 | 0.684 | 0.531 | 0.256 | 0.127 | |
| 28 | 2.76 | 2.47 | 2.05 | 1.70 | 1.31 | 0.855 | 0.683 | 0.530 | 0.256 | 0.127 | |
| 29 | 2.76 | 2.46 | 2.04 | 1.70 | 1.31 | 0.854 | 0.683 | 0.530 | 0.256 | 0.127 | |
| 30 | 2.75 | 2.46 | 2.04 | 1.70 | 1.31 | 0.854 | 0.683 | 0.530 | 0.256 | 0.127 | |
| 40 | 2.70 | 2.42 | 2.02 | 1.68 | 1.30 | 0.851 | 0.681 | 0.529 | 0.255 | 0.126 | |
| 60 | 2.66 | 2.39 | 2.00 | 1.67 | 1.30 | 0.848 | 0.679 | 0.527 | 0.254 | 0.126 | |
| 120 | 2.62 | 2.36 | 1.98 | 1.66 | 1.29 | 0.845 | 0.677 | 0.526 | 0.254 | 0.126 | |
| ∞ | 2.58 | 2.33 | 1.96 | 1.645 | 1.28 | 0.842 | 0.674 | 0.524 | 0.253 | 0.126 | |

B) RESULTADOS ESTADÍSTICOS

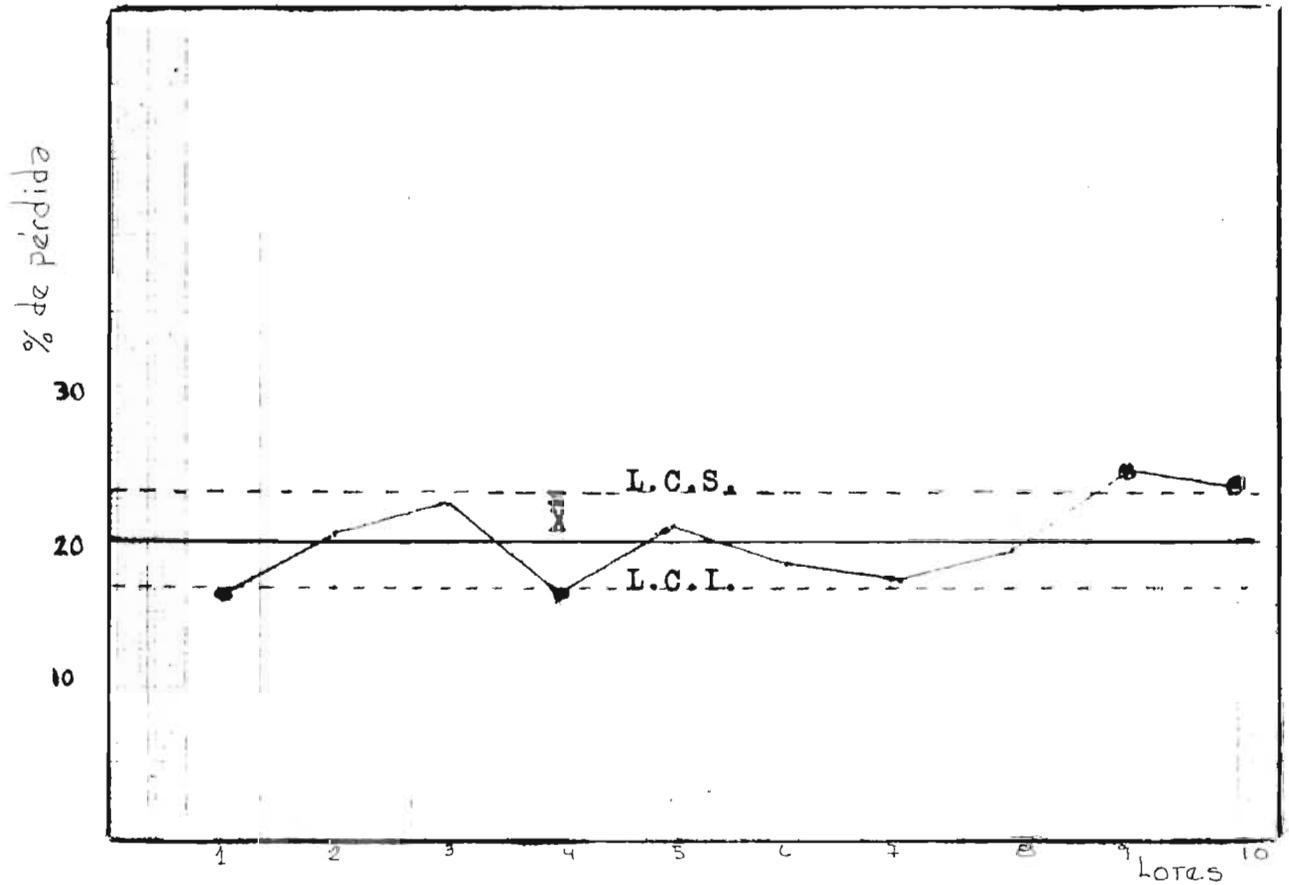


FIG. 7

Gráfica de Control para el porcentaje de pérdida de ácido ascórbico en tomates, sometidos a la acción del calor por 15' . (Datos en Tabla III)

Límite de Control Superios (L.C.S.) = 23

Línea Central (X) = 19.85

Límite de Control Inferior (L.C.I.) = 16.70

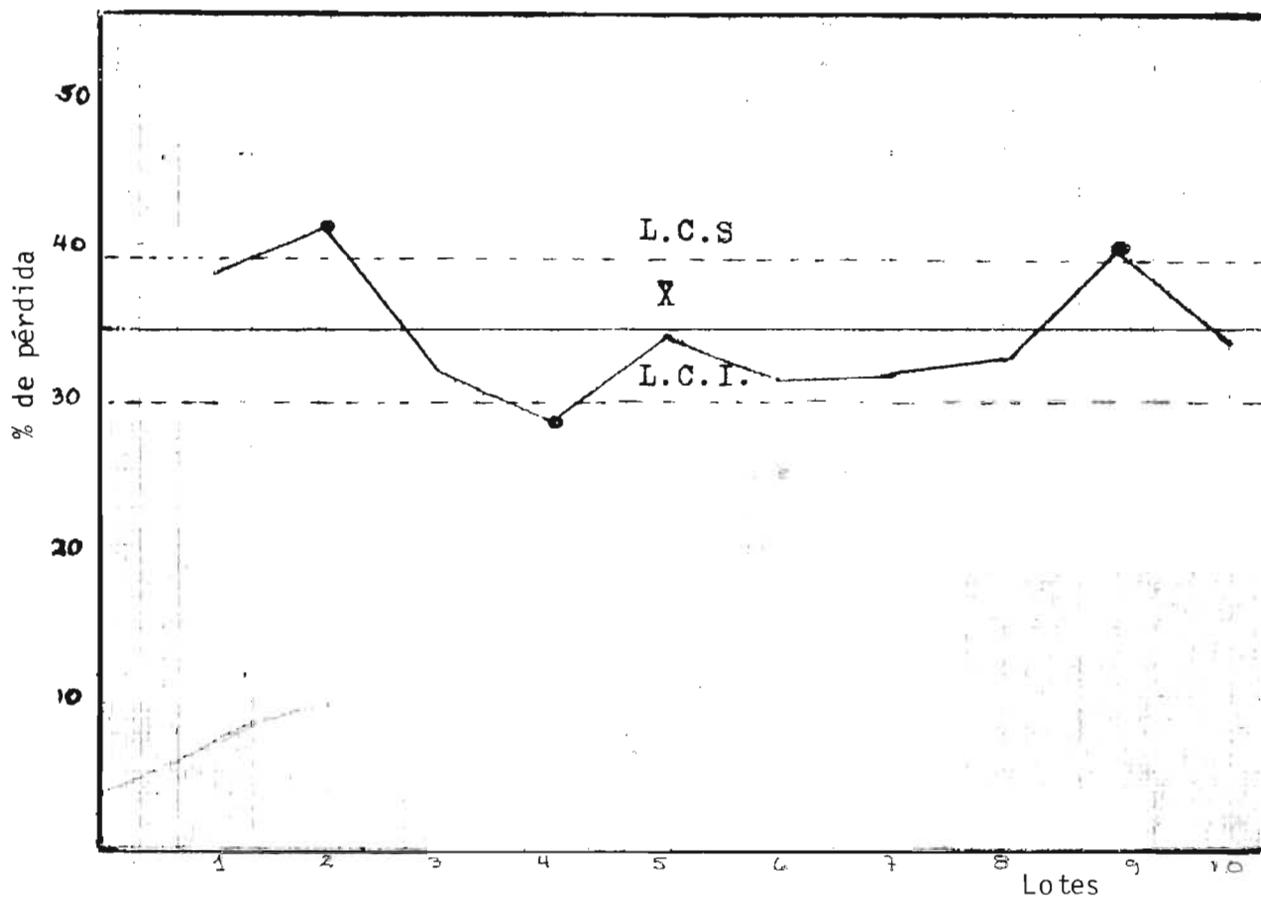


FIG. 8

Gráfica de Control para el porcentaje de pérdida de ácido ascórbico en tomates, sometidos a la acción del calor por 20 minutos

(Datos en Tabla III).

Límite de Control Superior (L.C.S.) = 38.58

Línea Central (X) = 34.13

Límite de Control Inferior (L.C.I.) = 29.68

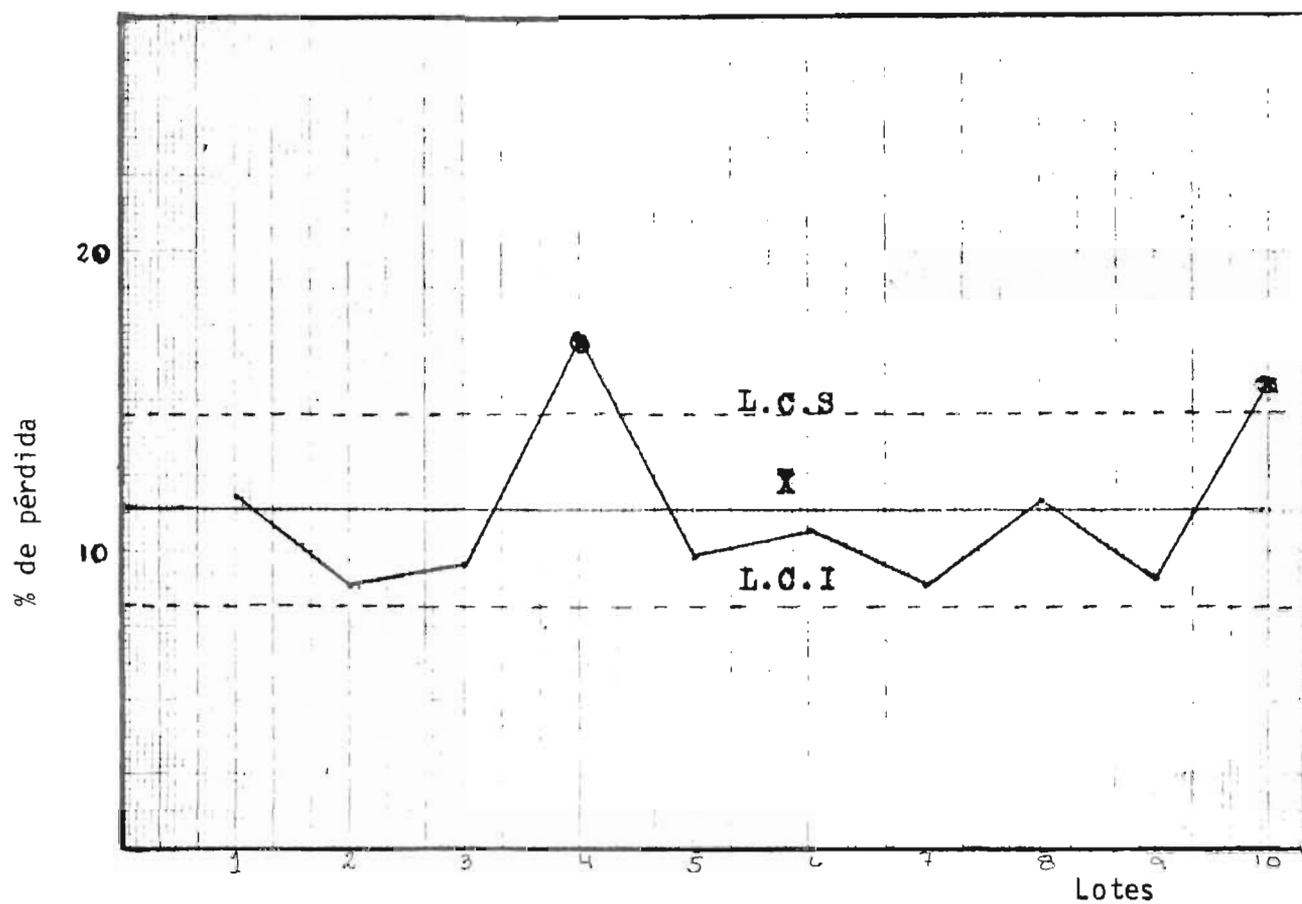


FIG. 9

Gráfica de Control para el porcentaje de pérdida de ácido ascórbico en tomates, sometidos a la acción del calor por 5'. (Datos en Tabla IV)

Límite de Control Superior (L.C.S.) = 14.37

Línea Central (X) = 11.27

Límite de Control Inferior (L.C.I.) = 8.17

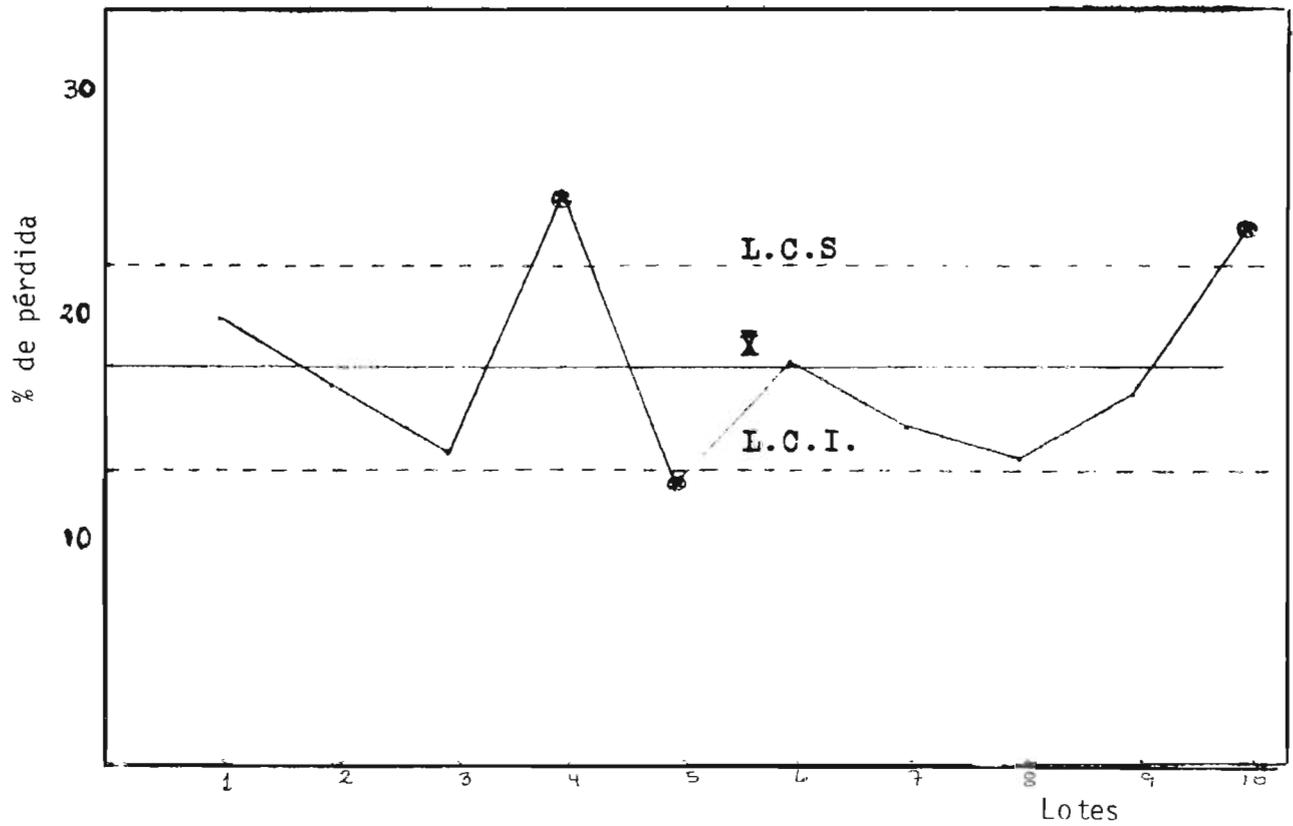


FIG. 10

Gráfica de Control para el porcentaje de pérdida de ácido ascórbico en tomates, sometidos a la acción del calor por 8' (Datos en Tabla IV)

Límite de Control Superior (L.C.S.) = 22.28

Línea Central (X) = 17.65

Límite de Control Inferior (L.C.I.) = 13.02

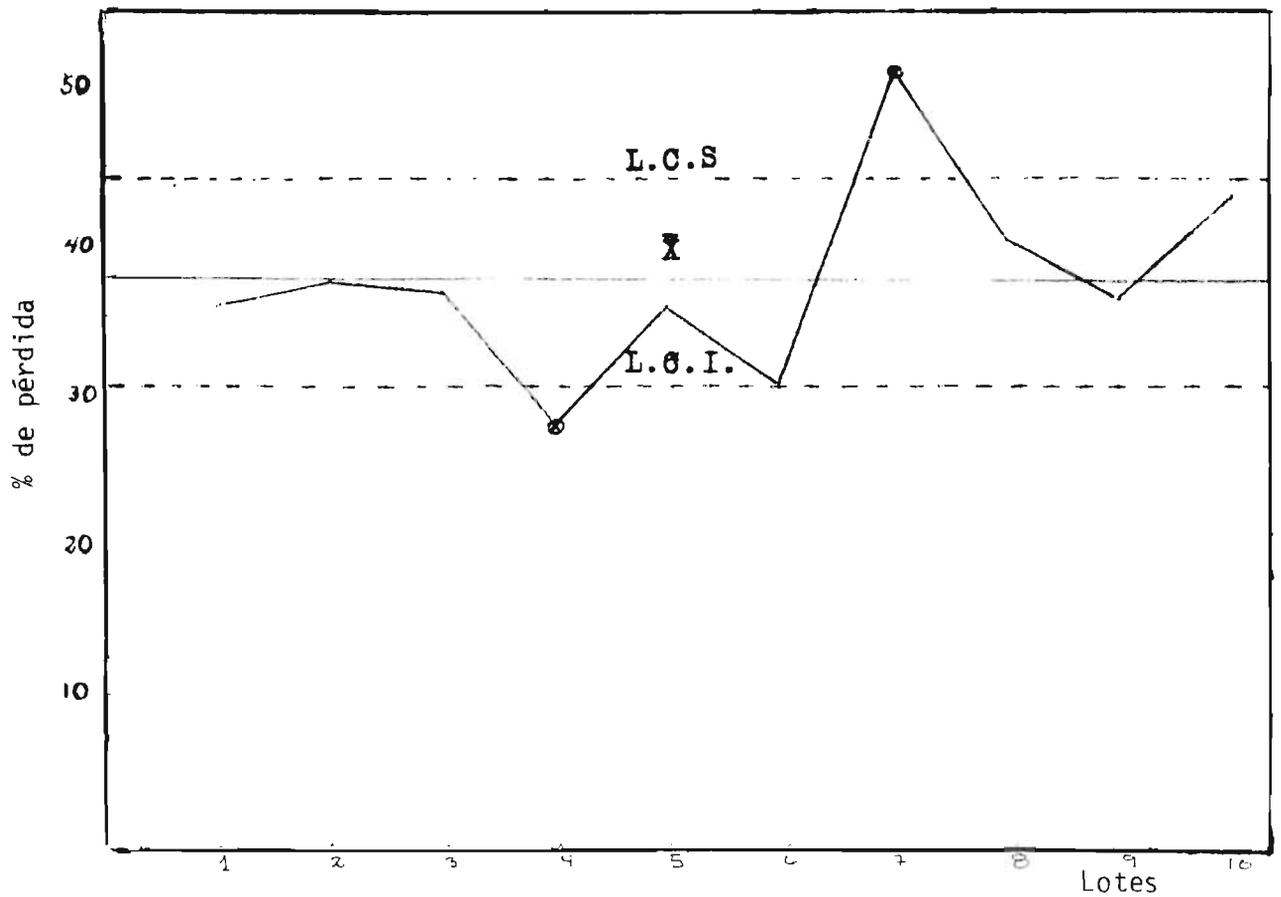


FIG. 11

Gráfica de Control para el porcentaje de pérdida de ácido ascórbico en guisquiles, sometidos a la acción del calor por 15' --

(Datos en Tabla V)

Límite de Control Superior (L.C.S.) = 44.44

Línea Central (\bar{X}) = 37.43

Línea de Control Inferior (L.C.I.) = 30.42

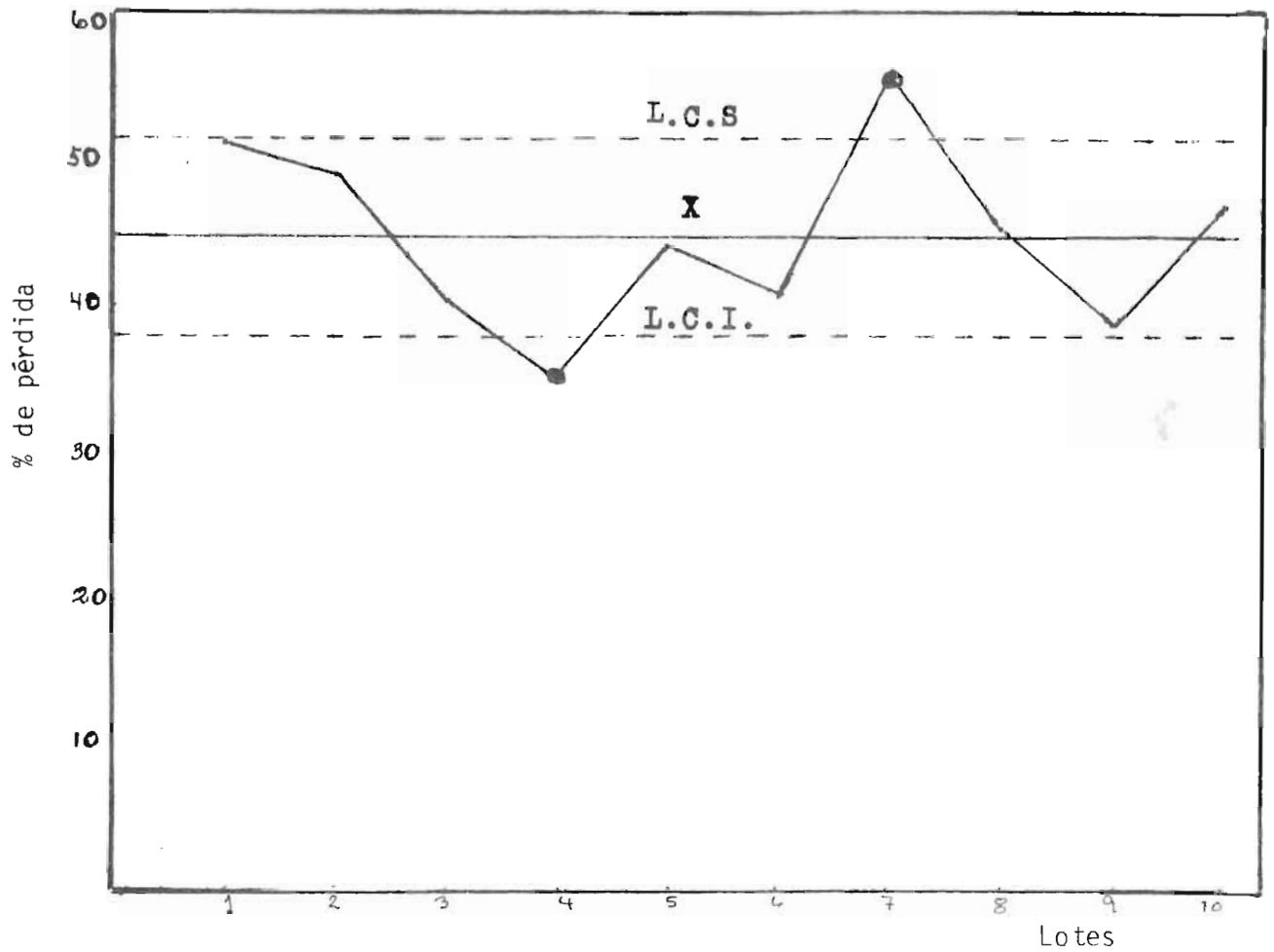


FIG. 12

Gráfica de Control para el porcentaje de pérdida de ácido ascórbico en guisquiles, sometidos a la acción del calor por 20' (Datos en Tabla V)

Límite de Control Superior (L.C.S.) = 51.41

Línea Central (\bar{X}) = 44.71

Límite de Control Inferior (L.C.I.) = 38.01

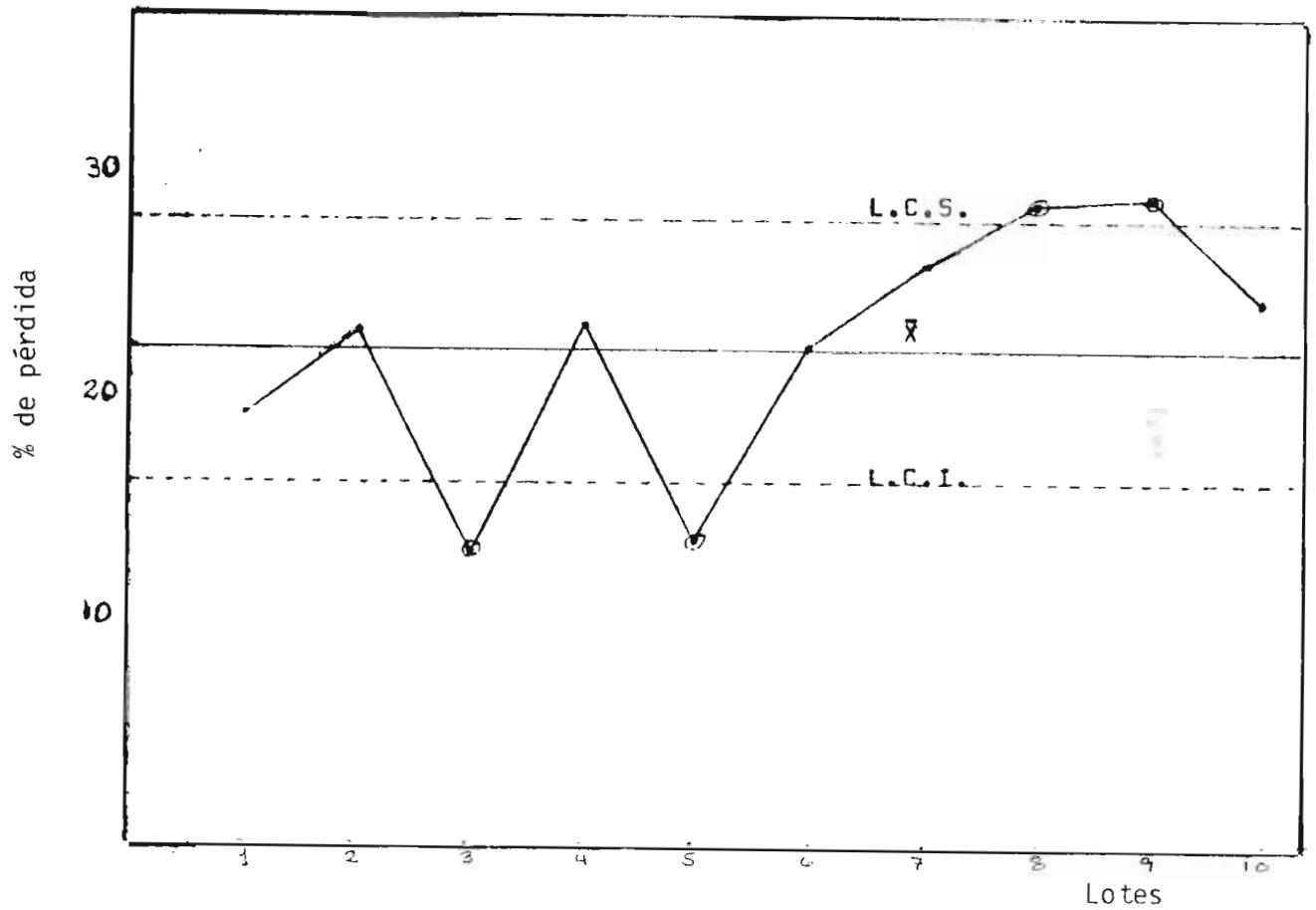


FIG. 13

Gráfica de Control para el porcentaje de pérdida de ácido ascórbico en guisquiles, sometidos a la acción del calor por 5' (Datos en Tabla VI)

Límite de Control Superior (L.C.S.) = 27.89

Línea Central (\bar{X}) = 22.05

Límite de Control Inferior (L.C.I.) = 16.21

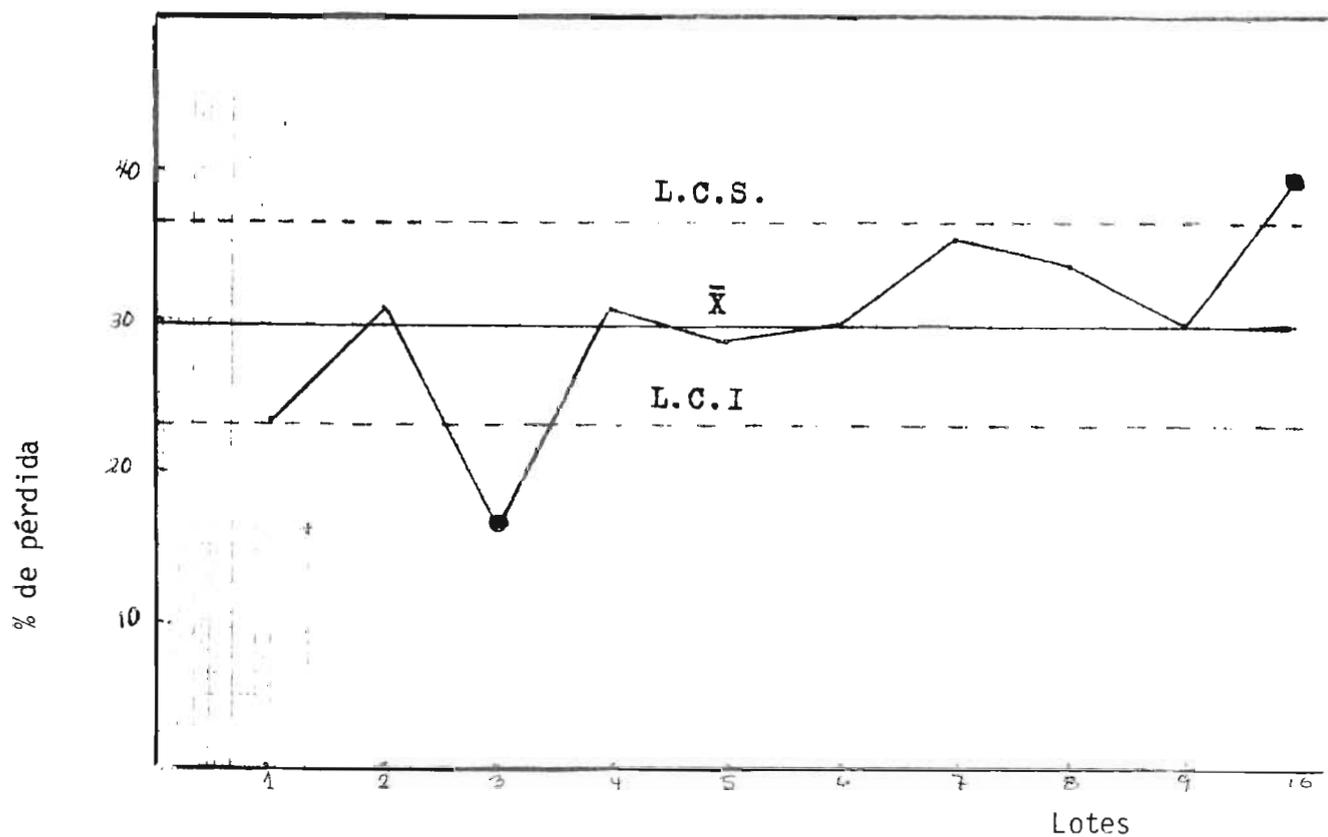


FIG.14

Gráfica de Control para el porcentaje de pérdida de ácido ascórbico en Guisquiles, sometidos a la acción del calor por 8' (Datos en Tabla VI)

Límite de Control Superior (L.C.S.)= 36.72

Línea Central (\bar{X})= 29.83

Límite de Control Inferior (L.C.I.)= 22.94

V- D I S C U S I Ó N

Con frecuencia se producen durante la cocción de los alimentos algunos cambios químicos que pueden ser de importancia nutritiva como la destrucción de ciertas vitaminas, tales como el ácido ascórbico.

De acuerdo a los distintos sistemas de cocción que se utilizan y las temperaturas que se alcanzan, se han originado diferentes métodos de cocción. Los aplicados en este trabajo fueron:

- I- Método de Hervido, que consiste en colocar el alimento en abundante cantidad de agua y aplicarle calor intenso por cierto período de tiempo; por este método se alcanza una temperatura fija alrededor de 100°C.
- II- Método a Vapor (en olla a presión), es un procedimiento que se realiza con poca agua y en recipiente cerrado, con el fin de lograr altas temperaturas de cocción y un ablandamiento más rápido. Al aplicar calor, el agua se transforma en vapor, el cual en un ambiente cerrado alcanza altas temperaturas.

Para tener resultados confiables, se trató de eliminar en lo posible fuentes de error.

- Se trabajó en cuarto con aire acondicionado, con objeto de mantener durante los análisis una temperatura uniforme de 25°C.

- Se analizó el agua de cocción para comprobar que no hubo pérdida de Vitamina C por influencia de iones oxidantes como hierro y cobre; el pH del agua de cocción favorece su estabilidad, puesto que es ligeramente ácido.

Posiblemente hubo pérdidas durante la preparación de las muestras pero éstas serían mínimas

- Las soluciones de ensayo se dejaron en contacto con Norit durante 5 minutos, agitando ocasionalmente con objeto que todo el ácido ascórbico presente, se oxide a dehidroascórbico.

Al verificar la prueba para detectar sustancias básicas en tomate y quisquil, se desarrolló una coloración roja, indicando un pH menor que 1.2; la solución extractante que se usó fue solución de ácido metafosfórico-ácido acético.

En el método de análisis empleado para la cuantificación de ácido ascórbico, cada etapa del proceso debe hacerse en el menor tiempo posible. Tomando como base lo anterior, la filtración de la muestra después de tratarla con Norit lavado con ácido, debe hacerse aplicando vacío pues la filtración corriente es lenta.

En la práctica se comprobó:

- a) Que la solución acuosa de clorhidrato de O-Phenilendiamina es estable por 3 días, guardada en frasco ambar y en refrigeración.

- b) Que la solución de ácido bórico-acetado de sodio usada en los blancos debe prepararse inmediatamente antes de su uso, de lo contrario se obtienen lecturas muy altas en los blancos.
- c) Es importante la agitación.

De acuerdo con el análisis estadístico realizado (Gráficos de Control Fig. 7-11) , se puede observar en los gráficos, que los puntos correspondientes al porcentaje de pérdida de ácido ascórbico en tomate y guisquil después de someterlos durante diferentes períodos a la acción del calor en agua hirviendo y a vapor de agua (en olla a presión), están en su mayoría dentro de los límites de control; lo que indica que los resultados son confiables. Aunque algunos caen fuera de estos límites, pues se trata de productos naturales en los que influyen varios factores tales como: la madurez que no es igual en todos los lotes y existen diferencias en cada una de las unidades del mismo lote. Algunos sufrieron mayor o menor pérdida, durante la cocción. Se detecta más uniformidad en los resultados del porcentaje de pérdida en tomate cocinados por 15 minutos en agua hirviendo. Fig. 7.

Se observa además que el porcentaje promedio de pérdida en las dos hortalizas analizadas es mayor por el método de hervido, esto significa que la degradación de la Vitamina es mayor.

Asimismo, se observa que la degradación del ácido ascórbico es proporcional al tiempo de cocción. En los dos métodos empleados se -

tiene que a mayor tiempo de cocción el porcentaje de pérdida es mayor.

A partir de los resultados obtenidos se detecta un porcentaje promedio de pérdida de ácido ascórbico menor en el tomate, que en el guisquil, posiblemente debido a que el guisquil se cocinó sin pericarpio (cáscara), y en trozos; por tanto hubo mayor contacto de la muestra con el agua de cocción y con los vapores calientes.

Al analizar los resultados de miligramos de ácido ascórbico en tomate para muestras crudas (Tablas III, IV) y guisquil (Tablas V, - VI) hay variabilidad de un lote a otro, esto se debe a que el ácido ascórbico varía en las frutas y hortalizas con el grado de madurez, procedencia de muestras, almacenamiento previo al análisis, especie, otros. Aunque se trató de minimizar en lo posible estas diferencias siempre hubo influencia de estos factores.

Las muestras de guisquil analizadas, se seleccionaron en un grado de madurez antes del estado de sazón. Las muestras de tomate fueron seleccionadas en un grado de madurez adecuado. Esto con objeto de que fuesen representativas del estado en que generalmente son consumidas.

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

En base a resultados obtenidos en este trabajo, se puede concluir:

- 1) Que el calor influye grandemente en la degradación del ácido ascórbico, pues hay pérdidas del contenido de esta vitamina en las hortalizas analizadas después de cocinarlas por cualquiera de los métodos de cocción utilizados.
- 2) Que la pérdida de ácido ascórbico por cocción es mayor cuando las hortalizas se cocinan por el Método de Hervido, pues se necesita un tiempo de cocción mayor, y hay pérdidas por solución en el líquido de cocción.
- 3) De acuerdo a los resultados se puede afirmar que el tomate constituye una mejor fuente de ácido ascórbico que el guisquil.

Para estar seguros que suficiente cantidad de Vitamina C llega al consumidor, debe reducirse en lo posible pérdidas en la preparación de los alimentos que la contienen. Para ello debe tomarse en cuenta precauciones como:

- Utilizar una pequeña cantidad de agua en su cocción, para evitar pérdidas por solución
- En caso de cocinar hortalizas en trozos estos deben ser grandes.
- Debe cocinarse las verduras hasta el justo ablandamiento.
- De preferencia consumirse crudos, cuando sea posible; así se evitan pérdidas por acción del calor.

- Cocinar las verduras por el Método a Vapor, ya que hay menos pérdida, pues el tiempo para el ablandamiento es menor y se utiliza una menor cantidad de líquido.

- 4) El método aplicado en este trabajo, cuantifica Vitamina C total (ácido ascórbico más ácido dehidroascórbico); el ácido ascórbico presente en la muestra se oxida previamente a ácido dehidroascórbico y es la forma oxidada la que reacciona con la O-Phenilendiamina formando 3-(1,2-Dihidroxyethyl) furo[3,4-b]quinoxaline - 1 - one (compuesto fluorescente). Por tanto este método presenta el inconveniente de no cuantificar la vitamina C sin degradarse, lo que representaría un obstáculo para aplicarlo con objeto de comprobar la estabilidad de dicho compuesto.

Presenta Ventajas como:

Es un método altamente sensible, sustancias extrañas no interfieren, puede analizarse muestras coloreadas.

VII - B I B L I O G R A F í A

- Burton Benjamín T., Nutrición Humana 2a. Ed. Organización Panamericana de Salud. Washington . D.C. 1969.
- Cantarow Abraham Dr. Schepartz Bernard Dr; Bioquímica, 4a. Ed. Editorial Interoamericana México D.F. 1969.
- Clarck, W.G.C. Isolation and Identification of Drugs, 3a. Ed. Vol. 1. 1960.
- Evaluación Nutricional de la Población de Centro América y Panamá. El Salvador. INCAP, OIR, Ministerio de Salud Pública y Asistencia social 1969.
- Fisher Patty y Bender Arnold, Valor Nutritivo de los alimentos. Editorial Limusa-Wiley, S.a. México 1972.
- Higuchi Takeru and Brochmann-Hanssen Einar, Pharmaceutical Analysis Interscience Publishers 1961.
- López Alfredo, Krehl W.A., and Good Eleanor. Influence of time and temperatura in Ascorbic Acid Stabilite. Journal of Dietetic Association Vol. 59. N° 4 , April 1967.
- Loeb-Cecil, Tratado de Medicina Interna, 13a. Ed. Editorial Interoamericana Tomo II.
- Manzur- Ul-Haque Hashmi , Assay of Vitamins in Pharmaceutical Preparations, London Wiley & Sons. 1972.

- Maynard A. Joslyn, Methods in Food Analysis, Physical, Chemical, and Instrumental Methods of analysis, College of Agriculture Sciences, Department of Nutritional Sciences, University of California Second. Ed. 1970.
- Marks, John. Las Vitaminas una revisión actualizada, Productos Roche S.A. Madrid.
- Montes Adorfo Leandro, Bromatología, Editorial Universitaria de Buenos Aires. Tomo II, 1969.
- Noble Isabel, ph D., Ascorbic Acid and color of Vegetables. Journal of Dietetic Association, Vol. 50. N° 4. April 1967.
- Official Methods of Analytical Chemist. Ed. 1975. AOAC.
- Pearson D. Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos, Editorial Acribia. Zaragoza (España) 1976.
- Roy Ramb. B, Conneta Aldo y Salpeter Jerry, Automated Fluorometric Method for Determination of Total Vitamin C in food - Products. Journal AOAC. Vol. 59 N° 6 Noviembre 1976.
- Schalack, Janis E. Quantitative determination of 1-Ascorbic Acid by Gas-Liquid Chromatography. Journal AOAC Vol. 57 N° 6 Noviembre de 1974.

- Strohecker, Henning Heinz M. Análisis de Vitaminas Métodos comprobados, Ed. Paz Montalvo, 1967.
- Spiegel Murray R. ph D. Teoría y Problemas de Estadística, Libros McGraw Hill de México, S.A. de C.V. 1974.
- The United States Pharmacopeia. Nineteenth revision (USP XIX) Ed. Twinbrock Parway Inc. 1975.