

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Ingeniería
en Ciencia de los Alimentos

Determinación de vida de anaquel
en pulpa de guanaba (*Anona muricata*)
congelada por medición de la pérdida
de Vitamina C utilizando como
método de análisis la espectrofotometría

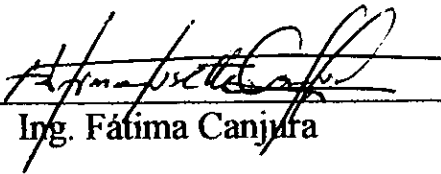
Trabajo de investigación presentado por
Erick Estuardo Lucas Godoy
para optar al título de Ingeniero en Ciencias de los
Alimentos con el grado de Licenciado

BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Guatemala, 1993

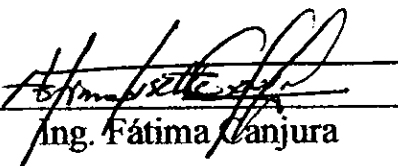
Determinación de vida de anaquel
en pulpa de guanaba (*Anona muricata*)
congelada por medición de la pérdida
de Vitamina C utilizando como
método de análisis la espectrofotometría

Asesor Vo.Bo.:

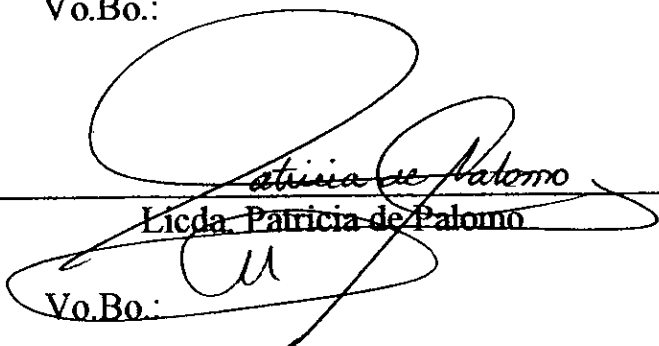
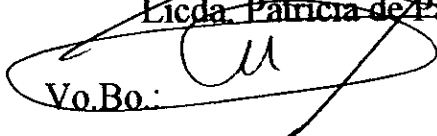
(f) 
Ing. Fátima Canjura

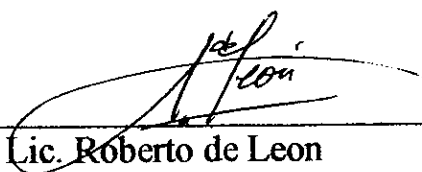
Tribunal:

Vo.Bo.:

(f) 
Ing. Fátima Canjura

Vo.Bo.:

(f) 
Licda. Patricia de Palomo
Vo.Bo. 

(f) 
Lic. Roberto de Leon

Fecha de aprobación.

AGRADECIMIENTOS

A MI ESPOSA Arq. GLORIA GARCÍA DE LUCAS

A MIS HIJAS MARIPAZ LUCAS GARCÍA
 VALERIA LUCAS GARCÍA

A MIS PADRES Dr. ROMEO LUCAS MEDINA
 Licda. ILEANA GODOY CALZIA
 M.A.

A MIS HERMANOS IVÁN ALEJANDRO LUCAS GODOY
 JÉSSICA LUCAS DE CALITO
 JENNIFER LUCAS

A MIS PROFESORES

A MIS AMIGOS

V.MATERIALES Y MÉTODOS	21
A. Materiales	
1. Equipo	21
2. Cristalería	21
3. Otros	22
4. Reactivos	22
B. Método	
1. Preparación de soluciones	22
2. Preparación de muestras	23
3. Determinación de concentración en Vitamina C	23
4. Análisis sensorial	24
VI. RESULTADOS	25
VII. DISCUSIÓN	27
VIII. CONCLUSIONES	32
IX. SUGERENCIAS	33
X. BIBLIOGRAFÍA	34
XI. APÉNDICES	36
XII. GLOSARIO	56

CONTENIDO

RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
A. Caracterización de la guanaba (<i>Annona muricata</i>).	5
1. Origen y distribución de la guanaba	5
2. Clasificación y descripción botánica.	5
3. Condiciones ambientales	7
4. Valor nutritivo	8
5. Propagación	9
6. Propagación vegetativa	10
7. Establecimiento de la plantación	11
8. Riego y poda	12
9. Combate de malezas	12
10. Mercado de la guanaba	12
B. Importancia de la Vitamina C	13
1. Reseña histórica	13
2. Propiedades	14
3. Oxidación	14
4. Vitamina C como antioxidante	16
5. Estabilidad	17
C. Vida de anaquel en productos congelados	18
D. Determinación de vida de anaquel en alimentos	20

LISTA DE TABLAS

	PÁGINA
Datos de absorbencia promedio para curvas de calibración	36
Regresión lineal para curvas de calibración	37
Promedio de temperaturas registradas en los congeladores durante el almacenamiento	38
Promedio de humedades relativas registradas en los congeladores durante el almacenamiento	39
Datos de absorción y concentración de Vitamina C (datos obtenidos en muestra de pulpa de guanaba almacenada a -4.13°C)	40
Datos de absorción y concentración de Vitamina C (datos obtenidos en muestra de pulpa de guanaba almacenada a -6.84°C)	41
Datos de absorción y concentración de Vitamina C (datos obtenidos en muestra de pulpa guanaba almacenada a -11.63°C)	42
Datos de \ln (Vitamina C) en pulpa de guanaba para las temperaturas de almacenamiento y sus respectivas regresiones	43
Datos de concentración de ácido ascórbico en pulpa de guanaba antes y después de tratamiento térmico	44
Datos utilizados en la elaboración de la grafica $1/T$ en $^{\circ}\text{K}$ y $-\ln K$, con su correspondiente recta de regresión	44
Datos para la curva de vida de anaquel de pulpa de guanaba congelada con una perdida de 25%	

LISTA DE TABLAS

	PÁGINA
Datos de absorbencia promedio para curvas de calibración	36
Regresión lineal para curvas de calibración	37
Promedio de temperaturas registradas en los congeladores durante el almacenamiento	38
Promedio de humedades relativas registradas en los congeladores durante el almacenamiento	39
Datos de absorción y concentración de Vitamina C (datos obtenidos en muestra de pulpa de guanaba almacenada a -4.13°C)	40
Datos de absorción y concentración de Vitamina C (datos obtenidos en muestra de pulpa de guanaba almacenada a -6.84°C)	41
Datos de absorción y concentración de Vitamina C (datos obtenidos en muestra de pulpa guanaba almacenada a -11.63°C)	42
Datos de \ln (Vitamina C) en pulpa de guanaba para las temperaturas de almacenamiento y sus respectivas regresiones	43
Datos de concentración de ácido ascórbico en pulpa de guanaba antes y después de tratamiento térmico	44
Datos utilizados en la elaboración de la grafica $1/T$ en $^{\circ}\text{K}$ y $-\ln K$, con su correspondiente recta de regresión	44
Datos para la curva de vida de anaquel de pulpa de guanaba congelada con una perdida de 25%	

de ácido ascórbico	45
Datos para la curva de vida de anaquel de pulpa de guanaba congelada con una pérdida de 40 % de ácido ascórbico	45
Datos para curva de vida de anaquel de pulpa de guanaba congelada con una pérdida de 50% de ácido ascórbico	46
Resultados del análisis sensorial en consumidores de refresco de guanaba preparados con muestras de pulpa almacenada con 50% de pérdida de ácido ascórbico	46
Datos de análisis de varianza para la recta de regresión de días de almacenamiento y la concentración de Vitamina C para pulpa de guanaba congelada a -11.63°C	47
Datos de análisis de varianza para la recta de regresión de días de almacenamiento y concentración de Vitamina C para pulpa de Guanaba congelada a -4.13°C	47
Datos de análisis de varianza para la recta de regresión de días de almacenamiento y concentración de Vitamina C para pulpa de guanaba congelada a -6.84°C	48
Composición de la guanaba	48

LISTA DE GRÁFICAS

Concentración de Vitamina C en pulpa de guanaba almacenada a -11.63°C	49
Concentración de Vitamina C en pulpa de guanaba almacenada a -6.84°C	50
Concentración de Vitamina C en pulpa de guanaba almacenada a -4.13°C	51
Regresión lineal	52
Gráfica $1/T$ K y $-\ln K$	53
Tiempo de almacenamiento y $\ln [\text{Vitamina C}]$	54
Curva de vida de anaquel de pulpa de guanaba congelada	55

RESUMEN

En el presente trabajo de tesis se realizó la determinación de vida de anaquel en pulpa de guanaba congelada, (*Annona muricata*). Para evaluar la pérdida de vida de anaquel se determinó la degradación de vitamina C (ácido ascórbico). Esta medición en pérdida de vitamina fue determinada mediante un método analítico espectrofotométrico el cual utiliza la oxidación del Hierro (III) y a la 1,1000 Fenantrolina como indicador. Con los datos de pérdida en concentración de vitamina C se procedió a utilizar la ecuación de Arrhenius con la cual se obtuvo la curva de vida de anaquel ($\ln K_0$ Vrs. A/T) para la reacción degradativa durante el almacenamiento de fruta congelada.

Para iniciar el trabajo, se efectuó una revisión bibliográfica acerca de las características de la guanaba, obteniendo la información disponible acerca de esta fruta exótica. También se obtuvo información acerca de la importancia de la vitamina C en los alimentos, así como también su efecto en frutas y verduras congeladas.

Para la parte experimental se localizaron unos árboles frutales de guanaba en el departamento de Jutiapa, Guatemala.

La pulpa se extrajo manualmente y se le aplicó un tratamiento térmico para inactivación de enzimas. La pulpa se almacenó en tres congeladores distintos, a los cuales se les midió la temperatura y la humedad relativa, cada 15 días aproximadamente. Para apoyar los resultados, se utilizó una evaluación sensorial de los productos usando una escala de 1,10 donde 1= mínima aceptabilidad y 10= máxima

aceptabilidad, los resultados obtenidos indicaron una preferencia significativa un nivel estadístico con una media de 8.1 de aceptación para la pulpa almacenada a -11.63°C .

Las curvas de vida de anaquel que se obtuvieron para la pulpa de guanaba con 25, 40, y 50% en pérdida de Vitamina C indican que se logra un almacenamiento de 702, 288 y 233 días aproximadamente si se almacena la fruta a -18°C . De los resultados obtenidos se pudo concluir que existe la factibilidad de utilizar la pérdida en vitamina C, como indicador de la degradación de la guanaba, y por este medio se logró encontrar la vida de anaquel en pulpa de guanaba congelada.

I. INTRODUCCIÓN

Es indiscutible la importancia económica que han cobrado los productos no tradicionales en Guatemala. La apertura de nuevos mercados y la competitividad de los productores han traído como consecuencia lógica el aumento de la investigación y la elaboración de productos novedosos y naturales para su exportación, de los cuales la demanda aumenta cada día más.

Guatemala es un país que, debido a su variedad climática según las diversas regiones del país, tiene la posibilidad de cultivar productos agrícolas tropicales para la exportación a países en los cuales estas frutas y vegetales no pueden ser producidas. Entre éstas frutas se encuentra la guanaba (*Annona muricata*) una fruta tropical de sabor muy agradable utilizada en la elaboración de refrescos, helados, batidos, etc. La guanaba aún no ha sido explotada industrialmente. Se le considera como una fruta exótica y tiene potenciales para la exportación al igual que para el consumo nacional.

Por ser una fruta aún no explotada comercialmente, no existe mucha información acerca de la misma, en cuanto a su procesamiento, almacenamiento, etc. Como la fruta se utiliza principalmente para refrescos, se ha tomado en cuenta la posibilidad de comercializarla congelada, para preservar sus propiedades naturales. Para ello es necesario saber el tiempo de vida de anaquel del producto durante el almacenamiento para asegurar al consumidor un producto de calidad aceptable.

Esto se logró mediante la determinación del porcentaje de pérdida de vitamina C, que está asociada a la degradación del producto. Existen diferentes métodos químicos para la determinación de vitamina C en alimentos. Entre estos métodos se puede encontrar el que sugiere la Asociación de Químicos Analíticos (Association of Analytical Chemists A.O.A.C.) para la determinación de ácido ascórbico en jugos, el cual emplea un método de titulación que utiliza al 2,6- dicloroindofenol como reactivo indicador que cambia de coloreado al incoloro en el punto final de la titulación. Este es un método lento y de poca exactitud.

En el presente trabajo se utilizó un método espectrofotométrico que se basa en la reducción de hierro (III) utilizando a las 1,10 fenantrolina como reactivos. Este método se utilizó debido a su rapidez y facilidad en la aplicación en bebidas que contengan vitamina C. Otros métodos que se sugieren en la literatura son bastante complejos, los cuales requieren equipo sofisticado, como la fluorimetría.

Para la evaluación de la vida de anaquel se empleó el método de Arrhenius, con el cual se determinó la energía de activación de la reacción de degradación de Vitamina C. El método de Arrhenius relaciona temperatura de almacenamiento y las constantes de reacción (K_0). Mediante dicha relación es posible predecir la vida de anaquel de los productos alimenticios a diversas temperaturas de almacenamiento.

II. OBJETIVOS

A. General: Determinar el tiempo de vida de anaquel en pulpa de Guanaba congelada utilizando el método de Arrhenius.

B. Específicos

1. Determinar por medio de un método espectrofotométrico la pérdida en concentración de Vitamina C en la pulpa de guanaba.
2. Estimar (por medio de extrapolaciones) el tiempo de vida útil de la pulpa de guanaba congelada a las distintas temperaturas de almacenamiento.
3. Verificar la factibilidad de utilizar la pérdida de Vitamina C como un indicador de la degradación de la guanaba (*Annona muricata*.)

III. HIPÓTESIS

Por medio de determinaciones de pérdidas de Vitamina C, es posible utilizar el método de Arrhenius para encontrar la vida de anaquel en pulpa congelada de guanaba (*Annona muricata*).

Ho Hipótesis Nula: No existe dependencia alguna entre los días de almacenamiento con respecto a la degradación de la Vitamina C en pulpa de guanaba congelada.

Ha Hipótesis Alternativa: Sí existe dependencia entre los días de almacenamiento con respecto a la degradación de la Vitamina C en pulpa de guanaba congelada.

IV. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. Caracterización de la guanaba (*Annona muricata*)

1. Origen y Distribución de la guanaba. Es un frutal posiblemente originario de Sur América y América Tropical, tuvo una expansión muy amplia en tiempos prehistóricos. No se conoce en estado silvestre. Al contrario de las demás anonáceas, se le puede encontrar comúnmente en jardines de casas particulares. (Hernández, 1985).

Los primeros exploradores españoles introdujeron la guanaba a España, de donde se esparció a otros países mediterráneos: Francia, Italia, Argelia y Egipto; últimamente ha sido llevada a Ceylán, África del Sur, Australia y en la actualidad aparece en todas las regiones de clima subtropical. (Hernández, 1985).

Se conocen más de 50 especies de este género de la familia de las anonáceas. El área geográfica principal de todas las especies del género *Annona*, está en la zona tropical americana o cerca de los trópicos (Chandler, 1962).

2. Clasificación y Descripción Botánica. La guanaba pertenece a la familia de las anonáceas, cuyo nombre científico es: *Annona muricata*. El árbol es pequeño, de unos 5 a 8 metros de altura, tallo único y ramificación simétrica, es de porte esbelto, comienza a fructificar entre los tres y cinco años y alcanza su pleno desarrollo entre los seis y ocho años, según las condiciones de suelo y clima. (Hernández, 1985).

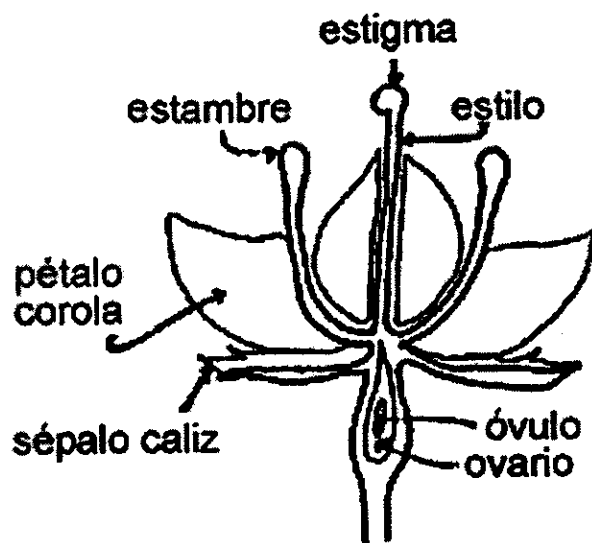
Esta especie está muy extendida en los huertos familiares, alcanza una altura de 4.5 metros; está cubierto de hojas de un color verde más brillante que la mayor parte de las otras especies de anona productoras del fruto, tiende a no tener un período en el que está totalmente desprovisto de hojas. (Chandler, 1962).

Las hojas son enteras y el peciolo de la hoja o peciolo es corto, su forma es oblonga, es decir más larga que ancha, elíptica y coriácea (parecido a l cuero). S u

color es verde oscuro, brillante por el haz y verde amarillento mate por el envés, teniendo una longitud de 6 a 18 cms. (Chandler, 1962).

Las flores son hermafroditas (tienen ambos sexos), aunque presentan el fenómeno de dicogamia, es decir, la flor masculina madura en diferente época que la femenina. Las flores se forman sobre ramitas cortas auxiliares o directamente sobre el tronco y tienen olor fuerte, poseen tres sépalos de color verde oscuro y seis pétalos de color cremoso dispuestos en dos filas y en posición alterna; los exteriores son más grandes que los interiores. Los estambres son numerosos y dispuestos alrededor de los pistilos, los ovarios también son abundantes y muy pubescentes.

Las flores nacen principalmente en las ramas adultas y regularmente son más grandes que las de algunas otras especies (*vid.* Figura 1).



La flor de la Guanaba

Figura 1

El fruto tiene de 15 a 22 cm. de largo, cuando se desarrollan todos los carpelos es de forma oblonga o acorazonada, y puede pesar has 1.8 o 2.2 kg (*vid.* Figura 2).



El fruto de la Guanaba

Figura 2

La piel es de color verde cuando el fruto está maduro, tiene numerosas espinas características, blandas, dirigidas hacia el ápice a causa de que algunos óvulos no son fecundados y posiblemente debido a ataques de insectos; una gran parte de los frutos que se ofrecen en los mercados muestran deformaciones. El interior es blanco, con bandas de tejido blanda algodonosa, que contiene muchas semillas negras, tiene un sabor específico ácido y dulce especialmente agradable en helados y refrescos. Se ha comprobado que es una buena fuente de vitaminas B y C. El árbol no parece tener un rendimiento alto en frutos. El fruto puede madurar sobre el árbol mismo durante gran parte del año, pudiéndose ver frutos maduros y flores en el árbol simultáneamente (Chandler, 1962).

3. Condiciones Ambientales. Son frutos tropicales y se encuentran desde el nivel del mar hasta 1000 metros de altura. El clima adecuado es el cálido y seco, con una temperatura media situada entre 25 y 28° C. Debe tener suficiente precipitación pluvial y una estación seca marcada, produce pocos frutos en zonas montañosas y es aconsejable su protección contra el frío y los vientos fuertes. Requiere suelos francos, es decir, suelos con similar porcentaje de limo, arena y arcilla, aunque pueden desarrollarse, con una fertilidad media, en suelos arcillosos y profundos. La reacción del suelo puede ser ácida o moderadamente alcalina, aunque son más convenientes los suelos con pH (grado de acidez) de 5.5 a 6.5 y con textura liviana (Hernández, 1985).

La especie es puramente tropical y de todas las especies de *annona*, es la menos resistente al frío, sobreviviendo únicamente en las partes más calurosas de Florida, en EEUU.

El árbol parece ser relativamente tolerante a los suelos compactos, poco profundos y vive bien en suelos donde el aguacate no puede vegetar (Chandler, 1962).

2. Valor Nutritivo

El valor nutritivo de 100 g de fruta es el siguiente

VALOR NUTRITIVO

COMPONENTE	GRAMOS	MILIGRAMOS	%
Prótidos	0.9		
Lípidos	0.7		
Glúcidos	14.1		
Calorías	60.0		
Fósforos		2.8	
Calcio		2.2	
Hierro		0.6	
Vitamina A	20		
Vitamina B1		0.06	
Vitamina B2		0.07	
Vitamina C		2.2	
Niacina		0.9	
Agua			80.2%

Fuente : Hernández, 1985

5. Propagación. Por semilla o sexualmente. La propagación sexual consiste en seleccionar semillas de los árboles que hayan mostrado comportamiento en cuanto a precocidad, producción y resistencia a enfermedades. Las semillas se extraen de los mejores frutos de árboles bien desarrollados y sanos. Se lavan, limpian y se meten en agua durante un día, luego se sacan y se ponen a secar. El problema de este tipo de propagación es que se presenta gran variación entre los distintos árboles de una misma especie, por lo cual es preferible utilizar la semilla de color negro (Hemández, 1985).

Los semilleros se hacen en hileras que sobresalgan de unos 15 a 20 cm del suelo y tengan 1 m. de ancho por el largo conveniente de acuerdo a la cantidad de semilla a sembrarse. Debe escogerse un sitio de tierra vegetal suelta, fértil y rica en materia orgánica, que luego se mezcla con igual cantidad de arena lavada. Si no se consigue tierra vegetal buena, puede hacerse la mezcla con partes iguales de tierra, arena y estiércol bien descompuesto. El método más rápido para desinfectar el semillero es cubrirlo con polietileno y fumigarlo con bromuro de metilo o ponerle Basamid, la desinfección es necesaria para evitar la aparición de enfermedades causadas por hongos, principalmente la pudrición de raíces por *Fusarium*, *Clostridium Rhizoctonia* y otros (Hemández, 1985).

En la hilera se abren pequeños surcos de 4 cm. de profundidad y a una distancia de 25 cm. entre sí, en los que se colocan semilleros con una separación de 5 cm. y se cubren sin apretar demasiado la tierra. Normalmente tardan entre 25 y 40 días en germinar (Hemández, 1985).

Cuando las plantas de guanaba tienen 8 a 12 cm. de altura deben trasplantarse al vivero, el cual debe prepararse antes con tierras sueltas abonadas. Para ello se riega bien el semillero hasta ablandar la tierra, se sacan las plantitas una a una procurando no maltratar las raíces y se trasplantan a bolsas de polietileno de tamaño conveniente, llenas de tierra suelta y bien abonada, en donde se las cuidará hasta su plantación en el sitio definitivo, lo que podrá hacerse cuando alcancen de 50 a 70 cm. de altura. Para controlar algunas enfermedades que afectan las plantas en el vivero se pueden hacer aplicaciones de Dithan M 45, Kocide 101, cada 15 a 22 días (Hemández, 1984).

6. Propagación vegetativa

El injerto de la guanaba debe hacerse con sumo cuidado para que se adhiera, ya que las yemas son poco vigorosas y muy pequeñas, razón por la cual es conveniente prepararlas con 15 o 20 días de anticipación. Esto último permite forzar la savia a fortalecer las yemas. (Hemández, 1985).

Una vez preparada la rama, se corta a unos 10 o 15 cm de la yema terminal, de manera que contenga otras dos o tres bien brotadas, se da a la base una forma de cuña y se injerta en la hendidura abierta a la corteza del patrón, procurando que el corte sea inclinado y superficial; es decir, que no penetre mucho en la zona del cambium, (*vid.* Figura 3).

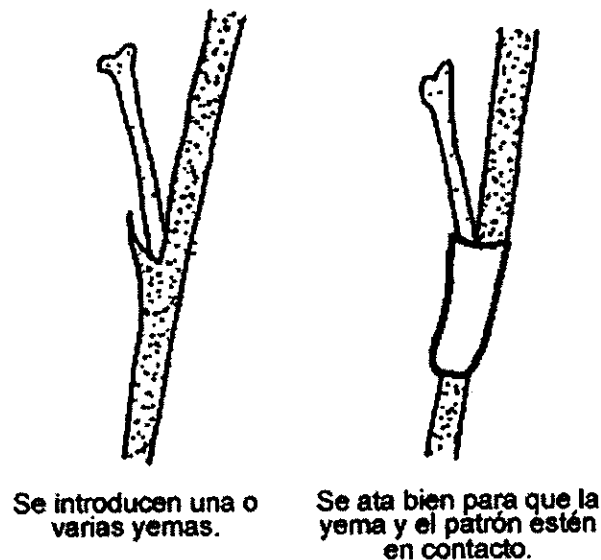


Figura 3

Una vez insertada la yema, operación que debe hacerse lo más rápidamente posible para que la savia no se riegue, se hace el correspondiente vendaje con cinta plástica. El injerto brota a los 22 días. (Hemández, 1985).

7. Establecimiento de la plantación

Siendo la guanaba un árbol perenne, es conveniente establecer la plantación, para que tenga siempre suficiente humedad y las condiciones físicas del suelo le permitan un buen enraizamiento. Cuando se trata de plantaciones comerciales, debe ararse profundamente el terreno, luego darle dos pasos de rastro y finalmente nivelarlo, con ello se consigue un buen drenaje y se evita el crecimiento excesivo de las malas hierbas. En las plantaciones pequeñas y huertas familiares donde no sea posible arar, deben hacerse los hoyos y limpiar las malezas antes de plantar los arbolitos. La correcta distribución de los árboles es muy importante en toda la plantación frutal, porque permite mejor crecimiento y fructificación, facilita el riego, las labores de cultivo y la cosecha. Como la guanaba es de crecimiento erecto, se puede plantar a una distancia de 8 x 8 metros. En terrenos arcillosos, donde normalmente el árbol crece menos, se puede plantar a una distancia de 7 x 7 metros (Hernández, 1985).

El trazado para la plantación (*vid.* figura 4) puede hacerse cuadrangular, conocido también como sistema de "marco real" o con el sistema a tres bolillos, conocido también como pata de gallo. Este último sistema permite un mayor número de plantas en la misma superficie. (Hernández, 1985).

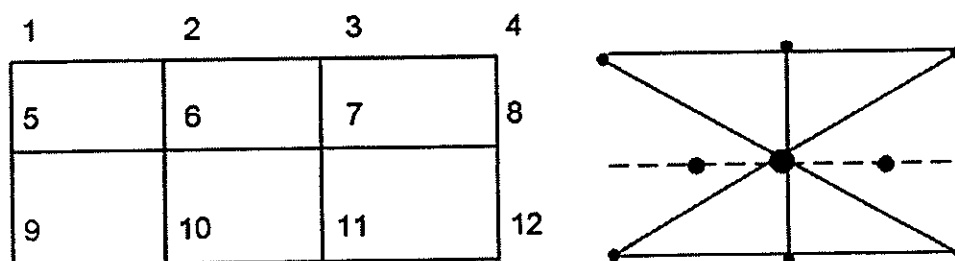


Figura 4

Terminada la preparación, nivelación y trazado del terreno, se procede a abrir los hoyos, los cuales pueden ser de 0.40 x 0.40 metros, aunque es preferible una dimensión de 0.60 metros. Debe tenerse la precaución de poner la tierra superficialmente en montón, aparte y mezclarla con 250 gramos de fertilizante de la fórmula 10-30-10, aunque ésta varía de acuerdo con el análisis químico del suelo.

También el estiércol bien descompuesto da buenos resultados cuando se trata de terrenos con suficiente fósforo y potasio; en el momento del trasplante se pueden mezclar 5 Kg con la tierra. Para rellenar el hoyo se echa primero la tierra superficial mezclada con el estiércol y luego lo que se sacó del fondo. Al terminar el trasplante debe regarse abundantemente (Hernández, 1985)

8. Riego y poda

La guanaba es un árbol resistente a la sequía, ya que se adapta y fructifica en lugares con marcada estación seca. Sin embargo, cuando el verano es muy fuerte, conviene regarlo abundantemente antes de la floración y luego en el período que va desde que empieza a fructificar hasta la cosecha; es conveniente regarlo cada diez días. El riego se debe efectuar por medio de surcos. (Hernández, 1985).

La guanaba tiende a crecer erecta y a elevarse mucho, razón por la cual, cuando la planta tiene 1 m. de altura conviene despuntarla (cortarle la terminal) y forzar la ramificación. A medida que la planta crece, se podarán las ramas, de manera que adquiera forma simétrica y no se eleve demasiado. Después de la cosecha se dará una poda de raleo para eliminar las ramas secas y enfermas. Para proteger los cortes se aplica una mezcla de pintura con fungicida a base de cobre. (Hernández, 1985).

9. Combate de malezas

Conviene tener la plantación libre de malas hierbas. Pasando la segadora en los meses de lluvia y el rastro durante la sequía se logra combatir la maleza, conservar la humedad y disminuir la evaporación. (Hernández, 1985)

10. Mercado de la guanaba

No existen datos específicos sobre la cantidad de guanaba procesada en los EEUU, pero se estima que importada de 50 a 100 Tm. anuales, y se piensa que existe un incremento del 20% por año, (Hernández, 1986).

Entre los productos para los cuales se utiliza la guanaba se incluyen los jugos y néctares, pulpa natural congelada, helados, nieves, fruta enlatada, etc.

Por su parte, la guanaba se mantiene en el mercado étnico de los EEUU, esto se debe a que no es conocida por el consumidor promedio del país, por lo que requiere publicidad para introducirlo al mercado. Un factor que afecta, es que se esperaba que para 1990 existieran 40 millones de hispanos. La estación experimental Agrícola en Homstead, Florida, (EEUU), reportó que existen menos de 100 árboles de guanaba en los Estados Unidos, y que sólo existe un producto comercial. Además que la venta se hace de la fruta entera (Hernández, 1986).

Puerto Rico y República Dominicana son los países que exportan la mayoría de guanaba procesada a los Estados Unidos, seguidos de Colombia, Ecuador y Venezuela. Estos países tienen una característica en común, el problema es una producción inconsistente. (Hernández, 1986)

B. Importancia de la Vitamina C

1. Reseña histórica

La Vitamina C (L-ascórbico) no había sido aislada en una forma pura hasta el año de 1932 por Szent-Gyorgyc, pero las propiedades terapéuticas de tal sustancia desconocida, fueron reconocidas desde 1945. En 1753 el capitán James Lind, médico de la Flota Naval Inglesa publicó un tratado en cuanto al tratamiento eficiente en contra del escorbuto, utilizando una dieta a base de naranjas y limones. Desde entonces se puede apreciar la relación que la vitamina C tiene con los jugos de frutas, lo cual en la actualidad hace que la misma se adicione a ciertos refrescos (Birch, 1978).

Además de agregar Vitamina C, para el mejoramiento nutricional de bebidas, tiene una gran importancia en la estabilización de sabores en jugos de frutas, refrescos y gaseosas (Birch, 1978).

1. Propiedades

La Vitamina C es soluble en agua y se encuentra en abundancia dentro de la naturaleza. Se considera como una sustancia de sabor ácida se cristaliza en forma incolora, de color blanco, con un punto de fusión de 190 y 192°C. La solubilidad que posee en el agua es de 1g en 2ml de agua. En alcohol su solubilidad baja a 1g en 50 ml. Es insoluble en solventes para grasas orgánicas tales como éter, benceno, cloroformo, etc. La Vitamina C es generalmente estable en su forma cristalina, pero inestable en solución, presenta propiedades ácidas, con constantes de disociación: $pK_1=4.17$ y $pK_2=11.57$. El ácido ascórbico posee una actividad óptica de $(\alpha)_{20D} = +23^\circ$ en agua. También se sabe que posee absorción en la región ultravioleta del espectro con un máximo de absorción de 265nm., una pequeña banda entre 350 y 40 nm. El promedio de ingesta de la Vitamina C para los humanos es de 50 a 150 mg de ácido ascórbico por día. Los requerimientos pueden calcularse aproximadamente en base a la edad, peso, temperatura ambiental, etc. (Birch, 1978).

Los humanos, cobayos, monos y los cerdos, de guinea son de los pocos mamíferos incapaces de sintetizar Vitamina C. El requerimiento humano de Vitamina C no está correctamente definido. De los datos obtenidos se sabe que están en el rango de 45 a 75 mg por día. Si la persona está sujeta a stress continuo o bajo medicamentos, los requerimientos de esta vitamina pueden aumentar (deMan, 1990).

La Vitamina C se encuentra distribuida ampliamente en la naturaleza, en su mayoría en las plantas, en especial en las frutas cítricas, vegetales verdes, tomates, papa y fresas. Las fuentes normales de Vitamina C incluyen la leche y el hígado (deMan, 1990).

3. Oxidación

El ácido L-ascórbico es una lactona (éster cíclico de un ácido hidroxycarboxílico) y está caracterizado por un grupo enediol, el cual lo hace un compuesto extremadamente reductor. La forma D de la vitamina no tiene actividad biológica.

Uno de los isómeros, el ácido D-ascórbico se produce comercialmente en especial para uso como aditivo alimenticio (deMan, 1990).

El ácido L-ascórbico es oxidado ácido L-deshidroascórbico el cual retiene la actividad de la vitamina C. El compuesto puede oxidarse posteriormente a ácido (L-diceto glulónico; en una reacción no reversible. (*vid.* figura #5).

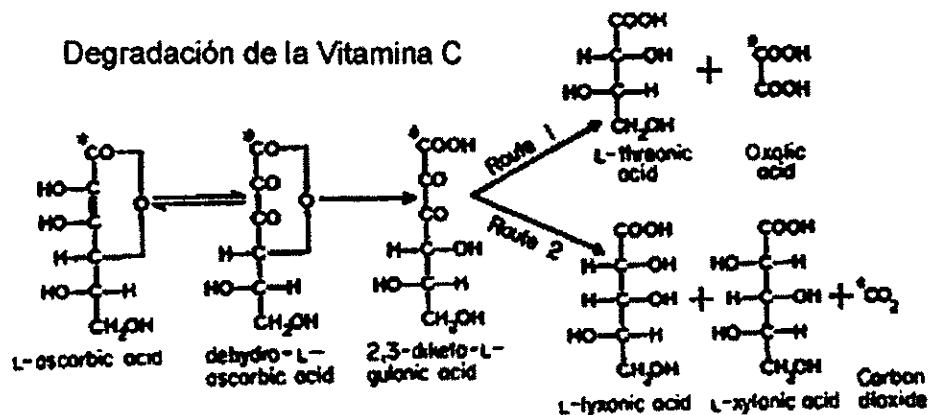


Figura 5

Este compuesto no tiene actividad biológica, es inestable, y es oxidado posteriormente a diversos posibles compuestos incluyendo el ácido 1-treónico. Deshidratación o descarboxilación puede conducir a la formación de furfurales, quienes pueden polimerizar para formar pigmentos cafés o combinarse con aminoácidos en la degradación de Strecker (Birch, 1978).

Se le considera como la vitamina más inestable y es fácilmente destruida durante procesos o almacenamientos. El grado de destrucción se ve aumentado por la presencia de metales pesados, en especial cobre y hierro; también por actividad enzimática y exposición a luz. Todos son factores que afectan el contenido en alimentos. Enzimas que poseen en su grupo prostético, cobre y hierro, son catalizadores eficientes de la descomposición del ácido ascórbico. Las enzimas más importantes en este grupo son el ácido ascórbico oxidasa, fenolasa, citocromo oxidasa y peroxidasa. Únicamente el ácido ascórbico cosidaza involucra una reacción directa entre enzima, sustrato y oxígeno molecular. Las otras enzimas oxidan la vitamina

indirectamente. La fenolasa cataliza la oxidación de mono y dihidroxi- fenoles a quinonas, Las quinonas reaccionan directamente con el ácido ascórbico. La citocromo oxidasa oxida el citocromo a su estado oxidativo el cual reacciona con el ácido L-ascórbico. La peroxidas en combinación con compuestos fenólicos, utiliza el peróxido de hidrógeno para llevar a cabo la oxidación. Las enzimas no actúan en frutas intactas debido a la separación física de la enzima con el sustrato. La inactivación de enzimas en frutas y vegetales se logra mediante blanqueado con vapor o por calentamiento electrónico. Este proceso es necesario antes de que el alimento sea secado o congelado. La presencia de compuestos quelantes estabiliza la vitamina C. Estos compuestos incluyen antocianinas, flavonoides, ácidos polihidroxilados tales como el ácido málico y cítrico, y los polifosfatos (Birch, 1978).

El ácido ascórbico es oxidado en presencia de aire bajo condiciones neutras y alcalinas. Debido a que el oxígeno se requiere para la degradación, la remoción del oxígeno debería tener efectos estabilizantes. Sin embargo, se ha demostrado que la utilización de empaques transparentes permiten una degradación rápida de la vitamina C. La degradación de ácido ascórbico se ha encontrado paralela a la producción de sabores indeseables. La severidad de un proceso puede frecuentemente ser analizado como el porcentaje de vitamina perdido. La proporción de pérdida en vitamina se relaciona con la cantidad de agua ó vapor utilizada en el tratamiento término (de Man, 1990).

4. Vitamina C como Antioxidante

Existen muchos usos técnicos de la vitamina C en procesamiento de alimentos. Es utilizada para prevenir el oscurecimiento y decoloración en productos a base de vegetales y frutas; como antioxidantes en grasas, productos cárnicos y a base de leche; como estabilizador del color en carne; como mejorador en harina; como aceptor de oxígeno en el procesamiento de cerveza; como agente reductor en vinos, reemplazando parcialmente a bióxido de azufre; y como nutriente agregado. La vitamina C se protege por la utilización de dióxido de azufre, se supone que por inhibición de las fenolasas (deMan, 1990).

En envases con jugos de frutas, con espacio grande de aire entre tapa y contenido, la adición de una pequeña cantidad de ácido ascórbico mejora la estabilidad del sabor y color por consiguiente la vida de anaquel (Birch, 1978).

En algunos refrescos, al ser expuestos a la luz se puede esperar una oxidación en sus constituyentes saborizantes, en especial en productos a base de naranja y uva. Estos cambios se deben a la presencia de terpenos instaurados, los cuales son altamente reactivos y producen rancidez, expuestos a veces a cantidades mínimas de luz. El agregar a estas bebidas de 5 a 15 mg/fl oz. asegura un estabilizante al sabor. El mecanismo de reacción no se conoce claramente, pero se cree que el ácido ascórbico utiliza oxígeno disuelto. El agregar el ácido ascórbico puede tener efectos indeseables en especial sobre colorantes artificiales en el medio, haciéndolos decolorarse. Para evitar este problema se puede utilizar ácido isoascórbico, el cual posee una veinteava parte de la potencia antiescorbútica y a la vez posee las mismas propiedades antioxidantes (Birch, 1978)

2. Estabilidad

La presencia de una cantidad alta de Vitamina C, puede tener efectos secundarios. La estabilidad de algunos colorantes artificiales se ve afectada por condiciones fuertemente reductoras. También el ácido ascórbico se encuentra involucrado en las reacciones del oscurecimiento no enzimático que resulta en la formación de melanoïdes coloreados. Cuando la concentración es mayor de 4 g/fl oz. Se observan efectos secundarios tales que en el 4% de agua excedente presenta descomposición de vitamina C, produciéndose dióxido de carbono aumentando la presión interna del envase (Birch, 1978).

La pérdida de vitamina C en jugos naturales inicia antes del procesamiento, pérdida significantes ocurren durante el manejo postcosecha, especialmente con frutos sobre madurados. Para mantener un nivel máximo de vitamina C, se requiere que el fruto sea cosechado en óptimas condiciones de madurez, así la concentración de vitamina es la máxima, para soportar el almacenamiento. El procesamiento debe efectuarse en el menor tiempo posible, para minimizar exposición al oxígeno, en especial a temperaturas elevadas. El blanqueado (tratamiento térmico de 3 a 4

minutos en agua a 80° o de 1 a 2 minutos con vapor) para la inactivación de enzimas es importante, así como el buen estado del equipo que elimina la posibilidad del contacto con trozos de metal tales como el cobre y el hierro. Se recomienda en lo posible llevar a cabo una dirección o trabajar al vacío para evitar la presencia de oxígeno. (Birch, 1978).

La descomposición de la Vitamina C es acelerada por la presencia de fosfatos de fructosa y fructosa en sí. Esto ocurre más en concentrados de frutas, donde existe inversión de sacarosa. En condiciones ácidas fuertes (pH 2.2.-3.0) la vitamina C se descompone a furfural y dióxido de carbono. Cuando se utilizan sulfitos como preservantes en jugos de frutas o gaseosas, éstos ayudan a retener la concentración de vitamina C, teniendo como efecto secundario la decoloración de pigmentos (Birch, 1978).

Otro preservante utilizado es el ácido benzoico, el cual no afecta los pigmentos ni a la concentración de la vitamina, se usa para control del crecimiento microbiano. El empaque juega un papel importante en la estabilidad de la vitamina C, envases con espacios libres para aire (espacio de cabezas) afectan debido al oxígeno presente. La luz, por su parte, activa la degradación de la vitamina C por lo cual se recomienda utilizar empaques opacos (Birch, 1978).

C. Vida de Anaquel en Productos Congelados

La preservación por refrigeración y congelación se basa en la disminución de las velocidades de las reacciones deteriorativas, tales como la descomposición enzimática, química y el crecimiento microbiano. Los microorganismos usualmente no pueden crecer a las temperaturas inferiores de -10°C, únicamente los psicófilos. En algunos casos temperaturas cercanas a los 0°C incrementan la degradación debido a fracturas en los tejidos de frutas y a la posterior liberación de enzimas que degradan los alimentos congelados. También se ha estudiado que el congelamiento por arriba del punto de congelación incrementa la degradación debido a reacciones químicas. Esto se debe a que no toda el agua se encuentra congelada y las sustancias químicas quedan concentradas en el agua líquida remanente (Labuza, 1982).

La preservación de vegetales y frutas por congelamiento mantienen la calidad de frescura. Típicamente, las frutas y verduras congeladas (FVC) llegan a ser procesadas por una serie de acciones: que afectan en la cosecha, post-manejo de almacenamiento, transporte, blanqueado, enfriado, congelado y empaque. La calidad inicial del producto se puede ver afectada por el proceso así como la calidad inicial de la materia prima. La cantidad de deterioro de FVC a través de cambios químicos y físicos durante el procesamiento de la fruta, puede llegar a un nivel en que deja de ser aceptable. La fecha de procesamiento puede dar al consumidor información útil al comprar el producto. Fechar correctamente los productos de FVC dan al distribuidor más información para controlar los canales de distribución, así como la rotación de los productos (Labuza, 1982).

La calidad de las FVC depende principalmente de la calidad de la materia prima. El color, sabor, textura y el valor nutritivo se puede controlar genéticamente por medio de manipulación de las prácticas de crecimiento. La calidad de frutas y vegetales se ve afectada también por el tipo de suelo, la fertilidad del mismo, humedad, microflora, luz, temperatura, polinización, etc. La maduración es otro factor que afecta a los FVC* en cuanto a la calidad final.

La razón de deterioro durante el almacenamiento a bajas temperaturas depende primordialmente de la clase de producto y la temperatura. Tal cambio puede manifestarse en pérdida de sabor detectado por el consumidor, al igual que una pérdida en valor nutricional. El deterioro microbiológico no parece ser un problema con la FVC, si el producto es almacenado a -18°C o menos. La población microbiana disminuye al almacenar a temperaturas menores de los 0°C , en especial la de las bacterias Gram. negativas (Labuza, 1982).

Las personas se alimentan de frutas y vegetales por el sabor de las mismas, así como por sus contenidos en vitamina C y minerales. Por esto la pérdida de gusto (color, textura y sabor) y la degradación de vitamina C, son los dos principales factores tomados en cuenta para determinar la vida de anaquel de la FVC. El ácido ascórbico es una vitamina inestable por lo cual es utilizada para determinar vida de anaquel de productos de frutas y verduras congeladas (Labuza, 1982).

D. Determinación de Vida de Anaquel en Alimentos

El término vida útil (vida de anaquel) se define como el período de tiempo en el que un alimento mantiene características sensoriales aceptables para el consumidor o, en otras palabras, el tiempo necesario para que alcance un nivel máximo aceptable de deterioro, almacenado bajo condiciones óptimas preestablecidas (Labuza, 1982).

Una forma de determinar la vida de anaquel es el asumir que ciertos principios de cinética química se aplican con respecto a una dependencia de temperatura, como el método que incluye la ecuación de Arrhenius que consiste en los siguientes pasos:

- i. Determinar la seguridad microbiológica y los parámetros para el producto y el proceso en cuestión.
- ii. Determinar que reacciones químicas pueden ser la causa principal de la pérdida de calidad del producto.
- iii. Seleccionar el empaque a utilizar en la prueba de vida útil.
- iv. Seleccionar las temperaturas y de cada almacenaje (por lo menos tres, una de ellas control).
- v. Determinar que prueba se realizará y con que frecuencia a cada temperatura.
- vi. A partir de una gráfica de vida útil ($\ln T$ y T) para distintos valores del factor de temperatura Q_{10} y conociendo la vida útil mínima deseada bajo condiciones normales de comercialización, determinar cuanto tiempo el producto debe mantenerse a temperatura de prueba.
- vii. Observar el producto y graficar los datos obtenidos (valor del atributo en evaluación y Tiempo) para comprobar la orden de la reacción.
- viii. Para cada temperatura de almacenamiento T , estimar la constante de velocidad de reacción K y el tiempo de vida útil $t(s)$. Elaborar la gráfica de vida útil apropiada ($\log K$ y $1/T$ en grados Kelvin) y estimarla vida útil potencial del producto extrapolando a la temperatura deseada.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Materiales

1. Equipo

- a. Espectrofotómetro Spectronic 21, luz visible –UV equipado con celdas de vidrio de 1 cm.
Baush & Lomb.
Rango en longitud de onda: 340-1000nm.
- b. pH-metro
- c. Estufa con agitador mecánico: Corning Hot-Plate
- d. Balanza analítica
- e. Balanza: Cent-o-gram. 01gr capacidad máx. 311 gr. OHAUS
- f. Termómetro
- g. Higrómetro Delta 5-95% humedad relativa
- h. Centrífuga: CARVER ELECTRIFUGE, velocidad 836 rpm

2. Cristalería

- a. balones aforados 500 ml
- b. 4 balones aforados 1000 ml
- c. 15 balones aforados 25 ml
- d. 1 probeta de 10 ml
- e. 1 probeta de 100 ml
- f. 1 probeta de 500 ml
- g. 6 tubos para centrifuga
- h. 4 beaker de 500 ml
- i. 4 frascos ámbar 1000 ml
- j. 4 pipetas 1 ml
- k. 4 pipetas 2 ml
- l. 3 pipetas 5 ml

3. Otros

- m. Bulbo
- n. Porta tubos de ensayos
- o. Pizeta
- p. Baño metálico

4. Reactivos

- a- Ácido acético glacial: Pureza 99.8% "Baker Analy Zed".
- b- Cloruro férrico hexahidratado: Pureza 99.2% PM 270.3 "Baker 270.3 "Baker Analyzed".
- c- Cloruro de hierro (II) tetrahidratado: $d=1.930$ PM 198.81 "Aldrich Cheical Co. Inc.".
- d- Sulfato cúprico: Pureza 99.2% PM 159.61 "Merck".
- e- Ácido Ascórbico: Pureza 99.7% PM 176.13 "Merck"
- f- Acetato de Sodio tetrahidratado: Pureza 99.5 5-100.5% PM 136.08 "Merck".
- g- 1.10 -fenantrolina: Punto de fusión 114.7°C "Fischer Scientific Co. Inc.".

B. Método

1. Preparación de Soluciones

- a. **Ácido Ascórbico Estandarizado-200 g/ml (Preparado fresco):** Se midió cuidadosamente 100 mg de ácido ascórbico (guardado en desecadora) en un balón volumétrico de 500 ml y aforar.
- b. **1,10-fenantrolina 0.01 M.:** Disolver 0.46 g de 1,10 fenantrolina monohidratada y diluir a 250 ml con agua.
- c. **Hierro (III) en solución 0.03 M.:** Disolver 0.54 g de cloruro férrico hexahidratado y diluir a 1 l. con agua.
- d. **EDTA en solución 0.05 M.:** Disolver 9.25 g de sal di sódica de EDTA y diluir a 500 ml con agua.
- e. **Buffer de Acetato de sodio 1M.:** Disolver 82 g de acetato de sodio anhidro y 60 g de ácido acético o y diluir hasta 5,600 ml con agua.

- f. **Solución de Cobre (II) a pH de 6:** Pesar 20 mg de sulfato de cobre (II) en un balón volumétrico de 100 ml y agregar 200 ml de solución de acetato de sodio 1M Y 7 ml de ácido acético 1M. Aforar con agua.

2. Preparación de Muestras

- a. Se procedió a obtener pulpas de guanabas de la misma cosecha, por la región de Jutiapa.
- b. Se les sometió a un tratamiento térmico a 80° C por tres minutos para inactivar las enzimas.
- c. Se empacaron en bolsas opacas de polietileno de 2 mm, semi permeables al oxígeno, luz y bióxido de carbono en paquetes de 250 gramos.
- d. Se almacenaron en tres distintos congeladores a temperaturas de -4.13, -6,84 y -11.63°C.
- e. Se determinó la humedad relativa así como la temperatura cada 15 días aproximadamente, en cada uno de los congeladores.

3. Determinación de Concentración en Vitamina C

Se realizó la determinación de Vitamina C por el método espectrofotométrico utilizando hierro (III) y 1,10- fenantrolina como reactivos.

- a. Preparación de curvas estándares: Utilizando pipetas se transfirieron cantidades apropiadas de solución de ácido ascórbico en balones de 25 ml tales que las concentraciones varíen de 0.2-8 g/ml. Después de agregar a cada balón 2.5 ml de hierro (III) en solución, más 2.5 ml de cobre 2 en solución a pp. de 6, y 2.5 ml de 1,10 fenantrolina en solución. Después de un minuto agregar 0.5 ml de EDTA en solución para acomplejar el hierro (III) y diluir con agua. Medir la absorción a 514 en cada solución con un blanco sin ácido ascórbico.
- b. Determinación de la muestra y del blanco.
Se obtuvo de cada paquete de guanaba de 100 gr de pulpa una muestra de 5 gr la cual se procedió a analizar. Se mezclaron con 25 ml de agua y se procedió a

centrifugar. Se transfirió por medio de pipeta 1 ml de esta solución en 2 balones aforados de 25 ml y se remojaron con .50 ml de agua. A una de las muestras se le trató como en el inciso a; al segundo balón, asignado como blanco, se le agregó 2.5 ml de solución de sulfato (II) a un pH de 6 y se calentó en baño de María a 50°C durante 15 minutos. Después se le agregó 2.5 ml de Hierro (III) y 2.5 ml de 1,10-fenantrolina. Después de 1 minuto EDTA para acomplejar el Hierro (III) y se aforó con agua. La diferencia de absorción entre las muestras y el blanco se debió al contenido de ácido ascórbico en la muestra.

4. Análisis Sensorial

- a. Para la fecha en que la pulpa había alcanzado el 50% en pérdida de vitamina C se procedió a seleccionar 10 panelistas de consumidores de refrescos de guanaba.
- b. Se preparó el refresco de guanaba con pulpa almacenada. Para ello se licuaron 250 gr de pulpa en un litro de agua endulzado al gusto.
- c.- Se le pidió a los panelistas que calificaran el refresco de 1 a 10, donde 1= mínima aceptación y 10= máxima aceptación.

VI. RESULTADOS

Para la medición periódica de la temperatura y la humedad relativa se obtuvieron (tabla 3 y 4, Apéndice) con valores constantes, debido a la desviación estándar observada.

La concentración de Vitamina C se encontró debido a los valores obtenidos de las curvas de calibración realizadas diariamente (tabla 1 y 2, Apéndice.) A estos valores se les procedió a calcular sus respectivas regresiones lineales por medio de la siguiente fórmula: $Y = A + BX$, donde $X =$ Concentración de vitamina C, y $Y =$ Absorción. De las tablas se puede observar que las curvas no variaron mucho, al igual que sus coeficientes de correlación r estuvieron muy cercanos a 1.

De los valores observados en la tabla 8, Apéndice, se calcularon las regresiones logarítmicas de los datos de las tablas anteriores, con la fórmula $Y = \ln [\text{Vit.C}] = \text{días de almacenamiento}$, de esta forma se logró convertir la degradación exponencial de la Vitamina C, en una recta para su análisis.

La ecuación que describe estas rectas es $Y = A + KX$ donde $KT1 = -0.014302$, $KT2 = -0.00716$ y $KT3 = -0.00464$.

Para los datos en % de pérdida de Vitamina C antes y después del tratamiento térmico (tabla 9, Apéndice) el % en pérdida se obtuvo de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de pérdida} = \frac{\text{gv. Ácido Ascórbico Perdidos}}{\text{gv. Ácido Ascórbico antes}} \times 100$$

La gráfica 7 de Curvas de Vida de Anaqueil se obtuvieron de los datos en las tablas 11, 12 y 13, mediante regresiones lineales utilizando la siguiente fórmula:

$$Y = mx + d \text{ y } \ln(K) = m(1/t) + b$$

en donde se pudo averiguar para cualquier T (temperatura de almacenamiento), una constante K de velocidad de reacción y utilizando:

$$\ln[A] \quad T \quad = \quad \text{Tiempo}$$

-----= donde (A) = [] inicial de vitamina C
 [A] - [X] [X] = [] final de vitamina C

Para el análisis de varianza (tablas 14, 15 y 16, Apéndice)

Los resultados dieron que la F experimental era mayor que la F crítica.

El Análisis de varianza se obtuvo por medio de las siguientes ecuaciones:

1. Suma Cuadrados Total =

$$\sum Y_i^2 - \frac{(\sum Y_i)^2}{n}$$

2. Suma Cuadrados Regresión =

$$\frac{\left[\sum X_i Y_i - \frac{(\sum X_i)(\sum Y_i)}{n} \right]^2}{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}$$

Suma Cuadrados Residuo = 1 - 2

Fuentes de Valor	Grados de Libertad	Cuadrados Médicos	F $\frac{\text{CM Regresión}}{\text{CM. Residuo}}$
Regresión	1	$\frac{\text{Suma Cuadrados reg.}}{1}$	
Residuo	(n-2) (n-1)	$\frac{\text{Suma de Cuadrados Res.}}{n-2}$	

con

F(= 0.05; 1, n-2)

VII. DISCUSIÓN

De la revisión bibliográfica se escogió el método de determinación de Vitamina C espectrofotométrico, por ser éste un método más rápido que el método titrimétrico sugerido por la A. O. A. C y menos costoso que los métodos fluorimétricos. El método escogido es reciente, lo cual lo hace novedoso y por los resultados se puede observar que es efectivo. La ventaja sobre el método titrimétrico es la rapidez y exactitud que proporciona, para ser usado en una fábrica de alimentos. En el caso del método titrimétrico, el punto final de la titulación es detectado mediante un cambio visual de color lo cual introduce el error humano.

Los congeladores utilizados para almacenar la pulpa fueron congeladores de uso comercial y casero. Debido a que los mismos no poseen termostatos, se procedió a medir periódicamente la temperatura. La media para las temperaturas registradas fue de $T_1 = -4.13^{\circ}\text{C}$, $T_2 = -6.84^{\circ}\text{C}$ y $T_3 = -11.63^{\circ}\text{C}$. Para estos promedios se pudo observar una desviación estándar, de .294, .427 y .738 (Tabla 1, Apéndice) respectivamente. Esto demuestra que la temperatura se mantuvo constante en cada congelador, durante el periodo de estudio. En cuanto a la humedad relativa para esta se obtuvieron valores de $T(-11.63^{\circ}\text{C}) = 30.89\%$, $T_2 (-6.84^{\circ}\text{C}) = 36.64\%$ y $T_3 (-4.13^{\circ}\text{C}) = 58.94\%$. De estos datos de temperatura se puede observar que en el congelador para la temperatura T_3 posee una humedad relativa bastante alta. La medición periódica de la humedad relativa se realizó para asegurar que no existiera una deshidratación exagerada en los empaques con pulpa, ya que el polietileno utilizado no es totalmente impermeable.

Para cada día que se determinaba la cantidad de vitamina C presente en las muestras se tuvo que elaborar una curva de calibración estándar; concentración de Vitamina C y Absorción. Esto se hizo preparando una solución de estándar fresco para cada determinación, ya que en quince días se observó una degradación que podía afectar los resultados finales. Las curvas de calibración para cada día se encuentran en (Tabla 4, Apéndice) y se puede observar que los coeficientes de correlación se encuentran alrededor de 0.99, excepto para el día 150, y para el día 90. Estas diferencias se debieron posiblemente a errores en los volúmenes de solución

utilizados, ya que por ser bastante pequeños se hubiera requerido de pipetas especiales.

Es importante mencionar que debido a la rápida degradación de la vitamina C en frutas y vegetales a temperatura ambiente, la determinación en concentración de Vitamina para el día 0 fue hecha antes del tratamiento térmico. El valor de 10.75 ug/ml es de la pulpa fresca y se tomó como la media de una determinación en triplicado.

Como se puede observar (Tabla 9, Apéndice). La media de ácido ascórbico encontrado fue de 10.75 mg/ml (para 5g de pulpa). Después del tratamiento térmico se observó una pérdida del 11.09 % de vitamina C. Esto se debe a la temperatura y el tiempo del tratamiento. Parece que fue un valor menor del esperado y a que de la literatura se sabe que los vegetales pueden perder en un día de 10% a 35% contenido en Vitamina C después de un tratamiento térmico.

La concentración de vitamina encontrada es para la 5g de pulpa entera de guanaba sin pepitas. Esta concentración difiere de la concentración hallada en la literatura (Tabla 10, Apéndice) ya que ahí se dan valores en concentración de vitamina en 100 g de pulpa. Al hacer la conversación esta concentración equivale a 215 mg de ácido ascórbico en 100 g de pulpa.

El tratamiento térmico efectuado consistió en llevar la pulpa a una temperatura de 60° durante 3 minutos. Debido a que este procedimiento se realizó convencionalmente, es posible que la inactivación de enzimas no se hiciera completa. Se tomaron éstos valores de tiempo y temperatura debido a que en la literatura no existe información, además de saber que a esta temperatura se logra inactivar enzimas.

Para poder verificar la efectividad en el tratamiento térmico se hubiera tenido que buscar un método para cuantificar actividad enzimática.

La pulpa se empacó en bolsas de polietileno con un espesor de 3 micrones, en paquetes de 100 g aproximadamente se utilizó un empaque en forma tubular así como

la poseen los refrescos en bolsa populares. Este empaque se buscó con color opaco para evitar en lo posible la degradación de la vitamina por la luz, ya que es fotosensible. Se escogió este tipo de empaque ya que es similar al que se utilizaría a la hora de vender un producto como tal al público.

Se procedió posteriormente a medir la concentración de vitamina C, mediante un método espectrofotométrico. Estas mediciones se realizaron en triplicado para cada muestra almacenada a la tres distintas temperaturas. Las lecturas que se hacían eran de la muestra y después de un blanco. El método consiste en que el hierro (III) se reduce cuantitativamente a hierro (II) por el ácido ascórbico, el cual forma un complejo color rojo sangre con 1,10 -Fenantrolina, con una absorción máxima a 514 nm. La concentración de vitamina se encontró mediante la resta de la absorción registrada para la muestra y la absorción para el blanco. La muestra del blanco se calentaba a 5°C por 15 minutos, bajo agitación para destruir la vitamina C que es termolábil. La determinación se debía hacer a un pH=6.00, para la cual se utilizó un buffer de acetato de sodio. Como reactivo se utilizó el reactivo 1,10 .Fenantrolina, que al acomplejarse produce un color rojo. El espectrofotómetro utilizado da sus lecturas digitalmente, por lo cual no hay error visual (Tablas, 5,6,7, Apéndice). Las lecturas se realizaron en triplicado para cada temperatura.

Como se puede observar (Gráficas 1, 2, y 3, Apéndice) la degradación de vitamina C describe una curva con decaimiento exponencial, por ello se dice que es una ecuación de degradación de orden 1. Para poder trabajar con estas curvas se procedió a obtener el \ln de la concentración de vitamina C observada para cada día. Con estos datos (Tabla 8 y Gráfica 6, Apéndice) se calcularan sus respectivas rectas de regresión de las cuales se obtiene la constante K que depende de la temperatura y la actividad de agua en el producto. Como se puede observar $K_1 = -0.01342$, $K_2 = -0.00716$ y $K_3 = -0.00464$ son las constantes que se utilizarán posteriormente para calcular la curva de vida de anaquel para el producto.

El estudio realizado tuvo como objetivo principal encontrar la curva de vida de anaquel para pulpa de guanaba congelada. Para ello, se tomó como límite para que la pulpa se encontrara con óptimas condiciones el que perdiera el 50% de su contenido en ácido ascórbico. Se tomó el límite de 50% ya que es similar al que se utiliza para

frutas y vegetales de los cuales ya existen curvas de vida de anaquel. La curva obtenida (tabla 11, Apéndice) $y = 2.893461641 - 12.79423076x$, la cual extrapolando da un almacenamiento de -18°C que es una temperatura comercial, de una vida de anaquel de 233 días. Según estudios en la literatura de Sánchez, Nieva (1953), se observó que la concentración no variaba durante 400 días a una temperatura de -23°C . Por la fecha del estudio, habría que conocer que metodología empleó para poder saber si los datos resultantes de esta investigación son válidos. También se incluyeron las curvas de vida de anaquel con pérdidas del 40% y 25% en contenido de Vitamina C (Tablas 12 y 13, Apéndice) Estas curvas proporcionan al producto una vida de anaquel mayor. Para la curva de 40% de pérdidas de vitamina, a -18°C se obtiene una vida de anaquel de 308 días aproximadamente. Por su lado para la curva de pérdida de 25% en vitamina C, a esa misma temperatura la vida de anaquel es de 702.25 días (Gráficas 7, Apéndice).

El análisis estadístico se practicó sobre las curvas iniciales de días de almacenamiento y concentración de ácido ascórbico. Para ello se realizó un análisis de varianza para cada curva a las tres distintas temperaturas (Tablas 15, 16, y 17, Apéndice). Se pudo observar debido a los resultados que para las tres temperaturas de almacenamiento H_0 . Se rechaza y se acepta H_a ., por lo tanto si existe dependencia entre los días de almacenamiento con respecto a la degradación de vitamina C en pulpa experimental para las tres curvas es mayor que la F crítica. Esto quiere decir que el almacenamiento bajo congelación contribuye a la variación de concentración de vitamina C y por lo tanto las regresiones lineales utilizadas describen el comportamiento estudiado y la dependencia entre los datos.

Entre las posibles fuentes de error se encontró el error determinado por el experimentador en mediciones visuales. También, como fuente de error, muy importante fue la aplicación de un tratamiento térmico corto. Otros factores que influyeron fueron el grado de madurez de la fruta utilizada, la calidad del suelo donde se encontraba el árbol, etc.

De los resultados del análisis sensorial se puede observar (Tabla 1, Apéndice 4) que la predilección fue la pulpa almacenada a -11.63°C . Es importante mencionar que el estudio realizado no se basa en el análisis sensorial, este sólo se utilizó como

apoyo a los resultados. Hubiese sido preferible acompañar el estudio junto con un análisis sensorial durante todo el almacenamiento, pero esto no fue posible. La pulpa congelada a -11.63°C pudo ser preferida debido a las razones lógicas tales como una vida de anaquel más larga, congelamiento más rápido (evita formación de cristales grandes que afectan posteriormente la textura), degradación lenta, etc.

VIII. CONCLUSIONES

Tomando en cuenta toda la información descrita anteriormente a lo largo de la tesis, se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

A. La vida de anaquel para pulpa de guanaba (*Annona muricata*) con pérdida de contenido en ácido ascórbico del 50% se encuentra definida por la curva $y=2.89 - 12.79X$ donde y = días de almacenamiento: x = temperatura de almacenamiento.

B. La pérdida de Vitamina C es un indicador del grado de degradación que posee la pulpa de guanaba congelada, y es el factor principal en la determinación de vida de anaquel.

C. Por medio del panel de análisis sensorial se sabe que el refresco elaborado con pulpa de guanaba almacenada a -11.63°C es el preferido por los consumidores.

D. La utilización del método espectrofotométrico utilizando hierro (III) y 1,10-fenantrolina como reactivos es eficiente para la determinación cuantitativa de la concentración de ácido ascórbico, en pulpa de guanaba congelada.

IX. SUGERENCIAS

A. Se sugiere que para lograr mejores resultados en relación a la efectividad del tratamiento térmico sobre la inactivación de las enzimas que catalizan la degradación de vitamina C en la pulpa de guanaba, el aplicar un método de análisis de actividad enzimática para verificar el comportamiento de la temperatura y el tiempo óptimo del tratamiento térmico.

B. Para asegurar la vida de anaquel en pulpa de guanaba es recomendable la fortificación de la pulpa con vitamina C. Para ello se hace necesario encontrar la cantidad ideal la cual se puede agregar, sin sobrepasar normas.

C. Para prolongar la vida de anaquel en pulpa de guanaba congelada es recomendable almacenar, a una temperatura menor que -18°C .

D. Se sugiere empacar pulpa de guanaba en bolsas laminadas y al vacío.

E. Es recomendable realizar un estudio de análisis sensorial lo más completo posible a lo largo de todo el almacenamiento.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Birch , G. y K Darlier. *Vitamin C*. 1978. Applied Science Publishers Ltd. England. 320 págs.
- Chandler, H. *Frutales de Hoja Perenne*. 1962. UTEHA, México. Primera Edición en Español. 666 págs.
- Cobley, L. *An Introduction of the botany of Tropical Crop*. 1956. England. Western Printing Services Ltd. 357 págs.
- DeMan, J. *Principles of [Food Chemistry*. 1990. 2nd. Ed. AVI Publishing Co. USA 469 págs.
- Dixon, M. et. al. *Enzyms* 1979. 3rd Edition Academic Press. England. 1116 págs.
- Egan, H. et. al. *Análisis Químico de Alimentos de Pearson*. México. CECSA.
- HandBook of the Nutritional Contents of Foods*. Dover. Publications, Inc. New York, 1963
- Harris, R. Y E. Karmos. *Nutritonal Evolution of Food Procesing*. 2nd. Edition. The Avi Publishing Co. USA
- Hernández, A. et. al. *Procesamiento de la Guanaba para la Obtención de Pulpa*. ASBANA. Costa Rica.
- Hernández, R. *Origen y Distribución de la Guanaba*. 1985 Departamento Técnico Agropecuario del Instituto Nacional de Aprendizaje. Costa Rica 17 págs.
- Investigación preliminar sobre Fisiología de Pos-cosecha en industrialización de la Guanaba para la obtención de Pulpa*. et. al. 1974. Comisión Nacional de Fruticultura, México. 12 págs.

Labuza, T. *Shelf-life Dating of Foods*. 1982. Food & Nutrition Press. Inc. USA 500 págs.

Lau, Oi-Wah y Shiu-Fai Luk. *Spectrophotometric Determination Of Ascorbic Acid in Canned Fruit Juices, Cordial And Soft Drinks With Iron (III) and 1.10 Phenanthroline As Reagents*. Journal Association of Analytical Chemistry. Vol. 70, No. 3 1987.

Martin, F. *CRC Handbook of Tropical Food Crops*, 1987. CRC Press Inc. USA

Menden Hall, W. et al. *Estadística Matemática con Aplicaciones*. 1986 Grupo Editoria Iberoamericana 751 págs.

Official Methods of Analysis. et al. 1984. Published by The Association of Official Analytical Chemists, Inc. USA 1141 págs.

Potter, N. *La Ciencia de los Alimentos*. 1989 C ECSA. México

Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina. et. al. 1961 INCAP

Underexploited Tropical Plants with Promising Sciences. 1975. USA 188 págs.

Vernon, E. *Tropical Agriculture*. 1946. Appleton & Co. USA 373 págs.

XI. APÉNDICES

Tabla #1. DATOS DE ABSORBENCIA PROMEDIO PARA LAS CURVAS DE CALIBRACION

Días de almacena- miento	Concentraciones de Vitamina C ug/ml											
	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	12.0		
0	.050	.101	.230	.253	.279	.326	.368	.506	.662	.794		
15	.052	.098	.221	.265	.287	.326	.365	.502	.670	.799		
30	.051	.099	.215	.250	.296	.333	.370	.499	.665	.810		
45	.057	.089	.226	.263	.274	.331	.368	.492	.658	.793		
60	.049	.092	.218	.261	.285	.320	.360	.499	.666	.797		
75	.053	.098	.223	.257	.280	.319	.359	.505	.662	.803		
90	.050	.096	.235	.263	.293	.323	.371	.500	.671	.789		
105	.047	.088	.210	.248	.260	.315	.365	.493	.655	.786		
120	.057	.099	.218	.236	.290	.329	.372	.499	.641	.801		
135	.056	.100	.220	.260	.299	.330	.366	.501	.650	.803		
150	.053	.103	.229	.259	.282	.333	.364	.491	.651	.803		

TABLA 2

REGRESIÓN LINEAL PARA CURVAS DE CALIBRACIÓN

Días Almacén	Coefficiente de Relación ®	RECTAS DE REGRESIÓN
0	.99117722	$Y=4.5089162e2 + 6.05457933e-2 X$
15	.990828896	$Y= 4.555269539e-2 + 6.096064167e-2 X$
30	.9924682565	$Y= 4.150774109e- 2 + 6.161014736e-2 X$
45	.9902416045	$Y= 4.392464093e- 2 + 6.032531244e-2 X$
60	.9905481809	$Y= 4.020705092e- 2 + 6.106659205e-2 X$
75	.9904226862	$Y= 4.166834546e- 2 + 6.101585525e-2 X$
90	.9995246958	$Y= 4.872243984e- 2 + 6.026748741e- 2 X$
105	.992396815	$Y= 3.347509793e- 2 + 6.082036933e-2 X$
120	.9932922955	$Y= 4.223260586e- 2 +6.038201828e- 2 X$
135	.9914556833	$Y= 4.835683641e-2 + 6.022197351-2 X$
150	.9893815004	$Y= 4.70300317e.2 + 6.024659578e-2 X$

TABLA 3

PROMEDIO DE TEMPERATURAS REGISTRADAS EN LOS
CONGELADORES DURANTE EL ALMACENAMIENTO

MEDIDAS EN GRADOS CENTÍGRADOS (°C)

DÍAS DE ALMACENAMIENTO	C1 CONGELADOR 1	C2 CONGELADOR 2	C3 CONGELADOR 3
15	-4.6	-6.3	-10.5
30	-4.3	-7.6	-11.2
*45	-4.0	-7.1	-12.6
60	-3.6	-6.7	-11.5
*75	-4.2	-6.2	-11.7
90	-4.0	-7.1	-12.9
*105	-4.0	-6.5	-11.3
120	-4.2	-7.0	-11.6
*135	-3.9	-6.6	-10.9
150	-4.5	-7.2	-12.1
Media D.S.	-4.13 .294	-6.84 .427	-11.63 .738

*Determinaciones realizadas tres días antes, o tres días después.

TABLA 4

PROMEDIO DE HUMEDADES RELATIVAS REGISTRADAS
EN LOS CONGELADORES DURANTE EL ALMACENAMIENTO

DÍAS DE ALMACENA- MIENTO	T1° C -11.63	T2° C -6.84	T3°C -4.13
15	28.9	36.4	61.6
30	32.4	38.9	59.4
*45	29.6	40.2	55.2
60	30.4	42.4	60.7
*75	29.8	42.4	59.1
90	30.9	39.7	62.4
*105	32.3	35.4	58.1
120	31.7	39.2	55.0
*135	30.5	39.2	58.4
150	32.4	41.3	59.5
Media	30.89	39.64	58.94
D.S.	1.26	2.40	2.43

*Determinaciones realizadas tres días antes, o tres días después.

TABLA 5:

DATOS DE ABSORCIÓN Y CONCENTRACIÓN DE VITAMINA C
(DATOS OBTENIDOS EN MUESTRA DE PULPA DE GUANABA
ALMACENADA A -4.13°C)

ABSORBAN CIA

DÍAS DE ALMACE- NAMIENTO	BLANCO	MUESTRA	DIFEREN- CIA	CONCEN- TRACIÓN VIT. C (ug/ml)
0	.808	.112	.696	10.75
15	.658	.095	.563	8.51
30	.545	.092	.453	6.68
*45	.507	.112	.395	5.82
60	.419	.088	.331	4.75

*Determinaciones realizadas tres días antes, o tres días después.

TABLA 6

DATOS DE ABSORCIÓN Y CONCENTRACIÓN DE VITAMINA C
(DATOS OBTENIDOS EN MUESTRA DE PULPA DE GUANABA
ALMACENADA A -6.84°C)

ABSORBAN CIA				
DÍAS DE ALMACE- NAMIENTO	BLANCO	MUESTRA	DIFEREN- CIA	CONCEN- TRACIÓN VIT. C (ug/ml)
0	.808	.112	.696	10.75
15	.689	.103	.586	8.88
30	.623	.086	.357	8.05
*45	.563	.071	.492	7.43
60	.550	.088	.462	6.91
*75	.509	.094	.415	6.12
90	.507	.113	.394	5.73
105	.391	.098	.293	4.30

*Determinaciones realizadas 3 días antes, o 3 días después.

TABLA 7

DATOS DE ABSORCIÓN Y CONCENTRACIÓN DE VITAMINA C
 DATOS OBTENIDOS EN MUESTRA DE PULPA DE GUANABA
 ALMACENADA A -11.63°C

ABSORBAN CIA				
DÍAS DE ALMACE- NAMIENTO	BLANCO	MUESTRA	DIFEREN- CIA	CONCEN- TRACIÓN VIT. C (ug/ml)
0	.808	.112	.696	10.75
15	.718	.116	.602	9.15
30	.662	.083	.579	8.73
45	.664	.093	.551	8.41
60	.608	.082	.526	7.96
75	.571	.089	.482	7.22
90	.542	.091	.451	6.67
105	.488	.088	.400	6.03
120	.502	.113	.389	5.74
135	.443	.086	.357	5.15
150	.386	.060	.326	4.63

*Determinaciones realizadas 3 días antes, o 3 días después.

TABLA 8

DATOS DE \ln [VITAMINA C] EN PULPA DE GUANABA PARA
LAS TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO Y SUS
RESPECTIVAS REGRESIONES

DÍAS DE ALMACENAMIENTO	T1°C -4.13	T2°C -6.84	T3°C -11.63
0	2.37	2.37	2.37
15	2.14	2.18	2.26
30	1.90	2.08	2.10
45	1.76	2.00	2.04
60	1.56	1.93	2.00
75		1.81	1.92
90		1.74	1.87
105		1.53	1.83
120			1.78
135			1.67
150			1.62

Recta de regresión	A	2.349634	2.334412	2.300721
Y=A+ KY	B	-.014302	-.00716	-.00464
	R	.991646	.975863	.970949

TABLA 9

DATOS DE CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN
PULPA DE GUANABA ANTES Y DESPUES DE TRATAMIENTO
TÉRMICO

#MUESTRA	ANTES Ug/ml	DESPUÉS Ug/ml	PÉRDIDA Ug/ml	%PÉRDIDA
1	10.73	9.43	1.30	12.11
2	10.68	9.72	1.01	9.41
3	10.84	9.58	1.26	11.74
MEDIA	10.75	9.58	1.19	11.09
D.S.	.067	.118	.128	

TABLA 10

DATOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE LA GRÁFICA 1/T
EN °K y -ln K, Y SU CORRESPONDIENTE RECTA DE
REGRESIÓN

TEMPERA- TURA °C	TEMPERA- TURA °K	1/T°K	-lnK
-4.13	269.02	3.717196e-3	-4.311009
-6.84	266.31	3.755022e-3	-4.939245
-11.63	261.52	3.823799e-3	-5.373040

Recta de regresión $Y=30.96586337 - 9518.47726 X$
 $R=.963398857$

TABLA 11

DATOS PARA CURVA DE VIDA DE ANAQUEL DE PULPA DE
 GUANABA CONGELADA CON UNA PÉRDIDA DEL 25% EN
 ÁCIDO ASCÓRBICO

ALMACENAMIENTO

TEMPERATURA °C	TIEMPO EN DÍAS
-4.13	155.53
-6.84	291.51
-11.63	449.83

RECTA DE REGRESIÓN $Y=8.71 - 38.53X$

$R=.993397909$

TABLA 12

DATOS PARA CURVA DE VIDA DE ANAQUEL DE PULPA DE
 GUANABA CONGELADA CON UNA PÉRDIDA DEL 40% EN
 ÁCIDO ASCÓRBICO

ALMACENAMIENTO

TEMPERATURA °C	TIEMPO EN DÍAS
-4.13	68.28
-6.84	127.97
-11.63	197.48

RECTA DE REGRESIÓN $Y=3.82 - 16.91X$

$R=.993404337$

TABLA 13

DATOS PARA CURVA DE VIDA DE ANAQUEL DE PULPA DE
GUANABA CONGELADA CON UNA PÉRDIDA DEL 50% EN
ÁCIDO ASCÓRBICO

ALMACENAMIENTO

TEMPERATURA °C	TIEMPO EN DÍAS
-4.13	51.65
-6.84	96.80
-11.63	149.38

RECTA DE REGRESIÓN $Y=2.89 - 12.79X$
R=.9934905631

TABLA 14

RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL EN CONSUMIDORES
DE REFRESCO DE GUANABA PREPARADOS CON MUESTRAS
DE PULPA ALMACENADA CON 50% EN PÉRDIDA DE ÁCIDO
ASCÓRBICO

TEMPERATURA

No. de panelista	1	2	3
1	7	6	8
2	4	8	8
3	6	7	9
4	7	7	7
5	8	6	6
6	4	5	8
7	7	8	7
8	5	7	9
9	4	6	10
10	7	5	9
MEDIA	5.9	6.5	8.1
D.S.	1.52	1.08	1.19

TABLA 15

DATOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA RECTA DE REGRESIÓN DE DÍAS DE ALMACENAMIENTO Y CONCENTRACIÓN DE VITAMINA C PARA PULPA DE GUANABA CONGELADA A -11.63°C .

FUENTE DE VALOR	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS, MEDIOS	VALOR DE F F crítica 4.84
Regresión	1	28.764	28.764	208.96
Residuo	9	1.239	0.138	
TOTAL	10	31.003		

TABLA 16

DATOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA RECTA DE REGRESIÓN DE DÍAS DE ALMACENAMIENTO Y CONCENTRACION DE VITAMINA C PARA PULPA DE GUANABA CONGELADA A -4.13°C .

FUENTE DE VALOR	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS, MEDIOS	VALOR DE F F crítica 4.84
Regresión	1	25.53	25.53	146.87
Residuo	6	1.043	0.174	
TOTAL	7	26.277		

TABLA 17

DATOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA RECTA DE
REGRESIÓN DE DÍAS DE ALMACENAMIENTO VRS.
CONCENTRACIÓN DE VITAMINA C PARA PULPA DE GUANABA
CONGELADA A -6.84°C .

FUENTE DE VALOR	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS, MEDIOS	VALOR DE F F crítica 4.84
Regresión	1	25.58	25.58	74.90
Residuo	3	.864	.288	
TOTAL	4	22.444		

TABLA # 18

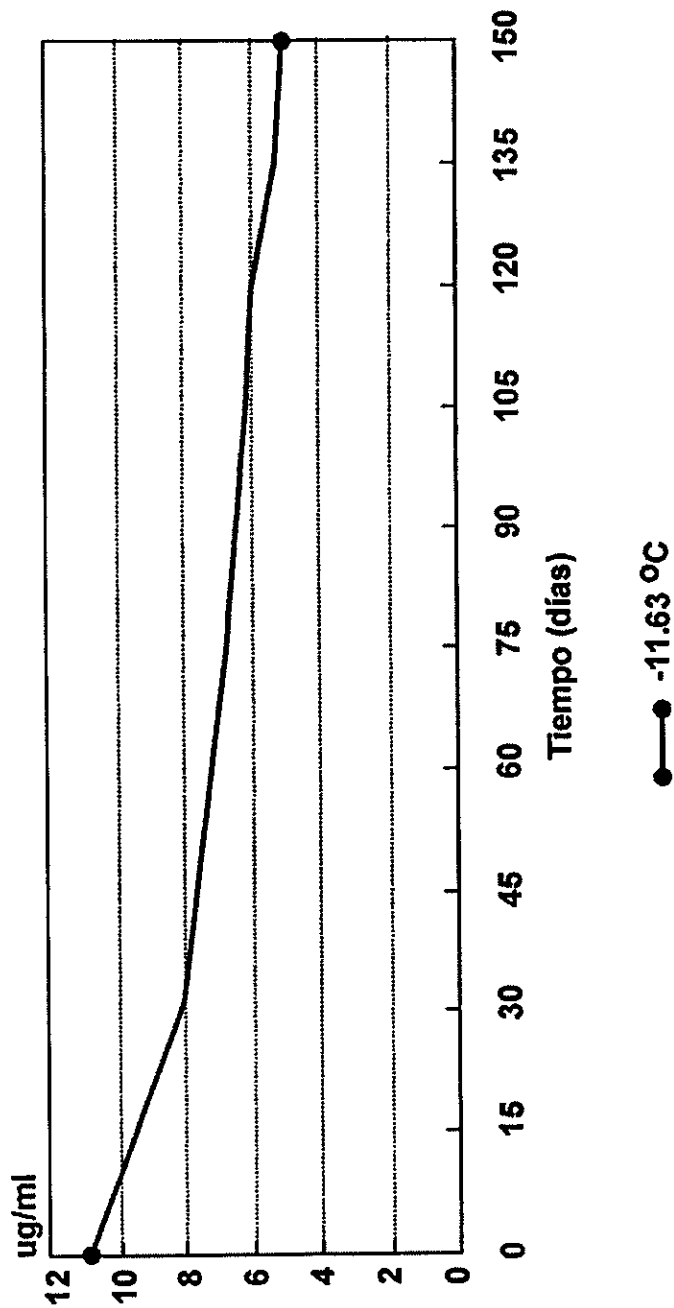
COMPOSICIÓN PARA GUANABA

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	1 LIBRA DE FRUTA ENTERA
Agua	(%)	81.7
Calorías	(Cal)	65
Proteínas	(g)	1.0
Grasa	(g)	0.3
Carbonatos	(g)	16.03
Totales		
Fibra	(g)	1.1
Cenizas	(g)	.7
Calcio	(mg)	14
Fósforo	(mg)	27
Hierro	(mg)	.60
Sodio	(mg)	14
Potasio	(mg)	265
Vitamina A	(Unidad Inter.)	10
Tiamina	(mg)	.07
Ributamina	(mg)	.05
Niacina	(mg)	.9
Ácido ascórbico	(mg)	20
No utilizable	(%)	

Fuente: INCAP 1961.

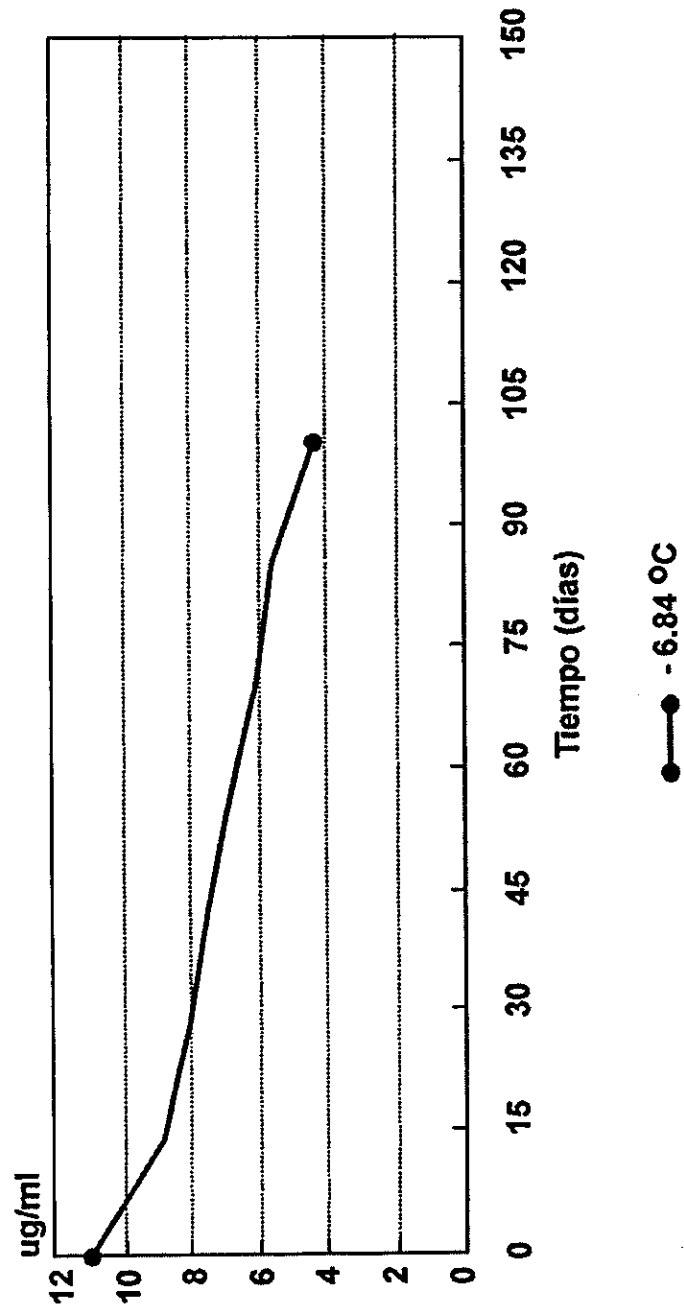
Gráfica No.1

Concentración de Vitamina C
en Pulpa de Guanaba Almacenada a $-11.63\text{ }^{\circ}\text{C}$



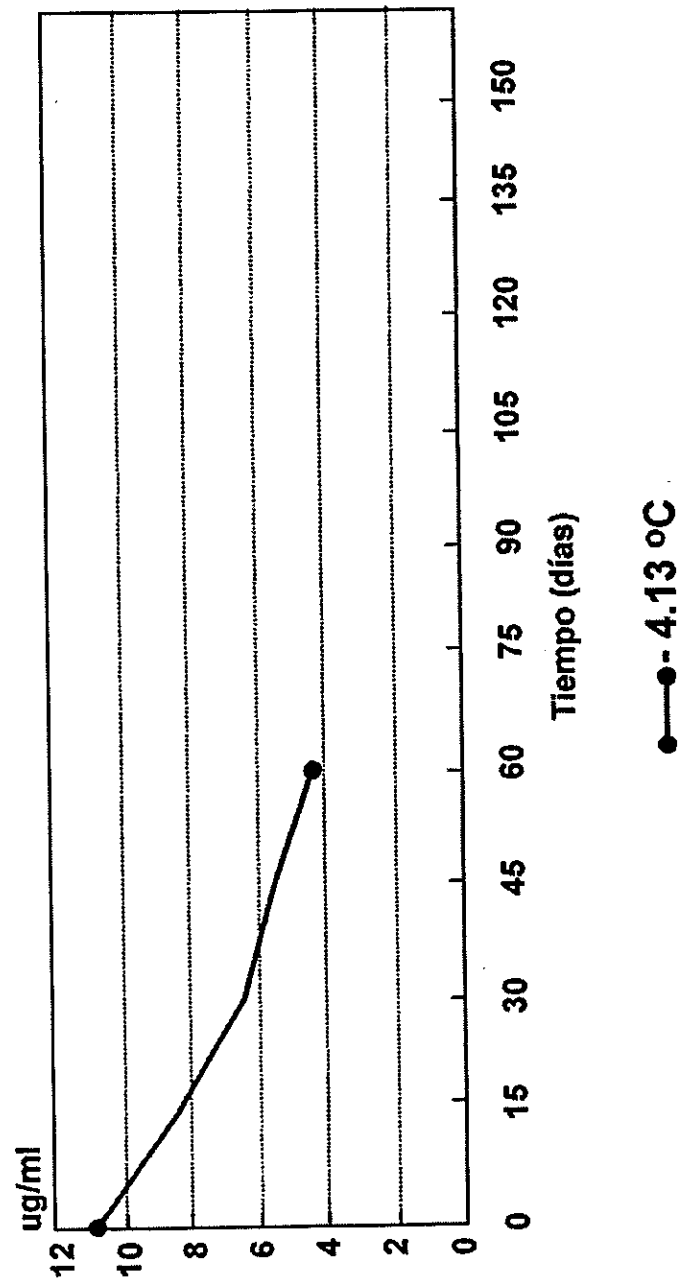
Gráfica No.2

Concentración de Vitamina C
en Pulpa de Guanaba Almacenada a - 6.84 °C



Gráfica No.3

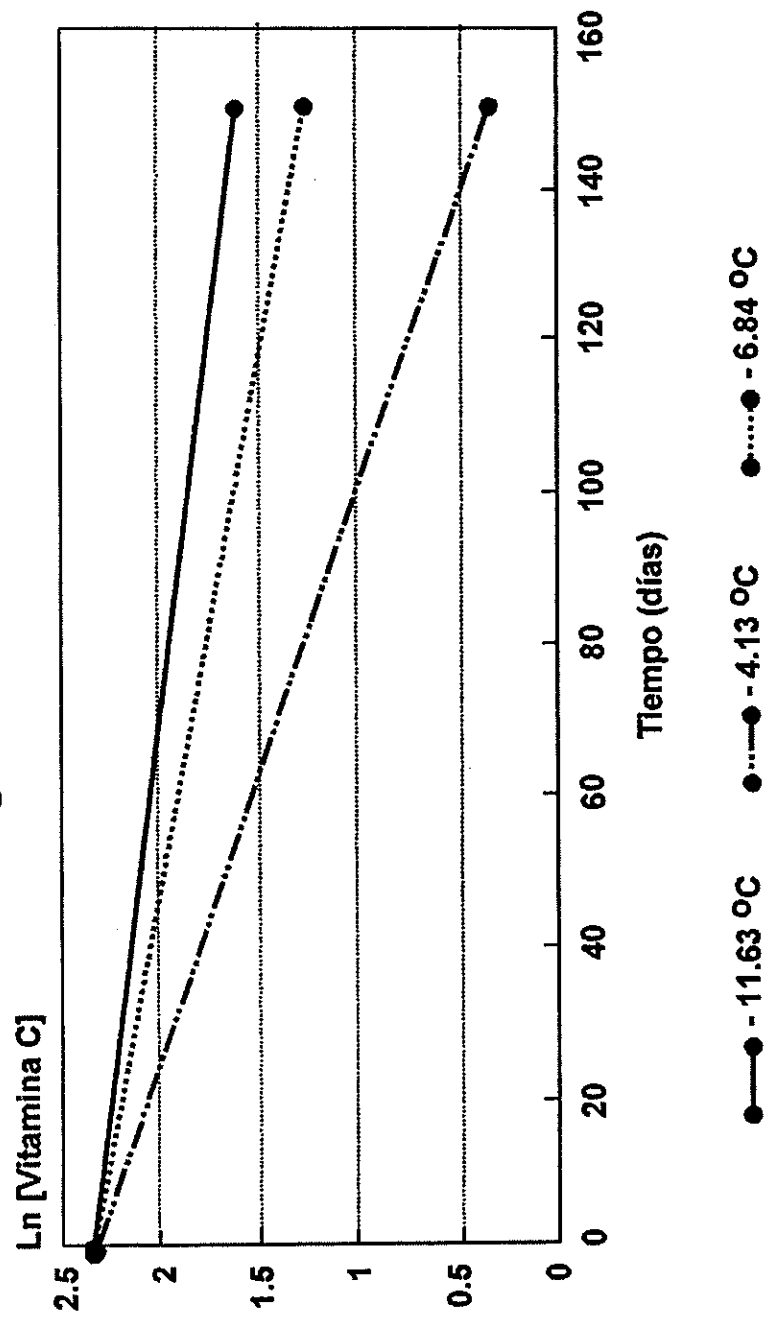
Concentración de Vitamina C
en Pulpa de Guanaba Almacenada a - 4.13 °C



● - - 4.13 °C

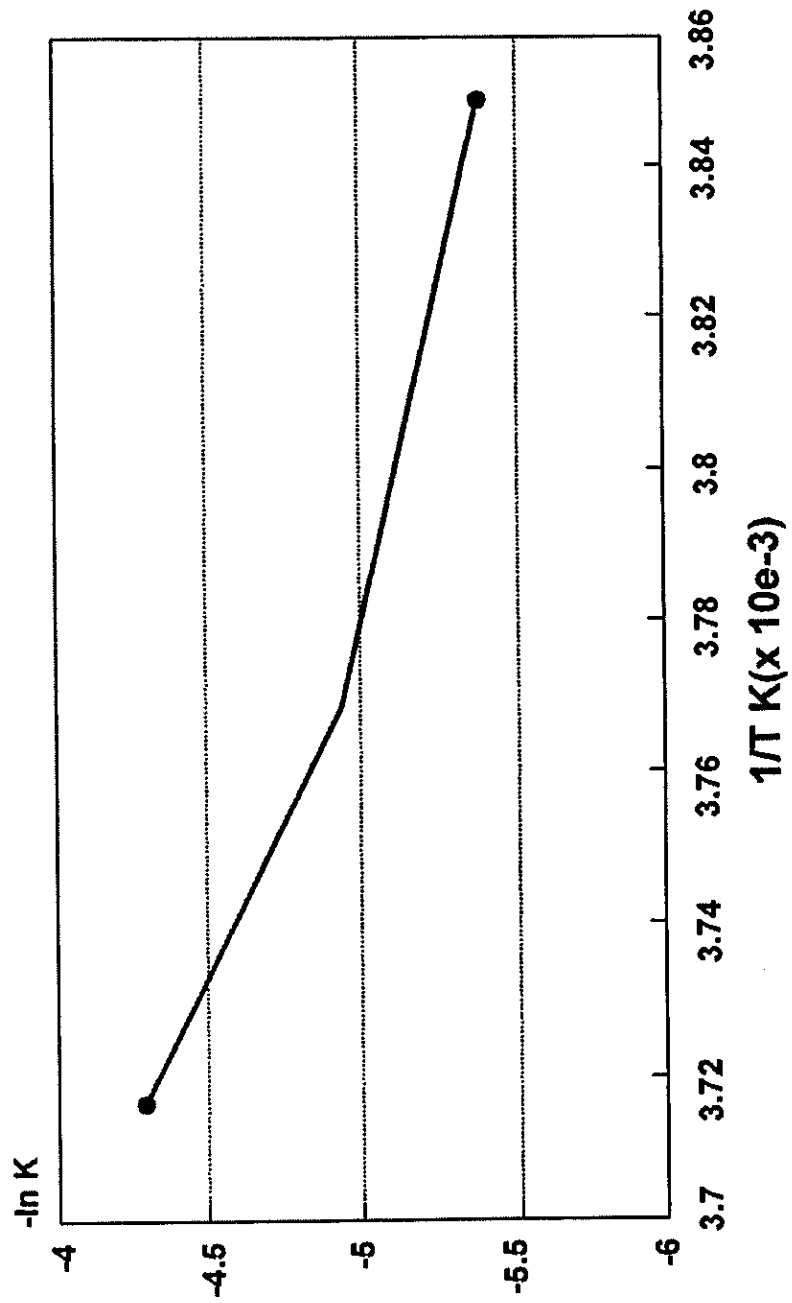
Gráfica No.4

Regresión Lineal



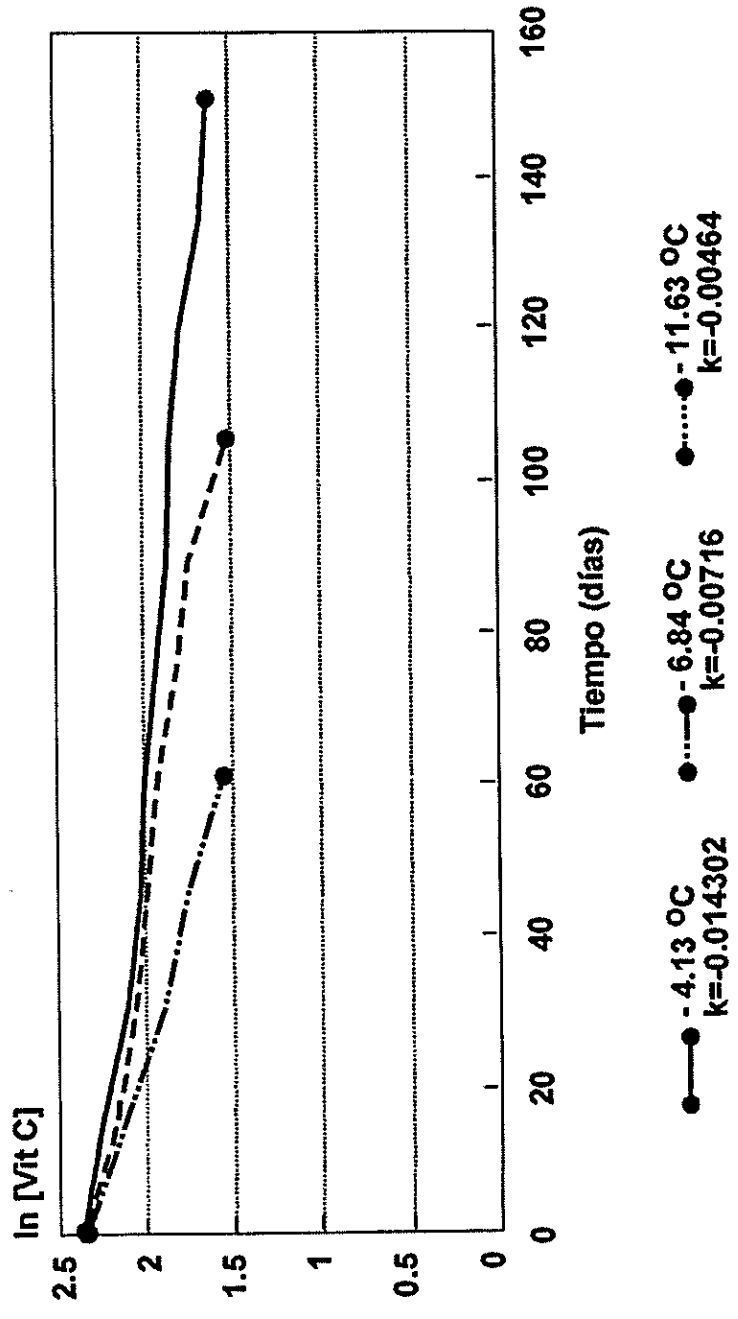
Gráfica No.5

Gráfica $1/T$ K vs. $-\ln K$

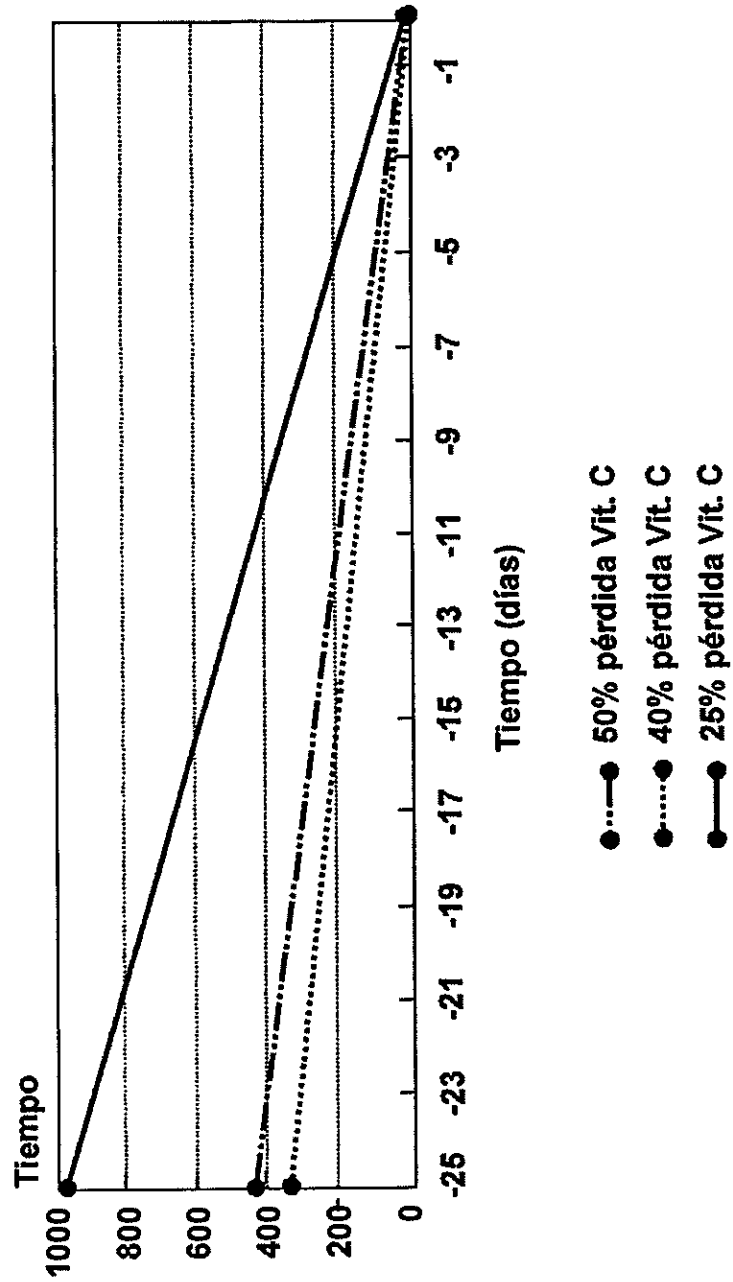


Gráfica No.6

Tiempo de Almacenamiento vrs. ln [Vit C]



Gráfica No.7
Curva de Vida de Anaquel
de Pulpa de Guanaba Congelada



XII. GLOSARIO

- Anonáceas** Familia de plantas clicotiledureas a la que pertenecen especies frutales y ornamentales, o bien suministradas de drogas y esencias. Son plantas leñosas, con un mínimo de seis estándares dispuestos en espiral
- Basamid** Agroquímico para control de malezas.
- Cambium** Tejidos meristemáticos que se localizan en el talo de la angiospermas dicotiledóneas y de las gimnospermas, y que permiten a éstos vegetales su ulterior crecimiento en grosor.
- Carpelos** Hojas cuyos márgenes se han soltado de manera que forman una cavidad cerrada.
- Citocromo Oxidasa** Un sistema transportador de electrones constituidos por diversos citocromos encadenados. El citocromo es un grupo de cromo proteínas que contiene el grupo hemo en su estructura.

- Fenolasas** Enzimas incluidas en el grupo de las oxigenasas. Son enzimas unidas al cobre que en su actividad se encuentran catalizadas por presencia de trozos de dilendos incorporando oxígeno.
- Oxidasas:** También llamadas oxidoreductasas:
Enzimas que intervienen en los fenómenos de óxido reducción. Actúan sobre sustratos reducidos oxidándolos o bien sobre sustratos oxidados reduciéndolos. Destacan las oxidasas que actúan oxidando los sustratos y tienen el oxígeno como aceptor; y las deshidrogenasas que los oxidan y utilizan otras sustancias (coenzimas) como aceptores de hidrógeno o de electrones.
- Pecíolo** Órgano Axial de la planta que une el limbo foliar con el tallo. Se forma por crecimiento intercalado del esbozo de la porción apical de la hoja: se halla provisto de tejidos mecánicos, especialmente de colénquima que crece por distensión.
- Peroxidasa:** Enzima que soporta altas temperaturas y se le encuentra activa aún después de tratamientos térmicos

severos 250-300°F. Enzimas importantes en alimentos envasados altamente ácidos.

Contienen una variedad de enzimas usando el H₂O₂ como oxidante. Es un subgrupo de las oxidoreductasas. Son enzimas específicas para los peróxidos. Entre ellas se encuentra la catalasa, la cual dispone del peróxido de hidrógeno.

Terpenos

Substancias naturales que pueden obtenerse de los aceites esenciales que se extraen de las flores, hojas, frutas o raíces de muchas plantas. La preparación de los aceites esenciales es una industria importante. Entre sus estructuras se encuentra siempre el mismo término fundamental de 5 átomos de carbono; el isopreno o 2metil- 1,3 butadieno.